

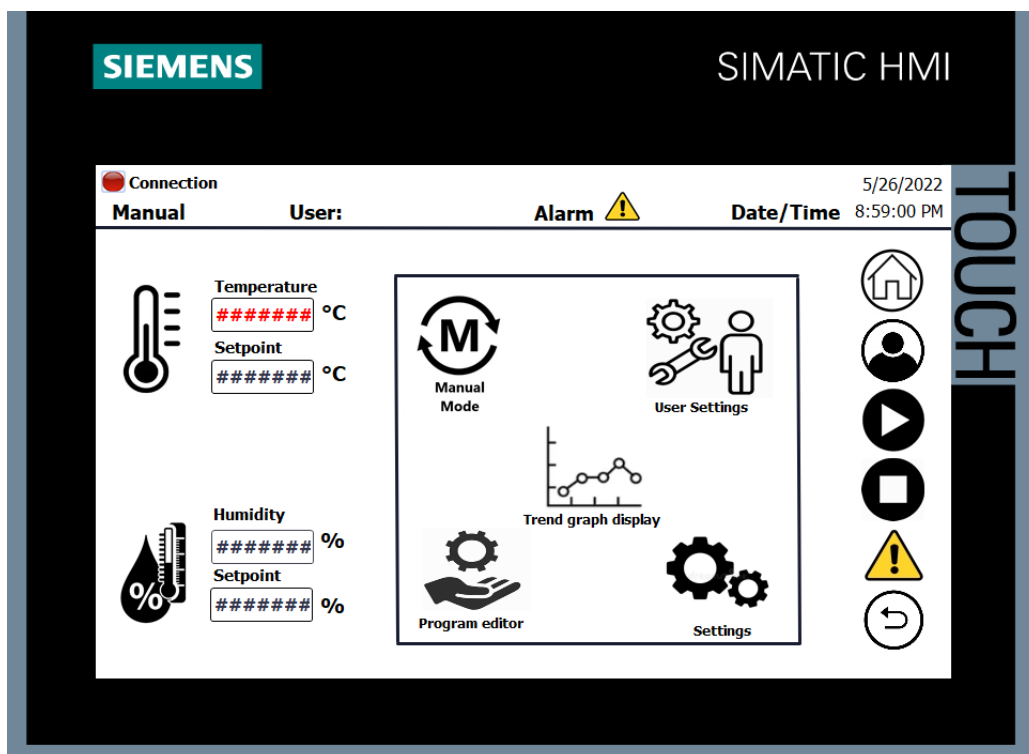


Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Instrumentering og styring av klimaskap

Anja Breivik Møldrup
Camilla Kvamme
Sigve Tungesvik Leirvåg



30. mai. 2022

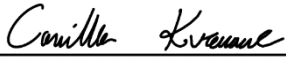
Dokumentkontroll

| | |
|---|---|
| <i>Rapportens tittel: Instrumentering og styring av klimaskap</i> | <i>Dato/versjon</i> 30. mai. 2022 |
| | <i>Rapportnummer:</i> B022EB-01 |
| <i>Forfatter(e):</i> Anja Breivik Møldrup Camilla Kvamme Sigve Tungesvik Leirvåg | <i>Studieretning:</i> AUTH19 |
| | <i>Antall sider m/vedlegg</i> 122 (+kildekode) |
| <i>Høgskolens veileder:</i> Endre Håland | <i>Gradering:</i> Åpen |
| <i>Eventuelle Merknader:</i> Vi tillater at oppgaven kan publiseres. | |

| | |
|--|--|
| <i>Oppdragsgiver:</i> Høgskulen på Vestlandet | <i>Oppdragsgivers referanse:</i> Endre Håland |
| <i>Oppdragsgivers kontaktperson(er) (inkludert kontaktinformasjon):</i> Endre Håland Tlf: +47 55 58 70 61 E-post: Endre.Haland@hvl.no | |



Anja Breivik Møldrup



Camilla Kvamme



Sigve Tungesvik Leirvåg

Forord

Dette hovedprosjektet er en bacheloroppgave gjort av tre studenter som markerer avslutningen på et 3-årig studie på Høgskulen på Vestlandet, ved linjen Automatiseringsteknikk med robotikk.

I løpet av dette siste og avsluttende semesteret har vi fått økt kunnskaper og kompetanse innenfor instrumentering, styring, programmering og regulering. Oppgaven ved å instrumentere et klimaskap, har vært både lærerik og spennende.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Endre Håland, for god rådgivning og faglig ekspertise.

Takk til Bergen Vann for hjelp med tegneprogrammet IntelliCad for utarbeidelse av elektrotegninger.

Takk til Kjell Eivind Frøysa med hjelp av teori bak temperaturmålinger og beregninger.

Takk Jonathan Økland Torstensen for gode råd og retningslinjer ved rapportskrivning.

Anbefalte forkunnskaper til lesing av rapporten er grunnleggende elektro og programmering.

Sammendrag

Hovedprosjektets oppgave har bestått av å fornye styresystemet til klimaskapet på Høgskulen på Vestlandet, som kontrollerer og overvåker et miljø hvor fukt og temperatur styres. Grensesnittet skal også oppgraderes til et mer brukervennlig.

Målet med oppgaven var å levere et styresystem som regulerer temperatur og relativ fuktighet. Klimaskapet skal benyttes til å teste ulike materialer under simulerte og forhåndsbestemte kriterier. En viktig del av denne oppgaven er oppkoblingen av systemet. Her måtte det tas hensyn til hvordan alle elementene i systemet fungerte, og koble disse til ønsket styreenhet. Det var ønskelig med en målelogg i ønsket format, med en fastsatt samplingsfrekvens. Styring og overvåkning måtte også kunne operere kontinuerlig over en lengre periode, og innebygde alarmfunksjoner for ulike betingelser måtte implementeres.

Systemet kan sees i fire funksjoner, dette er varme, kjøling, befukting og avfukting. For reguleringen av temperatur og fuktighet må klimaskapets fire delsystemers innvirkning på hverandre tas i betraktning. Disse er ikke uavhengige av hverandre, noe som betyr at de blir påvirket av hverandres prosesser. Fuktigheten i skapet vil ha en innvirkning på temperaturen, og motsatt. Avhengighetene blir tatt hensyn til i reguleringen for å oppnå en stabil temperatur og relativ fuktighet i kammeret.

Etter ønske om et mer brukervennlig grensesnitt ble det eksisterende panelet byttet ut fra en 3.5" til en på 7". Skjermbildene er laget slik at det er enkelt å forstå, og det er utarbeidet en oversiktlig og konsis brukermanual. Et av kravene var å implementere alarmer for diverse betingelser, noe som ble løst ved å benytte den innebygde alarmlisten i TIA-portal. Det var også ønskelig med en loggesyklus på 1Hz, noe som tilsier en logging av verdi hvert sekund. Det er utarbeidet en utvidelse av loggesyklusen, slik at man kan oppnå både en langtids- og korttids logging. Loggede verdier hentes ut via USB på siden av skapet. Det er utviklet et program for å konvertere verdiene slik at disse omgjøres til et mer lesbart format.

Under utskiftning av styresystemet ble det oppdaget at det eksisterende systemets dokumentasjon ikke var fullstendig nok for vårt formål. Systemets virkemåte måtte derfor kartlegges og analyseres, slik at det kunne utarbeides oppdaterte elektrotegninger. Styresystemet er koblet etter elektrotegninger som er laget av gruppen, og er vedlagt. Andre vedlagte filer inkluderer dokumentert kildekode, datablad, brukermanual og en utarbeidet testrapport.

Resultatet av stabilitet på temperaturreguleringen er på $\pm 2^{\circ}\text{C}$, og fuktighetsreguleringen er på ± 8 prosentpoeng. Resultatene er vist i testrapporten. Dersom temperaturstabilitet er høyt prioritert, kan fuktssystemet deaktiveres, noe som vil gjøre temperaturen mer stabil. Stabiliteten på temperaturen vil variere avhengig av ønsket settpunkt, og det er forventet mindre svingninger nærmere yttergrensene på klimaskapet.

Hovedprosjektet har gitt oss gode erfaringer og en økt kunnskap innenfor flere felt. Det har også lært oss hva det innebærer å arbeide med en så kompleks og krevende oppgave. Ved oppstart av prosjektplanleggingen satte vi oss ambisiøse målsetninger, som blant annet reguleringen. Selv om ikke alle målene er blitt gjennomført på tiltenkt måte har vi som gruppe oppnådd et resultat som vi er fornøyde med, og fått et stort læringsutbytte av hele prosessen.

1 Innhold

| | |
|---|-----------|
| Dokumentkontroll | 2 |
| Forord | 3 |
| Sammendrag | 4 |
| Figurliste | 7 |
| Tabelliste | 8 |
| Formel liste | 8 |
| 2 Innledning | 9 |
| 2.2 Oppdragsgiver | 9 |
| 2.3 Hva er et klimaskap | 9 |
| 2.4 Problemstilling | 10 |
| 2.5 Rapportbeskrivelse..... | 10 |
| 3 Kravspesifikasjon | 11 |
| 4 Analyse av problemet | 12 |
| 5 Teori | 13 |
| 5.2 Prinsippskisser for klimaskapets prosesser | 13 |
| 5.2.1 Varme | 13 |
| 5.2.2 Kjøling..... | 14 |
| 5.2.3 Befukting og avfukting | 15 |
| 5.2.4 Delsystemers påvirkning på hverandre..... | 15 |
| 5.3 Måleprinsipp for temperatur og fuktighet | 16 |
| 5.3.1 PT100 element | 16 |
| 5.3.2 Måling av temperatur | 16 |
| 5.3.3 Signalbehandling | 18 |
| 5.3.4 Psykrometer | 21 |
| 5.4 Regulering | 24 |
| 5.5 Generelt om TIA-portal | 25 |
| 5.6 Kommunikasjon | 26 |
| 6 Praktisk metodikk | 27 |
| 6.2 Reverse engineering | 28 |
| 6.3 Montasje og oppkobling | 30 |
| 6.4 Igangkjøring | 32 |
| 6.5 System prøving | 35 |
| 6.6 Forbedringstester | 37 |
| 6.6.1 Test 1 - Stabilisering rundt 40° C | 38 |
| 6.6.2 Test 2 - endring i idle-tid og dødbånd | 39 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 6.6.3 | Test 3.1 - Stabilitetsjekk på fuktighet ved endring i temperatur | 40 |
| 6.6.4 | Test 3.2 – Forbedring av test 3.1, med oppgradering av fuktsystem | 41 |
| 6.6.5 | Test 4– Befukting av tekstilsokk | 42 |
| 7 | Realisert løsning | 45 |
| 7.2 | Hardware | 45 |
| 7.2.1 | Valg av komponenter og utstyr | 45 |
| 7.2.2 | Design av styreskap | 48 |
| 7.3 | Software | 49 |
| 7.3.1 | Prinsippskisser av styresystemene | 49 |
| 7.3.2 | Digitale inn- og utganger | 50 |
| 7.3.3 | PLS program | 52 |
| 7.3.4 | Logging | 59 |
| 7.3.5 | Skript for konvertering av loggfiler | 60 |
| 8 | Sluttresultater..... | 62 |
| 8.2 | Test 1 - Temperatur lekkasje | 63 |
| 8.3 | Test 2.1 og 2.2 - Varme og kjøling..... | 64 |
| 8.4 | Test 3 - Stabilitetstest av varme og kjøling..... | 65 |
| 8.5 | Test 4 - Responstid på varme og kjøling..... | 66 |
| 8.6 | Test 5 - Fuktighet respons på temperaturendring | 67 |
| 8.7 | Test 6 - Nedre grense for fuktighet ved forskjellige temperaturer..... | 68 |
| 8.8 | Test 7 - Varierende temperatur med konstant fuktighet | 69 |
| 8.9 | Test 8 - Endring i settpunkt for temperatur og fuktighet | 70 |
| 9 | Forbedringer..... | 71 |
| 10 | Utfordringer | 72 |
| 11 | Konklusjon..... | 74 |
| 12 | Referanser..... | 75 |
| 13 | Vedlegg..... | 80 |

Figurliste

| | |
|--|----|
| Figur 1 Klimaskap på HVL | 9 |
| Figur 2 Illustrasjon av varmesystemet | 13 |
| Figur 3 Illustrasjon av kjølesystemet | 14 |
| Figur 4 Illustrasjon av avfukting prosess | 15 |
| Figur 5 Illustrasjon av befukting prosess | 15 |
| Figur 6 PT100 elementer for måling av temperatur og fuktighet | 16 |
| Figur 7 Illustrasjon av målesystem | 16 |
| Figur 8 Illustrasjon av linearitet avvik for pt100 elementet | 18 |
| Figur 9 Graf av digitalisert- og analogt signal ved 12-bit oppløsning | 19 |
| Figur 10 Illustrasjon av usikkerhet bidragene for PT100 element med tekstilsokk | 20 |
| Figur 11 Illustrasjon av usikkerhet bidragene for PT100 element uten tekstilsokk | 20 |
| Figur 12 Illustrasjon av Psykrometer | 21 |
| Figur 13 Illustrasjon av AV/PÅ regulering | 24 |
| Figur 14 Kommunikasjon mellom PLS og HMI | 26 |
| Figur 15 Illustrasjon av den praktiske metodikken | 27 |
| Figur 16 Gammelt system | 28 |
| Figur 17 Demontering av eksisterende styresystem | 30 |
| Figur 18 Montering og oppkobling av nytt styresystem | 30 |
| Figur 19 Eksisterende kontra nytt HMI-panel | 31 |
| Figur 20 Virkning av ventilstilling av Y3 | 35 |
| Figur 21 Stabilisering rundt 40° celsius | 38 |
| Figur 22 Stabilisering rundt 40° celsius med forbedringer | 39 |
| Figur 23 Stabilitetssjekk på fuktighet ved endring i temperatur | 40 |
| Figur 24 Forbedring av test 3.1, med oppgradering av fuktsystem | 41 |
| Figur 25 Fukting av tekstilsokk med høy RH og temperatur | 42 |
| Figur 26 Befukting av tekstilsokk med middels RH og temperatur | 43 |
| Figur 27 Befukting av tekstilsokk med lav RH og høy temperatur | 43 |
| Figur 28 Siemens Simatic S7-300 | 45 |
| Figur 29 Simatic TP700 Comfort | 46 |
| Figur 30 Arrangementstegning av styreskap | 48 |
| Figur 31 Illustrasjon av regulering av temperatur | 49 |
| Figur 32 Illustrasjon av regulering av fuktighet | 49 |
| Figur 33 Forenklet illustrasjon av PLS program | 52 |
| Figur 34 Ikon på HMI-skjerm for lysknapp | 52 |
| Figur 35 Firkantsignal for fuktighetspumpe | 53 |
| Figur 36 Skisse av regulering med AV/PÅ styring | 54 |
| Figur 37 Skisse av regulering med halv effekt styring | 54 |
| Figur 38 Illustrasjon av start- stopp-knapp ved flankedeteksjon | 55 |
| Figur 39 Automatisk symbol vist på HMI | 55 |
| Figur 40 Manuell symbol vist på HMI | 56 |
| Figur 41 Excel-ark med loggede verdier før konvertering | 60 |
| Figur 42 Excel-ark med loggede verdier etter konvertering | 60 |
| Figur 43 Konvertering av loggfiler | 61 |
| Figur 44 Program for konvertering av loggfiler | 61 |
| Figur 45 Temperatur lekkasje ved ytterpunktene | 63 |
| Figur 46 Kjøling til ytterpunkt | 64 |
| Figur 47 Varming til ytterpunkt | 64 |
| Figur 48 Stabilitetstest ved 30°C og 60°C | 65 |
| Figur 49 Stabilitetstest ved 0°C | 65 |
| Figur 50 Responstid på varming og kjøling | 66 |

| | |
|---|----|
| <i>Figur 51 Varmesystemets påvirkning på fuktighet</i> | 67 |
| <i>Figur 52 Graf av yttergrenser for fuktighetsregulering</i> | 68 |
| <i>Figur 53 Yttergrenser for fuktighetsregulering</i> | 68 |
| <i>Figur 54 Varierende temperatur og konstant fuktighet</i> | 69 |
| <i>Figur 55 Stabilitetsjekk for fuktighet og temperatur</i> | 70 |
| <i>Figur 56 Feilmelding for lesing av analoge innsignaler</i> | 73 |

Tabelliste

| | |
|--|----|
| <i>Tabell 1 Ventiler som benyttes til å styre systemet</i> | 14 |
| <i>Tabell 2 Spesifikasjoner for signalbehandling</i> | 18 |
| <i>Tabell 3 Sammenligning av teoretiske verdier og lineære jevne verdier [6]</i> | 22 |
| <i>Tabell 4 Programblokker og tags i TIA-portal</i> | 25 |
| <i>Tabell 5 Ulike loggemetoder</i> | 26 |
| <i>Tabell 6 Visuell kontroll</i> | 32 |
| <i>Tabell 7 Måling/prøving</i> | 33 |
| <i>Tabell 8 Oppstartstest</i> | 34 |
| <i>Tabell 9 Forbedringstester</i> | 37 |
| <i>Tabell 10 Komponentoversikt med styremetode</i> | 47 |
| <i>Tabell 11 Innganger og utganger til PLS</i> | 51 |
| <i>Tabell 12 Tilstander for flankedeteksjon ved auto modus</i> | 56 |
| <i>Tabell 13 Tilstander for flankedeteksjon ved manuell modus</i> | 56 |
| <i>Tabell 14 Pådragsblokk</i> | 57 |
| <i>Tabell 15 Alarmliste</i> | 58 |
| <i>Tabell 16 Beregning ved ulike logge sykluser</i> | 59 |
| <i>Tabell 17 Sluttresultat</i> | 62 |

Formel liste

| | |
|--|----|
| <i>Formel 1 For temperaturer mellom 0°C til +859°C brukes følgende formel</i> | 17 |
| <i>Formel 2 Formel for temperaturer i området -200°C til 0°C</i> | 17 |
| <i>Formel 3 Usikkerhetsbidrag ved signalomformer</i> | 18 |
| <i>Formel 4 Spenning per bit</i> | 19 |
| <i>Formel 5 Bit-oppløsning for volt per steg</i> | 19 |
| <i>Formel 6 Beregning av total usikkerhet</i> | 20 |
| <i>Formel 7 Beregning av relativ fuktighet</i> | 21 |
| <i>Formel 8 Verifisering av formel opp mot tabell</i> | 22 |
| <i>Formel 9 Relativ fuktighet ved $T_w = 40^\circ\text{C}$ og $T_d = 50^\circ\text{C}$</i> | 23 |
| <i>Formel 10 Usikkerhetsbidragene for den relative fuktigheten</i> | 23 |
| <i>Formel 11 RH ved identisk T_w og T_d</i> | 23 |
| <i>Formel 12 Utregning av temperatur for våtpære</i> | 53 |
| <i>Formel 13 Beregning av loggetid</i> | 59 |

2 Innledning

Bakgrunnen for prosjektet er at Høgskulen på Vestlandet ønsket et klimaskap som kunne kontrollere og overvåke et ønsket miljø i form av fuktighet og temperatur.

Vi ble tildelt en eksisterende enhet hvor vår oppgave var å fornye styresystemet, samt å oppdatere til et mer brukervennlig grensesnitt. Klimaskapet kan ses i fire delsystemer: varme, kjøling, befukting og avfukting. Alle disse delsystemene skal kunne virke sammen for å oppnå ønsket temperatur og relativ fuktighet inne i kammeret.

Skapet kan eksempelvis benyttes til å teste ulike type materialer under forskjellige forhold, og er bygget for å simulere de ulike forholdene under forhåndsbestemte kriterier. Under disse forhåndsbestemte forhold kan forbruker kontrollere ulike konsentrasjoner av fuktighet, temperaturer og tidsintervaller det skal opereres i. Brukeren av klimaskapet har kommet med egne ønsker om oppgaven. I fremtiden er det ønskelig at det kan brukes til å eksempelvis studere papir og fiber materialer, samt forskjellige typer elektronikk.

