



**Høgskolen i Telemark**  
Fakultet for teknologiske fag  
Bachelor i ingeniørfag

---

**RAPPORT FRA 6. SEMESTERS PROSJEKT VÅREN 2012**

*PRH606 Hovedprosjekt*

IA6-5-12

## Sensor datafusjon med DeltaV



**Fakultet for teknologiske fag**

Adresse: Kjølnes ring 56, 3918 Porsgrunn, telefon 35 02 62 00, [www.hit.no](http://www.hit.no)

---

Bachelorutdanning - Masterutdanning – Ph.D. utdanning



**Høgskolen i Telemark**

**Avdeling for teknologiske fag**

Bachelor i ingeniørfag

---

## **RAPPORT FRA 6. SEMESTERS PROSJEKT HØSTEN 2012**

**Emne:** *PRH606 Hovedprosjekt*

**Tittel:** *Sensor datafusjon med DeltaV*

Rapporten utgjør en del av vurderingsgrunnlaget i emnet.

**Prosjektgruppe:** *IA6-5-12*

**Tilgjengelighet:** *Åpen*

### **Gruppedeltakere:**

*Rune Andersen*

*Frank J. Johre*

*Kourosh Haghighi*

**Hovedveileder:** *Saba Mylvaganam*      **Sensor:**

**Biveileder:** *Hans-Petter Halvorsen*      **Prosjektpartner:** *Yara Porsgrunn/ Goodtech,  
Emerson Process Management.*

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

#### **Sammendrag:**

Formålet med denne prosjektoppgaven var å gjøre en oppgradering av dagens trådløse nettverk lokalisert i prosesshallen på HiT, avdeling Porsgrunn. Trådløse transmittere med tilhørende sensorer har blitt konfigurert og integrert på en UBD-rigg. Gateway i prosesshall har blitt konfigurert, og håndterer de trådløse prosessverdiene for kommunikasjon til automasjonssystemet DeltaV. I DeltaV er det blitt utviklet strukturerte kommunikasjons- og kontrollstrategier, samt skjermbilder. For datakommunikasjonen er det brukt teknologier som WirelessHART, Ethernet, Modbus og OPC. Den opparbeidede kunnskapen fra prosjektoppgaven på HiT er i tillegg brukt i et samarbeidsprosjekt hos Yara Porsgrunn, der den trådløse teknologien er brukt til overvåking i en av deres fullgjødsel fabrikker. For å teste ut samvariasjon og pålitelighet til de trådløse transmitterne er det på UBD-riggen i prosesshallen gjort ulike forsøk og sammenlignelse i forhold til trådbaserte sensorer. Avslutningsvis vil en oppsummering ta for seg oppnådde mål og forslag til videre arbeid på anlegget. Samtlige mål anses som oppnådd.

Alt utført arbeid er dokumentert i rapporten og tilhørende vedleggshefte.

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



Fakultet for teknologiske fag



**Telemark University College**

**Faculty of Technology**

Bachelor of Science

---

## **JOURNAL FROM 6. SEMESTER PROJECT FALL 2012**

**Course:** *PRH606 Hovedprosjekt*

**Title:** *Sensor datafusion with DeltaV*

This journal is a part of the evaluation result for the course

**Project group:** *IA6-5-12*

**Availability:** *Open*

### **Group participants:**

*Rune Andersen*

*Frank J. Johre*

*Kourosh Haghighi*

**Mentor:** *Saba Mylvaganam*      **Censor:**

**Assisting mentor:** *Hans-Petter Halvorsen* **Project partner:** *Yara Porsgrunn/ Goodtech,  
Emerson Process Management.*

**Approved:** \_\_\_\_\_

### **Summary:**

The purpose of this project task was to do an upgrade of the current wireless network located in the processing hall at TUC, Porsgrunn department. Wireless transmitters and associated sensors have been configured and integrated on a UBD-rig. Gateway in the processing hall has been configured, and manages the wireless communication to the DeltaV automation system. In DeltaV there have been developed structured communication- and control strategies, and user interfaces. For data communication there is used technologies such as WirelessHART, Ethernet, Modbus, and OPC. The accrued knowledge of the project work from TUC has in addition been used in cooperation at Yara Porsgrunn, where the wireless technology is used for monitoring in one of their fertilizer factories. To test the correlation and reliability of the wireless transmitters there has been made various experiments, and compared in relation to wired sensors on the UBD-rig in the processing hall. Finally, a summary addressing the goals achieved and suggestions for further work at the facility. All goals are considered achieved.

All work performed are documented in the report and related appendices booklet.

**TUC takes no responsibility for the results and conclusions in this student journal**



Faculty of Technology

## FORORD

Dette prosjektet er utført av tre 3. års ingeniørstudenter ved Høgskolen i Telemark, avdeling Porsgrunn. Studentene følger studieretningen informatikk og automatisering. Prosjektet er et hovedprosjekt i 6.semester på grunnlag av et forprosjekt gjennomført i 5. semester.

Prosjektgruppa ønsker å rette en stor takk til Anders Løvstad, Øystein Moe og Glenn Martin Lloyd fra Emerson Process Management AS i Porsgrunn for støtte og trådløst utstyr i forbindelse med prosjektgjennomføringen. Det rettes også en stor takk til Håkon Wærstad og Stig Myrland fra Yara International ASA i Porsgrunn, samt Olav Stordalen fra Goodtech Projects & Services AS i forbindelse med samarbeidsprosjektet hos Yara. Tilslutt rettes det en takk til våre veiledere Saba Mylvaganam og Hans-Petter Halvorsen for deres oppfølging og rettledninger.

En informasjonsportal for DeltaV er oppdatert i henhold til prosjektoppgaven og er tilgjengelig på: <http://tfweb.hit.no/2012/deltav/>

De viktigste dataverktøyene som har blitt brukt i prosjektet er som følgende:

- DeltaV versjon 11.3 for utvikling av kommunikasjons- og kontrollstrategier, samt skjermbilder.
- AMS til konfigurering av trådløse transmittere.
- OPC Mirror for innhenting av verdier gjennom OPC-nettverket.
- Microsoft Office Visio 2010 til forside og nettverkstopologi.
- Microsoft Office Excel 2010 til forsøks- og data-analyse.
- Microsoft Office Project 2010 til fremdriftsplan.

---

Rune Andersen

---

Frank Johre

---

Kourosh Haghighi

Rapporten er skrevet for andre ingeniørstudenter og de som har interesse for automatiserte systemer og trådløse løsninger. Leseren bør ha en grunnleggende forståelse for faget automasjon og industrielle programmeringssystemer for å få fullt utbytte av rapporten.

## NOMENKLATURLISTE

AMS -	Asset Management Solutions
AT -	Acoustic Transmitter
DSSS -	Direct-Sequence Spread Spectrum
FCV -	Flow Control Valve
FT -	Flow Transmitter
HART -	Highway Addressable Remote Transducer
IEC -	International Electrotechnical Commission
LCD -	Liquid Crystal Display
NI -	National Instruments
OBD -	Over Balanced Drilling
PBT -	Polybutylene Terephthalate
PLC -	Programable Logic Controller
PLS -	Programmerbar Logisk Styling
PT -	Pressure Transmitter
ROP -	Rate Of Production
RTD -	Resistance Temperature Detector
SCADA -	Supervisory Control and Data Acquisition
TT -	Temperature Transmitter
UBD -	Under Balanced Drilling

# INNHALDSFORTEGNELSE

Forord .....	2
Nomenklaturliste.....	3
Innholdsfortegnelse.....	4
<b>1 Innledning .....</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet .....	6
1.2 Leserveiledning .....	6
<b>2 Anleggs- og nettverksbeskrivelse .....</b>	<b>7</b>
2.1 UBD-rigg.....	7
2.2 Silo-rigg.....	8
2.3 Maskinvare .....	8
2.3.1 Skapene i prosesshall og DeltaV-lab.....	9
2.3.2 Gateway.....	11
2.3.3 Ventiler.....	11
2.3.4 Temperatursensorer.....	12
2.3.5 Trykksensorer .....	12
2.3.6 Flowtransmittere.....	12
2.3.7 Trådløse temperaturtransmittere.....	12
2.3.8 Trådløse trykktransmittere .....	12
2.4 Programvare.....	13
2.4.1 DeltaV.....	13
2.4.2 OPC Mirror.....	17
2.4.3 AMS.....	17
2.4.4 Measurement & Automation Explorer (MAX).....	17
2.4.5 DeltaV Reporter- Excel Add-In.....	18
2.5 OPC-standarden .....	18
2.5.1 OPC Data Access (DA).....	18
2.5.2 OPC Data Exchange (DX) .....	18
2.5.3 OPC Historical Data Access (HDA) .....	19
<b>3 Trådløs nettverksteknologi.....</b>	<b>20</b>
3.1 HART-protokoll.....	20
3.1.1 Trådløs HART-protokoll .....	21
<b>4 Konfigurering av nettverk i prosesshall.....</b>	<b>22</b>
4.1 Konfigurering og oppsett av nettverk .....	22
4.2 OPC-konfigurasjon.....	23
4.3 Konfigurering av gateway .....	23
4.4 Konfigurering av trådløse transmittere .....	24
4.4.1 Montering av trådløse transmittere .....	25
4.4.2 Verifisering av trådløse transmittere.....	25
4.5 Konfigurering og oppsett i DeltaV.....	26
4.5.1 Kontrollstrategi i prosesshall.....	26
4.5.2 Konfigurering av kontrollmodul .....	27
4.5.3 Oppsett av datalink fra gateway til DeltaV.....	27
4.5.4 Konfigurering av skjermbilde.....	29
<b>5 Forsøks- og data-analyse .....</b>	<b>30</b>
5.1 Utførelse av forsøkene .....	30
5.1.1 Styring av UBD-riggen under forsøkene .....	31
5.1.2 Forsøk 1 .....	31
5.1.3 Forsøk 2 .....	33
5.1.4 Forsøk 3 .....	35
5.1.5 Forsøk 4 .....	37

5.1.6 Forsøk 5 .....	39
5.1.7 Forsøk 6 .....	41
5.1.8 Usikkerhetsmomenter .....	43
5.2 Drøfting og analyse .....	44
<b>6 Fjernovervåkning med webserver .....</b>	<b>45</b>
<b>7 Utførelse av prosjekt hos Yara Porsgrunn .....</b>	<b>46</b>
7.1 Oppgavebeskrivelse .....	46
7.2 Oppsett av nettverk.....	47
7.3 Kofigurering av gateway .....	47
7.4 Konfigurering, montering, verifisering av trådløse/trådbaserte transmittere .....	48
7.5 Konfigurering og oppsett i DeltaV .....	48
7.5.1 Kontrollstrategi Yara .....	48
7.5.2 Konfigurering av kontrollmodul .....	49
7.5.3 Håndtering av IO fra trådløse transmittere i gateway.....	50
7.5.4 Konfigurering av skjermbilde.....	51
<b>8 Oppsummering.....</b>	<b>53</b>
<b>Referanser.....</b>	<b>55</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>56</b>

# 1 INNLEDNING

I dette kapitlet forklares bakgrunnen for prosjektet samt at det gis en leserveiledning for hoveddelene av rapporten.

## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Høgskolen i Telemark, avdeling Porsgrunn, har tilgjengelig et DeltaV overvåknings- og styringssystem som er koblet opp mot to rigger, henholdsvis en UBD- og en Silo-rigg.

Problemstillingen og aktivitetsmålene for prosjektoppgaven har utgangspunkt i prosjektbeskrivelsen, se vedlegg A. Problemstillingen er hovedsakelig definert som følger:

- Konfigurere og implementere trådløse enheter i nettverket.
- Konfigurere det trådløse systemet i DeltaV.
- Utesting og feilsøking av anlegget.
- Dataanalyse og -fusjon av verdier fra prosessen.

Målet med oppgaven er å øke kunnskapen for trådløs teknologi, samt DeltaV system og konfigurering, der flere teknologier for datakommunikasjon er brukt. Ved å gjøre ulike forsøk på UBD-riggen ønskes det å registrere data for videre analyse. Trådløse systemer i prosesser er en forholdsvis ny teknologi og det er en utvidet interesse for å teste ut mulighetene, samt fordelene, innenfor dette feltet.

## 1.2 Leserveiledning

Rapporten videre består av syv hoveddeler.

- 1) Det gis en presentasjon av anleggs- og nettverksbeskrivelsen i prosesshallen med programvare- og maskinvare-komponenter som er vesentlige for prosjektet.
- 2) Det gis en generell teoretisk innføring i trådløs nettverksteknologi og kort om hvilke hensyn det bør tas i forhold til trådløse nettverk.
- 3) Beskrivelsen av prosjektutførelsen i prosesshallen på HiT tar for seg konfigureringen av trådløst nettverk ved bruk av WirelessHart-, Ethernet- og Modbus kommunikasjon mellom trådløse enheter og DeltaV.
- 4) Oppgaveutførelsen på Yara beskriver konfigureringen av trådløst/trådbasert nettverk i henhold til gitt oppgave og som ble gjort ved bruk av WirelessHart- og Ethernet kommunikasjon mellom trådløse/trådbaserte enheter til DeltaV.
- 5) Det gis en presentasjon av forsøks- og data-analysen for samvariasjon og pålitelighet til de trådløse transmitterne i forhold til trådbaserte sensorer, gjort i prosesshallen på HiT.
- 6) Det gis en kort beskrivelse av installasjon og muligheter for fjernovervåkning.
- 7) Avslutningsvis vil en oppsummering ta for seg oppnåelsen av prosjektets mål og aktiviteter.

I tillegg til rapporten følger det med et vedleggshefte med relevante data og veiledningsmanualer i forhold til dette prosjektet.

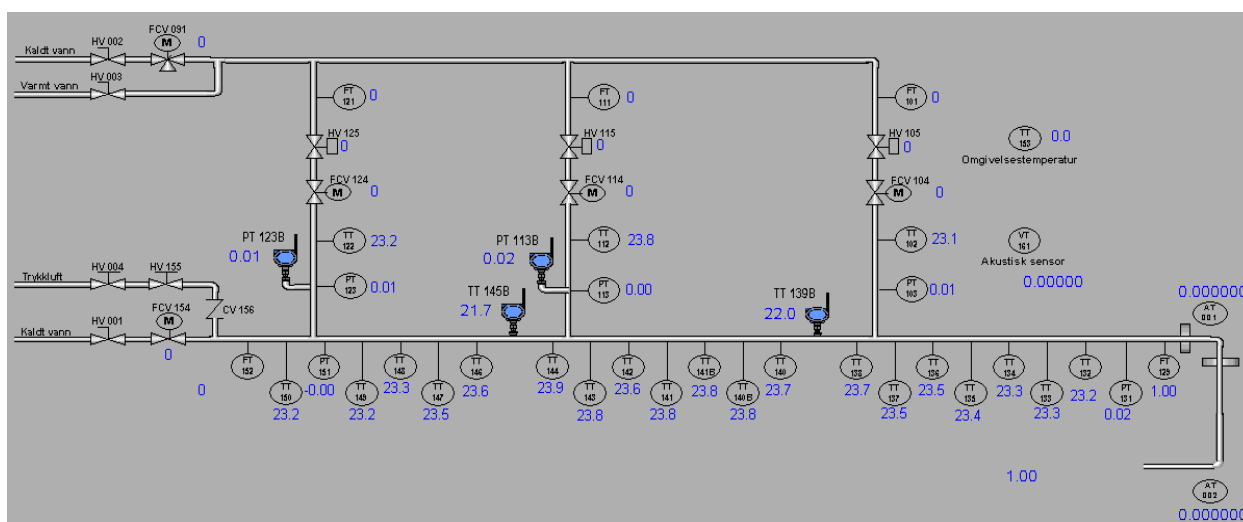
## 2 ANLEGG- OG NETTVERKSBEKRIVELSE

Dette kapitlet tar for seg en presentasjon av anleggs- og nettverksbeskrivelsen i prosesshallen med programvare- og maskinvare-komponenter som er vesentlige for prosjektet.

### 2.1 UBD-rigg

UBD er en utviklet teknologi som går på et prinsipp om å holde det hydrostatiske trykket ved brønnhode under formasjonens trykk. UBD er boring ved undertrykk og har andre fordeler enn OBD som er mest brukt i dag. Konvensjonell OBD forårsaker problemer som sirkulasjonstap, boret kiler seg fast (differential sticking), lavere borehastighet, lavere ROP og formasjonsskader. UBD, som koster mer, kan redusere disse problemene og redusere den totale kostnaden ved oljeleting/utvinning.

UBD-riggen simulerer noe av prosessen ved brønnoverflaten. Den har 3 x 6 meter lange rørsegmenter, se figur 2-1. Mellom hvert rørsegment er det en t-fitting montert, og regulerbare ventiler er koblet til hver t-fitting for å mate varm/kald væske inn i hovedrøret.



Figur 2-1 Figuren viser et bilde av UBD-riggen fra DeltaV brukergrensesnitt.

Seks temperatursensorer (TT) er plassert med en meters mellomrom langs hvert rørsegment, dvs. 18 sensorer langs hovedrøret. Samtidig måler den temperatur ved hver innmating som gir totalt 22 temperatursensorer. Strømningssensorer (FT) står ved hver innmating og utmating, samt 3 akustikksensorer (AT) ved hovedinntak for luftstrømningsmålinger.

Sensorene som er trådbasert logger signaler ved hjelp av NI-fieldpoint blokker i skap 4300.

NI\_FP-1601 Ethernet interface overfører signalene over en buss som er koblet til en svitsj i skap 4100, deretter til OPC-server og DeltaV.

Måten temperatur og strømning reguleres på er ved bruk av ventiler. DeltaV kan kontrollere FCV og HV via UBD-brukergrensesnitt. Varmtvann reguleres med 3 stoppventiler (HV). Videre reguleres strømmingen ved hjelp av tre regulerbare ventiler som har ni mellomtilstander (FCV). Kaldtvann reguleres i hovedrøret med FCV og kan bruke de tre samme innmatingspunkter som varmtvann. Trykkluft må justeres med HV manuelt, opp til åtte bar. Det er også montert en analog mekanisk trykkmåler som er en pålitelig redundant sensor.

For å kjøre i gang anlegget må stoppkranene HV-001 og HV-002 settes manuelt "PÅ". HV-003 er for varmt vann og hvis det ønskes trykkluft justeres HV-004 og HV-155. Videre må DeltaV Operator Run kjøres i gang og UBD-riggens brukergrensesnitt må være tilgjengelig. For å få i gang hovedstrømmen justeres FCV-154 med en verdi fra "0" og oppover mot "10". FT152 vil gi en verdi som indikerer strømning. Det vil også observeres et temperaturfall i TT-132 til TT-152, mens kaldt vann strømmer i hovedrøret. For å manipulere temperatursensorene kan det settes varmtvann til hovedrøret ved tre forgreninger. Med FCV-091 i "0" stilling, settes HV105, HV115 og HV125, alle eller valgfritt, til "1". For å justere strømmen FCV104, FCV114 eller FCV124 må det settes en verdi fra "1" opp til "10". Det vil da observeres en temperaturøkning i disse forgreningene ettersom varmt vann strømmer til hovedrøret. Temperaturen av vannet kan være varmt eller kaldt ved å operere HV003/FCV091, der det velges kaldt eller varmt vann i de tre forgreninger. Det kan også blandes varmt- og kaldt vann ved å regulere FCV091 med HV003 "PÅ". For øvrig måles trykk i bar, temperatur i celsius, og flow-verdiene er total-omdreininger av turbinen i FT over tid.

## 2.2 Silo-rigg

Silo-riggen har som formål å simulere gjennomstrømning av plastbiter i pelletsform for forskjellige typer siloer. Det går en fluidlignende strøm av pellets som er drevet av en regulert lufttilførsel gjennom riggen. Det er tidligere montert henholdsvis trådløs/trådbasert temperatur- (TT), trådløs/trådbasert trykk- (PT), strømning- (FT) og akustikksensorer (AT), for å beregne hastigheten av pelletsstrømmen. Signaler fra riggen blir sendt til både gateway og Siemens PLS-skap 4000 i prosesshall, og overført videre til kontrollrom og skap 4100 via henholdsvis WirelessHART/Ethernet og feltbus (Foundation Fieldbus). Siden silo-riggen ikke inngår i noen videre del av prosjektet blir det ikke gitt noen videre utdypninger av denne modellen.

## 2.3 Maskinvare

Minstekrav til maskinvare for å kunne implementere et DeltaV-system er som følgende:

- Et kontrollnettverk som sørger for kommunikasjon mellom arbeidsstasjonene og kontrollere.
- ProfessionalPLUS arbeidsstasjon, heretter kalt Pro+, som gjør det mulig å konfigurere systemet gjennom et grafisk brukergrensesnitt og et programmeringsmiljø.
- En kontroller som utfører kontroll og styrer kommunikasjon mellom I/O og kontrollnettverket.
- Et I/O system som behandler informasjon til og fra feltenheter.
- En strømforsyning for DeltaV systemet.
- En bulk-strømforsyning som gir strøm ut til feltenheter.
- DIN-skinne montert bærer (8-wide carrier) som yter kommunikasjon mellom kontrolleren og I/O systemet.

### 2.3.1 Skapene i prosesshall og DeltaV-lab

Alle de trådbaserte sensorer og -ventiler er koblet til NI-blokker i skap 4300, se figur 2-2, som innhenter og gir ut signaler via en buss som bruker IEEE 802.3 TBase10 standard.



Figur 2-2 Skap 4300, før og etter oppgradering. NI-blokkene er plassert på høyre side i skapet.

Skap 4300 er videre koblet til skap 4100, se figur 2-3, i DeltaV-lab.



Figur 2-3 Skap 4100 i kontrollrommet som inneholder maskinvare til DeltaV.

Skap 4300 har i tillegg installert en 24 V forsyning, både AC og DC. Informasjonsflyt mellom feltutstyr og DeltaV-systemet er ubegrenset og inneholder både Ethernet og feltbuss kommunikasjon, samt andre type dataoverførings-protokoller. Dvs. at både digitale- og analoge signaler kan behandles.

Tabell 2-1 forklarer de forskjellige blokkene i skap 4300.

Tabell 2-1 Blokkene i skap 4300 med navn og beskrivelse.

Blokk	Navn	Beskrivelse
Net-interface	NI_FP-1601	Fieldbus I/O (1 Mbps Ethernet Network Interface).
1	NI_FP-RTD-124	4 Wire RTD (Resistance Temperature Detector).
2	NI_FP-RTD-124	4 Wire RTD (Resistance Temperature Detector).
3	NI_FP-RTD-124	4 Wire RTD (Resistance Temperature Detector).
4	NI_FP-RTD-124	4 Wire RTD (Resistance Temperature Detector).
5	NI_FP-CTR-500	Teller (8*16bit Counter).
6	NI_FP-AI-112	Avleser spenningsverdier V/mV.
7	NI_FP-AO-210	Gir ut et analogt spenningsignal 0 V – 10 V (8 Channel).
8	NI_FP-DO-400	Gir ut en logisk spenning 0 V eller 24 V (8 Channel).

Tabell 2-2 forklarer de forskjellige DeltaV-kort i skap 4100 i DeltaV-lab.

Tabell 2-2 DeltaV-kort i skap 4100 med navn og beskrivelse.

Kort	Wide carrier	Beskrivelse
1	2	PS1, strømforsyning.
2	2	MD1, hovedkontroller.
1	8	DI1, digital input 1.
2	8	DO1, digital output 1.
3	8	AI2, analog input 2.
4	8	AI1 og AO1, har analog input 1 og analog output 1.
5	8	AI1 og AO1, har analog input 1 og analog output 1.
6	8	Modbus-kort til gateway.
7	8	Seriellkort til feltbuss.
8	8	Ledig (ikke i bruk).

