



**Høgskolen i Telemark**  
Avdeling for teknologiske fag  
Bachelorutdanningen

---

## **RAPPORT FRA 6. SEMESTERS PROSJEKT VÅREN 2011**

IA5506 6.semesters prosjekt

IA6-02-11

### **Ombygging av mobil flerfaserigg til stasjonær flerfaserigg**



**Avdeling for teknologiske fag**

Adresse: Pb 203, 3901 Porsgrunn, telefon 35 02 62 00, [www.hit.no/TF](http://www.hit.no/TF)

---

Bachelorutdanning - Masterutdanning – Ph.D. utdanning

Rev. 24. august 2009



**RAPPORT FRA 6. SEMESTERS PROSJEKT VÅREN 2011**

**Emne:** IA5506 6. semesters prosjekt

**Tittel:** Ombygging av mobil flerfaserigg til stasjonær flerfaserigg

**Prosjektgruppe:** IA6-02-11

**Tilgjengelighet:** Åpen

**Gruppedeltakere:**

*Per Knutsen*

*Jonathan S. Waatevik*

*Ken Thomas Christiansen*

*Marius B. Schümann*

*Khoa Ho*

**Hovedveileder:** *Hans-Petter Halvorsen* **Sensor:**

**Biveileder:** *Morten Pedersen* **Prosjektpartner:**

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

Bakgrunnen for prosjektet er et samarbeid mellom HiT, PVS avd. TAF og næringslivet. Rapporten tar for seg prosjekteringsfasen og ombyggingen av flerfaseriggen. Samtidig gir den en beskrivelse av samarbeidet med TAF. Hovedmålet med prosjektet er å bygge opp en operativ automatisert stasjonær flerfaserigg. For å nå denne målsettingen har prosjektet satt seg inn i olje/vann separeringsteknologi ved studie og bedriftsbesøk ved forskningscenteret til Statoil. Det er benyttet styringssystemet DeltaV for å kjøre flerfaseriggen. Prosjektet har vært en del av SMILE prosjektet, der formålet har vært å skape et nært samarbeid mellom høgskole, VGS og næringslivet. SMILE har gitt bistand på økonomi som har vært avgjørende for å kunne gjennomføre et slikt prosjekt. Samarbeidet mellom partene har vært utfordrende, lærerikt og spennende.



**Telemark University College**

**Faculty of Technology**

Bachelor of Science

---

**JOURNAL FROM 6 SEMESTER PROJECT SPRING 2011**

**Course:** *IA5506 6. semester project*

**Title:** Ombygging av mobil flerfaserigg til stasjonær flerfaserigg

**Project group:** *IA6-02-11*

**Availability:** *Open*

**Group participants:**

*Per Knutsen*

*Jonathan S. Waatevik*

*Ken Thomas Christiansen*

*Marius B. Schümann*

*Khoa Ho*

**Mentor:** *Hans-Petter Halvorsen* **Censor:**

**Assisting mentor:** *Morten Pedersen* **Project partner:**

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

The background for this project is a partnership between TUC, PVS TAF department and industries. This report provides a description of the cooperation with TAF. Simultaneously the report examines the engineering and the reconstruction of the multiphase rig. The main goal of this project is to build up an operative automated multiphase rig. To achieve this goal the project has put into oil/water separation by studying and visiting the research center at Statoil. The group members have also been learning DeltaV which is required to control the multiphase rig. The project has been part of the Smile project, where the goal is to create a close relationship between college, high school and industries. This has provided assistance on the economy that has been crucial in order to implement such a project. The cooperation between the participants have been both challenging, as well has educational and exciting.

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



Faculty of Technology

## FORORD

Denne rapporten tar for seg en 6. semesters hovedoppgave utført av fem studenter som studerer informatikk og automatisering ved Høgskolen i Telemark. Oppgaven er en videreføring av et forprosjekt utført i 5. semester. Som et resultat av dette prosjektarbeidet skal det stå en fullt operativ flerfaserigg i prosesshallen på PVS. Prosjektet er et samarbeid mellom studentene på høgskolen og elever ved PVS. Formålet med dette er å øke rekrutteringen til høyere utdanning og realfag. Denne rapporten er i hovedsak ment for studenter innenfor teknologiske fag og det kreves at leseren har forkunnskaper om prinsipper innenfor automatisering.

Vi vil gjerne få takke de ulike aktørene som har bidratt til å gjøre dette til en realitet:

- Eivind Fjelddalen - Utstyr
- Elever og lærere ved TAF – Montering
- Emerson Process Management ved Oddgeir Handeland og Kjetil Nilsen – DeltaV
- Grenland Group - Ramme til flerfaserigg
- Hans Ole Dyrseth - Ansvarlig fra PVS
- Høgskolen i Telemark - Finansiering
- Telemark fylkeskommune ved Torgeir Selle - Finansiering

Forsidebilde tatt i prosesshallen av Khoa Ho.

Hjemmeside: <http://tfweb.hit.no/2010/IA5-02-10/>

Dataverktøy som er blitt brukt:

- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Project 2007
- Microsoft Office Visio 2007
- DeltaV
- AutoCAD

Porsgrunn 26. 05. 2011

Per Knutsen

Khoa Ho

Marius B Schümann

Jonathan S Waatevik

Ken Thomas Christiansen

**NOMENKLATURLISTE**

DCS	-	Distibuted Control System
EMC	-	Elektrostatisk og elektromagnetisk skjermet kabel
HAZOP	-	Hazard Ond Operability Study
HiT	-	Høgskolen i Telemark
HMI	-	Human Machine Interface
IA	-	Informatikk og Automatisering
I/O	-	Input /Output
PLS	-	Programmerbar Logisk Styring
PVC	-	Poly Vinyl Chlorine
PVS	-	Porsgrunn Videregående Skole
SMILE	-	Skandinaviske Metoder for Innovativ Lærling
TAF	-	Teknisk Allmennfag
TUC	-	Telemark University College
VGS	-	Videregående Skole
WBS	-	Work Breakdown Structure

# INNHALDSFORTEGNELSE

<b>Forord</b> .....	<b>2</b>
<b>Nomenklaturliste</b> .....	<b>3</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Samarbeid med TAF</b> .....	<b>7</b>
2.1 Samarbeidet.....	7
<b>3 Prosjektprosessen</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Olje-vann separasjon</b> .....	<b>11</b>
4.1 Slugging.....	12
4.2 Flerfasestrøm.....	13
<b>5 Funksjonsbeskrivelse</b> .....	<b>14</b>
5.1 Ventiler .....	14
5.2 Pumper.....	15
5.3 Tankene.....	16
5.4 Separatorene.....	16
5.5 Rørsystemet .....	16
<b>6 Instrumentering</b> .....	<b>17</b>
6.1 Førstetrinnsseparator .....	17
6.2 Andretrinnsseparator .....	17
6.3 Nivåvakter tanker .....	18
6.3.1 Vibrasjonsgaffler .....	18
6.3.2 Flottører .....	18
6.4 Væskestrøm .....	19
<b>7 DeltaV</b> .....	<b>20</b>
7.1 Historie.....	20
7.2 Bruksområder .....	20
7.3 Maskinvare .....	21
7.4 Programvare.....	22
7.5 Opplæring .....	22
7.6 DeltaV Explorer .....	22
7.7 DeltaV Operate.....	24
7.8 DeltaV Control Studio .....	26
7.9 Innstilling av regulator .....	27
<b>8 Det elektriske på anlegget</b> .....	<b>29</b>
8.1 Forsyning, sikring og forbruk .....	29
8.2 DeltaV-skap .....	31

---

8.3 Koblingsskap .....	32
8.4 Rigg .....	33
<b>9 Rammer og festeanordninger.....</b>	<b>35</b>
<b>10 Byggeprosess.....</b>	<b>38</b>
10.1 HMS og sikkerhet.....	39
10.2 Finansiering .....	40
<b>11 Prosedyrer for oppstart, drift, nedkjøring og oppbevaring.....</b>	<b>41</b>
11.1 Oppstart .....	41
11.2 Drift .....	41
11.3 Nedkjøring .....	42
11.4 Oppbevaring .....	43
<b>12 Testing .....</b>	<b>44</b>
<b>13 Forhold som bør utbedres .....</b>	<b>45</b>
13.1 Rekalibrering av DPceller .....	45
13.2 Bytte ut sikringer.....	45
13.3 Sikkerhetsbøyle/festeannordning til motor-ramme .....	45
13.4 Utføre flere tester .....	45
13.5 Gjøre koblingsskapet ryddigere .....	45
13.6 Flytte nødstopknapp .....	45
13.7 Magnetventil med større kapasitet .....	45
<b>14 Konklusjon.....</b>	<b>46</b>
<b>Referanser.....</b>	<b>47</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>50</b>

# 1 INNLEDNING

Høsten 2010 ble det påbegynt et prosjekt som går ut på å bygge om en mobil flerfaserigg til stasjonær i prosesshallen på PVS. Prosjektet er utført i samarbeid mellom HiT og TAF.

Flerfaseriggen var montert på en båthenger og ble brukt til å markedsføre teknisk utdanning. Det nye anlegget skal brukes til undervisningsformål og videre forskning på olje-vann separasjon. I forbindelse med prosjektarbeidet er det satt opp et distribuert kontrollsystem i DeltaV. Prosjektet har gått over to semestre, 5. semester og 6. semester. Første del av prosjektet gikk ut på å prosjektere anlegget, mens hovedprosjektdelen (6. semester) har bestått i å bygge opp det nye anlegget.

Følgende målsettinger er definert for 6. semester:

- Ferdig montert flerfaserigg.
- Oppkoblet elektrisk anlegg med DeltaV.
- Ferdig utviklet brukergrensesnitt for anlegget i DeltaV.
- Utvikle sikkerheten som skal ivareta anlegget.
- Utvikle en enkel brukerveiledning for anlegget.
- Overholde budsjettet på 128 000,- som er satt av til prosjektet.

Sluttproduktet skal være en operativ automatisert stasjonær flerfaserigg

For å nå målene må prosjektet:

- Ivareta det gode samarbeidet med TAF, fylkeskommunen, Emerson og Grenland Group.
- Ta i bruk kompetansen som ble tilegnet under kursing av Emerson.
- Anvende relevant prosjektmetodikk og tidligere erfaringer for å sikre god styring av prosjektet.
- Utvikle elektriske tegninger.

Hovedaktivitetene for IA-delen i 6. semester har vært å utvikle elektriske tegninger, prosjektere, modellere og programmere styringssystemet for flerfaseriggen. Samt å bygge et operativt anlegg hvor sikkerheten er ivaretatt. Oppbyggingen av flerfaseriggen har foregått i et samarbeid mellom TAF-elevne og IA-studentene.



## 2 SAMARBEID MED TAF

Dette kapittelet er basert på referanse [1].

Teknisk allmenne fag(TAF) er en studieretning der elevene oppnår dobbel kvalifikasjon: Både fagbrev og spesiell studiekompetanse med fordypning i matte og fysikk. TAF kan tilby utdanning innen industriteknikk, kjemi- og prosessfag. Studiet tar fire år og under utdanningen er elevene utplassert deler av uken hos bedrifter der samarbeidet med næringslivet er svært tett. Etter fire år på TAF har elevene kompetansegrunnlag som gir mulighet til å søke videre til høyere utdanning.

### 2.1 Samarbeidet

Høsten 2010 valgte IA-studentene prosjektoppgave som inneholdt ombygging av mobil til stasjonær flerfaserigg. Oppgaven skulle gjennomføres med Porsgrunn VGS avdeling TAF. Studentene som valgte denne oppgaven hadde liten forkunnskap innen olje-vann separering. Det ble derfor arrangert bedriftsbesøk ved forskningssenteret til Statoil på Herøya (Figur 2-1). Driftsleder Dag Thygesen ga en omvisning på området samt en kort innføring i oljeseparasjon.

Et av hovedmålene for dette prosjektet er å få til et nært samarbeid mellom HiT og TAF. Dette er oppnådd ved praktisk arbeid, møter og bedriftsbesøk. I tillegg er samarbeidet med på å øke interessen for høyere utdanning. Elevene har fått innblikk i hvordan prosjektarbeid foregår og arbeidsoppgavene var relevante for deres slutteksamen.

Demonteringen av den mobile flerfaseriggen ble utført i et samarbeid mellom studentene og elevene. Flyttingen og monteringen av den nye flerfaseriggen ble påbegynt januar 2011. Mer om byggeprosessen kan sees i kapittel 10.

Før monteringen kunne påbegynnes måtte nye deler til den stasjonære flerfaseriggen produseres og bestilles. Etter planlegging og utforming av tegningene (kapittel 9) for deler til support, ble disse lagt fram for elevene. Elevene vurderte ut ifra arbeidsoppgavene hva de kunne produsere hos bedriftene. Delene består av ramme til tankene og andretrinnseparator, en festeskinne og to festebraketter. Tegningene ble positivt tatt i mot og arbeidsoppgavene ble fordelt. Etter samtale med arbeidsgiver ble produksjonen av delene igangsatt av elevene. Samarbeidet er blitt dokumentert i form av logger og bilder fra bedriftsbesøk, møter og praktisk arbeid. IA studentene hadde liten erfaring innen mekanisk arbeid, derfor har dette vært en utfordring. Siden dette har vært en stor del av oppgaven og elevene har forskjellige kompetanseområder, har samarbeidet med TAF-mekanisk vært avgjørende for å gjennomføre prosjektet. Gruppen har hatt en positiv holdning gjennom hele samarbeidet og det har vært både utviklende og lærerikt for begge parter.



*Figur 2-1 Omvisning på forskningscenteret til Statoil ved Dag Thygesen*

### 3 PROSJEKTPROSESSEN

Bakgrunnen for valget av prosjektoppgaven var interesse for olje-vann separasjonsteknologi og ønsket kunnskap om styresystemet DeltaV.

Det ble raskt avtalt et møte mellom studentene og samarbeidspartner TAF. På møte ble ønsker og planer om samarbeidet diskutert. I startfasen av prosjektet gikk arbeidstiden ut på møter hvor det ble diskutert hvordan samarbeidet skulle foregå og hvilke roller de enkelte på PVS og studentene ved HiT skulle ha. Studentene tok hovedansvaret for prosjektgjennomførelsen som i hovedsak innebar; prosjektering, planlegging, dokumentasjon og rapport. Det ble lagt fokus på samarbeidet noe som var viktig for begge parter. Under gjennomførelsen av prosjektet var dette metodikken som var benyttet:

- Studentene utarbeider forslag til tegninger, utstyr og leverandører.
- Forslagene blir lagt frem i møter med representantene fra PVS hvor de blir diskutert.
- Under møtene er det lagt vekt på at alle skal bli hørt og være en del av prosjektteamet.
- Deretter blir plan for gjennomføring av forslag diskutert og avtalt.

Under oppbyggingen av flerfaseriggen var samarbeidet nært da både studentgruppen og TAF elevene jobbet sammen i grupper, dette var viktig for prosjektgjennomførelsen.

Når det gjaldt forståelsen av prosjektoppgaven fremkom det en del uklare elementer. Dette var knyttet til:

- Plassering av stasjonær flerfaserigg.
- Plassering av demonterte deler.
- Kursing/bruk av styresystemet DeltaV.
- Tilgang til prosesshallen på PVS.
- Finansiering.
- Hovedansvar/roller i prosjektet.

Nevnte punkter ble følgelig diskutert. For studentgruppen var de viktigste punktene:

- Opplæring/kursing med Emerson i styresystemet DeltaV; meget relevant innen IA emnet.
- Tilgang til prosjektpenger; utstyr som må kjøpes inn kan anskaffes raskt.
- Egne nøkler og parkeringsbevis til prosesshallen.

Kursing i DeltaV var punktet hvor det var mest uenighet. Noen av problemstillingene var; Hvem skal betale kursing? Hvorfor benytte Emerson når andre er noe rimeligere? Hvorfor benytte DeltaV når studentene har erfaring med styresystemet PLS?

Dette var problemstillinger studentene ikke hadde regnet med det skulle bli problemer, siden DeltaV var bestemt som styringssystem i oppgaven. Dette var en tøff og krevende periode for hele prosjektet.

Siden DeltaV var en av hovedgrunnene til at oppgaven ble valgt, var kursing og bruk av DeltaV ett krav fra studentene for at prosjektet skulle gjennomføres.

Studentgruppen sendte mail til Emerson hvor oppgaven ble nevnt og muligheter for en opplærling hos dem. Det ble avtalt et møte der oppgaven og målene for opplærling ble lagt frem. Emerson var positiv til prosjektet og kom med et tilbud på opplæring med en senioringeniør innen DeltaV i Porsgrunn. Tilbudet ble lagt frem for PVS og HiT. Etter diskusjon, betenkningstid og argumenter fra studentene ble tilbudet akseptert.

Erfaringen med kursingen er meget positiv, hovedgrunnene er:

- Kursingen ble industrirettet.
- Emerson var meget fleksible når det gjaldt veiledning.
- Samarbeid med en meget stor bedrift innen IA emnet.
- Bestilling av hardware gikk gjennom Emerson.

Viktige erfaringer og ta med videre er:

- Prosessen i en hver avgjørelse er mer tidskrevende i ett tverrfaglig prosjekt som dette. Det er flere parter å forholde seg til, hvor alle har forskjellige krav.
- God planlegging er viktig for gjennomførelsen; bestillinger må gjøres tidlig.
- Lærerikt å jobbe i tverrfaglig prosjekt.
- Samarbeidet var nødvendig for gjennomførelsen av prosjektet. TAF elevene har vist initiativ, vært lærevillige og bidratt med kunnskap/erfaring fra sine arbeidsplasser.
- Elevene har fått innblikk i prosjektgjennomførelse ved ingeniørutdanning på HiT.

Fremtidige samarbeid mellom PVS og HiT er allerede planlagt.

## 4 OLJE-VANN SEPARASJON

Dette kapittelet er basert på referansene [2].

I en olje-vann blanding er trefase separering mest brukt (olje, vann, gass). Oljeseparasjonen foregår vanligvis i to separasjonstrinn, men enkelte prosessanlegg kan ha tre trinn. I dag bygges det også brønnhodeplattformer som kun inneholder ett trinn hvor hoveddelen av vannet skilles ut. Etter separasjon transporteres brønnstrømmen til land eller til en annen plattform for sluttseparering. Sluttsepareringsdelen består vanligvis av:

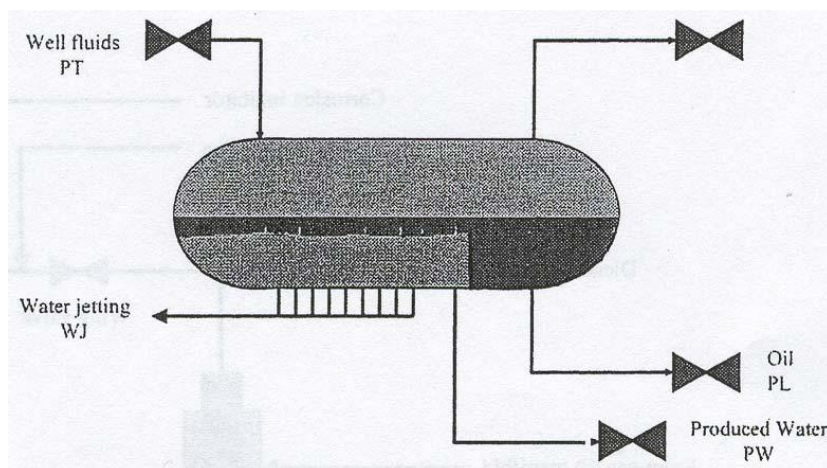
- Innløps kjølere (råolje)
- Separator(er)
- Kontrollventiler
- Rørsystem

Olje og vann separeres ut i to ulike kammer i separatoren, mens gassen skilles ut på toppen. Faste partikler vil skilles ut i bunnen av separatoren og må fjernes ved hjelp av høytrykksspyling (jetting).

Nødvendig oppholdstid i tanken er i området 3-6 min for å skille fasene på en effektiv måte. Separert olje pumpes vanligvis over i 2.trinns separatoren for videre separasjon. Følgende vanninnhold i oljen er vanlig:

- Etter 1. trinns separator: 5-10 %
- Etter 2. trinns separator: < 2 %

Figur 4-1 viser en skisse av en separator med angivelse av prosesstrøm inn (flerfase hydrokarbon) og prosesstrøm ut (separate linjer for olje, gass og produsert vann) i tillegg til linjene fra vann jettingen.



Figur 4-1 Skisse av en olje-vann separator.

Blant noen separasjonstyper finner vi

- Gravitasjons-separasjon
- Koalesens-separasjon (koalescens)
- Sentrifugale krefter

Litt om hvordan disse typene fungerer:

- Gravitasjons-separasjon: Her brukes tyngdekraften som den dominerende kraften for å separere olje og vann. Separasjonen skjer ved at olje-vann blandingen blir ristet eller rørt slik at den tyngste fasen(vann) synker til bunn. Oljen kan da skilles ut på toppen.
- Koalesens-separasjon: Her passerer olje-vann gjennom et koalecener mediet. I dette mediet blir diameteren til oljedråpene økt ved at de klumper seg sammen, og på denne måten øker stigningshastigheten av oljedråpene i vannet. I neste fase blir oljen da presset opp og vannet presset ned. Dette skjer på grunn av forskjellen i vekt mellom olje og vann.
- Sentrifugale krefter: Olje-vann pumpes inn i en kjegleformet separator. I kjeglen skapes en sentrifugalkraft ved at kjeglen spinner rundt som en virvel. Disse sentrifugale kreftene skiller vann og olje ved at den tyngste fasen (vann) flyttes til utsiden, mens den letteste (olje) går mot sentrum av kjeglen.

## 4.1 Slugging

Dette kapittelet er basert på referansene [3]

Når olje pumpes opp fra en brønn kan man få ujevn strømming, væskeslugger og gassbobler, dette kalles slugging (Figur 4-2). Disse pulsasjonene i væske og gasstrømmen forplanter seg direkte ved variasjoner i nivå og trykk i 1.trinn separator. Vi kan skille mellom to typer slugging, små og store. Små slugger (hydrodynamiske) dannes ved at bølger slår opp i taket på røret slik at væsken blokkerer røret og bølgene slår seg sammen. Disse har varighet fra 1 til 5 minutter og trigger også til store slugger. Store slugger (riserslugging) oppstår ved store trykkvariasjoner og ofte i slutten av feltets levetid. Store slugger kan vare opptil 180 minutter. Ulemper med slugging:

- Nivåsvingninger, dårlig separasjon
- Trykkstøt, vibrasjoner og utmatting av utstyr
- Ujevn forholdsmåling



Figur 4-2 Tverrsnitt av strømningsrør med slugging.

Med dagens teknologi er det komplisert å eliminere selve sluggingen, så man må heller forsøke å redusere problemene det gir. Dette kan gjøres ved:

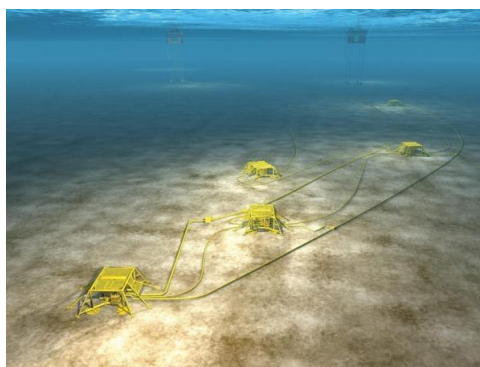
- Øke prosesskapasitet for eksempel størrelse på 1.trinn separator (kostbart)
- Øke hastighetene ved lavere rørdiameter
- Forandre driftsbetingelser i rørledningen, for eksempel, trykk/forhold
- Slug Catcher, mottaksanlegg for væskeplugg

## 4.2 Flerfasestrøm

Dette kapitlet er basert på referansene [6]

Flerfasestrøm vil si at gasser, væsker og eller faste partikler som strømmer sammen i en blanding, uten å løse seg helt opp i hverandre. En slik strømning forekommer nesten overalt. I dette prosjektet blir vann og olje (exsol D60) blandet sammen, såkalt tofasestrømning.