2.2 Oppdragsgiver

Vår oppdragsgiver er institutt for data, realfag og elektroteknologi ved Høgskulen på Vestlandet. Høgskulen på Vestlandet er en utdanningsinstitusjon som tilbyr utdanning innenfor de seks hovedområdene: Helse- og sosialfag, Idrett, friluftsliv og folkehelse, Ingeniør- og maritime fag, Lærerutdanning og kreative fag, Natur- og samfunnsfag og Økonomi og ledelse. HVL ble dannet av tre høyskoler som ble slått sammen i 2017, og hadde i sikt målet om å bli et universitet. Nå er HVL sine campuser lokalisert på fem forskjellige steder: Førde, Sogndal, Bergen, Stord og Haugesund. Det er om lag 17000 studenter som er fordelt på de forskjellige campusene og rundt 2000 ansatte [1].

2.3 Hva er et klimaskap



Klimaskapet på Høgskulen på Vestlandet skal benyttes til å teste ulike type materialer under forskjellige forhold, og er bygget for å simulere de ulike luftfuktigheter og temperaturer under forhåndsbestemte kriterier. Skapet kan kontrollere og overvåke temperatur i området -40°C til $+180^{\circ}\text{C}$. Relativ fuktighet er begrenset til å regulere i temperaturområdet 10°C til 95°C .

Testmateriale plasseres i testkammeret på undersiden av styringen, dimensjonen til kammeret er på 100L. Her testes materialet under forhåndsbestemte kriterier, som ulik konsentrasjon av fuktighet og temperatur. Tidsintervallet det skal opereres i kan også kontrolleres. Ved å manipulere testforhold og tidsintervall kan man teste oppførselen til ulike type materialer.

Under ekstreme klimatiske forhold kan man blant annet framskynde en prosess man ønsker å oppnå. Dette kan blant annet være å studere hvordan ulike materialer oppfører seg og påvirkes av de ulike miljøforholdene.

Figur 1 Klimaskap på HVL

2.4 Problemstilling

Styresystemet til klimaskapet var utdatert og skulle oppgraderes. Oppgaven er å spesifisere og bygge styresystemet med et eget moderne grensesnitt. Det er ønskelig at HMI-panelet er brukervennlig og kommer med en oversiktlig brukermanual.

Det skal lages et kontrollert og overvåket system hvor fuktighet og lufttemperatur styres. Systemet skal både regulere og logge fast temperatur og relativ fuktighet med forhåndsbestemte kriterier. Fillagring av data skal overføres til en egen målelogg i kommaseparert format med ulike kolonner og med en fastsatt samplingsfrekvens på 1Hz. Det må kunne opereres kontinuerlig over en lengre periode, og alarmer for ulike betingelser må implementeres.

2.5 Rapportbeskrivelse

Denne rapporten er bygget opp i flere kapitler og er ikke nødvendigvis kronologisk etter vår arbeidsprosess.

Kapittel 2 omhandler oppgavens krav.

Her er det både krav som skal oppnås, i tillegg til fremtidige ønsker.

Kapittel 3 handler om vår tolkning av kravene og mulige løsninger.

Kapittel 4 omhandler relevant teori for oppgaven.

Her går man blant annet dypere i klimaskapets prosesser, de aktuelle delsystemene, måleprinsippene, og grunnleggende om hvordan programmering i PLS fungerer. Senere kapitler vil referere tilbake til kapittel 4 for å unngå mye sidespor i rapporten.

Kapittel 5 omhandler den praktiske prosessen igjennom oppgaven.

Her vil arbeidsmetoder og hvilke steg som er tatt for å komme fram til valgt løsning. Tester som er utført for å komme nærmere sluttresultatet forekommer også i dette kapitlet, disse er kalt forbedringstester. Det endelige kapitlet omtales ikke under dette kapitlet.

Kapittel 6 er valgt løsning.

I dette kapitlet presenteres sluttresultatene. Dette inkluderer hardware, software og andre støtte systemer. Grunnet kapitlet heter «valgt løsning» vil det ikke være noen beskrivelse om hvordan det er kommet frem til løsningen. Dette omtales i kapittel 5.

Kapittel 7 består av sluttresultatene.

Her får man en oversikt over de siste testene. Ingen nye endringer er gjort etter disse resultatene og vil derfor markere systemets sluttresultat.

3 Kravspesifikasjon

Krav

Oppgaven har gitt tre krav til implementeringen av det nye styresystemet. Disse kravene er oppgitt under:

- *Automatisk stopp og lignende etter forskifter og lover*
- *Innregulering*
- *Regulator*

Kravene for programmet skal programmeres inn på valgt styreenhet, og gjøre det mulig for bruker å styre systemet fra panelet. Programmet på panelet må også oppdateres og gjøres mer brukervennlig. Under er alle de spesielle kravene for programmeringen oppgitt:

- *Fast temperatur og relativ fuktighet.*
- *Målelogg i kommaseparert fil med ulike kolonner:
UTC, T_målt, RH_målt, T_sp og RH_sp sp=spesifisert*
- *Samplingsfrekvens 1Hz*
- *Fillagring av data*
- *Må kunne operere kontinuerlig over en lengre periode*
- *Alarm for visse betingelser*

Når systemet er utbyttet, er det oppgitt diverse krav for testfasen. Disse kravene skal være med på å vise at systemet er regulerbart, og vise til skapets grenser. Under er de listet:

- *Teste at motor og annet, ikke blir overbelastet*
- *Angi toleranser å holde seg innenfor*
- *Teste stabilitet ved kombinasjon av ulike
temperaturer og fuktigheter*

Når styresystemet er utbyttet har oppgaven oppgitt en del dokumenter som må oppgis sammen med rapporten. De skal gjøre det mulig for andre å se hvordan systemet nå fungerer. Disse er gitt under:

- *Dokumentert kildekode*
- *Elektro/system tegninger*
- *Datablad*
- *Brukermanual*
- *Testrapport*

Det var ingen spesifikke krav knyttet til budsjett, men det var et ønske om å holde kosnadene under 10 000 NOK.

Fremtidige krav

Fremtidige krav er krav som bruker ønsker at systemet skal inneholde, men ikke er nødvendig å implementere. Kravene er oppgitt under:

- *Graf på HMI med SP og målt*
- *Fjernovervåkes/styres via nett*
- *Kunne sette ønsket temperatur og fuktighet sfa tid, eks 10t med 20°C og 30% RH, 20t med 50°C, osv.*

4 Analyse av problemet

Kravene som er satt for oppgaven er lett forståelige og lar seg gjennomføre. Når det kommer til krav av stabilitet, er vi begrenset med tid.

PLS

En PLS er en styreenhet for å motta og styre signaler som også er bygget etter industrielle behov. Dette kan være garantert opptid, kvalitet på signalbehandling og sikring mot omgivelser slik som mekaniske vibrasjoner eller elektromagnetiske forstyrrelser. Prosjektet krever muligheten til å styre og overvåke et større antall inn- og utganger. Muligheten for å måle analoge signaler er også nødvendig. Siden PLS-ene fra Siemens er brukt tidligere i studiene kan disse være en god løsning. Oppdragsgiver kan også stille med PLS og HMI som vil omgå en eventuell leveringstid. Styring av komponenter vil da skje via reeler og kontaktorer som er montert på DIN-skiner.

Programmeringen av Siemens sine PLS skjer i TIA portal. TIA-portal er deres hovedprogramvare hvor man kan programmere både PLS og HMI-ene til Siemens. Gruppen har også erfaring fra denne programvaren fra tidligere i studiene. Grunnet prosjektet også trenger et grensesnitt for styring av systemet så kan Siemens også tilby HMI-er som virker sammen med PLS-en. Siemens har skjermer med touch som er ønskelig.

Ombygging av gammel løsning

Fra tidligere er det brukt et PC-hovedkort som brukte operativsystemet Windows CE. For å styre enhetene i klimaskapet var det laget et kretskort med litt forskjellige releer og transistorer. Dette kortet kommuniserte så med hovedkortet. En løsning hadde vært å gjøre det samme med vår styring. Dette ville nok ha inkludert mye arbeid siden lite er lagt opp på forhånd. Både i forhold til software og hardware. Med manglende dokumentasjon om hvordan det eksisterende systemet kommuniserte med kretskortet som styrte enhetene, ble kretskortet ikke benyttet i det nye systemet. Den eksisterende skjermen var ikke ønskelig å ta med videre, ettersom den var lite brukervennlig.

Valg av løsning

Når vi sammenligner de to løsningene anser vi PLS fra Siemens som den foretrukne løsningen. Ved å benytte PLS fra Siemens reduseres tidsforbruket, grunnet gruppens tidligere erfaring ved denne løsningen. Dette gir grunnlag for en god oppstart.

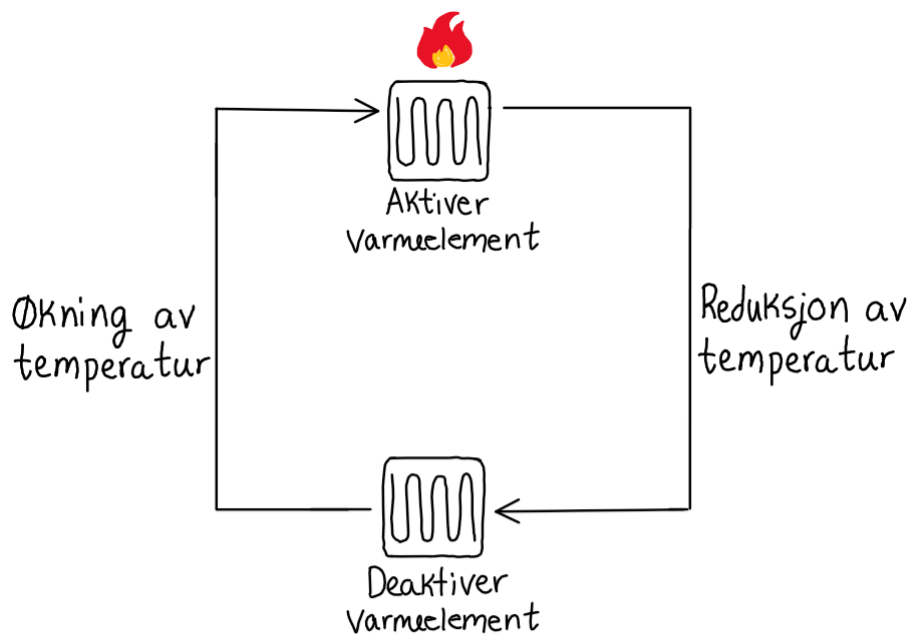
5 Teori

5.2 Prinsippskisser for klimaskapets prosesser

Hvor mye fuktighet luften inneholder og hvor mye den er i stand til å holde på, kalles relativ fuktighet. Temperaturen har en stor innvirkning på hvor mye fuktighet luften kan holde på og man vil få en større fuktighets kapasitet ved høyere temperaturer, enn ved lavere. Fuktigheten er avhengig av temperaturen, og derfor må både fuktighet og temperatur kontrolleres for at fuktighetsmålingen skal bli presis og nøyaktig.

5.2.1 Varme

For oppvarming benyttes to parallellkoblede elektriske varmeelementer på 550W hver. Disse styres sammen ved bruk av samme kontaktor. Viften som også benyttes i kjølekretsen sirkulerer luften over disse to varmeelementene.



Figur 2 Illustrasjon av varmesystemet

5.2.2 Kjøling

Kjølekretsen benyttes til å kjøle ned luften inne i kammeret. Fordamperen er plassert inne i klimaskapet og den trekker varmen til seg. Kondensatoren er plassert på utsiden av skapet. For å sirkulere luften over kjøleribbene er det montert en vifte i taket.

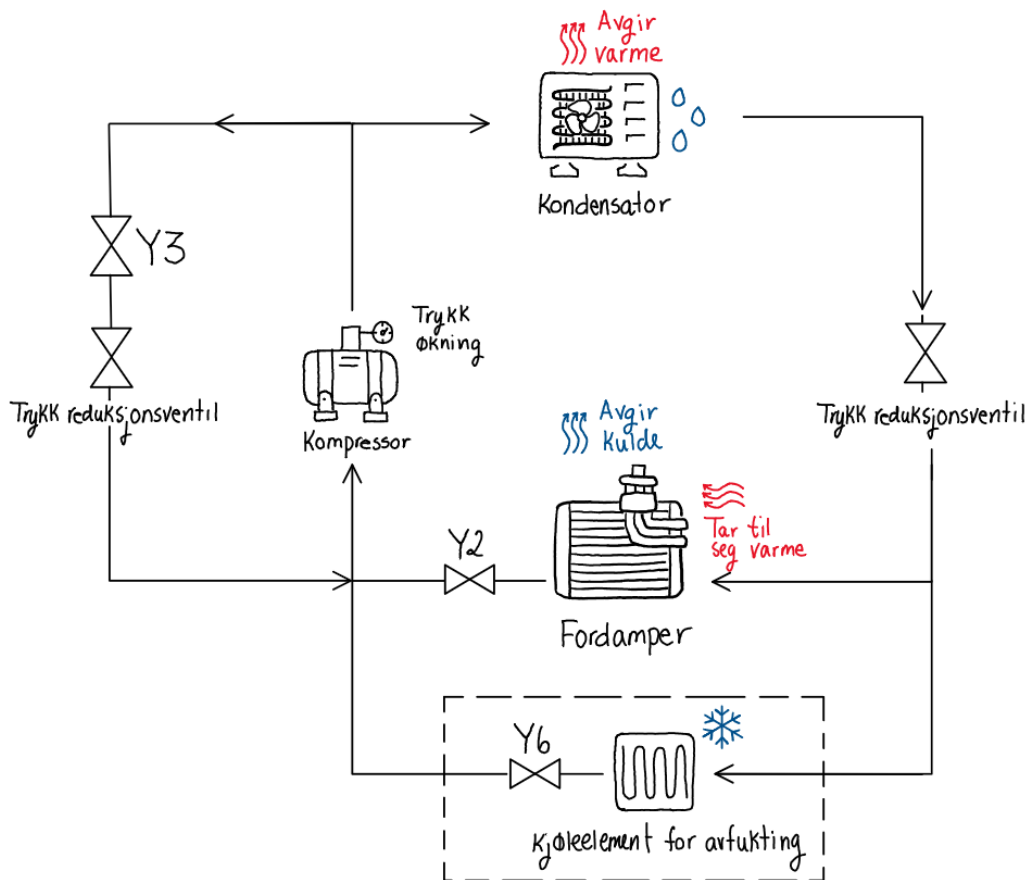
Kjølesystemet består av en høytrykk- og en lavtrykkside. Det brukes en kompressor for å skape trykket, og en trykkreduksjonsventil for å redusere trykket. Kondensatoren sammen med kondensatorviften er montert på høytrykksiden og er til for å fjerne varme fra systemet. På lavtrykksiden er fordamperen montert, og denne tar opp varme fra innsiden av kammeret.

Ventiler som benyttes til å styre systemet

| | |
|-----------|--|
| Y2 | Åpner for å at kjølemediet går igjennom hovedkjøleelementet i kammeret som brukes til å kjøle ned luften. |
| Y6 | Sender kjølemediet igjennom kjøleelementet som brukes til å avfukte luften. |
| Y3 | Åpner for at mediet går fra høytrykksiden til lavtrykksiden uten at det går igjennom noe kjøleelement inni kammeret. |

Tabell 1 Ventiler som benyttes til å styre systemet

I tillegg til det som er vist på tegningen er det også andre komponenter som ikke er elektrisk styrbare. Full tegning over kjølesystem er vedlagt, se Vedlegg 6 - Kjølesystem. For avfukningsprosessen benyttes det en separat fordamper. Denne har en egen styring som kan styres uavhengig av hoved fordamperen i systemet.



Figur 3 Illustrasjon av kjølesystemet

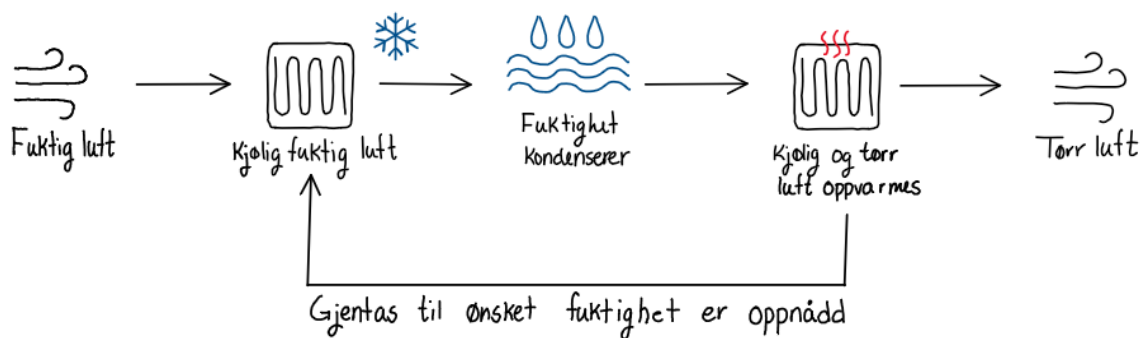
5.2.3 Befukting og avfukking

For befukting aktiveres et varmeelement i vannbadet inne i kammeret. Når temperaturen stiger vil vannet på overflaten begynne å fordampe, noe som skaper fuktighet i luften.

For avfukking brukes det separerte kjøleelementet som er beskrevet under kjøleprosessen. Når kjøleelementet når duggpunkt vil fuktigheten i luften kondensere på elementet, for å så renne ned i vannbadet.

Avfukking

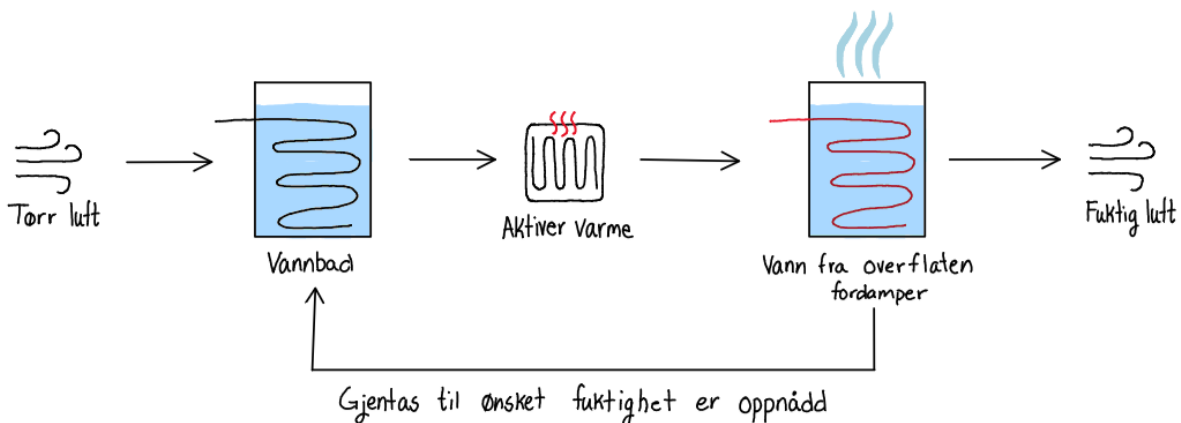
Under avfukking prosessen fjernes overflødig fuktighet fra luften. Den fuktige luften kondenserer over kjøleelementets spoler og drypper ned i vannbadet. Luften varmes deretter opp av varmeelementet som ikke vil slås av før ønsket fuktighet er oppnådd.



Figur 4 Illustrasjon av avfukking prosess

Befukting

Under befukting prosessen tilføres ekstra fuktighet til luften. Varmeelementet i vannbadet aktiveres, noe som fører til at vann fra overflaten fordampes. Luftfuktigheten vil økes når vanddamp sendes ut i luften. Varmeelementet avgir varme inntil ønsket fuktighet er oppnådd.



Figur 5 Illustrasjon av befukting prosess

5.2.4 Delsystemers påvirkning på hverandre

Disse delsystemene er ikke uavhengige av hverandre og vil påvirke hverandres prosess.

Temperaturoendringer i kammeret vil ha en innvirkning på fuktigheten, og motsatt. Grunnet disse avhengighetene må dette tas hensyn til i reguleringsdelen av oppgaven.