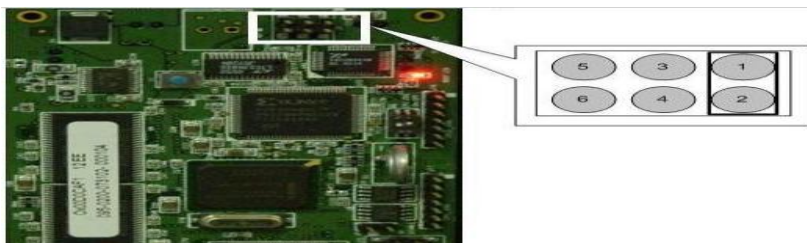
### 2.3.2 Gateway

Gatewayen i prosesshallen er av typen 1420 Smart Wireless Gateway, se figur 2-4.



Figur 2-4 1420 Smart Wireless Gateway.

Lagdelt sikkerhetsløsninger i gateway sikrer at nettet forblir beskyttet. Ekstra enheter kan legges til når som helst. Det er ikke nødvendig å konfigurere kommunikasjonsveier fordi gateway styrer nettverket automatisk. Denne funksjonen sikrer også at trådløs-HART feltenheter har en pålitelig vei å sende data. Primær-kobling i gateway er for Modbus-kommunikasjon. Gateway har en innebygd firmware for forskjellig konfigurering. For å koble til firmwaren logges det på via et web-grensesnitt, ved bruk av nettleser på PC og en krysskoblet nettverkskabel koblet inn på sekundær-port på gatewayen, se vedlegg E. Hvis nødvendig kan IP adressen bli tilbakesatt til fabrikk innstilling ved å tilbakestille CMOS med en Jumper, se figur 2-5.



Figur 2-5 Gateways hovedkort for tilbakestilling av IP adresse til fabrikkinnstilling (CMOS).

### 2.3.3 Ventiler

To forskjellige ventiler styres fra NI blokkene, henholdsvis HV og FCV.

HV-ventilene blir styrt av NI\_FP-DO-400 blokk 8 (8 Channel sourcing discrete o/p). HV105, HV115 og HV125 er magnetventiler som styres av en spenning, 0 V eller 24 V, og som enten er AV eller PÅ, oftest brukt som en hurtig stoppventil. De settes via DeltaV UBD-brukergrensesnitt med inputverdi 0 eller 1, der 0 er AV og 1 er PÅ.

FCV-ventilene er av typen Samson 5821. De krever en 24 V forsyning, er elektronisk justerbare og kan justeres fra 0 til 4 (0 V – 10 V), hvor 0 er stengt og 4 er maksimalt åpent. De styres av NI\_FP-AO-210 blokk 7 (8 Channel Voltage o/p, 0 V-10 V) som gir et analogt spenningssignal 0 V – 10 V, hvor 0 V er AV og 10 V gir maks utslag. De settes via DeltaV UBD-brukergrensesnitt med verdiene 0 – 10.

### 2.3.4 Temperatursensorer

Temperatursensorene er av typen AUTEK-PY-MG50A-KP-005003B-1AAB. Disse er koblet til NI\_FP-RTD-124 blokk 2-4 (8 Channel 4 wire RTD i/p) i skap 4300, og konfigurert til temperaturmåling for PT-100 elementer. PT-100 elementene kan måle temperatur 0 °C til 100 °C.

### 2.3.5 Trykksensorer

De trådbaserte trykksensorene er av typen Endress+Hauser Cerabar T 10 bar, og krever en egen 24 V kilde for å gi et utslag fra 4 mA til 20 mA (0 bar-10 bar). Dette utslaget er belastet over en 250 Ω motstand for å gi en spenningsverdi fra 1 V til 5 V. Disse verdiene er koblet til NI\_FP-AI-112 blokk 6 (16 Channel voltage i/p) i skap 4300. Denne blokka er for å avlese spenningsverdier V/mV. Trykksensorene måler 0 bar – 10 bar (4 mA – 20 mA). Det ble også montert en analog mekanisk trykkmåler på hovedrøret for avlesing av trykk. Den viser verdier fra 0 bar til 10 bar og er pålitelig.

### 2.3.6 Flowtransmittere

Flowtransmitterne måler antall omdreininger av turbinene (FT) over en tid ved å telle pulser. De er koblet til NI\_FP-CTR-500 blokk 5 som er en tellerblokk.

Med unntak av FT-129 som gir et signal på 4mA – 20 mA ved 0 m/s – 10 m/s må signalene bli belastet over en 250 Ω motstand for å gi en verdi 1 V – 5 V. Den er tilkoblet NI\_FP-AI-112 blokk 6 (8\*16bit counter 10-30 V DC i/o, 1A o/p) som måler spenningsverdier V/mV.

### 2.3.7 Trådløse temperaturtransmittere

De trådløse temperaturtransmitterne er av typen Rosemount 648 Wireless og er kompatibel med en rekke forskjellige RTD og termoelement/sensorer, inkludert 2, -3 og -4 ledningskonfigurasjon. PT-100 elementene til TT-138 og TT-145 ble tilkoblet transmitterne. Med en enkel HART konfigurasjon konverterer 648-transmitteren signalet fra PT-100 elementet til et trådløst signal som blir sendt til gateway.

### 2.3.8 Trådløse trykktransmittere

De trådløse trykktransmitterne er av typen Rosemount 3051S Wireless. Sensorene til trykktransmitterne er en såkalt In-line sensor, dvs. at sensoren er integrert på transmitter og kan kobles direkte til prosessen, i motsetning til coplanar som er en kobling vha. en 2,3 eller 5 veis manifold. Med en enkel HART-konfigurasjon konverterer 3051S-transmitteren signalet fra trykksensorene til et trådløst signal som blir sendt til gateway. Disse måler fra 0 bar til 200 bar.

Figur 2-6 viser forskjellige maskinvare-komponenter på UBD-rigg.



Figur 2-6 Trådløs- og trådbasert sensor på UBD-rigg.

## 2.4 Programvare

Det ble anvendt flere IT-programvarer for dette prosjektet. Følgende liste viser de mest relevante av disse verktøyene.

- DeltaV
- OPC Mirror
- AMS
- NI- Measurement & Automation Explorer
- DeltaV Reporter- DeltaV Excel add-Ins

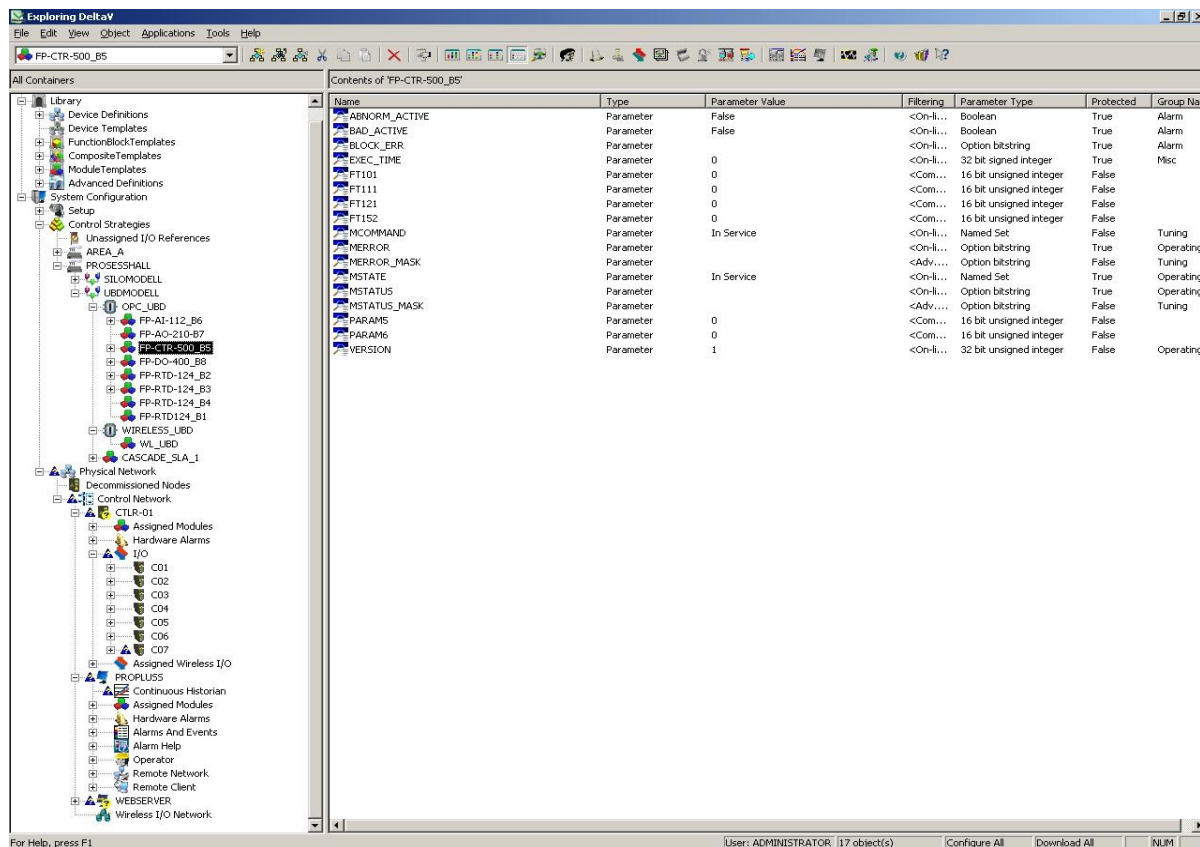
### 2.4.1 DeltaV

Automasjonssystemet DeltaV er den programvaren som tar hånd om å samle data og parametere fra feltet. Disse parametere genereres av diverse instrumenteringsenheter og sendes ut til kontrollsystemet for lagring og behandling, samt visualisering av prosessene gjennom integrerte brukergrensesnitt (HMI). Applikasjonen ble oppgradert til versjon 11.3 mht. direktekommunikasjon med DeltaV Wireless Gateway og samtidig øke reliabilitet, og kompatibilitet, av systemet i samsvar med nye charms I/O-håndteringsteknologi og MX kontroller. Følgende beskriver programmene applikasjonen hovedsakelig består av.

I DeltaV Explorer, kan hierarki ses av objekter i databasen. Objekter omfatter kontrollere, I/O kort, arbeidsstasjoner, områder, moduler, utstyr og mange andre elementer. Programmet er modellert etter Windows Explorer. Brukergrensesnittet, navigasjon, og hurtigtastfunksjoner i DeltaV Explorer er like, om ikke identisk, til Windows Explorer. DeltaV Explorer gir en visuell representasjon av systemets maskinvare og konfigurasjon. DeltaV Explorer inneholder en grafisk representasjon av bibliotekets moduler som kan brukes som maler for å lage skreddersydde moduler. Ved "Drag and drop" kan biblioteksmoduler legges inn i områder og deretter endre disse modulene i Control Studio. Det kan også raskt navigeres gjennom databasen for å lære om innholdet. DeltaV Explorer definerer systemets egenskaper og viser den generelle strukturen og utformingen av systemet. Følgende funksjoner kan utføres grafisk:

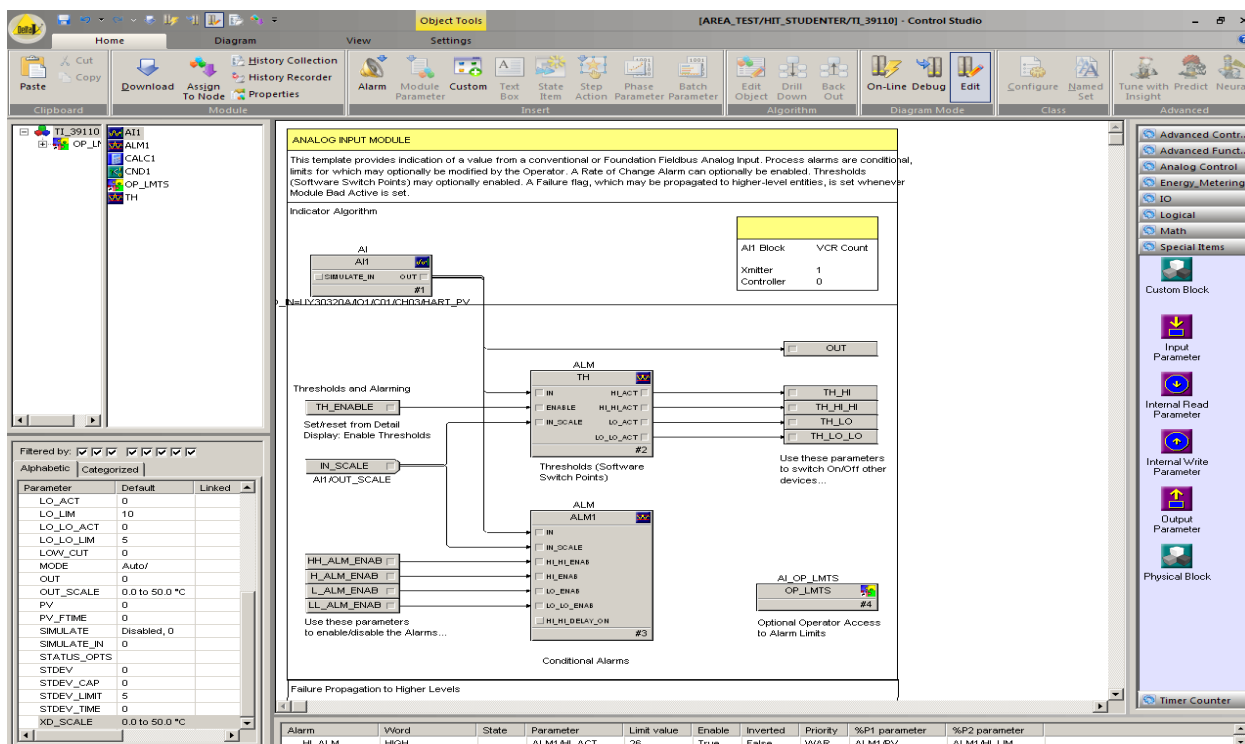
- Legge til arbeidsstasjoner og styringer til databasen.
- Legge til områder og moduler til databasen.
- Legge alarmtyper til databasen.
- Flytte eller kopiere elementer ved å dra og slippe ikoner.
- Redigere alarmtyper og alarmprioriteter.
- Redigere nettverksegenskaper.
- Redigere egenskap av kontrollere.
- Redigere arbeidsstasjonens egenskaper.
- Laste moduler i kontrollerne.
- Starte andre DeltaV programmer.
- Import / Eksport av arbeidsstasjonens konfigurasjon.

Figur 2-7 viser menystrukturen, verktøylinjene og knappene som anvendes for å navigere gjennom DeltaV Explorer.



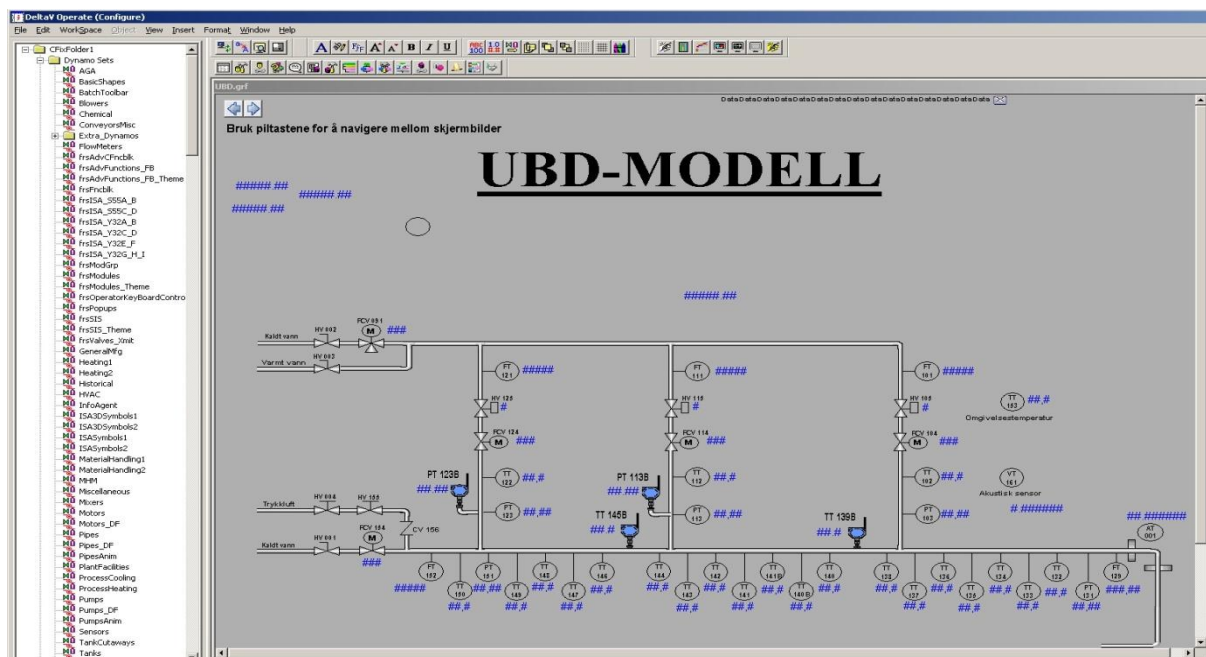
Figur 2-7 DeltaV Explorer

Grafisk regulering av kontrollsystemet utføres i Control Studio. Alle elementene kan settes sammen i en kontrollstrategi og systemet igangsettes for deretter å observere systemets oppførsel. En modul er en gjenbrukbar kontrollalgoritme som fokuserer rundt prosessutstyr. Moduler kobler algoritmer, betingelser, alarmer, skjermbilder og andre kjennetegn sammen for en bestemt del av utstyret. DeltaV-systemet har et bibliotek av moduler med alle nødvendige egenskaper som allerede er definert. Modulene modifiseres til å passe kontrollstrategiens behov. Regulering i DeltaV-systemet baseres på moduler. Hver modul har en unik kontroll-tag som i Control Studio behandles som en separat enhet. Dette tillater å fokusere på en bestemt modul uten å påvirke andre moduler som kjøres i den samme kontrolleren. Etter at en modul er installert kan gjennomføringen enkelt ses grafisk. Med de nødvendige sikkerhetsrettigheter kan det også feilsøkes fra den samme grafiske visningen. Eksekvering kan stoppes, utføre et enkelt trinn, sette et stopp-punkt, og utføre mange andre funksjoner online. Programmeringsspråket i DeltaV er objektorientert, som generelt baserer seg på å bygge systemer av programvare som kan nyttes uavhengig av plattform og nettverk. Hver funksjonsblokk eller sekvensiell funksjon lastes ned og kjøres som et objekt. Dette gjør at det enkelt kan vises, og feilsøke strategier med de samme verktøyene som brukes til å konfigurere. Figur 2-8 viser konfigurasjonsmiljøet i Control Studio med forskjellige funksjonsblokker.



Figur 2-8 Control Studio konfigurasjonsmiljø

DeltaV Operate Run / Operate Configure er det grafiske grensesnittet hvor anlegget, prosessene og instrumenteringen kan visualiseres. Skjermbildene kan konstrueres og tillegges dynamikk og deretter konfigureres for operatorenes anvendelse. Integrert alarm-meny gjør det også mulig å håndtere og logge alarmer for å holde styr på kontrollsystemet. Sikkerhetsrettigheter gjør det mulig å konfigurere skjermbildene og oppdatere disse etter behov. Figur 2-9 viser konfigurasjonen av det grafiske miljøet i DeltaV Operator Configure for UBD-riggen.



Figur 2-9 Konfigurasjonsmiljøet DeltaV Operate Configure.

Kontinuerlige prosessdata samles av DeltaV Continuous Historian på enhver DeltaV arbeidsstasjon. Parametere fra forhåndsbestemte anleggsinstrumenter lagres i egendefinerte tidsintervaller og disse samplingene kan tas i bruk til enhver tid for å utforske disse instrumentene, og forutsi reliabiliteten av verdiene. Som et eksempel kan DeltaV Reporter trekke ut nødvendige parametere fra Continuous Historian og senere behandle disse verdiene gjennom MS-Excel. Figur 2-10 viser en innhenting av tag-data med Continuous Historian.

Value Recorded	Enabled	Display Re...	Data Chara...	Sampling...	Compres...	Deviation	At Least	Type
PT113B.CV	Yes	Automatic	Continuous	30	Yes	0.010000	1440	No
PT123B.CV	Yes	Automatic	Continuous	30	Yes	0.010000	1440	No
TT139B.CV	Yes	Automatic	Continuous	30	Yes	0.010000	1440	No
TT145B.CV	Yes	Automatic	Continuous	30	Yes	0.010000	1440	No

Count: 4

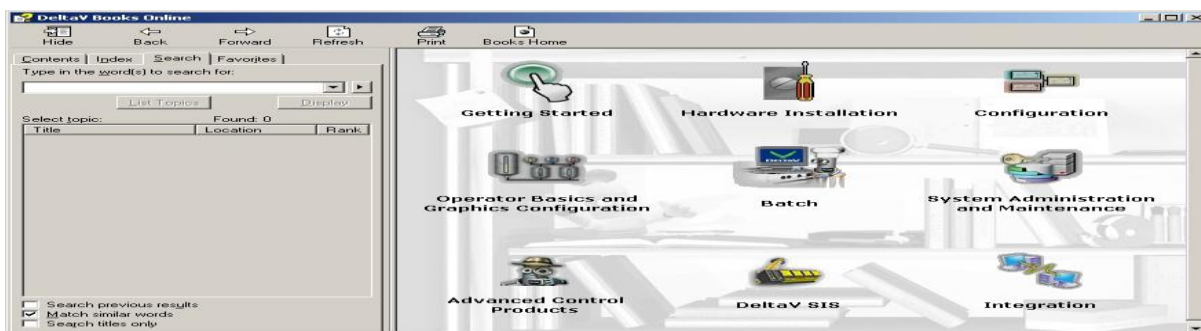
Figur 2-10 Innhenting av tag-data med Continuous Historian.

Organisering og konfigurasjon av databasen er mulig i DeltaV. En egen modul er konstruert for å kunne opprette, modifisere, kopiere eller fjerne en database. En database kan også aktiveres og deaktiveres ved hjelp av database administrasjons-vinduet som vises i figur 2-11.



Figur 2-11 DeltaV database administrasjon.

DeltaV Books Online er et nyttig verktøy som det kan navigeres til via forskjellige DeltaV programmer. All type informasjon om DeltaV maskinvare og -programvare, fra A til Å, befinner seg under dette elektroniske dokumentet, se figur 2-12.



Figur 2-12 DeltaV books online.

## 2.4.2 OPC Mirror

OPC Mirror er en OPC Data Exchange server, og programvare, som gjør at to eller flere Data Access-servere kan kommunisere med hverandre. OPC Mirror programmet muliggjør en enkel, sikker og pålitelig overføring av data mellom ulike kontrollsystemer ved hjelp OPC-kommunikasjon. For denne dataoverføringen så trenger styringssystemet bare støtte fra OPC Data Access standard. Normalt så støtter alle store kontrollsystem denne standarden. OPC Mirror-konfigurasjonen er raskt og enkel. Ved ”drag and drop” kan OPC elementer fra en OPC server overføres til en annen og endringene lastes ned for å begynne dataoverføring, se vedlegg E.

## 2.4.3 AMS

Uttrykket Asset Management Solutions betyr hovedsakelig å presentere og iverksette løsninger for et industrielt anlegg som fører til optimal utnyttelse av anleggets utstyr, effektivisering av prosessene og til slutt optimalisering av anleggets lønnsomhet. Med andre ord resulteres det økonomisk gjennom tekniske virkemidler. Dette gjøres ved hjelp av å finne optimalisert konfigurasjon for instrumenteringen og finne ut om ethvert instrument er tilpasset ønsket funksjon, og vurderinger om utstyret skal beholdes, erstattes eller kastes.