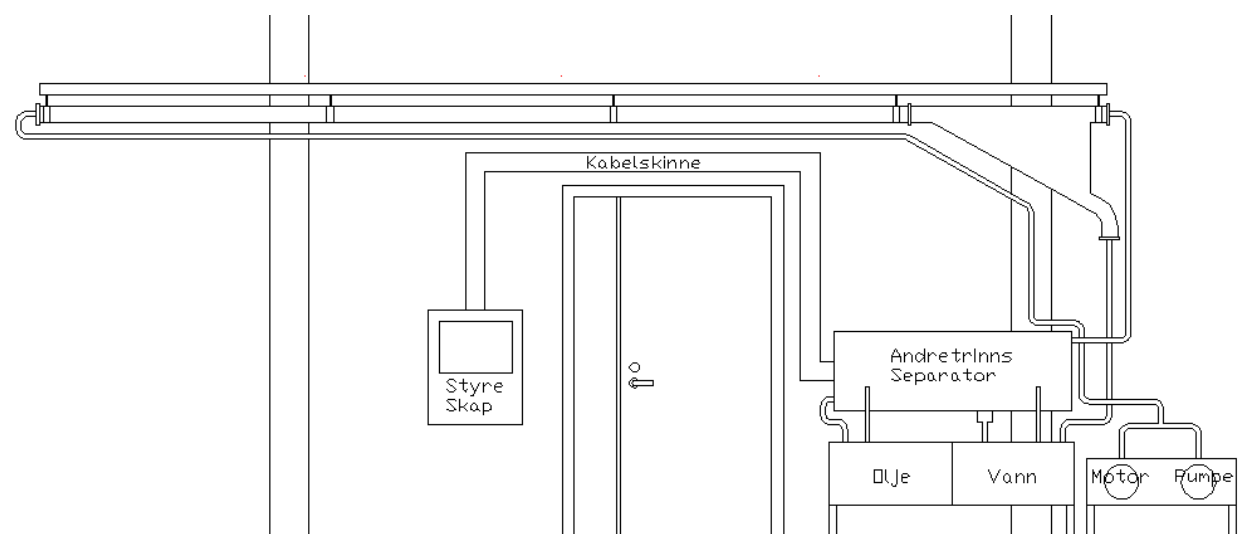
Ved utvinning og transport av olje, gass og vann fra reservoarene, gjennom brønner og rørledninger til prosessfasiliteter, får man flerfasestrøm i brønner og rørledninger. Man har tofasestrøm når det er to faser som transporteres sammen i en blanding og trefasestrømning når tre faser strømmer sammen. Eksempel på trefasestrømning (Figur 4-3) er olje, gass og vann som strømmer sammen.



Figur 4-3 Flerfasestrømning på havbunnen. Eksempel på havbunnsramme (templates) med rørledninger (olje/vann/gass).

## 5 FUNKSJONSBESKRIVELSE

Riggen består av to tanker. Ut av disse pumpes vann og olje separat. Deretter føres væskene sammen i et T-stykke (Figur 5-1). Forholdet mellom de to væskene bestemmes i DeltaV-programmet. Væskestrømmen går så inn i separeringsrøret. Underveis i det 8 meter lange separeringsrøret skiller vannet og oljen lag. I enden av røret blir olje ført via en reguleringsventil tilbake til oljetanken. Vannet blir ledet via en reguleringsventil videre til andretrinnsseparatoren. Andretrinnsseparatoren er en tradisjonell horisontalseparator, her separeres resterende olje fra vannet. Vann og olje ledes derfra separat tilbake til tankene for olje og vann (Figur -5-2). Systemet er også utlignet mot atmosfærisk trykk.



Figur 5-1 Prinsippskisse av flerfaseriggen

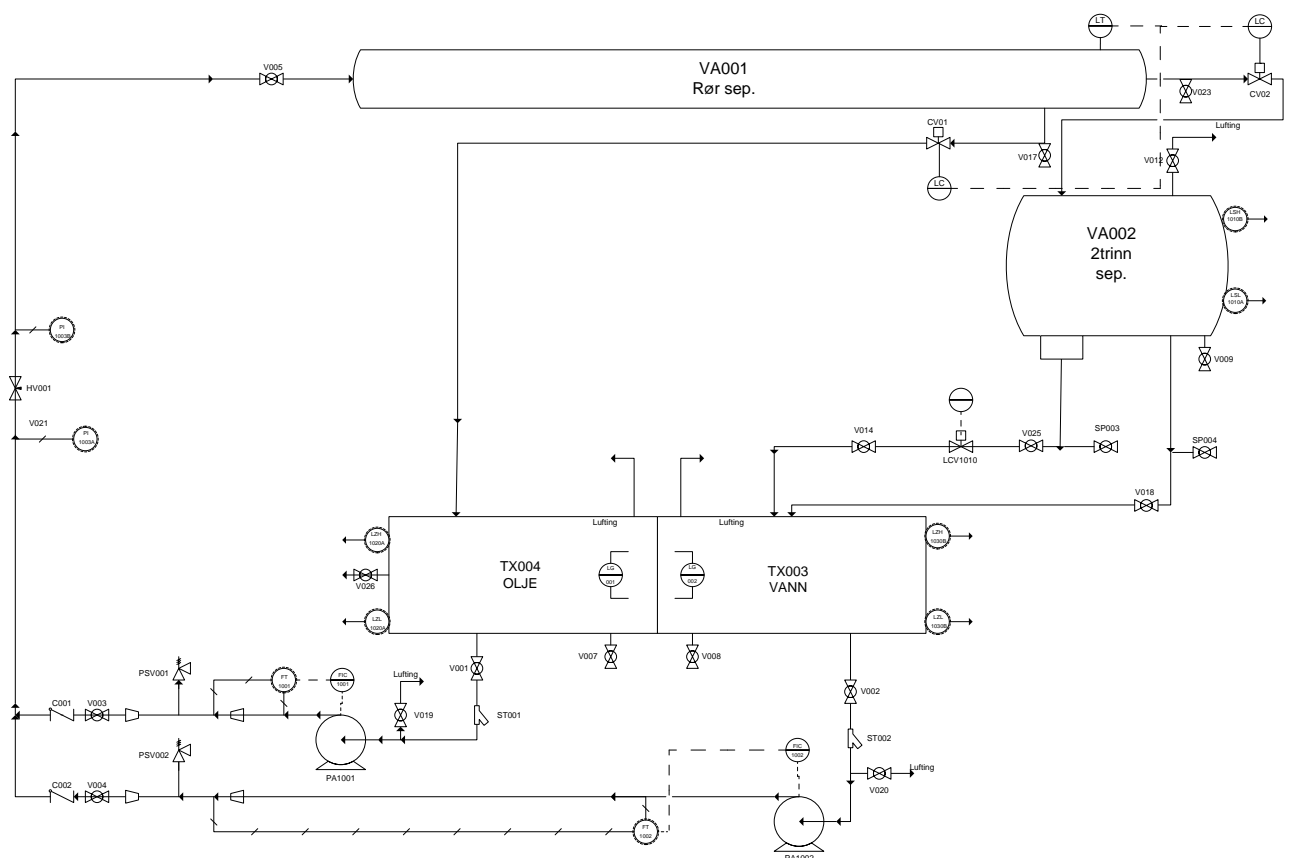
### 5.1 Ventiler

Fra utløpet i førstetrinnsseparatoren var det på den mobile riggen montert overløp. I den stasjonære riggen er dette erstattet med to reguleringsventiler (CV01 og CV02). Disse ventilene vil regulere nivået på grensesjiktet mellom olje og vann ved hjelp av flottøren i utløpet. Reguleringsventilene er pneumatiske. Lufttrykket blir styrt av et strømsignal som ligger mellom 4-20mA. Dette signalet kommer fra et analog ut DeltaV kort. På vannutløpet i andretrinnsseparatoren er det også montert en magnetventil. Dette er en av/på ventil som er koblet til et digitalt inngangskort på DeltaV. Olje-vann blanding pumpes gjennom en blandeventil. I tillegg er det montert en rekke manuelle kuleventiler til avtapping, lufting og prøvetakning.



## 5.2 Pumper

For å få til en olje-vann blanding må oljen og vannet pumpes opp fra tankene og deretter føres sammen i et T-stykke. I denne riggen er det brukt to identiske lobepumper (PA1001 og PA1002) som drives av hver sin motor (M1 og M2). Disse motorene yter hver for seg 2,2kW ved en frekvens på 50Hz. Pumpene er laget i syrefast materiale. Regulering av volumstrøm skjer ved å regulere turtallet på pumpene. Motorene styres av hver sin frekvensomformer (C1 og C2) som har innebygget motorvern som slår inn ved overstrøm på en av fasene.



Figur -5-2 Teknisk flytskjema for flerfaseriggen

### 5.3 Tankene

Tanken (TX003 og TX004) er delt i to ved hjelp av en skillevegg. Den ene tanken inneholder olje og den andre vann. I tankene er det montert sensorer som skal indikere lavt(LZL 1030B, LZL 1020A) og høyt nivå (LZH 1020A, LZH 1030B). Tankene er av syrefast stål for å hindre korrosjon. De er også utstyrt med manuelle avtappingsventiler og mulighet for visuell inspeksjon.

### 5.4 Separatorene

I denne flerfaseriggen er det to separasjonstrinn. Det første trinnet (VA001) er der hovedsepareringen skjer. Dette røret er 7 meter langt og bidrar til en lang oppholdstid for olje-vann blandingen. Dette er nødvendig for å kunne skille fasene på en best mulig måte. Oppholdstiden er avhengig av stige- og synkehastighetene til olje- og vannråpene. Ved for kort oppholdstid vil ikke de minste dråpene rekke å skille seg og separasjonen blir mislykket. Fra det første trinnet går resterende vann-olje blanding videre til trinn to (VA002). Her vil mesteparten av det resterende oljeinnholdet bli fjernet fra vann.

### 5.5 Rørsystemet

På grunn av ny utseende på riggen, må rørsystemet designes på nytt. I tillegg til rør som vi hadde fra før, ble det kjøpt inn en del nye rør, muffe og klammer. Alle delene er deretter tilpasset den nye utseende. Rørene er limt for å tåle trykk, rørene som er benyttet er godkjent for trykk opp til 16 bar. PVC materialet i rørene gjør at de har lang levetid samt at de er motstandsdyktige mot bensin, olje og fett.

## 6 INSTRUMENTERING

For styre prosessen på en kontrollert måte, er det nødvendig med gode instrumenter i felt. Det er viktig at operatøren får riktig tilbakemeldinger til riktig tid og at aktuatorene gjør det de skal.

### 6.1 Førstetrinnsseparator

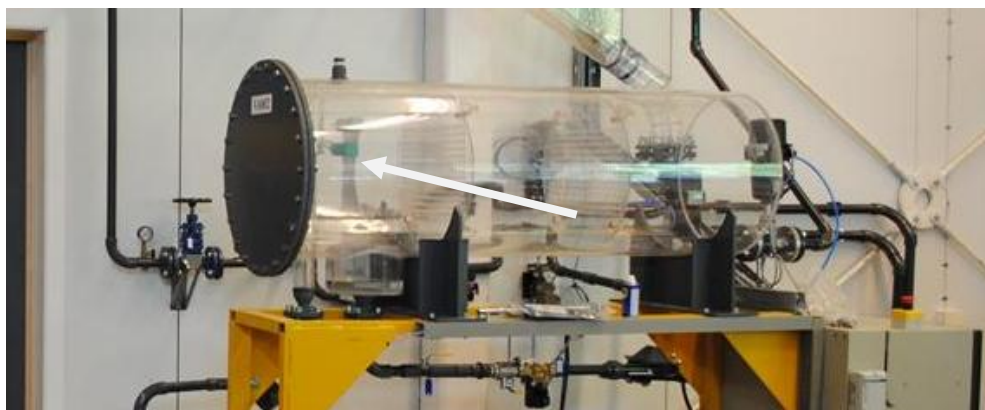
I både første- og andretrinnsseparatoren er det instrumenter som holder rede på nivået. I førstetrinnsseparatoren er det en dynamisk nivåtransmitter (LT01) (Figur 6-1) som kontinuerlig måler nivået på faseskille mellom olje og vann. Det er dette nivået som bestemmer åpningen på reguleringsventilene (CV01, CV02). Denne transmitteren er en flottør som på grunn av tettheten bare flyter på vannet.



Figur 6-1 Førstetrinnsseparator med utløp og nivåtransmitter i enden.

### 6.2 Andretrinnsseparator

I andretrinnsseparatoren er det nivåvakter (LSH 1010B, LSL 1010A) (Figur 6-2) som skal sørge for at faseskille mellom olje og vann holder seg innenfor gitte grenseverdier. Avstanden mellom øvre og nedre grense er 8 cm. Det er viktig at grensesjiktet holder seg stabilt for å hindre vann i oljeutløpet eller olje i vannutløpet. Nivåvaktene er av typen kapasitive sensorer som detekterer for vann og ikke olje. Avhengig av hvilke sensorer som detekterer for vann, kan man vite om nivået er utenfor eller innenfor gitte grenseverdier. Ved optimalt faseskille skal den nederste sensoren detektere for vann, men ikke den øverste. Da ligger faseskillet innenfor gitte grenseverdier. Hvis nivået blir for høyt vil magnetventilen (LCV1010) på vannutløpet åpne. Hvis nivået blir for lavt vil magnetventilen stenge.



Figur 6-2 Andretrinnsseparator med nivåvakter

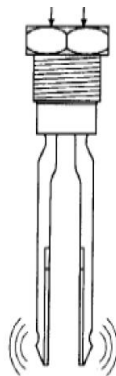
## 6.3 Nivåvakter tanker

I tankene er det nivåvakter for høyt og lavt nivå. For høyt nivå er det brukt vibrasjonsgaffler og for lavt nivå er det brukt flottører.

### 6.3.1 Vibrasjonsgaffler

Dette kapitlet er basert på referansene [5].

Vibrasjonsgafflene (LZH 1020A og LZH 1030B) vil i luft vibrerer fritt med en kjent frekvens (Figur 6-3). Når væsken treffer gaffelen vil vibrasjonene dempes slik at den kjente resonansfrekvensen endres. Det er deretter en elektronikkenhet som registrerer endringen og skifter status på utgangssignalet.

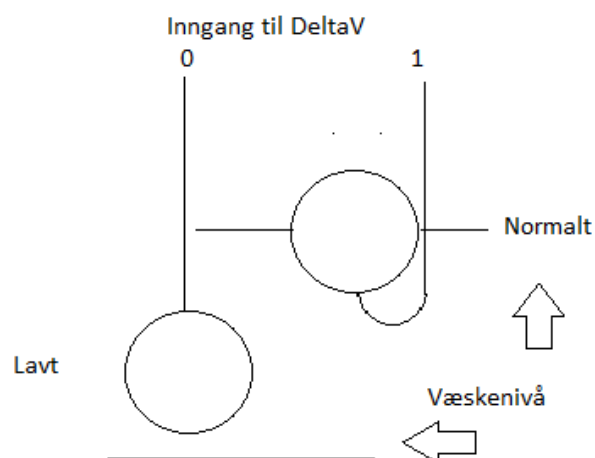


Figur 6-3 Skisse av vibrasjonsgaffel

### 6.3.2 Flottører

Dette kapitlet er basert på referansene [6].

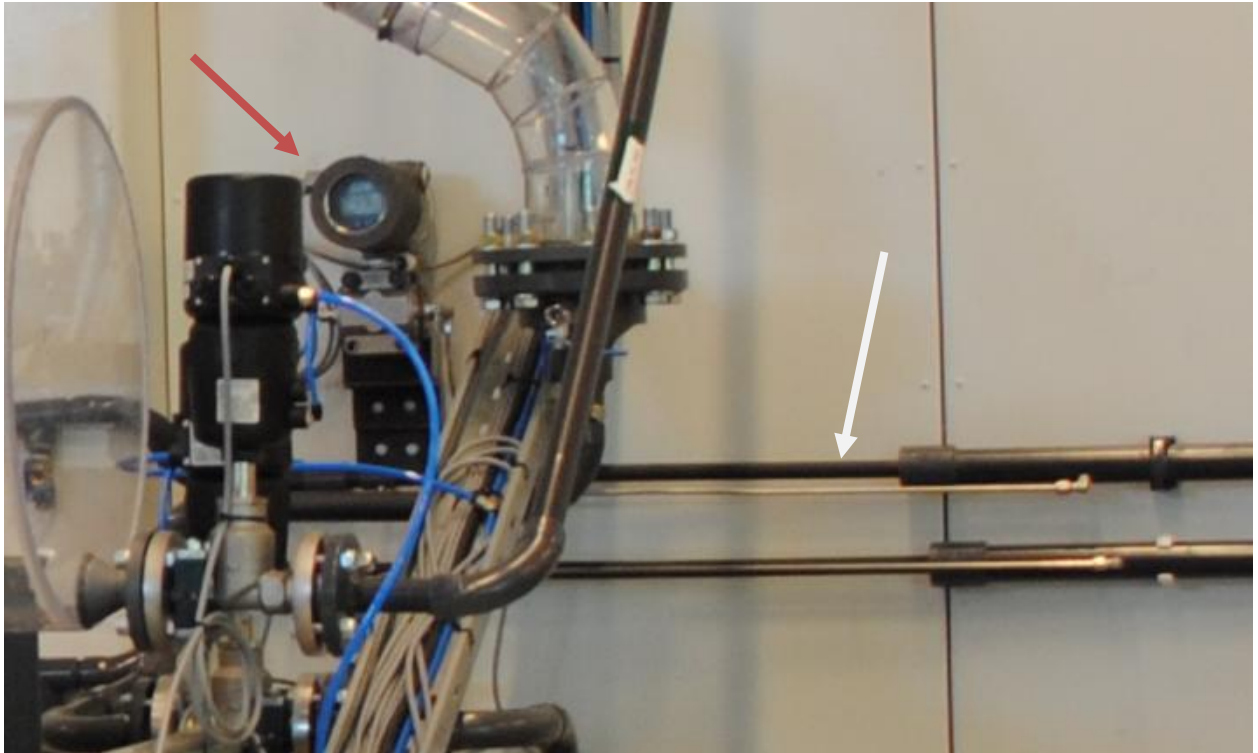
Flottørene (LZL 1020A og LZL 1030B) flyter på væsken og vil bevege seg opp og ned avhengig av nivået (Figur 6-4). Bryteren blir slått av og på avhengig av retningen til flottøren.



Figur 6-4 Skissert virkemåten til en flottør

## 6.4 Væskestrøm

For å måle væskestrømmen ut fra reservoartankene er det brukt trykktransmittere (DP-celler) (FT1001, FT1002) (Figur 6-5). Disse er plassert rett etter utløpet for vann og olje. Man oppnår differansetrykk ved hjelp av en innsnevring som DP-cellene kan utnytte og deretter vise væskestrømmen.



*Figur 6-5 Innsnevring(Hvit pil) før DP-celle(rød pil) med display på flerfaseriggen*

## 7 DELTAV

De fire første underkapitelene tar for seg historie, bruksområder, maskinvare og programvare. Underkapittel fem tar for seg valg av løsning relatert til opplæring. Samtidig går de fire siste underkapitlene inn på DeltaV i dette prosjektet. Her blir bilder fra programkode og skjermbilde representert og forklart.

### 7.1 Historie

Dette kapitlet er basert på referansene [7]

DeltaV er et distribuert kontrollsystem (DCS) utviklet av Emerson Process Management. Systemet kom på markedet i 1996. Kontrollsystemet bruker standard PC maskinvare for å lage brukergrensesnitt, sammen med lisensbeskyttede regulatorer og I/O moduler til å styre mange reguleringssløyfer ved hjelp av ett stort system. Maskinvaren som er distribuert rundt om i fabrikken kan kobles til en PC via en digital datalink.

DeltaV kom på markedet for å utvikle styringssystemer som kunne integreres med datidens standard. Navnet DeltaV kommer fra det matematiske uttrykket  $dV/dt$ . Det er den deriverte av farten  $v$ , med hensyn på tiden  $t$ , altså akselerasjon. Med dette ville Emerson at hensikten til DeltaV-systemet skulle bli å akselerere planlegging, installasjon, opplæring, operasjon og vedlikehold av styringssystemer.

### 7.2 Bruksområder

Dette kapitlet er basert på referansene [7]

Et typisk bruksområde for DeltaV-systemet er i prosesser der to eller flere prosesstrømmer blandes og må reguleres med hensyn på ulike parametere. Systemet kan også brukes til å behandle digitale signaler fra eksempelvis brytere og relèer. Raffinerier (Figur 7-1), kjemiske fabrikker, gruver og papirmøller kan være eksempler på steder som implementerer DeltaV-systemet. Eldre fabrikker implementerer ofte systemet for å få en strengere kontroll, øke kapasiteten og forbedre kvaliteten.



Figur 7-1 Bruksområde, raffineri.

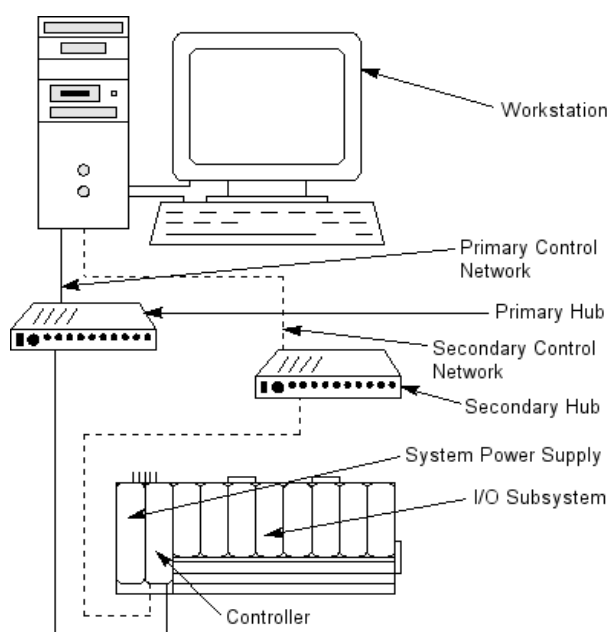
### 7.3 Maskinvare

Dette kapitlet er basert på referansene [7] og [8]

Maskinvaren består av en eller flere DeltaV arbeidsstasjoner, kontrollnettverk for kommunikasjon (ofte redundant), strømforsyninger, en eller flere DeltaV kontrollere (ofte redundant) og minst ett I/O subsystem per kontroller. I/O subsystemene behandler informasjon fra instrumentene. Kontrolleren utfører lokal regulering og administrerer data og kommunikasjon mellom I/O subsystemet og kontrollnettverket. (Figur 7-2)

Maskinvaren er lisensbeskyttet og kan ikke tas i bruk uten tilhørende lisensnøkler. Lisens for operasjon av styresystemet er uavhengig av maskinvaren og kjøpes separat.

Redundans brukes ofte i systemer som krever en viss pålitelighet, det vil si bruk av flere komponenter som jobber parallelt som hindrer at hele systemet går ned hvis en komponent feiler. Hvis man bruker redundant maskinvare vil det i tillegg være mulig og oppdatere programvare versjon samtidig som systemet går som normalt.



Figur 7-2 Prinsippkisse for maskinvare til et DeltaV system.

## 7.4 Programvare

Programvaren inkluderer et bredt spekter av applikasjoner som hjelper brukeren til å styre og optimalisere en prosess. De vanligste applikasjonene som en operatør bruker er DeltaV Operate, Batch Operator Interface, Batch History View, Process History View og Diagnostics.