5.3 Måleprinsipp for temperatur og fuktighet

5.3.1 PT100 element

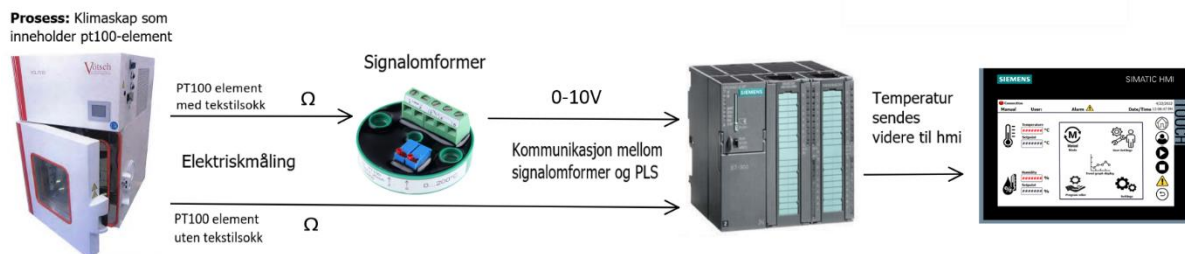
Det blir benyttet et PT100 element, som er montert i klimaskapet for måling av temperatur i kammeret. PT100-elementet er et motstands basert termometer som har en varierende motstand ved varierende temperatur. Elementet er bygget opp av en tvinnet platinatråd som ligger mekanisk beskyttet. Navnet PT100 kommer fra platina (PT) og at motstanden er 100Ω ved 0°C. Ved en positiv temperaturendring som forekommer i platina-tråden vil motstanden øke. Elementet gir en god nøyaktighet i området -200°C til + 850°C.



Figur 6 PT100 elementer for måling av temperatur og fuktighet

5.3.2 Måling av temperatur

PT100 elementet er direkte tilkoblet analog inngangsmodul på PLS, dette er for å oppnå en stabil måling av motstanden. For hver grad celsius temperaturen endres, vil den elektriske motstanden i PT100-elementet endres med ca. 0,385 Ω. Verdiene til målesignalene kan brukes til å lage en tilnærmet lineær graf til temperatur og det lineære uttrykket, men nøyaktigheten i målesystemet vil være avhengig av vårt oppsett. PT100 elementet er direkte tilkoblet en analog inngang modul på PLS-en, hvor motstandsverdien måles. Videre kommuniserer PLS-en og HMI panelet via MPI. Gjennom panelet kan bruker blant annet overvåke og foreta endringer i prosessen.



Figur 7 Illustrasjon av målesystem

Formel for tilnærming av PT100 elementets motstandsverdi ved gitt temperatur

Hvor R_t = motstanden ved temperaturen t i (Ω)

R_0 = resistansen ved temperatur 0°C (Ω)

t = motstandselementets temperatur ($^\circ\text{C}$)

$A = 3,9083 \cdot 10^{-3}$ (Van Dusen-koeffisientene)

$B = -5,775 \cdot 10^{-7}$ (Van Dusen-koeffisientene)

$C = -4,183 \cdot 10^{-12}$ (for temperatur under 0°C)

$C = 0$ (for temperatur over 0°C)

R_0 , A og B er Van Dusen-koeffisientene.

Formel 1 For temperaturer mellom 0°C til $+859^\circ\text{C}$ brukes følgende formel

$$R_t = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t + C \cdot (t - 100) \cdot t^3) \quad [2]$$

Formel 2 Formel for temperaturer i området -200°C til 0°C

$$R_t = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2) \quad [3]$$

5.3.3 Signalbehandling

I dette delkapittelet blir signalbehandlingen fra element og til PLS beskrevet. En har tatt utgangspunkt i spesifikasjonene under.

| Våtpære element | Område | Span og følsomhet |
|-----------------|--------------|-------------------------------------|
| Temperatur | 0°C – +200°C | 200°C |
| Spenning | 0V – 10V | 10V |
| Følsomhet | N/A | 25°C /V, som til svarer 0.04V/°C |

Tabell 2 Spesifikasjoner for signalbehandling

Først blir signalene i PT100 elementet beskrevet, deretter signalomformereren og til slutt PLS-en. For hvert av punktene blir en måleusikkerhet tallfestet. Da får man total usikkerhet som dekker hele signalgangen.

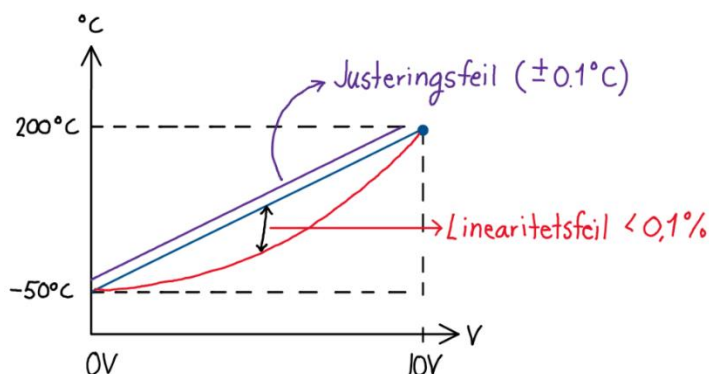
Pt100 elementet

Mulige feilkilder ved målinger er at koeffisientene i formel for beregning av motstand ut fra temperatur kan være unøyaktige (se Formel 1 og Formel 2), men det velges å se bort fra dette i prosessen grunnet det er utfordrende og arbeidskrevende å finne nødvendig data. Kalibreringssertifikat eller en annen spesifikk produktinformasjon om pt100 elementet er heller ikke tilgjengelig, så det er derfor besluttet å benytte standardverdier på koeffisientene. Litt avhengig av strøm og spenning må man også ta hensyn til selvoppvarming koeffisient, med et typisk tall på 0.1 °C /mW. Selvoppvarming oppstår grunnet elementet måler temperatur ved å føre en strøm gjennom en motstand, men feilen med dette fenomenet er med en god margin innenfor akseptable nivåer, grunnet feilen er mindre enn videre i måleprosessen. [4]

Signalomformer

Signalomformereren benyttes kun til måling for PT100 elementet med tekstilsokk. Usikkerhet bidragene hentes fra databladet til signalomformereren:

- Linearitetsfeil < 0.1% som resulterer i 0.1% av span på 200 °C = 0.20 °C
- Justeringsfeil ±0.1°C



Formel 3 Usikkerhetsbidrag ved signalomformer

Usikkerhetsbidrag:

$$\sqrt{0.20^2 + 0.1^2}^{\circ}\text{C} = 0.224^{\circ}\text{C} \approx 0.23^{\circ}\text{C}$$

Figur 8 Illustrasjon av linearitet avvik for pt100 elementet

PLS

Våtpære element

Fra databladet finner man at PLS-en har en bit oppløsning på 12 bit. Det benyttes derfor et 12-bit-innsamlingssystem til å innhente spenningsverdier mellom 0-10V. 12 bit gir $2^{12} = 4096$ verdier, som tilsvarer tallene fra 0-4095.

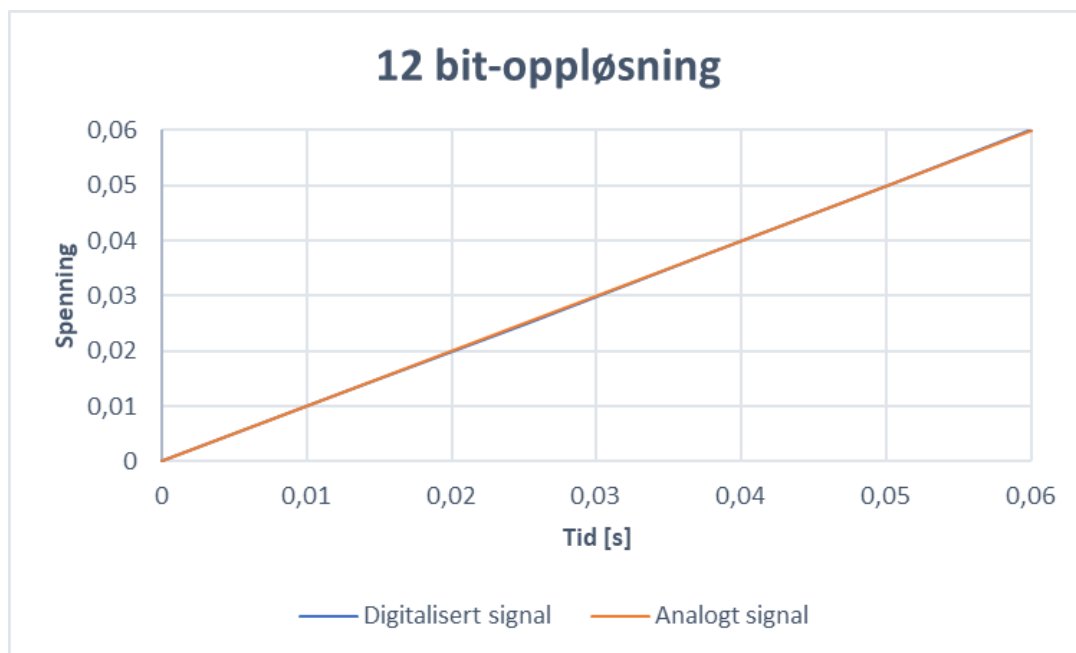
Formel 4 Spenning per bit

$$V = \frac{10V-0V}{4095} \cdot n = \frac{10V}{4095} \cdot n$$

Her vil 0V tilsvare verdien 0 og 10V tilsvare verdien 4095. Hvert intervall består av $10V/4095 \approx 0.0024$. Ved et temperaturområde på 200°C og et måleområde på 10V vil 1V representere 20°C . Dette gir intervall multiplisert med volt per grad celsius = $0.0024 \cdot 20 \approx 0.048^{\circ}\text{C}$. Ved denne bit oppløsningen vil en oppløsning i temperaturmålingen på ca 0.05°C .

Tørrpære element

For måling av tørrpæreelementet benyttes resistansmåler inngangen på PLS-en, som gjør en intern beregning om til $^{\circ}\text{C}$ med et oppløsningsintervall på 0.6°C .



Figur 9 Graf av digitalisert- og analogt signal ved 12-bit oppløsning

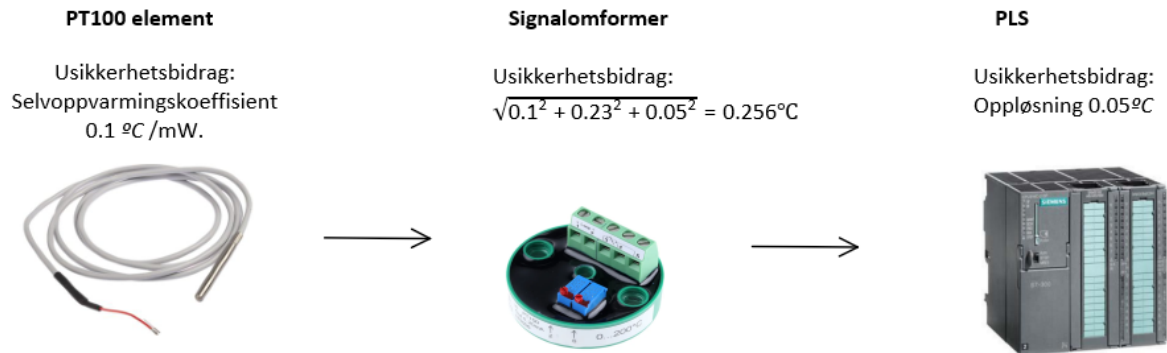
Oppløsningene ved 12-bit oppløsning

Formel 5 Bit-oppløsning for volt per steg

12 bit-oppløsning: $\frac{10V}{4095} = 0.0024V$ oppløsning volt per steg.

Total usikkerhet

Antar at alle usikkerheten er med 95% konfidensnivå.



Figur 10 Illustrasjon av usikkerhet bidragene for PT100 element med tekstilsokk



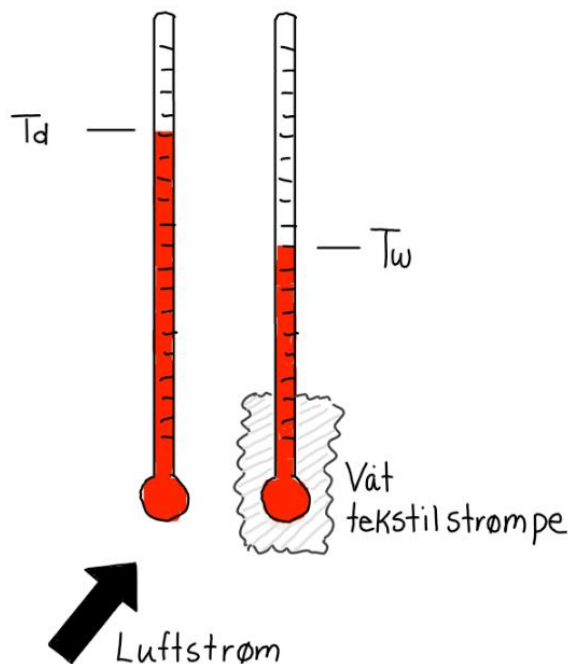
Figur 11 Illustrasjon av usikkerhet bidragene for PT100 element uten tekstilsokk

Formel 6 Beregning av total usikkerhet

Total usikkerhet for PT100 element, med tekstilsokk: $\sqrt{0.1^2 + 0.23^2 + 0.05^2} = 0.256^{\circ}\text{C}$

Total usikkerhet for PT100 element, uten tekstilsokk: $\sqrt{0.1^2 + 0.6^2} = 0.608^{\circ}\text{C}$

5.3.4 Psykrometer



Figur 12 Illustrasjon av Psykrometer

Klimaskapet benytter et måleinstrument, kalt psykrometer for å måle den relative fuktigheten i kammeret. Psykrometer er basert på to termometre, i vårt tilfelle to PT100 element. Den ene temperaturføleren er tørr og udekket, kalt tørrpæretermometer som måler omgivelsestemperatur. Td er en forkortelse for «dry bulb-temperature» som vanligvis omtales som lufttemperatur. Den andre temperaturføleren har en tekstilstrømpe tredd over seg, som fuktes regelmessig med destillert vann. Denne kalles våtpæretermometer. Tw er en forkortelse for «wet bulb-temperature» og denne kjøles ned, noe som resulterer i en lavere temperatur enn tørrpæretermometeret. For å beregne den relative fuktigheten brukes differansen mellom termometrene.

Beregning av relativ fuktighet fra tørrpære- og våtpæretemperatur

Temperaturen har en innvirkning på luftens evne til å holde på vann. Relativ luftfuktighet er forholdet mellom vanndampmengden i luft og den maksimale vanndampmengden som luften kan inneholde om luften var mettet, angis som oftest i % [5]. Man sier at luften er mettet med vanndamp når det maksimale innhold vanndamp er oppnådd, da er den relative luftfuktigheten 100%.

En endring i temperatur vil resultere i en endring i den relative fuktigheten, dette grunnet luft med en høyere temperatur kan holde på mer fuktighet før den blir mettet.

Fuktigheten beregnes ut fra tørrpære- og våtpære temperaturene, dette er prinsippet for psykrometrisk hygrometri. [6]

Formel 7 Beregning av relativ fuktighet

$$RH = \frac{E_w - A * P * \Delta t}{e_d} * 100 \quad [6]$$

Hvor $RH =$ Relativ fuktighet

$e_w =$ Metningsdamptrykk i våtpære temperatur

$e_d =$ Metningsdamptrykk i tørrpære temperatur

$A =$ Målt fuktighet koeffisient

$P =$ Gjennomsnittlig atmosfærisk trykk

$\Delta t =$ differansen mellom tørrpære- og våtpære temperatur ($T_d - T_w$)

For å finne de nødvendige verdiene e_w , e_d og A for å beregne fuktigheten benyttes Buck formelen:

$$E = 6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot t}{240.97+t}}$$

Ut fra denne formelen kan e_w og e_d beregnes:

$$e_w = 6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot T_w}{240.97+T_w}}$$

$$e_d = 6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot T_d}{240.97+T_d}}$$

Konverteringsfaktoren A beregnes etter empirisk formel

$$A = 0.00066 \cdot (1 + 0.0015 \cdot T_w)$$

Når P er gjennomsnittlig atmosfærisktrykk, blir formelen:

$$RH = \frac{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot T_w}{240.97+T_w}} - 0.00066 \cdot (1 + 0.0015 \cdot T_w) \cdot P \cdot (T_d - T_w)}{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot T_d}{240.97+T_d}}} \cdot 100$$

$$= \frac{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot T_w}{240.97+T_w}} - 66.8745 \cdot (1 + 0.0015 \cdot T_w) \cdot (T_d - T_w)}{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot T_d}{240.97+T_d}}} \quad [6]$$

| Dry-bulb temperature (°C) | Wet-bulb temperature (°C) | Relative humidity (%) | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Theoretical values | Linear smooth values | Relative error (%) |
| 20 | 15 | 58.8 | 58.0 | 1.4 |
| 36 | 21 | 25.1 | 24.2 | 3.6 |
| 45 | 29 | 30.7 | 30.0 | 2.3 |
| 58 | 44 | 45.0 | 44.8 | 0.4 |
| 60 | 58 | 90.4 | 90.0 | 0.6 |
| 72 | 62 | 62.4 | 61.8 | 0.9 |
| 85 | 77 | 71.6 | 71.0 | 0.8 |
| 91 | 84 | 75.7 | 75.4 | 0.4 |
| 98 | 87 | 65.5 | 64.6 | 1.4 |
| 100 | 87 | 60.8 | 60.0 | 1.3 |

Tabell 3 Sammenligning av teoretiske verdier og lineære jevne verdier [6]

Formel 8 Verifisering av formel opp mot tabell

$T_w = 77^\circ\text{C}$ og $T_d = 85^\circ\text{C}$ ser man at:

$$RH = \frac{611.2 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 77}{240.97+77}} - 66.8745 \cdot (1 + 0.0015 \cdot 77) \cdot (85 - 77)}{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 85}{240.97+85}}} \approx 71.3\%$$

Usikkerhet for relativ fuktighet

Målefeil i temperatur vil ha en innvirkning på beregningen av den relative fuktigheten. I beregningene under er den største og minste målefeilen beregnet ved våtpæreteperatur på 50°C og tørrpæreteperatur på 40°C. Benytter Formel 7 for disse usikkerhetsberegningene.

Formel 9 Relativ fuktighet ved $T_w = 40^\circ\text{C}$ og $T_d = 50^\circ\text{C}$

$$RH = \frac{611.2 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 40}{240.97+40}} - 66.8745 \cdot (1 + 0.0015 \cdot 40) \cdot (50 - 40)}{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 50}{240.97+50}}} = 53.97\%$$

Benytter de beregnede verdiene fra Formel 6, som gir de ulike usikkerhetsbidragene for tørr- og våtpæreelementene og legger disse til i Formel 9. Får da: $T_w = 40^\circ\text{C} \pm 0.256^\circ\text{C}$ og $T_d = 50^\circ\text{C} \pm 0.608^\circ\text{C}$.

Formel 10 Usikkerhetsbidragene for den relative fuktigheten

$$RH = \frac{611.2 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 40 \pm 0.256}{240.97+40 \pm 0.256}} - 66.8745 \cdot (1 + 0.0015 \cdot 40 \pm 0.256) \cdot (50 \pm 0.608 - 40 \pm 0.256)}{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 50 \pm 0.608}{240.97+50 \pm 0.608}}}$$

$T_w = 40.256^\circ\text{C}$ og $T_d = 50.608^\circ\text{C}$, blir den relative fuktigheten 52.99%

$T_w = 39.744^\circ\text{C}$ og $T_d = 49.392^\circ\text{C}$, blir den relative fuktigheten 54.99%

$T_w = 40.256^\circ\text{C}$ og $T_d = 49.392^\circ\text{C}$, blir den relative fuktigheten 56.99%

$T_w = 39.744^\circ\text{C}$ og $T_d = 50.608^\circ\text{C}$, blir den relative fuktigheten 51.39%

Ved $T_w = 40$ og $T_d = 50$ kan vi få en usikkerhet på $56.99\% - 53.97\% = 3.02$ prosentpoeng på plussiden og $53.97\% - 51.39\% = 2.58$ prosentpoeng på minussiden.