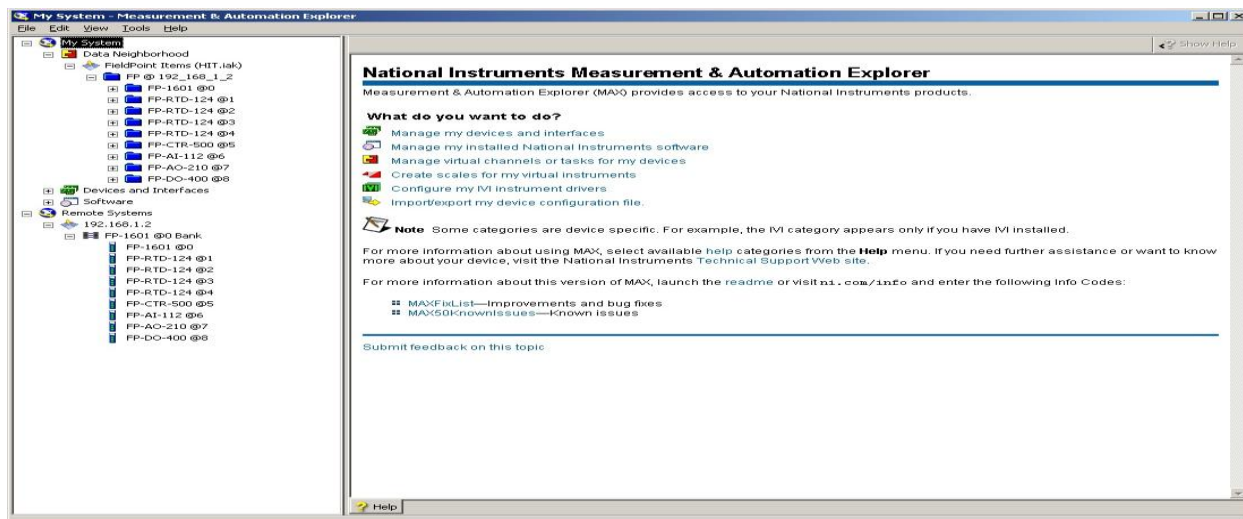
Asset Management Solutions er en applikasjon utviklet av Emerson Process Management som er designet for konfigurering, kalibrering og feilsøking av feltinstrumenter. Den dekker både HART, Foundation Fieldbus, WirelessHART, og Profibus DP protokollene. Prosessverdier passerer raskt og enkelt DeltaV-systemet, gjennom kontrolleren, til AMS device manager system uten behov for ekstra maskinvare eller kabling. Tabell 2-3 viser kompatibiliteten av AMS med DeltaV applikasjonen.

Tabell 2-3 Kompatibiliteten av AMS med DeltaV.

DeltaV	6.1	6.2	7.0	8.1	9.0	10.0	10.5	11.0
6.3.X	X	X	X					
6.4.X			X					
7.1	X	X						
7.2	X	X						
7.3		X	X	X	X			
7.4.X		X	X	X				
8.3			X					
8.4/8.4.1				X	X			
9.3							X	
10.3						X	X	X
11.3								X

## 2.4.4 Measurement & Automation Explorer (MAX)

National Instruments programvare brukes bl.a i forbindelse med konfigurasjon og overvåking av fieldpoint -kommunikasjonsblokker. Programmet har i dette prosjektet blitt installert, samt at det har blitt importert kommunikasjonsblokker til programmet. Figur 2-13 viser NI MAX miljøet.



Figur 2-13 NI MAX miljøet med kommunikasjonsblokkene for UBD-riggen.

## 2.4.5 DeltaV Reporter- Excel Add-In

DeltaV Reporter er en Excel Add-In der det kan lages detaljerte regneark som inneholder historiske data lest fra Continuous Historian eller databasen. Regnearket som er opprettet kan inneholde historiske verdier lest direkte, interpolert fra Continuous Historian database eller være filtrerte hendelser fra Event Chronicle database for en bestemt periode. Regnearket kan også omfatte tidsstempel og statusinformasjon assosiert med verdier fra en Continuous Historian database. DeltaV Reporter kan i tillegg skrive data til en Continuous Historian database.

## 2.5 OPC-standarden

OLE for Process Control [1] er en industriell automatiseringsstandard basert på COM/DCOM teknologi som muliggjør kommunikasjon og datautveksling mellom kontrollenheter fra varierte produsenter. Tidligere trengte eksterne enheter såkalte drivere som besto av et programstykke for å kunne kommunisere med operativsystemet. Etterhvert har antallet eksterne enheter økt ukontrollert og for å kunne holde orden på alle genererte parametere fra disse ble det dannet en organisasjon som har som oppgave å standardisere et grensesnitt for et industrielt internspråk. Der kan alle produsenter konstruere sine kontrollprodukter og kommunisere gjennom denne standarden. OPC ble utviklet av microsoft som et grensesnitt mellom windowsbasert programvare og eksterne hardware-enheter. Prinsippet bak dette grensesnittet kan sammenlignes med objektorientert programmeringsspråk, og bruk av objekter og metoder for å tilkalle funksjoner utenfor en klasse. Aktuelle OPC-spesifikasjoner for dette prosjektet er forklart i følgende underkapitler.

### 2.5.1 OPC Data Access (DA)

Brukes til å flytte sanntidsdata fra PLS-er, DCS og andre kontrollenheter til brukergrensesnitt og andre skjerminnstillingsklienter.

### 2.5.2 OPC Data Exchange (DX)

Denne spesifikasjonen tas fra klient/server til server-til-server, med kommunikasjon på tvers av Ethernet feltbusnettverk. Dette gir flere leverandører interoperabilitet samt legger til ekstern konfigurasjon, diagnostikk og overvåking/styrings tjenester.

### 2.5.3 OPC Historical Data Access (HDA)

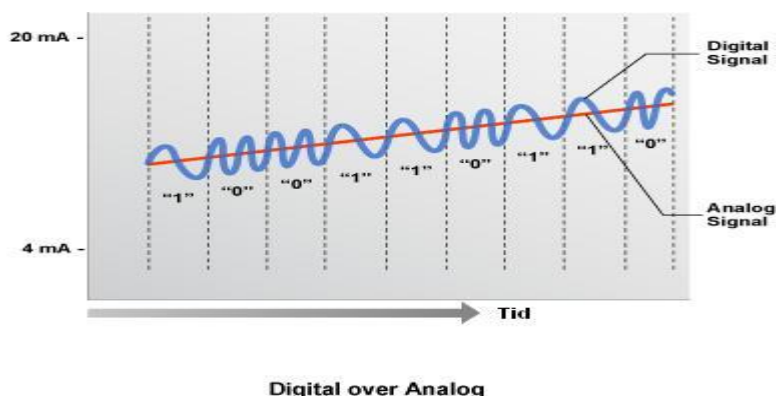
Hvor OPC Data Access gir tilgang til sanntidsdata, gir OPC Historical Data Access tilgang til data som allerede er lagret. Fra et enkelt dataloggingssystem til et komplekst SCADA-system, kan historiske arkiver bli hentet på en ensartet måte.

### 3 TRÅDLØS NETTVERKSTEKNOLOGI

I dette kapitlet gis en generell teoretisk innføring i trådløs nettverksteknologi og hvilke hensyn det bør tas i forhold til trådløse nettverk. Kapitlet har utgangspunkt i [2].

#### 3.1 HART-protokoll

HART-protokollen baserer seg på Bell 202 – FSK standard som legger digitale kommunikasjonssignaler av lavere nivå over til 4-20 mA analog uten å forstyrre hverandre. De signalfrekvensene som representerer bits-verdier på 0 og 1, er henholdsvis 2200 Hz og 1200 Hz. Dette er en toveis-kommunikasjon som gjør det mulig å sende ut øvrige informasjon i tillegg til prosessvariable. Figur 3-1 illustrerer hvordan HART implementerer kommunikasjonen [2].



Figur 3-1 Figuren viser hvordan HART kommunikasjon fungerer [2], og er bestående analog/digital signalmodulering.

Protokollen består av lagene 1, 2, 3, 4 og 7 i OSI-modellen. Disse lagene er henholdsvis:

- Fysiske laget, lag 1
- Datalink laget, lag 2
- Nettverkslaget, lag 3
- Transport laget, lag 4
- Applikasjonslaget, lag 7

HART er en master/slave protokoll og betyr at slaveenheten får lov til å kommunisere kun når master snakker til den. Kommunikasjonen opprettes mellom to HART feltinstrumenter, som kan bestå av et smart feltutstyr og en kontrollenhet. De to parallelle kanalene, analog og digital, er tilgjengelige til enhver tid. Protokollen er beregnet for å håndtere to master-enheter om gangen. En håndholdt feltkommunikator kan for eksempel anvendes som en sekundær master som vist i figur 3-2.



Figur 3-2 Master/slave i henhold til HART-protokoll.

Protokollen tillater både punkt-til-punkt og multidrop nettverkskonfigurasjon. Med multidrop menes det at flere instrumenter er koblet til kontrollsystemet gjennom samme sett av ledninger.

### 3.1.1 Trådløs HART-protokoll

Radiobølger sprer seg i rommet i alle retninger på samme måte som lys og derfor har samme egenskaper som lys når det gjelder å trenge gjennom solide materialer, bli absorbert eller dempet. Dempningen måles med enheten dB. For å opprette kommunikasjon er det nødvendig med to enheter, en sender og en mottaker. De to enhetene skal være enige om frekvensen de skal kommunisere med. Denne frekvensen skal være internasjonalt godkjent og ledig for bruk. 2,40 GHz er den lisensfrie frekvensen hvor alle kan sende og motta signaler. En av begrensningene ved å sende over i den frekvensen er effekten som kan legges på de signalene. I de fleste land er denne effekten på 10 mW, mens det i andre land er 100 mW. En annen faktor som er betydelig i kommunikasjonen er mottakerens følsomhet. Denne følsomheten er ingen begrensning og ses på som en fordel å benytte. Forstyrrelser, gjenstander eller dempede signaler er andre faktorer som bør tas hensyn til for pålitelighet av signalene.

Nettverksorganiseringen foregår også gjennom følgende:

- Stjerne-nettverk
- Mesh-nettverk
- Mesh/stjerne -nettverk

I stjerne-nettverket sendes signaler direkte til en gateway, hvor det i et mesh-nettverk snakkes om hybride enheter hvor sender også fungerer som mottaker fra andre enheter. Mesh/stjerne -nettverk er en kombinasjon av stjerne og mesh, dvs. sendere som er endepunkter i nettverket er kun sender og de andre enheter som er i midten er hybride. På den måten fås stjernetopologiens hastighet og selvorganisering av et mesh-nettverk.

De tre mest anvendte protokoller i forbindelse med 2.40 GHz kommunikasjon er beskrevet som:

- IEEE 802.11 (WiFi)
- IEEE 802.15.1 (Bluetooth)
- IEEE 802.15.4 (ZigBee)

En videre beskrivelse av disse protokollene er ikke hensiktsmessig ift. denne rapporten.

Trådløs HART-teknologi baserer seg på HART-protokollen og overføres ved hjelp av radiobølger. Denne teknologien reduserer kostnadene ved å sette opp ledningsnett, organisering av dette, og senere utvidelse av et industrielt anlegg. En av hovedfordelene med anvendelse av trådløs teknologi er at trådbaserte enheter kan fortsatt tas i bruk ved hjelp av adaptere som omformer fra HART5- til HART7-standarden og videresender signalene til en gateway. En eller flere enheter kan kobles til samme adapter og kalles henholdsvis singel- eller multidrop-kobling. Adapteren har også tilgang til alle parametere og variabler som er integrert i et HART-instrument. Trådløs regulering og kontroll utvikles stadig i forbindelse med HART-teknologien, men diskusjonen er utenfor rapportens relevans.

## 4 KONFIGURERING AV NETTVERK I PROSESSHALL

Dette kapitlet beskriver framgangsmåten for det utførte arbeidet, og kommunikasjon via Modbus-kort, i en hensiktsmessig rekkefølge for konfigurering av det trådløse nettverket i prosesshall og DeltaV-lab på HiT. Framgangsmåten har blitt gjort både for UBD- og Silo-rigg mht. de trådløse komponentene, men prosedyrene tar kun for seg UBD-rigg da prosjektet har utgangspunkt i denne. Støttelitteratur og manualer er hovedsakelig hentet fra DeltaV Books Online og [3].

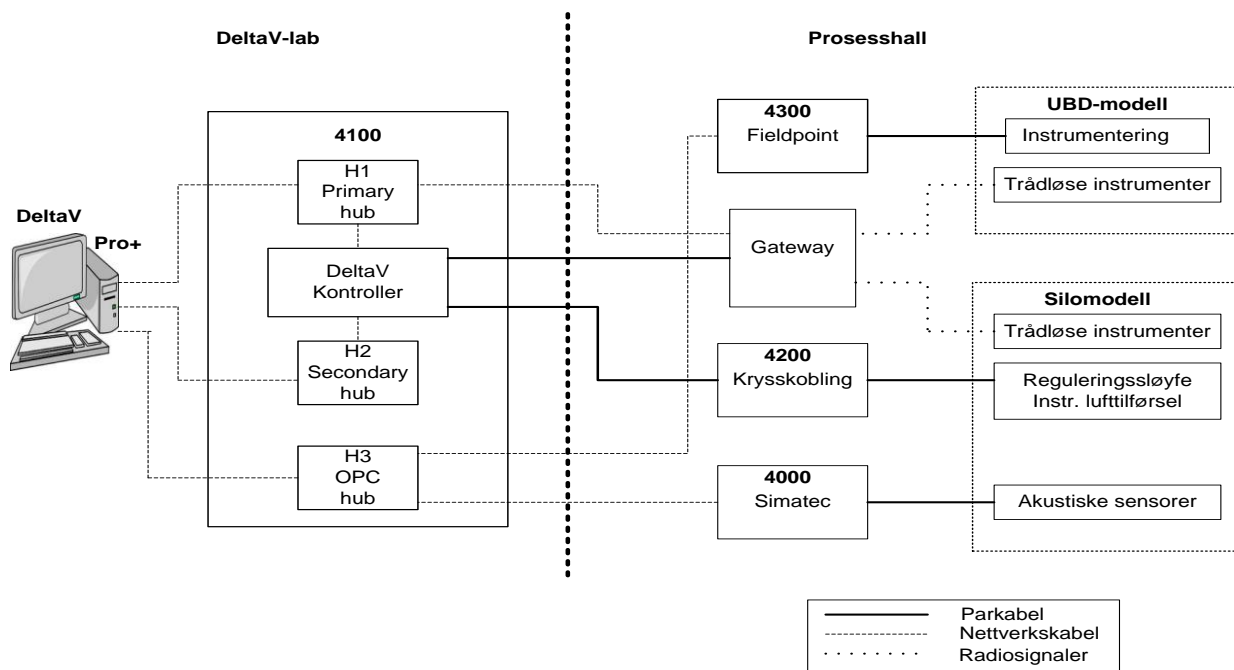
### 4.1 Konfigurering og oppsett av nettverk

Pro+ stasjonen er satt opp med tre ulike nettverkskort. Et for hvert tilkoblet nettverk, henholdsvis primær-, sekundær- og OPC-nettverk. Tabell 4-1 gir en fullstendig oversikt over nettverkskort og aktuell konfigurering.

Tabell 4-1 Nettverkskort i Pro+ med aktuell konfigurering.

Nettverk	IP-adresse	Nettmaske	DNS	Fabrikat
Primær	10.4.0.6	255.254.0.0	10.4.0.6	3Com
Sekundær	10.8.0.6	255.254.0.0	10.8.0.6	3Com
OPC	192.168.1.1	255.255.255.0	-	Realtek

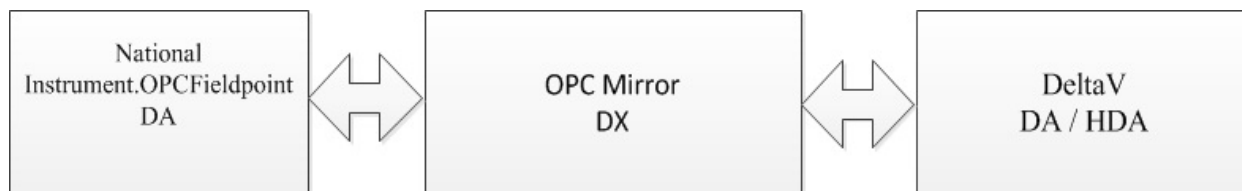
Gateway og de trådløse transmitterne på Silo-rigg var fra før konfigurert og montert i prosesshall med hensikt å hente trådløs data fra Silo-rigg. Data ble hovedsaklig overført fra de trådløse transmitterne via gateway til DeltaV-systemet gjennom OPC-nettverket og DX-serveren OPC Mirror. I dette prosjektet skulle det trådløse nettverket utvides til også å inngå UBD-riggen. For enklest mulig måte å innhente data ble det derfor investert i en oppgradering av DeltaV fra versjon 9.3 til versjon 11.3, hvilket ville gi direkte kommunikasjon fra gateway til DeltaV. I den anledning ble de trådløse komponentene endret fra å være endel av OPC-nettverket til å inngå i primær-nettverket. Det viste seg senere, på grunn av gateways eldre utgave og kompatibilitet, at dette likevel ikke lot seg gjennomføre. Alternativet ble derfor å kommunisere via et Modbus-kort, lånt fra Yara, koblet på en carrier knyttet til DeltaV kontroller. Som figur 4-1 viser er gateway tilkoblet både primær-nettverket via Primary-hub, og DeltaV Kontroller via Modbus-kort. Tilkoblingen via primær-nettverket gir tilgang til gateways web-grensesnitt, og DeltaV kontroller gir dataverdier til DeltaV. Ved en mulig oppgradering av gateway er ikke Modbus-kortet nødvendig og tilkoblingen til primær-nettverket vil kunne kommunisere både med web-grensesnittet og DeltaV.



Figur 4-1 Oversiktsbilde for anlegget som styres med DeltaV.

### 4.2 OPC-konfigurasjon

For å kunne kommunisere med de ulike trådbaserte leverandørkomponenter i prosesshallen brukes forskjellige OPC-servere for å kanalisere data riktig. På arbeidsstasjonen er det installert to OPC DA- og en OPC DX-server som en del av OPC nettverket. DA-serveren National Instrument.OPC.Fieldpoint utgjør data fra UBD-riggen, DX-serveren OPC Mirror utveksler data mellom DA-servere og DeltaV DA-server utgjør data i DeltaV, se figur 4-2.

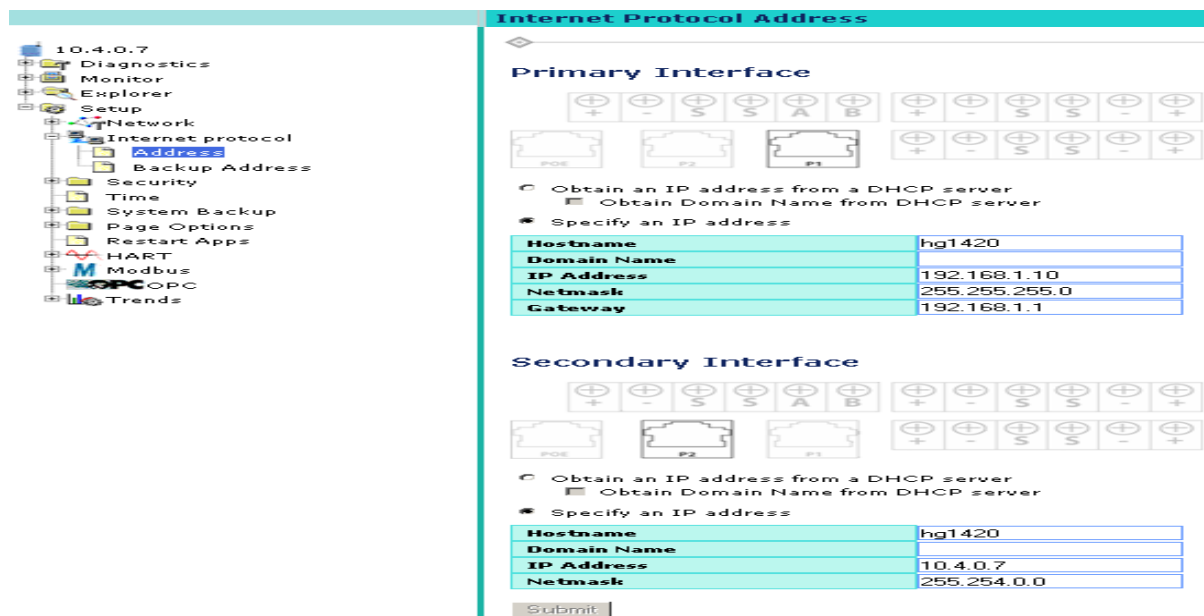


Figur 4-2 viser sammenhengen mellom OPC servere i henhold til dette prosjektet.

Selve kanaliseringen (piping) gjøres i OPC-Mirror programvare. For ytterligere informasjon og konfigurasjon vises det til Vedlegg E.

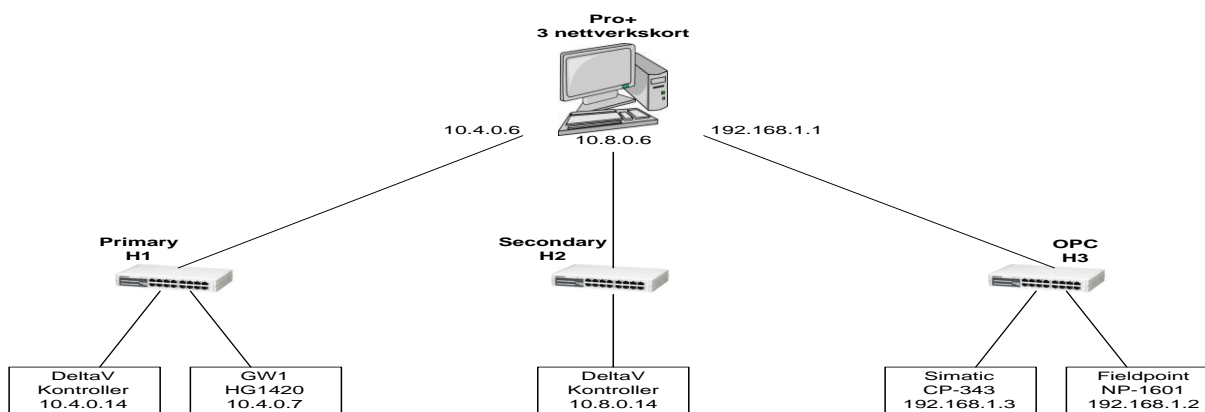
### 4.3 Konfigurering av gateway

Gateway i prosesshallen var fra før ferdig konfigurert, se Vedlegg E. Som en del av nettverksendringen måtte IP-adresseringen til gateway endres i henhold til klassedelingen av nettverk mht. OPC-nettverket, primær- og sekundær-nettverk. Endringen gjøres i gateways web-grensesnitt. Under Setup->Internet protocol->Address, se figur 4-3, ble disse endringene gjort. Figuren og web-grensesnittet er noe missvisende da gateway i prosesshallen kun har en Ethernet port, samt at denne porten er definert som sekundær mens Modbus-kobling vil være primær.



Figur 4-3 IP-adressering i gateways web-grensesnitt.

