

**RAPPORT FRA 9. SEMESTERS PROSJEKT HØSTEN 2012**

TTK4551 Fordypningsprosjekt

**Moderne og kostnadseffektiv instrumentering og styring av  
dynamiske fornybare energisystem**

av: Henrik Hopen



**Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk**

Adresse: Gamle fysikk, Sem Sælands vei 5, Gløshaugen, 7034 Trondheim. Telefon 73 59 42 02,  
[www.ntnu.no/ime](http://www.ntnu.no/ime)

---

Masterutdanning

# Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

## Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk

### Masterutdanningen

---

#### RAPPORT FRA 9. SEMESTER PROSJEKT HØSTEN 2012

**Emne:** TTK4551 Fordypningsprosjekt

**Tittel:** Moderne og kostnadseffektiv instrumentering og styring av dynamiske fornybare energisystem.

Rapporten utgjør hele vurderingsgrunnlaget i emnet.

**Tilgjengelighet:** Åpen

**Deltaker:**

Henrik Hopen

**Hovedveileder:** Tor Onshus

#### **Sammendrag:**

Gether AS ønsker at det skal kartlegges hvordan et nærvarmenett på Mære landbruksskole kan styres på en moderne og kostnadseffektiv måte. Anlegget består av to hovedtyper varmenett. Et hovednett, med varmpumpe, pelletskjele, gasskjele og oljekjele, for distribusjon av varmemediet til bygningene, og bygningsnett for distribusjon i byggene. Anlegget krever regulering av: forholdet mellom varmekildene, sirkulasjon i hovednettet, forholdet mellom retur og tur pumpene i bygningsnettene og mengde varmemediet til ventilasjonsbatteriet i bygningsnettene. Gether AS ønsker en trådløs romtermostat i hvert bygg til å styre temperaturen, og at anlegget skal kunne fjernovervåkes over internett. Styresystemet kan bygges opp som et DCS eller med sentral PLS og RTU-er. DCS løsninger som blir presentert er S7-200 som er en PLS for mindre og mellomstore styringsoppgaver, LOGO! som er for de miste styringsoppgavene og Synco som er til byggautomasjon. RTU løsningene som blir presentert er med S7-300 PLS og med industriell PC. Begge løsningene kan ha kablede I/O-enheter eller trådløse I/O-enheter. Forskjellige romtermostater, utetermometre og ventilasjonstermometre blir også presentert. Kostnadene til de forskjellige løsningene er: S7-200 = kr 177 100, LOGO! = kr 106 762, Synco = kr 130 300, kablet S7-300 = kr 160 080, trådløs S7-300 = kr 201 650, kablet ind. PC = 154 510, trådløs ind. PC = kr 205 680. I tillegg til disse kostnadene kommer kostnader av kabling. I kapittel 6 vurderes fordeler og ulemper ved de forskjellige løsningene. Ut i fra kostnader og egenskaper konkluderes det med at LOGO! eller Synco egner seg best til dette anlegget, med forbehold om at anlegget blir slik som beskrevet i rapporten.

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

Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk

## FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av Henrik Hopen som et 9. semester prosjekt ved NTNU i emnet TTK-4551 Fordypningsprosjekt, som utgjør 7.5 studiepoeng. Forslag til oppgave som kunne løses ble gitt fra Gether AS til NTNU, og deretter valgt av Henrik. Henrik har i samarbeid med hovedveileder utarbeidet oppgaveteksten, som reflekteres i innledningen, og denne har deretter blitt godkjent av Gether AS.

Henrik vil benytte anledningen til å takke Kaare Gether og Helge Skarphaugen, fra Gether AS, for hyggelige samtaler og god hjelpelighet.

For at leseren skal få størst mulig utbytte av rapporten er det en fordel at leseren har noe bakgrunnskunnskaper om hvordan et styringssystem virker, og hensikten med de forskjellige komponentene som inngår i et slikt system. I tillegg bør leseren ha kjennskap til virkemåten til pelletskjele, gasskjele, oljekjele og varmepumpe.

I rapporten er det valgt å avbilde mange av komponentene som omtales, forfatteren håper at dette vil gi leseren en visualisering av forskjellene mellom produktene.

Som vedlegg, bakerst i rapporten, finnes en cd med produktatablader til de forskjellige komponentene som er omtalt i de forskjellige løsningene.

Underskrift:

Dato:

## NOMENKLATURLISTE

DCS	-	Distributed Control System
DTES	-	dynamisk termisk energi lager (eng: Dynamic thermal energy storage )
EX	-	Ekspløsjons farlig
GB	-	Giga Byte
GHz	-	Giga Hertz
HMI	-	Human Machine Interface
IF	-	Interface
I/O	-	Input/Output
kW	-	kilowatt
mA	-	milliAmpere
MIMO	-	multiple input multiple output
P.C.	-	Pressure Controller
PLS	-	Programmerbar Logisk Styring
P.T.	-	Pressure Transmitter
PT(i PT-100)	-	platina
Ram	-	Random access memory
RTU	-	Remote Terminal Unit
RT	-	Run Time
T.C.	-	Temperatur Controller
T.T.	-	Temperatur Transmitter
V	-	Volt

# 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 Konklusjon.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Krav til anlegget .....</b>	<b>8</b>
3.1 Krav som stilles på grunn av anleggets oppbygning .....	8
3.2 Krav som stilles på grunn av geografisk utforming .....	10
3.3 Krav som settes av eksisterende kjeler .....	11
3.4 Ønsker Gether AS har .....	11
3.4.1 Trådløs romtermostat i hvert av byggene .....	11
3.4.2 Sirkulasjonspumper .....	11
3.4.3 HMI.....	11
<b>4 Alternativer som tilfredstiller kravene.....</b>	<b>12</b>
4.1 Sensorer .....	12
4.1.1 Romtermostat.....	12
4.1.2 Termometer til ventilasjonsluft .....	13
4.1.3 Utetermometer .....	14
4.1.4 Vindhastighetsmåler .....	14
4.2 Styresystem.....	14
4.2.1 Distributed control system .....	14
4.2.2 Sentral PLS med RTU .....	18
4.2.3 Industriell PC.....	22
4.2.4 Siemens Synco byggautomasjonsløsning.....	23
<b>5 Kostnader til løsningene .....</b>	<b>26</b>
5.1.1 Siemens SIMATIC S7-200 .....	26
5.1.2 Siemens LOGO!.....	27
5.1.3 Bruk av kablet nettverk til sentral PLS med I/O-enheter i hvert bygg.....	28
5.1.4 Bruk av trådløst nettverk til sentral PLS med I/O-enheter i hvert bygg .....	28
5.1.5 Bruk av industriell PC .....	29
5.1.6 Siemens Synco .....	30
<b>6 Vurdering av løsningene.....</b>	<b>31</b>
6.1 Romtermostat.....	31
6.2 Styresystemløsninger .....	31
<b>7 Diskusjon.....</b>	<b>35</b>

<b>Referanser.....</b>	<b>36</b>
------------------------	-----------

<b>Vedlegg.....</b>	<b>40</b>
---------------------	-----------

# 1 INNLEDNING

Store deler av verdens energiforbruk går i dag til oppvarming, kjøling og ventilasjon i bygninger. For å redusere dette energiforbruket har Gether AS utviklet en ny teknologi ved bruk av nærvarmenett og DTES. [1]

Med støtte fra Nord-Trøndelag fylkeskommune og Enova skal Gether AS lage et lavtemperatur nærvarmenett med DTES på Mære landbruksskole. Dette nærvarmenettet skal forsyne 3000m<sup>2</sup> veksthus, 1000m<sup>2</sup> grise fjøs, internat og noen mindre bygg.[1]

I denne anledningen ønsker Gether AS at det skal kartlegges hvilke løsninger på maskinvare som kan benyttes til å styre og instrumentere anlegget. De forskjellige løsningene skal vurderes og rangeres ut i fra kostnader og egenskaper.

Dette løses ved å:

- Kartlegge hvilke behov, ønsker og krav som stilles til anlegget.
- Finne løsninger på maskinvare. Basert på styreenheter, sensorer, aktuatorer og nettverk/kabling, som tilfredsstiller disse behovene og kravene.
- Kalkulere kostnaden til de forskjellige løsningene.
- Vurdere de forskjellige løsningene opp mot hverandre, for deretter å rangere disse.

Rapportens hensikt vil være å sammenligne ulike teknologier som finnes, ikke å sammenligne produkter fra forskjellige fabrikanter. Rapporten vil derfor begrense seg til i hovedsak å se på produkter levert fra Siemens. Siemens velges siden de er en stor aktør på markedet og har derfor et stort utvalg av produkter.

De forskjellige kapitlene i denne rapporten omhandler følgende: I kapittel 2 konkluderes det med resultatet av denne rapporten. Hvilke krav som stilles til anlegget på grunn av anleggets oppbygning, geografisk utforming og ønsker fra Gether AS beskrives i kapittel 3. I kapittel 4 presenteres forskjellige maskinvarerløsninger som tilfredsstiller kravene avdukket i kapittel 3. I Kapittel 5 beregnes kostnadene til de forskjellige løsningene, mens det i kapittel 6 blir vurdert fordeler og ulemper med de forskjellige løsningene. Til slutt kommer en diskusjon i kapittel 7.

## 2 KONKLUSJON

Det finnes mange forskjellige løsninger på maskinvare til å lage et styresystem, og disse har forskjellige egenskaper og kostnader. Det er også mulig å velge mange forskjellige løsninger til et bestemt prosjekt, så spørsmålet blir derfor å velge den løsningen som er mest riktig til akkurat dette prosjektet.

Styresystemet på Mære landbruksskole kan enten lages som et distribuert styresystem med en mindre PLS i hvert bygg, eller med en sentral løsning med RTU-er i hvert bygg. I et distribuert system kan S7-200, LOGO! eller Synco benyttes, men S7-300 eller industriell PC kan benyttes i en sentral løsning.

Av løsningene som blir presentert i rapporten er LOGO! eller Synco de som egner seg best. Disse er de rimeligste løsningene, men har fortsatt nok funksjonalitet til å styre anlegget så sant anlegget faktisk blir slik som beskrevet i rapporten. Valget mellom LOGO! og Synco avgjøres av, om man for LOGO! får til en god løsning til å styre pumpene på retur og tur sløyfen i byggene med kun et analogt styresignal, og om man ønsker et lokalt HMI panel i hvert bygg, noe som Synco ikke støtter.

Av de andre løsningene som presenteres i rapporten ser vi at et DCS ved bruk av Siemens SIMATIC S7-200 koster nesten like mye som et system med en Siemens SIMATIC S7-300 sentral PLS og trådløs kommunikasjon til I/O-enhetene i hvert bygg. Benyttes det isteden kablet kommunikasjon til I/O-enhetene i hvert bygg blir utstyrskostnaden nesten 40 000 kr billigere, men denne besparelsen går trolig med til kabling mellom byggene. De viser seg også at utstyrskostnaden av å bruke en industriell PC er nesten like stor som å benytte PLS, i et system med en sentral løsning.

Siden rapporten kun vurderer Siemens sine produkter så er det ikke sikkert disse er de rimeligste på markedet. Videre arbeid som kan gjøres er at man etter å ha fastsatt hvilken teknologi som egner seg best til dette anlegget, finner tilsvarende løsninger fra andre fabrikanter for å se hvilke som er rimeligst. Videre burde det også undersøkes om programvaren til de forskjellige løsningene har tilstrekkelig funksjonalitet til å lage anlegget slik som det er ønsket.