Relativ fuktighet ved identisk tørr- og våtpæreteperatur

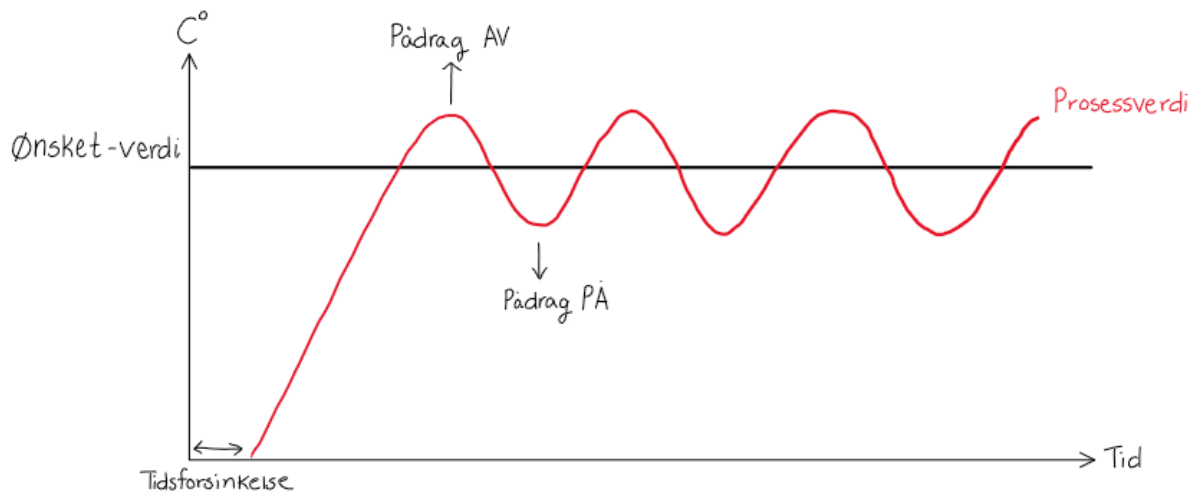
Våtpæreteperaturen er alltid lavere enn tørrpæreteperaturen, men dersom disse er identiske vil den relative fuktigheten bli 100%, dersom $T_w = T_d = 30^\circ\text{C}$, ser man at $RH = 100\%$.

Formel 11 RH ved identisk T_w og T_d

$$RH = \frac{611.2 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 30}{240.97+30}} - 66.8745 \cdot (1 + 0.0015 \cdot 30) \cdot (30 - 30)}{6.112 \cdot e^{\frac{17.502 \cdot 30}{240.97+30}}} \approx 100\% \quad [6]$$

5.4 Regulering





For å oppnå ønsket prosessverdi kan en AV/PÅ regulering benyttes. Endring av temperatur resulterer i avvik mellom ønsket-verdi og prosessverdi. Med denne type regulering vil systemets utgangsverdi settes til enten 0% eller 100%, avhengig av om avviket er positivt eller negativt. Reguleringen har en tidsforsinkelse, også kjent som dødtid. Tidsforsinkelsen vil påvirke den ideelle responskurven.



Figur 13 Illustrasjon av AV/PÅ regulering

5.5 Generelt om TIA-portal

Et PLS program består av diverse programblokker. Programblokkene deles inn i fire kategorier, organisasjonsblokk (OB), funksjonsblokk (FB), funksjon (FC) og datablokk (db/idb). Alle programblokkene har innganger og utganger som brukes for å sammenkoble forskjellige deler av koden. Hovedloopen er kalt «Main», og kjører kontinuerlig og sirkulært gjennom koden.

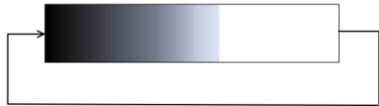
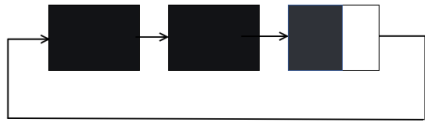
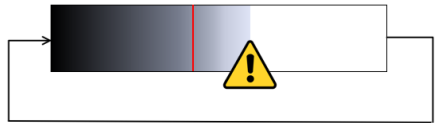

| Blokk | Beskrivelse | Ikon |
|--------------------|--|---|
| Organisasjonsblokk | En organisasjonsblokk er programblokker som oppretter brukergrensesnittet mellom bruker og operativsystemet. Det finnes flere forskjellige organisasjonsblokker, men i hovedsak deles de inn i 4 grupper; Oppstartegenskaper for systemet, syklisk programbehandling, avbruddsdrevet programkjøring og feilhåndtering. Blokkene med høyere prioritering vil kjøre først. |  |
| Funksjonsblokk | En funksjonsblokk har muligheten til å lagre data mellom to programoppløp. Det vil si at programmet kan lagre tilstander og verdier. |  |
| Funksjon | En funksjon er ganske likt som en funksjonsblokk, men har ikke statisk minne og derfor ikke mulighet til å lagre data. |  |
| Datablokk | En datablokk finnes i to typer; global datablokk (db) og instansblokk (idb). En datablokk inneholder en mengde med tags eller data. Forskjellen mellom en global datablokk og en instans, er at en instans er koblet til en funksjonsblokk og vil derfor endre dataen lagret i instansen ut fra koden som står i funksjonsblokken. En global datablokk er uavhengig og vil kun endre og lagre verdier, dersom de direkte blir tildelt til en variabel i datablokken. |  |
| Tags | Tag listene hører til enheten som er lagt inn i programmet, som kan være en HMI eller PLS. En tag minner veldig om en datablokk, da både datablokker og tags kan lagre variabler. Forskjellen er at en tag kan for å identifisere en variabel, mens en datablokk lagrer en mengde med tags. |  |

Tabell 4 Programblokker og tags i TIA-portal

[7]

Ulike logge metoder

Logging av data kan gjøres på fire måter i HMI-en. Det er sirkulær logg, segmentert sirkulær logg, logg som sender alarmvarsel når den er full og logg som er nivåavhengig.

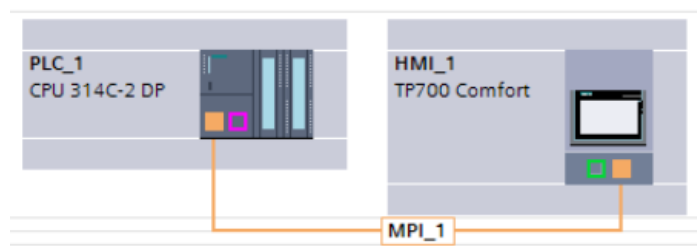
| Logge metode | Beskrivelse | Figur |
|---------------------------------|---|--|
| Sirkulær logg | En sirkulær logg er mest effektiv dersom bruker skal logge verdier for en mindre periode. Når loggen er fylt, begynner systemet å overskrive tidligere loggede verdier. |  |
| Segmentert sirkulær logg | En segmentert sirkulær logg er mest effektiv dersom bruker skal logge verdier for en mindre periode. Segmentert sirkulær logging lager sekvens logger og overskriver den eldste loggen når sekvensnummeret er overskrevet. Maksimalt sekvensnummer er på 500. |  |
| Varsel logg | Varsel logg er mest effektiv til lagring av verdier for lengre perioder. Loggen sender ut en alarm når en bestemt prosent av loggen er full. Når loggen har nådd maksimal plass vil ikke tidligere verdier overskrives. |  |
| Nivå avhengig logg | Nivåavhengig logg er mest effektiv for lagring av verdier over lengre perioder. Den utløser en hendelse kalt "Overflow" når plassen er oppbrukt. Nye verdier etter dette vil ikke logges. |  |

Tabell 5 Ulike loggemetoder

[8]

5.6 Kommunikasjon

Kommunikasjon mellom PLS og HMI brukes det MPI. MPI er basert på PROFIBUS standarden og bruker standard RS485 som fysisk kobling. MPI brukes også for å overføre programmet til PLS-en. Over et distribuert minne utveksles meldinger som kjører parallelt mellom individuelle enhetene.



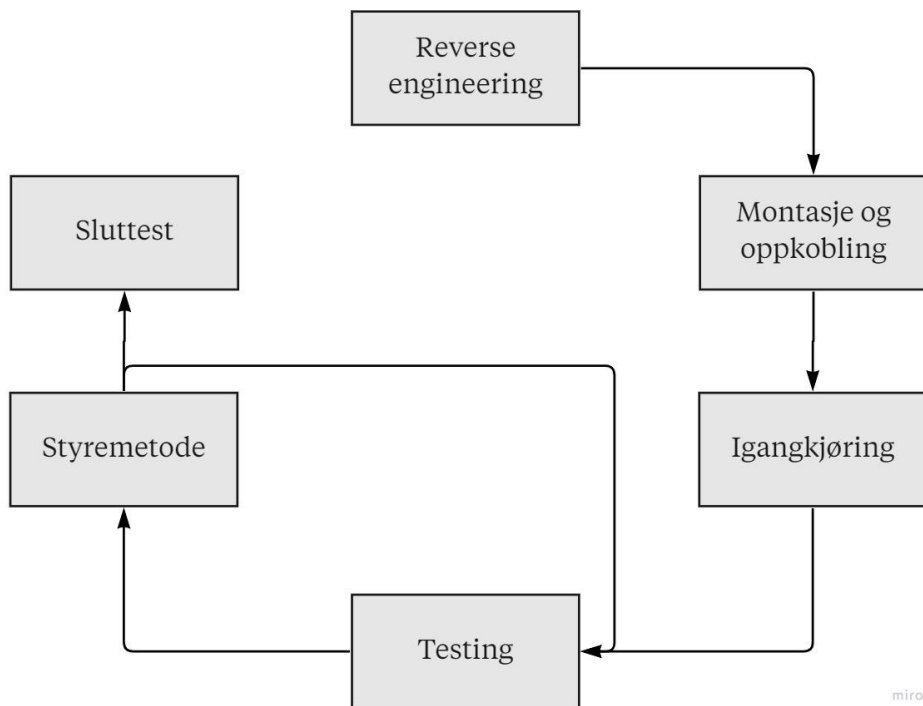
Figur 14 Kommunikasjon mellom PLS og HMI

6 Praktisk metodikk

For å oppnå et godt resultat er det viktig med en god arbeidsmetode. Arbeidet som er utført kan deles opp i ulike hoved steg. Det første steget, som kalles «Reverse engineering», innebærer ikke kun en dekonstruksjon av systemet, men også en kartlegging og analysering av dens virkemåte. Her var det en del uoversiktlige koblinger og derfor viktig å dokumentere nøye.

Neste steg innebærer designet av systemet før monteringsfasen kunne starte. Denne delfasen var absolutt den største, ikke bare på grunn av designet, men også grunnet oppkoblingene tok mer tid enn først antatt.

Igangkjøringen består i hovedsak av testing av komponenter. Når vi hadde oppnådd et ønsket resultat med kjøring av enkelt komponenter startet testing av regulering og andre hjelpesystemer. For å oppnå ønsket styring krevdes det mer testing, som ble en gjentakende prosess helt til vi oppnådde ønskede resultater. En siste test ble kjørt for å presentere systemets kvalitet.



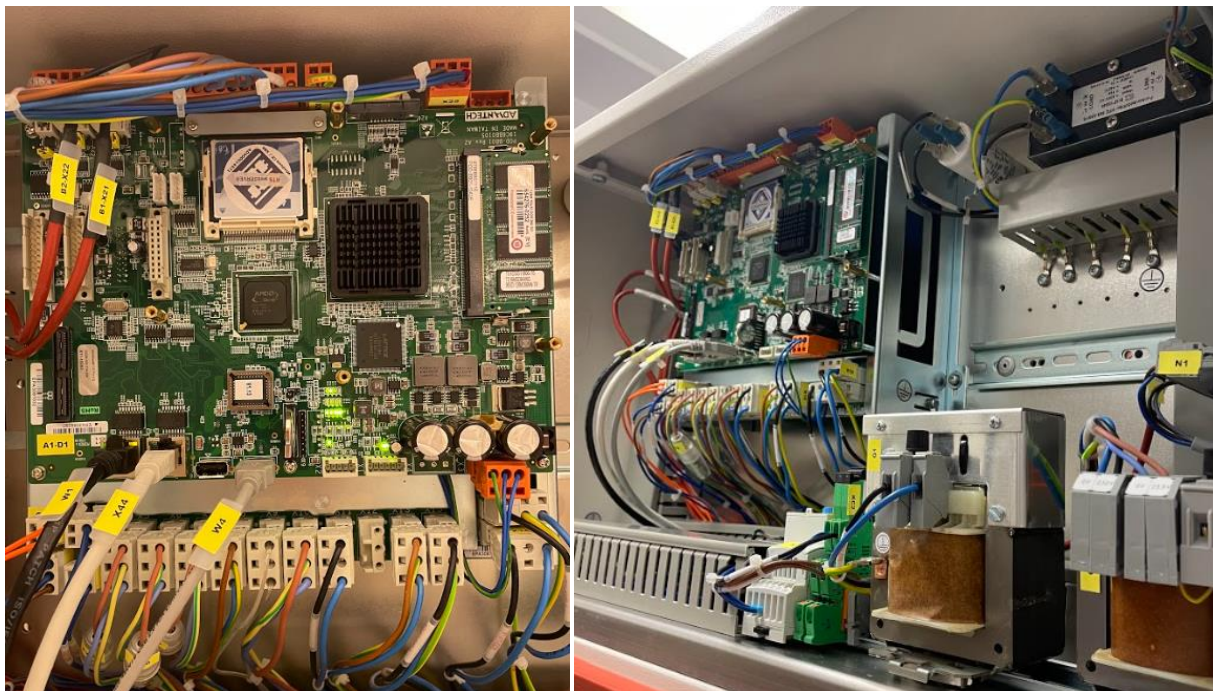
Figur 15 Illustrasjon av den praktiske metodikken

6.2 Reverse engineering

Ved oppgradering av et eksisterende system er det viktig å analysere funksjonene for å vite hvilken som skal erstattes. Oppgaven var å fornye styresystemet og brukergrensesnittet. I styreskapet kan man se enheten som tar inn signaler og styrer alle enhetene. I henhold til oppgaven skal denne styreenheten byttes ut, sammen med en touch skjerm som er montert i døren. Bortimot alt utstyret som skal kontrolleres er tilkoblet styreenheten med plugger.

Før demontering av styringen, testkjørte vi systemet for å kartlegge virkemåten. Ut fra databladet vet vi at systemet skal holde en stabil temperatur mellom -40°C og $+180^{\circ}\text{C}$. Den relative fuktigheten kan kun reguleres mellom 10% og 95%, ikke ved andre temperaturer.

Under testkjøringen ble blant annet observasjoner rundt oppfylling av vannbadet utført. Under denne testen oppdaget vi at vannbadet ble tømt ved settpunkt lavere enn 1 og over 10. Dette var noe vi ønsket å ha med videre i egen systemstyring. Fuktighetsmålingen viste bestandig 100%, noe som ikke kunne stemme. Etter kartlegging av fuktsensorens virkemåte, var det tydelig at pumpen skulle fukte tekstilsokken til PT100 elementet som målte våtpæretemperatur. Når denne ikke ble tilstrekkelig fuktet viste den relative fuktigheten 100%, dette grunnet PT100 elementene viste identisk temperatur. Det ble prøvd å tvangskjøre pumpen ved å sette spenningen direkte på pumpen i henhold til merkeskilt, og videre konkludert med at pumpen var defekt.



Figur 16 Gammelt system

Alle signaler som gikk inn og ut av styresystemet måtte kategoriseres. Her måtte vi fordype oss i både elektroteningene og P&ID tegningene til kjølesystemet for å analysere komponentenes og prosessutstyrets virkemåte. Før vi kunne starte med utkobling av styresignalene var det flere ting vi måtte ta i betraktning:

- *Er signalet en utgangs- eller inngangsverdi?*
- *Hvilken prosess/komponent styrer signalet?*
- *Hvilken spenning blir brukt til signalet?*

Gjennom prosessen ved å kontrollere alle signalene fant vi ut at det blant annet var tre PT100 element montert. Det ene elementet måler kun temperaturen i skapet og brukes til styring av temperatur. Et annet element går til en enhet på siden av skapet, hvor maks og min temperatur settes. Dette er for å kunne kontrollere temperaturen i skapet for sikkerhetsmessige årsaker. Denne enheten måler temperaturen uavhengig av hoved styringen. Det siste elementer er plassert rett under det første, men med en tekstilsokk over seg som fuktes jevnlig. Ved å sammenligne det første og det siste elementet kan man beregne den relative fuktigheten i skapet, som brukes for å kontrollere fuktigheten. Teorien rundt disse målingene utdypes i 5.3.4 Psykrometer.

For å systematisk kartlegge hvordan delsystemene virket som en helhet, sorterte vi de inn i fire delsystemer:

- *Varme*
- *Kjøling*
- *Befukting*
- *Avfukting*

Både varme og befukting baserer seg på varmeelement, enten i vannbadet for befukting eller i friluft for varme for å tilføre et pådrag. Fra det tidligere systemet ser man at de begge er spenningsstyrt gjennom hver sin regulator.

Kjøling og avfukting baserer seg på samme kjølesystem, som kan styres gjennom tre ventiler og en kompressor. Ventil Y2 eksporterer kjølemediet til det store kjøleelementet, for å senke temperaturen i kammeret. Ventil Y6 eksporterer kjølemediet til kjøleelementet som sørger for avfuktingen. Den tredje ventilen (Y3) utligner trykket mellom høy- og lavtrykksiden, uten at mediet går gjennom kondensatoren eller noen av kjøleelementene. Se Figur 3 for illustrasjon av kjølesystemet.

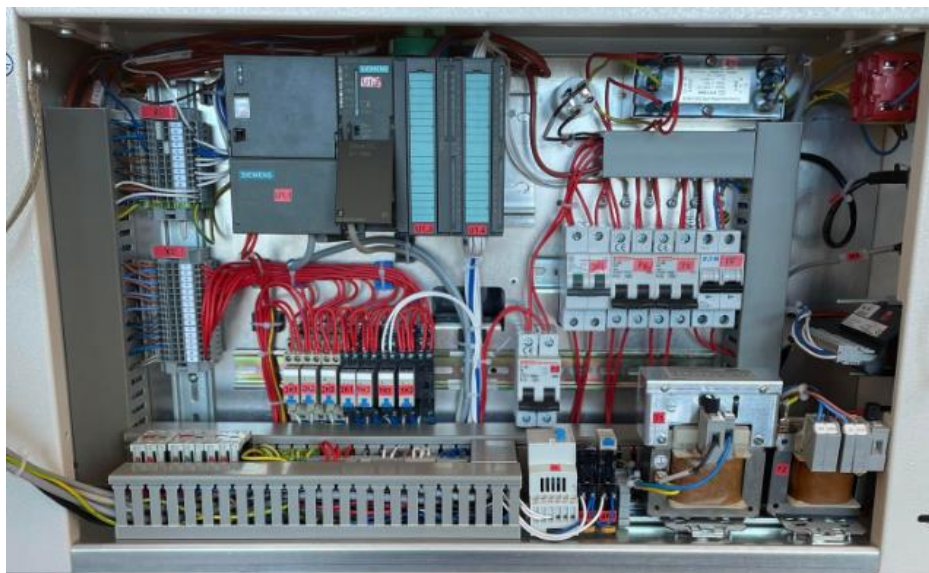
6.3 Montasje og oppkobling

Etter analysen av styresystemets- og komponentenes virkemåte var ferdigstilt, var det neste steget å utarbeide det nye systemet og erstatte det eksisterende. Vi ønsket å starte med ombyggingen så tidlig som mulig grunnet den begrensede tiden, noe som betydde at det ble utført parallelt med design av nytt system. Da vi tidlig fikk tildelt PLS og HMI kunne vi starte med monteringen, her måtte det festes skinne til PLS og skjæres et større hull i dør for HMI-panelet.

Det er utarbeidet nye elektrotegninger som er vedlagt, se Vedlegg 3 – Elektrotegninger.



Figur 17 Demontering av eksisterende styresystem



Figur 18 Montering og oppkobling av nytt styresystem



Figur 19 Eksisterende kontra nytt HMI-panel

Den eksisterende panelet på 3.5" ble byttet ut med en ny på 7".

6.4 Igangkjøring

Når nytt system var ferdig montert og oppkoblet, startet vi med igangkjøringsfasen. Det var viktig å utføre dette steget kontrollert ettersom det var begrensninger med reservekomponenter. Dette innebar blant annet å avvente med å sette spenning på anlegget før nødvendige testmålinger var foretatt, dette var:

- *Målt kontinuitet i beskyttelsesleder og utjevningsforbindelser*
- *Sjekket anlegget for kortslutninger før og etter både sikringer og releer.*

Testene ble utført ved å måle mostand med et multimeter. Etter testingen av anlegget koblet vi inn spenning til PLS og HMI-panel. For å teste PLS styringen uten at noen av komponentene skulle aktiveres ukontrollert, ble utstyret koblet vekk. Enten med å holde sikringen av, eller å fjerne releer fra sokketene.