For å ta i bruk programvaren er det også visse krav til lisenser. Ifølge Emerson er det mulig å lage et komplett DeltaV system uten å bruke Emersons egen maskinvare. Derfor er det viktig å sørge for at programvaren blir betalt for.

## 7.5 Opplæring

For at overgangen fra Siemens PLS til DeltaV skulle la seg gjøre var det nødvendig med opplæring. Blant flere muligheter endte prosjektgruppen opp med en avtale med Emerson. Denne avtalen innebar kursing i Porsgrunn med overkommelige betingelser og priser. Alternativene var å reise på Emersons offisielle kurs i Karlstad eller bruke en av PVS' kontakter. Kurset i Karlstad ville blitt veldig dyrt og det ville ikke vært muligheten til å be om videre veiledning. I tillegg vil et kurs i Porsgrunn kunne vinkles mer mot prosjektmålene og opplæringen vil være i henhold til prosjektets behov. Den andre muligheten var å bruke en av PVS' kontakter. Dette ville blitt en rimeligere løsning enn Karlstad, men satt opp mot tilbudet Emerson leverte var det mer å hente der. I tillegg var det ganske sikkert at Emerson uansett på et eller annet tidspunkt måtte kobles inn.

## 7.6 DeltaV Explorer

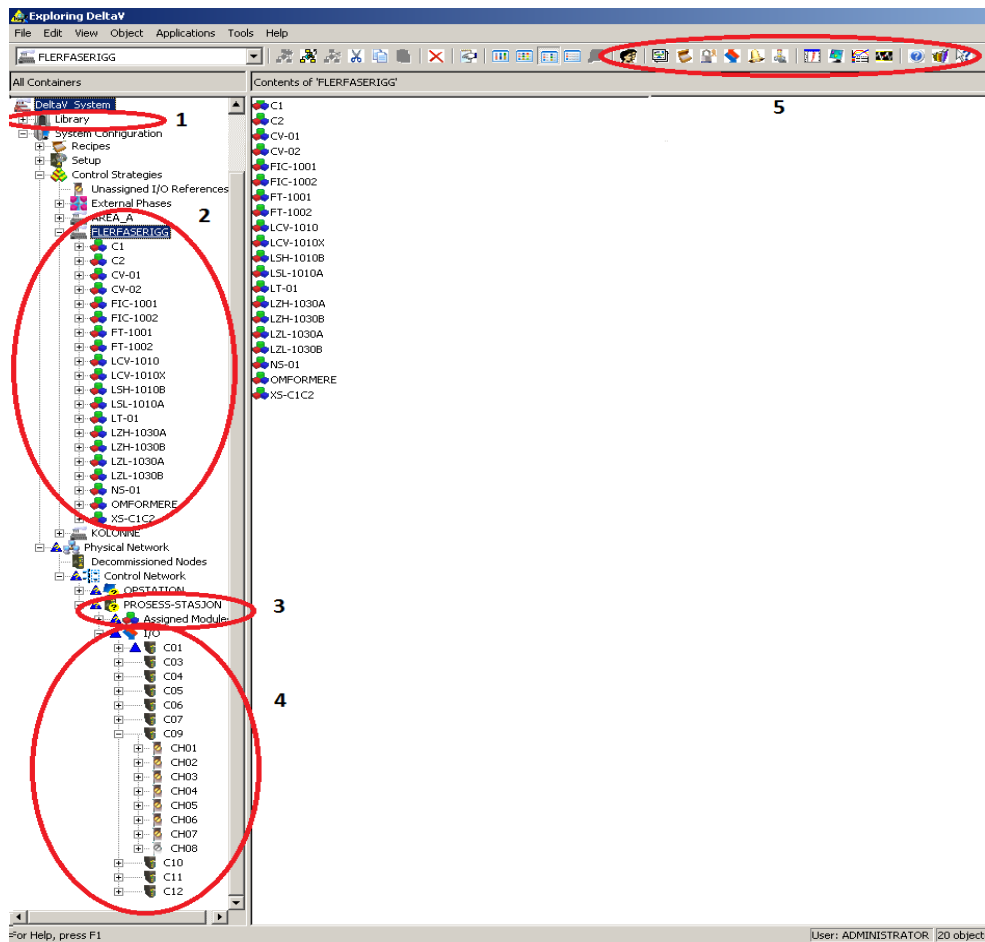
DeltaV Explorer er primærnavigasjonsverktøyet til DeltaV. Her presenteres hele systemkonfigurasjonen i en enkel visning og gir direkte tilgang til alle elementer. Explorer tillater ”drag-and-drop”, kopiering og tilordning av elementer. For eksempel kan man hente en kontroll modul<sup>1</sup> fra biblioteket. Dette gjøres ved at modulen dras fra biblioteket til det område hvor man ønsker å opprette en ny modul.

Når en ny kontroller eller I/O-enhet er koblet til systemet vil det automatisk bli detektert i Explorer ved at man benytter ”auto-sense”- knappen.

---

<sup>1</sup> Programkode for enheter som henger sammen





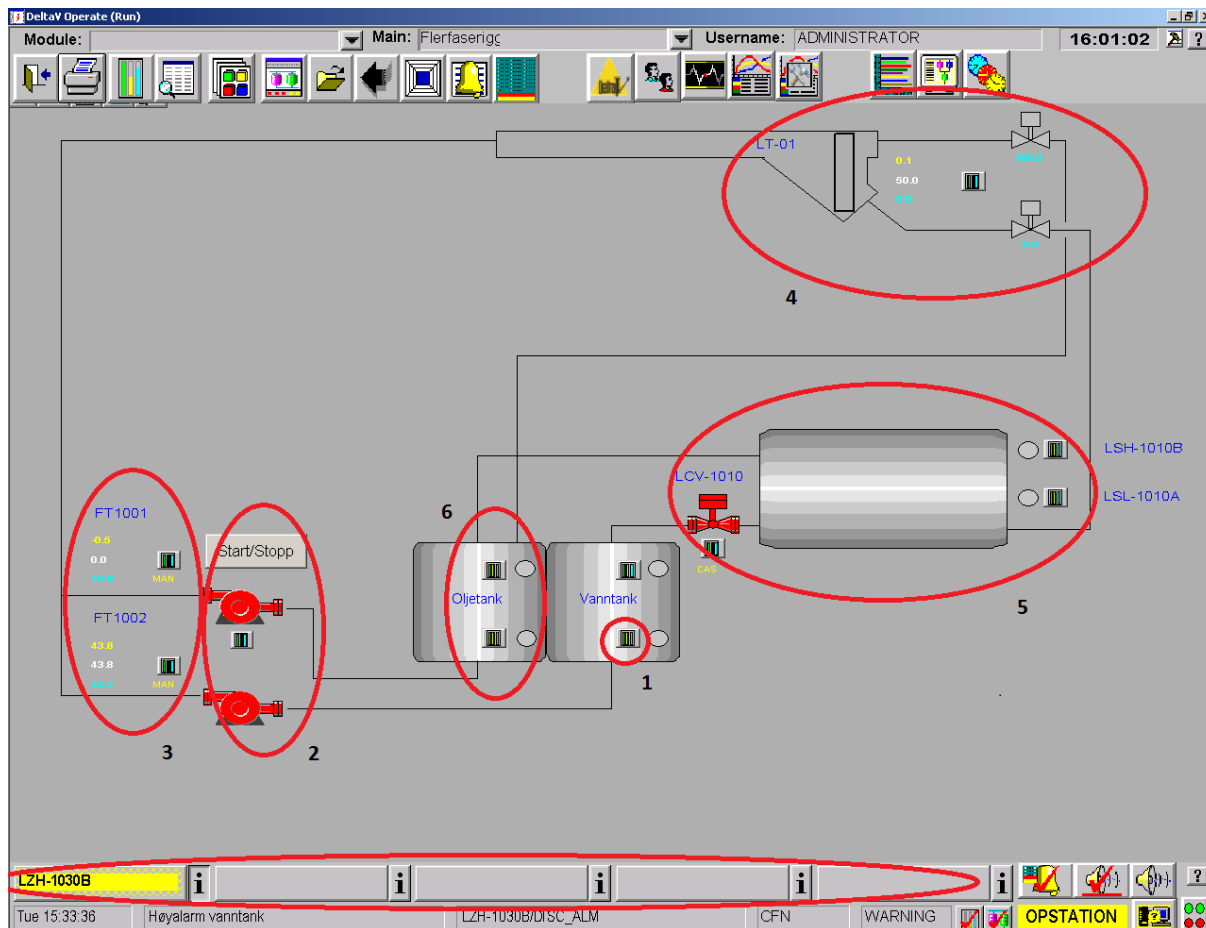
Figur 7-3 Skjerm bilde av DeltaV-Explorer med oversikt over I/O inndelingen til flerfaseriggen

Figur 7-3 viser DeltaV-Explorer bilde hentet ut ifra dette prosjektet. Dette gir blant annet oversikt over alle modulene som har blitt opprettet / kort som er tilkoblet etc. Nedenfor er det ramset opp en del punkter som forklarer bilde.

- Punkt 1: "Library": Biblioteket hvor man kan hente ut ferdig kontroll moduler ifra. Programkoden for å starte/stoppe motorene er hentet ut som en ferdig kontroll modul i biblioteket, slik at det bare er nødvendig fylle inn betingelser som skal forhindre start/stopp.
- Punkt 2: Her opprettes egne områder som inneholder modulene for hvert enkelt anlegg. I dette prosjektet er "Flerfaserigg" opprettet som et område. Under "Flerfaserigg" ligger alle modulene som har blitt benyttet for å lage programkoden til dette anlegget.
- Punkt 3: Prosess-stasjon er kontrolleren som er benyttet i dette prosjektet. Assigned-Modules gir en oversikt over hvilke moduler som er lastet over til kontrolleren.
- Punkt 4: Her gis en oversikt over alle I/O-kortene som er koblet til kontrolleren, samt hvilke I/O som er opptatt/ledig.
- Punkt 5: Her kan man navigere seg videre til for eksempel operate, control studio, alarms and events og lignende.

## 7.7 DeltaV Operate

I DeltaV Operate opprettes prosessbilde hvor operatøren overvåker og styrer anlegget sitt ifra. Fra prosessbilde kan man hente ut informasjon om hele prosessen og gjøre endringer på mengder, settpunkt, pådrag osv.



Figur 7-4 Skjerm bilde av prosessen til flerfaseriggen med merking til forklaring

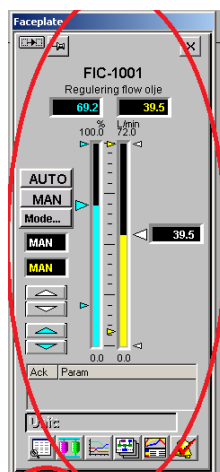
Figur 7-4 viser skjerm bilde som er laget til flerfaseriggen. Her kan operatøren overvåke og styre anlegget ifra. Nedenfor er det ramset opp en del punkter som forklarer skjerm bilde.

- Punkt 1: Knapp for å åpne faceplate<sup>2</sup>. Se Figur 7-5 for eksempel på faceplate
- Punkt 2: Start/Stopp knapp for å starte frekvensomformerne slik at motorene vil starte og pumpene vil begynne å pumpe væske rundt i anlegget.
- Punkt 3: Gul farge indikerer væskestrømningen i liter/min. Hvit farge indikerer settpunkt for væskestrømning. Hastigheten på pumpene velges ut ifra en frekvens mellom 10-50 Hz. Det er en strømningsmåler(FT1001/FT1002) for hver av pumpene. Ved å åpne faceplaten til en av strømningsmålerne vil man kunne velge mellom auto/manuell styring

<sup>2</sup> Vindu for å styre/gjøre endringer

av pumpene. Foreløpig er det bare manuell styring av pumpene som fungerer, grunnet feil med DP-celle.

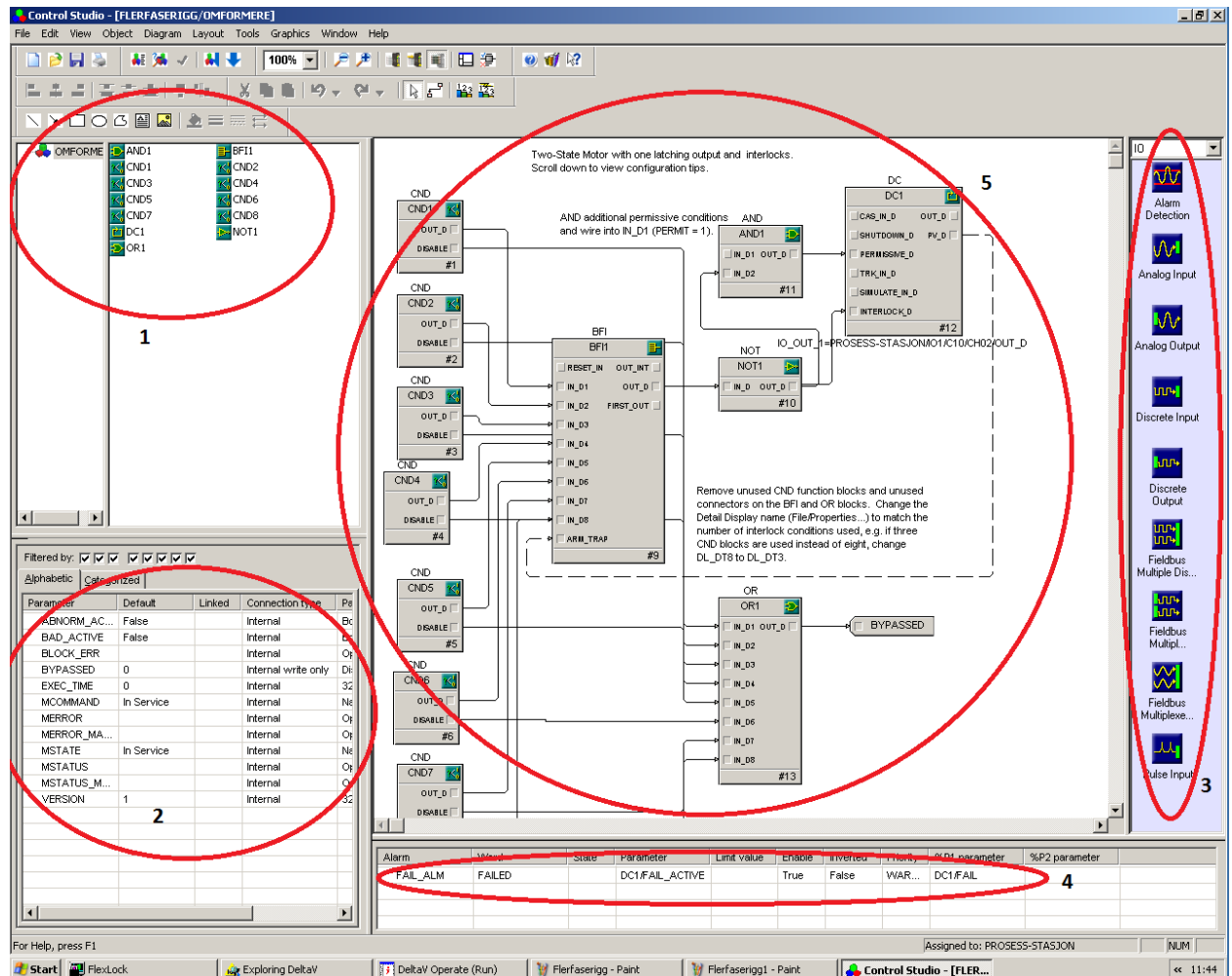
- Punkt 4: Nivåmåleren(LT-01) viser hvor faseskille mellom olje og vann ligger. Åpner man faceplaten til nivåmåleren kan man velge settpunkt for faseskille. Deretter vil reguleringsventilene regulere sin åpning ved hjelp av split-range regulering. Maksimalt settpunkt er satt til 75 % for å forhindre at vann renner over til oljetank.
- Punkt 5: De kapasitive sensorene LSL-1010A og LSH-1010B vil gi høy alarm på vann, men ikke på olje. Når en sensoren blir dekt med vann, vil lampen endre farge til blå. Hvis begge lampene blir blå vil magnetventilen(LCV-1010) bli grønn(åpne) å slippe ut vann. Når vann-nivået kommer under lavtnivå (LSL-1010A) vil magnetventilen stenge.
- Punkt 6: Her indikeres lav og høy alarm i vanntank/oljetank. Alarmene blinker rødt når alarm er aktiv.
- Punkt 7: Her gis en oversikt over alle alarmene i systemet som er eller har vært høye. Disse må bekreftes ved at man klikker på dem.



Figur 7-5 Eksempel på faceplate

## 7.8 DeltaV Control Studio

DeltaV Control Studio brukes til å definere og endre kontrollmoduler.



Figur 7-6 Skjerm bilde av control studio av start/stopp koden til flerfaseriggen med merking til forklaring

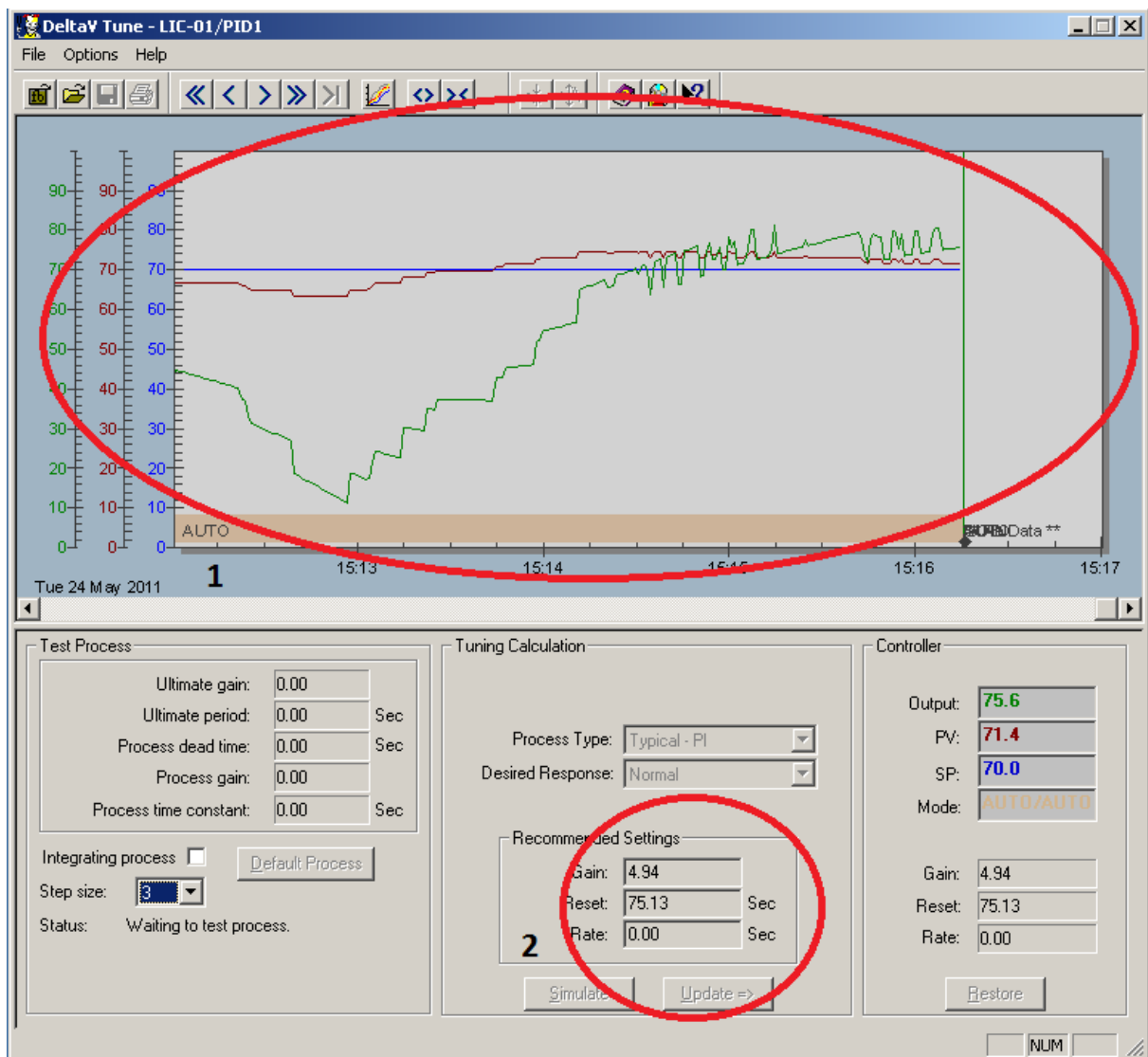
Figur 7-6 viser en generell kontrollmodul som er hentet ut ifra biblioteket. Her har forriglingen som skal forhindre start/stopp blitt programmert. Se Vedlegg S-AA for resterende programkoder.

- Punkt 1: Dette kalles "Hierarchy View". Her vises alle funksjonsblokkene som er med i modulen.
- Punkt 2: Dette kalles "Parameter View". Vinduet viser alle parameterne til den funksjonsblokken man har valgt. Her kan man f. eks linke de forskjellige blokkene til I/O-enhetene som de skal styre.
- Punkt 3: Dette kalles "Palette". Dette vinduet inneholder forskjellige funksjonsblokker, parametere og tilpassede blokker brukt for å lage en kontroll modul.
- Punkt 4: Dette kalles "Alarm View". Dette er område hvor alarmer opprettes slik at de kan vises til brukeren i DeltaV Operate.

- Punkt 5: Dette kalles ”*Diagram View*”. Dette er arbeidsområde hvor man bygger opp en kontroll modul. Modulen som vises er hentet ut fra biblioteket og brukes for å styre start/stopp av pumpene i anlegget.

## 7.9 Innstilling av regulator

For å stille inn regulatoren som regulerer reguleringsventilene har DeltaV-tune verktøyet blitt benyttet.



Figur 7-7 Skjermbilde av DeltaV-tune verktøyet som har blitt benyttet for å stille inn regulator.

Punktene under gir forklaring til Figur 7-7.