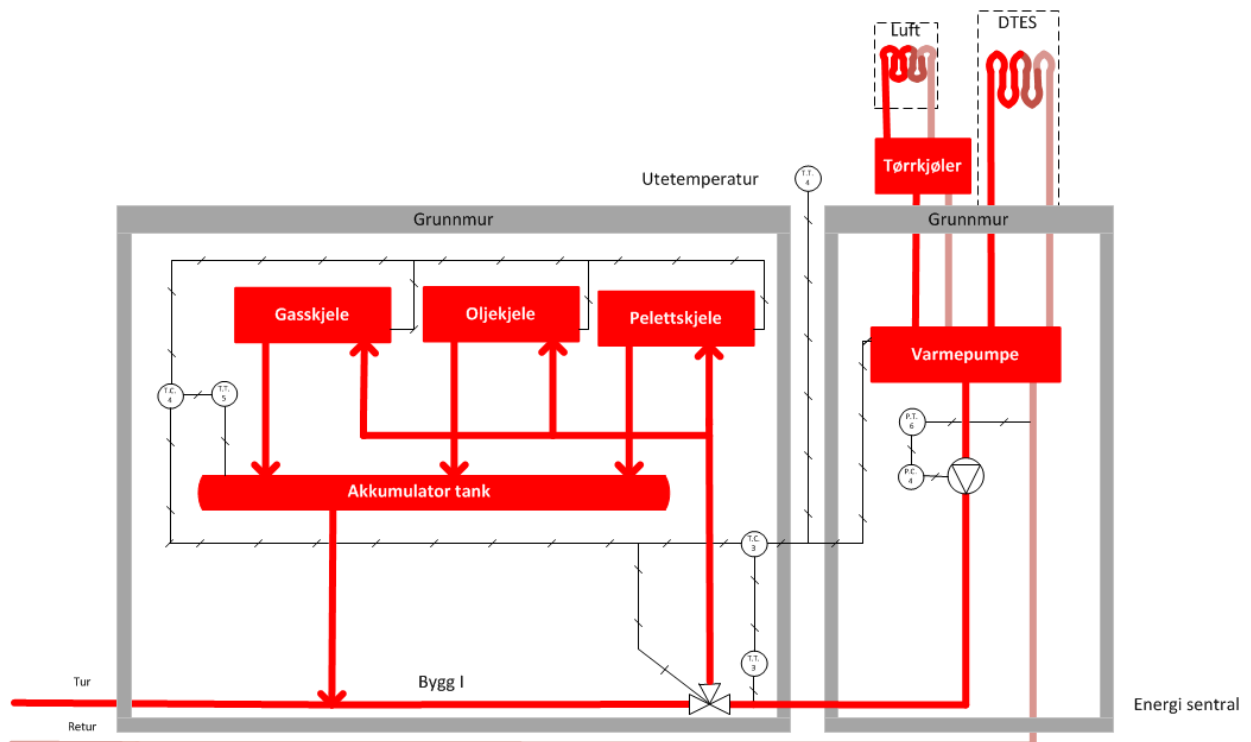
### 3 KRAV TIL ANLEGGET

Dette kapittelet har som formål å synliggjøre hvilke krav, behov og ønsker som stilles til maskinvaren i anlegget. Dette gjøres for å finne fram til maskinvare som er hensiktsmessig å benytte.

#### 3.1 Krav som stilles på grunn av anleggets oppbygging

For å kartlegge hva som skal styres på anlegget, starter vi med å se på hvordan det er tenkt at anlegget skal bygges opp. Dette er kun prinsippelt siden planleggingen av anlegget ikke er ferdig. Det er derfor mulig at det blir endringer eller tilføyinger i forhold til det som blir beskrevet her.

Nærvarmenettet kan deles inn i to hoveddeler, et hovednett og et bygningsnett. Hovednettet inkluderer varmekildene og distribusjon av varmemediet til byggingene, mens bygningsnettet distribuerer varmemediet rundt i bygningen. Figur 3-1 viser en prinsippskisse av hovednettet, og Figur 3-2 viser prinsippskisse av bygningsnettet.

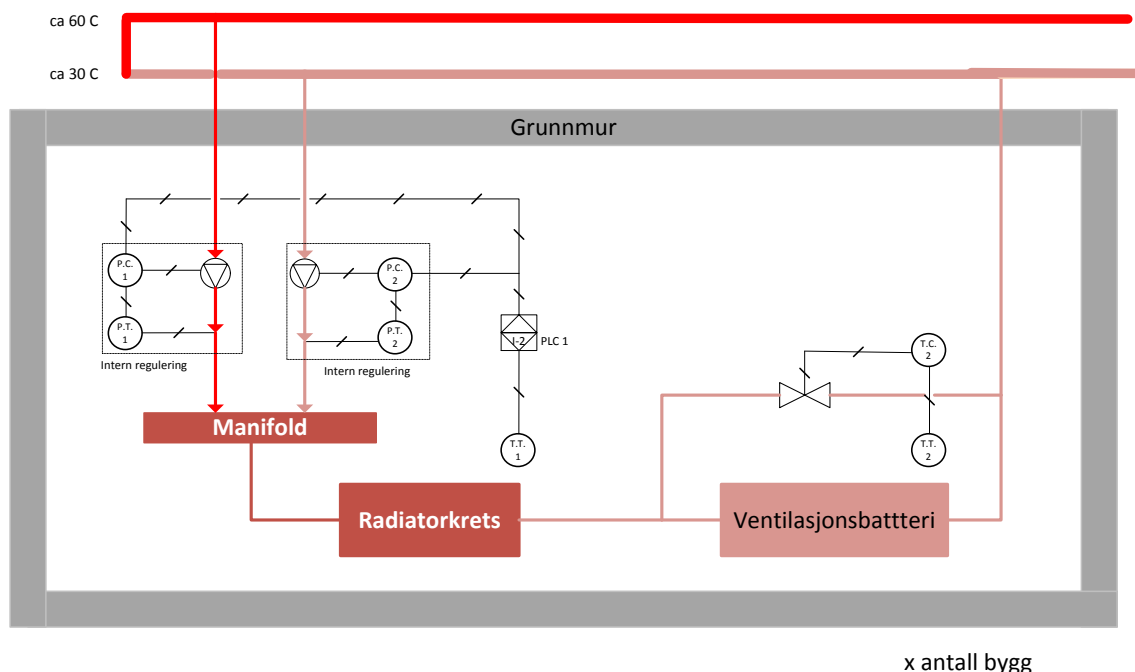


Figur 3-1: Prinsippskisse av hovednettet med varmekilder og tilhørende styring.

Hovednettet består av en tursløyfe som bringer varmemediet fra varmekildene ut til bygningene, og en retursløyfe som bringer varmemediet tilbake fra bygningene. På tursløyfen er det mest hensiktsmessig å ha en temperatur på ca 60°C på kalde dager ned til ca 30°C på mildere dager. Temperaturen i tursløyfen avgjøres av utetemperaturen og vind. For å oppnå den ønskede temperaturen i tursløyfen brukes de forskjellige varmekildene i forskjellige kombinasjoner avhengig av varmebehovet. Pellettskjelen, oljekjelden og gasskjelen er plassert i bygg I, ca 150 meter unna i energisentralen er varmepumpen plassert. Se Figur 3-3.

På milde dager med lite varmebehov brukes kun varmepumpen, som kun benytter tørrkjøler. Ved litt større varmebehov suppleres varmepumpen fra DTES. Blir varmebehovet enda større kuttet tørrkjøleren ut og varmepumpen bruker kun DTES. Dersom varmepumpen ikke greier å opprettholde ønsket temperatur på tursløyfen, brukes pelletskjelen til å supplere varmepumpen. Skulle varmebehovet være enda større, for eksempel på veldig kalde dager, brukes varmepumpen med DTES som suppleres av pelletskjelen og gasskjelen, i tillegg brukes oljekjelen som backup for pelletskjelen. Pelletskjelen, oljekjelen og gasskjelen levere varmemediet til en akkumulatortank, før det tilføres tursløyfen. [3]

For å oppnå konstant trykk er pumpen som regulerer gjennomstrømningen i hovednettet trykkregulert. [3]



Figur 3-2: Prinsippskisse av bygningsnett. [2]

I bygningene skal en romtermostat (T.T. 1) plasseres i det rommet med høyest temperaturbehov. Denne romtermostaten styrer pumpeforholdet mellom pumpen på retursløyfen og pumpen på tursløyfen i byggene. Pumpen på retursløyfen, og pumpen på tursløyfen, har intern trykkregulering. Dette trykket gir passe gjennomstrømning av varmemediet i radiatorer og varmebatterier med tanke på å minimalisere returtemperaturen. Hvis varmemediet i retursløyfen ikke er tilstrekkelig varmt, for å oppnå ønsket temperatur gitt av romtermostaten, brukes også pumpen på tursløyfen. Returpumpen kjøres tilsvarende ned, som det turpumpen kjøres opp, for å holde det normerte trykket. [2]

For å tilfredsstille det individuelle temperaturønsket på de forskjellige rommene på radiatorkretsen er det mekanisk termostat på radiatorene. [2]

For å utnytte overskuddsvarmen i varmemediet, når dette har strømmet gjennom radiatorkretsen, føres varmemediet inn til et ventilasjonsbatteri. Dette skjer kun i bygg med ventilasjonsanlegg. Ønsket varme i

ventilasjonsluften regulerer mengde varmemediet til ventilasjonsbatteriet. Varmen på ventilasjonsluften bestemmes ut i fra temperaturen ute, og den varierer fra 17°C til 25°C på de kaldeste dagene. [2]

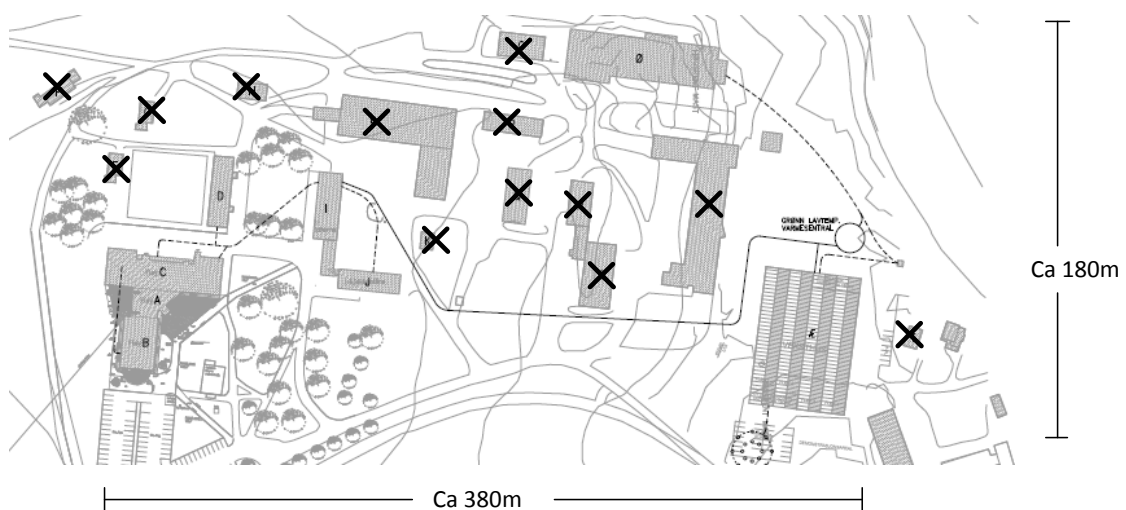
For å utnytte overskuddsvarmen i varmemediet mest mulig, blir bygningene langs hovednettet plassert slik at de bygningene med lavere varmebehov kan utnytte overskuddet fra bygninger med høyere varmebehov. Grisefjøset plasseres for eksempel etter internatbygget, da varmebehovet i internatbygget er høyere enn varmebehovet til grisefjøset. [4]

Ut i fra disse opplysningene ser vi at det stilles følgende krav til anlegget:

- Styring av forholdet mellom varmepumpe, pelletskjele, oljekjele og gasskjele. Dette krever målesignal fra utetemperatur, vindhastighet, temperaturen i tursløyfen og temperatur i akkumulatortanken. Det krever også styresignal til varmepumpe, pelletskjele, oljekjele og gasskjele
- Regulering av sirkulasjonspumpe i hovednettet. Dette krever målesignal fra trykket i retursløyfen, og styresignal til pumpen.
- Regulering av forholdet mellom tur og retur pumpene i hvert bygg. Dette krever målesignal fra romtermostaten, og styresignal pumpene.
- Regulering av varmemediet til ventilasjonsbatteriet. Dette krever målesignal fra ventilasjonsluften og utetemperatur, og styresignal til ventilen for ventilasjonsbatteriet.