Når programmet var klar for igangkjøring koblet vi inn en og en komponent for å kontrollere at de virket som forventet. Under denne testkjøringen ble feil med to komponenter oppdaget, dette var varme i vindu og varme på innsiden av kammerveggen. Det ble antatt at disse var for å avrime og derfor ikke kritisk viktig for hovedfunksjonen til skapet.

| Visuell kontroll | |
|-------------------------|---|
| 1 | Er utstyrt montert i henhold til monteringsanvisning? Alt utstyr er montert i samsvar med monteringsanvisninger. |
| 2 | Er kabler og utstyr betryggende festet? Kabler og utstyr er montert slik de ikke utsettes for mekanisk påkjenning. |
| 3 | Er alle spenningsførende deler beskyttet? Alle deksler og annet utstyr er riktig montert og sjekket for skader. Kabler og ledere er forskriftsmessig avsluttet. |
| 4 | Er kabelvernsnitt valgt riktig med hensyn til spenningsfall og strømføringssevne? Grunnet vi har kabellengder på under 40 m vil ikke spenningsfall under normale forhold utgjøre problemer. |
| 5 | Er anlegget tilstrekkelig merket? I tillegg til utarbeidet kursfortegnelse er alle komponenter tydelig merket. |
| 6 | Er alle tilkoblinger riktig utført? Alle tilkoblinger foretatt i skapet er riktig utført i henhold til leverandørens montasjeanvisning. |
| 7 | Er det nødvendig adgang for drift og vedlikehold? Alt utstyr og koblingspunkter er montert lett tilgjengelig, slik at betjening, tilsyn og vedlikehold kan utføres på enklest mulig måte. |
| 8 | Har bevegelige ledninger skade på ytre isolasjon? Alle bevegelige ledninger er sjekket for skader på isolasjon. |
| 9 | Er det kontinuitet i jord? Det er målt kontinuitet fra inngang ut til alt utstyr. |

Tabell 6 Visuell kontroll

[9]

Måling/prøving

- | | |
|----------|--|
| 1 | Er kontinuitet i beskyttelsesleder og utjevningsforbindelser målt og funnet i orden? |
| 2 | Er isolasjonsmåling utført og funnet i orden? |
| 3 | Er det kontrollert at kursene har automatisk utkobling? |
| 4 | Er anlegget funksjonstestet? |

Tabell 7 Måling/prøving

[9]

Oppstartstest

1 Test av fordeling

Under oppstartsfasen ble alle sikringer skrudd av, inkludert sikringen på primærsiden til transformator T1. Deretter ble hovedbryter q1 aktivert slik at det kun var spenning på fordelings-siden i systemet. Videre ble det målt spenning på oppsiden til alle sikringer, samt primærsiden til T1, som ble målt til 230V AC.

2 Aktivering av F6 - forsyning av 230V

Sikring F6 ble aktivert, for at 230V skulle fordeles til diverse deler i skapet. Dette er blant annet PLS-psu og toppsiden til releene som driver andre 230V komponenter som 1K1, 1K2, 1K3, 2K1, 2K2, 2K3, 4K1 og 4K1. Med forsyningen til PLS-psu, vil både PLS-cpu og HMI få tilført spenning, men da 24VDC. Innganger og utganger på PLS-en vil ikke kunne aktiveres, noe som er til fordel under dette steget i testprosedyren. Inngangene og utgangene vil ikke kunne aktiveres, grunnet modulene til PLS ikke er drevet fra PLS-psu. Etter utførelse ble siste versjon av PLS-programmet lastet opp. Funksjoner som ikke benyttet seg av innganger og utganger kunne nå testes før videre testing.

3 Aktivering av sikring for T1

Hovedbryter q1 ble slått av og glassikringen på primærsiden til T1 ble satt inn igjen. Alle omron releer fra sokket-ene ble fjernet. Kontaktorene var ikke en bekymring, ettersom komponenter som ble styrt av disse hadde egne sikringer som var deaktivert under dette steget i prosessen. Vi kunne dermed unngå å aktivere noen av de eksterne komponentene i styringen, før vi selv ønsket. Dette gjøres i senere steg i testkjøring prosessen. Under dette steget testes i hovedsak inngangene til PLS-en. Ikke alle komponenter som leverer et inngangssignal til PLS-en kan testes fullt uten å kunne forårsake farlige hendelser som høyt trykk eller lignende. Som et minimum kortsluttet vi kretsen på komponent, slik at vi hele veien kunne vite at koblingen var riktig.

Liste over innganger på PLS-en:

- *N: Sensor for fullt vannbad*
- *F52/F53: To flottører for vannivå i tank. Disse kan testes fullt*
- *F2: Overtrykk høytrykkside kompressor (20/25 bar)*
- *M1: Temperatur motor M1*
- *F10: Temperatursikring vannbad*
- *N1: Top/bunn temperaturbegrensning, safezone*

4 Testing av enkeltdeler styrt av releer (X10)

Videre i testkjøringen satt vi på plass releer for den delen vi ønsket å teste, mens vi midlertidig fjernet releene for de som var ferdig testet. For delene som måtte testet sammen satte vi inn de nødvendige releene. På denne måten fikk vi isolert vekk komponenter som ikke var under testing for å minimere mulige feilkilder.

5 Testing av enkeltdeler styrt av kontaktorene (X3)

Videre fra forrige steg ble releer fra sokket-ene tatt ut. I dette steget skulle F3, F4 og F5 aktiveres enkeltvis for å verifisere riktig oppførsel.

- F4 er kompressor og kondensatorvifte, her måtte det verifiseres at de begge gikk i riktig retning. Dersom de ikke hadde gjort dette måtte disse blitt slått av med en gang for å unngå skade på komponentene.
- F5 er hovedviften og det måtte verifiseres at denne gikk i riktig retning.
- Retningen er ikke relevant for F3 som er hoved varmeelement.

Tabell 8 Oppstartstest

6.5 System prøving

Den første reguleringen som ble testet var en enkel av/på regulering, ettersom koding er mindre krevende med en slik regulering. Herifra kunne det testes og endres på alle støtte systemer. Eksempelvis styring av vannbad eller kontroll av viften som sirkulerer luften i kammeret.

Etter støttesystemene var på plass, var det da klart for å teste reguleringen og forbedre den dersom det var nødvendig. Ved å starte med en enkel regulering unngår man også å bruke tid på en regulering som er mer avansert enn det som er nødvendig. En mer avansert regulering kunne også vært begrenset av muligheten til å styre pådragene.

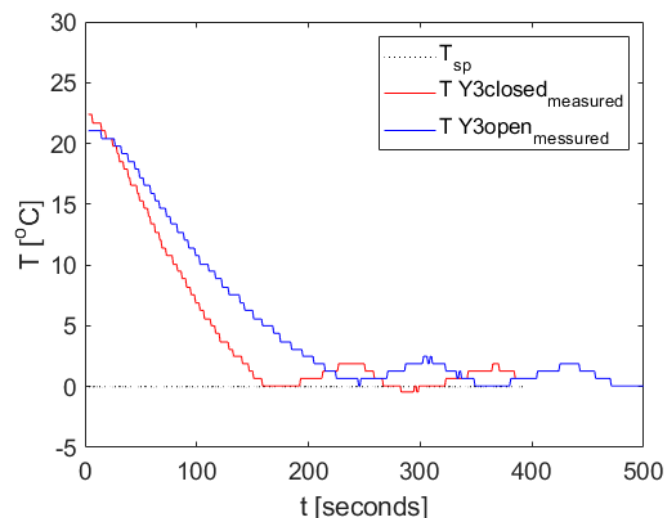
For å verifisere at målingene var riktig ble det brukt en ekstern fukt- og temperatursensor. Denne ble innsatt i kammeret under testing. Det ble da oppdaget at de interne sensorene var tregere enn den eksterne, da den eksterne brukte lengre tid på å oppgi riktig temperatur og fuktighet. Det ble også tatt i betraktning at fuktigheten i skapet ikke var likt fordelt.

Funksjonstest av ventil Y3 for kjølesystem

Vi ønsket å teste funksjonen på ventil Y3. Ut fra tegninger fra gammelt system ser man at ventilen får systemet til å utligne trykket etter kompressoren, og som igjen medfører at systemet ikke kjøler på full effekt. Se Vedlegg 6 for kjølesystem. Vi testet dette ved å sjekke hvordan klimaskapet kjøles ned når ventil Y3 er aktiv og deaktivert. Vi testet begge systemene der start-temperaturen var 20°C og slutt-temperaturen på 0°C.

Først ble systemet testet når ventilene Y2, Y3 og kompressoren var aktivert og logget temperaturen. Etter temperaturen hadde stabilisert seg, ble verdiene plottet i en graf. Man observerer en jevn nedgang i temperaturen, før den når 0°C etter 4 minutter. Grafen stabiliserer seg rundt settpunktet med en liten svingning.

Vi testet deretter systemet når Y2 og kompressoren var aktivert og Y3 var deaktivert. Her observerer man en raskere nedgang og at settpunkt treffes etter 2,5 minutter.



Figur 20 Virkning av ventilstilling av Y3

Figur 20 viser de plottete verdiene og bekrefter det vi forventet. Vi har en mye brattere kurve som treffer null grader tidligere enn når Y3 var åpen. Virkning av ventilstilling av Y3 er da slik at ved åpen ventil gir kjølesystemet lavere effekt og full effekt når Y3 er lukket.

Styring av kjølesystem

Systemet har tre ventiler Y2, Y3 og Y6. Y2 og Y6 åpner for at kjølemediet strømmer gjennom kjøleribbene (Y2) og røret for avfukting (Y6). Fra testen over vet vi at når Y3 er åpen vil dette redusere effekten til hele kjølesystemet. Systemets ventiler er beskrevet nærmere i 5.2.2 Kjøling.

En måte å styre kjølesystemet er å skru på alle nødvendige ventiler og kompressor når det trengs kjøling, for så deretter skru alt av når man ikke ønsker noe pådrag. Problemet med denne løsningen er at kompressoren trenger å hvile, noe som gjør at det tar tid før kjølingen kan begynne igjen etter den har stoppet. Dette kan gi en dårligere reaksjonstid på reguleringen.

Alternativt kan kompressoren stå på og bruke varmeelementet til å kompensere for kjølingen når settpunktet er nådd. Dette kan løse problemet med kompressoren, men trekker ekstra mye strøm. Det er heller ikke sikkert at varmeelementet gir nok varme til å stabilisere temperaturen.

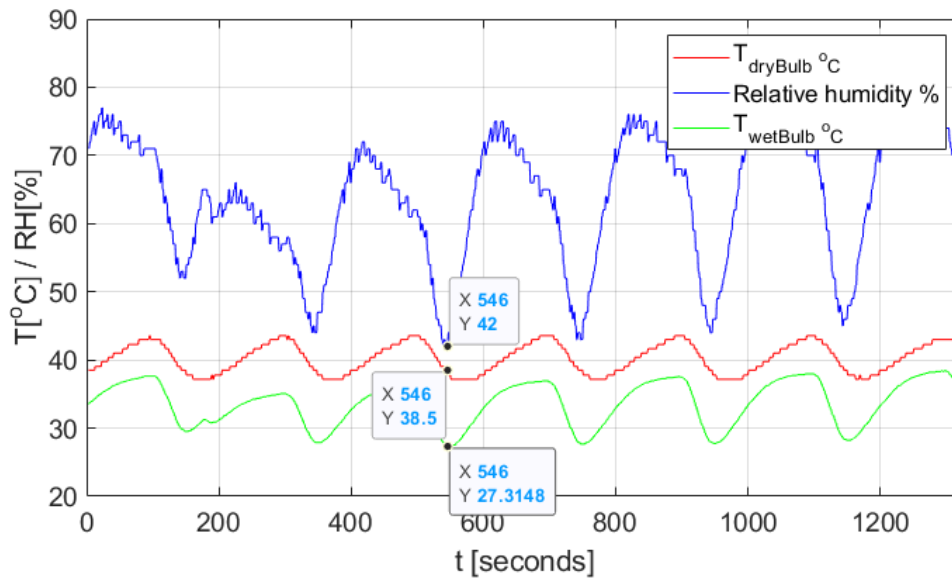
Den endelige løsningen ble å implementere en «idle tid» for kompressoren, slik at den ikke trenger å stoppe før det har gått en gitt periode. Det vil si at Y2 og Y6 vil stå for aktiveringen av kompressoren, og Y3 vil være åpen når kompressoren går. Y2 og Y6 er lukket slik at det ikke bygges overtrykk.

6.6 Forbedringstester

| TEST NR. | TYPE TEST | VARME OG KJØLING | BEFUKTING OG AVFUKT | FIGUR NR. |
|------------|---|------------------|---------------------|-----------|
| 1 | Stabilisering rundt 40°C | 40°C | Deaktivert | Figur 21 |
| 2 | Endring i idletid og dødbånd | 40°C | Deaktivert | Figur 22 |
| 3.1 | Stabilitetssjekk på fuktighet ved endring i Temperatur | 50°C | 40% → 70% → 40% | Figur 23 |
| 3.2 | Forbedring av test 3.1, med oppgradering av fuktsystem | 50°C | 40% → 70% → 40% | Figur 24 |
| 4 | 4.1 Befukting av tekstilsokk med høy temperatur og relativ fuktighet | 90°C | 70% | Figur 25 |
| | 4.2 Befukting av tekstilsokk med middels temperatur og relativ fuktighet | 50°C | 50% | Figur 26 |
| | 4.3 Befukting av tekstilsokk med lav temperatur og høy relativ fuktighet | 90°C | 20% | Figur 27 |

Tabell 9 Forbedringstester

6.6.1 Test 1 - Stabilisering rundt 40° C



Figur 21 Stabilisering rundt 40° celsius

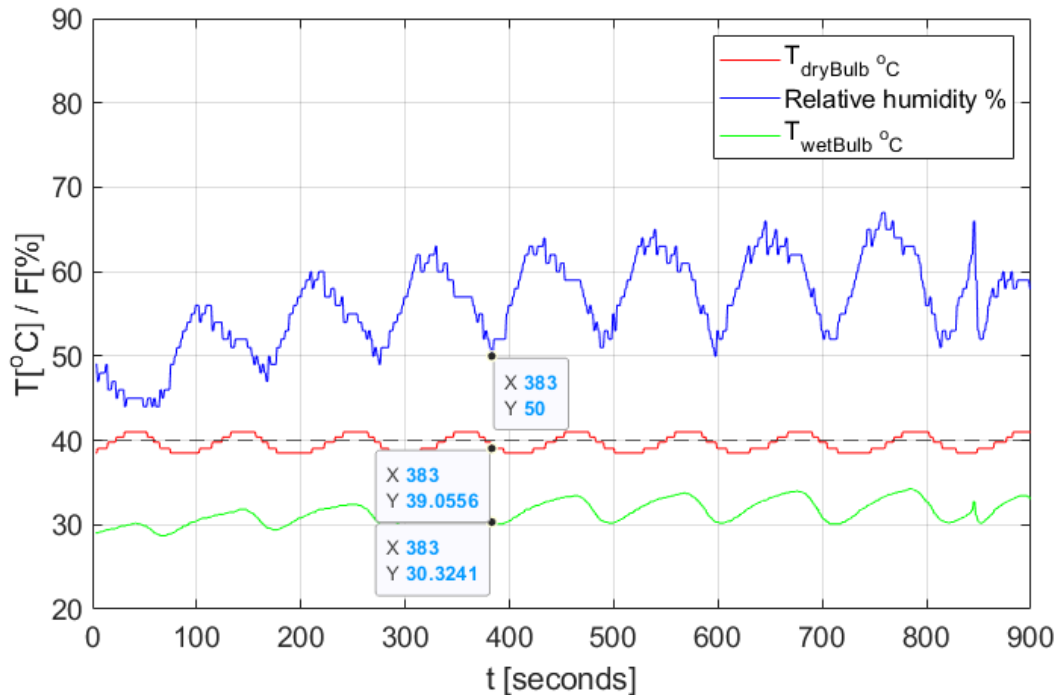
| Testinformasjon | | | | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|
| Avstand Topp-bunn [°C] | Dødbånd [°C] | Regulering | | Kompressor | |
| | | Temperatur [°C] | Fuktighet [%] | Idletid [sekunder] | Hviletid [sekunder] |
| 6.5 | ±0.5 | 40 | Deaktivert | 40 | 120 |

I denne testen var fuktighetssystemet deaktivert og dødbåndet tatt ned til $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. I grafen observerer man at den relative fuktigheten blir påvirket av temperaturen. I nedkjølingsperioden til temperaturen faller fuktigheten mye, noe som ikke stemmer overens med hvordan fuktigheten har oppført seg i andre tester. Om man ser på perioden hvor temperaturen stiger, ser man en forventet respons på fuktigheten som er at den faller når temperaturen stiger. Det mistenkes at dette er på grunn av en treghet i temperatursensorene og ikke den reelle verdien i systemet. Når kjølingen aktiveres, vil det komme en plutselig kald vind over PT100 elementene. Ut fra verdiene i grafen ser man at temperaturen faller raskere i våtpæren enn i tørrpæren, for så å stabilisere seg igjen. Da den relative fuktigheten er avhengig av differansen i de to målingene, fører dette da til det markante fallet og hoppet. Hvor mye av svingningene som er fra målefeilen og hvor mye som er fra svingningen i temperaturen er usikkert. En måte å minimere svingningene i fuktighet, er å stabilisere og unngå raske endringer i temperatur.

Fra observasjonen av testen ønsker vi å gjøre to endringer. Først endre dødbåndet til $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Dette er for at temperaturen skal kunne roe seg ned før et motsatt pådrag blir aktivert. Den andre endringen var å øke idle-tiden til kompressoren. Idle-tiden for denne testen var satt til 40 sekunder, men siden periodetiden til svingningene lå på rundt 200 sekunder førte dette til at kompressoren slo seg av før neste kjøleperiode. Kompressoren måtte da hvile i 120 sekunder før den kunne aktiveres igjen. Dette gjorde at systemet ikke kunne starte å kjøle når det var nødvendig.

6.6.2 Test 2 - endring i idle-tid og dødbånd

Det ble kjørt en ny test med følgende verdier endret: Dødbåndet ble endret tilbake til $\pm 1^\circ\text{C}$, kompressor idle tid og hviletid ble begge satt til 120 sekunder. Settpunktet til temperaturen ble satt til 40°C , slik som i forrige test med fuktighetsregulering deaktivert.



Figur 22 Stabilisering rundt 40°C celsius med forbedringer

| Testinformasjon | | | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------------|---------------------|
| Avstand Topp-bunn [$^\circ\text{C}$] | Dødbånd [$^\circ\text{C}$] | Regulering | | Kompressor | |
| | | Temperatur [$^\circ\text{C}$] | Fuktighet [%] | Idletid [sekunder] | Hviletid [sekunder] |
| 2.5 | 1 | 40 | Deaktivert | 120 | 120 |

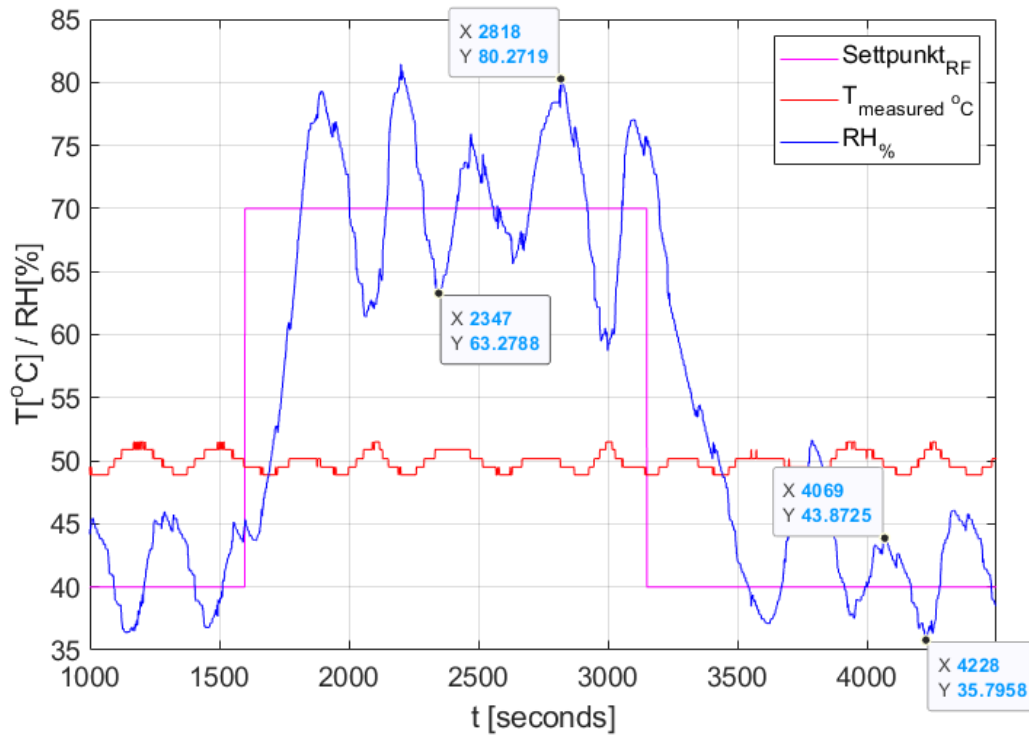
Resultatet etter disse endringene ble som forventet, mindre svingninger i temperaturen. Forskjellen på topp- og bunn verdi i den tidligere testen var på 6.5°C , men med endringene ble den redusert til 2.5°C . En bedre regulering av temperatur førte til en mer stabil fuktighetsmåling.