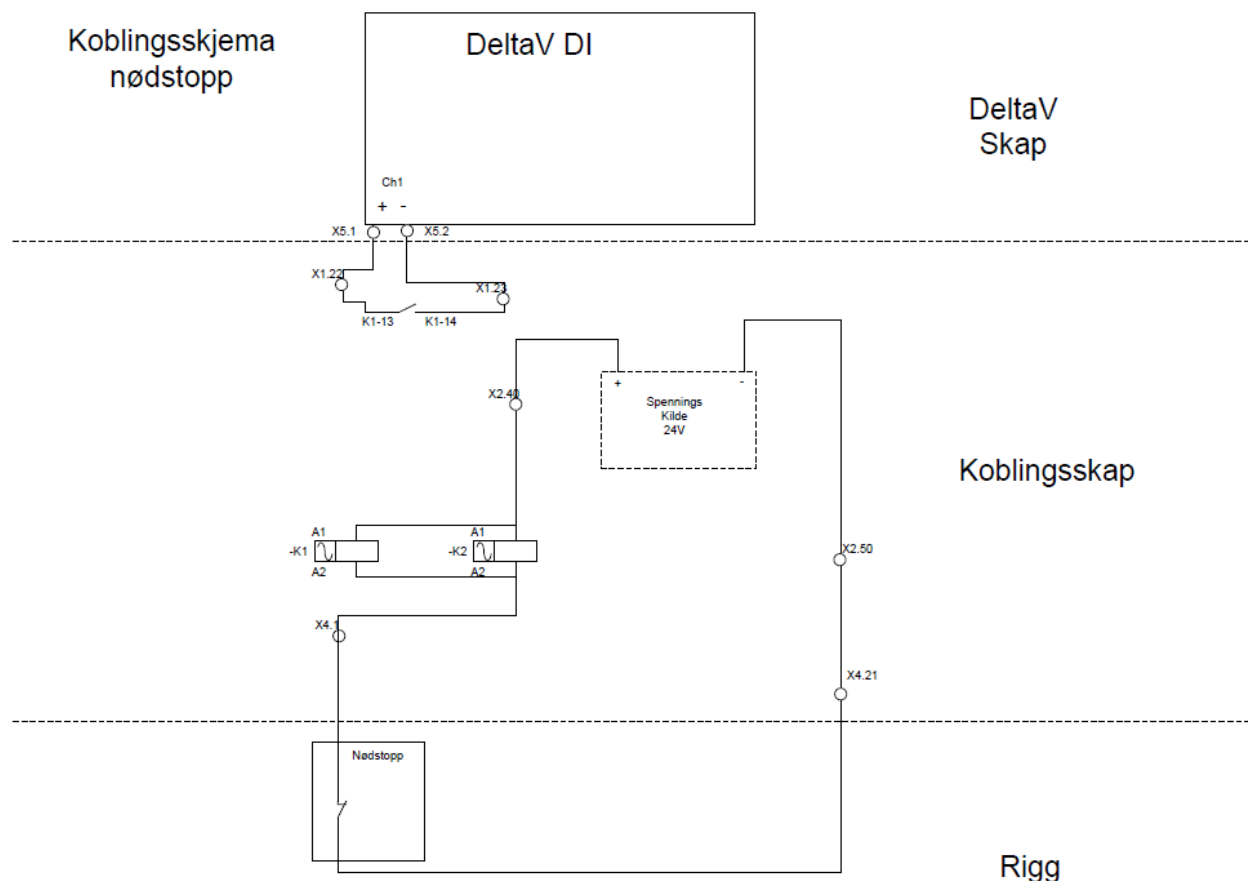
- Punkt1: Dette vinduet viser data fra reguleringsventiler, vannhøyde i førstetrinnsseparatoren og ønsket settpunkt. Grønnfarge indikerer åpning på reguleringsventil for olje. Brun farge indikerer vannhøyde. Blå farge indikerer settpunkt.

- Punkt 2: For å bruke auto-tune verktøyet som ligger i DeltaV bringes først prosessverdien så nært settpunktet som vi ønsker. Deretter trykkes "Simulate"-knappen slik at PID-parameterne blir generert.

Ved bruk av denne metoden oppnås det veldig god regulering. Som forstyrrelse i prosessen benyttes varierende hastighet på pumper. Det har blitt testet med både lave og høye hastigheter på pumper. Det eneste som vil forhindre en god regulering er viss begge pumpene kjøres opp mot sin maks hastighet. Da vil ikke reguleringsventilene ha stor nok gjennomstrømning for å ta unna nok mengde før førstetrinnsseparator blir full. Dette vil ikke være noe stort problem, (så sant operatøren er klar over dette) siden prosessen er avhengig av at pumpene kjøres på lave hastigheter for å oppnå god separering.

## 8 DET ELEKTRISKE PÅ ANLEGGET

Dette kapitlet tar for seg det elektriske og tegningene som blir brukt for oppkobling av det nye anlegget. Det elektriske har blitt fordelt i tre hovedenheter; DeltaV-skap, koblingsskap og rigg. Figur 8-1 under viser koblingsskjema for nødstop. Se vedlegg I-R for resterende koblingsskjema.



Figur 8-1 Koblingsskjema for nødstop til flerfaserigg

Det meste av instrumentene krever enten forsyningsspenning eller røle-tilkobling og går derfor via koblingsskapet før det går videre til DeltaV-skapet. Dette kan også sees ut ifra de elektriske-tegningene se vedlegg I-R.

Dimensjonering og risikovurdering av det elektriske anlegget er gjort på bakgrunn av NEK 400.

### 8.1 Forsyning, sikring og forbruk

Anlegget forsynes med en 3faset 16 A tilførsel. Inntaket er en 16A rundstiftkontakt 230V. Siden det er flere 3-fase uttak i prosesshallen, er en fleksibel kabel med rundstift kontakt i begge ender valgt som tilkobling. Denne løsningen gjør det enkelt å gjøre anlegget spenningsløst. Forventet effektforbruk i anlegget er angitt i tabell. Tabell 8-1 **Feil! Fant ikke referanse kilden.** tar utgangspunkt i et fullt belastet anlegg. Motorstrømmen vil variere med hastigheten på pumpene, belastning på aksling, hvor stramme reimene er og type pumpe.

Tabell 8-1 effektforbruk på flerfaserigg. Referanse [9]

Applikasjon	Tilkoblet fase	Effektforbruk	L1-L2	L2-L3	L1-L3
Motorer – Normal / Maksimal Drift	L1-L2-L3	3585 W	9.00 A	9.00 A	9.00 A
24 V DC Instrumentering	L1-L2	230 W	1.00 A		
12 V DC Kjølevifte	L1-L2	70 W	0.30 A		
Effektforbruk	L1-L2-L3	3885 W	10.30 A	9.00 A	9.00 A
Total effekt (Samtidighetsfaktor 0.8)	L1-L2-L3	3108 W	8.24 A	7.20 A	7.20 A

Fasestrømmene til flerfaseriggen er regnet ut med bakgrunn av beregningene i Tabell 8-1.

$$I_{L1-L2} = 8.24A$$

$$I_{L2-L3} = 7.20A$$

$$I_{L1-L3} = 7.20A$$

$$I_1 = \sqrt{I_{L1-L2}^2 + I_{L1-L3}^2 + (I_{L1-L2} * I_{L1-L3})} = 13.38A \quad (7-1)$$

$$I_2 = \sqrt{I_{L1-L2}^2 + I_{L2-L3}^2 + (I_{L1-L2} * I_{L2-L3})} = 13.38A \quad (7-2)$$

$$I_3 = \sqrt{I_{L1-L3}^2 + I_{L2-L3}^2 + (I_{L1-L3} * I_{L2-L3})} = 12.47A \quad (7-3)$$

Dimensjonerende fasestrøm er 13.4 A. Dette er den maksimale strømmen som kan forventes når anlegget er fullt belastet. Det totale effektforbruket til anlegget vil bli fordelt på en 3-faset kurs. Av beregnet effektforbruk og strømmer er det valgt å bruke en hovedsikring på 16 A. For å beskytte personell mot jordfeilstømmer har anlegget montert jordfeilbryter med 30mA utløserstrøm.



## 8.2 DeltaV-skap

DeltaV-skapet inneholder følgende elektroniske komponenter (Figur 8-2):

1. 1 x 24V strømforsyning
2. 1 x Kontroller
3. 1 x 8-wide (bakplate med inngang til 8 I/O kort)
4. 1 x Tilkoblingskabel
5. 1 x Analog inn kort, 8 innganger
6. 1 x Analog ut kort, 8 utganger
7. 1 x Digital inn kort, 8 innganger
8. 1 x Digital ut kort, 8 utganger

Det er kjøpt inn helt nye I/O-kort som har blitt benyttet til dette prosjektet. DeltaV systemet skal monteres i et eksisterende DeltaV-skap. Disse to DeltaV systemene vil ha felles kontroller. I tillegg til de nye I/O-kortene ble en 8-wide og tilkoblingskabel kjøpt inn (Figur 8-2). Den nye 8-widen brukes til de nye kortene og tilkoblingskabelen som er brukt for å koble sammen den eksisterende controlleren med de nye kortene. I DeltaV-skapet føres ledningene via rekkeklemmer og kabelgater. Ledningene fra DeltaV-kortene går til rekkeklemmer X5, videre med multikabel til rekkeklemmer X1 og X2.



Figur 8-2 DeltaV kort på 8-wide med tilkoblingskabelen. Med punkter til forklaring

### 8.3 Koblingskap

Det er benyttet samme koblingskap som fra det tidligere prosjektet. Siden koblingskapet vil inneholde mye av det samme som fra tidligere har det ikke vært noen hensikt å bytte ut dette.

I koblingskapet er det satt inn rekkeklemmer i øvredel (X1/X2/X3) og nedredel (X4). Alt av kabler som skal gå fra flerfaserigg til DeltaV-skap går via koblingskapet. Ved 24V er det brukt 0,75mm<sup>2</sup> og 2,5mm<sup>2</sup> kabler på 230V. For å holde orden kommer alt av kabling fra instrumenter inn i bunn av koblingskapet, mens alt som skal til og fra DeltaV kommer ut/inn i toppen av koblingskapet.

Skapet inneholder følgende elektroniske komponenter:

- 1 x 12V DC strømforsyning
- 1 x 24V DC strømforsyning
- 2 x Frekvensomformere
- 2 x Kjølevifte med vifteregulering
- 7 x Relè
- 1 x Hovedsikring

12V DC strømforsyning blir brukt som forsyningsspenning til kjøleviftene. 24V DC fungerer som forsyningsspenning til instrumentene og relèr på flerfaserigg og koblingskap (Figur 8-3). Se Vedlegg G Arrangement hovedtavle for oversiktstegning



Figur 8-3 Koblingskap på flerfaserigg, uten deksler til kabelgatene

## 8.4 Rigg

Riggen består av følgende instrumenter, aktuatorer og brytere. (Figur 8-4)

1. 2 x DP-celler
2. 2 x Vibrasjonsgafler
3. 2 x Flottør
4. 2 x Reguleringsventiler
5. 1 x Magnetventil
6. 1 x Nødstop
7. 1 x Hovedbryter
8. 2 x Kapasitive sensorer
9. 1 x Nivåmåler i rørseparator
10. 2 x Motorer



Figur 8-4 Oversiktsbilde av flerfaserigg med instrumenter, aktuatorer og brytere med punkter til forklaring

For å koble opp instrumentene er det benyttet datablad fra leverandøren til de ulike instrumentene. Alle de analoge instrumentene sender eller mottar 4-20mA signal.

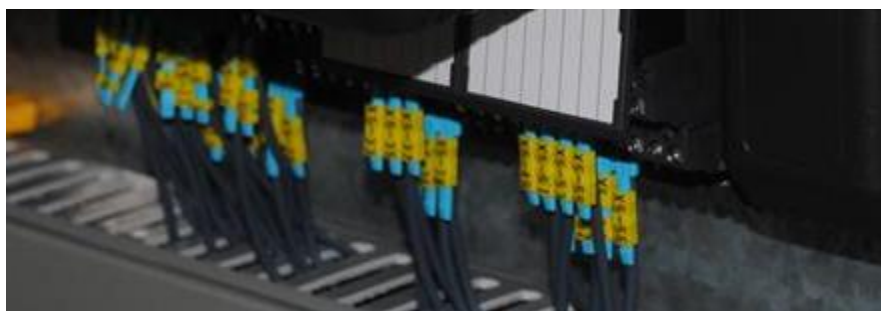
DeltaV-skabet og koblingsskabet har en avstand på ca 20 meter. For å unngå kabelrot ble 30cm brede kabelskinner og slissa kabelgater kjøpt inn. Prosjektgruppen fikk multikabler (0.14 mm<sup>2</sup>) med 12 og 8 ledere av Høgskolen i Telemark. Det ble trukket to multikabler med 12 ledere og en multikabel med 8 ledere fra DeltaV-skabet til koblingsskabet. Luft (Figur 8-5) til

reguleringsventilene ble hentet i nærheten av DeltaV skapet, derfor var det naturlig og legge en luftslange sammen med multikablene i kabelskinna. Ved riggen blir luften fordelt ved hjelp av et t-stykke. (Figur 8-5)



*Figur 8-5 Luftkilde og luftsplitter som forsyner reguleringsventiler*

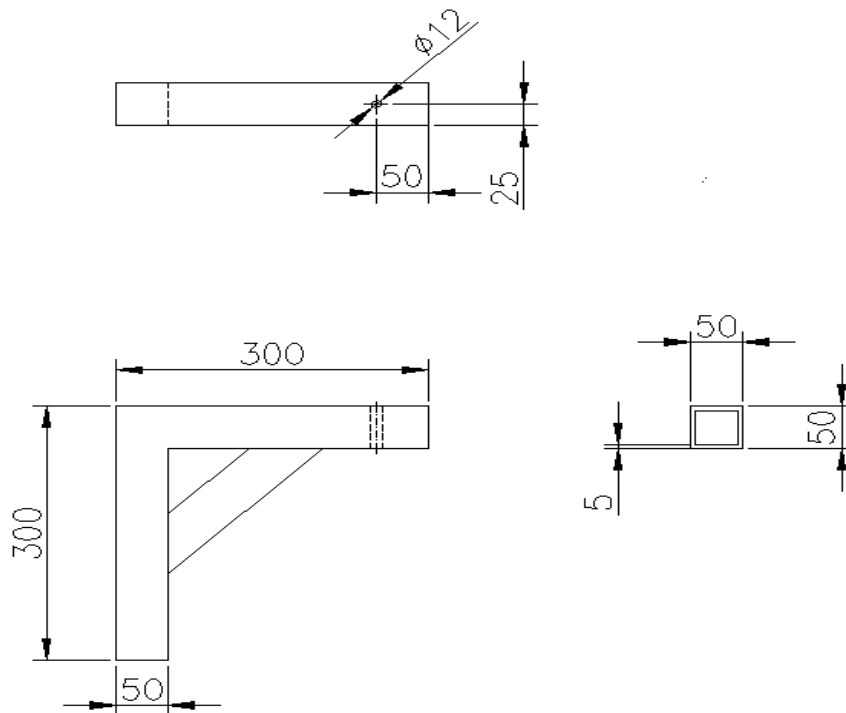
Merking av kabler og rekkeklemmer er en viktig faktor for å unngå kabelrot. På dette anlegget har ledningene flaggniter med merking (Figur 8-6) som beskriver navn på rekkeklemmer og hvilken inngang/utgang de tilhører.



*Figur 8-6 Flaggniter med merking i DeltaV-skapet*

## 9 RAMMER OG FESTEORDNINGER

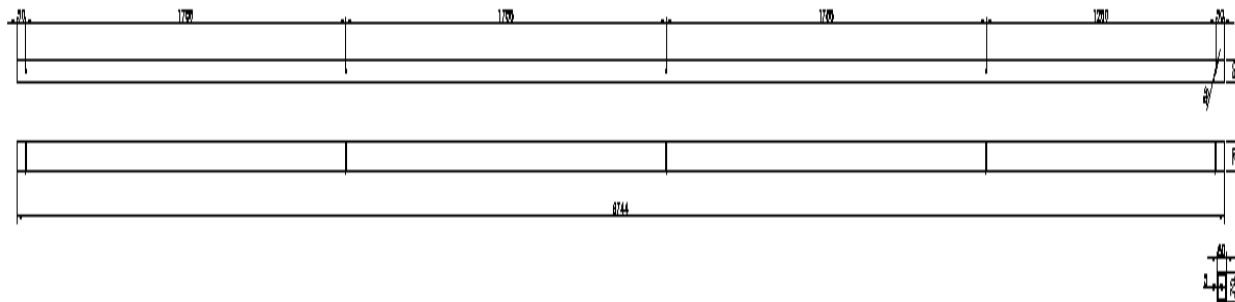
Flyttingen av flerfaseriggen fra hengeren til fast montering på PVS medførte behov for ny festeordning til separasjonsrøret og ny ramme til vann/olje tank og 2-trinnsseparatoren. Separasjonsrøret (Figur 9-3) er montert på veggen i prosesshallen, og festet til to vertikale jerndragere (Figur 9-2). Her er det produsert 2 stk. vinkelprofiler (Figur 9-1) av firekantjern, tykkelse 5 mm og utvendig dimensjon 50 x 50 mm. Disse vinkelprofilene ble sveiset fast i de vertikale jerndragerne.



Figur 9-1 Vinkelprofilene vil fungere som oppheng for festeskinnen til separasjonsrøret. Festeskinnen produseres i firekantjern tykkelse 5 mm og utvendig dimensjon 50 x 70 mm.

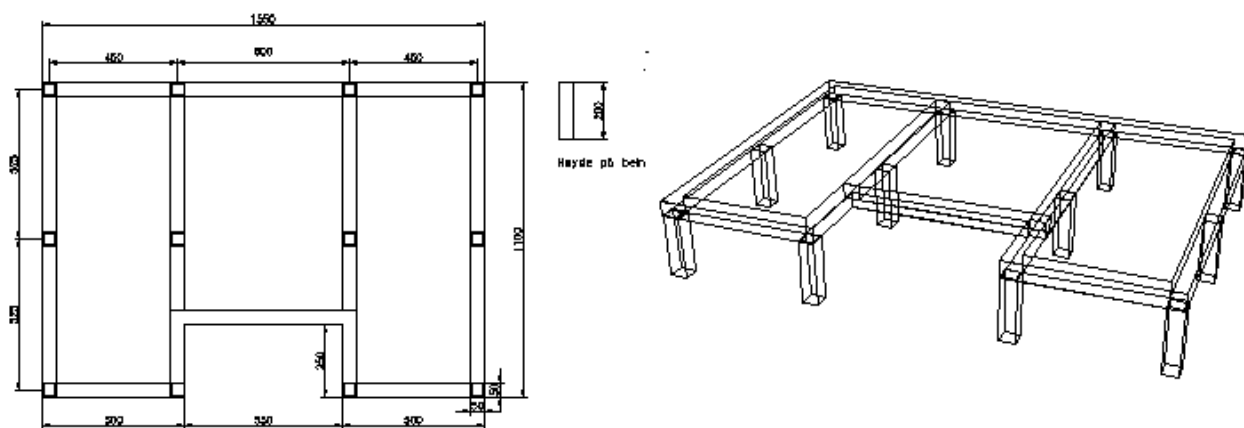


Figur 9-2 Vertikale jerndrage i prosesshallen hvor rørseparatoren skal festes.

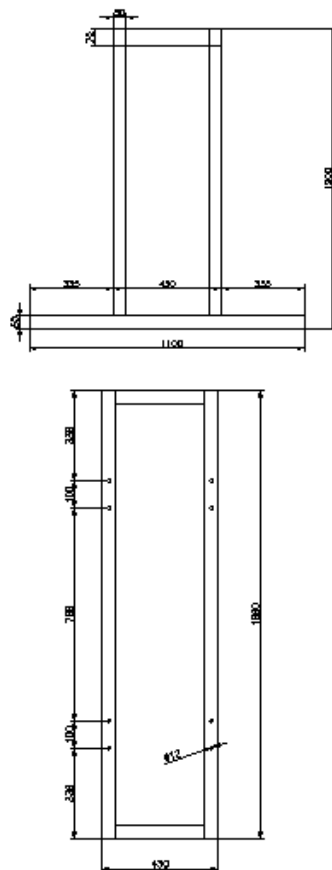


Figur 9-3 Oppheng til rørseparatoren.

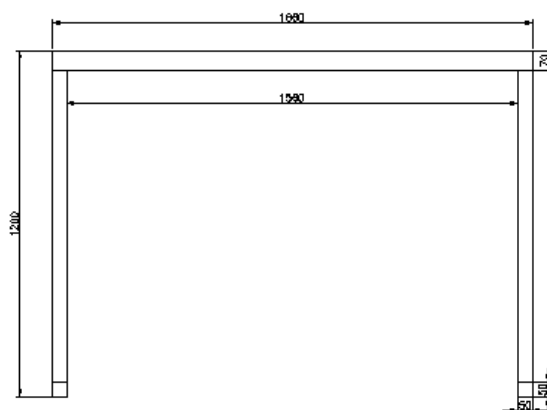
Det er produsert en ny ramme til vann/olje tanken (Figur 9-4) som er plassert på gulvet. Over vann/olje tanken er 2-trinnsseparator montert. Rammen til vann/olje tanken er produsert i vinkeljern tykkelse 5 mm og dimensjon 50 x 50 mm. Rammen til 2-trinnsseparator (Figur 9-5 og Figur 9-6) ble produsert i firekantjern tykkelse 5 mm og dimensjon 80 x 80 mm.



Figur 9-4 Ramme til vann/olje tank.



Figur 9-5 Ramme til 2.trinnseparatoren.



Figur 9-6 Ramme til 2.trinnseparatoren.

Materialvalg og dimensjoner ble valgt ut i fra hva Grenland Group hadde tilgjengelig, og som tilfredsstilte kravene som er nødvendig for montering av den stasjonære flerfaseriggen. Alle ferdigproduserte deler ble sandblåst og grunnet samt overflatebehandlet med offshore lakk.

## 10 BYGGEPROSESS

Den stasjonære flerfaseriggen ble bygd opp i prosesshallen ved PVS. Byggingen startet januar 2011. Hovedkomponentene består av motorer, pumper, separatorene og tanker. Første steg i prosessen var å rydde plass i prosesshallen og flytte delene inn dit. Rammene og oppheng til tanker og rør ble produsert av en TAF-elev fra PVS. Han er utplassert hos Grenland Group og delene ble produsert der. Delene ble noe forsinket og ble ikke hentet før februar (Figur 10-1).



*Figur 10-1 Henting av deler hos Grenland Group*

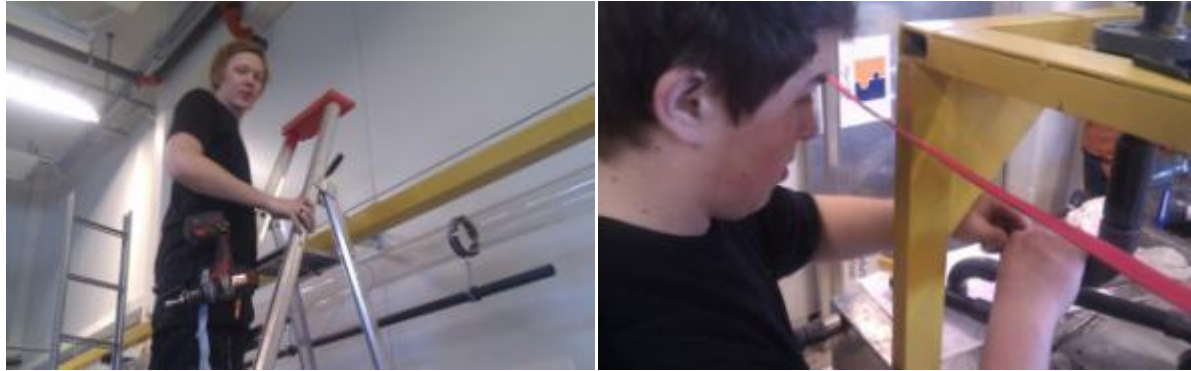
Med hjelp av vaktmester fra PVS ble opphenget til rørseparatoren sveiset (Figur 10-2) på jerndragerne i prosesshallen. For å få hengt opp rørseparatoren ble det brukt festeklammere. Rammene til tankene ble plassert rett på gulvet rett ved et sluk.



*Figur 10-2 Sveising av opphenget i prosesshallen*

Sammen med elevene fra PVS ble det utarbeidet en arbeidsplan for montering av rør og instrumenter. Elevene delte seg opp i små grupper hvor hver gruppe hadde ansvar for en liten seksjon på riggen. (Figur 10-3) Noe av de gamle delene kunne brukes om igjen og rørseparatoren måtte plastsveises. Plastsveisingen ble en stor brems for prosjektets fremdrift, på grunn av misforståelser og uheldigheter med utløpet ble det ferdigstilt ca to måneder etter skjema.





*Figur 10-3 Monteringsansvarlig og plastansvarlig*

Rammen til motor og pumpe ble produsert ved PVS. For å lage denne ble gamle rammer kappet og sveiset sammen. Dette ble deretter skrudd fast til veggen for å unngå uønskede vibrasjoner på motorene og pumpene. Festebraketter til DP-celler ble og kappet og sveiset sammen ved PVS med hjelp av en elev fra verkstedet. Videre ble nye rør til DP-celler bøyd og tilpasset til det nye anlegget. Planen var å ferdigstille riggen i uke 20, men på grunn av dårlig plastsveising måtte utløpet sendes inn til sveising på nytt.