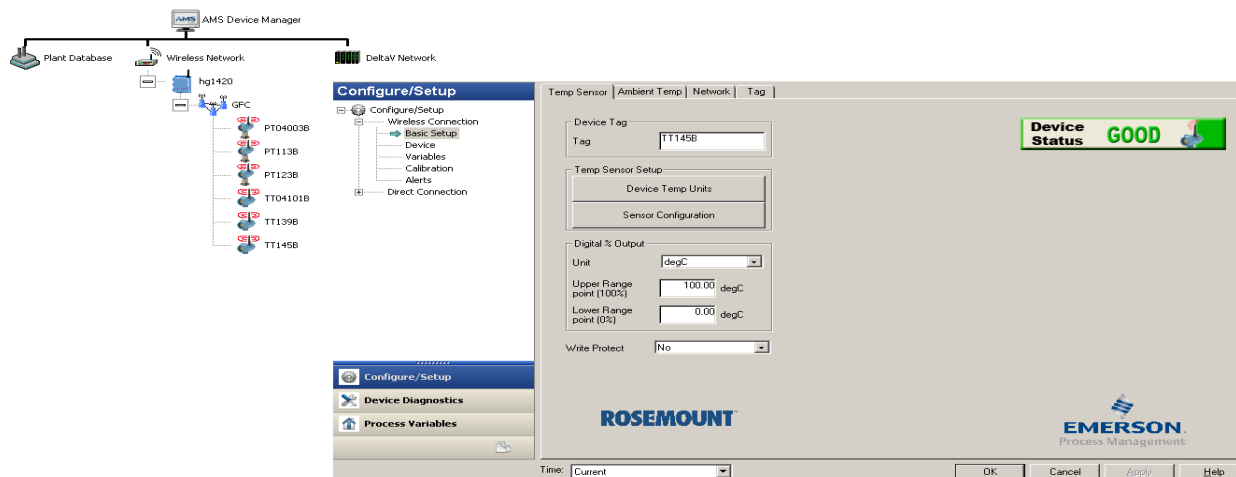
Figur 4-4 viser systemets arkitektur etter endringene i nettverksoppsettet.



Figur 4-4 Oversiktstegning med de tre ulike nettverkene som inngår i styresystemet og tilhørende IP-adresser.

### 4.4 Konfigurering av trådløse transmittere

Det benyttes fire trådløse transmittere, henholdsvis to trykk- og to temperatur-transmittere. For at transmitterne skal kunne kommunisere med andre trådløse komponenter må transmitterne først bli konfigurert med det trådløse nettverket, se Vedlegg E. Hovedsaklig trengs en nettverks-ID, som forøvrig finnes i gateways web-grensesnitt. Hvis ikke denne ID'en er identisk for alle enhetene innenfor ønsket nettverk vil ikke kommunikasjon kunne oppnås. For første-gangs-konfigurasjon må dette gjøres ved hjelp av en feltkommunikator. Senere finnes også muligheten blant annet i AMS. Ved å åpne den trådløse nettverksoversikten i AMS og dobbelklikke på en trådløs enhet fås endel konfigurasjonsmuligheter, se figur 4-5. Disse konfigurasjonsmulighetene kan blant annet være mht. sikkerhet, kalibrering, tag, oppdateringsrate osv.



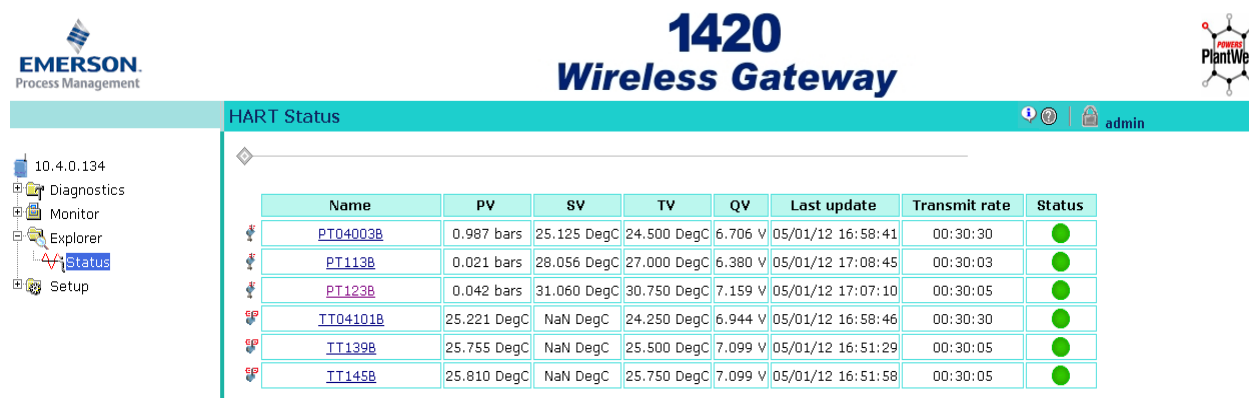
Figur 4-5 Trådløst nettverk i AMS. Forskjellige konfigurasjonsmuligheter fås ved å dobbelklikke på en trådløs enhet.

### 4.4.1 Montering av trådløse transmittere

Generelt bør trådløse enheter monteres med god avstand fra noen stor struktur, bygning eller ledende overflate, og antennen bør plasseres vertikalt rett opp eller ned. Transmitterne ble hensiktsmessig plassert ved samme type trådbaserte sensorer der forskjellen i omgivelsene er minimal. Dette for å kunne sammenligne pålitelighet og gjøre en forsøks- og data-analyse. Sensoren som er montert på hver av temperatur-transmitterne er et Pt-100 element og har en firelederskonfigurasjon. Trykk-transmitterne har en såkalt In-line sensor og er koblet direkte på prosessen. Gatewayen er montert på en vegg med fri sikt til transmitterne. Ettersom transmitterne er foran gatewayen blir blindsonen 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 gatewayer er irrelevant. For videre veiledning av monteringen vises det til Vedlegg E.

### 4.4.2 Verifisering av trådløse transmittere

Når de trådløse transmitterne var ferdig konfigurert og montert kunne driften verifiseres, se også Vedlegg E. Dette kan gjøres enten ved hjelp av en feltkommunikator, gateways web-grensesnitt eller AMS. Figur 4-6 viser status i gateways web-grensesnitt for de trådløse transmitterne på UBD- og Silo-rigg.



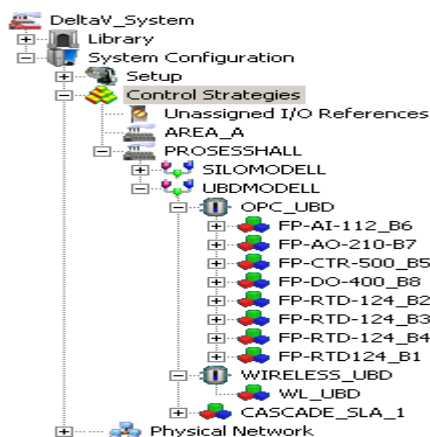
Figur 4-6 Verifisering av trådløse enheter i gateways web-grensesnitt.

## 4.5 Konfigurering og oppsett i DeltaV

Dette delkapitlet tar for seg konfigureringen som ble gjort i de forskjellige DeltaV programmene for nettverket i prosesshallen.

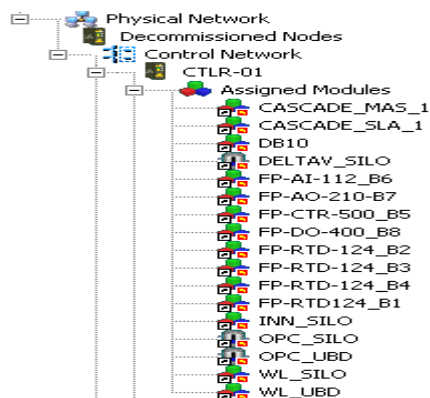
### 4.5.1 Kontrollstrategi i prosesshall

Som figur 4-7 viser er DeltaV Explorer organisert i et hierarki med forskjellige funksjoner. Under Control Strategies kan det opprettes områder, prosessceller og forskjellige moduler til sortering og strategier for databehandling. Ved å høyreklikke på Control Strategies og velge New Area opprettes et nytt område. Høyreklikkes det deretter på det opprettede området og velges New fås valgene for prosesscelle og kontrollmodulene. Kontrollstrategien som er laget i dette prosjektet er fra området PROESSHALL og processcellen UBDMODELL. Data fra de trådløse transmitterne og gateway blir hentet i den opprettede enhetsmodulen WIRELESS\_UBD og kontrollmodulen WL\_UBD. Enhetsmodulen OPC\_UBD og kontrollmodulene FP-RTD124\_B1, FP-RTD124\_B2 og FP-AI-112\_B6 har OPC verdier hentet fra UBD-riggen og er blitt brukt mht. senere data-analyse.



Figur 4-7 Kontrollstrategi for prosesshallen.

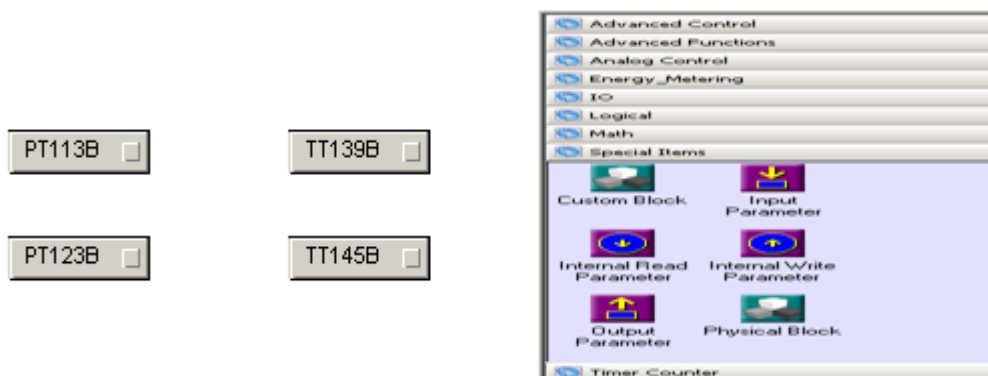
Når kontrollstrategien var ferdig laget ble modulene overført til det fysiske nettverket. Dette gjøres enten ved ”drag and drop” av modul til kontroller, eller ved å høyreklikke modulen og trykke Assign, deretter velge kontroller og til slutt trykke OK. Modulen vil da legge seg under Assigned Modules, se figur 4-8.



Figur 4-8 Tildeling av moduler til kontroller.

## 4.5.2 Konfigurering av kontrollmodul

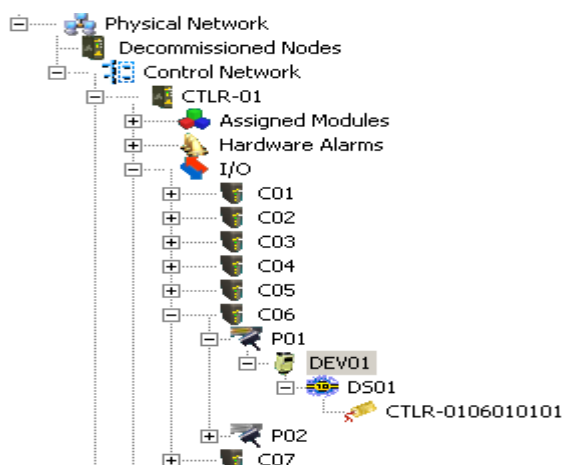
Kontrollmodulene er modulene hvor selve programmeringen skjer. Dette gjøres i DeltaV Control Studio. Kontrollmodulen for de trådløse transmitterne er programmert med enkle inngangsparameter-blokker uten spesielle krav til verdigrænser, og hentet fra en funksjonsmeny ved hjelp av ”drag and drop”, se figur 4-9.



Figur 4-9 Konfigurering av kontrollmodul.

## 4.5.3 Oppsett av datalink fra gateway til DeltaV

Når parameterne var laget måtte det opprettes en datalink fra gateway via Modbus-kortet for å hente inn verdier til DeltaV. I figur 4-10 vises Modbus-kortet i DeltaV Explorer som C06 under I/O, og består av to definerte porter P01 og P02.



Figur 4-10 Modbus-kort til kontroller.

For å åpne en port høyreklikkes det på en av portene og properties velges i menyen. Et nytt vindu vil fremkomme med flere fanealternativer. Under Port hukes det av for Enabled. For dette prosjektet er Port type RS422/R485 half duplex valgt under Communication mht. Modbus-koblingen, mens andre valg er default. Neste steg er å lage en enhet som definerer hvor data hentes fra. Dette gjøres ved å høyreklikke på den åpne porten å velge New serial device. I vinduet som fremkommer kan det skrives en beskrivelse og defineres en adresse. Deretter må det opprettes et datasett som definerer et valgt antall verdier fra enheten. Det gjøres ved å høyreklikke på den opprettede enheten og velge New Dataset. I vinduet som fremkommer ble

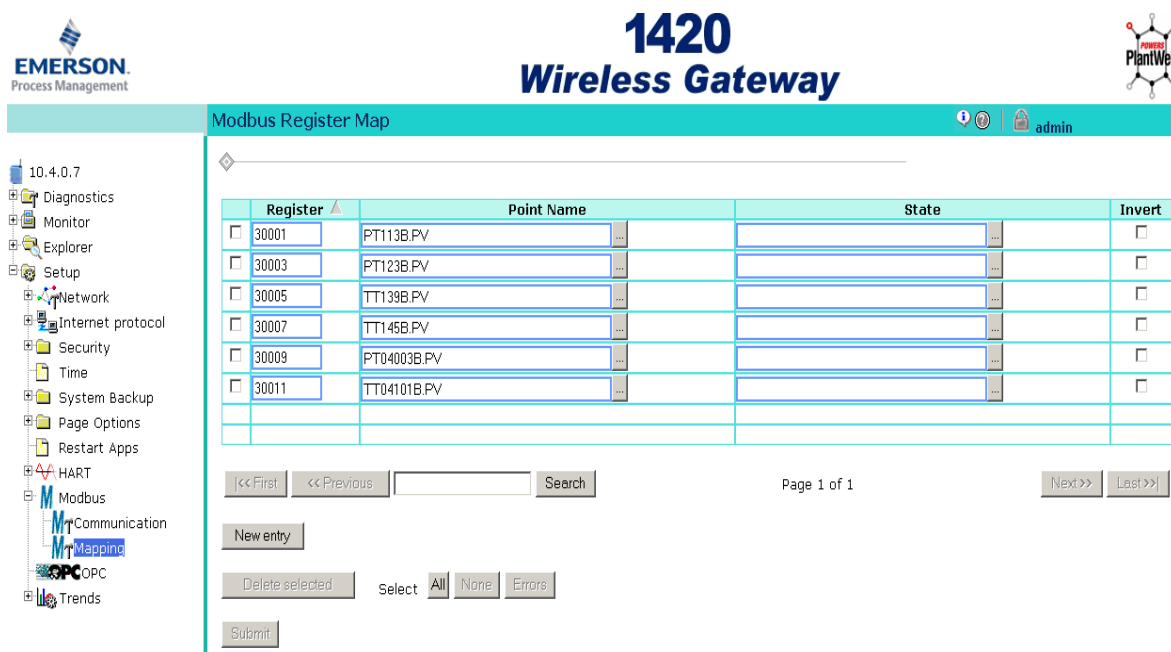
Floating point with status valgt under DeltaV data type under fanen DeltaV siden parameterne er definert som flyttall. Under fanen PLC er input registers valgt under PLC data type. Numbers of values satt til 12. Dette fordi det er tilsammen seks trådløse komponenter på UBD- og Silo-rigg, der spesifikasjonene for registerområde er gjort fordi floating point er definert som 32 bit og Modbus som 16 bit, se figur 4-11. Andre alternative valg ble satt til default.



Figur 4-11 Datasett for de trådløse transmittere med definert registerområde.

Når port var åpnet og enheten med datasettet var definert måtte datasettet linkes til kontrollmodulen WL\_UBD i DeltaV Control Studio. Ved å høyreklikke en parameter og velge Properties fremkommer et vindu der en referanse kan opprettes. Dette gjøres ved å velge External Reference i nedtrekksmenyen til Parameter type. Tekstboksen External parameter path fremkommer da i bunn av vinduet. Ved å trykke browse-knappen må deretter Object Type velges. Her er det flere alternativer for å hente datasettet under det fysiske nettverket. I dette prosjektet ble DST Parameter valgt for deretter å følge stien Physical Network->Control Network->kontroller->CTRL-0106010101->datasett verdi.

Det siste som ble gjort for å få opprettet datalink-forbindelsen var å sette opp mapping i gateways web-grensesnitt fra tag til datasett. Under Setup->Modbus->Mapping velges New Entry for en enkel dataforbindelse. I henhold til datasett-register og tag som ble satt opp mot hverandre i DeltaV ble dette nå mappet ved å sette register nummer og browse tag, se figur 4-12.



Figur 4-12 Modbus mapping fra gateways web-grensesnitt.

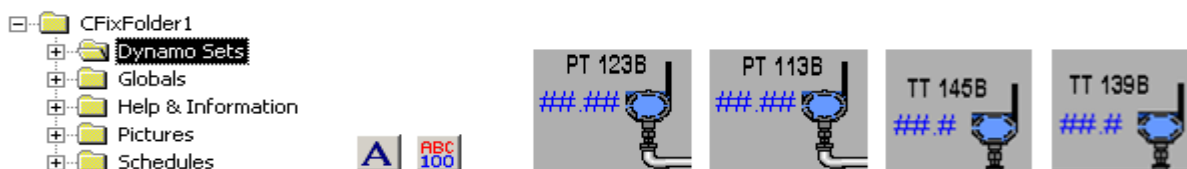
Når kontrollmodulen er lagret og nedlastet til kontroller vises prosessverdiene i Control Studio ved å kjøre online session, se figur 4-13.



Figur 4-13 Online session i DeltaV Control Studio.

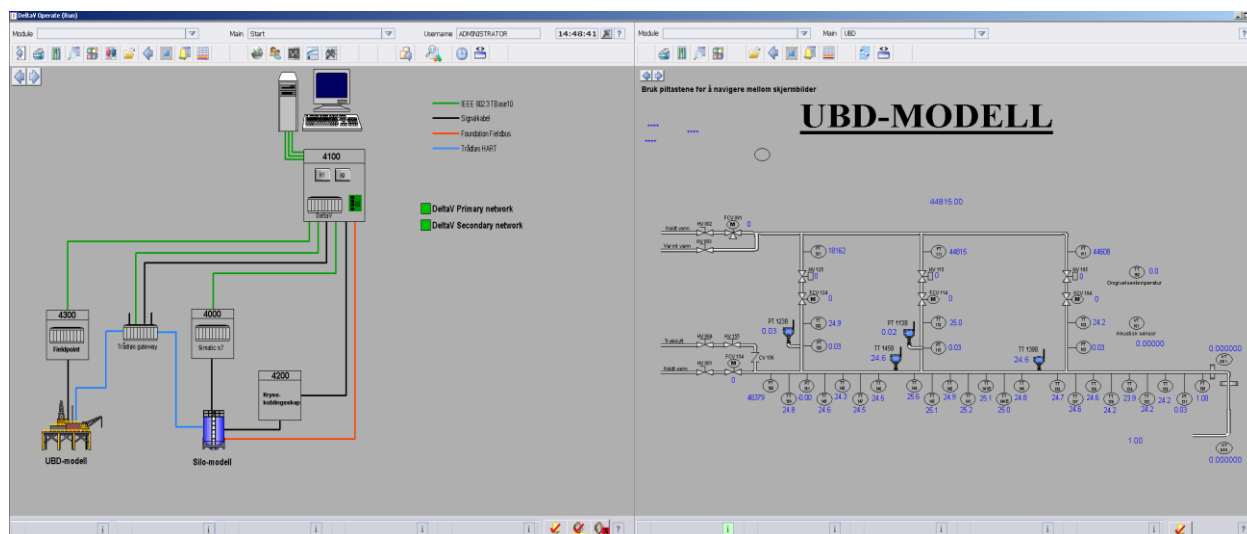
### 4.5.4 Konfigurering av skjermbilde

DeltaV Operate Configure er programvaren som brukes til å opprette skjermbildene som knyttes opp mot prosessene. For å lage bildene finnes det et utvalg av ferdiglagede tegnigner/objekter under Dynamo Sets, og tilhørende tekst og datalink hentes fra verktøylinjen, se figur 4-14. For redigering av skjermbilder brukes forøvrig grf-filene under mappen Pictures.



4-14 Verktøy for konfigurering av skjermbilde.

Etter at bildene var konstruert ble datalinkene linket til datakilden i kontrollmodulene. Dette blir gjort ved å dobbel-klikke på datalink-bilde og et nytt vindu blir tilgjengelig. I dette vinduet velges knappen ved siden av tekstboksen under Source. Et nytt bilde fremkommer med flere fane-alternativer. Under fanen DeltaV trykkes knappen Browse DeltaV Control Parameters og muligheten for å browse frem til ønsket parameter-tag gis. For stien til de trådløse enhetene på UBD-riggen velges PROSESSHALL i tekstboksen Look in og deretter UBDMODELL-> WIRELESS\_UBD->WL\_UBD->ønsket parameter-tag->CV. Tilslutt lagres det nye skjermbilde, og ved å åpne DeltaV Operate Run kjøres programmet, se figur 4-15.



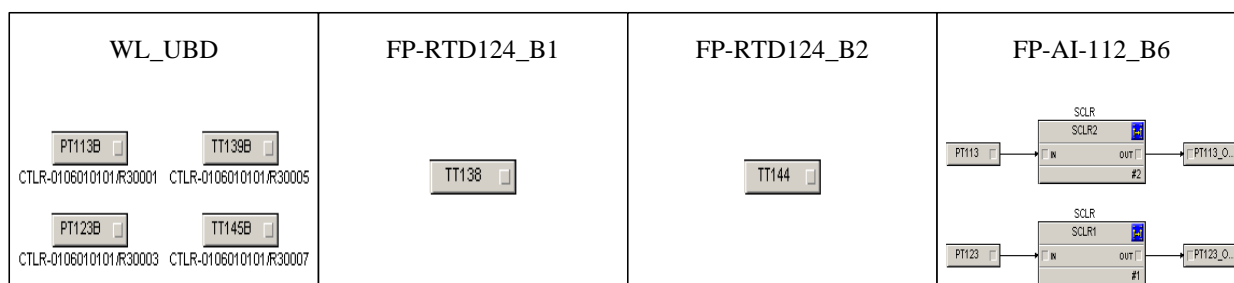
Figur 4-15 Skjermbilde av nettverket i prosesshall og UBD-rigg i DeltaV Operate Run.

## 5 FORSØKS- OG DATA-ANALYSE

Dette kapitlet tar for seg forsøks- og data-analysen for samvariasjon og pålitelighet til de trådløse transmitterne i forhold til trådbaserte sensorer, gjort i prosesshallen.

### 5.1 Utførelse av forsøkene

Det har blitt gjennomført seks forskjellige forsøk på UBD-riggen, og tar for seg forskjellige endringer av henholdsvis trykk og temperatur. De trådløse transmitterne ble i utgangspunktet plassert på hensiktsmessige steder i nærheten av samsvarende lik trådbasert sensor, hvor det ble antatt at forskjellen i endringer var minst mulig. Målet med forsøkene var å teste ut samvariasjon og pålitelighet til de trådløse transmitterne i forhold til de trådbaserte sensorene, og deretter gjøre en drøftningsanalyse. I den anledning er dataverdiene, se også Vedlegg F, for de kommende forsøkene hentet fra kontrollmodulene WL\_UBD, FP-RTD124\_B1, FP-RTD124\_B2 og FP-AI-112\_B6, for henholdsvis trådløse trykk- og temperatur-verdier, trådbaserte temperatur-verdier og trådbaserte trykk-verdier, se figur 5-1.



Figur 5-1 Kontrollmoduler brukt i forsøkene.