Forskjellen på topp og bunn for fuktighet i den tidligere testen var på 30 prosentpoeng, mens i den nye testen var den på 15 prosentpoeng.

Under denne testen var kompressoren aldri avslått, ettersom idle tiden var satt opp til over periodetiden til temperatursvingningen. Man observerer en tilnærmet halvering av periodetid, fra 100 sekunder til 53 sekunder. Med den nye periodetiden vil det være mulig å justere ned idle tiden noe om ønskelig, og da uten påvirkning på resultat.

6.6.3 Test 3.1 - Stabilitetssjekk på fuktighet ved endring i temperatur

Testen ble utført med en konstant temperatur på 50°C ved hjelp av regulering, og med et settpunkt på fuktigheten først ved 40%, så 70%, og så tilbake til 40%. Målet er å se hvor stabil fuktigheten er ved en endring i settpunkt.

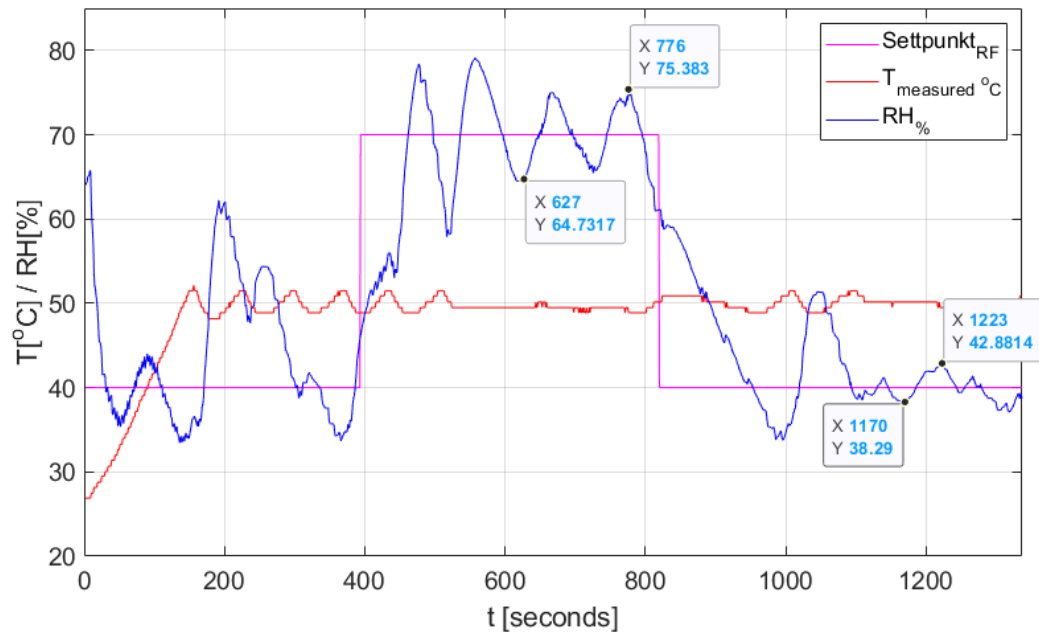


Figur 23 Stabilitetssjekk på fuktighet ved endring i temperatur

Fuktigheten hadde større svingninger enn ønsket og det ble derfor besluttet å implementere halv effekt for fuktighetsregulering.

6.6.4 Test 3.2 – Forbedring av test 3.1, med oppgradering av fuktsystem

Ved å oppgradere fukt systemet til å kunne kjøre med halv effekt oppnådde vi mindre svingninger. Halv effekt oppnådde vi ved å aktivere utgangene i fire sekunder for så å ha de av i fire sekunder. Halv effekt er aktivert ved ± 1 prosentpoeng fra settpunkt, mens full effekt er aktiv utenfor ± 3 prosentpoeng fra settpunkt. Det kan virke som at ved å ha halv effekt nær settpunkt får vi en mer stabil temperatur, i tillegg som igjen vil føre til en mer stabil fukt.



Figur 24 Forbedring av test 3.1, med oppgradering av fuktsystem

6.6.5 Test 4– Befukting av tekstilsokk

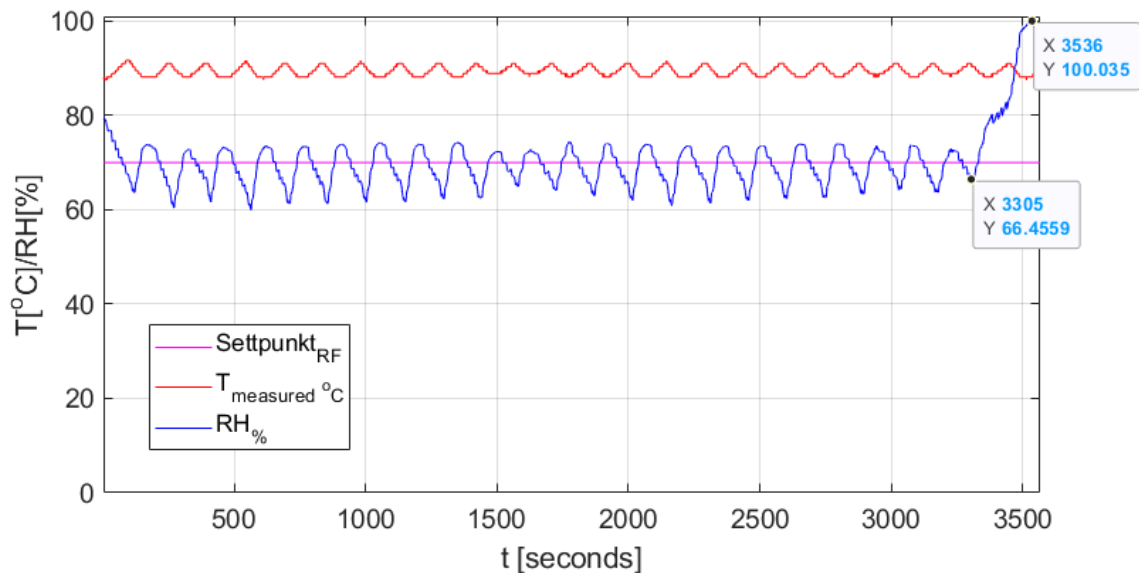
Målet med testene 4.1, 4.2 og 4.3 var å finne en gunstig regulering for styring av pumpe til fuktsensor. Dersom fuktsensoren ikke blir tilstrekkelig fuktet, vil det resultere i målefeil for fuktigheten. Ved befukting av tekstilsokken på våtpærelementet vil fuktighetsmålingen øke drastisk, men vil justere seg inn til settpunkt etter befukting av fuktsensor.

Når tekstilsokken er tørr vil våtpærelement gå til 100%, som vist på Formel 11. Dette grunnet luften er mettet med vanddamp når det maksimale innholdet vanddamp er oppnådd (fra: 5.3.4 Psykrometer) Den relative fuktigheten vil da vise 100%, noe som resulterer i målefeil i fuktigheten.

Under kapittel 5.3.4 Psykrometer, går man dypere inn i teorien bak fuktighetsmålinger.

Test 4.1 - Høy temperatur og relativ fuktighet

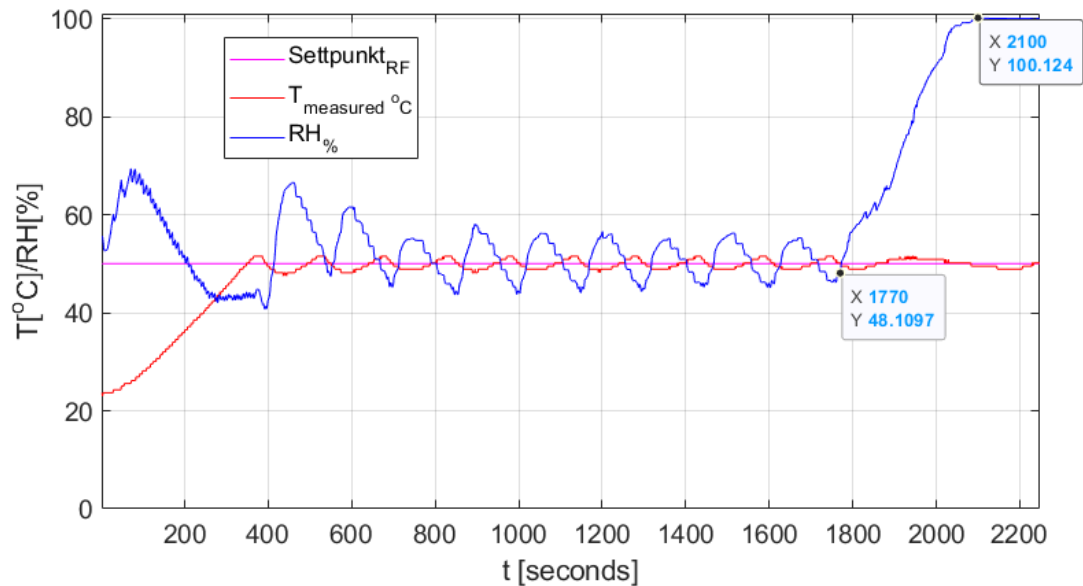
Testen ble utført med en konstant temperatur på 90°C og en fuktighet på 70%. Observerer at fuktighetsmålingen begynner å vise feil ved tidspunktet 3305 sekunder som tilsvarer 55 minutter.



Figur 25 Fukting av tekstilsokk med høy RH og temperatur

Test 4.2 - Middels temperatur og relativ fuktighet

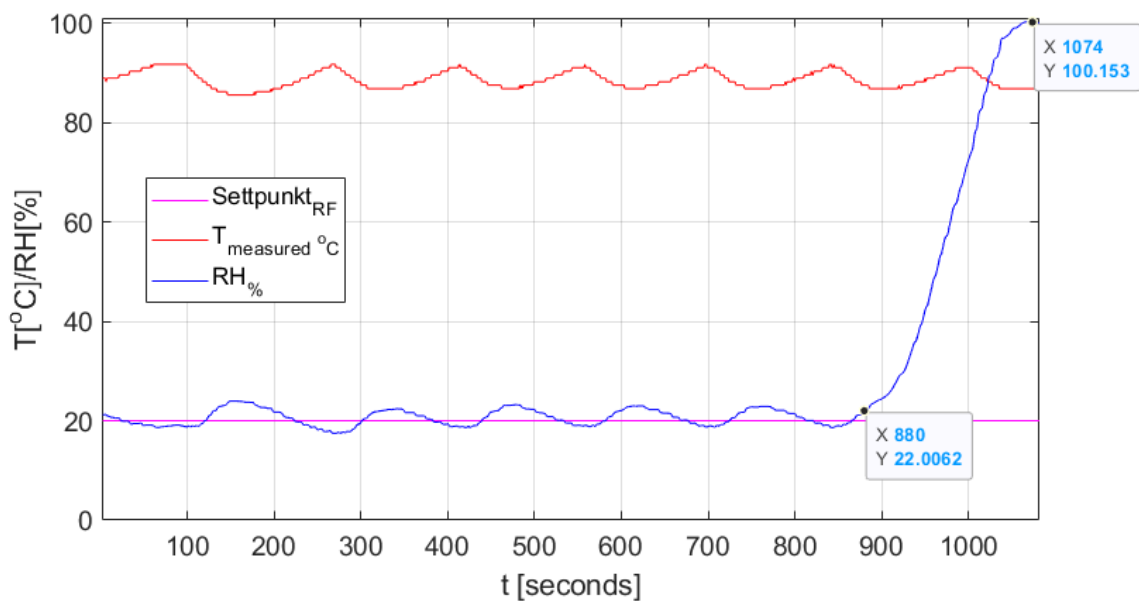
Testen ble utført med en konstant temperatur på 50°C og en fuktighet på 50%. Observerer at fuktighetsmålingen begynner å vise feil ved tidspunktet 1770 sekunder som tilsvarer 29.5 minutter.



Figur 26 Befukning av tekstilsokk med middels RH og temperatur

Test 4.3 - Lav relativ fuktighet og høy temperatur

Testen ble utført med en konstant temperatur på 90°C og en fuktighet på 20%. Observerer at fuktighetsmålingen begynner å vise feil ved tidspunktet 880 sekunder som tilsvarer 14.5 minutter.



Figur 27 Befukning av tekstilsokk med lav RH og høy temperatur

Ut fra testene ser man at befukting av tekstilsokken varierer betraktelig ut fra temperatur og fuktighet i kammeret. Ved både høy temperatur og fuktighet tar det opptil 55 minutter før befukting er nødvendig, men ved høy temperatur og lav fuktighet vil man oppleve målefeil etter kun 14.5 minutter. Ved middels temperatur og fuktighet vil målingen begynne å vise feil rundt 29.5 minutter.

Man kan også konkludere med at fuktighetsmålingen har mindre svingninger enn ved lavere relativ fuktighet.

Grunnet tidsmangel konkluderer vi med at tekstilsokken skal fuktes hvert 13 minutt for å være på den sikre siden, da vil ikke målefeil kunne oppstå. Ulempen med hyppig befukting er at målingene får en drastisk endring ved befuktingstidspunktet. Denne styringen har et godt forbedringspotensial.

7 Realisert løsning

7.2 Hardware

Dette kapitlet omhandler det av hardware som prosjektet benytter. Dette innebærer PLS og HMI, releer og sikringer, i tillegg til hvordan alt er montert i styreskap.

7.2.1 Valg av komponenter og utstyr

Valg av PLS system inkludert HMI

For styring og overvåkning av prosessen benyttes en PLS som står for “programmerbar logisk styring”. Det er blitt valgt å ta i bruk en Siemens, nærmere bestemt Siemens S7-314C-2 DP. Oppdragsgiver har stilt med både PLS og HMI til prosjektet.



Figur 28 Siemens Simatic S7-300

Programmeringen utføres i TIA-portal som er en programvare levert av Siemens, og programmeringsspråket som blir tatt i bruk er SCL.

PLS-en er inndelt inn i strømforsyning, CPU, analog- og digital modul. Videre utføres programlogikk som er programmert, og beregnede verdier sendes deretter til utgangene som påvirker prosessen.

PLS-en kan håndtere både digitale og analoge signaler. Digitale signaler kan lese tilstandene 0 og 1 (av og på). Analoge signaler består av en representasjon av fysiske størrelser, ofte i måleområde 0-10V eller 4-20mA. I klimaskapet er disse signalene temperatur, fuktighet og lignende. Den valgte PLS-en har også en inngang på den analoge modulen for å måle PT100 signal direkte, og gjør beregningen om til grader avhengig av hvilke innstillinger som er satt.



Figur 29 Simatic TP700 Comfort

HMI er en forkortelse for “Human Machine Interface” og er i vårt tilfelle Siemens TP700 Comfort og er en programmerbar touch skjerm med en størrelse på 7”. Denne skjermen har innganger til USB og SD-kort for logging og LAN porter for programmering av skjermen.

PLS og HMI benytter seg av samme programvare for programmering av enhetene. Programmeringen skjer gjennom TIA-portal som gir tilgang til mange nyttige funksjoner, eksempelvis å plote verdier i en graf og logging av historisk data. PLS og HMI bruker MPI for å kommunisere.

Komponentstyring

Alle komponentene styres digitalt av eller på via 24VDC utgangsmodulen på PLS-en. Det er totalt 12 komponenter som skal styres og siden flere av disse trekker mer strøm enn modulene kan belastes med er det brukt kontaktorer på tre av komponentene og releer på de resterende. Releene tåler 5A ved 250VAC og kan da brukes til de fleste komponentene. Den største av disse er varmeelementet til fukting med et strømtrekk på 2.54A. Det er tre enheter som trekker mer enn det releene kan tåle og derfor er det brukt kontaktorer på disse. Dette gjelder kompressor/kondensatorvifte, hovedvifte og direkte oppvarming.

| Komponentnavn og merking | | Styremetode og merking | | Spenning (V) | Strøm (A) |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------|------|--------------|-----------|
| M1 | Hovedvifte | Kontaktor | -K5 | 230 | 0.97 |
| M2/M3 | Kondensatorvifte og kompressor | Kontaktor | -K4 | 230 | 0.75+5.7 |
| M35 | Pumpe for fuktsensor | Rele | -1K1 | 24 | 1.21 |
| M42 | Pumpe for fylling av vannbad | Rele | -1K3 | 230 | 0.40 |
| E1 | Lys | Rele | -4K2 | 24 | 0.48 |
| E2 | Direkte oppvarming | Kontaktor | - K3 | 230 | 4.80 |
| E3 | Varme vinduskarm | Rele | -4K1 | 230 | 0.60 |
| E4 | Varmeelement fukting | Rele | -3K1 | 230 | 2.54 |
| Y2 | Regulering | Rele | -2K1 | 230 | 0.40 |
| Y3 | Re-injeksjon | Rele | -2K3 | 230 | 0.40 |
| Y6 | Avfukting | Rele | -2K2 | 230 | 0.40 |
| Y18 | Ventil for drenering av vannbad | Rele | -1K2 | 24 | 0.50 |

Tabell 10 Komponentoversikt med styremetode

Sikring av komponenter

Alle sikringer i skapet er av type C-karakteristikk som forteller om hvor stor elektromagnetisk strøm som skal til for å bryte kretsen, dette er den raske delen til vernet. Man har også termisk utløsning som anses som den "trege" delen som bryter ved overbelastning.

Vern for hovedkomponenter

Vernene F3, F4, F5 og 3F1 sikrer kompressor/kondensatorvifte, hovedvifte, direkte oppvarming og avfukting/varmeelement. Vernene er alle 2P og av type C-karakteristikk.