### 3.2 Krav som stilles på grunn av geografisk utforming

Mære Landbruksskole består av flere bygg spredt utover et større område. Figur 3-3 viser et oversiktsbilde av området, med hvilke bygg som skal inngå i anlegget og ca avstander. Side det skal være styring i hvert av disse byggene, som er plassert over en lengre avstand, stilles det krav til at styringssystemet greier å håndtere disse avstandene.



Figur 3-3: Arealtegning av Mære landbruksskole. Relevante bygg er A, B, C, D, I, J, Æ og Ø. [2]

### 3.3 Krav som settes av eksisterende kjeler

Utstyr som pelletskjele, gasskjele og oljekjele, som skal benyttes i anlegget, finnes allerede på Mære landbruksskole. Det er derfor nødvendig å kartlegge styringsmulighetene til disse.

Pelletskjelen er en 300 kW kjele levert av EcoTec. EcoTec leverer et kontrollskap, med PLS til styring, sammen med selve kjelen. Det er derfor trolig at det er mulig å regulere ønsket temperatur på kjelen ved tilkobling av et analogt signal til PLS-en. [6]

Gasskjelen er en kjele fra Buderus. Buderus sine kjeler betjenes av et modulært instrumentpanel av typen Logamatic, som kan tilkobles en Modul FM 447. Modul FM 447 muliggjør regulering av temperaturen på kjelen fra et eksternt system med et analogt 0-10V signal. [7]

Oljekjelen er ca. 50 år gammel. På denne er det ikke noe mulighet til å angi ønsket temperatur ved bruk av et styresignal, kun manuelt [8]. Den eneste styringen som er mulig av oljekjelene er derfor start/stopp ved hjelp av en kontaktor.

### 3.4 Ønsker Gether AS har

Gether AS har også følgende ønsker til komponenter som skal benyttes i anlegget.

#### 3.4.1 Trådløs romtermostat i hvert av byggene

Gether AS ønsker at romtermostaten, som skal plasseres i rommet med størst varmebehov, skal være trådløs. Dette gjør det enkelt å flytte termostaten til de forskjellige rommene. Dette er hensiktsmessig dersom rommet med størst varmebehov varierer.

#### 3.4.2 Sirkulasjonspumper

I bygningsnettene ønsker Gether AS og benytte sirkulasjonspumper av typen Rio-Eco levert av WM-teknikk AS[3]. Disse pumpene har integrert trykkregulering. For å kunne samhandle med et eksternt system må disse pumpene utstyres med en IF-modul. En IF-modul av typen "Ext. Fra" gir muligheten til å angi settpunktet for trykk eller omdreiningssfrekvens, med et analogt signal mellom 0-10V [5].

Som et alternativ til disse pumpene vurderer Gether AS også Magna3 pumper levert av Grundfos. Dette er også pumper med integrert trykkregulering. I likehet med Rio-Eco pumpene krever også Magna3 pumpene en ekstern kommunikasjonsmodul for ekstern kontroll. En slik modul gir muligheten til å angi settpunktet for trykket med et analogt signal mellom 0-10V eller 4-20mA. [9]

#### 3.4.3 HMI

Gether AS ønsker å se på muligheten til å benytte internett til å overvåke relevant informasjon, som for eksempel pådraget ut av hver pumpe i bygningsnettene. De ønsker også at det skal registreres når alle komponenter starter/stopper. [2]

## 4 ALTERNATIVER SOM TILFREDSTILLER KRAVENE

I dette kapitlet blir forskjellige alternativene til sensorer og styresystem presentert. Det fokuseres på forskjellige alternativer til teknologier, og ikke forskjellige fabrikanter. De fleste produktene som beskrives er fra Siemens.

### 4.1 Sensorer

Vi starter med å se på forskjellige alternativer til sensorer som kan benyttes. Sensorer som det blir sett nærmere på er romtermostat, ventilasjonstermometer, utetermometer og vindhastighetsmåler.

#### 4.1.1 Romtermostat

Til å regulere temperaturen i rommet med størst varmebehov, slik som beskrevet i kapittel 3.1, trengs en romtermostat.

For å kunne avgjøre om varmemediet i retursløyfen er tilstrekkelig varmt for å oppnå ønsket romtemperatur, trengs det en måte for å fastsette dette på. Ved bruk av en romtermostat med et analogt utsignal, som representerer avviket mellom ønsket temperatur og faktisk temperatur, kan man oppnå dette. Micro Matic EFRP-91, vist i Figur 4-1, er et eksempel på en romtermostat som har denne egenskapen[20].

Med denne romtermostaten kan man avgjøre om det er tilstrekkelig varme i varmemediet i retursløyfen. Dersom kun pumpen på retursløyfen blir benyttet, og styresystemet registrerer, ved hjelp av romtermostaten, at temperaturen synker, så er dette en indikasjon på at pumpen på tursløyfen også må benyttes. Da vil systemet kunne regulere forholdet mellom pumpene på retursløyfen og tursløyfen, slik at ønsket temperatur opprettholdes.



Figur 4-1 Micro Matic EFRP-91 romtermostat med analogt 0-10V utsignal.

Micro Matic sin EFRP-91 er ikke en trådløs romtermostat. Med hensyn til ønsket om å kunne flytte romtermostaten, dersom rommet med størst varmebehov skulle variere, er denne upraktisk å benytte. Et alternativ til en trådløs romtermostat er Honeywell DT92, vist i Figur 4-2. Ved bruk av denne kan den trådløse enheten plasseres i det rommet med størst varmebehov, mens mottakerenheten er fastmontert innen en radius på 30 meter. Mottakerenheten er fra sin monteringsplass kablet til resten av styresystemet.



Figur 4-2 Honeywell DT92 trådløs romtermostat med av/på regulering.

Styresignalet fra denne termostaten er et av/på signal[20]. Dette vil gjøre at romtemperaturen vil ”pulsere”. Er temperatur i rommet over eller på ønsket temperatur, så benyttes kun pumpen på retursløyfen. Fører dette til at romtemperaturen synker under ønsket verdi, vil kun pumpen for tursløyfen bli benyttet. Dette vil da mest sannsynlig øke temperaturen i rommet slik at den går over ønsket temperatur. Da vil kun pumpen på retursløyfen bli benytte igjen og temperaturen synker, slik fortsetter det. Dette vil derfor føre til at det ikke blir noe regulering mellom forholdet mellom bruk av returpumpen og turpumpen. Det vil heller ikke gi noen behaglig opplevelse av romtemperaturen.

Honeywell har også modellen CM927 som er et annet alternativ til en trådløs termostat, se Figur 4-3. Denne har også av/på styring slik som beskrevet for Honeywell DT92. Fordelen med CM927 fremfor DT92 er at denne har nattsenking. Denne funksjonen gjør at ønsket temperatur blir satt noen °C lavere midt på natten[22]. Dette sparer inn på energiforbruket.



Figur 4-3 Honeywell CM927 trådløs romtermostat med av/på regulering og nattsenking.

#### 4.1.2 Termometer til ventilasjonsluft

Det er nødvendig med et termometer i ventilasjonskanalen for å regulere mengde varmemediet som trengs til ventilasjonsbatteriet for å holde ønsket temperatur i ventilasjonsluften. Et slikt termometer kan enten være aktivt eller passivt. Siemens Symaro QAM2161.040 og Symaro QAM2171.040, vist i Figur 4-4, er aktive termometre. Respektive utsignaler til disse er 0-10V og 4-20mA. De passive termometrene finnes med forskjellige måleelementer som PT100, PT1000, NTC 10k og LG-Ni1000 i forskjellige lengder. Et eksempel er Symaro QAM2110.040 som har et 400mm Pt100 element. [10]



Figur 4-4 Aktiv termometer til å måle temperaturen i ventilasjonsluften.

### 4.1.3 Utetermometer

Til å bestemme temperaturen i hovednettets tursløyfe og til å bestemme temperaturen i ventilasjonsluften trengs termometre til å måle temperaturen utendørs. I likhet med termometre for ventilasjonsluft finnes det også aktive og passive termometre til dette. Siemens Symaro QAC3161 og Symaro QAC3171 er aktive termometre med henholdsvis 0-10V og 4-20mA utsignaler. Symaro QAC2010 er en passiv utetermometer med Pt100 element. Det er finns og løsninger med Pt1000, LG-Ni1000 NTC10k elementer. Figur 4-5 viser en aktiv og en passiv utetermometer.[11]



Figur 4-5 Til venstre: Aktiv utetermometer. Til Høyre: Passiv utetermometer.

### 4.1.4 Vindhastighetsmåler

Til å måle vindhastigheten ute benyttes en anemometer. AN-60-P/02-H er et anemometer, produsert av FSG, med 4-20 mA utsignal og varmeelement som gjør at instrumentet virket ned til -50°C. [12]

## 4.2 Styresystem

Styresystemet kan bygges opp på flere forskjellige måter. Styringen i de forskjellige byggene kan behandles individuelt, i et såkalte "*distributed control system*" (DCS). Eller styringen kan behandles sentralt, hvor det plasseres "*Remote Terminal Unit*" (RTU) i hvert av byggene, som kobles til en sentral PLS, enten med kabel eller trådløst. Alternativer til de forskjellige løsningene blir presentert i dette kapittelet.

### 4.2.1 Distributed control system

Fra beskrivelsen av varmenettet i kapittel 3.1 ser vi at en mulig løsning kan være et DCS. Da blir det et individuelt styresystem i hvert av byggene, bortsett fra i bygg I og energisentralen hvor det må samkjøres. Dette er mulig å gjennomføre hvis vi antar at varmemediet levert til bygningene er tilstrekkelig varmt til

oppnå de ønskede temperaturene i hvert av byggene. Dette skal reguleringen i bygg I og energisentralen ta seg av vha. utetemperatur og vindhastighet kompensering, så dette er en naturlig antagelse å trekke, så sant ønsket temperatur i hvert bygget er innenfor rimelighetens grenser. I tillegg blir det ikke mulig for byggene å gi signal til styringen av hovednettet dersom bygget ikke greier å oppnå ønsket temperatur, selv om det kun bruker varmemediet fra tursløyfen.

#### 4.2.1.1 Siemens Micro PLS

Til mindre og mellomstore styringsoppgaver har Siemens utviklet SIMATIC S7-200, som de klassifiserer som Micro PLS-er. Dette er en modulær løsning som kan utformes etter behov ved forskjellige valg av CPU-er, signalmoduler, kommunikasjonsmoduler og HMI-er. Dette er et alternativ som kan benyttes i et distribuert styringssystem.

##### CPU

I S7-200 serien levers det flere forskjellige CPU-er, disse er CPU: 221, 222, 224, 224XP, 226. Denne rekkefølgen representerer også prisklassen/ avansertgraden til PLS-ene.