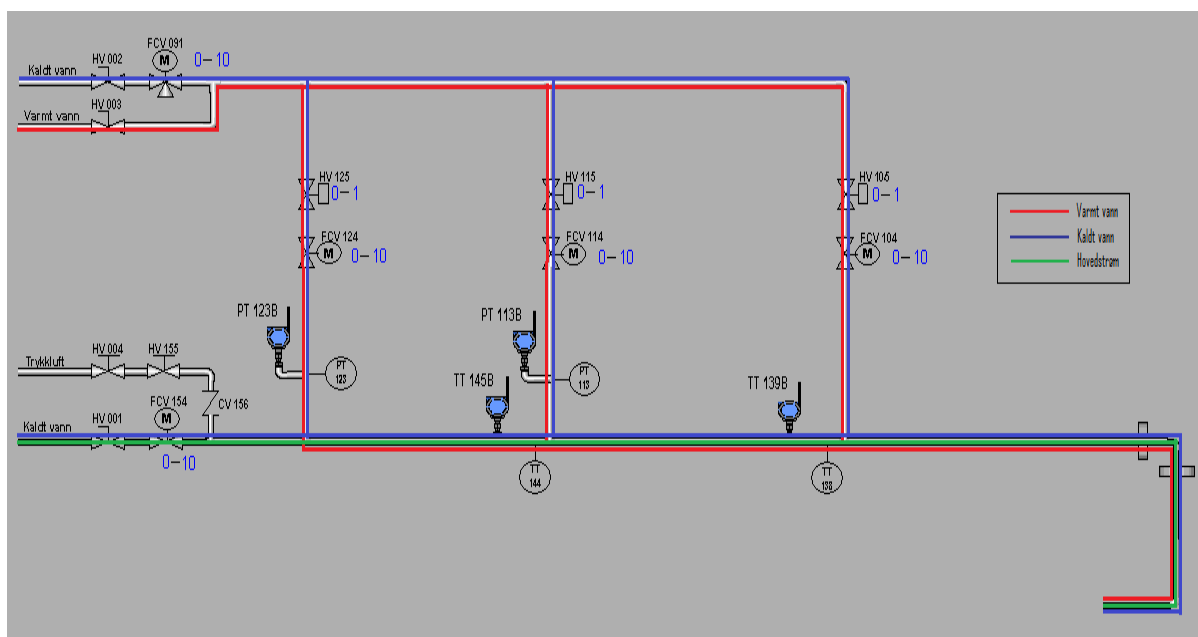
Forsøkene og resultatene er forklart ved hjelp av de kommende figurer og tabeller ved hvert forsøk. Tidsperiodene og sampletid er satt til å være mest mulig like, avhengig av temperatur- eller trykkmålinger og mht. begrenset varmtvannsressurs. Tidsperiodene og sampletid er av naturlige grunner kortere ved trykkmålingene pga. raskere tilbakevending til utgangspunkt. For å teste ut samvariasjon og pålitelighet er det valgt å se på sammenlignelsen i grafer, samt beregne korrelasjonen ved hjelp av data fra Continuous Historian i DeltaV og verktøyet DeltaV Excel Add-ins i Excel. Grafene gir et godt grafisk inntrykk av hvor godt de forskjellige verdiene følger hverandre. Korrelasjon, eller samvariasjon, er et matematisk mål på sammenhengen mellom to variable størrelser og angis som et tall mellom -1 og 1. Positiv korrelasjon indikerer at de to variable størrelsene varierer i takt, mens negativ korrelasjon indikerer at de to variable størrelsene varierer i utakt. En korrelasjonskoeffisient nær null betyr at det ikke eksisterer noen sammenheng mellom de to variablene. Formelen for utregning, se også [4], av korrelasjon er som følgende:

$$\text{Corr}[X, Y] = \frac{\text{Cov}[X, Y]}{\sqrt{\text{Var}[X] * \text{Var}[Y]}}$$

,der X angir variable størrelser 1, Y angir variabel størrelser 2, Cov er kovarians og Var er varians.

### 5.1.1 Styring av UBD-riggen under forsøkene

Figur 5-2 viser hvilke komponenter på UBD-riggen som ble brukt under utførelsen av forsøkene. Strømningene for varmt- og kaldt vann er henholdsvis indikert med røde- og blå linjer. Den grønne linjen indikerer hovedstrømmen på riggen. Kranene HV 001, HV 002, HV 003 og HV 004 er manuelt styrt fra prosesshallen og var maksimalt åpnet når de ble brukt. Ventilene FCV 091, FCV 104, FCV 114, FCV 124 OG FCV 154 styres fra brukergrensesnittet og har et åpningsintervall fra 0-10, der ”0” er stengt og ”10” er maksimalt åpent. Disse var maksimalt åpnet når de ble brukt. HV 105, HV 115 og HV 125 styres i brukergrensesnittet ved ”0” og ”1”, der ”0” er AV og ”1” er PÅ. Når riggen fikk tilførsel av trykkluft, varmt- og kaldt vann, var disse PÅ.



Figur 5-2 Strømninger og forsøkskomponenter på UBD-riggen.

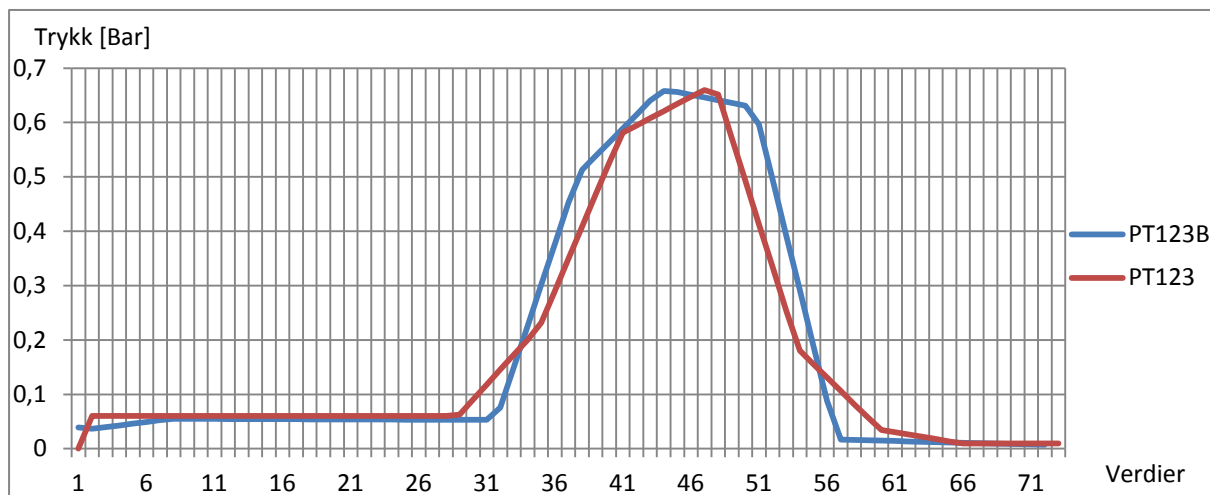
### 5.1.2 Forsøk 1

Tabell 5-1 forklarer utførelsen av forsøk 1.

Tabell 5-1 Forsøk 1.

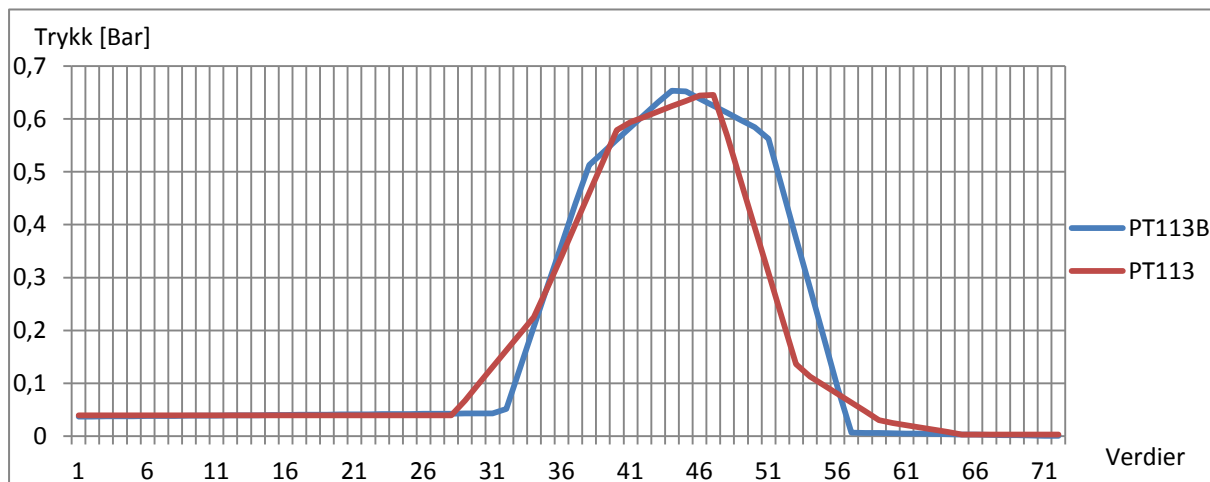
Tid	Varighet trykk	Sampletid trykk	Varighet temp.	Sampletid temp.	Tilstand
t0-t1	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Nøytral
t1-t2	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Varmt vann på
t2-t3	2 min.	5 sek.	60 min.	30 sek.	Varmt vann av
t3	0 min	0 sek.	0 min.	0 sek.	Slutt forsøk 1

Figur 5-3 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 1 for PT123B og PT123.



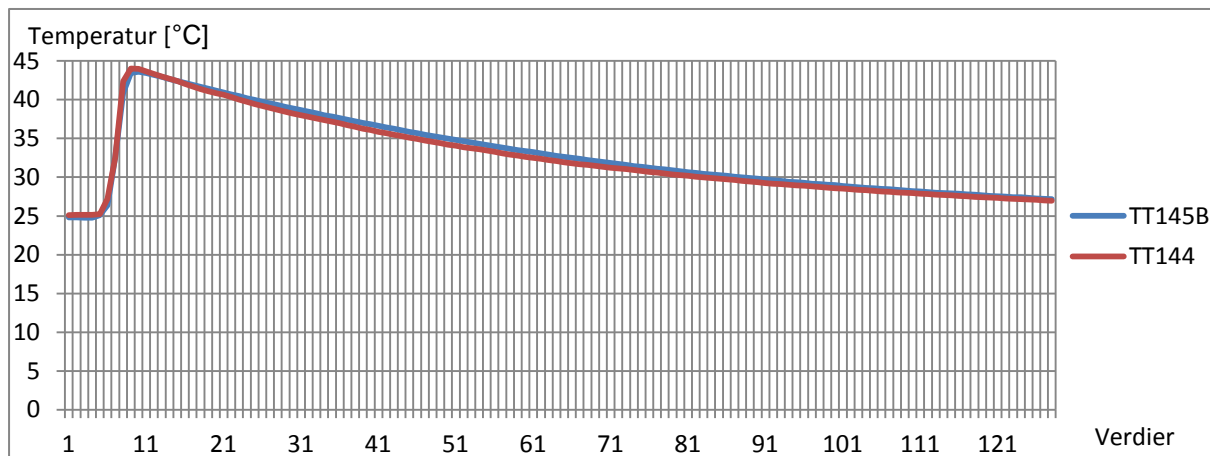
Figur 5-3 Målingsverdier i forsøk 1 for PT123B og PT123.

Figur 5-4 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 1 for PT113B og PT113.



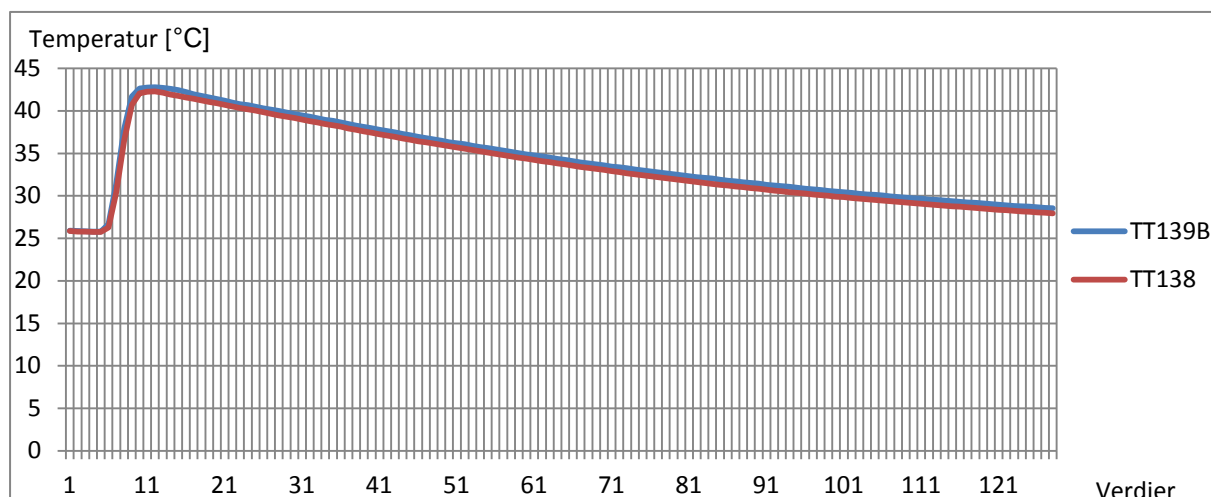
Figur 5-4 Målingsverdier i forsøk 1 for PT113B og PT113.

Figur 5-5 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 1 for TT145B og TT144.



Figur 5-5 Målingsverdier i forsøk 1 for TT145B og TT144.

Figur 5-6 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 1 for TT139B og TT138.



Figur 5-6 Målingsverdier i forsøk 1 for TT139B og TT138.

Tabell 5-2 viser det beregnede korrelasjonsresultatet av forsøk 1 for alle variabelparene.

Tabell 5-2 Korrelasjon forsøk 1.

Variabelpar	Korrelasjon
PT123B/PT123	0,964
PT113B/PT113	0,962
TT145B/TT144	0,998
TT139B/TT138	0,999

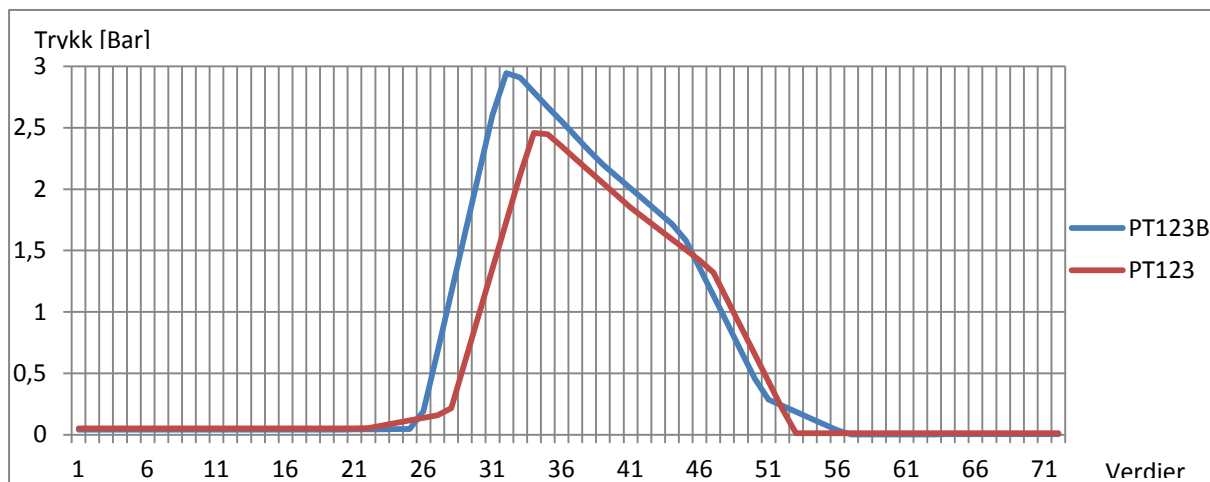
### 5.1.3 Forsøk 2

Tabell 5-3 forklarer utførelsen av forsøk 2.

Tabell 5-3 Forsøk 2.

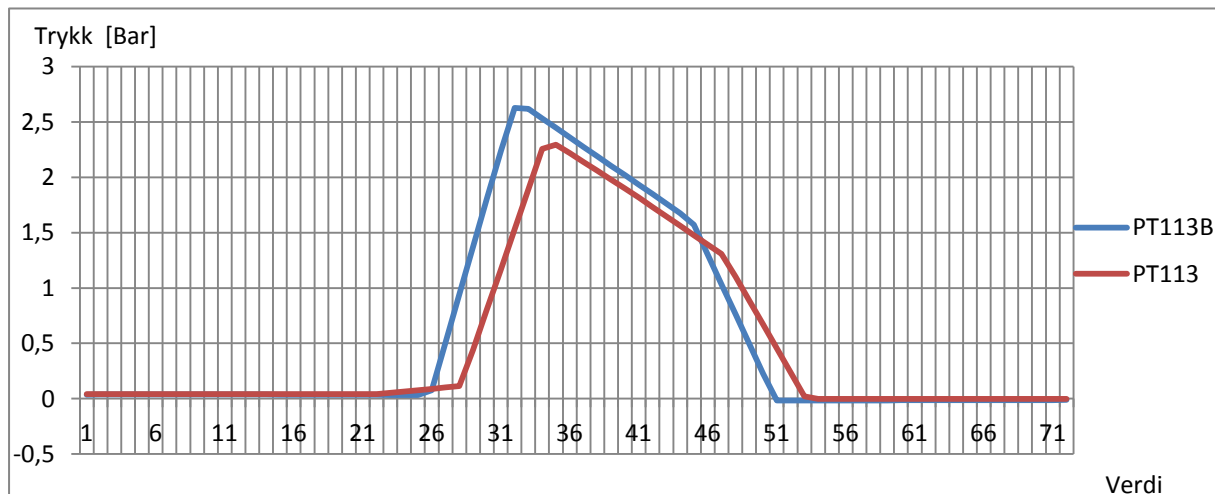
Tid	Varighet trykk	Sampletid trykk	Varighet temp.	Sampletid temp.	Tilstand
t0-t1	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Nøytral
t1-t2	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Kaldt vann på
t2-t3	2 min.	5 sek.	60 min.	30 sek.	Kaldt vann av
t3	0 min	0 sek.	0 min.	0 sek.	Slutt forsøk 2

Figur 5-7 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 2 for PT123B og PT123.



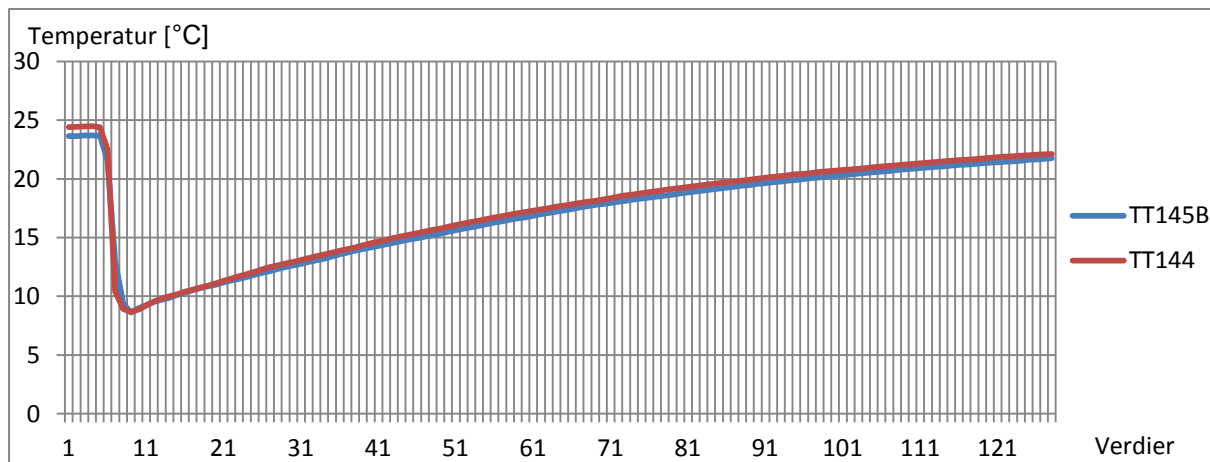
Figur 5-7 Målingsverdier i forsøk 2 for PT123B og PT123.

Figur 5-8 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 2 for PT113B og PT113.



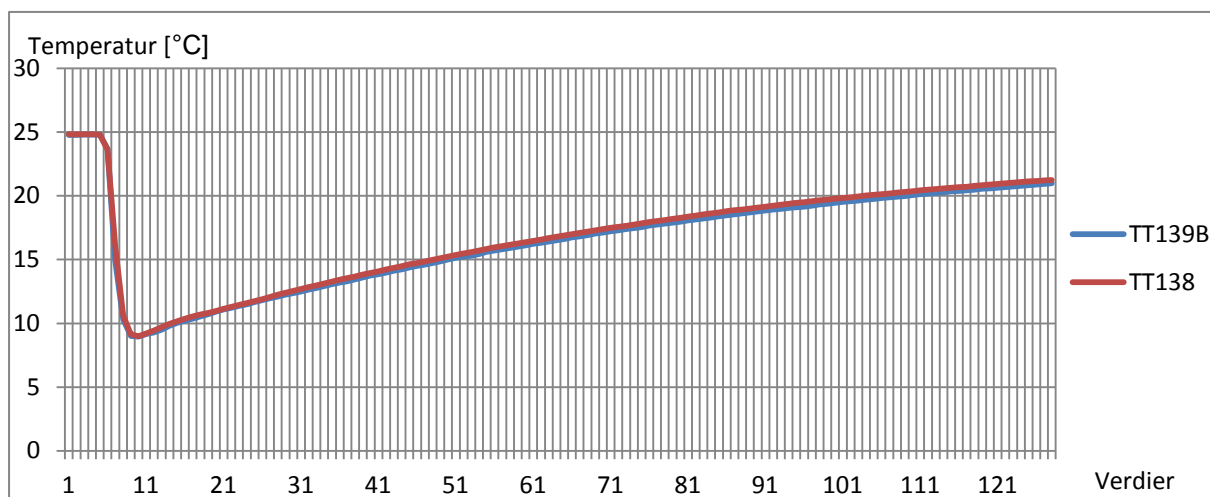
Figur 5-8 Målingsverdier i forsøk 2 for PT113B og PT113.

Figur 5-9 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 2 for TT145B og TT144.



Figur 5-9 Målingsverdier i forsøk 2 for TT145B og TT144.

Figur 5-10 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 2 for TT139B og TT138.



Figur 5-10 Målingsverdier i forsøk 2 for TT139B og TT138.

Tabell 5-4 viser det beregnede korrelasjonsresultatet av forsøk 2 for alle variabelparene.

Tabell 5-4 Korrelasjon forsøk 2.