Vern for ventiler, pumper og varme vinduskarm -F6

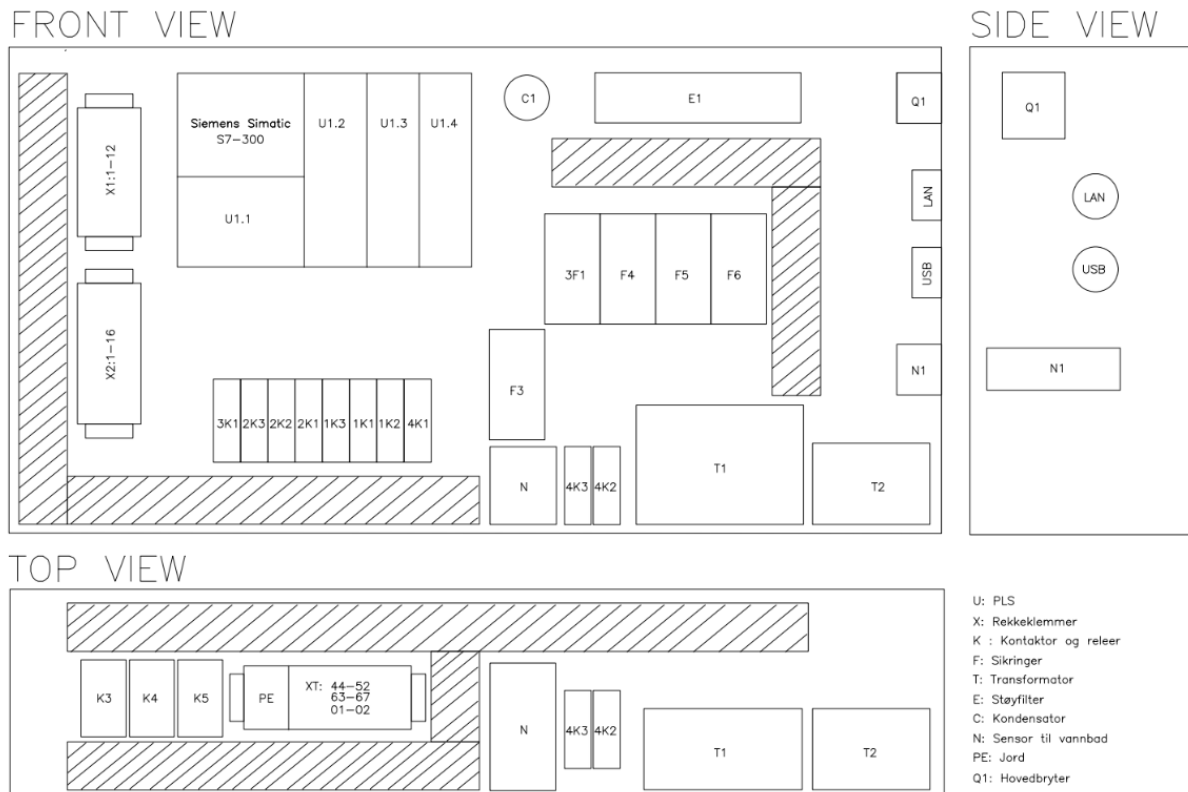
Vernet F6 sikrer forsyning til ventiler, pumper og varme vinduskarm som styres av releer. Vernet er 2P, av type C-karakteristikk og beskyttet med 6A.

Interne sikringer

Begge trafoene er sikret med egne sikringer i form av glassikringer. Den ene har på glassikring kun på sekundærside, mens den andre har på både primær- og sekundærside.

7.2.2 Design av styreskap

For å få plass til alle komponentene i tavlen, ble det startet med å utarbeide en arrangementstegning. Etersom det var begrenset med plass var det viktig med en god plan før arbeidet med montasje startet. Signalene som kommer inn øverst på venstre side er terminert og koblet til to rekkeklemmelister, merket X1 og X2. Dette ble gjort for å få minst mulig kabler inn i skapet, noe som ga en god besparing av plass. Merking av komponenter og kabler er foretatt slik det kan enkelt identifiseres ved tilsyn, feilsøking, endringer og eventuelle reparasjoner. En kursfortegnelse er plassert på innsiden av tavlen for å gi en enkel kursoversikt.



Figur 30 Arrangementstegning av styreskap

Kostnader

For å holde kostnadene nede ble det valgt å bruke PLS og HMI fra oppdragsgiver. Pumpen for befukning av tekstilsokk var også gitt fra oppdragsgiver. Andre komponenter ble i hovedsak bestilt fra RS-online og er listet i appendiks C med mer info, inkludert pris og typenummer. Den totale prisen på alle komponentene kom på 8420 NOK, som er under det ønskede budkjettet på 10 000 NOK.

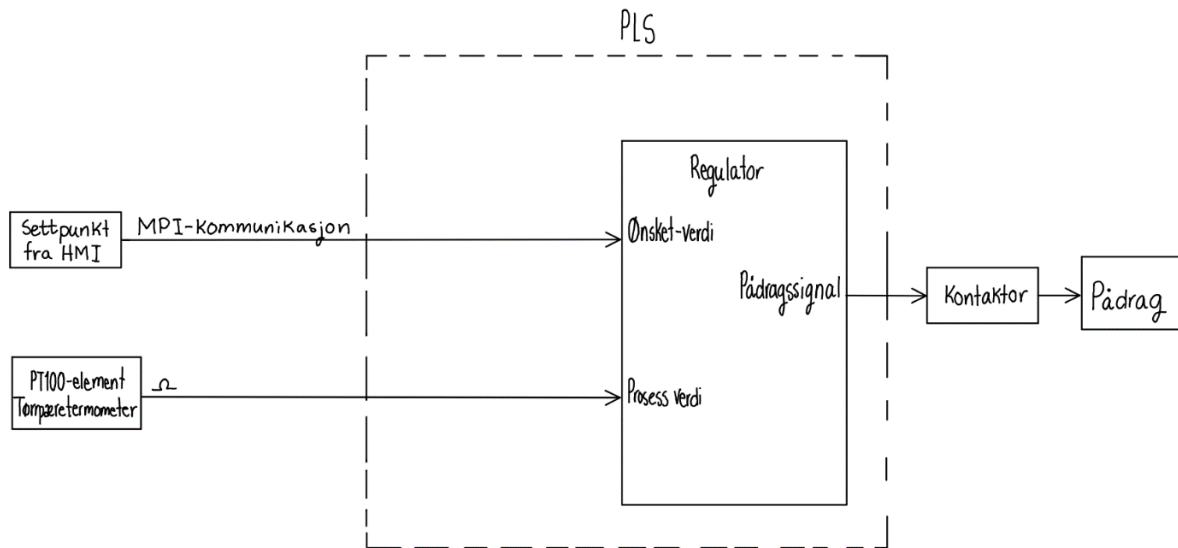
7.3 Software

Dette underkapittelet omhandler programvare som er i bruk i prosjektet som PLS program og eksterne skript.

7.3.1 Prinsippkisser av styresystemene

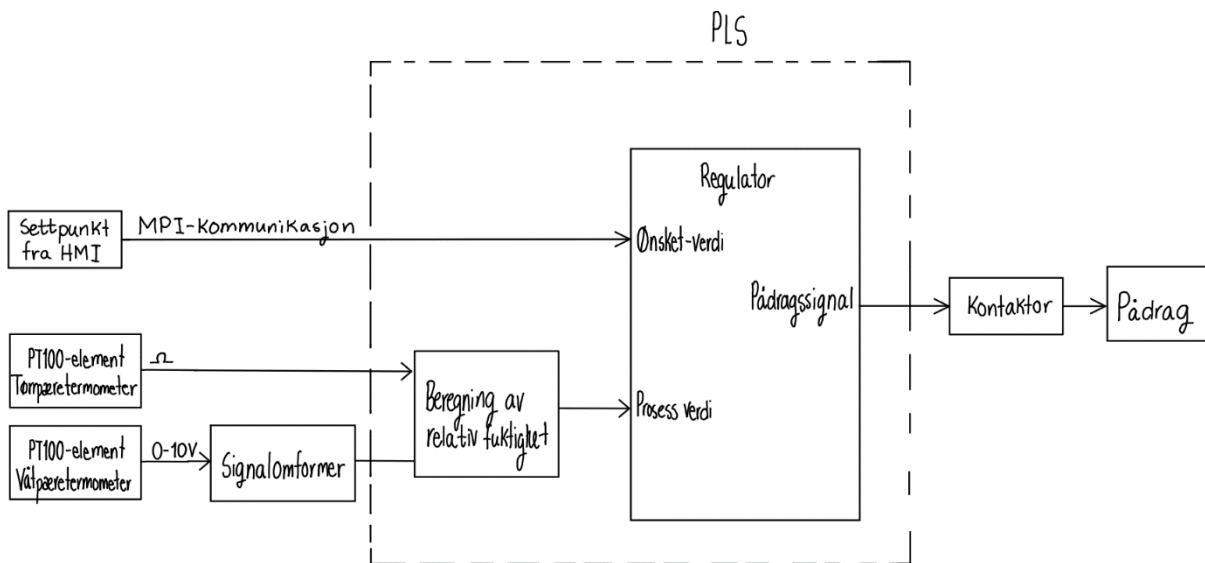
Styring av temperatur

For å styre temperaturen i skapet henter PLS-en settpunktet fra bruker igjennom HMI, og temperatur fra PT100 elementet. Regulatoren tar disse to verdiene og sammenligner de opp mot hverandre for å bestemme hvilke utganger som skal aktiveres. Utgangene fra PLS-en går så til enten et rele/ kontaktor som igjen styrer den riktige komponenten for å gi pådrag til systemet. For å styre fuktighetet krever det også en ekstra måling i form av våtpæren for å få prosessverdien.



Figur 31 Illustrasjon av regulering av temperatur

Styring av fuktighet



Figur 32 Illustrasjon av regulering av fuktighet

7.3.2 Digitale inn- og utganger

Inngangene og utgangene til PLS-en er knyttet til tags inne i programmet. Noe som gjør det mulig å kommunisere med PLS-en fra programmet. Alle inn-/utgangene ligger i tag-listen som heter "PLS IO Tags". Listen beskriver hvilke komponenter som er koblet til hvilken fysisk kobling og hva som er adressen inne i PLS programmet.

| PLS – U1 | U1.1 | U1.2 | U1.3 | U1.4 |
|-------------|-------|------|------|------|
| Beskrivelse | Power | CPU | AI | DI |

| u1.4 | Beskrivelse | Komponent | I/O | Adresse Program | Data type |
|------|---|-----------|-----------|-----------------|-----------|
| 1 | <i>24VDC</i> | | Forsyning | | |
| 2 | <i>Nivå måler vannbad via -N</i> | N | DI | %I124.0 | Bool |
| 3 | <i>Flottør tom tank for fukt vann</i> | F53 | DI | %I124.1 | Bool |
| 4 | <i>Flottør fyll på fukt vann</i> | F54 | DI | %I124.2 | Bool |
| 5 | <i>Overtrykk etter kompressor 20/25 bar</i> | F2 | DI | %I124.3 | Bool |
| 6 | <i>M1 termiskvern</i> | M1 | DI | %I124.4 | Bool |
| 7 | <i>Temp sikring vannbad</i> | F10 | DI | %I124.5 | Bool |
| 8 | <i>Temp safezone</i> | N1 | DI | %I124.6 | Bool |
| 9 | <i>Ledig (Går til X1.8)</i> | - | DI | %I124.7 | Bool |
| -- | | | | | |
| 21 | <i>24VDC</i> | | Forsyning | | |
| 22 | <i>Direkte Varme</i> | K3 | DO | %Q124.0 | Bool |
| 23 | <i>Kompressor / Kondensatorvifte</i> | K4 | DO | %Q124.1 | Bool |
| 24 | <i>Vifte -M1</i> | K5 | DO | %Q124.2 | Bool |
| 25 | <i>Kjøling -Y2</i> | 2K1 | DO | %Q124.3 | Bool |
| 26 | <i>Av -Y6</i> | 2K2 | DO | %Q124.4 | Bool |
| 27 | <i>Reinjeksjon -Y3</i> | 2K3 | DO | %Q124.5 | Bool |
| -- | | | | | |
| 30 | <i>OV</i> | | | | |
| 31 | <i>24VDC</i> | | Forsyning | | |
| 32 | <i>Fukt -M35</i> | 1K1 | DO | Q125.0 | Bool |
| 33 | <i>Vannbad drenering -Y18</i> | 1K2 | DO | Q125.1 | Bool |
| 34 | <i>Fukt -M42</i> | 1K3 | DO | Q125.2 | Bool |
| 35 | <i>Varmeelement Vannbad</i> | 3K1 | DO | Q125.3 | Bool |
| 36 | <i>Varme vinduskarm</i> | 4K1 | DO | Q125.4 | Bool |
| 37 | <i>Lys</i> | 4K2 | DO | Q125.5 | Bool |
| 38 | <i>Varme vindu</i> | 4K3 | DO | Q125.6 | Bool |
| 39 | | | | | |
| 40 | <i>OV</i> | | | | |
| | <i>24VDC</i> | | Forsyning | | |

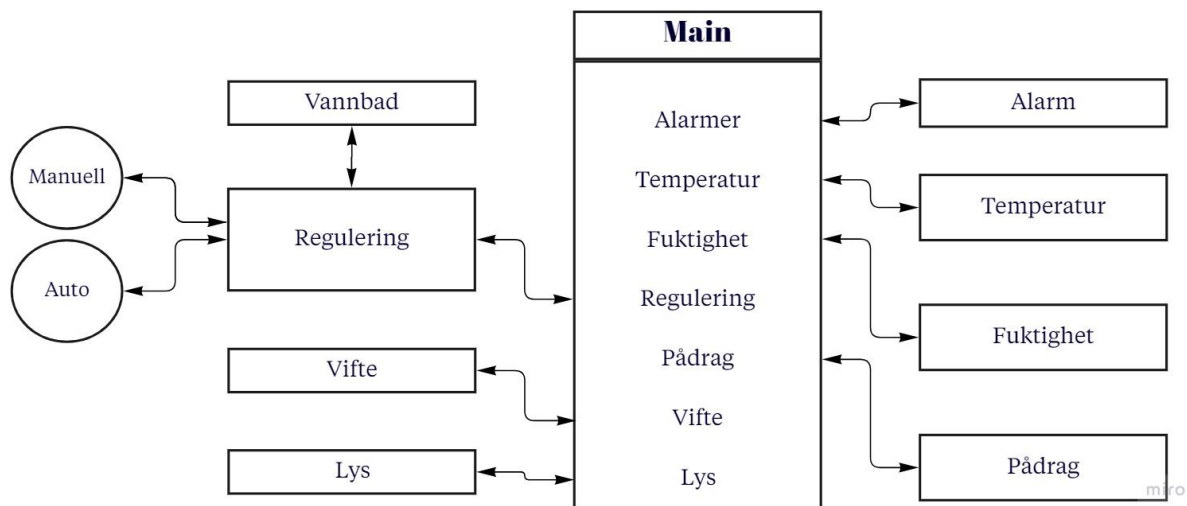
| <i>går fra + til -</i> | | | | | |
|------------------------|--------------------|----|----|--------|------|
| | Varme/kjøling/Fukt | B1 | AI | %IW754 | Real |
| | Fukt | B2 | AI | %IW752 | Real |

Tabell 11 Innganger og utganger til PLS

7.3.3 PLS program

PLS programmet består av forskjellige prosesser som sammen utgjør styringen av klimaskapet. Tia Portal har ulike programspråk som kan benyttes for å programmere PLS-en. I dette prosjektet er det kun benyttet SCL. Se Tabell 4 for mer informasjon om programblokker og tags.

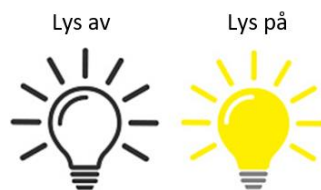
Programmet består av flere funksjonsblokker som kjøres av «Main». Disse er kategorisert inn i syv forskjellige delsystem. Disse er; alarmer, temperatur, fuktighet, regulering, pådrag, vifte og lys.



Figur 33 Forenklet illustrasjon av PLS program

Lys, vifte, fuktpumpe og vannbad

Delsystemet som omhandler lys, er direkte knyttet til en HMI-tag. Taggen veksler når bruker trykker på lys-knapp vist på HMI-skjermen. Ved høy flanke vil lyset være på, og ved lav av.

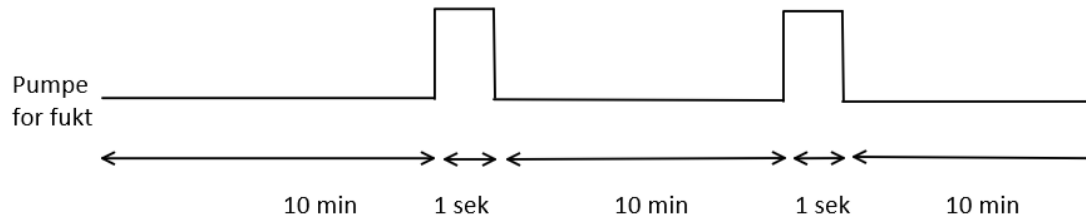


Figur 34 Ikon på HMI-skjerm for lysknapp

Viftesystemet tar for seg styringen av hovedviften. Den styres ut ifra pådraget som er gitt til enhver tid. Dersom det er pådrag vil viften aktiveres. Når pådraget blir lik null, vil viften være på i 20 sekund før den skur seg av.

Vannbadet reguleres kun når systemet er i kjørende modus. Når vannbadet er fylt opp vil en sensor sende et signal som stopper fyllingen av vannbadet. Vannbadet skal være fylt når settpunktet til temperaturen er innenfor det området hvor fuktigheten kan reguleres, som er mellom 10°C og 95°C.

Fuktighetspumpen har i oppgave å fukte tekstilsokken til et av PT100-elementene. Pumpen er regulert slik at den fukter sokken hvert 10 minutt, uansett temperatur. Når 10 minutt er gått vil pumpen være åpen i ett sekund før den deretter lukkes. Denne reguleringen er oppnådd ved å kjøre en blokk som er laget spesielt for å ta hensyn til systemer som skal ha en «av/på» tid, kalt «fbAvPaa-Styring». Denne blokken tar inn en av-tid og en på-tid. Når av-tiden er gått vil, utgangssignalet til blokken bli høy og når på-tiden er gått vil utgangssignalet bli lavt igjen.



Figur 35 Firkantsignal for fuktighetspumpe

Temperatur og fuktighet

Temperaturen i kammeret blir målt ved hjelp av det ene PT100 elementet. Den bruker den analoge inngangen som kan måle motstanden direkte på PLS-en. PLS modulen beregner så om til grader celsius, kelvin eller fahrenheit, avhengig av hva innstillingene settes til. Så når verdien hentes på adressen til den analoge inngangen får man verdien i grader og ikke motstanden. Det viser seg at intervallet på målingene var annerledes om det var valgt fahrenheit, enn om det var valgt celsius. Ved celsius ble intervallet på 1.6°C, men om man målte i fahrenheit for så å konvertere det til celsius ble intervallet på ca. 0.6°C. Da intervallet ble bedre og det var mulig å måle temperaturen for hele område vi ønsket, valgte vi å gå for denne løsningen. Denne temperaturmålingen brukes som temperaturmåling i tillegg til tørrpæreverdien til fuktighetsmålingen.

For å regne ut våtpæretemperaturen, tar temperatur-blokken inn verdier fra den analoge modulen som er 0-10V signal fra transduseren til den ene PT100 elementet. Signalet blir deretter omgjort til et heltall, med verdi fra 0 til 27648. Transduseren gjør en linearisering mellom temperaturen og 0-10V signalet. For å beregne hvor mange grader det er fra signalet, må vi vite zero og span. Transduseren som er bestilt er forhåndsinnstilt med en zero på 0°C og en span på 200°C. Formelen for å beregne temperatur på våtpæren er gitt slik:

Formel 12 Utregning av temperatur for våtpære

$$Temperatur = \left(200^{\circ}\text{C} * \frac{\text{Målt verdi}}{27648} \right) + 0^{\circ}\text{C}$$

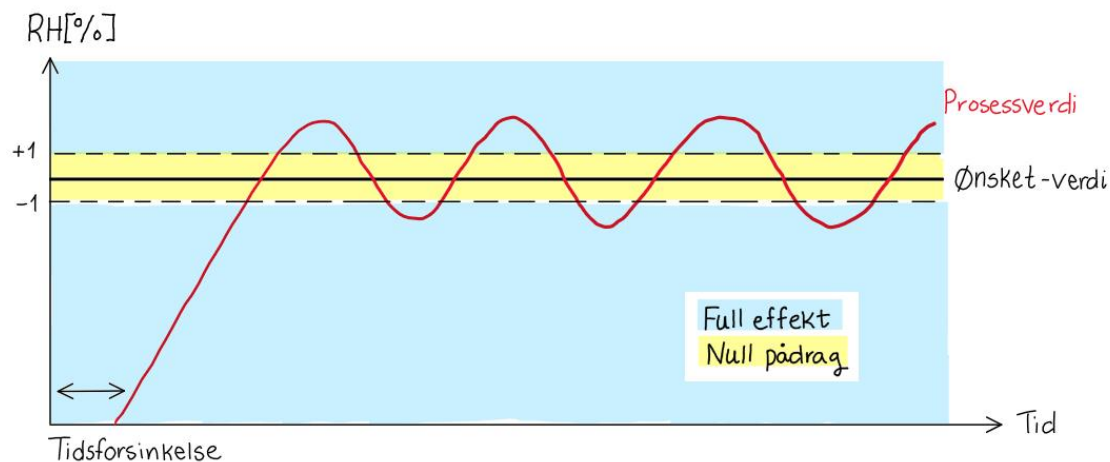
Målt verdi € [0, 27648]

Fuktighets-blokken tar inn temperaturene fra temperatur-blokken og setter dem inn i Formel 7, som beregner relativ fuktighet. Fuktigheten vil da være tilgjengelig for andre blokker å bruke.