## 10.1 HMS og sikkerhet

For å ivareta sikkerheten ble flerfaseriggen montert på en forsvarlig måte og for å ivareta prosessikkerheten ble det utført en HAZOP-analyse på riggen. Se Vedlegg D

Tiltak for å hindre skader var bruk av verneutstyr og riktig bruk av utstyr til montering. De største faremomentene var bruk av håndverktøy og maskineringsutstyr. Disse måtte brukes på en ansvarlig måte. Som nevnt tidligere ble elevene delt inn i grupper, dette for å hindre farlige situasjoner når alle jobber samtidig. Rørseparatoren henger over en dør, derfor var det nødvendig å ha med en autorisert sveiser som sveiset festebraketter til jerndragerne. Det ble brukt forskriftsmessig festematerialer for montasje av flerfaseriggen. Rørene er produsert i PVC mens separasjonsrøret og andretrinsseparatoren er laget av lexan. PVC er godt egnet for væskestrømmer og blir brukt i halvparten av all plastforbruk innen bygg og anlegg. Lexan har høy styrke og er gjennomsiktig, noe som er viktig for å kunne se separasjonsprosessen. Kabler ble lagt i kabelskinner og en EMC-godkjent kabel er brukt mellom skap og motor for å forhindre signalstøy. Anlegget vil også ha en fysisk nødstop-bryter (Figur 10-4) på toppen av koblingsskapet.



*Figur 10-4 Hovedstrømsbryter og nødstop på flerfaseriggen*

## 10.2 Finansiering

Ombyggingen av den mobile flerfaseriggen er en ressurskrevende prosess. I forbindelse med ombyggingen ble det bestemt å fornye flerfaseriggen med ny pumpe, nivåmåler, nye regulerbare ventiler og nytt styringssystem. Alt av deler som kunne gjenbrukes ble brukt for å holde kostnadene nede. Telemark fylkeskommune (Figur 10-5) bidrar med 100 000,- til prosjektet. Høgskolen i Telemark finansierte opplæring hos Emerson. I slutfasen av prosjektet fikk prosjektgruppen en liten sum av PVS for betaling av plastsveisingen. Lokale bedrifter har også sponset med deler og utstyr. Ved ferdigstilling vil totale utgifter bli på ca 128 000,- med studentrabatter. Prosjektgruppen har handlet på Høgskolens regning for deretter få tilbakebetalt av fylkeskommunen. Dette ble gjort for å unngå forsinkelse i prosjektets framdrift.

En oversikt over bidragsytere og utgående kostnader finnes i Vedlegg C.



*Figur 10-5 Representant fra SMILE og prosjektleder fra Telemark fylkeskommune*

# 11 PROSEDYRER FOR OPPSTART, DRIFT, NEDKJØRING OG OPPBEVARING

Prosedyrer for oppstart, drift, nedkjøring og oppbevaring er utarbeidet for å sørge for sikker og riktig behandling av riggen.

Hensikten er at alle som skal bruke riggen må gjøre seg kjent med disse prosedyrene.

## 11.1 Oppstart

Før oppstart er det viktig at følgende sjekkpunktsliste gjennomgås:

- Påse at riggen er inntakt og ikke har synlige sprekker eller skader i rør eller tanker. Dette er viktig for å hindre lekkasjer til omgivelsene.
- Sørg for at tanker TX003 og TX004 inneholder rett mengde olje og vann. Hver av tankene må inneholde minimum 265L. Ved visuell inspeksjon må tankene da være litt over  $\frac{3}{4}$  fulle. Man må selvfølgelig også ta væske som eventuelt befinner seg ute i anlegget med i beregningen.
- Tapp av eventuell oljeansamling i vanntank og/eller vannansamling i oljetank.
- Sjekk at følgende ventiler er stengt: SP002, SP003, SP004, V007, V008, V012, V013, V014, V019, V020, V023.
- Sjekk at følgende ventiler er åpne: V001, V002, V003, V004, V010, V011, V018, V025, HV001
- Videre må tilførselslinjer til pumper være luftfrie. Dette kan gjøres ved å sette vann på ventilene V019 og V020 (Husk å stenge disse igjen).
- Sørg for at styresystemet har spenning. Dette gjøres med hovedbryter på utsiden av DeltaV-skapet bak destillasjonskolonnen.
- Se også til at reguleringsventilene CV01 og CV02 har luft. Hvis ikke, skru på ved DeltaV-skapet bak destillasjonskolonnen (Eventuelt se etter lekkasje).
- Påse at riggen er tilkoblet spenning. Trefasekontakt fra rigg til vegguttak. Sjekk også at automatsikringer i både koblingsskap og sikringsskap ikke er slått inn.

## 11.2 Drift

Anlegget skal alltid ha minst to operatører. Dette fordi styring av prosess og visuell kontakt med rigg foregår adskilt. Riggen skal alltid være under oppsyn for å sikre rask respons på uforutsette hendelser.

HMI'en inneholder faceplates som kan brukes til å gjøre justeringer og vise mer detaljert informasjon om komponenten den knyttet til. Figur 11-1 viser symbolet man skal trykke på for å åpne en faceplate.



Figur 11-1 Knapp i DeltaV for å åpne faceplate

- Anlegget skrus på med hovedbryter ved koblingsskap. Anlegget kan nå styres fra kontrollrom
- Se etter alarmer i skjerm bilde. Høyt/lavt nivå (LZH 1030B/LZL 1030B) i TX003 og høyt/lavt nivå (LZH 1020A/LZL 1020A) i TX004. Motorene Starter ikke ved for lavt eller for høyt nivå i lagertanker. Ved høyt/lavt nivå, Tapp av/fyll på tanker.
- Åpne faceplate'ene som er knyttet til motorene, FT1001 og FT1002. Motorene kan enten stå i manuell eller auto. I manuell styrer man hastighet på pumpene (10-50Hz) og i auto kan men sette et settpunkt i henhold til ønsket volumstrøm. Bare vann bør tilføres systemet til å begynne med, deretter kan oljen tilføres. Auto er foreløpig utilgjengelig fordi DPcellene ikke er kalibrert.
- Deretter trykk start/stopp knapp for å starte motorene.
- Åpne faceplate for reguleringsventiler CV01 og CV02. Her kan man sette et settpunkt for vannnivå i trakt (0-75 %), det vil si bestemme faseskillet mellom olje og vann.

Hastighet på motorene kan også brukes som en forstyrrelse til prosessen.

Kvittering av alarmer gjøres i eget vindu.

Trendplott i eget vindu.

Momenter å passe på under drift:

- Sjekk at pumpene løper fritt
- Vær obs hvis det er unormalt mye vibrasjon i røropplegg.
- Lekkasje i skjøter
- Unngå tørrkjøring
- Unngå kjøring mot stengte ventiler

### 11.3 Nedkjøring

For å ha mest mulig kontroll på væskestrømmen ved nedkjøring, følges denne sjekkpunktlisten.

1. Pumpene PA1001 og PA1002 stoppes.
2. Ventilene V003 og V004 stenges for å hindre tilbakeslag av olje-vann blanding. Det er montert tilbakeslagsventiler, men disse er ikke 100 %.
3. Skru av hovedbryter og eventuelt kutt trefase-spenning ved vegguttak.

Olje-vann blanding fra VA001 vil automatisk renne ned i VA002 når strømmen er kuttet, hvor den kan hvile før neste oppstart.

## 11.4 Oppbevaring

Hvis anlegget ikke skal brukes på lang tid følges denne sjekkpunktlisten:

1. VA001 og VA002 tømmes for væske.
2. Eventuelt også tøm tanker (Vann i kum, olje på fat).
3. Ventiler i tilførselslinje stenges, V001 og V002.
4. Alle lufte- og dreneringsventiler åpnes.
5. Vannpumpe PA1002 dreneres (Dreneringsplugg i bunn av pumpe).
6. Sugefilter ST001 og ST002 skrur ut for rengjøring.

**Se Vedlegg H for engelsk versjon**

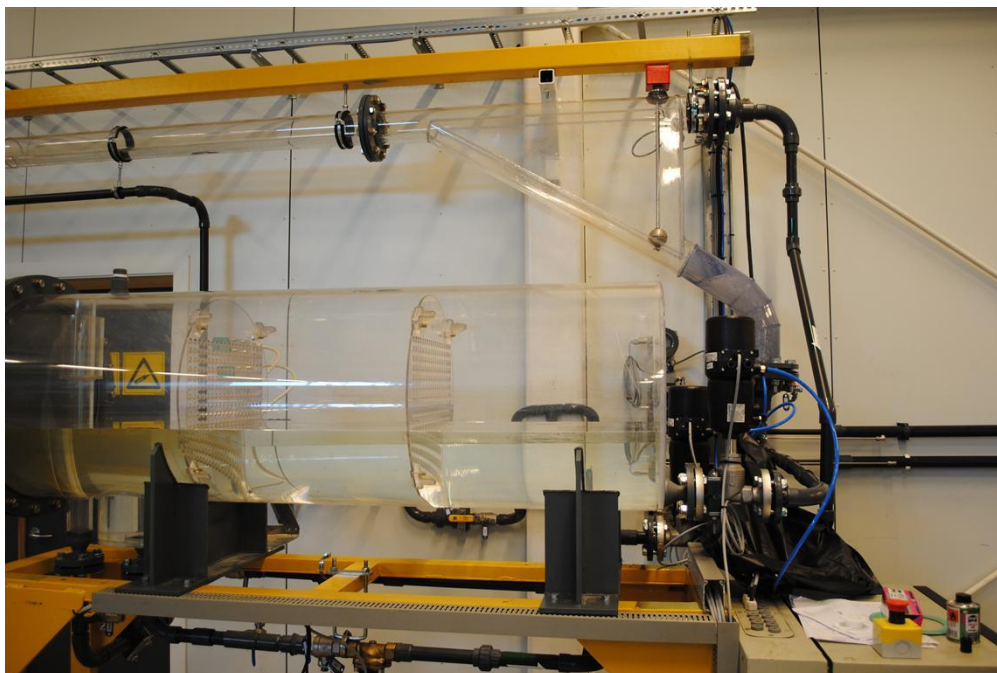
**See appendix H for english version**

## 12 TESTING

Flerfaseriggen ble startet opp for første gang i mai. Alt av instrumenter og motorer som var koblet opp virket som forventet. Flerfaseriggen ble ikke testet for fullt første gangen da utløpet til rørseparatoren ikke var ferdig. Flerfaseriggen ble igangkjørt 24.mai. Tankene ble fylt med vann og anlegget tilkoblet spenning. Når hovedbryter ble slått på, gikk sikringen i sikringsskapet momentant. Det ble utført feilsøking på riggen, fant ingen fasefeil eller jordfeil. Det ble testet å kjøre kun en frekvensomformer om gangen, dette fungerte. Når frekvensomformer nr. 2 ble tilkoblet gikk sikringen igjen. Etter samtale med ABB kom det frem at frekvensomformerne trekker mye strøm under oppstart for å lade opp kondensatorene som er i frekvensomformerne. Løsninger som utvidelse av anlegget, oppgradere til 32A kurs ble diskutert. Grunnet mangel på tid ble en så stor problemstilling sent i prosjektfasen vanskelig å utføre. Dermed må utvidelsesplanene bli videreført til neste semester. Igangkjøring ble gjentatt senere samme dag, da fungerte frekvensomformerne og pumpene gikk som planlagt. Det ble testet med forskjellige pådrag, som var vellykket. DPcellene viste feil volumstrøm og må recalibreres. Resterende instrumenter fungerte som planlagt, samt nivåregulering i rørseparator.

Det mistenkes at kursen flerfaseriggen er tilkoblet blir benyttet av andre komponenter i prosesshallen.

Anlegget har foreløpig bare blitt testet med vann grunnet lekkasje enkelte steder på rørseparator. Plastsveising er bestilt på plastverksted og anlegget er fortsatt under testing. Så raskt plastsveising er ferdig og det ikke finnes flere lekkasjer på anlegget. Testing med olje vil bli utført etter at rapporten er ferdigstilt.



*Figur 12-1 Testing av flerfaseriggen. Kun vann pumpet i gjennom.*

## 13 FORHOLD SOM BØR UTBEDRES

I løpet av bygge- og uttestingsperioden har vi avdekket endel forhold som trenger utbedring. Dette er ment som en veiledning og står ikke i veien for komme med egne idèer og innslag.

### 13.1 Rekalibrering av DPceller

DPcellene er pr. 26.05.11 ikke kalibrert. Dette betyr at motorene bare kan styres ved hjelp av å velge hvilken frekvens de skal kjøre på. Med fungerende DPceller vil man kunne velge hvilken strømning man vil ha. Det å vite hvilken strømning man har, vil gjøre dokumentasjon av tester mer konkret. Det er også mulig at den ene DPcella er ødelagt og må erstattes med en ny.

### 13.2 Bytte ut sikringer

Det viser seg at èn 16A sikring til to frekvensomformere og èn 24V strømforsyning er for lite, og det anbefales at det oppgraderes til to 16A sikringer. Èn sikring til hver frekvensomformer og muligens legge opp en separat ènfase kurs til spenningsforsyningen på 24V.

### 13.3 Sikkerhetsbøyle/festeannordning til motor-ramme

For å forhindre støt på ramme fra truck, jekktralle og lignende.

### 13.4 Utføre flere tester

Kjøre tester for å optimalisere separasjonsprosessen og dokumenter resultatene.

### 13.5 Gjøre koblingskapet ryddigere

Koblingskapet kan trenge en opprydding, muligens skaffe til veie et større skap med en mer oversiktlig struktur.

### 13.6 Flytte nødstopknapp

Nødstopknappen der den står i dag har ingen praktisk nytte. Dette fordi at den står ved siden av hovedbryter. Denne kan vurderes flyttet til et annet sted hvor den har med praktisk nytte.

### 13.7 Magnetventil med større kapasitet

Vi har (i liket med prosjektet for den mobile rørseparatoren) kommet fram til at magnetventilen er en flaskehals i systemet. Det bør derfor vurderes og skaffe til veie en ventil med større kapasitet.

## 14 KONKLUSJON

Prosjektet har gått over 2 semestre, hvor 5. semester var en prosjekteringsfase og 6. semester var byggeperioden. Valg av plassering, design av tegninger, plan for oppbygging og opplæring i DeltaV ble utført i 5. semester. Samarbeidet med TAF startet i 5.semester med møter, demontering av mobil rigg og bedriftsbesøk.

Bestilling av utstyr og design av elektriske tegninger ble utført tidlig i 6.semester av studentene. Riggene ble bygget etter tegningene fra 5.semester. Byggingen ble utført av TAF elever i samarbeid med studentene. Arbeidsoppgaver under bygging har i hovedsak bestått av kapping, liming, boring og skruing. Studentene fungerte som ledere under oppbygging. Oppkobling av det elektriske ble utført av studentene ut i fra spesifikasjoner og tegninger.

Det er benyttet styresystemet DeltaV. Etter kursing med Emerson har prosjektet opparbeidet kunnskap til å montere hardware, designe HMI og lage en programkode for å kjøre flerfaseriggen etter ønsket spesifikasjoner. Det er også laget en brukerveiledning til anlegget. Med god planlegging og prisforslag fra forskjellige leverandører har prosjektet overholdt budsjettet på 128 000,-.

I starten av prosjektet var de største utfordringene å komme til enighet mellom partene om plassering av flerfaserigg og DeltaV-opplæring. Mens underveis i prosjektet har leveringstid på vesentlig viktige komponenter som er avgjørende for igangkjøring av flerfaseriggen overgått avtalt tid. Dette har medført endringer i framdriftsplan og store forsinkelser. Men det var ikke til å unngå at testing av anlegget ikke kunne gjøres før helt i sluttfasen av prosjektet. Dette var ugunstig situasjon midt i ferdigstillingsperioden av rapporten.

Anlegget er fortsatt under testing. Testing som er gjort hittil har bare skjedd med vann, grunnet lekkasje som er under forbedring. Bortsett fra dette er målet om en operativ stasjonær rørseparator ut til å være nådd, og prosjektet er fornøyd med resultatet. Samarbeid med PVS og Emerson har fungert meget bra, og framtidige samarbeid mellom HiT og PVS er allerede planlagt.



## REFERANSER

- [1] (2010) TAF [Online]. <http://www.taf.no/>
- [2] (2010) Separering [Online].  
[http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Gravdahl\\_Jan.Tommy/Diplomer/Hellervik.pdf](http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Gravdahl_Jan.Tommy/Diplomer/Hellervik.pdf)
- [3] (2010) Slugging[Online].
- [4] (2010) Flerfasestrøm [Online].  
<http://www.ife.no/hovedfagomrader/prosessmodeller/flerfasestrom>
- [5] (2010) Vibrasjonsgaffel. [Online].  
<http://www.sigum.no/no/produkter/instrumentering/nivavakter/vibrasjonsgaffel-nivavakter>
- [6] (2010) Flottør nivåbryter. [Online].  
<http://www.sigum.no/no/produkter/instrumentering/nivavakter/flottor-nivavakter>
- [7] (2010) DeltaV. [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/DeltaV>
- [8] (2008) DeltaV Books Online 10.3. [Online].  
<http://www.easydeltav.com/bol/10.3/index.html>
- [9] (2010) RAPPORT FRA 5. SEMESTERS VÅREN 2007 [Online]  
<https://fronter.com/hit/main.phtml>
- [10] (2011) Reguleringsventil[ebok]  
Datablad tilsendt fra leverandør
- [11] (2011) Lobepumpe [ebok]  
Datablad tilsendt fra leverandør

### Figurliste

- [1] Figur 2-1 Bilde tatt ved forskningssenteret til Statoil på Herøya
- [2] Figur 4-1 Skisse av separator [http://www.nfv.no/fileadmin/740104\\_-\\_Korrosjon/7b\\_-\\_Offshore\\_Process\\_-\\_Materialvalg\\_\\_rev.\\_03.pdf](http://www.nfv.no/fileadmin/740104_-_Korrosjon/7b_-_Offshore_Process_-_Materialvalg__rev._03.pdf)
- [3] Figur 4-2 Tverrsnitt av strømningsrør med slugging  
<http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/seminars/arsmote02/statoil/Statoil%20sluggeregulering%20presentasjon%20PROST%20juni%202002b.ppt>

- [4] Figur 4-3 Flerfasestrøm  
[http://www.tu.no/multimedia/archive/00129/Tyrihansfelt\\_100204\\_129800e.jpg](http://www.tu.no/multimedia/archive/00129/Tyrihansfelt_100204_129800e.jpg)
- [5] Figur 5-1 Overordnet skisse tegnet i AutoCAD
- [6] Figur 5-2 Teknisk flytskjema tegnet i MS Visio
- [7] Figur 6-1 Bilde av førstetrinnsseparator tatt i prosesshallen
- [8] Figur 6-2 Bilde av andretrinnseparator tatt i prosesshallen
- [9] Figur 6-3 Vibrasjonsgaffel hentet ifra rapporten til den mobile flerfaseriggen
- [10] Figur 6-4 Flottør nivåbryter tegnet i Photoshop
- [11] Figur 6-5 Bilde av DP-celle tatt i prosesshallen
- [12] Figur 7-1 Bruksområde <http://www.granitegrok.com/pix/oil%20refinery.jpg>
- [13] Figur 7-2 Maskinvare DeltaV Books Online 10.3
- [14] Figur 7-3 Skjerm bilde tatt fra eget system
- [15] Figur 7-4 Skjerm bilde tatt fra egen brukergrensesnitt
- [16] Figur 7-5 Eksempel på faceplate tatt fra eget system
- [17] Figur 7-6 Skjerm bilde tatt fra egen programkode
- [18] Figur 7-7 Skjerm bilde av tuning tatt fra eget system
- [19] Figur 8-1 Koblingskjema tegnet i MS Visio
- [20] Figur 8-2 Bilde av DeltaV kort tatt i prosesshallen
- [21] Figur 8-3 Bilde av koblingskap tatt i prosesshallen
- [22] Figur 8-4 Oversiktsbilde tatt i prosesshallen, redigert i Photoshop
- [23] Figur 8-5 Bilde av luftkilde og splitter tatt i prosesshallen
- [24] Figur 8-6 Bilde i DeltaV-skabet tatt i prosesshallen
- [25] Figur 9-1 Festebrakket tegnet i AutoCAD
- [26] Figur 9-2 Vertikale jernedrag i prosesshallen på PVS
- [27] Figur 9-3 Oppheng til rørseparatoren tegnet i AutoCAD
- [28] Figur 9-4 Ramme til tankene tegnet i AutoCAD

- [29] Figur 9-5 Ramme til 2.trinnsseparatoren tegnet i AutoCAD
- [30] Figur 9-6 Ramme til 2.trinnsseparatoren tegnet i AutoCAD
- [31] Figur 10-1 Bilde ved henting av deler hos Grenland Group
- [32] Figur 10-2 Sveising, tatt i prosesshallen
- [33] Figur 10-3 Montering, tatt av Hans Ole Dyrseth i prosesshallen
- [34] Figur 10-4 Hovedstrømsbryter og nødstopp i prosesshallen
- [35] Figur 10-5 Smile og TFK tatt av Hans Ole Dyrseth
- [36] Figur 11-1 Faceplateknapp hentet fra DeltaV

**VEDLEGG**

Vedlegg A Oppgavetekst

Vedlegg B Framdriftsplan

Vedlegg C Kostnadsestimering

Vedlegg D HAZOP

Vedlegg E P&ID

Vedlegg F Oversiktstegning instrumenter og utstyr

Vedlegg G Arrangement hovedtavle

Vedlegg H Procedures for start-up, operation, shutdown and storage

Vedlegg I Koblingsskjema nivåmåler i rørseparator

Vedlegg J Koblingsskjema reguleringsventil CV01 og magnetventil

Vedlegg K Koblingsskjema reguleringsventil CV02

Vedlegg L Koblingsskjema for høyt og lavtnivå i oljetank

Vedlegg M Koblingsskjema for høyt og lavtnivå i vanntank

Vedlegg N Koblingsskjema for vifter

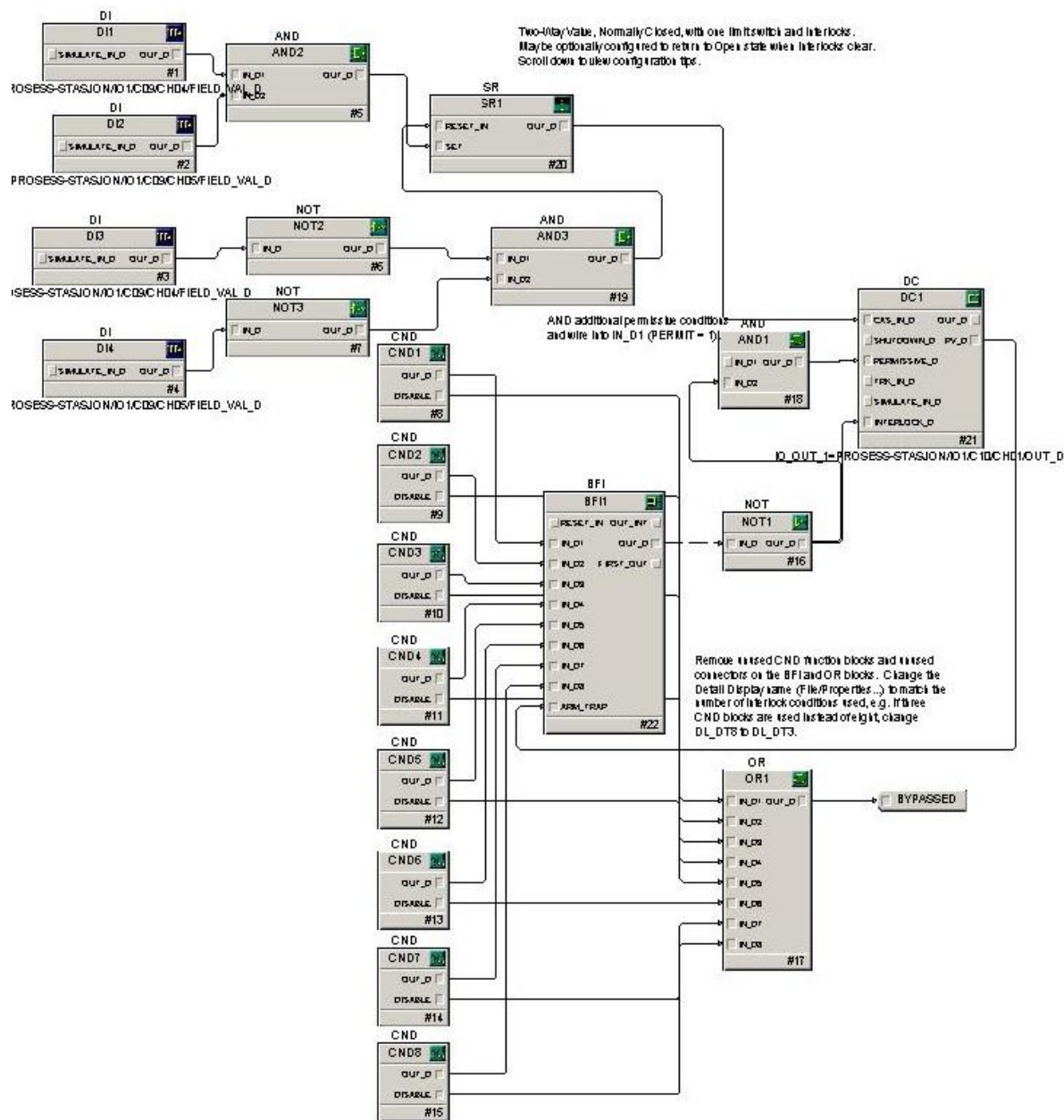
Vedlegg O Koblingsskjema for frekvensomformere og motorer