Til bruk av styring i de forskjellige byggene er det nødvendig med analoge utganger til å styre pumpene og reguleringsventil til ventilasjonen. CPU 221 har ingen analoge utganger, og heller ikke mulighet for tilkobling av signalmoduler [12]. Det naturlige valget faller da på CPU 222 som har utvidelsesmuligheter for signalmoduler. CPU 222 har 8 digitale innganger, 6 digitale utganger og kan håndterer opp til 16 analoge innganger og 8 analoge utganger ved tilkobling av signalmodul[12]. Figur 4-6 viser en CPU 222.



Figur 4-6 SIMATIC S7-200 CPU 222.

##### Signalmodul

Analoge signalmoduler som er kompatible med CPU 222 er EM: 231, 232 og 235. EM 232, som er vist i Figur 4-7, leveres med 2 eller 4 analoge utganger [14]. Dette er tilstrekkelig i hver bygg når det trengs 2 analoge utganger til pumpene og en til ventilasjonsventilen.

Det trengs også analoge innganger til romtermostaten, utetemperatur og ventilasjonstemperatur. Signalmodulen EM 231 leveres med 4 eller 8 analoge innganger for 0-10V/ 0-20mA signaler, dette er tilstrekkelig til å dekke dette behovet.





Figur 4-7 Signalmodul EM 232, for analog innsignaler.

### Kommunikasjonsmodul

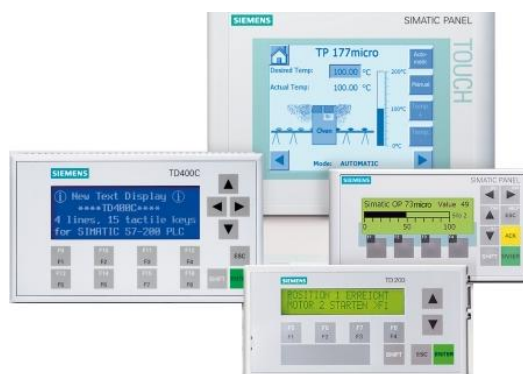
For å kunne rapportere informasjon fra PLS-en og for å kunne fjernstyre den, er det nødvendig med en kommunikasjonsmodul. CP 243-1 IT, vist i Figur 4-8, er laget for tilkobling til Ethernet og gir brukeren mulighet til å konfigurere, programmere og diagnostere PLS-en over geografiske avstander. Det er dermed mulig å overvåke og, om nødvendig, manipulere et automasjonssystem ved bruk av internett.[15]



Figur 4-8 Kommunikasjonsmodul CP 243-1 IT,

### HMI

Temperaturen på varmemediet i byggnettet styres i hovedsak fra termostaten plassert i rommet hvor det er størst varmebehov. I tillegg gir kommunikasjonsmodulen muligheten til å overvåke og manipulere systemet over internett. Dersom det skulle være behov for et lokalt HMI, for eksempel at en vaktmester skal kunne overvåke de forskjellige pumpehastighetene, så er S7-200 serien kompatibel med 4 forskjellige paneler. Disse er SIMATIC TD 200 og TD400C som er tekst basert, og SIMATIC OP73micro og TP177micro som er grafisk basert [16]. Figur 4-9 viser disse panelene.



Figur 4-9 Paneler som er compatible med S7-200 serien. TP177micro øverst, TD400C til venstre, OP73micro til venstre og TD200 nederst.

### Programvare

STEP 7 Micro/WIN brukes til å programmere S7-200 PLS-ene. I tillegg brukes det også til å

programmere de tekst baserte panelene. Til å programmere de grafiske panelene trengs WinCC flexible Micro.[17]

#### PLS i bygg I og energisentralen

For å få til styring av hovednettet, slik som beskrevet i kapittel 3.1 må bygg I og energisentralen ha felles styring. Dette gjøres ved å plassere en PLS i bygg I tilkoblet en I/O-enhet i energisentralen, som kommuniserer over PROFIBUS eller PROFINET. Siemens sine S7-200 PLS-er har ikke funksjonalitet til å være master i et PROFIBUS eller PROFINET nettverk, og derfor kan ikke disse benyttes.

Alternativet blir da å benytte PLS fra S7-300 familien. CPU 315-2 PN/DP har integrert grensesnitt til PROFIBUS og PROFINET, i tillegg har den integrert WEB-server [28]. Til denne kobles en SM 331 analog innsignalmodul, med 8 analoge innganger for både tilkobling av 0-10V/4-20mA og PT100 elementer [27]. Denne mottar signal fra utettermometer, PT-elementer for måling av temperatur i retursløyfen og akkumulatortank. CPU-en tilkobles også en SM 332 analog utsignalmodul med 4 analoge utganger for styring av pelletskjelen og gasskjelen.

I/O-enheten som plasseres i energisentralen består av en IM 153-4 PN grensesnittmodul for PROFINET grensesnitt, en SM 331 analog innsignalmodul for tilkobling av trykkmåler i retursløyfen og en SM 332 analog utsignalmodul for styring av varmpumpe og sirkulasjonspumpen i hovednettet. I/O-enheten kan kobles til CPU-en enten ved bruk av kabel eller trådløst.

Siemens STEP 7 Professional brukes til å programmere S7-300 PLS-en.

#### **4.2.1.2 Siemens LOGO!**

Til de aller minste automasjonsoppgavene har Siemens et produkt som heter LOGO!. Dette gjør at LOGO! kan være et alternativ til å benytte i hvert av byggene, utenom bygg I og energisentralen.

##### CPU/HMI

LOGO! CPU-ene finnes i Basic model, og Pure model. Basic modellen har integrert tekstdisplay på CPU-en, mens Pure er uten display. Som HMI alternativ til Pure modellen kan man benytte LOGO! TD som er et eksternt tekst display. [18]



*Figur 4-10 LOGO! 0BA7 Basic*

LOGO! 0BA7 CPU-ene, vist i Figur 4-10, består av 8 innganger, hvor 4 av disse kan bli brukt som analoge innganger for 0-10V signal, og 4 digitale utganger. De analoge inngangene tilkobles romtermostat, ventilasjonstermometer og utettermometer. CPU-ene kan utvides opp til 24 digitale innganger, 16 digitale utganger, 8 analoge innganger og 2 analoge utganger. CPU-en har også standard ethernet grensesnitt som gjør at den kan kommunisere med andre LOGO! enheter og Siemens S7 PLS-er [19]

### Signalmodul

Til LOGO! finnes det flere forskjellige typer signalmoduler. Signalmodulen AM2 AQ består av 2 analoge utganger, som er det meste LOGO! håndterer [19]. Dette er ikke nok analoge utganger til å styre de to pumpene i hvert bygg, og ventilasjonsventilen. I bygg med styring av ventilasjonsventilen kan det derfor ikke benyttes et analogt signal til hver av de to pumpene. En mulighet til å få til styringen av de to pumpene, ved bruk av et analogt signal, kan være at pumpen på retursløyfen bruker den interne trykkreguleringen, mens settpunktet til trykket angis på pumpens betjeningsutstyr. En av de digitale utgangene på LOGO!-en kan brukes til å skru pumpen av og på. Det analoge signalet fra LOGO! brukes da til å angi omdreiningssfrekvens til turpumpen, hvor signalet blir skalert slik at maks utsignal (skalert fra 10V) tilsvarer ønsket trykk gjennom varmeanlegget. Da vil pumpen på retursløyfen styres av turpumpen, siden returpumpen er trykkregulert.

### Programvare

Til å programmere LOGO! benyttes LOGO! Soft Comfort. Programmer brukes både til å programmere logikken i PLS-en og til å programmere displayet.[18]

### PLS i bygg I og energisentralen

LOGO! kan ikke benyttes i bygg I og energisentralen siden den kun håndterer 2 analoge utganger. Den samme løsningen som benyttet i kapittel 4.2.1.1 må derfor også benyttes i denne løsningen.

## 4.2.2 Sentral PLS med RTU

Istedenfor å bruke et DCS kan det benyttes en sentral PLS med I/O-enheter i hvert av byggene. Den sentrale PLS-en plasseres da der det er mest hensiktsmessig, som i vårt tilfelle vil være i bygg I. Derfra kommuniserer den med I/O-enhetene i hvert bygg, enten ved bruk av kabel eller trådløst.

### 4.2.2.1 Kablet nettverk

#### I/O-enhet i hvert bygg

Siemens har flere forskjellige modeller av I/O enheter. Noen av I/O-enhetene er laget for å plassere i skap, mens andre ikke er det. Av de som er laget for å plasseres i skap finnes modellene SIMATIC ET200: SP, S, M, L og iSP. Disse er tilpasset forskjellige behov og har derfor forskjellige egenskaper. [24] Her ser vi på ET200 M .

ET200 M består av en grensesnittmodul, og en eller flere I/O-moduler<sup>1</sup>. Grensesnittmodulen kobler I/O-modulene til busen. Buser som kan benyttes er PROFIBUS eller PROFINET. Det finnes flere forskjellige digitale og analoge I/O-moduler, både med og uten fail-safe og til EX-områder. [25]

En grensesnittmodul som kan benyttes er IM153-1 Standard, vist i Figur 4-11. Denne benytter PROFIBUS og tillater opp til 8 I/O-moduler.[26]

---

<sup>1</sup> Forskjell på I/O-enhet og I/O-modul. En I/O-enhet består av grensesnittmodul og en eller flere I/O-moduler.



*Figur 4-11 IM153-1 Standard grensesnittmodul.*

Det trengs I/O-moduler i hvert bygg til å tilkoble romtermostaten, ventilasjonstermometer, gjennomstrømningspumpene og ventil til ventilasjonen. Og for tilkobling av varmpumpen, trykkmåler og gjennomstrømningspumpe i energisentralen. SM 331, vist i Figur 4-12, er en analog innsignalmodul som kan benyttes, denne har 8 analoge innganger for blant annet 0-10V, 4-20mA og PT-100 signaler. SM 332 er en analog utsignalmodul som kan benyttes, denne har 4 analoge utganger. [27]



*Figur 4-12 SM 331 analog innsignalmodul.*

### Sentral PLS

CPU 315-2 DP som tilhører S7-300 serien kan benyttes som sentral PLS. Figur 4-13 viser CPU-en. Denne har to interne PROFIBUS grensesnitt og er derfor kompatibel med I/O-enhetene uten tilkobling av ekstra grensesnittmodul [28]. Til denne CPU-ene trengs det I/O-moduler for tilkobling av utetemperatur, vindhastighet, pelletskjele, gasskjele og PT-elementer. SM 331 benyttes til å tilkoble de analoge innsignalene, mens SM 332 benyttes til å tilkoble de analoge utsignalene.



*Figur 4-13 CPU 315-2 DP*

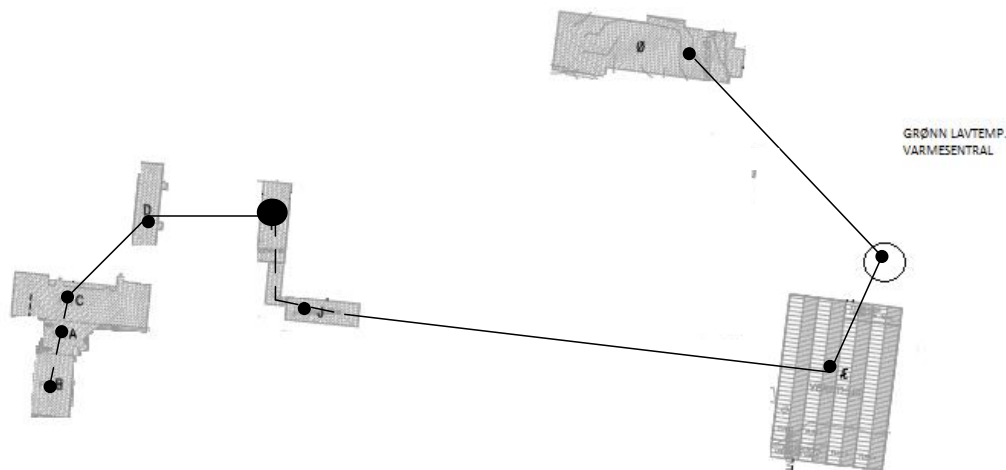
CP 343-1 Advanced er kommunikasjonsmodul som kan benyttes i S7-300 serien. Denne tilkobles CPU 315-2 DP og gir brukeren mulighet til å overvåke systemet over internett.[29]

### Kabling

Plasseres PLS-en i bygg I, så kan systemet kables i en blanding av stjerne og linje topologi. Da vil en

”arm” gå til bygg A, B, C og D, hvor disse går på linje. Og en ”arm” vil gå til bygg J, Æ, Ø og energisentralen.