Variabelpar	Korrelasjon
PT123B/PT123	0,953
PT113B/PT113	0,947
TT145B/TT144	0,998
TT139B/TT138	0,999

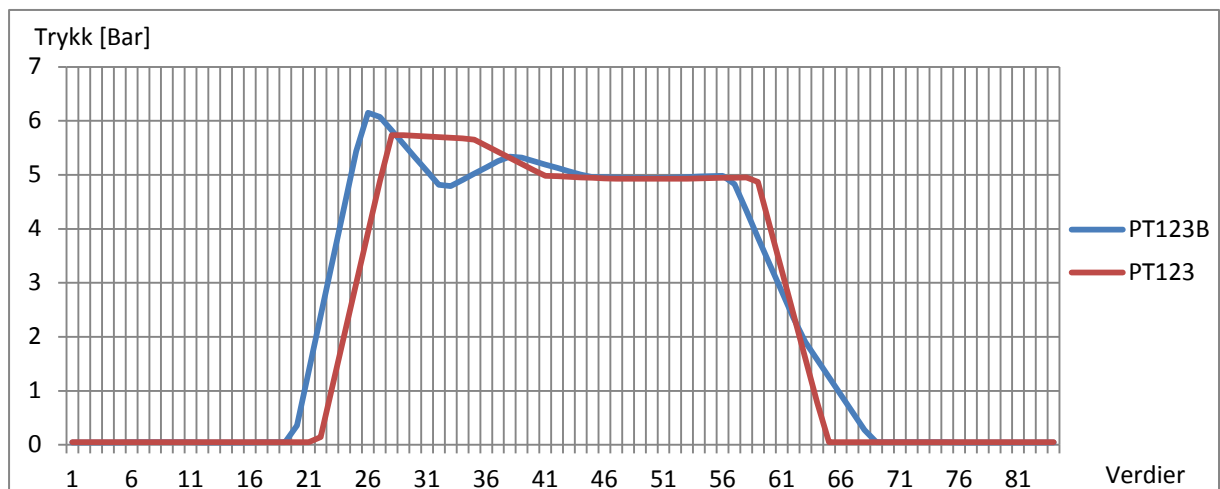
### 5.1.4 Forsøk 3

Tabell 5-5 forklarer utførelsen av forsøk 3.

Tabell 5-5 Forsøk 3.

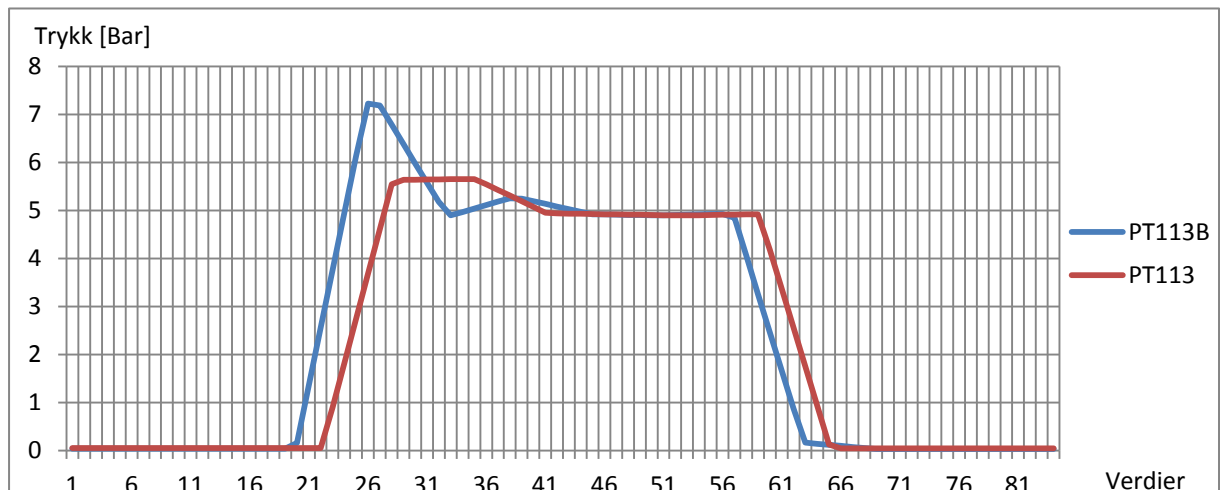
Tid	Varighet trykk	Sampletid trykk	Varighet temp.	Sampletid temp.	Tilstand
t0-t1	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Nøytral
t1-t2	3 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Luft på
t2-t3	2 min.	5 sek.	60 min.	30 sek.	Luft av
t3	0 min	0 sek.	0 min.	0 sek.	Slutt forsøk 3

Figur 5-11 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 3 for PT123B og PT123.



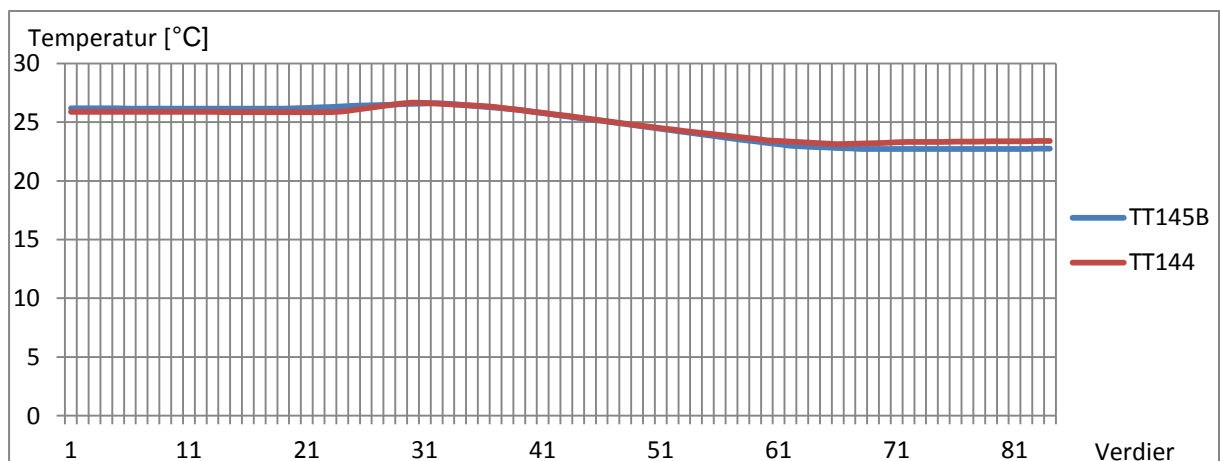
Figur 5-11 Målingsverdier i forsøk 3 for PT123B og PT123.

Figur 5-12 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 3 for PT113B og PT113.



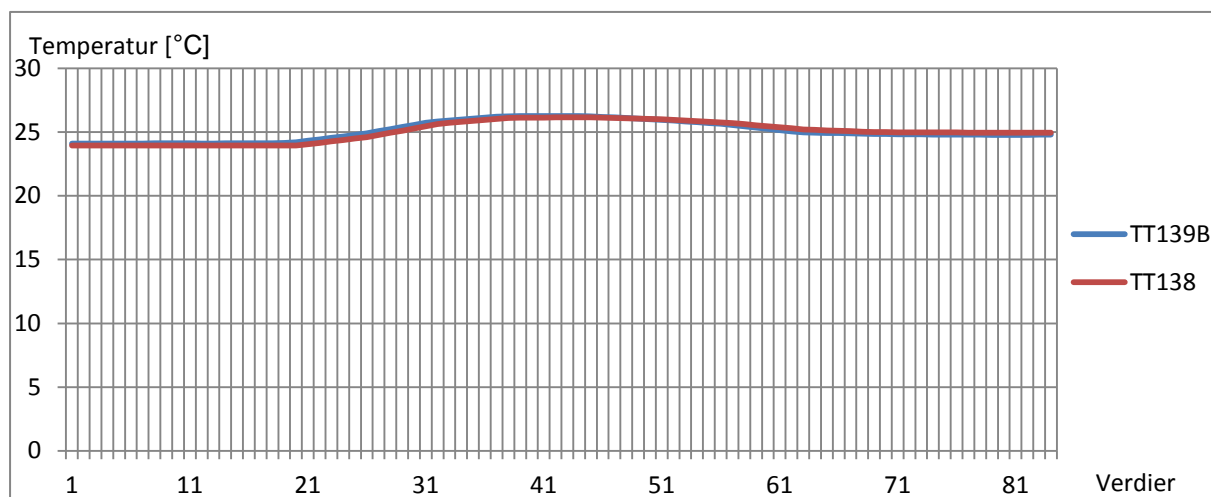
Figur 5-12 Målingsverdier i forsøk 3 for PT113B og PT113.

Figur 5-13 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 3 for TT145B og TT144.



Figur 5-13 Målingsverdier i forsøk 3 for TT145B og TT144.

Figur 5-14 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 3 for TT139B og TT138.



Figur 5-14 Målingsverdier i forsøk 3 for TT139B og TT138.

Tabell 5-6 viser det beregnede korrelasjonsresultatet av forsøk 3 for alle variabelparene.

Tabell 5-6 Korrelasjon forsøk 3.

Variabelpar	Korrelasjon
PT123B/PT123	0,962
PT113B/PT113	0,928
TT145B/TT144	0,993
TT139B/TT138	0,976

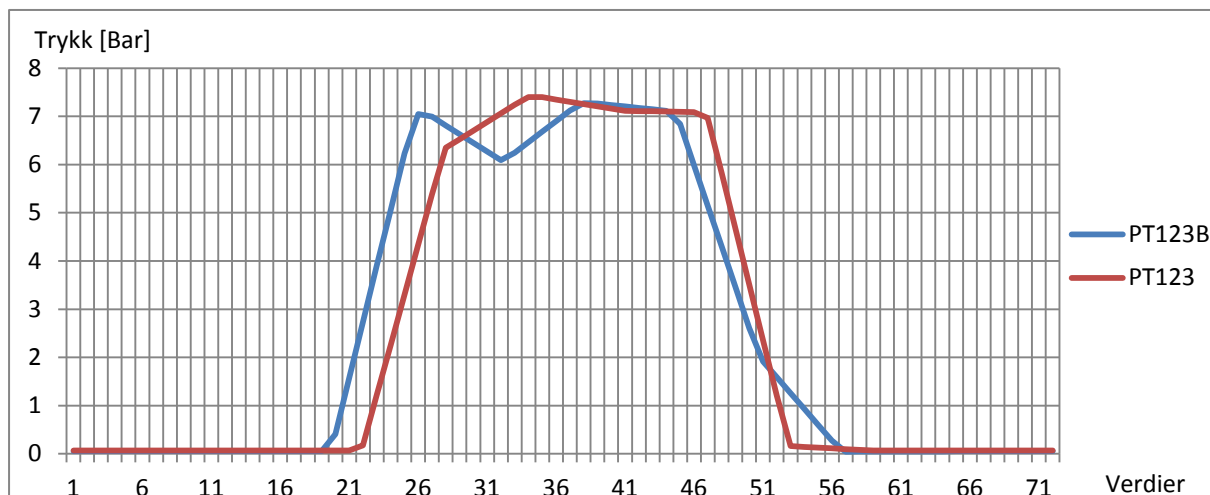
### 5.1.5 Forsøk 4

Tabell 5-7 forklarer utførelsen av forsøk 4.

Tabell 5-7 Forsøk 4.

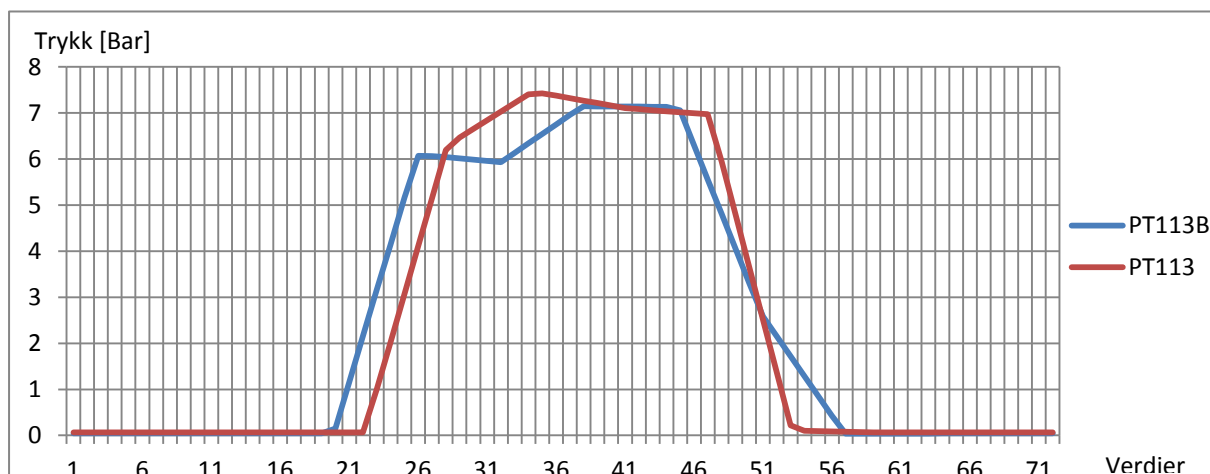
Tid	Varighet trykk	Sampletid trykk	Varighet temp.	Sampletid temp.	Tilstand
t0-t1	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Nøytral
t1-t2	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Varmt vann på, luft på
t2-t3	2 min.	5 sek.	60 min.	30 sek.	Varmt vann av, luft av
t3	0 min	0 sek.	0 min.	0 sek.	Slutt forsøk 4

Figur 5-15 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 4 for PT123B og PT123.



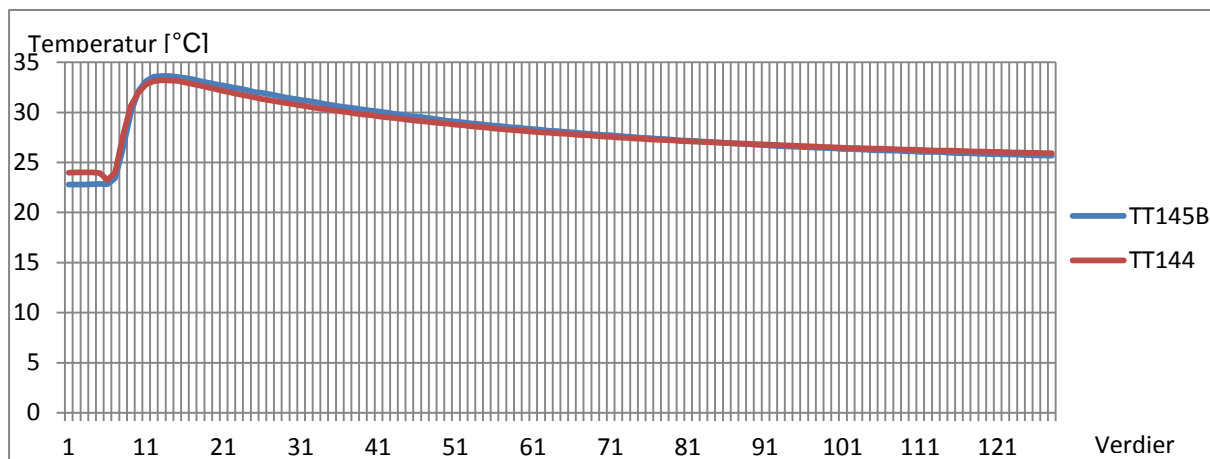
Figur 5-15 Målingsverdier i forsøk 4 for PT123B og PT123.

Figur 5-16 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 4 for PT113B og PT113.



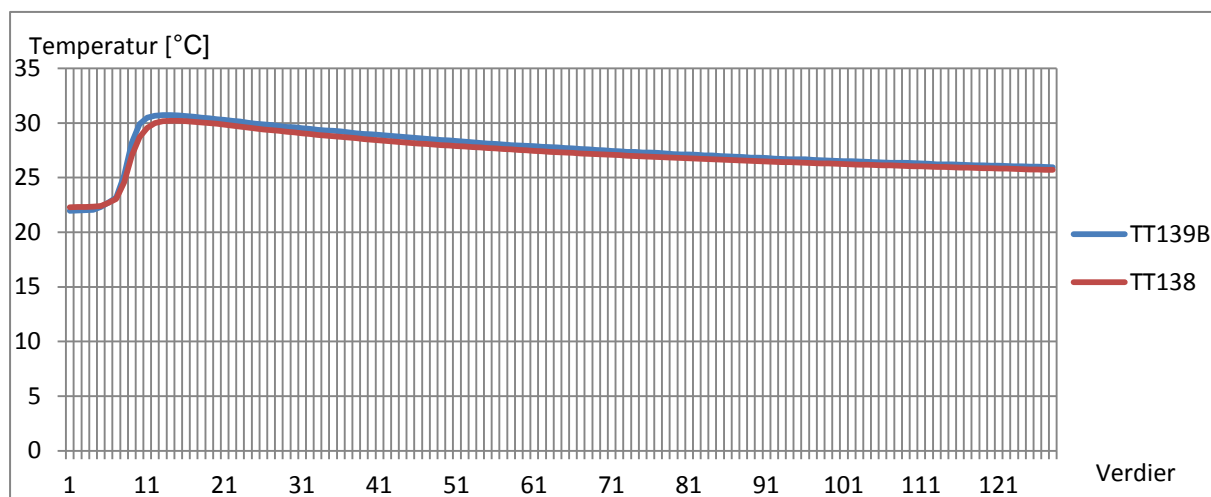
Figur 5-16 Målingsverdier i forsøk 4 for PT123B og PT123.

Figur 5-17 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 4 for TT145B og TT144.



Figur 5-17 Målingsverdier i forsøk 4 for TT145B og TT144.

Figur 5-18 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 4 for TT139B og TT138.



Figur 5-18 Målingsverdier i forsøk 4 for TT139B og TT138.

Tabell 5-8 viser det beregnede korrelasjonsresultatet av forsøk 4 for alle variabelparene.

Tabell 5-8 Korrelasjon forsøk 4.

Variabelpar	Korrelasjon
PT123B/PT123	0,958
PT113B/PT113	0,972
TT145B/TT144	0,996
TT139B/TT138	0,998

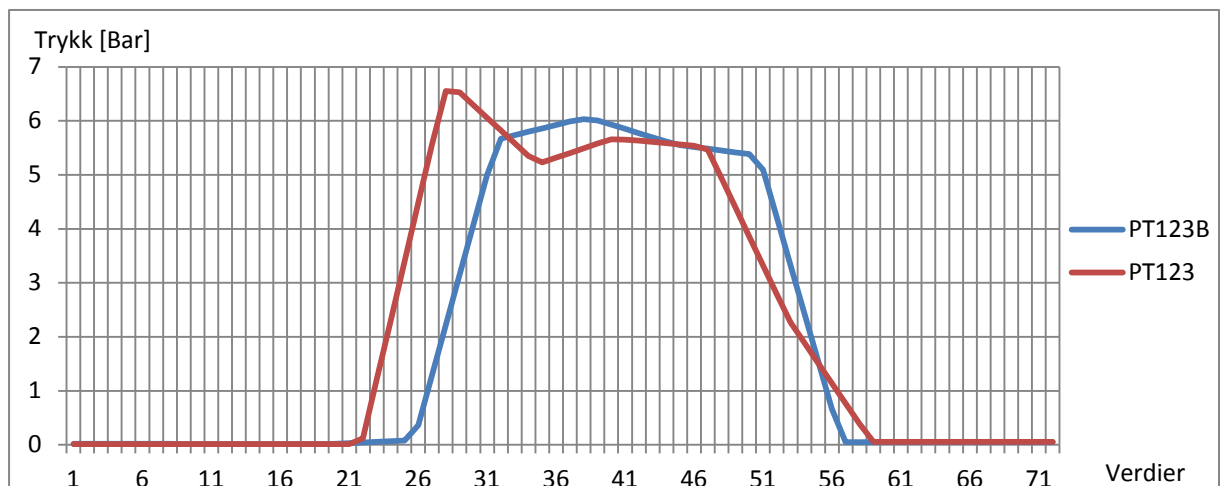
### 5.1.6 Forsøk 5

Tabell 5-9 forklarer utførelsen av forsøk 5.

Tabell 5-9 Forsøk 5.

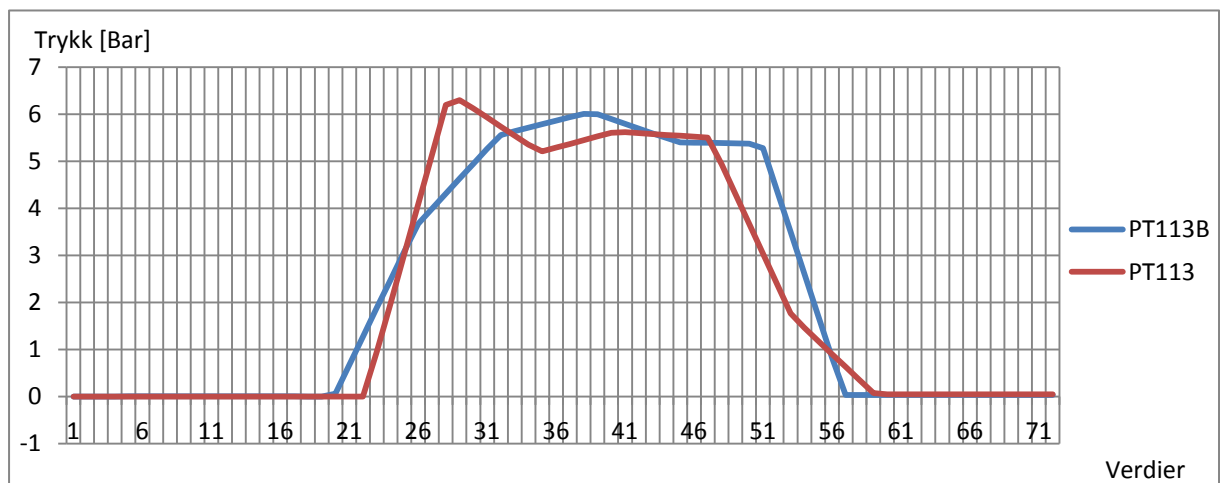
Tid	Varighet trykk	Sampletid trykk	Varighet temp.	Sampletid temp.	Tilstand
t0-t1	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Nøytral
t1-t2	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Kaldt vann på, luft på
t2-t3	2 min.	5 sek.	60 min.	30 sek.	Kaldt vann av, luft av
t3	0 min	0 sek.	0 min.	0 sek.	Slutt forsøk 5

Figur 5-19 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 5 for PT123B og PT123.



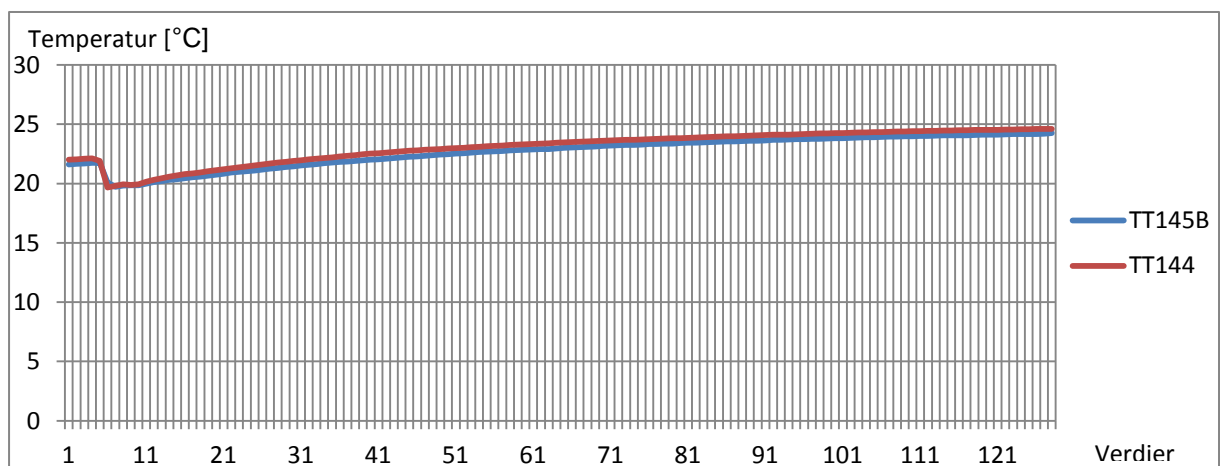
Figur 5-19 Målingsverdier i forsøk 5 for PT123B og PT123.

Figur 5-20 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 5 for PT113B og PT113.