Vedlegg P Koblingsskjema for kapasitive sensorer

Vedlegg Q Koblingsskjema for DP-celler

Vedlegg R Koblingsskjema for nødstop

Vedlegg S Programkode FIC1002



Vedlegg T Programkode LCV1010

Vedlegg U Programkode LIC01

Vedlegg V Programkode LSH1010B

Vedlegg W Programkode LZH1030A

Vedlegg X Programkode FIC1001

Vedlegg Y Programkode LZH1030B

Vedlegg Z Programkode LSL1010A

Vedlegg Æ Programkode LZL1030A

Vedlegg Ø Programkode LSL1010B

Vedlegg Å Programkode Nødstop

Vedlegg AA Programkode Omformere



Høgskolen i Telemark

## Hovedoppgave H2010/V2011: Ombygging av mobil flerfaserigg til stasjonær flerfaserigg

*I samarbeid med Porsgrunn vgs – TAF er det utviklet en mobil rørseparator/flerfaserigg for olje og vann som er montert på en båtenger.*

*Hensikten med separatoren er bl.a. å markedsføre teknisk utdanning, men den kan også brukes til forskning på strømningsprosesser. Oljen og vannet er lagret i to separate tanker. Fra disse blir væskene pumpet ut og blandet og ført inn i*



*separorrøret. I røret vil oljen og vannet skille lag. Oljen føres tilbake til lagertanken via et overløp. Vannet går til 2. trinns separering via et overløp før det vender tilbake til vanntanken. Det er nå ønskelig å bruke deler av denne separatoren til å lage en stasjonær separator i prosesshallen på PVGS.*

*Flerfasestrømning er sentralt i mange typer industri spesielt i olje-gass sektoren. Transport av olje og gass fra brønner er som tre-fasestrømning med olje, vann og gass. Siden disse fasene har forskjellig tetthet vil gravitasjonen gjøre at strømmingen oppfører seg forskjellig avhengig av mengdeforhold, hastigheter og strømningsretning. Dette er kompliserte sammenhenger og en testrigg for å kunne se og måle hvordan strømmingen oppfører seg er viktig for å få en forståelse av fenomenene.*

Hovedveileder IA: Morten Pedersen

Biveileder IA: Hans Petter Halvorsen?

Hovedveileder Maskin: ?

Biveileder Maskin: ?

Passer for: 2-4 IA/IA Y-studenter og ? Maskin-studenter

Momenter til prosjektoppgave 5. semester **og** 6. semester:

**Hva som skal utføres avtales ved prosjektstart**

- Anlegg/prosess
  - Gjøre seg kjent med det eksisterende anlegget ved å gjennomgå dokumentasjon (M/IA).
  - Gjennomføre risikoanalyse og vurdere løsninger for forrigling og nødavstengning (studere forskrifter) (M/IA).
  - Vurdere løsninger for lokal kontroll (IA).
  - Vurdere behov for flere sensorer og aktuatorer (M/IA).
  - Designe og bygge en stasjonær testrigg for flerfasestrømning fra delene av den transportable flerfaseriggen. Det er begrenset plass hos PVGS som må tas hensyn til (M).
  - Designe et prosessrør hvor flerfasestrømmen skal separeres. Det er viktig at dette røret er gjennomsliktig. Det bør være mulig for prosessrøret å ha en helning evt. stå vertikalt. Statoil forskningscenter på Herøya har flere flerfaseriggen som kan besøkes for å få tips og ideer til konstruksjonen (M).
  - Legge til lufttilførsel for gass/væske-strøm (M).
- Styresystem/HMI (IA)
  - Lære å bruke DeltaV
  - Sette opp kommunikasjon mellom DeltaV og Siemens PLS
  - Se på mulighet for å fase ut PLS'en til fordel for DeltaV HW
  - Overføre/videreutvikle eksisterende WinCC HMI mht. valg av reguleringsstrategier, alarmhåndtering, trending, osv i DeltaV i hht. HiT's HMI dokument.
- Modellering og regulering (IA)
  - Lage en matematisk modell basert på balanselikninger eller datainnsamling
  - Innhente data fra DeltaV til LabVIEW via OPC.
  - Tune regulatorene vha. modellen evt. direkte i styresystemet.

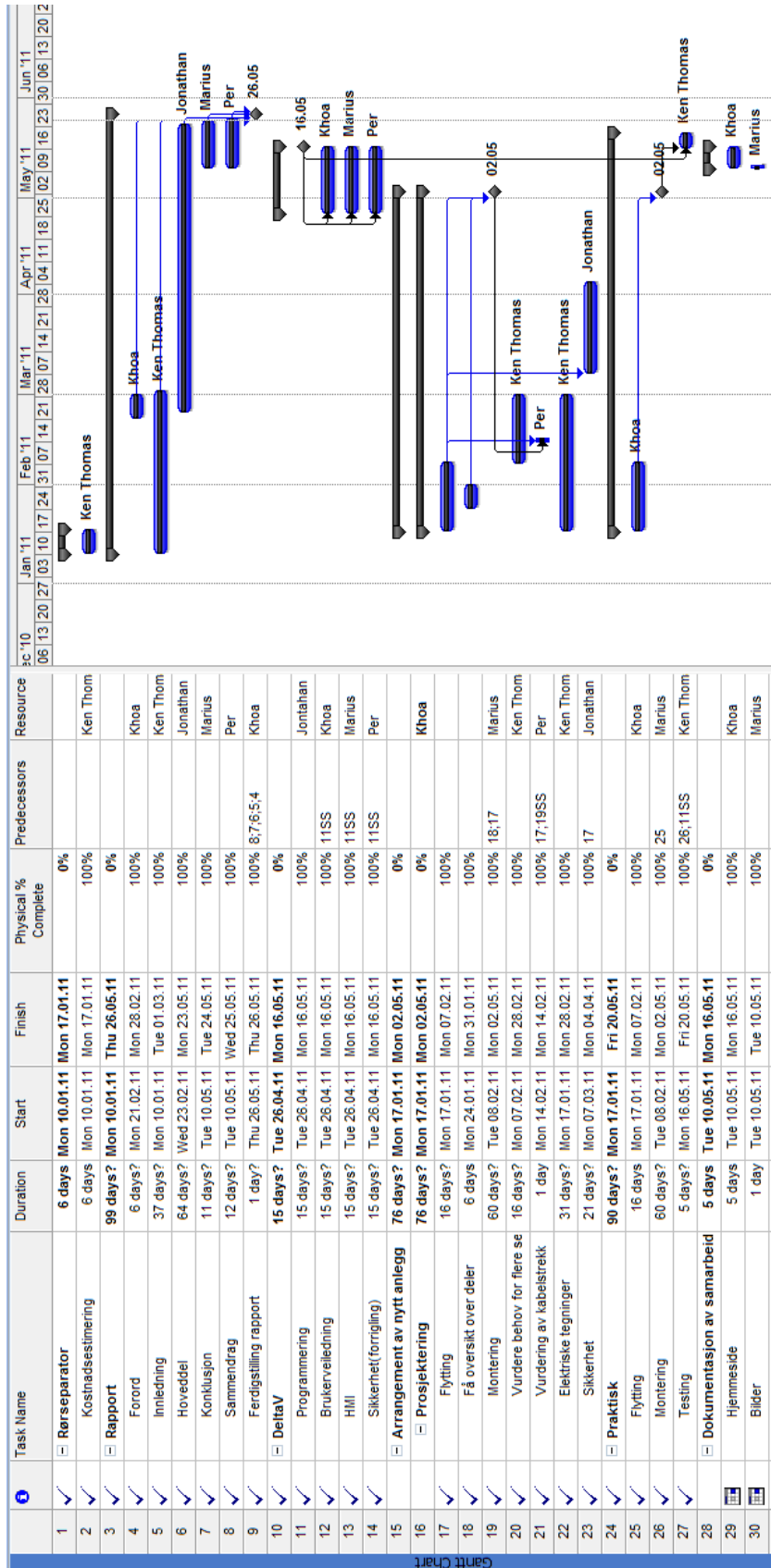
**Hvorfor velge dette prosjektet?**

Prosjektet inneholder problemstillinger som er relevante for industrien. Du får innsikt i moderne separasjonsteknologi.

**Gjennomføring:**

Dette er et samarbeidsprosjekt mellom studenter på HiT og elever fra TAF på Porsgrunn videregående skole. Studentene fra HiT skal designe riggen og overse og bidra til byggingen.

*Vedlegg A Oppgavetekst*



Vedlegg B Framdriftsplan



## Kostnadsestimering rørseparator

Budsjett:	kr 128 125
Resultat:	kr 1 928

	Ut	Inn	Leverandør
Lobepumpe	kr 28 453		Luis Gay
Ventiler	kr 22 575		Burkert
Nivåmåling i rørseparator	kr 6 500		Autek
Bolter/Klemmer/support/merking	kr 0		Eramet
Reimhjul	kr 730		Proffpartner
Reim til pumpe	kr 80		Proffpartner
DeltaV utstyr	kr 23 870		Emerson
Opplæring DeltaV	kr 28 125		Emerson
Verktøy	kr 27		Proffpartner
Lakk/pensler	kr 235		
Koblingsmateriell			
Nødstopp	kr 817		
Rørøpplegg	kr 8 707		Ahlsell
Uforusette utgifter	kr 1 900		
TFK		kr 100 000	
HiT		kr 28 125	
Exxsol	kr 4 000		
Strips	kr 49		
Slangeklemme	kr 129		
	kr 126 197	kr 128 125	

*Vedlegg C Kostnadsestimering*

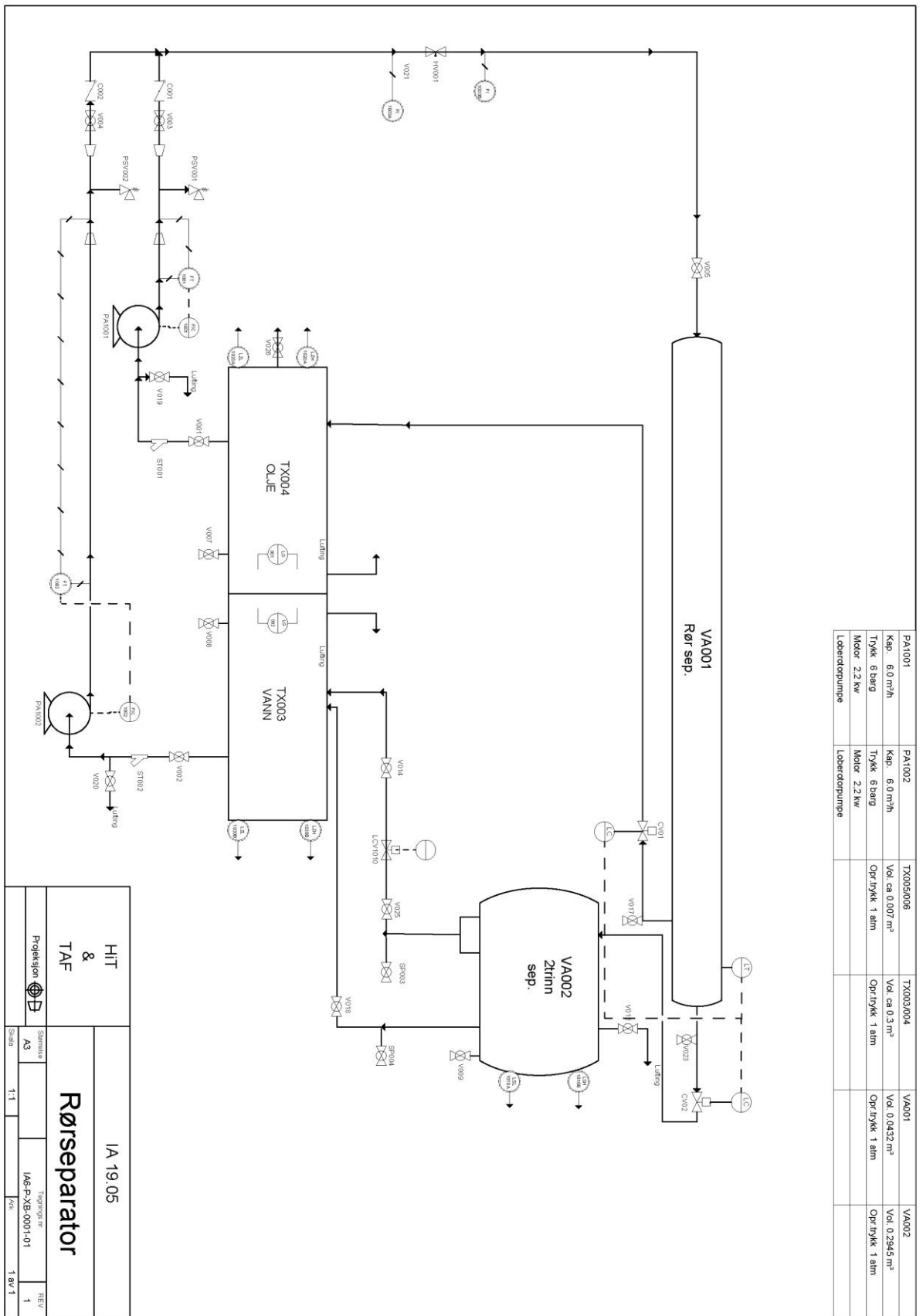
Enhet	Ledeord	Avvik	Konsekvenser	Årsaker	Foreslåtte løsninger
Fra utløp tanker til rørseparator	Ingen	Ingen flow	Tørrkjøring av pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stengt ventil (V001, V002, V003, V004)</li> <li>- Tett filter ( ST001, ST002)</li> <li>- Brudd på ledning</li> <li>- Luft på pumpens sugeside</li> <li>- Motor går ikke</li> <li>- Motor går feil vei</li> <li>- Strupeventil stengt (HV001)</li> <li>- Reim mellom pumpe og motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sjekkliste</li> <li>- Sjekk filter</li> <li>- Visuell sjekk</li> <li>- Skjenking av væske via ventil</li> <li>- Gjennomgang av sjekkliste</li> <li>- Sjekk dreieretning frekvensomformer</li> <li>- Åpne ventil</li> <li>- Sjekk reim</li> </ul>
	Mer	Mer flow	Overfylling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feil settpunkt</li> <li>- Feil parameter sett</li> <li>- Feil på DP-celler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sjekk av settpunkt</li> <li>- Bruke standard parameter sett</li> <li>- Sjekke DP-celle</li> </ul>
	Mindre	Mindre flow		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stengt ventil (V001, V002, V003, V004)</li> <li>- Tett filter ( ST001, ST002)</li> <li>- Brudd på ledning</li> <li>- Luft på pumpens sugeside</li> <li>- Reim mellom pumpe og motor</li> <li>- For liten åpning strupeventil (HV001)</li> <li>- Lekkasje i pumpe /rør</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sjekkliste</li> <li>- Sjekk filter</li> <li>- Visuell sjekk</li> <li>- Skjenking av væske via ventil</li> <li>- Sjekk reim</li> <li>- Åpne ventil</li> <li>- Vedlikehold av pumpe og visuell sjekk</li> </ul>
	Deler av	Kun flow på en fase		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stengt ventil (V001, V002, V003, V004)</li> <li>- Tett filter ( ST001, ST002)</li> <li>- Brudd på ledning</li> <li>- Luft på pumpens sugeside</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sjekkliste</li> <li>- Sjekk filter</li> <li>- Visuell sjekk</li> <li>- Skjenking av væske via ventil</li> <li>- Gjennomgang av sjekkliste</li> <li>- Sjekk reim</li> <li>- Åpne ventil</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- En av motorene går ikke</li> <li>- En av reimene ødelagt</li> <li>- For liten åpning strupeventil (HV001)</li> <li>- Lekkasje i pumpe /rør</li> </ul>	- Vedlikehold av pumpe og visuell sjekk
	Motsatt	Motsatt flow	Tørrkjøring av pumper	- Motor går feil vei	- Snu dreieretning på frekvensomformer
	Annerledes	Luft i flowen	Ujevn flow	- Lufteventiler tett	- Gjennomgang av sjekklister
	Mer	Mer trykk	Utslipp til omgivelse	- Utløsning av sikkerhetsventil	- Sjekk ventiler
	Mer enn	Overstigning av designet trykk	Utslipp til omgivelser og fysiske skader	- Blokkert sikkerhetsventil	- Inspeksjon av anleggsdel - Bytte defekt sikkerhetsventil
	Mer	Høy temp	Brann	- Friksjon i pumper	- Jevnlig sjekk av driftstemp på pumper
	Mindre	Vakuumbet	Skader på separator	- Stengt lufteventil	
Fra rørseparator til tanker	Ingen	Ingen flow			

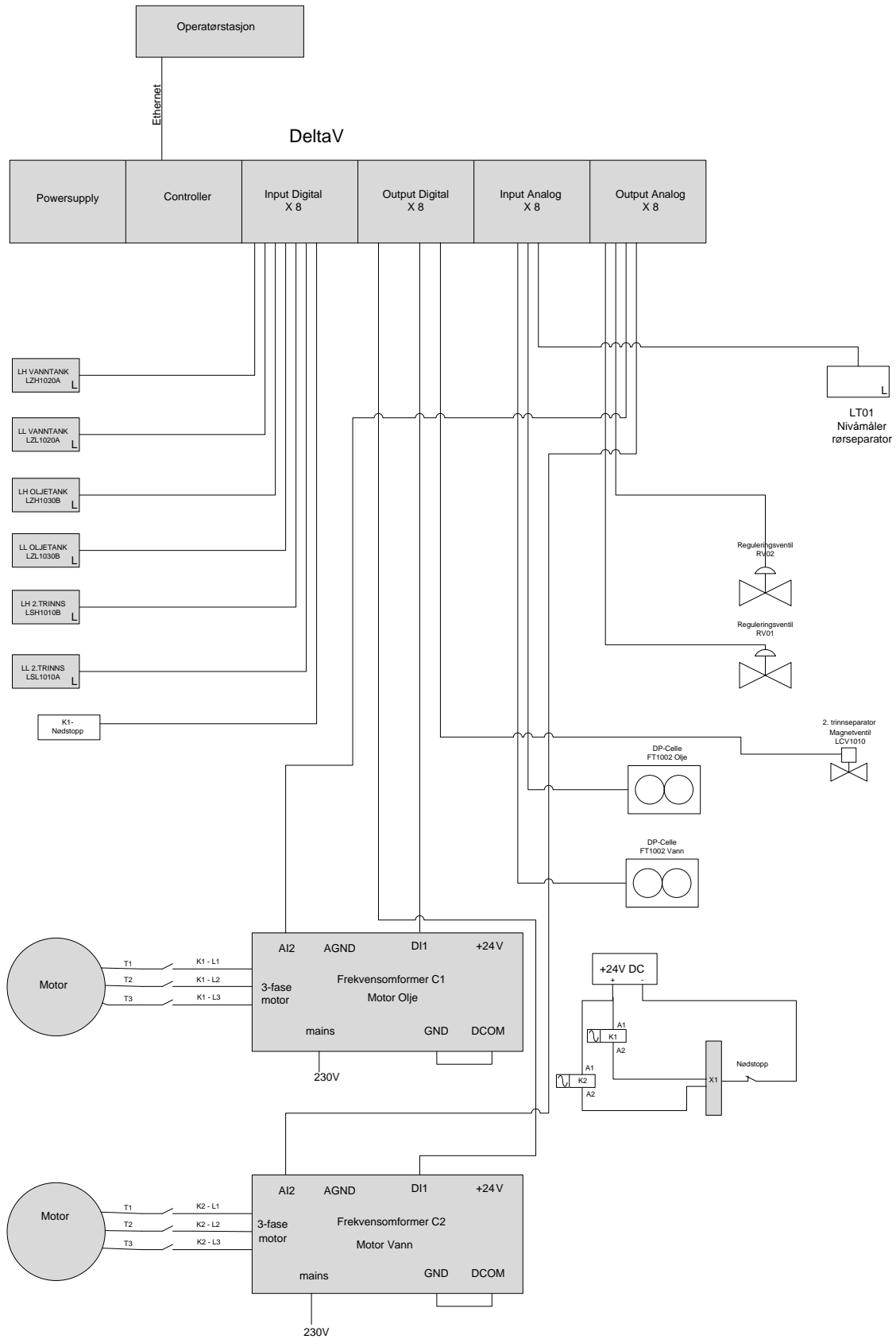
	Mer	Mer flow	Overfylling	- Feil operasjon av anlegg	- Tilstrekkelig opplæring av prosessoperatør
	Mindre	Mindre flow		- Feil parametersett - Stengt ventil(RV01 og RV02)	- Bruke standard parametersett - Åpne ventiler
	Deler av	Kun flow til andretrinns separator / tanker		- Stengt ventil (RV01/RV02)	- Åpne ventiler
	Motsatt	Motsatt flowretning			
	Annerledes	Luftlomme i utløp	Driftsproblemer	- Feil operasjon av anlegg	- Tilstrekkelig opplæring av prosessoperatør
	Ingen	Ingen trykk			
	Mer	Mer trykk		- Stengte ventiler	- Gjennomgang av sjekklister før start
	Mindre	Mindre vakuum		- Stengte lufteventiler	- Lagre anlegg ihht anvisning
Lagertanker	Ingen	Ingen flow			

	Mer	Mer flow	Overfylling av tanker	- Nivåvakter svikter	- Kontroll av nivåvakter
	Mindre	Mindre flow			
	Annerledes	Feil fase i lagertank	Driftsproblemer	- Feil operasjon av anlegg	- Tilstrekkelig opplæring av prosessoperatør
	Ingen	Ingen trykk			
	Mer	Mer trykk	Skader på tanker	- Stengte ventiler	- Gjennomgang av sjekkliste
	Mindre	Vakuüm	Skader på tanker	- Stengte ventiler	- Gjennomgang av sjekkliste