Fra bygg I til D og videre til C må det brukes buskabel som er godkjent til å legges i bakken. Det samme gjelder fra bygg J til Æ og videre til energisentralen og derfra til Ø. Mellom bygg C, A og B, og fra I til J kan det benyttes kabel som er godkjent for å legges innendørs. Topologien er vist i Figur 4-14.

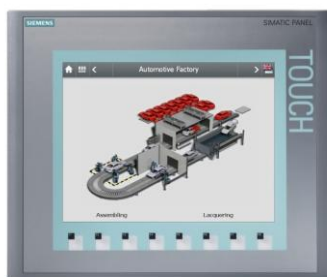


Figur 4-14Kabling av PROFIBUS mellom bygningene. Den store sirkelen er PLS-en, de små sirklene er I/O-enheter.

Overføringshastigheten på busen er avhengig av avstanden mellom de to enhetene med størst avstand. Dette blir mellom Bygg J og Æ, og tilsvarer i overkant av 200 meter. Dette gir en overføringshastighet på 500 kbits/s[23].

### HMI

Til lokalt å styre og overvåke hele systemet, kan et Basic Panel være aktuell. Dette er skjermer som finnes i 3”, 4”, 6”, 10” og 15” med berøringsskjerm og/eller med taster. Et av mange alternativer er SIMATIC HMI KTP1000 Basic color, vist i Figur 4-15. Denne har 256 farger, berøringsskjerm i tillegg til 8 knapper. Skjermes finns med PROFIBUS og PROFINET grensesnitt. [30]



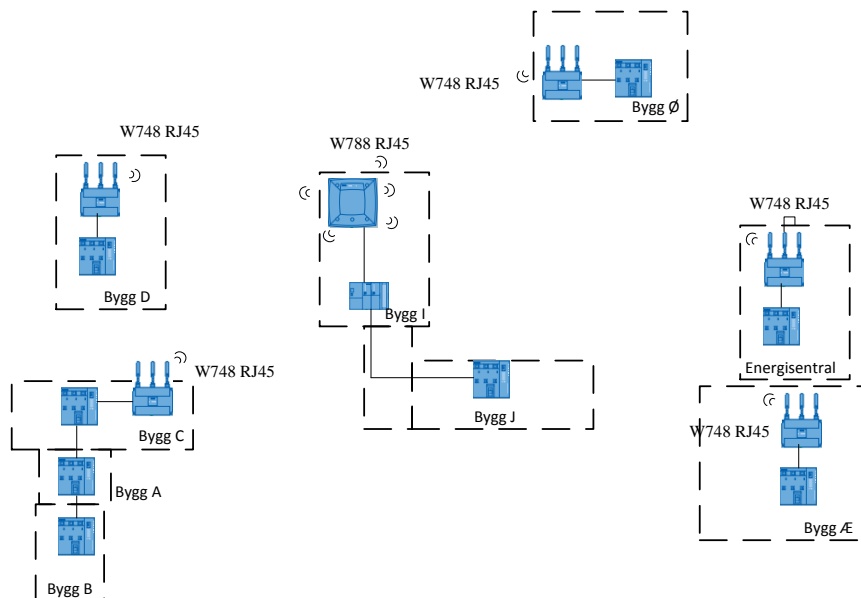
Figur 4-15HMI panel av typen SIMATIC HMI KTP1000 Basic color.

### Programvare

Siemens STEP 7 Professional brukes til å programmere S7-300 PLS-er. SIMATIC HMI KTP1000 benytter visualiseringsprogramvare WinCC flexible.[31]

### 4.2.2.2 Trådløst nettverk

Til et trådløst styringssystem trengs et trådløst tilkoblingspunkt, trådløse klienter og øvrig automasjonsutstyr som PLS og I/O-enheter. De trådløse klientene kables til I/O-enhetene i hvert bygg, mens den sentrale PLS-en kables til det trådløse tilkoblingspunktet. De trådløse klientene sender og mottar signaler fra det trådløse tilkoblingspunktet. Styringssystemet vises i Figur 4-16.



Figur 4-16 Trådløst nettverk. Klientene er koblet til I/O-enhetene i hvert bygg. PLS-en og det trådløse tilkoblingspunktet er plassert i bygg I.

#### Trådløst tilkoblingspunkt

SCALANCE W788 RJ45, vist i Figur 4-17, er et trådløst tilkoblingspunkt som kan benyttes. Denne er laget for å plasseres i kontrollskap, men det finnes også modeller for plassering utendørs eller åpent innendørs. Den kablede enden av enheten kommuniserer over PROFINET. Enheten har 6 antenntilkoblinger. Antenne plasseres utendørs, og disse kan ha forskjellige egenskaper. Rundstrålende antenner brukes til å motta/sende signaler i 360°, men på maks 100 meters avstand. Retningsbaserte antenner brukes til å motta/sende signaler over opp til flere 1000 meters avstand i bestemte retninger. SCALANCE W788 RJ45 kan ha en trådløs overføringshastighet på opp til 450Mbit/s. [32]



Figur 4-17 SCALANCE W788 RJ45 Trådløs tilkoblingspunkt.

#### Trådløse klienter

SCALANCE W748 RJ45 er en trådløs klient laget for å plasseres i kontrollskap. Det trådløse signalet mottas/sendes ved bruk av en antenne som enten er rundstrålende, eller retningsbaserte. Antenne plasseres

utendørs og valg av antenner avhenger av i hvilket bygg klienten er plassert. Den kablede kommunikasjonen fra SCALANCE W748 RJ45 bruker PROFINET. [32]

#### Antenner

Antenner har forskjellige egenskaper og velges derfor ut i fra behovet. Antennenavnet er bygget opp for å gi informasjon, og består av ANT79- 1.nr – 2.nr – info bokstav- bokstav.

- 1. nr indikerer frekvensen til antennen, 2 = 2.4 GHz, 3 = 5GHz og 5 = 2.5 + 5 GHz.
- 2. nr indikerer forsterkningen, 4 = medium forsterkning, 6 = høy forsterkning og 8 = veldig høy forsterkning.
- Info bokstaven indikerer retningen til antennen, D = retningsbasert antenne, M = Rundstrålende antenne.

Antenner som kan benyttes i systemet er ANT795-6MT og ANT793-6DT. Disse har tre tilkoblingspunkter og egner seg til MIMO. [32] Antennene vises i Figur 4-18.



Figur 4-18 Til venstre: ANT795-6MT, til høyre ANT793-6DT.

#### I/O-enheter

I likhet med kablet nettverk benyttes også nå SIMATIC ET200 M I/O-enheter, med SM 331 analog innsignalmodul med 8 innganger for 0-10V, 4-20mA eller PT-100 signaler og SM 332 analog utsignalmodul med 4 utganger. Til forskjell fra kablet nettverk benyttes nå en annen grensesnittmodul. Det skyldes at SCALANCE utstyret bruker PROFINET istedenfor PRIBUS. Grensesnittmodulen IM 153-4 PN kommuniserer ved bruk av PROFINET, denne tillater tilkobling av opp til 12 I/O-moduler[26].

#### PLS

PLS-en som ble valgt for kablet nettverk kan ikke benyttes i det trådløse nettverket siden den ikke kommuniserer ved bruk av PROFINET. CPU 315-2 PN/DP er et alternativ med PROFINET grensesnitt. I tillegg har denne PLS-en integrert WEB-server som gjør at det ikke er nødvendig med en ekstern kommunikasjonsmodul. Til CPU-en benyttes SM 331 til å tilkoble de analoge innsignalene, mens SM 332 benyttes til å tilkoble de analoge utsignalene. [28]

HMI og programvare blir likt som for kablet nettverk.

### 4.2.3 Industriell PC

Det er mulig å benytte en industriell PC istedenfor PLS. PC-en vil da fungere som prosesseringsenhet og kommunikasjonsenhet. Den industrielle PC-en kan ha intern skjerm, eller tilkoblingsmulighet for ekstern. SIMATIC WinAC RTX er programvaren som benyttes for at PC-en skal kunne operere som en PLS.

Av de industrielle PC-ene uten integrert skjerm finnes modellene SIMATIC IPC 227D, 427C, 627C, 827C og SIMATIC Box PC 627B og 827B som er etterkommerne til IPC modellene. PC-ene leveres med, fra 1.3GHz prosessor og 2 GB ram. Disse egner seg til realisering av enkle kontroll, visualisering og kommunikasjons oppgaver. Til oppgaver med høye krav til kontroll, visualisering og data prosessering finnes PC-er med opp til to kjernet prosessorer og 4GB ram.[33]

De industrielle PC-ene med integrert skjerm finnes også i flere modeller, nemlig SIMATIC IPC277D; SIMATIC HMI IPC 477C, 577C og 677C; SIMATIC Panel PC 477B, 577B og 677B. IPC modellene er etterkommere av Panel PC modellen. Figur 4-19 viser noen av PC-ene med skjerm. PC-ene leveres med, fra 1.3GHz prosessor og 2 GB ram, opp til to kjernet 1.2GHz prosessor og 4GB ram. PC-ene fås også med forskjellige skjermalternativer som 7", 9", 12", 15" og 19" med berøringsskjerm og/eller tastefront. [34]



*Figur 4-19 Øverst: SIMATIC IPC477C industriell PC med integrert skjerm og tastefront. Nederst: SIMATIC IPC277D industriell PC med berøringsskjerm. Til høyre: HMI IPC577C.*

Alle PC modellene har PROFIBUS og PROFINET grensesnitt. Dette gjør at alle kan benyttes i enten et kablet nettverk, slik som beskrevet i kapittel 4.2.2.1 eller i et trådløst nettverk slik som beskrevet i kapittel 4.2.2.2.

#### 4.2.4 Siemens Synco byggautomasjonsløsning

Siemens har tre serier med byggautomasjonsløsninger. Disse er Synco som er utviklet til mindre og mellomstore løsninger, Desigo som er utviklet til det europeiske markedet, og APOGEE som er utviklet for det amerikanske og asiatiske markedet.[35]

Systemet kan bygges opp ved bruk av Synco og blir da et DCS hvor det plasseres en PLS i hvert bygg. Synco sortimentet består av PLS, betjeningsenheter og tilleggsmoduler. For standard løsninger krever PLS-en ingen programmering, kun konfigurasjon, ettersom PLS-en finnes med forhåndsprogrammerte standard applikasjoner og funksjoner. Synco har modulær oppbygning og er derfor fleksibelt. Systemet kommuniserer over KNX bus.[36]



### Termostat

QAX96.1 er en trådløs romtermostat som kan benyttes i et Synco system. Denne kan måle romtemperaturen, og ønsket romtemperatur kan angis. Som energikilde benytter den solcellepanel og den har batteri backup. [37]

Den trådløse mottakeren RXZ97.1/KNX kommuniserer med systemet over KNX bus. Busen leverer også 24V spenning til mottakeren. En mottaker kan motta trådløst signal, både romtemperatur og settpunkt, fra opp til 32 trådløse sendere. [37]



Figur 4-20 Til høyre: QAX96.1 trådløs romtermostat. Til venstre: RXZ97.1/KNX mottaker.