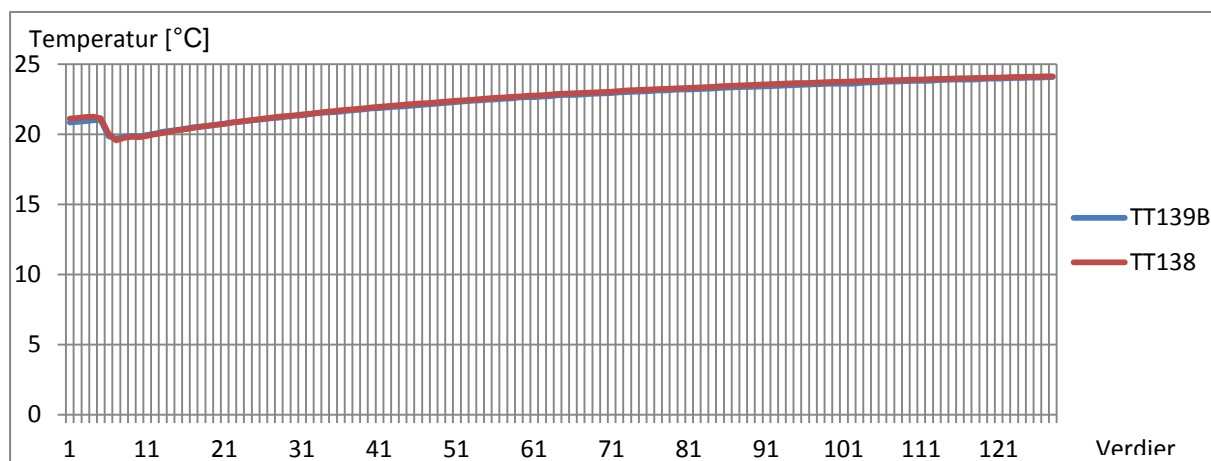
Figur 5-20 Målingsverdier i forsøk 5 for PT113B og PT113.

Figur 5-21 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 5 for TT145B og TT144.



Figur 5-21 Målingsverdier i forsøk 5 for TT145B og TT144.

Figur 5-22 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 5 for TT139B og TT138.



Figur 5-22 Målingsverdier i forsøk 5 for TT139B og TT138.

Tabell 5-10 viser det beregnede korrelasjonsresultatet av forsøk 5 for alle variabelparene.

Tabell 5-10 Korrelasjon forsøk 5

Variabelpar	Korrelasjon
PT123B/PT123	0,893
PT113B/PT113	0,965
TT145B/TT144	0,997
TT139B/TT138	0,999

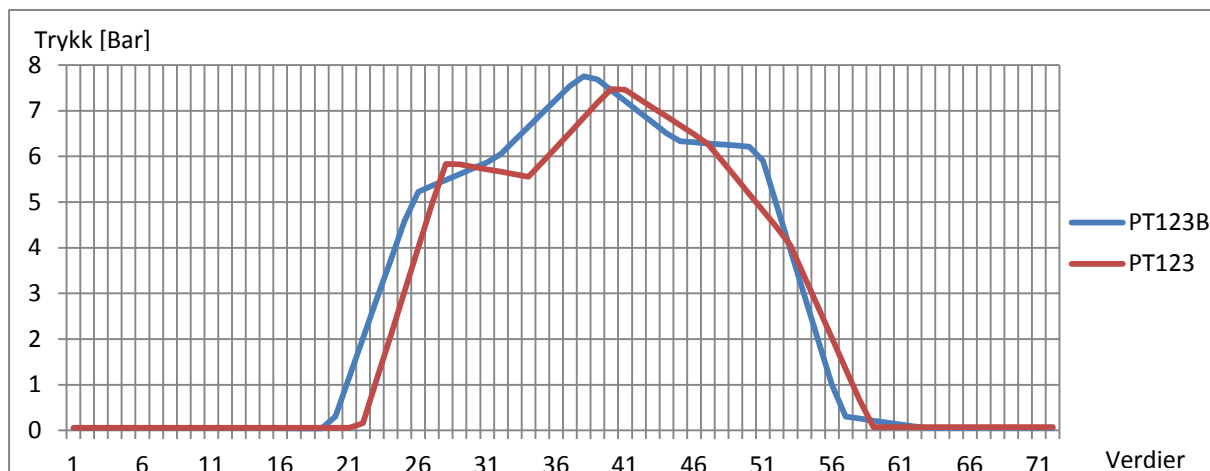
### 5.1.7 Forsøk 6

Tabell 5-11 forklarer utførelsen av forsøk 6.

Tabell 5-11 Forsøk 6.

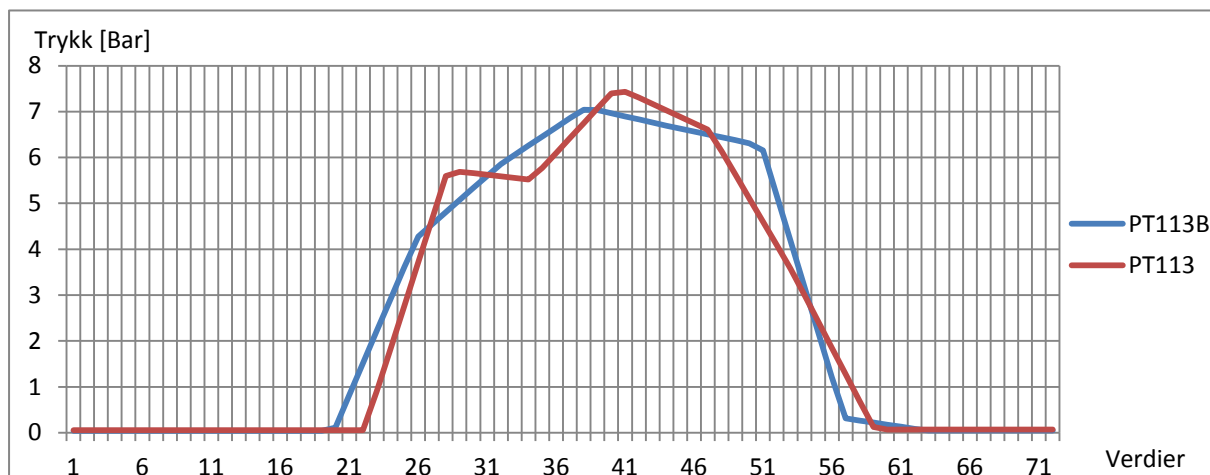
Tid	Varighet trykk	Sampletid trykk	Varighet temp.	Sampletid temp.	Tilstand
t0-t1	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Nøytral
t1-t2	2 min.	5 sek.	2 min.	30 sek.	Varmt vann på, kaldt vann på, luft på
t2-t3	2 min.	5 sek.	60 min.	30 sek.	Varmt vann av, kaldt vann av, luft av
t3	0 min	0 sek.	0 min.	0 sek.	Slutt forsøk 6

Figur 5-23 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 6 for PT123B og PT123.



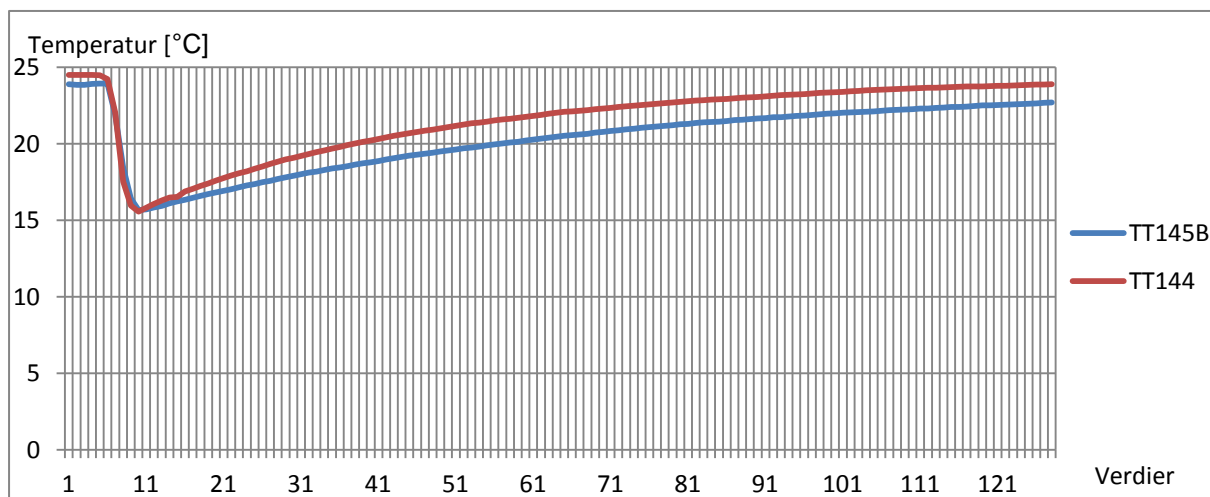
Figur 5-23 Målingsverdier i forsøk 6 for PT123B og PT123.

Figur 5-24 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 6 for PT113B og PT113.



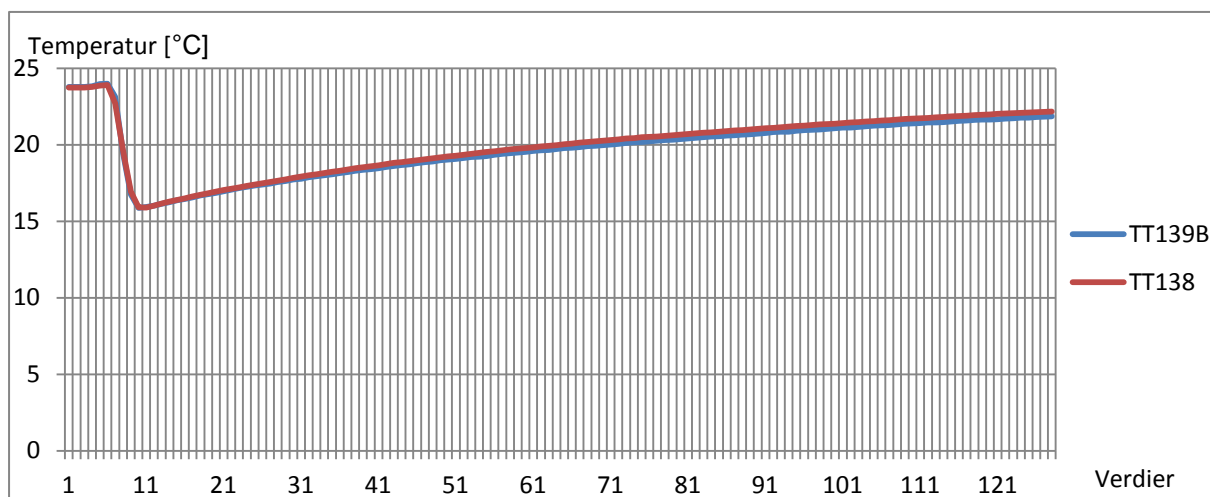
Figur 5-24 Målingsverdier i forsøk 6 for PT113B og PT113.

Figur 5-25 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 6 for TT145B og TT144.



Figur 5-25 Målingsverdier i forsøk 6 for TT145B og TT144.

Figur 5-26 viser den grafiske samvariasjonen i forsøk 6 for TT139B og TT138.



Figur 5-26 Målingsverdier i forsøk 6 for TT139B og TT138.

Tabell 5-12 viser det beregnede korrelasjonsresultatet av forsøk 6 for alle variabelparene.

Tabell 5-12 Korrelasjon forsøk 6.

Variabelpar	Korrelasjon
PT123B/PT123	0,981
PT113B/PT113	0,985
TT145B/TT144	0,985
TT139B/TT138	0,998

### 5.1.8 Usikkerhetsmomenter

De trådløse transmitterne ble som tidligere nevnt i utgangspunktet plassert på hensiktsmessige steder i nærheten av samsvarende lik trådbasert sensor, hvor det ble antatt at forskjellen i endringer var minst mulig. Det finnes likevel en rekke momenter som kan ha påvirkning, å gjøre utslag, på målingene.

Usikkerhetsmomenter på UBD-Riggen:

- Avstanden mellom trådløs/trådbasert temperatursensor er ca. en meter og vil ha en viss påvirkning. Desto nærmere sensoren er varmtvanns-, kaldtvanns- eller trykkluftkilden, og plassering i forhold til strømning på rigg, desto større påvirkning av henholdsvis temperatur og trykk.
- Vannrester i riggen ved igangkjøring av forsøkene gjør at blandingen vil utgjøre en påvirkning i henhold til vannrestenes beliggenhet og temperatur.

- Graden av sollys gjennom vinduer er varierende på ulike tider og forskjellige deler av prosesshallen. Ved igangkjøring vil derfor temperaturen, riktignok i liten grad, variere på forskjellige deler av riggen.

Usikkerhetsmomenter med de trådløse transmittere og trådbaserte sensorer:

- Ulik oppdateringsrate på trådløse transmittere og sensorer, med henholdsvis forbindelse til gateway og NI-blokker, og videre til dataregistrering.
- Sensorene kan ha en differanse mht. kalibreringen.
- Variasjon pga. slitasje og alder på transmittere og sensorer.
- Variasjon i kontaktflaten mellom sensoren og væske/luft.
- Elektromagnetisk støy og andre forstyrrelser kan påvirke signalene.

## 5.2 Drøfting og analyse

Skaleringen i grafene varierer noe, og spesielt mellom trykk- og temperaturfigurene. Dette medfører at tydeligheten blir større ved mindre skaleringer. Variasjonen er ut fra grafene størst i trykkmålingene. Dette kan forklares ved de korte og forholdsvis raske sampletidene. De forskjellige reaksjonene kan forklares ved at oppdateringsraten for trådløs transmitter/gateway og sensor/NI-blokk, og signalethastighet, frem til dataregistrering er ulike. Trenden og følgeforskningene på de samvarende trådløse og trådbaserte trykk- og temperaturverdier ser ellers ganske like ut i alle grafene. Den beregnede korrelasjonen bekrefter variasjonen i grafene, der størst variasjon er i trykkmålingene. Svakest korrelasjon er i forsøk 5 for variabelpar PT123B/PT123, med beregnet korrelasjonsverdi 0,893. Dette er likevel en positiv verdi. En samlet gjennomsnittsverdi for alle variabelparene kan leses fra tabell 5-13.

Tabell 5-13 Samlet gjennomsnittsverdi for alle variabelparene.

Variabelpar	Korrelasjon forsøk 1	Korrelasjon forsøk 2	Korrelasjon forsøk 3	Korrelasjon forsøk 4	Korrelasjon forsøk 5	Korrelasjon forsøk 6	Gjennomsnittlig korrelasjon
PT123B/PT123	0,964	0,953	0,962	0,958	0,893	0,981	0,952
PT113B/PT113	0,962	0,947	0,928	0,972	0,965	0,985	0,960
TT145B/TT144	0,998	0,998	0,993	0,996	0,997	0,985	0,994
TT139B/TT138	0,999	0,999	0,976	0,998	0,999	0,998	0,995

De gjennomsnittlige korrelasjonsverdiene for alle variabelparene er svært gode. Det gir videre en indikasjon på at forholdene gir en god samvariasjonen. Noen avvik er det riktignok enkelte ganger. Dette antas å være på grunn av de ulike usikkerhetsmomentene.

## 6 FJERNOVERVÅKNING MED WEBSERVER

Kapitlet er hovedsakelig basert på informasjon fra DeltaV Books Online og [3].

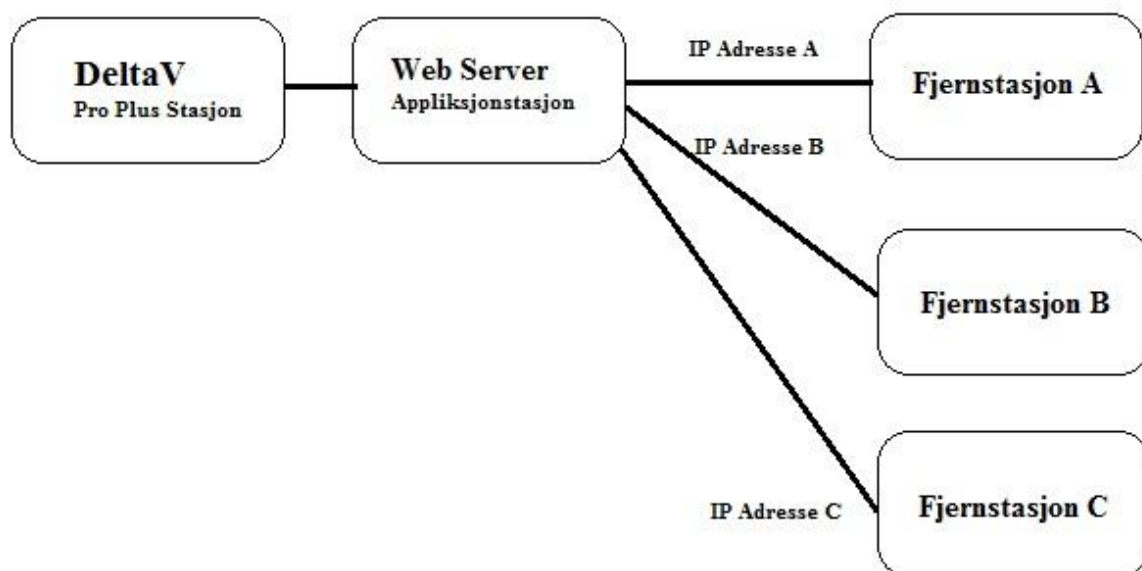
DeltaV Webserver har blitt installert på en applikasjonsstasjon i DeltaV-lab.

DeltaV Webserver gir tilgang til anleggets prosessbilder i sanntid ved hjelp av en nettleser som kan etablere en sikker forbindelse med anleggets webserver-applikasjon. Tilgang til informasjon i tillegg til regneark- og tekstbehandling-applikasjoner gjør det mulig å ta avgjørelser utenfor industrielle soner. OPC serveren er et mellomledd som overfører data og informasjon fra DeltaV til webserveren. Funksjonaliteten fra Microsoft's Internet Information Technology, IIS, anvendes i dette systemet. Operativsystemets sikkerhetsmessige egenskaper og brannmur kan iverksettes om ønskelig. Brukerrettigheter kan også settes for å gi tilgang til bestemt informasjon og grafikk, og gjør at enkelte brukere ikke er i stand til å forandre prosessverdier og parametere.

Applikasjonen er modulbasert og basismodulene gir tilgang til følgende informasjon:

- Grafiske bilder av anlegget
- Events – Nyeste Alarmer og hendelser
- Historiske data som er samlet i DeltaV Historian
- Sanntidsdata

MS Internet Explorer er nettleseren som egner seg best for å koble en fjern PC opp mot webserver-applikasjonsstasjonen. Lisenser er nødvendig for brukere for å kunne opprette forbindelse, og TCP/IP protokollen er brukt for lisensieringen. Dette medfører at systemet følger protokollens prinsipper, bl.a. når en bruker har logget på fra en bestemt IP adresse. I tillegg er det en 24 timers periode, etter siste avlogging, for at samme bruker kan logge seg på systemet igjen. Figur 6-1 viser det generelle koblingsprinsippet.



Figur 6-1 DeltaV Webserver koblingsprinsipp.

## 7 UTFØRELSE AV PROSJEKT HOS YARA PORSGRUNN

Dette kapitelet beskriver framgangsmåten for det utførte arbeidet i en hensiktsmessig rekkefølge for konfigurasjon av det trådløse nettverket, samt to trådbaserte transmittere hos Yara Porsgrunn. Siden gatewayen var av nyere utgave ble det trådløse nettverket konfigurert med direkte kommunikasjon fra gateway til DeltaV. Pga. konfidensielle opplysninger og industrielle hemmeligheter vil framgangsmåten fremstilles på et generelt grunnlag. Støttelitteratur og manualer er hovedsakelig hentet fra DeltaV Books Online og [3].

### 7.1 Oppgavebeskrivelse

Det ble ønsket fra Yara Porsgrunn i samarbeid med Goodtech at det skulle bli installert trådløs HART-teknologi samt installeres to trådbaserte transmittere/sensorer for temperaturmåling i en av Yaras fullgjødsel fabrikker. Nettverket i fullgjødsel-fabrikken er bygd opp som et DCS system hvor kontrollere og instrumenter er plassert på ulike områder i fabrikken. Ved for høye, eller lave, temperaturer vil effekten på kontrollene variere. Hensikten var derfor å overvåke temperaturer ved hjelp av de ulike transmitterne i forskjellige rom der utsatte kontrollere og tilkoblet transmitter var plassert. Overvåkingen og konfigureringen skulle bli gjort fra et krysskoblingsrom. Med det som grunnlag ble denne instrumentindeksen i form av tabell 7-1 gitt.

Tabell 7-1 Instrumentindeks for oppgavebeskrivelsen hos Yara.

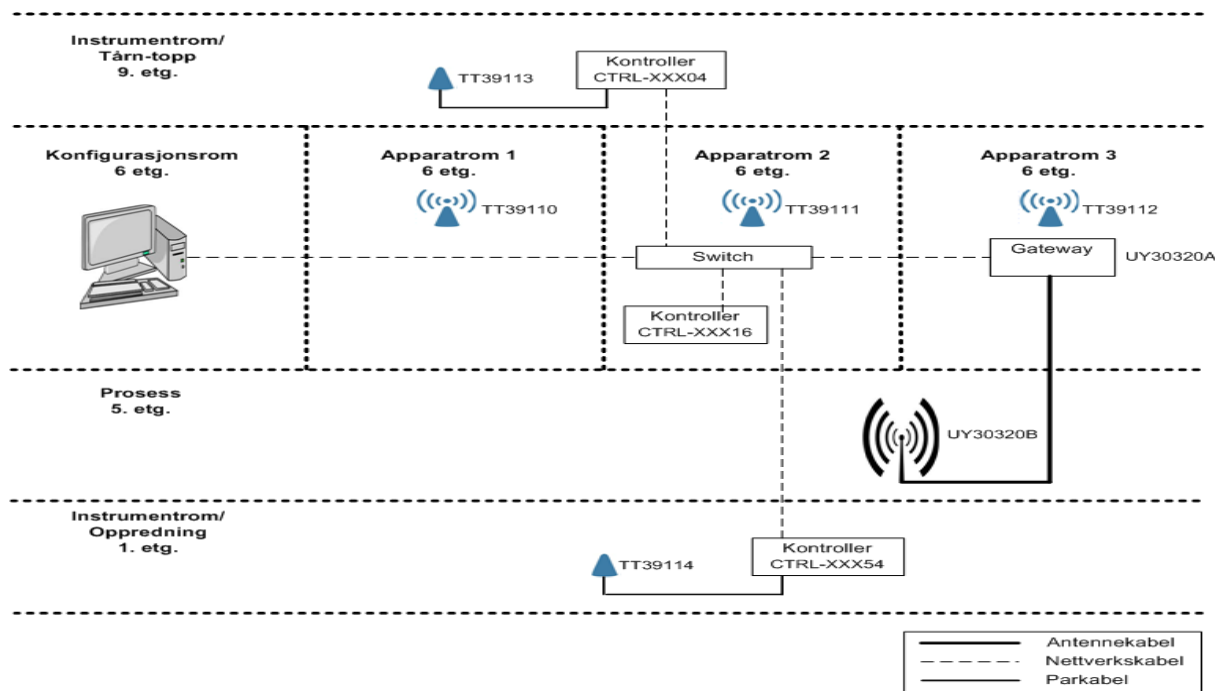
Tag	Beskrivelse	Alarm-grense	Måle-område	Fabrikkat	Type	Plassering
TT39110	Trådløs temp.transmitter	Høy alarm: 26°C	0-50°C	Emerson	Rosemount 248 Wireless	Apparatrom 1 6. etg.
TT39111	Trådløs temp.transmitter	Høy alarm: 26°C	0-50°C	Emerson	Rosemount 248 Wireless	Apparatrom 2 6. etg.
TT39112	Trådløs temp.transmitter	Høy alarm: 26°C	0-50°C	Emerson	Rosemount 248 Wireless	Apparatrom 3 6. etg.
TT39113	Temp.transmitter	Høy alarm: 26°C	0-50°C	PR	Trådbasert	Instrumentrom/ Tåm-topp 9. etg.
TT39113	Pt-100 sensor			Pyrocontrol	Pt-100	Instrumentrom/ Tåm-topp 9. etg.
TT39114	Temp.transmitter	Høy alarm: 26°C	0-50°C	PR	Trådbasert	Instrumentrom/ Oppredning 1. etg.
TT39114	Pt-100 sensor			Pyrocontrol	Pt-100	Instrumentrom/ Oppredning 1. etg.
UY30320A	Trådløs gateway			Emerson	1420 Smart Wireless gateway, DeltaV Ready	Apparatrom 3 6. etg.
UY30320B	Antenne til trådløs gateway			Emerson	Antenne til Smart Wireless gateway	Prosess 5 etg.