*Vedlegg D HAZOP*

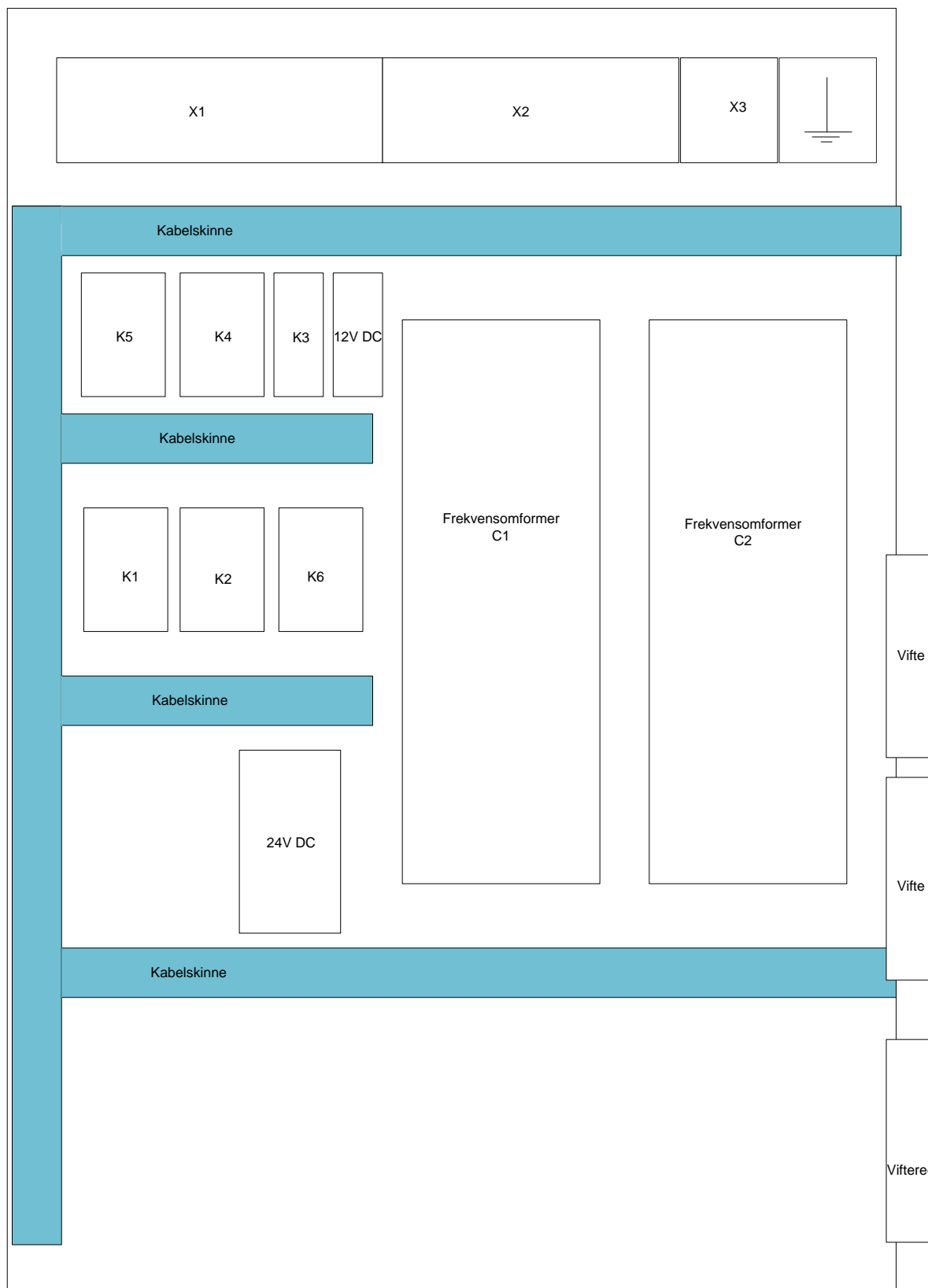


Vedlegg E P&ID



Vedlegg F Oversiktstegning instrumenter og utstyr

## Arrangement hovedtavle innmat



Vedlegg G Arrangement hovedtavle



## Procedures for start-up, operation, shutdown and storage

Procedures for start-up, operation, shutdown and storage is developed to ensure safe and proper handling of the rig.

The intention is that all people using the rig must be familiar with these procedures.

### Startup

Before starting it is important that the following checkpointlist is reviewed:

1. See that the rig is intact and show no visible cracks or damage in pipes or storage tanks. This is important to prevent leaks to the environment.
2. Ensure storage tanks TX003 and TX004 contains the right amount of oil and water. Each of the tanks must contain a minimum of 265L. By visual inspection the tanks will then be little more than  $\frac{3}{4}$  full. One must of course also take liquid located outside the storage tanks into account.
3. Drain off any oil accumulation in the water tank and/or water accumulation in the oil tank.
4. Check that the following valves are closed: SP002, SP003, SP004, V007,V008, V012, V013, V014, V019, V020, V023.
5. Check that the following valves are open: V001, V002, V003, V004, V010, V011, V018, V025, HV001
6. The supply lines to the pumps must be air free. This can be done by putting water on the valves V019 and V020 (Remember to shut them again).
7. Make sure the control system has power. This is done with the main switch on the outside of the control cabinet behind the distillation columns.
8. See also that control valves CV01 and CV02 have air. If not, turn it on beside the control cabinet behind the distillation columns (eventual check for leaks).
9. Ensure that the rig is connected to power, three phase sockets from the rig to the wall outlet. Also check that the circuit breakers in both the interface cabinet and main security cabinet is not turned into safety mode.

### Operation

The rig should always have at least two operators. This is because the management of process and visual contact with the rig is off site. The rig must always be supervised on site to ensure rapid response to unforeseen events.

The HMI contains faceplates that can be used to make adjustments and show more detailed information about the component it is linked to. The figure below shows the symbol to push for opening a faceplate.



1. The rig is switched on with main switch at the interface cabinet. The rig can now be controlled from the control room.
2. Look for alarms in the HMI. High/low level (LZH 1030B/LZL 1030B) in TX003 and high/low level (LZH 1020A/LZL 1020A) in TX004. The motors will fail to start at too low or too high levels in storage tanks. At high/low levels, drain/refill storage tanks.
3. Open the faceplates linked to the motors, FT1001 and FT1002. The motors can either be in manual or auto. In manual the speed of the pumps can be adjusted (10Hz-50HZ) and in auto you could choose a setpoint according to the desired flow. At first only water should be applied to the system, and then add the oil. Auto is currently unavailable because dp-cells are not calibrated.
4. Then press the start/stop button to start the motors.
5. Open the faceplate of the control valves CV01 and CV02. You can now put a setpoint for the water level in the funnel (0-75%), ie determine the phase boundary.

Speed of the motors can also be used as a disturbance to the process.

Acknowledgement of alarms is done in a separate window.

Trend Plot in separate window.

Factors to monitor when operating:

- Check that the pumps run free
- Please note if there are excessive vibration in the piping.
- Leaking joints
- Avoid that pumps run dry
- Avoid running against closed valves

### **Shutdown**

To have the most control of fluid flow when shutting down, follow this checkpoint list.

1. Stop pumps PA1001 and PA1002.
2. Close valves V003 and V004 to prevent the return of oil-water mixture. It is mounted check valves, but these are not 100%.
3. Turn off the main switch and possibly cut three-phase voltage at the wall outlet.

Oil-water mixture from VA001 will automatically drop down into VA002 when power is cut, where it can rest until next startup.

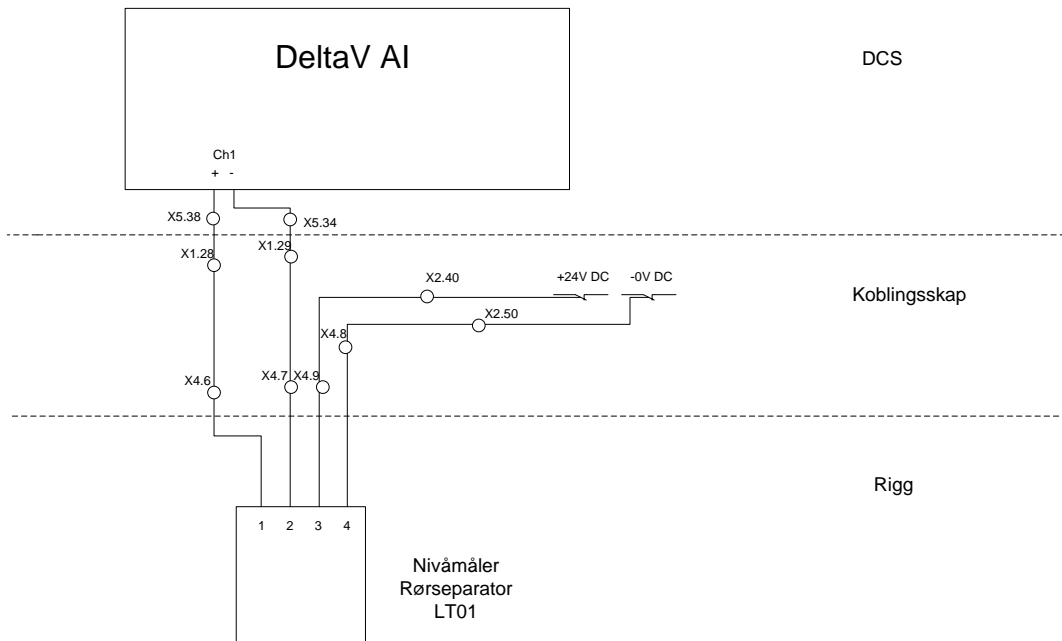
**Storage**

If the rig is not used for a long time, follow this checkpoint list :

1. VA001 and VA002 is drained of fluid.
2. Possibly also empty the storage tanks (Water in the basin, oil in drums).
3. Close valves in the supply line, V001 and V002.
4. Open all vent and drain valves.
5. Drain waterpump PA1002 (Drain plug at bottom of pump).
6. Suction filter ST001 and ST002 turned out for cleaning.

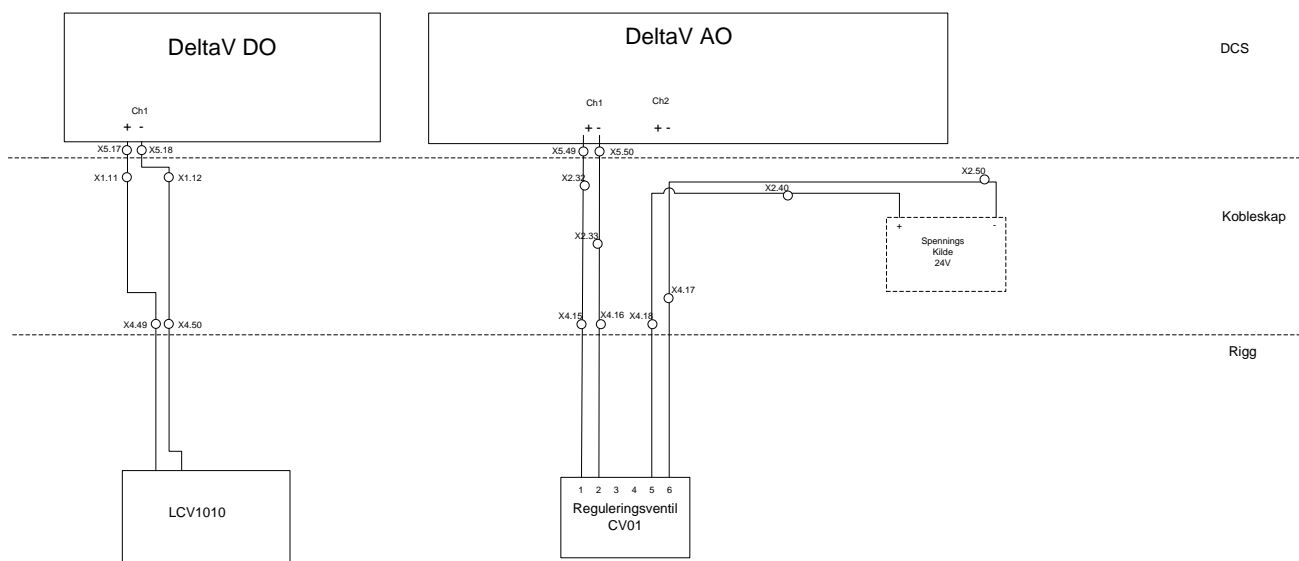
*Vedlegg H Procedures for start-up, operation, shutdown and storage*

### Koblingskjema nivåmåler rørseparator



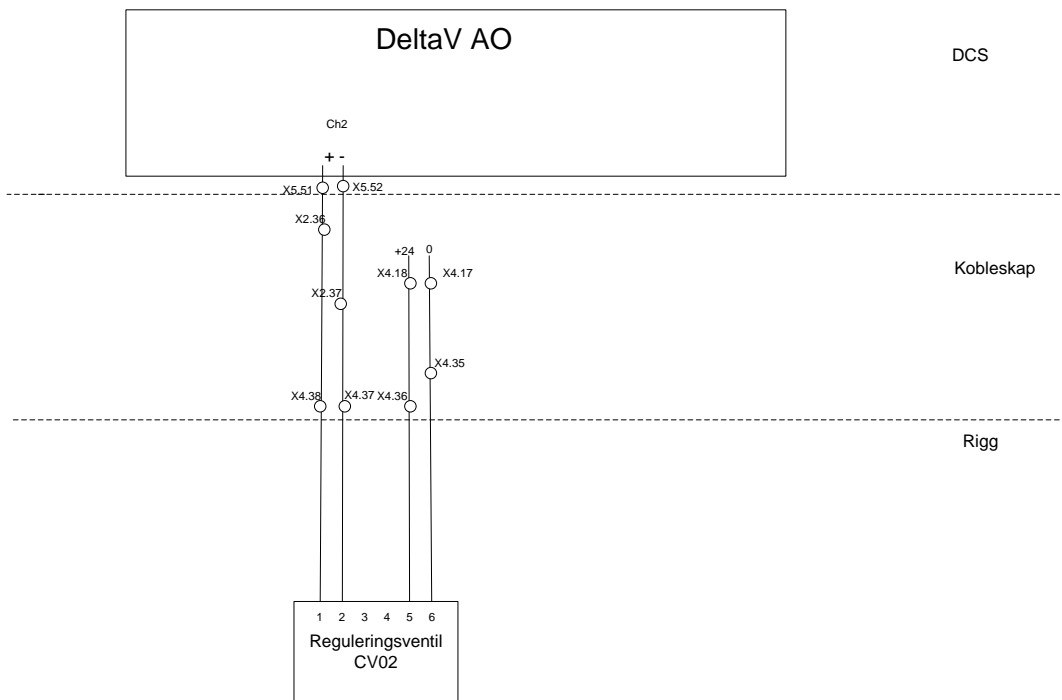
### Vedlegg I Koblingskjema nivåmåler i rørseparator

### Koblingskjema Reguleringsventil til CV01 og magnetventil



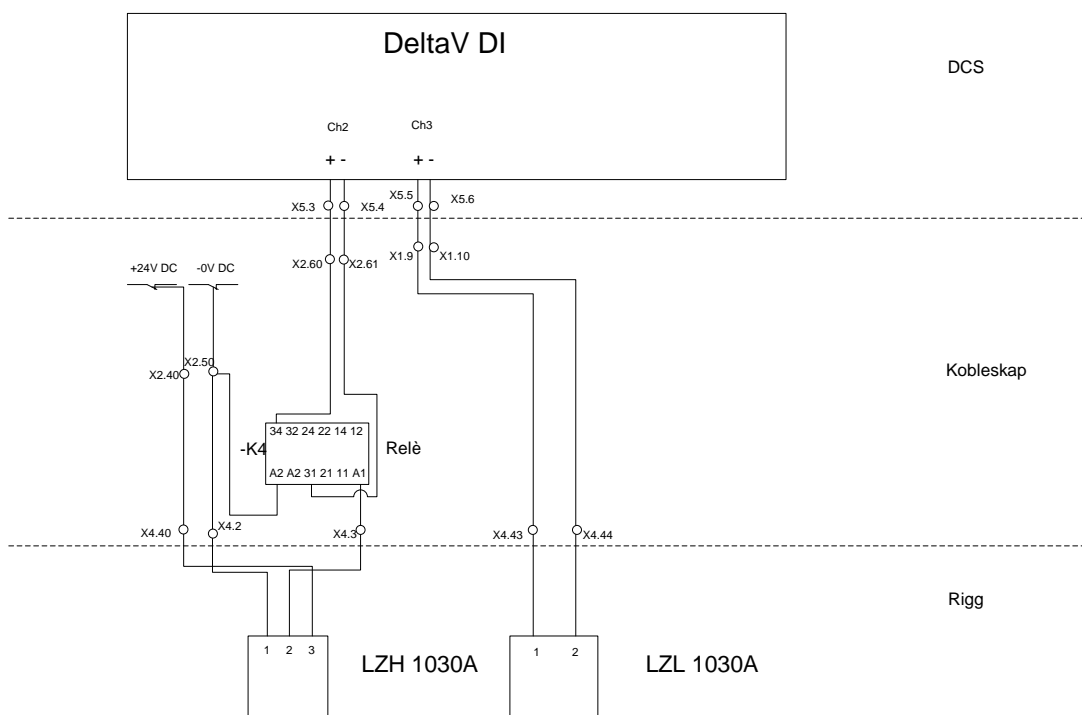
### Vedlegg J Koblingskjema reguleringsventil CV01 og magnetventil

### Koblings skjema Reguleringsventil CV02



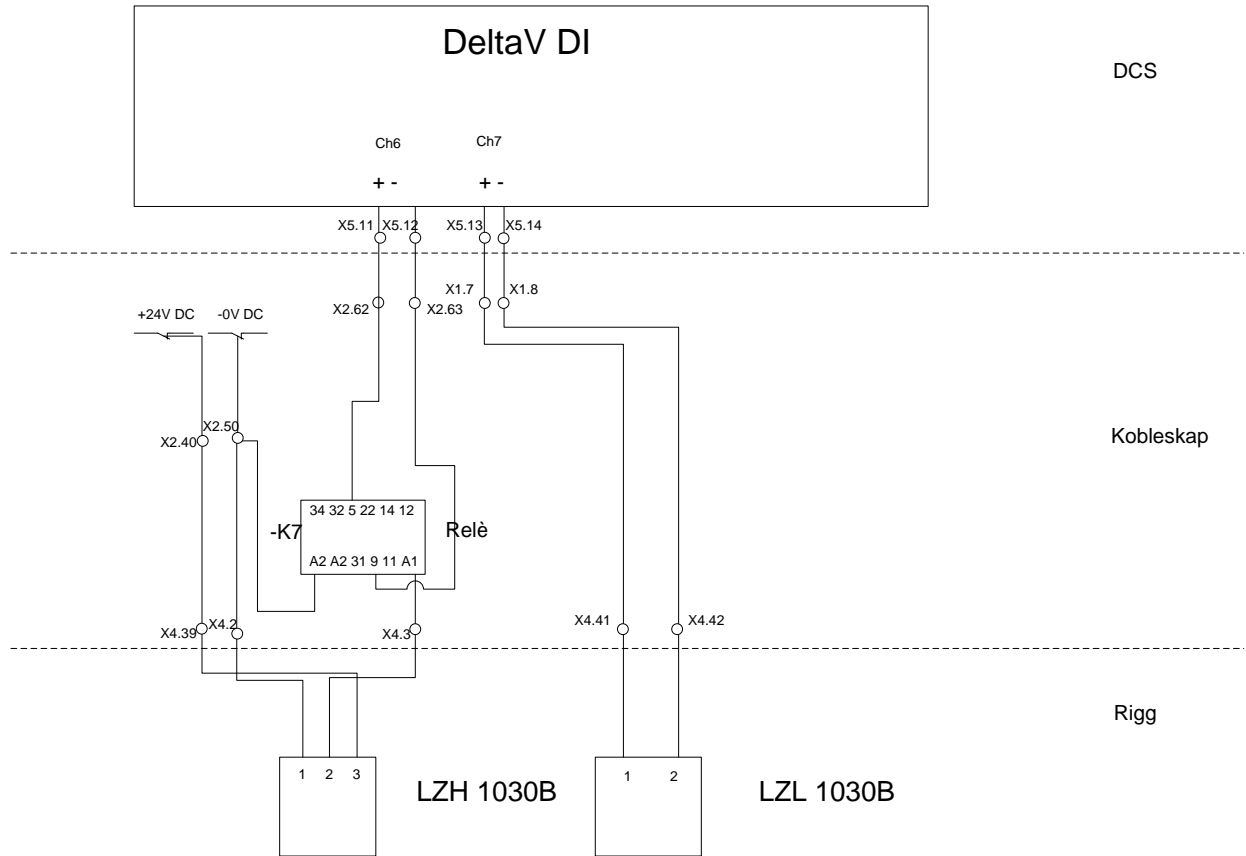
Vedlegg K Koblings skjema reguleringsventil CV02

### Koblings skjema høyt&lavt oljetank



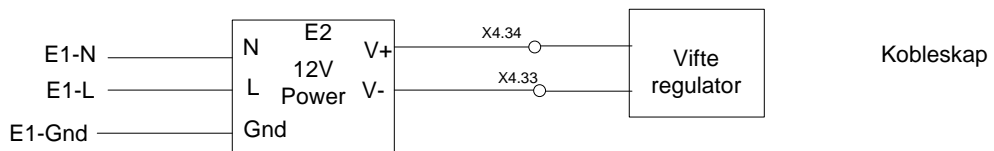
Vedlegg L Koblings skjema for høyt og lavtnivå i oljetank