### PLS

Valget av PLS avhenger av bruken de er tiltenkt, fordi de inneholder standard applikasjoner og funksjoner avhengig av bruken. RMK modellene er egnet for varmeregulering for kjeler. RMH er egnet for regulering av varmesløyfer. RMU er egnet til ventilasjon og air condition. RMS er en fritt konfigurert enhet for varme, ventilasjon og kjøleanlegg, og inneholder derfor ingen standard applikasjoner og funksjoner. [38]

RMS, vist i Figur 4-21, egner seg best til bruk til styring av byggingsnettet i vårt anlegg. Den kan fritt konfigureres til å håndtere styringen av de to sirkulasjonspumpene, i tillegg til at den kan styre ventilasjonsventilen. RMS har 4 analoge utganger, 5 digitale utganger og 8 universelle innganger, i tillegg kan den utvides med ekstra moduler. Den kommuniserer over KNX-bus.

RMS egner seg også til bruk i bygg I og energisentralen. Da plasseres det en enhet i bygg I som kables til energisentralen ved bruk av KNX-bus. RMS har tilstrekkelig tilkoblinger for pelletskjele, gasskjele, oljekjele, utetemperatur, vindhastig og PT-elementer som trengs i bygg I. Den har også nok tilkoblingsmuligheter for varmepumpe, sirkulasjonspumpe og trykkmåling som trengs i energisentralen.



Figur 4-21 Synco RMS PLS

### Webserver

OZW772-Webserver, vist i Figur 4-22, kan benyttes for å gjøre systemet tilgjengelig over internett.

Overvåking og kontroll blir mulig ved bruk av PC eller smarttelefon over internett. I tillegg kan feilmeldinger sendes til opp til 4 e-post adresser. [39]



*Figur 4-22 OZW772-Webserver for Synco.*

#### Programvare

ACS 790 er programvaren som blir benyttet i et Synco system. Dette benyttes til i gang kjøring, drift og overvåkning av systemet. [40]

## 5 KOSTNADER TIL LØSNINGENE

I dette kapittelet blir det, for hver av løsningene, først beskrevet hva som trengs av utstyr, deretter blir kostnadene beregnet. Kun kostnaden til utstyret blir beregnet, ikke montering eller annet. Prisene er hentet fra Siemens sin "Nettportal 24/7" [41].

Utstyr som brukes likt i alle løsningene tas ikke med i beregningene. Hensikten er å se på forskjellen i pris mellom løsningene, og ikke den totale kostnaden. Utstyr som ikke avhenger av løsningene er blant annet romtermostat i hvert bygg og vindhastighetsmåler til hovedsløyfen. Kostnaden blir i disse tilfellene kun avhengig av hvilket produkt som velges, ikke de forskjellige løsninger.

### 5.1.1 Siemens SIMATIC S7-200

Ved bruk av S7-200 i et DCS trengs det 7 stykker CPU 222, et til hvert bygg utenom bygg I og energisentralen. Hver av CPU-ene trenger en analog utgangsmodul og en analog inngangsmodul, altså 7 EM232 og 7 EM 231. I tillegg trenger hver av CPU-ene en CP243-1 IT kommunikasjonsmodul.

Det velges å benytte et TD200 tekstdisplay til overvåking i hvert av byggene.

Programvare som trengs er STEP 7 Micro/Win til programmering av S7-200 PLS-ene og tekstdisplayene. WinCC flexible RT trengs på PC-en som skal kommunisere med anlegget over internett.

Vi tar utgangspunkt i at det velges en analog inngangsmodul, til å håndtere et analogt signal fra romtemperaturfølerne. Da er det fornuftig og velge aktive utetermometre og ventilasjonstermometer slik at det ikke trengs en ekstra modul for tilkobling av PT-elementer. Det trengs da 8 utetermometre, av typen Symaro QAC3171et til hvert av de 7 byggene og et til bygg I og energisentralen. I tillegg trengs det 7 ventilasjonstermometre av typen Symaro QAM 2171.

I bygg I trengs en CPU-315 PN/DP med en SM 331 analog innsignalmodul og en SM 332 analog utsignalmodul. Programvaren STEP 7 Professional trengs til denne PLS-en. I energisentralen trengs IM 153-4 PN grensesnittmodul med en SM 331 analog innsignalmodul og en SM 332 analog utsignalmodul.

Hvis kommunikasjonen mellom bygg I og energisentralen skal være trådløs trengs det også et SCALANCE W788 RJ45 trådløst tilkoblingspunkt, en SCALANCE W748 RJ45 trådløs klient og to ANT793-6DT retningsbaserte antenner.

Kostnaden av systemet uten trådløs kommunikasjon er beregnet i ( 5-1 )

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet	
CPU 222	7	kr 2 210,00	kr 15 470,00	
EM232	7	kr 2 750,00	kr 19 250,00	
EM231	7	kr 1 750,00	kr 12 250,00	
CP243-1 IT	7	kr 3 520,00	kr 24 640,00	( 5-1 )
Step 7 Micro/win	1	kr 2 940,00	kr 2 940,00	
WinCC fleksible	1	kr 3 670,00	kr 3 670,00	
Symaro QAC3171	8	kr 1 810,00	kr 14 480,00	
Symaro QAC2171	7	kr 1 810,00	kr 12 670,00	

TD 200	7	kr 1 690,00	kr 11 830,00
CPU 315-2 PN/DP	1	kr 17 200,00	kr 17 200,00
SM 331	2	kr 3 470,00	kr 6 940,00
SM 332	2	kr 4 220,00	kr 8 440,00
IM 153-4 PN	1	kr 2 130,00	kr 2 130,00
Siemens STEP 7 Professional	1	kr 25 200,00	kr 25 200,00
		<b>Totalt:</b>	<b>kr 177 110,00</b>

I tillegg til denne prisen kommer kostnaden av å legge kabel fra bygg I til energisentralen.

Benyttes det trådløs kommunikasjon mellom bygg I og energisentralen, istedenfor å legge kabel, slipper man kostnaden av kabling mellom byggene. Isteden kommer kostnaden av kabling til antenne og kostnaden av utstyret beregnet i ( 5-2 ).

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet
SCALANCE W788 RJ45	1	kr 9 110,00	kr 9 110,00
SCALANCE W748 RJ45	1	kr 5 430,00	kr 5 430,00
ANT793-6DT	2	kr 2 130,00	kr 4 260,00
		<b>Totalt:</b>	<b>kr 18 800,00</b>

( 5-2 )

### 5.1.2 Siemens LOGO!

Ustyret som trengs hvis LOGO! benyttes er en LOGO! 0BA7 CPU og en AM2 AQ signalmodul i hvert av byggene, utenom bygg I og energisentralen. Det trengs 8 Symaro QAC3171 aktive utetermometre, og 7 Symaro QAC2171 aktive ventilasjonstermometre. I tillegg trengs programvaren LOGO! Soft Comfort.

I bygg I og energisentralen trengs det samme utstyret som beskrevet i kapittel 5.1.1. Kostnaden av dette systemet er beregnet i ( 5-3 )

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet
LOGO! 0BA7	7	kr 1 750,00	kr 12 250,00
AM2 AQ	7	kr 1 000,00	kr 7 000,00
LOGO! Soft Comfort	1	kr 452,00	kr 452,00
Symaro QAC3171	8	kr 1 810,00	kr 14 480,00
Symaro QAC2171	7	kr 1 810,00	kr 12 670,00
		( 5-3 )	
CPU 315-2 PN/DP	1	kr 17 200,00	kr 17 200,00
SM 331	2	kr 3 470,00	kr 6 940,00
SM 332	2	kr 4 220,00	kr 8 440,00
IM 153-4 PN	1	kr 2 130,00	kr 2 130,00
Siemens STEP 7 Professional	1	kr 25 200,00	kr 25 200,00
		<b>Totalt:</b>	<b>kr 106 762,00</b>

Det må også her vurderes om man ønsker å benytte kabel mellom bygg I og energisentralen, eller om det er fordelaktig å benytte trådløs kommunikasjon. Kostnaden av trådløs kommunikasjon blir som beregnet i ( 5-2 ).

### 5.1.3 Bruk av kablet nettverk til sentral PLS med I/O-enheter i hvert bygg

Skal systemet bygges opp med kablede I/O-enheter i hvert bygg og en sentral PLS kreves følgende utstyr. 8 IM 153-1 Standard grensesnittmoduler. Et til hvert bygg, inkludert energisentralen, men ikke til bygg I. Hver av disse trenger en analog innsignalmodul og en analog utsignalmodul, altså 8 SM331 og 8 SM332. Siden SM 331 håndterer PT-elementer kan det benyttes 7 Symaro QAC2110 passive ventilasjonstermometre, som er billigere enn aktive.

Til den sentral PLS-en trengs en CPU 315-2 DP, en kommunikasjonsmodul CP 343-1 Advanced, en SM 331 analog innsignalmodul, SM 332 analog utsignalmodul, en Symaro QAC2010 utetermometer, en skjerm HMI KTP 1000 og programvaren Siemens STEP 7 Professional og WinCC flexible.

Kostnaden av dette systemet blir som beregnet i ( 5-4 ).

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet	
IM 153-1 Standard	8	kr 2 130,00	kr 17 040,00	
SM331	9	kr 3 470,00	kr 31 230,00	
SM332	9	kr 4 220,00	kr 37 980,00	
Symaro QAC2110	7	kr 670,00	kr 4 690,00	
CPU 315-2 DP	1	kr 12 200,00	kr 12 200,00	( 5-4 )
CP 343-1 Advanced	1	kr 14 600,00	kr 14 600,00	
SIMATIC HMI KTP1000	1	kr 12 800,00	kr 12 800,00	
Siemens STEP 7 Professional	1	kr 25 200,00	kr 25 200,00	
WinCC flexible	1	kr 3 670,00	kr 3 670,00	
Symaro QAC2010	1	kr 670,00	kr 670,00	
Totalt:			kr 160 080,00	

I tillegg til denne kostnaden kommer kostnaden kabling mellom byggene, slik som vist i Figur 4-14.

### 5.1.4 Bruk av trådløst nettverk til sentral PLS med I/O-enheter i hvert bygg

Hvis systemet bygges opp med trådløst nettverk mellom byggene kan dette gjøres på følgende måte. I bygg C, D, Ø, Æ og energisentralen plasseres en trådløs klient, altså 5 SCALANCE W748 RJ45. I disse byggene kobles den trådløse klienten til hver sin IM 153-4 PN grensesnittmodul. I bygg C kables det fra denne grensesnittmodulen videre til grensesnittmoduler i bygg A og B. I bygg I plasseres det trådløse tilkoblingspunktet, SCALANCE W788 RJ45, denne kobles til den sentrale PLS-en, CPU 315-2 PN/DP. Fra PLS-en kables til en IM 153-4 PN grensesnittmodul i bygg J. Det er altså nødvendig med 8 IM 153-4 PN grensesnittmoduler. Hver av disse tilkobles en SM 331 analog inngangsmodul og en SM 332 analog utgangsmodul. Det trengs 7 Symaro QAC2110 passive ventilasjonstermometre. Til PLS-en i bygg I tilkobles en HMI KTP 1000 skjerm, en Symaro QAC2010 utetermometer, en SM331 analog

innsignalmodul og en SM 331 analog utsignalmodul. PLS-en krever programvaren Siemens STEP 7 Professional, mens skjermen krever programvaren WinCC flexible.