Ut fra instrumentindeksen ble oppgaven definert som følger:

- Utrede en oversikt over ledige kontrollere for gateway og ledige kanaler på I/O-kort på kontrollere for to trådbaserte transmittere/sensorer.
- Konfigurering av gateway.
- Konfigurering av transmittere.
- Konfigurering i DeltaV.

## 7.2 Oppsett av nettverk

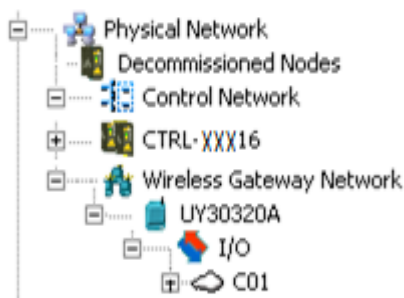
Det måtte først bli funnet en ledig kontroller for gateway, og deretter finne ledige kanaler på I/O-kort på kontrollere for de trådbaserte transmittere/sensorene. Plasseringen av gateway samt de trådbaserte transmittere/sensorene og trådløse transmittere var forutbestemt. Figur 7-1 viser et prinsippbilde over hvordan nettverket ser ut i henhold til utredningen fra instrumentindeksen og oppgavebeskrivelsen.



Figur 7-1 Prinsippbilde av nettverket i henhold til instrumentindeksen og oppgavebeskrivelsen.

## 7.3 Kofigurering av gateway

Gatewayen, 1420 Smart Wireless gateway, er av typen DeltaV Ready. Dette gjør at det ikke trengs noen innledende nettverkskonfigurasjon, se vedlegg E. Det betyr at gateway kan kobles direkte opp mot det ønskede nettverket for DeltaV. I dette tilfellet ble gateway koblet via switch i apparatom til konfigurasjonsrom. I DeltaV Explorer vil gatewayen automatisk dukke opp under Decommissioned Nodes. Ved å kjøre en commission samt tildele/nedlaste gateway til kontroller vil den ha fått tildelt en IP-adresse, og er operativ og klar til å håndtere IO fra andre trådløse enheter, se figur 7-2.



Figur 7-2 Tildelt gateway til kontroller.

## 7.4 Konfigurering, montering, verifisering av trådløse/trådbaserte transmittere

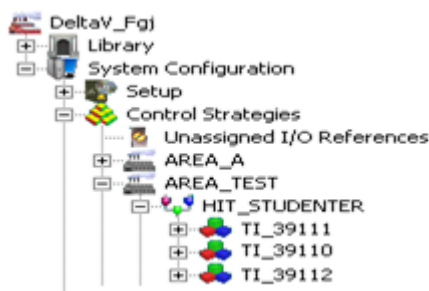
Det benyttes tre trådløse- og to trådbaserte transmittere med tilhørende sensorer. Konfigureringen for de trådløse transmittere ble gjort på samme måte som forklart i kapittel 4.4. De ulike transmitterne er montert i ulike rom med hensikt å måle temperaturer til tilhørende kontroller. Sensorene er koblet på samme måte som forklart i kapittel 4.4.1, og verifiseringen for de trådløse transmittere er gjort som i kapittel 4.4.2. Se også Vedlegg E.

## 7.5 Konfigurering og oppsett i DeltaV

Dette delkapitlet tar for seg konfigureringen som ble gjort i de forskjellige DeltaV programmene for nettverket mht. prosjektoppgaven hos Yara.

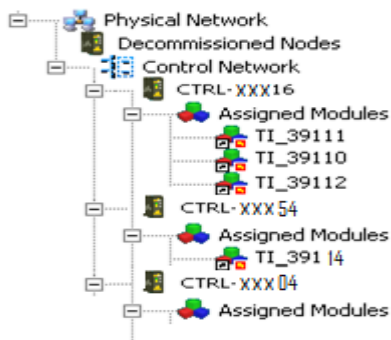
### 7.5.1 Kontrollstrategi Yara

Figur 7-3 viser kontrollstrategien som ble laget for denne oppgaven i henhold til de trådløse transmitterne. Den inneholder området AREA\_TEST og processcellen HIT\_STUDENTER. Data fra de trådløse transmitterne og gateway blir hentet i kontrollmodulene TI\_39110, TI\_39111 og TI\_39112. Kontrollmodulene for de trådbaserte transmitterne ble laget i et annet tilsvarende område.



Figur 7-3 Kontroll strategi for nettverket på Yara i henhold til oppgavebeskrivelse og trådløse transmittere.

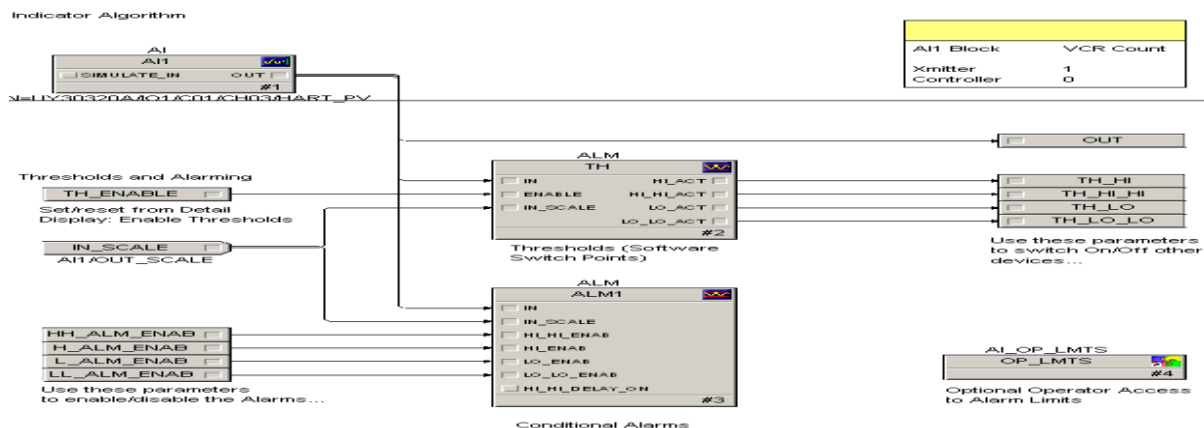
Når kontrollstrategien var ferdig laget ble modulene overført til det fysiske nettverket, se figur 7-4. I motsetning til oversiktstegningene som var gitt ble det på dette tidspunktet oppdaget at kontroller CTRL-XXX04 ikke fantes i DeltaV-systemet med ledig kanal for TT\_39113 på I/O-kort. Pga. denne situasjonen ble derfor ikke denne konfigurert noe videre i denne prosjektoppgaven.



Figur 7-4 Tildeling av moduler til kontroller.

### 7.5.2 Konfigurering av kontrollmodul

Til forskjell fra kontrollmodulene som ble opprettet under kontrollstrategien i kapittel 4.5.1 der alle de trådløse transmitterne ble laget i en modul og med enkle parametere, ble de trådløse og trådbaserte enhetene her laget hver for seg. Dette er fordi Yara opererer med en mal med flere innbakte funksjoner for hver enhet, se figur 7-5. Malen gir en indikasjon på en verdi fra en analog inngang, der om ønskelig prosessalarmer, terskler og flagging kan settes.



Figur 7-5 Konfigurering av kontrollmodul.

Ved å trykke på den enkelte funksjonsblokk fremkommer en egenskapsmeny for blokken i DeltaV Control Studio, og deretter ved å dobbelklikke på ønsket parameter i egenskapsmenyen fremkommer det et egenskapsvindu for parameteren.

Tabell 7-2 viser verdiene som ble satt i funksjonsblokk AI:

Tabell 7-2 Funksjonsblokk AI.

Tag	IO_IN	XD_SCALE	OUT_SCALE
TT39110	Devcie Tag: TT_39110 Parameter: HART_PV	0-50°C	0-50°C
TT39111	Devcie Tag: TT_39111 Parameter: HART_PV	0-50°C	0-50°C
TT39112	Devcie Tag: TT_39112 Parameter: HART_PV	0-50°C	0-50°C
TT39113	Devcie Tag: TT_39113 Parameter: Analog	0-50°C	0-50°C
TT39114	Devcie Tag: TT_39114 Parameter: Analog	0-50°C	0-50°C

Tabell 7-3 viser verdiene som ble satt i funksjonsblokk TH:

Tabell 7-3 Funksjonsblokk TH.

Tag	IN_SCALE
TT39110, TT39112, TT39113, TT39114, TT39115	0% of scale: 0 100% of scale: 100

Tabell 7-4 viser verdiene som ble satt i funksjonsblokk ALM1:

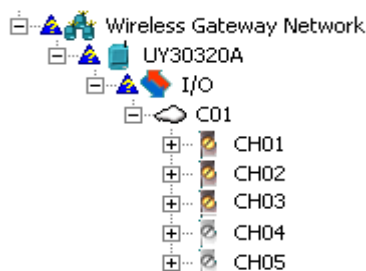
Tabell 7-4 Funksjonsblokk ALM1.

Tag	HI_ALM
TT39110, TT39112, TT39113, TT39114, TT39115	Limit value: 26

Etter å ha satt verdier for funksjonsblokkene måtte det tilslutt settes fellesegenskaper og gjøres noen fellesprosedyrer for modulen. Dette ble gjort ved å velge Properties i DeltaV Control Studio. Det fremkommer da et vindu med fanealternativene General, Execution, Displays og Tools, der henholdsvis valg for beskrivelse, skanning-rate, tildeling av kontroller/område, verifisering og nedlasting av modulen gjøres. Skanningsraten ble for øvrig satt til ett sekund.

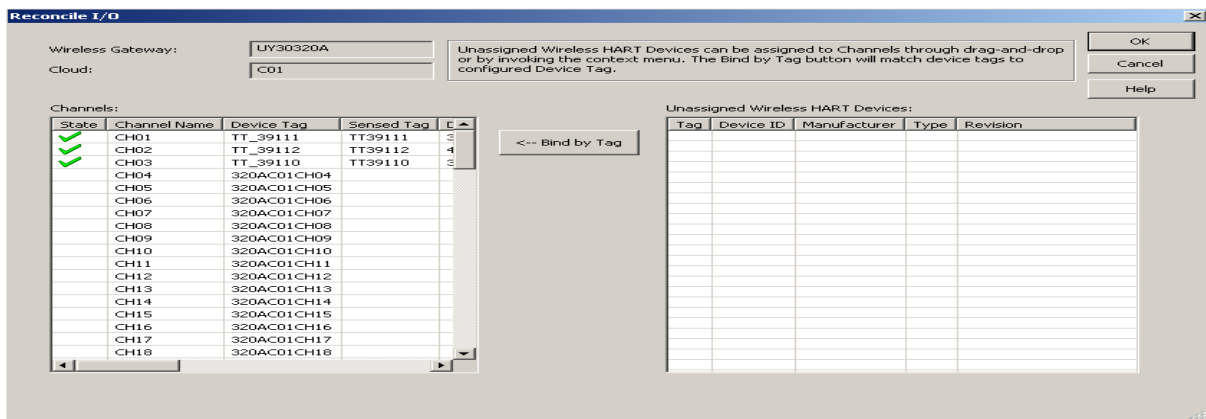
### 7.5.3 Håndtering av IO fra trådløse transmittere i gateway

Som beskrevet i kapittel 7.3, ved å kjøre en commission samt tildele gateway til kontroller er den nå operativ og klar til å håndtere IO fra andre trådløse enheter. Figur 7-6 viser gateway med IO. CO1 er en såkalt wireless cloud og inneholder 99 kanaler, der en kanal er tilegnet en trådløs enhet. Figuren viser i tillegg tre åpne kanaler som ble gjort ved å høyreklikke på en kanal og for deretter å huke av for Enabled.



Figur 7-6 Gateway med IO, og wireless cloud med kanaler.

Neste steg var å tildele de trådløse transmitterne til kanalene. Ved å høyreklikke på gatewayen og velge configure IO vil trådløse enheter som ikke er tildelt, men som tilhører samme nettverk som gateway, bli synlig på høyre side av det fremkomne vinduet. Ved å merke ut de trådløse enhetene og trykke knappen Bind by Tag ble enhetene tildelt de åpne og respektive kanalene, se figur 7-7.



Figur 7-7 Tildeling av trådløse enheter til åpne kanaler.

Når tildelingen er ferdig og endringene nedlastet til kontrollen vises prosessverdiene i Control Studio ved å kjøre online session.

### 7.5.4 Konfigurering av skjermbilde

Figur 7-8 viser opprettelsen av skjermbildene som hovedsakelig ble gjort på samme måte som forklart i kapittel 4.5.4.

TEMPERATUR OVERVÅKING			
TAG	Målt	ETG	ANM.
TI39114	DA	1	OPPREDNING
TI39111	DA	6	INSTRUMENTROM
TI39110	DA	6	INSTRUMENTROM
TI39112	DA	6	INSTRUMENTROM

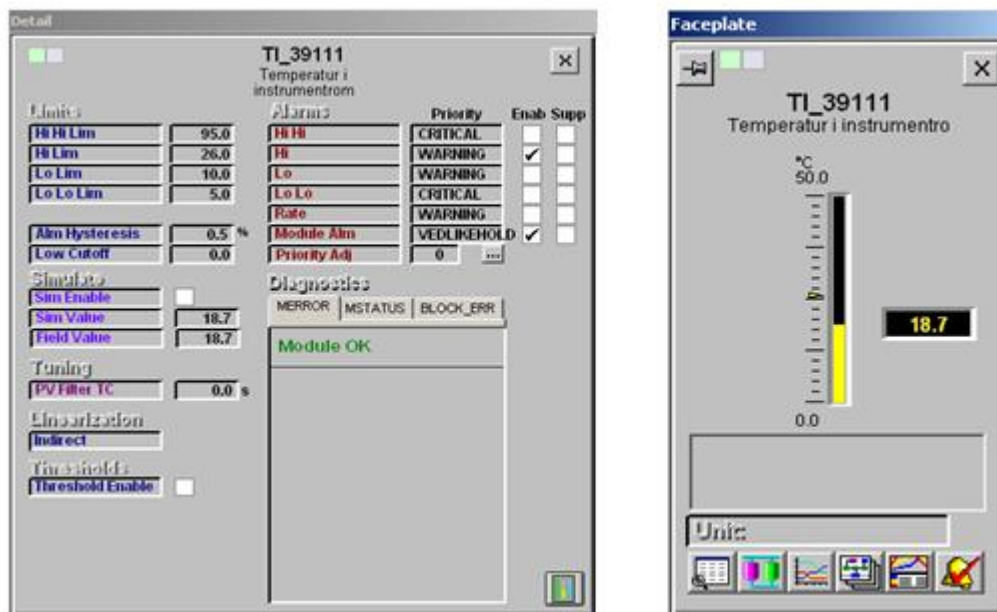
Figur 7-8 Konfigurering av skjermbilde.

Når skjermbilde var lagret, og ved å åpne DeltaV Operate Run kjøres programmet slik figur 7-9 viser.

TEMPERATUR OVERVÅKING			
TAG	Målt	ETG	ANM.
TI39114	19 °C	1	OPPREDNING
TI39111	18.7 °C	6	INSTRUMENTROM
TI39110	23.6 °C	6	INSTRUMENTROM
TI39112	19.8 °C	6	INSTRUMENTROM

Figur 7-9 Skjermbilde av temperatur overvåking i DeltaV Operate Run.

Med referanse til konfigureringsgrensene og –verdiene satt i funksjonsblokkene i kontrollmodulen, viser figur 7-10 disse parameterne om ønskelig i DeltaV Operate Run ved hjelp av et detaljvindu og faceplate. Hvis disse grenseverdiene overgås gis det varsel som i siste omgang må kvitteres for.



Figur 7-10 Skjermbilde av detaljvindu til venstre og faceplate til høyre.

## 8 OPPSUMMERING

På grunnlag av et forprosjekt i 5. semester har dette vært et hovedprosjekt utført i 6.semester. Problemstillingen og aktivitetsmålene for prosjektoppgaven har hatt utgangspunkt i prosjektbeskrivelsen og beskrevet i innledningen.

Det er gitt en presentasjon av anleggs- og nettverksbeskrivelsen i prosesshallen på HiT med programvare- og maskinvare-komponenter som har vært vesentlige for prosjektet. I tillegg er det gitt en generell teoretisk innføring i trådløs nettverksteknologi og hvilke hensyn det bør tas i forhold til trådløse nettverk.

For å klargjøre UBD-riggen for oppgradering og kjøring har det blitt gjort noen reparasjoner, bl.a. på diverse lekkasjer og ødelagte sensorer. Det har også blitt gjort en opprydning i krysskoblingsskap. To trådløse trykk- og to temperaturtransmittere donert fra Emerson Process Management, samt en ferdig montert gateway, har blitt konfigurert og integrert i prosesshallen som en del av den relative nye trådløse nettverksteknologien. Første gang trådløse transmitterne blir konfigurert til et nettverk må en felt-kommunikator benyttes ved å sette nettverks-ID for nettverket. Når dette er gjort finnes videre konfigureringsmuligheter i bl.a. gateways web-grensesnitt og AMS.

For enklest mulig måte å innhente data ble det investert i en oppgradering av DeltaV fra versjon 9.3 til versjon 11.3, hvilket vil gi direkte kommunikasjon fra gateway til DeltaV. I den anledning ble de trådløse komponentene endret fra å være endel av OPC nettverket til å inngå i primær-nettverket. Det viste seg senere, på grunn av gateways eldre utgave og kompatibilitet, at dette likevel ikke lot seg gjennomføre. Alternativet ble derfor å kommunisere via et Modbus-kort, lånt fra Yara, koblet på en carrier knyttet til DeltaV kontroller. Ved en mulig oppgradering av gateway er ikke Modbus-kortet nødvendig og tilkoblingen til primær-nettverket vil kunne gi direkte kommunikasjon til DeltaV. Etter oppgraderingen dukket det i tillegg opp problemer med OPC-kommunikasjonen og ”piping” i OPC DX-serveren, OPC Mirror. Etter å ha satt opp enkelte suksessfulle pipe-kanaler, har forbindelsen ved flere anledninger sluttet å fungere. Fra før har OPC-data vært laget i en modul og fungert bra. OPC-data i dette prosjektet ble etterhvert delt i forskjellige moduler og dette ser ut til å ha løst problemet.

Konfigureringen i DeltaV på HiT ble gjort ved å lage en kontrollstrategi i DeltaV Explorer, programmering av kontrollmodul i Control Studio, oppsett av datalink fra gateway til DeltaV via Modbus-kort, og tilslutt oppretting av skjermbilder i DeltaV Operate Configure. Programmet og all kommunikasjon fungerer godt og kjøres fra DeltaV Operate Run.

Det har blitt gjennomført seks forskjellige forsøk på UBD-riggen som tar for seg forskjellige endringer av henholdsvis trykk og temperatur. De trådløse transmitterne ble i utgangspunktet plassert på hensiktsmessige steder i nærheten av samsvarende lik trådbasert sensor, hvor det ble antatt at forskjellen i endringer var minst mulig. Målet med forsøkene var å teste ut korrelasjonen/samvariasjon og pålitelighet til de trådløse transmitterne i forhold til de trådbaserte sensorene. Grafene og de beregnede korrelasjonsverdiene for variabelparene viste seg å være svært gode. Det gir videre en indikasjon på en god samvariasjonen mellom de trådløse transmitterne og de trådbaserte sensorene.

Ved installasjon av webserver gis muligheten for tilgang til anleggets prosessbilder i sanntid ved hjelp av en nettleser. På DeltaV-lab har DeltaV Webserver blitt installert på en applikasjonsstasjon. Siden webserver-programvare og -lisens for dette prosjektet ble tilgjengelig på et sent tidspunkt har det ikke blitt tid til utdypende utforskning på dette området.

I 5.semester ble det inngått et samarbeidsprosjekt med Yara Porsgrunn og Goodtech som skulle gå parallelt med 5. semester forprosjekt, og hovedprosjektet som skulle utføres i 6. semester. Det

ble ønsket at det skulle bli installert trådløs HART-teknologi samt installeres to trådbaserte transmittere/sensorer for temperaturmåling i en av Yaras fullgjødsel fabrikker. Kunnskap og erfaring fra forberedelser på skolen skulle brukes til oppgaven. Hensikten var å overvåke temperaturer ved hjelp av de ulike transmitterne i forskjellige rom der utsatte kontrollere, og tilkoblet transmitter, var plassert. Siden gatewayen på Yara var av en nyere modell kunne det trådløse nettverket kobles direkte opp mot DeltaV, slik det var tiltenkt i prosesshall mht. oppgraderingen av DeltaV. Dette gjorde at videre konfigurasjon i DeltaV ble gjort på en effektiv og enklere måte, og som forklart i rapporten. Systemet for prosjektoppgaven hos Yara er testet og fungerer godt.

Det har vært, og oppstått, endel utfordringer gjennom dette prosjektet som har blitt løst på en god måte. Kunnskapen og resultatene som har blitt oppnådd har vært meget tilfredsstillende for alle involverte.

Med forslag til oppgaver som kan utføres ved senere prosjekt kan det nevnes:

- Oppgradere 1420 Smart Wireless Gateway til typen DeltaV Ready slik at kommunikasjon kan oppnås direkte fra gateway til DeltaV.
- Forbedre vannutløpet til UBD-riggen da slangen som er tilkoblet, ved kjøring og høyt trykk, forårsaker lekkasje.
- Utvikle og forbedre webserver mulighetene.

## REFERANSER

[1] <http://www.opcfoundation.org/>

[2] <http://hartcomm.org/>

[3] <http://www2.emersonprocess.com/>

[4] <http://no.wikipedia.org/wiki/Korrelasjon>

## **VEDLEGG**

### **Vedlegg A : Oppgavetekst**

### **Vedlegg B : Framdriftsplan**

### **Vedlegg C : Tegninger**

- Dimensjoner Rosemount 648 trådløs temperatur-transmitter
- Dimensjoner Rosemount 3051S trådløs trykk-transmitter
- Dimensjonstegning av 1420 trådløs gateway
- Teknisk flytskjema for Silo-rigg
- Teknisk flytskjema for UBD-rigg

### **Vedlegg D : Tagliste**

### **Vedlegg E : Veiledningsmanualer og spesifikasjoner**

- Modbus-kobling
- Konfigurering av 1420 trådløs gateway
- Montering av 1420 trådløs gateway
- Montering Rosemount 648 trådløs temperatur-transmitter
- Nettverkskonfigurering av transmittere
- Sensorkobling Rosemount 648 trådløs temperatur-transmitter
- OPC-Mirror konfigurering
- Spesifikasjoner 1420 trådløs gateway
- Spesifikasjoner Rosemount 648 trådløs temperatur-transmitter
- Spesifikasjoner Rosemount 3051S trådløs trykk-transmitter
- Verifisering av transmittere

### **Vedlegg F : Forsøksdata**