### Koblingskjema Høyt&lavt vanntank



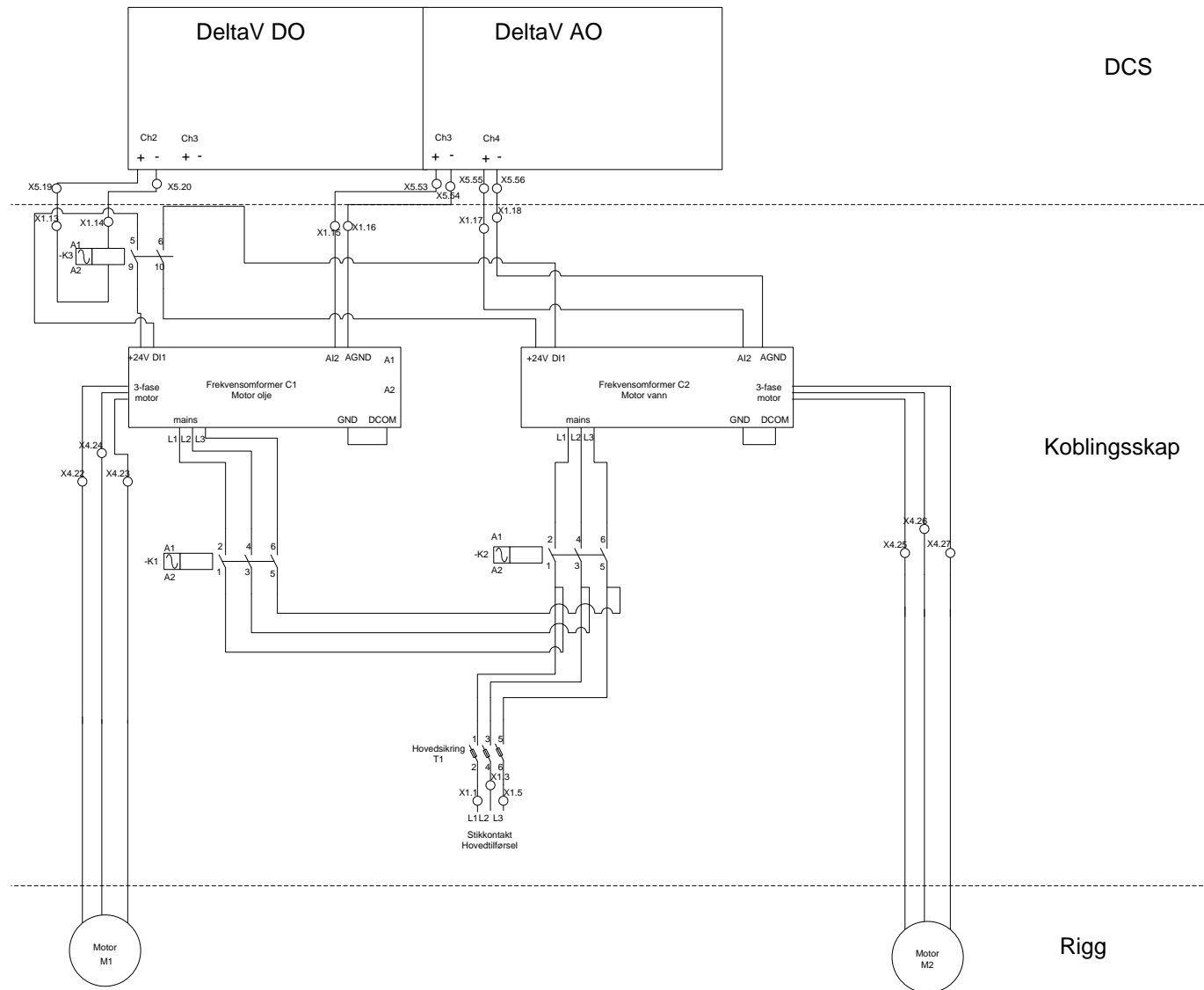
Vedlegg M Koblingskjema for høyt og lavtnivå i vanntank

### Kobleskjema vifter



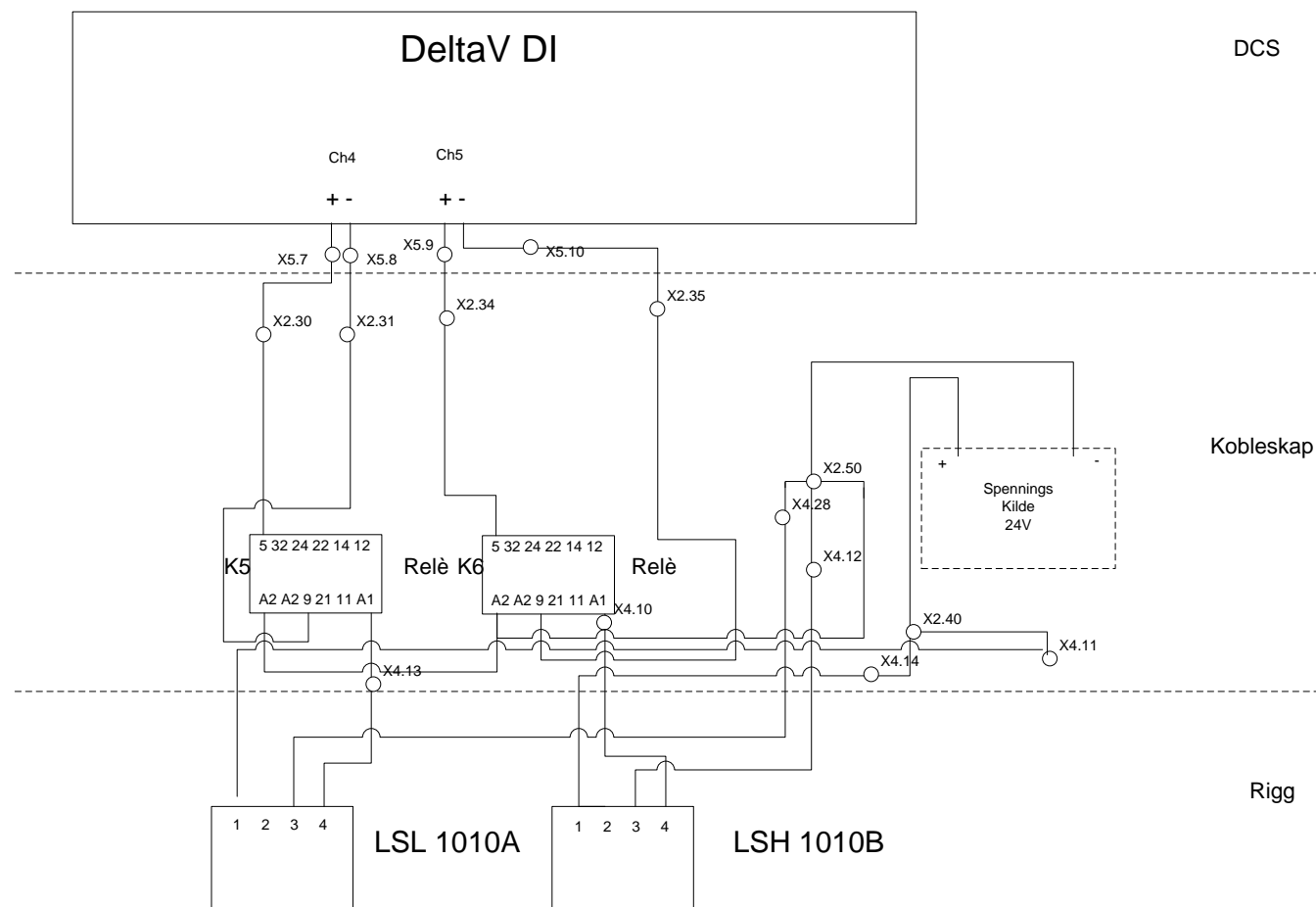
Vedlegg N Koblingskjema for vifter

Koblingsskjema  
frekvensomformere + motorer



Vedlegg O Koblingsskjema for frekvensomformere og motorer

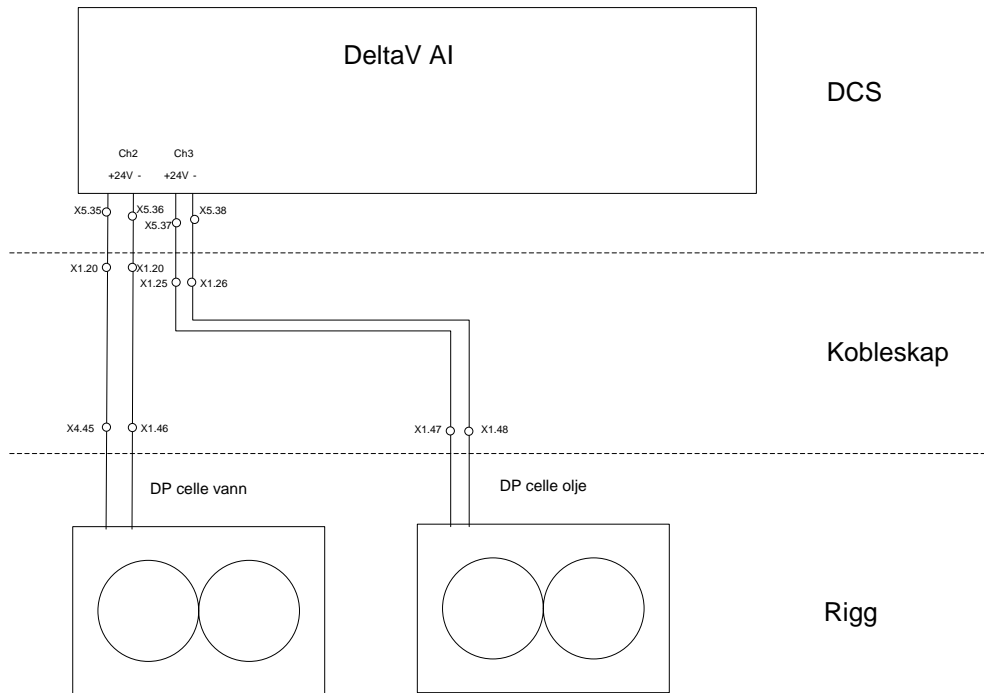
### Koblingskjema capacitive sensorer



Vedlegg P Koblingskjema for kapasitive sensorer

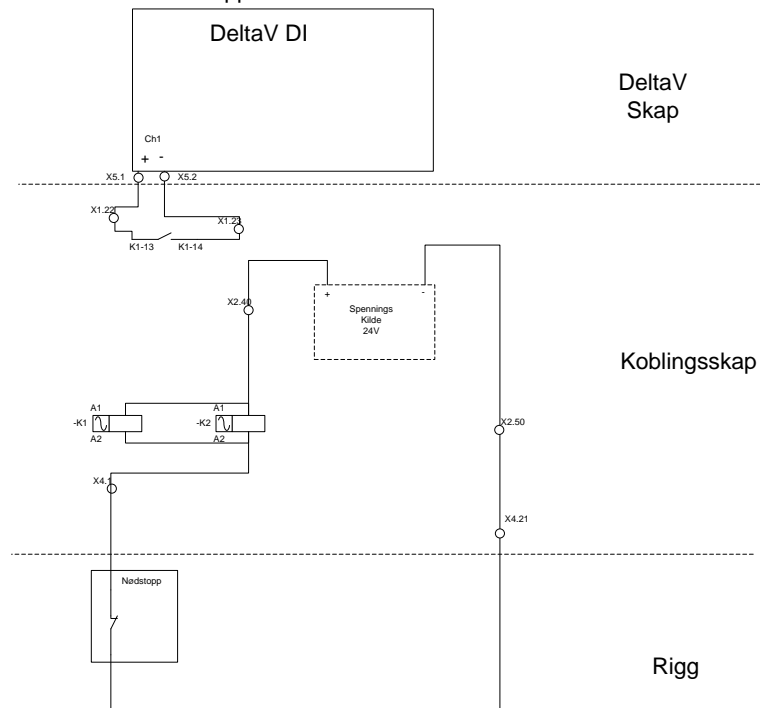


Koblings skjema  
DPceller

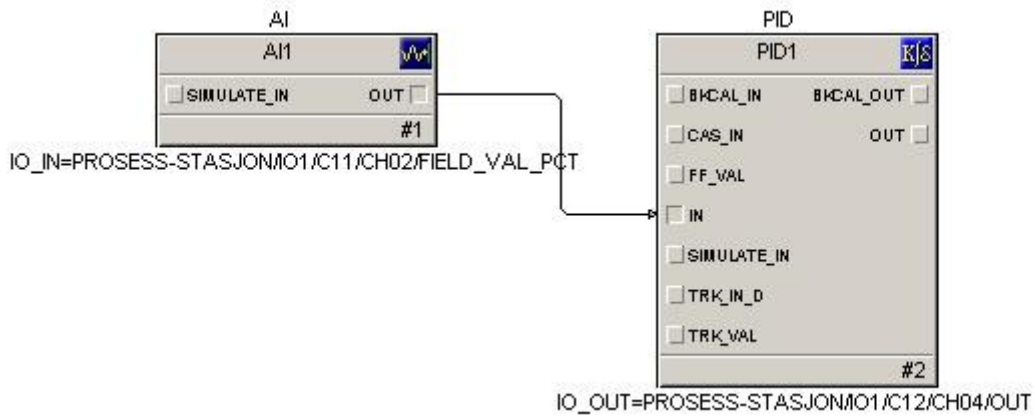


Vedlegg Q Koblings skjema for DP-celler

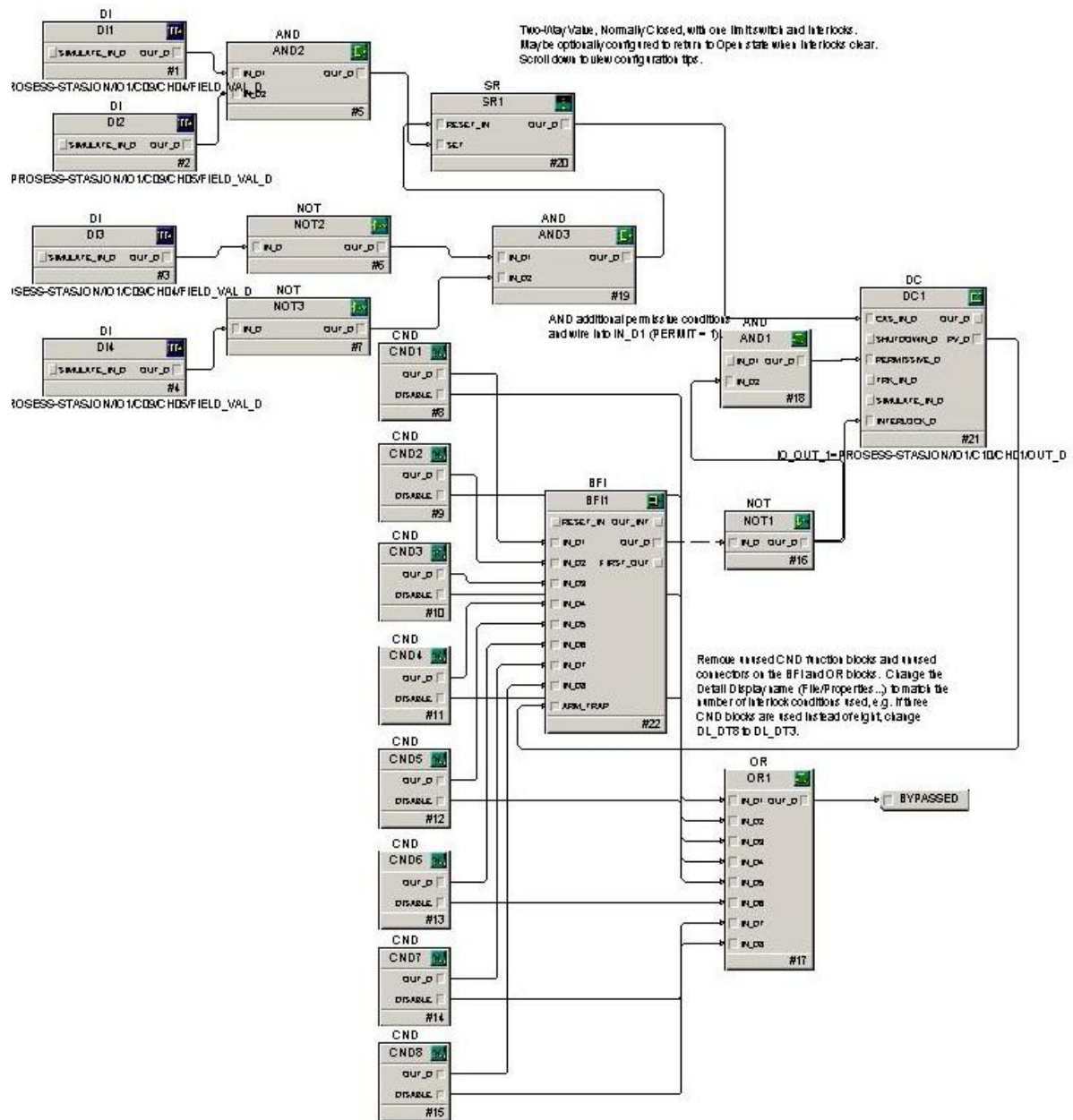
Koblings skjema  
nødstop



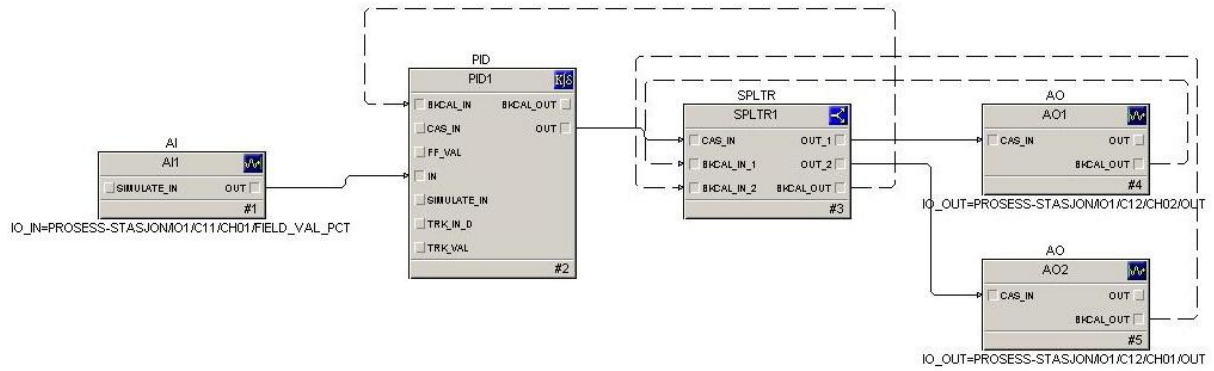
Vedlegg R Koblings skjema for nødstop



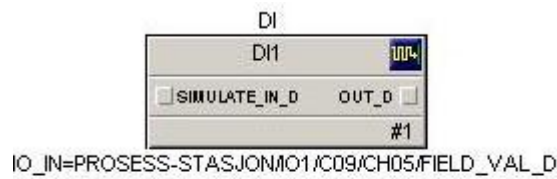
Vedlegg S Programkode FIC1002



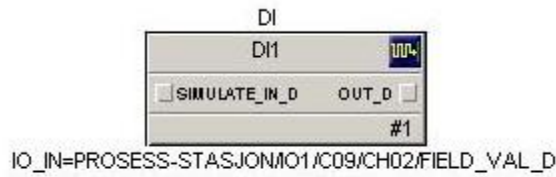
Vedlegg T Programkode LCV1010



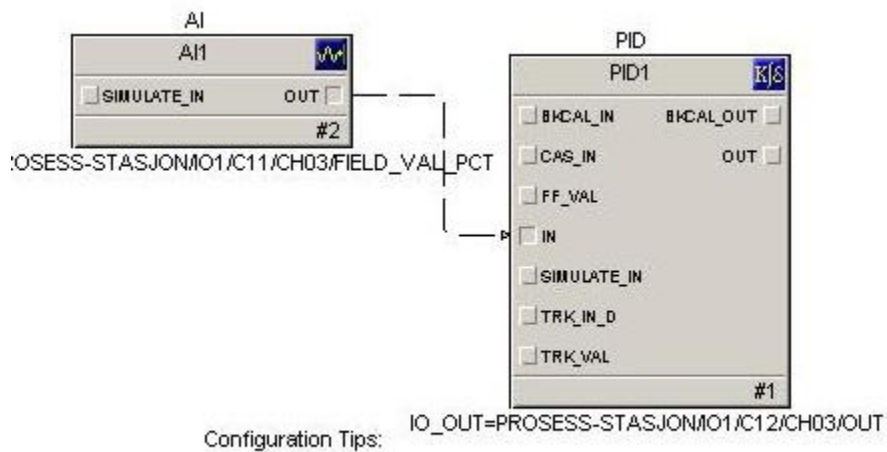
*Vedlegg U Programkode LIC01*



*Vedlegg V Programkode LSH1010B*



*Vedlegg W Programkode LZH1030A*



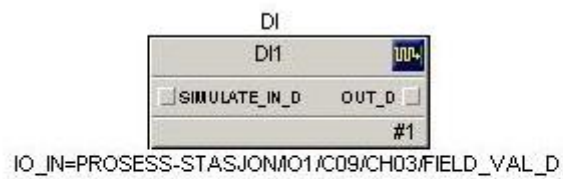
*Vedlegg X Programkode FIC1001*



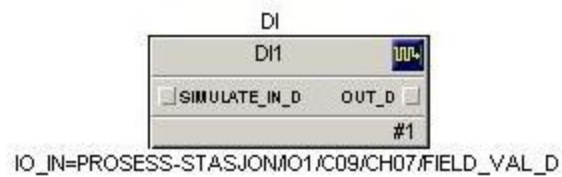
*Vedlegg Y Programkode LZH1030B*



*Vedlegg Z Programkode LSL1010A*

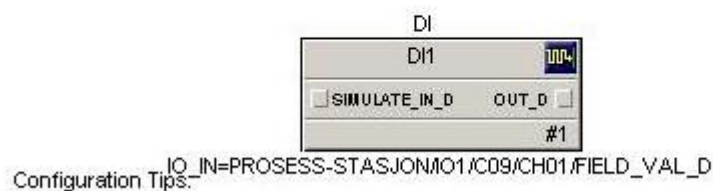


*Vedlegg Æ Programkode LZL1030A*



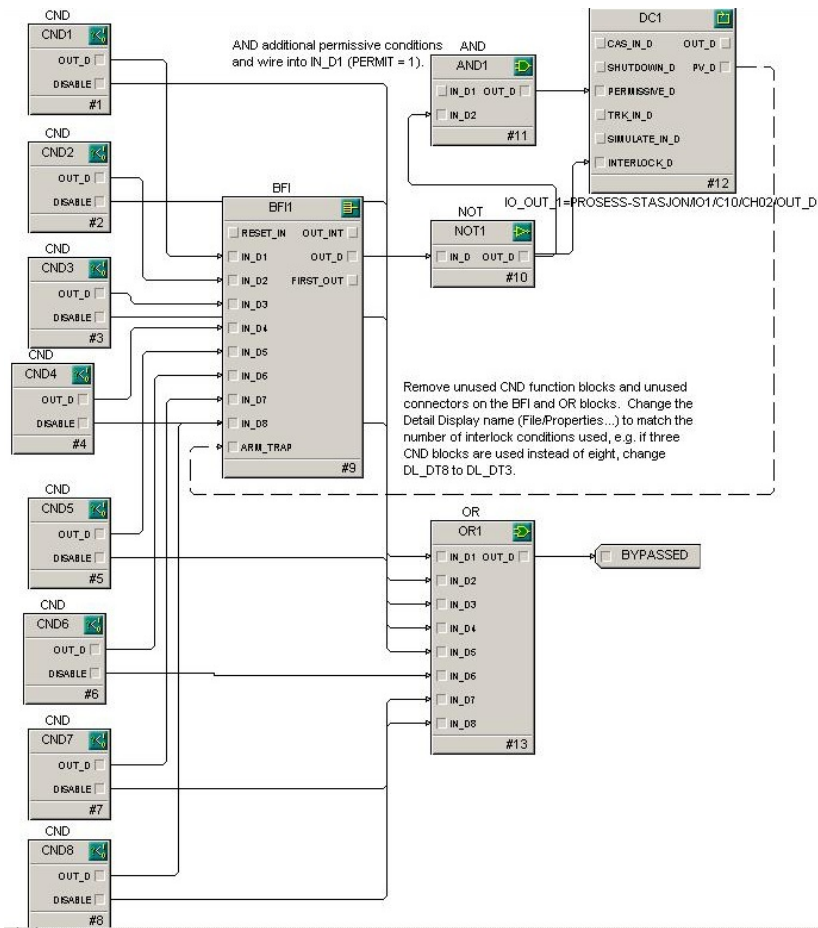
### Vedlegg Ø Programkode LSL1010B

Discrete Input monitoring module with alarm



- 1) Select the function block (DI1) on the diagram, then set filtering to just "Quick Config".
- 2) Modify the parameters presented as needed.  
Configure the Device Signal Tag for IO\_IN.  
DISC\_LIM is the alarm state, 1 or 0, for PV\_D.  
IO\_OPTS may be used to Invert the input to determine PV\_D.
- 3) Modify priority of DISC\_ALM from Alarms view if desired.
- 4) Set module properties (File/Properties...):  
Type a description (up to 24 characters).  
Type the name of the primary control display (without extension).
- 5) Modify the History Collection parameters as desired (File/History Collection...).

### Vedlegg Å Programkode Nødstop



Vedlegg AA Programkode Omformere