De trådløse nettverksenhetene tilkobles forskjellige antenner avhengig av plasseringen. Det brukes en ANT795-6MT rundstrålende antenne i bygg C, D og til tilkoblingspunktet i bygg I. Det brukes ANT793-6DT retningsbasert antenne i bygg Æ, Ø, energisentralen, i tillegg til en på tilkoblingspunktet i bygg I.

Kostnaden av denne løsningen blir slik som beregnet i ( 5-5 ).

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet	
SCALANCE W788 RJ45	1	kr 9 110,00	kr 9 110,00	
SCALANCE W748 RJ45	5	kr 5 430,00	kr 27 150,00	
ANT793-6DT	4	kr 2 130,00	kr 8 520,00	
ANT795-6MT	3	kr 2 130,00	kr 6 390,00	
SM 331	9	kr 3 470,00	kr 31 230,00	
SM 332	9	kr 4 220,00	kr 37 980,00	
IM 153-4 PN	8	kr 2 130,00	kr 17 040,00	
Symaro QAC2110	7	kr 670,00	kr 4 690,00	( 5-5 )
CPU 315-2 PN/DP	1	kr 17 200,00	kr 17 200,00	
SIMATIC HMI KTP1000	1	kr 12 800,00	kr 12 800,00	
Siemens STEP 7 Professional	1	kr 25 200,00	kr 25 200,00	
WinCC flexible	1	kr 3 670,00	kr 3 670,00	
Symaro QAC2010	1	kr 670,00	kr 670,00	
Totalt:			kr 201 650,00	

I tillegg til disse kostnadene kommer kostnaden av kabling fra de trådløse klientene og det trådløse tilkoblingspunktet til antennene som plasseres utvendig. Pluss kabling mellom grensesnittmodulen som ikke har trådløs tilkobling.

### 5.1.5 Bruk av industriell PC

Dersom det benyttes en industriell PC i system med kablet eller trådløst RTU nettverk, må disse nettverken forandres på i forhold til det som ble beskrevet tidligere. For et kablet nettverk fjernes den sentrale PLS-en, skjermen og kommunikasjonsmodulen, isteden benyttes HMI IPC577C 12" touch industriell PC med programvaren WinAC RTX. I det trådløse nettverket byttes den sentrale PLS-en, med integrert kommunikasjon, og skjermen ut med den samme industrielle PC-en.

For begge løsningene må en I/O-enhet plasseres i bygg I, det trengs derfor en ekstra grensesnittmodul sammenlignet med tidligere. Det resterende systemet vil være likt.

Kostnader for kablet nettverk med industriell PC blir slik som beregnet i ( 5-6 )

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet	
SIMATIC WinAC RTX	1	kr 11 200,00	kr 11 200,00	
Siemens STEP 7 Professional	1	kr 25 200,00	kr 25 200,00	( 5-6 )
WinCC flexible	1	kr 3 670,00	kr 3 670,00	
HMI IPC577C	1	kr 20 700,00	kr 20 700,00	

IM 153-1 Standard	9	kr 2 130,00	kr 19 170,00
SM331	9	kr 3 470,00	kr 31 230,00
SM332	9	kr 4 220,00	kr 37 980,00
Symaro QAC2110	7	kr 670,00	kr 4 690,00
Symaro QAC2010	1	kr 670,00	kr 670,00

---

Totalt: kr 154 510,00

---

I tillegg til denne kostnaden kommer kostnaden kabling mellom byggene slik som vist i Figur 4-14

Kostnader for trådløst nettverk med bruk av industriell PC blir slik som beregnet i ( 5-7 ).

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet	
SIMATIC WinAC RTX	1	kr 11 200,00	kr 11 200,00	
Siemens STEP 7 Professional	1	kr 25 200,00	kr 25 200,00	
WinCC flexible	1	kr 3 670,00	kr 3 670,00	
HMI IPC577C	1	kr 20 700,00	kr 20 700,00	
SCALANCE W788 RJ45	1	kr 9 110,00	kr 9 110,00	
SCALANCE W748 RJ45	5	kr 5 430,00	kr 27 150,00	
ANT793-6DT	4	kr 2 130,00	kr 8 520,00	
ANT795-6MT	3	kr 2 130,00	kr 6 390,00	( 5-7 )
SM 331	9	kr 3 470,00	kr 31 230,00	
SM 332	9	kr 4 220,00	kr 37 980,00	
IM 153-4 PN	9	kr 2 130,00	kr 19 170,00	
Symaro QAC2110	7	kr 670,00	kr 4 690,00	
Symaro QAC2010	1	kr 670,00	kr 670,00	
<hr/>				
Totalt:				kr 205 680,00

I tillegg til disse kostnadene kommer kostnaden av kabling fra de trådløse klientene og det trådløse tilkoblingspunktet til antennene som plasseres utvendig. Pluss kabling mellom grensesnittmodulen som ikke har trådløs tilkobling.

### 5.1.6 Siemens Synco

Bygges systemet opp ved bruk av Siemens Synco, plasseres en RMS705B-3 kontroller, en Symaro QAC2010 utettermometer og en OZW772 webserver i hvert av byggene. Det trengs også 7 Symaro QAC 2010 ventilasjonstermometre. Til systemet benyttes programvaren ACS 790.

Enhet	Antall	Pris pr stk	Pris samlet	
RMS705B-3	9	kr 8 370,00	kr 75 330,00	
OZW772	8	kr 3 810,00	kr 30 480,00	
Symaro QAC2010	8	kr 670,00	kr 5 360,00	
Symaro QAC2110	7	kr 670,00	kr 4 690,00	( 5-8 )
ACS 790	1	kr 14 440,00	kr 14 440,00	
<hr/>				
Totalt:				kr 130 300,00

I tillegg til denne kostnaden, kommer kostnaden av kabling mellom bygg I og energisentralen.

## 6 VURDERING AV LØSNINGENE

I dette kapitlet vurderes fordeler og ulemper ved de forskjellige romtermostatene og styresystemløsningene.

### 6.1 Romtermostat

Den perfekte sammensetningen av egenskaper for romtermostaten ville vært en trådløs romtermostat med et analogt utgangssignal, for forskjellen mellom ønsket temperatur og faktisk temperatur, og med nattsenking. Ingen av romtermostatene presenter i kapittel 4.1.1 eller 4.2.4 har alle disse egenskapene.

Micro Matic EFRP-91 har et analogt utsignal, men er ikke trådløs. Dette gjør at den ikke tilfredsstiller Gether AS sitt ønske om å ha en trådløs enhet som kan flyttes til det rommet med størst varmebehov, dersom dette skulle forandre seg. Den har heller ikke nattsenking som kan gjøre anlegget energibesparende. Fordelen med denne termostaten er at den har et analogt utsignal som gjør at forholdet mellom returpumpen og turpumpen kan reguleres.

Honeywell DT 92 og Honeywell CM 927 tilfredsstiller ønsket om en trådløs romtermostat. CM927 sin fordel fremfor DT92 er at CM927 har nattsenking som kan gjøre anlegget energibesparende. Ulempen med disse termostatene er at de kun har av/på regulering som gjør at forholdet mellom returpumpen og turpumpen ikke kan reguleres.

Synco QAX96.1 har fordelen av at den er trådløs, i tillegg kan ønsket temperatur og faktisk temperatur meldes til styreenheten. Ulempen med denne termostaten er at kommunikasjonen mellom termostatens mottaker og styreenheten bruker KNX-bus. Termostaten har heller ikke nattsenking.

Selv om en termostat ikke skulle ha nattsenkingsfunksjon i seg, kan dette være mulig å få til. Da er man nødt til å lage en nattsenkingsfunksjon i PLS-programmet. Ulempen med dette er at det ikke gir bruker av anlegget mulighet til å angi ønsket nattsenkingstemperaturer og tidspunkt. Isteden må disse parametrene angis av en administrator som har tilgang til hele systemet.

### 6.2 Styresystemløsninger

Fordeler og ulemper ved de forskjellige styresystemløsningene presenteres i Tabell 6-1. I Tabell 6-2 presenteres generelle fordeler og ulemper med DCS og system med RTU.



Tabell 6-1 Fordeler og ulemper ved de forskjellige styresystemløsningene.

DCS*		Positivt	Negativt
	SIMATIC S7-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>En fleksibel løsning med muligheter for utvidelser og tilpassninger i hvert av byggene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Det trengs forskjellige programvarer til S7-200 og S7-300</li> </ul>
	LOGO!	<ul style="list-style-type: none"> <li>Den rimeligste løsningen. ( kr 106 762 eventuelt + kr 18 800 for trådløs kommunikasjon mellom bygg I og energisentralen)</li> <li>Kombinert CPU, kommunikasjon og HMI i en enhet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Den mest begrensede løsningen, lite fleksibelt.</li> <li>LOGO! kan ikke brukes til å styre hovedsløyfen, det medfører at det trengs to programvarer.</li> <li>Håndtere kun 2 analoge utganger. Dette er ikke nok ved bruk at et analogt signal til hver av pumpene, og et til ventilen til ventilasjonsbatteriet.</li> <li>Pumpetrykket på returpumpen må beregnes ut i fra signalet til turpumpen, hvis det skal overvåkes.</li> </ul>
	Synco	<ul style="list-style-type: none"> <li>Et av de rimeligere alternativene (kr 130 300)</li> <li>Kan fås med standard funksjoner og applikasjoner for spesifikke oppgaver.</li> <li>Trådløs romtermostat som kan melde både ønsket og faktisk romtemperatur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen lokale HMI muligheter.</li> <li>Krever kabling mellom bygg I og energisentralen.</li> </ul>

RTU*	S7-300 med kablet I/O-enheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavere utstyrs kostnad forhold til trådløst RTU system (kr 160 080)</li> <li>• Fleksibelt</li> <li>• Mindre komplekst system enn et trådløst.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tilleggs kostnad for kabling mellom bygningene.</li> </ul>
	S7-300 med trådløs I/O-enheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trådløs kommunikasjon mellom byggene, slipper kabling.</li> <li>• Fleksibelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Høyere utstyrs kostnad forhold til kablet RTU system (kr 201 650) + kabling til antenner.</li> <li>• Komplekst system. Flere komponenter det kan bli feil med.</li> <li>• Lettere for uvedkommende å få tilgang til systemet. (Dersom noen måtte ønske det på Mære?)</li> </ul>
	Bruk av industriell PC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke særlig høyere kostnad enn ved bruk av PLS i et RTU system.</li> <li>• Fleksibelt</li> <li>• En PC muliggjør andre tilleggsfunksjoner, for eksempel backup av data.</li> </ul>	

Tabell 6-2\*Generelle fordeler (F) og ulemper (U) mellom DCS og RTU er

<p>DCS:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• F: Ikke nødvendig med kommunikasjon mellom bygningene.</li><li>• F: Andre deler av systemet virker, selv om en PLS slutter å virke.</li><li>• U: Kan ikke være avhengig av at de enkelte byggene skal kunne påvirke temperaturen i hovednettets tursløyfe.</li><li>• U: Krever internett tilgang i hvert bygg for å kunne fjernovervåke hele systemet.</li></ul>	<p>RTU:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• F: Den sentrale styring gjør det enklere å overvåke hele prosessen.</li><li>• F: Temperaturen i hovednettets tursløyfe kan påvirkes av de enkelte byggene.</li><li>• F: Krever kun internett tilgang i bygg I for å fjernovervåke systemet.</li><li>• U: Hele prosessen stopper, dersom den sentrale PLS-en skulle stoppe.</li></ul>
--	--

## 7 DISKUSJON

Løsningene slik som de er presentert i rapporten tar utgangspunkt i at anlegget blir slik som det er beskrevet i kapittel 3.1. Dette er kun en prinsipiell beskrivelse av anlegget, og er derfor ikke fullstendig. Dette skyldes at anlegget ikke var ferdig planlagt da denne rapporten ble påbegynt. Det er derfor trolig at det kreves styring av flere aktuatorer og flere målesignaler, dette gjelder spesielt styringen av hovednettet. Dette kan igjen medføre at det trengs flere/andre moduler til styresystemet, som igjen kan påvirke valg av løsning og forskjellen i kostnadene mellom løsningen.

En annen faktor som kan gjøre at kostnadene kan variere fra det som blir presentert i denne rapporten er at prisene i rapporten tar utgangspunkt i Siemens sine listepriiser. Disse prisene kan variere fra utsalgssted til utsalgssted, utsalgssteder kan gi avslag i prisen for faste kunder eller man kan få kvantumsrabatt hvis alt utstyr til et prosjekt handles på det samme stedet.

Det er heller ikke fornuftig å kun velge produkt basert på utstyrskostnaden. Det er viktig å tenke på at den som skal installere utstyret er en stor kostnadspost. Hvis installatøren har kjennskap til et produkt så kan dette spare mye tid og penger. Da installatør slipper å drive opplæring, samtidig som han installerer produktet. Dette kan være spesielt besparende ved programmering av PLS.

Det bør også nevnes at det er uttallig mange moduler og måter å kombinere de forskjellige modulene på, i Siemens sine PLS systemer. Det kan derfor være mulig at det for eksempel finnes et produkt som kombinerer flere moduler, som er billigere enn to eller flere moduler valgt i en av løsningene. Dette kan også påvirke forskjellen mellom de forskjellige løsningene.

Siden rapporten er utarbeidet i et TTK4551 som kun utgjør 7.5 studiepoeng så ble det begrenset til kun å se på hvilke maskinvare som kan benyttes. Dette kan medføre at løsningene som er beskrevet kanskje ikke har tilstrekkelig funksjonalitet i programvarene til å styre anlegget som ønsket. Det er størst fare for at dette gjelder i de ”mindre” produktene som LOGO! og Synco.

En siste ting som kan påvirke valg av produkt er om man gjennom en kommunikasjonsmodul, over internett, kan påvirke styringen av en aktuator i en annen del av anlegget. Et eksempel på dette kan være at temperaturen i hovednettet kan bli påvirket av at man ikke greier å oppnå ønsket temperatur på romtermostaten, selv om kun turpumpen benyttes. Hvis dette er mulig og det er internettforbindelse i alle byggene, så er det ikke hensiktsmessig å velge en løsning med for eksempel trådløse I/O-enheter. Dette påvirker også den totale kostnaden til DCS løsningene siden man da bare trenger 1 utetermometer.

## REFERANSER

- [1] Oppgavebeskrivelse skrevet av Kaare Gether, mottatt 14/8-2012.
- [2] Mail, mottatt 31/8-2012, skrevet av Helge Skarphaugen.
- [3] Mail, mottatt 4/9-2012, skrevet av Helge Skarphaugen.
- [4] Samtale 31/8-2012, med Kaare Gether.
- [5] Rio Eco/Z høyeffektivitetspumpe, Tilgjengelig fra:  
<http://www.wmteknikk.no/filer/Rio%20Eco%20Rio%20EcoZ.pdf> ( Hentet: 12/9-2012 )
- [6] EcoTec pellet burnes for larger properties 60-600kW, Tilgjengelig fra:  
<http://www.ecotec.net/engelsk/pages/fastighet.html#BioLine300> ( Hentet: 3/11-2012 )
- [7] Buderus Modul FM 447, Tilgjengelig fra: [http://www.buderus.no/?page\\_id=3037](http://www.buderus.no/?page_id=3037) ( Hentet: 3/11-2012 )
- [8] Samtale med Joar Leon Berg (driftsteknikker Mære) 31/10-2012
- [9] Magna3. Tilgjengelig fra: <http://www.grundfos.com/products/find-product/magna3.html#overview> ( Hentet: 12/9-2012 )
- [10] Siemens Building technologies , HIT<sup>2</sup>. Tilgjengelig fra:  
[https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs\\_global.aspx?lang=en&RC=HQEU&WINX=1259&WINY=82](https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?lang=en&RC=HQEU&WINX=1259&WINY=82)  
8 under: HVAC Products – Catalog > HVAC Products > Sensors - Symaro™ > Temperature > Duct sensors QAM.. / FKTP.. > QAM21.. ( Hentet: 3/11-2012 )
- [11] Siemens Building technologies , HIT. Tilgjengelig fra:  
[https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs\\_global.aspx?lang=en&RC=HQEU&WINX=1259&WINY=82](https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?lang=en&RC=HQEU&WINX=1259&WINY=82)  
8 under: HVAC Products – Catalog > HVAC Products > Sensors - Symaro™ > Temperature > Outside sensors: QAC.. ( Hentet: 3/11-2012 )
- [12] ELTECO anemometer. Tilgjengelig fra:  
<http://webshop.elteco.no/elteco/main/elteco/productList/category873/Anemometer.html>  
( Hentet: 3/11-2012 )
- [13] S7-200 CPU. Tilgjengelig fra: [http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-200/cpu/standard-cpu/Documents/only\\_16\\_17.pdf](http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-200/cpu/standard-cpu/Documents/only_16_17.pdf)  
( Hentet: 19/9-2012 )
- [14] S7-200 Signal modules. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-200/signal-modules/analog-modules/Pages/Default.aspx> ( Hentet: 19/9-2012 )

---

<sup>2</sup> HVAC Integrated Tool.

- [15] Siemens CP 243-1 IT Communications Processor. Tilgjengelig fra:  
[http://cache.automation.siemens.com/dnl/jEzNjI1AAAA\\_18975343\\_HB/MN\\_CP243-1-IT\\_76.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/jEzNjI1AAAA_18975343_HB/MN_CP243-1-IT_76.pdf) ( Hentet: 19/9-2012 )
- [16] Micro Panels. Tilgjengelig fra: <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/micro-panels/Pages/Default.aspx> ( Hentet: 19/9-2012 )
- [17] Software for SIMATIC S7-200 controllers. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-200/software/Pages/Default.aspx> ( Hentet: 19/9-2012 )
- [18] LOGO! Logic Module. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/Pages/Default.aspx> ( Hentet 30/9-2012 )
- [19] LOGO! modular – the technical details. Tilgjengelig fra:  
[http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/modular-basic-variants/Documents/e20001-a1120-p271-x-7600\\_20-22.pdf](http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/modular-basic-variants/Documents/e20001-a1120-p271-x-7600_20-22.pdf) ( Hentet 30/9-2012 )
- [20] Temperaturregulator type Micro Matic EFRP – 31 og 91. Tilgjengelig fra:  
<http://efobasen.efo.no/portals/1/Imageroot/65/produktblad/5490065.pdf> ( Hentet 25/9-2012 )
- [21] Honeywell DT-92 Wireless digital room thermostat. Tilgjengelig fra:  
<http://products.ecc.emea.honeywell.com/norway/pdf/en0h8580uk07r0309.pdf> ( Hentet 25/9-2012 )
- [22] Honeywell CM927 Wireless programmable thermostat. Tilgjengelig fra:  
<http://products.ecc.emea.honeywell.com/norway/pdf/en0h8556uk07r1006.pdf> ( Hentet 25/9-2012 )
- [23] Profibus instalation guideline for planning. Tilgjengelig fra:  
[http://www.profibus.com/uploads/media/PROFIBUS\\_Planning\\_8012\\_V10\\_Aug09.pdf](http://www.profibus.com/uploads/media/PROFIBUS_Planning_8012_V10_Aug09.pdf)  
( Hentet 3/11-2012 )
- [24] Distributed I/O SIMATIC ET 200. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/distributed-io/en/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [25] SIMATIC ET200M. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/distributed-io/en/ip20-systems/et200m/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [26] SIMATIC ET200M Interface Modules. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/distributed-io/en/ip20-systems/et200m/interface-modules/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )

- [27] SIMATIC ET200M I/O Modules. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/distributed-io/en/ip20-systems/et200m/io-modules/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [28] SIMATIC S7-300 Standard CPUs. Tilgjengelig fra:  
[http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-300/cpu/standard-cpus/Documents/brochure\\_simatic-controller\\_en-42\\_table.pdf](http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-300/cpu/standard-cpus/Documents/brochure_simatic-controller_en-42_table.pdf)  
( Hentet 3/11-2012 )
- [29] SIMATIC S7-300 Communication processors. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/ie/system-interfacing/simatic-s7-sinumerik/s7-300/Pages/s7-300.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [30] Basic Panels. Tilgjengelig fra: <https://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [31] SIMATIC STEP 7 Professional. Tilgjengelig fra:  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/simatic-controller-software/en/step7/step7-professional/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [32] Industrial Wireless Communicatoin. Tilgjengelig fra:  
[http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumententcenter/sc/ic/Documents/su20Catalogs/SIMATIC\\_NET\\_IKPI\\_08\\_Wireless\\_Comm\\_en\\_2012.pdf](http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumententcenter/sc/ic/Documents/su20Catalogs/SIMATIC_NET_IKPI_08_Wireless_Comm_en_2012.pdf) ( Hentet 3/11-2012 )
- [33] Box PC. Tilgjengelig fra: <https://www.automation.siemens.com/mcms/pc-based-automation/en/industrial-pc/box-pc/Pages/Default.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [34] Panel PC. Tilgjengelig fra: [https://www.automation.siemens.com/mcms/pc-based-automation/en/industrial-pc/Panel\\_PC/Pages/Default.aspx](https://www.automation.siemens.com/mcms/pc-based-automation/en/industrial-pc/Panel_PC/Pages/Default.aspx) ( Hentet 3/11-2012 )
- [35] Building automation systems. Tilgjengelig fra:  
<http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/buildingautomation-hvac/building-automation/Pages/building-automation-system.aspx> ( Hentet 3/11-2012 )
- [36] Synco gjør byggautomasjon mer effektivt. Tilgjengelig fra:  
[http://www.nwe.siemens.com/norway/internet/no/news/BT/Pages/Synco\\_byggautomasjon\\_mer\\_effektivt.aspx](http://www.nwe.siemens.com/norway/internet/no/news/BT/Pages/Synco_byggautomasjon_mer_effektivt.aspx) ( Hentet 3/11-2012 )
- [37] Siemens Building technologies , HIT. Tilgjengelig fra:  
[https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs\\_global.aspx?&MODULE=Catalog&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC\\_89400](https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?&MODULE=Catalog&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC_89400) ( Hentet 3/11-2012 )
- [38] Synco 700- communicating HVAC controller for buildings. Tilgjengelig fra:  
<http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/buildingautomation-hvac/building-automation/building-automation-for-small-applications-synco/synco-700-communicating-hvac-controller-for-buildings/Pages/synco-700-communicating-hvac-controller-for-buildings.aspx>  
( Hentet 3/11-2012 )

- [39] Tilgjengelig fra:  
[http://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs\\_global.aspx?&MODULE=Catalog&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC\\_89246](http://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?&MODULE=Catalog&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC_89246) ( Hentet 3/11-2012 )
- [40] Siemens Building technologies , HIT. Tilgjengelig fra:  
[http://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs\\_global.aspx?&MODULE=Catalog&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC\\_89246](http://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?&MODULE=Catalog&ACTION=ShowGroup&KEY=OPC_89246) under: VAC Products – Catalog > HVAC Products > ACS Software and central communication units > Central communication units > For remote control via KNX > KNX standard systems main components > OZW772.. ( Hentet 3/11-2012 )
- [41] Industy Mall, Nettportalen 24/7. Tilgjengelig fra:  
<https://eb.automation.siemens.com/goos/WelcomePage.aspx?language=NO&regionUrl=/no>  
( Hentet 3/11-2012 )



## VEDLEGG

Vedlegg A: Produktdatablader for komponentene i løsningene.