Regulering

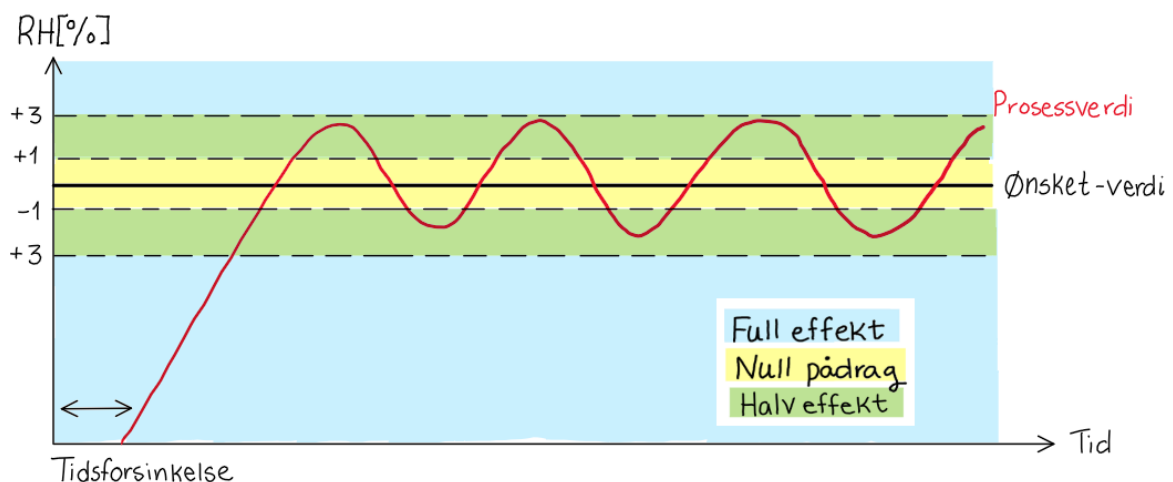
Delsystemet "Regulering" består av logikken som bestemmer om det skal varmes/kjøles eller fuktes/avfuktes. Blokken regulering tar inn temperatur og fuktighet fra temperatur/fuktighets-blokken og ønskede verdier fra bruker gjennom HMI. Blokken gir så ut to tall, en for befukning og en for temperatur, mellom -1 og 1 som tilsvarer hvilket pådrag som trengs for de to systemene. For temperatur er -1 full kjøling og 1 er full oppvarming. For fuktighet er -1 full avfukting og 1 er full befukting.

For å styre hvor mye pådrag for temperaturen som blir gitt, blir det brukt en enkel av/på. For å unngå at systemet skrur seg av og på ved settpunkt er det opprettet et område på $\pm 1^\circ\text{C}$ fra settpunkt hvor ingen pådrag blir gitt.



Figur 36 Skisse av regulering med AV/PÅ styring

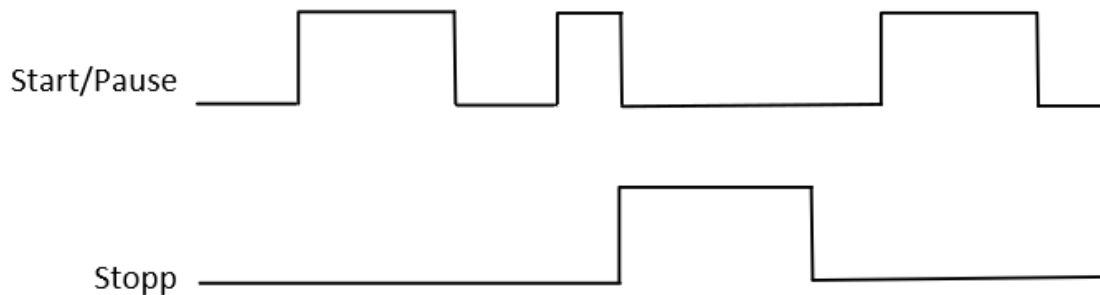
For fuktigheten benyttes også av/på styring, bare her er det implementert halv effekt for å gi en bedre regulering. Så utenfor ± 3 prosentpoeng fra settpunkt vil pådraget gi full effekt, mens innenfor ± 3 prosentpoeng vil pådraget gi halv effekt. Innenfor ± 1 prosentpoeng er det ingen pådrag, slik som i temperaturreguleringen.



Figur 37 Skisse av regulering med halv effekt styring

Programmet sjekker om settpunktet er mindre, større eller lik den målte temperaturen. Dødbåndet er der for å unngå hurtige aktiveringer og deaktiveringer.

Under regulering blokken må man ta hensyn til hvordan «start/pause»- og «stopp»- knappen påvirker systemet i både auto og manuell modus. Når en knapp trykkes, veksles variabelen som er tilknyttet knappen. «Start/Pause» har samme variabel, der 0 betyr pause og 1 betyr start. Når «Stopp» har verdi 1 settes «Start/Pause» til verdien 0 og deaktiverer knappen på HMI-skjermen. Det gjør at bruker ikke kan endre tilstanden på knappen før «Stopp»-knapp har verdien 0.



Figur 38 Illustrasjon av start- stopp-knapp ved flankedeteksjon

Modus

Automodus bruker en funksjon for å hente settpunktene. En funksjon er lagret data bestående av tid, fuktighet og temperatur, som bruker har bestemt før programmet blir kjørt. Brukeren har ingen begrensinger på antall funksjoner og disse kan lagres i senere tid, men kun en funksjon kan kjøres per program. Mer om program redigering står i Vedlegg 1 – Brukermanual. Et av de ønskede kravene til oppgaven er at det skal være mulig å legge til flere funksjoner etter hverandre. I koden er det lagt tilrette for videreutvikling.



Figur 39 Automatisk symbol vist på HMI

Når et program er startet skal ikke programmet avbrytes før tiden er ferdig eller “Stopp”-knapp trykkes. Koden tar i betraktning at tiden programmet står i pause må regnes med gjenværende tid. I Tia portal bruker det en tidsvariabel kalt TIME-TIC. Den henter tiden fra operativsystemet startet. Derfor bruker programmet flake-endring for å registrere tiden programmet gikk inn og ut av pause-tilstand.

I automodus skal ikke bruker kunne endre settpunktene. Av den grunn har programmet en egen tilstand for første gang programmet startes. I denne tilstanden kjører auto-blokken som henter ut den lagrede funksjonen. Tilstanden resetter tiden fra tidligere program, og går over til kjørende tilstand, mens det venter på ny flanke endring fra knappene. Programmet hindrer da bruker i å endre settpunktene etter programmet er startet.

| Start | Pause | Tilstander | Regulering | Kan eksistere |
|--------------|-------|-------------------------------|------------|---------------|
| False | False | Start = True Pause = False | True | Ja |
| False | True | Start = True Pause = False | True | Nei |
| True | False | Start = True Pause = True | False | Ja |
| True | True | Start = True Pause = False | True | Ja |

Tabell 12 Tilstander for flankedeteksjon ved auto modus

Manuell modus har noen forskjeller fra automodus. I manuell modus ønsker bruker å kunne endre settpunktene før og under kjøring av program. For å gjennomføre dette vil manuell-blokken, som henter ønsket verdi fra HMI-en, kjøres kontinuerlig når systemet er i kjørende modus. Programmet registrerer flankeendringen til knappen. Det benyttes kun to tilstander i denne koden.



Figur 40 Manuell symbol vist på HMI

| Start | Tilstander | Regulering | Kan eksistere |
|--------------|---------------|------------|---------------|
| False | Start = true | True | Ja |
| True | Start = false | False | Ja |

Tabell 13 Tilstander for flankedekteksjon ved manuell modus

Pådrag

Pådragsblokken tar inn de to verdiene fra reguleringsblokken som er mellom -1 og 1, og aktiverer de nødvendige utgangene avhengig av hvilken verdi som kommer inn.

| Inn-verdi | Hva skal skje | Utganger |
|---------------------------------|-------------------|------------------|
| Temperatur_pådrag > 0 | Aktiver kjøling | Y2: På K3: av |
| Temperatur_pådrag < 0 | Aktiver varme | K3: På Y2: Av |
| Fuktighet_pådrag > 0 | Aktiver fukting | 3K1: På Y6: Av |
| Fuktighet_pådrag < 0 | Aktiver avfukting | Y6: På se3K1: Av |

Tabell 14 Pådragsblokk

Ved aktivering av enten Y2 eller Y6 må kompressoren, som er styrt via K4, være aktivert for at de skal virke. Både kjøle og avfuktings systemet er kombinert, ettersom de bruker samme kompressor for å kjøle ned både kjøleribbene og røret som blir brukt til å ta fuktighet fra luften. Her vil hele systemet bare bli referert til, som kjølesystemet. Se Figur 3 for illustrasjon av kjølesystemet. Grunnet kjølesystemet ikke bare er av eller på, kan systemet bli styrt på flere måter. Hver metode har sine fordeler og ulemper. Det er tre ventiler og en kompressor, som sammen skal senke temperaturen eller avfukte kammeret. En begrensning ved kompressoren er at den ikke kan starte opp igjen, uten at den har hvilt en periode. Dette er for at kompressoren ikke skal starte mens det er trykk i systemet, noe som kan redusere levetiden til enheten.

Den valgte løsningen går ut på å ha en "idle mode" på kompressoren. Når enten Y2 (kjøling) eller Y6 (avfukting) åpner vil kompressor starte som vanlig, men den vil ikke stoppe når ventilene lukker. Da vil heller Y3 åpne slik at kompressoren kan gå uten at det vil skape et overtrykk. Kompressoren vil stoppe kun etter det har gått 180 sekunder, siden sist Y2 eller Y6 har vært aktiv. Fordelen med en slik styring er at kjølesystemet kan respondere med små og raske perioder med kjøling i temperaturer nært romtemperatur. For å unngå at kompressoren aktiveres under trykk er det laget en «hvile-blokk». Denne blokken hindrer at kompressoren starter før den har vært i ro i en ønsket periode. Idle tiden for kompressoren er satt til 180 sekunder og hviletiden er satt til 120 sekunder.

For fukt er det implementert halv effekt, det vil si en pådragsverdi på ± 0.5 . Utgangen er aktiv i en periode og deaktiv i en periode. Lengden av disse periodene er begge satt til 4 sekunder.

Sikkerhet som omhandler enhetene som blir styrt av denne logikken, ligger i denne blokken. Dette er for eksempel overtrykk på kompressor og sjekk for at vannbad er fylt opp. Y2, Y6, K3 og 3K1 er koblet til en hvile logikk på samme måte som kompressoren, bare med en hviletid på et sekund for å unngå at de flimrer av og på.

Alarmer

Funksjonsblokken “alarmer” blir brukt for å vise bruker-alarmer som er blitt trigget. Når en alarm trigges, vil et signal bli sendt til en HMI-tag som er koblet sammen med en spesifikk alarm i en alarm-liste. Denne listen er videre koblet til en tabell vist på HMI-skjermen, hvor man kan se aktive alarmer.

| Nr. | Alarm | Beskrivelse |
|-----|---|--|
| 1. | Lavt nivå i tank | Vanntank plassert bak på kammer har lavt nivå. |
| 2. | Tomt vannbad | Vannbad i kammer er ikke fylt opp. |
| 3. | For høy temperatur i vannbad | Vannbadet inne i kammer har for høy temperatur. |
| 4. | Tom vanntank | Vanntank plassert bak på kammer er tom. |
| 5. | PT-100 element B1 har mistet forbindelsen | PT-100 element i kammer er mulig defekt. |
| 6. | PT-100 element B2 har mistet forbindelsen | PT-100 element i kammer er mulig defekt. |
| 7. | Temperatur er utenfor safezone | Den målte temperaturen er utenfor safezone grensene definert av sidepanel. |
| 8 | Overtrykk på kompressor | Overtrykk på kompressor har oppstått av diverse årsaker. |
| 9. | Overoppheting på motor M1 | Motor er overopphetet og mulig defekt. |

Tabell 15 Alarmliste

Mulige feilkilder og utførende tiltak for alarmene kan leses om i Vedlegg 1 – Brukermanual.

7.3.4 Logging

Logging av data gjøres gjennom HMI-en, da PLS-en ikke har USB utgang eller lignende. HMI-en har mulighet for å lage en USB- eller SD- sti. I vårt tilfelle vil det være mest brukervennlig å bruke en USB, ettersom man får tilgang på denne porten på utsiden av skapet. Når logging pågår må alltid USB-en stå i, da samplingsverdiene kontinuerlig skrives til USB-en.

Det er definert fem forskjellige variabler som blir logget, settpunkt av fuktighet og temperatur, målt fuktighet og temperatur, og våtpære temperatur. Logge syklusen kan settes fra 1 sekund til 1 time og maksimal plass er på 500 000 samplinger. Gjennom disse opplysningene kan man regne seg frem til hvor lenge systemet kan logge, før det når 500 000 verdier.

Formel 13 Beregning av loggetid

$$\frac{\text{ant. samplinger}}{\text{ant. loggede variabler}} \cdot \text{logge syklus} = \text{tid i sekunder}$$

Omgjøres så fra sekunder til dager:

$$\frac{1}{60 \cdot 60 \cdot 24} = 1.2 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{tid i sekunder} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} = \text{antall dager}$$

Beregning av ulike logge sykluser:

| Logge syklus | Formel | Dag(er) |
|---------------|---|---------|
| 1 sek | $\frac{500\,000}{5} \cdot 1 \text{ sek} = 100\,000 \text{ sek}$ $100\,000 \text{ sek} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} = 1.116 \text{ dager}$ | 1 |
| 10 sek | $\frac{500\,000}{5} \cdot 10 \text{ sek} = 1\,000\,000 \text{ sek}$ $1\,000\,000 \text{ sek} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} = 11.57 \text{ dager}$ | 11.5 |
| 1 min | $\frac{500\,000}{5} \cdot 60 \text{ sek} = 6\,000\,000 \text{ sek}$ $6\,000\,000 \text{ sek} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} = 72 \text{ dager}$ | 72 |

Tabell 16 Beregning ved ulike logge sykluser

Ettersom bruksområde til skapet kan variere fra korttidsbruk og langtidsbruk, er det tilrettelagt for logging i både lange og korte perioder. Korttids-loggen har en loggesyklus på 1 sekund og langtids-loggen har en loggesyklus på 10 sekunder.

Systemet leveres med sirkulær logging, se Tabell 5 for informasjon om ulike loggemetoder, selv om den hovedsakelig brukes for logging over en kortere periode. Filene som genereres og lagres på USB-en, er av typen csv. Denne filtypen bruker semikolon og linjeskift for å separere verdier fra hverandre. Navnet på disse filene vil være «Data_log_ShortTerm0» eller «Data_log_LongTerm0» avhengig av hvilken loggtype som er valgt.

7.3.5 Skript for konvertering av loggfiler

Loggfilene som HMI-en generer kommer i et format hvor hver enkelt måling tar opp sin egen linje, selv om målingene ble tatt samme sekund. Dette gjør det vrient å ta det i bruk i regneark eller MATLAB uten mer ekstraarbeid. Det ble derfor utviklet et C#-skript for å konvertere filen til et mer oversiktlig format. I stedet for at hver måleverdi har sin egen rad, tar scriptet og flytter på verdiene slik at en rad tilsvarer alle målingene tatt på et tidspunkt. Her splittes også klokkeslett og dato til samme format. Scriptet er vedlagt, som Vedlegg 7.

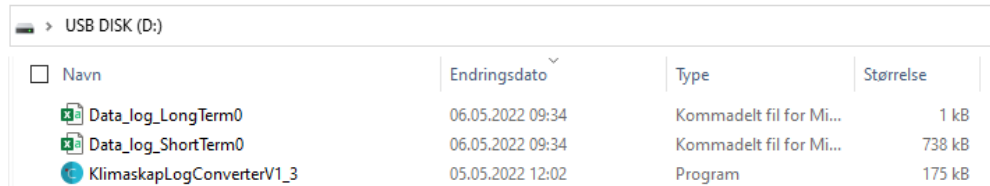
| | A | B | C | D | E |
|----|--------------------|------------------|----------|----------|-------------|
| 1 | VarName | TimeString | VarValue | Validity | Time_ms |
| 2 | Temprature | 06.05.2022 08:14 | 23,66667 | 1 | 44687343106 |
| 3 | Humidity | 06.05.2022 08:14 | 98,52528 | 1 | 44687343106 |
| 4 | SP_Temprature | 06.05.2022 08:14 | 50 | 1 | 44687343106 |
| 5 | SP_Humidity | 06.05.2022 08:14 | 70 | 1 | 44687343106 |
| 6 | Wetbulb_Temprature | 06.05.2022 08:14 | 23,49537 | 1 | 44687343106 |
| 7 | Temprature | 06.05.2022 08:14 | 23,66667 | 1 | 44687343129 |
| 8 | Humidity | 06.05.2022 08:14 | 98,5295 | 1 | 44687343129 |
| 9 | SP_Temprature | 06.05.2022 08:14 | 50 | 1 | 44687343129 |
| 10 | SP_Humidity | 06.05.2022 08:14 | 70 | 1 | 44687343129 |
| 11 | Wetbulb_Temprature | 06.05.2022 08:14 | 23,49537 | 1 | 44687343129 |

Figur 41 Excel-ark med loggede verdier før konvertering

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|------------|-------------|------------|-----------|---------------|--------------|----------------|
| 1 | Dato | Klokkeslett | Temperatur | Fuktighet | SP_Temperatur | SP_Fuktighet | Wb_Temperature |
| 2 | 06.05.2022 | 09:51:28 | 48.16667 | 23.7164 | 50 | 70 | 29.16667 |
| 3 | 06.05.2022 | 09:51:30 | 47.5 | 24.13157 | 50 | 70 | 29.28241 |
| 4 | 06.05.2022 | 09:51:32 | 48.16667 | 24.6345 | 50 | 70 | 29.39815 |
| 5 | 06.05.2022 | 09:51:34 | 48.16667 | 25.16549 | 50 | 70 | 29.51389 |
| 6 | 06.05.2022 | 09:51:36 | 47.5 | 25.66034 | 50 | 70 | 29.62963 |
| 7 | 06.05.2022 | 09:51:38 | 47.5 | 26.62748 | 50 | 70 | 29.62963 |
| 8 | 06.05.2022 | 09:51:40 | 47.5 | 26.88989 | 50 | 70 | 29.74537 |
| 9 | 06.05.2022 | 09:51:42 | 47.5 | 26.98879 | 50 | 70 | 29.74537 |
| 10 | 06.05.2022 | 09:51:44 | 47.5 | 27.27849 | 50 | 70 | 29.86111 |

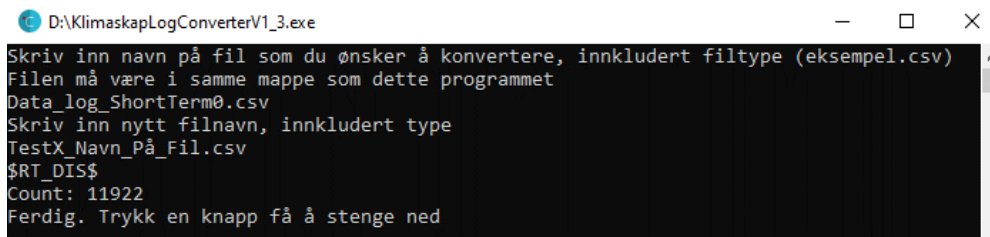
Figur 42 Excel-ark med loggede verdier etter konvertering

For å bruke skriptet dobbeltklikker man på filen «KlimaskapLogConverterV1_3.exe», man blir da møtt med en tekst som forklarer hva du skal gjøre. Først skriver man navnet på filen som HMI-en ga ut for så å skrive inn ønsket navn på den nye filen. For hver linje som skriptet leser av den gamle filen, kan det skje en feil. Da vil en feilmelding dukke opp. «Count» er antall linjer som var på den gamle filen.



| Navn | Endringsdato | Type | Størrelse |
|---------------------------|------------------|--------------------------|-----------|
| Data_log_LongTerm0 | 06.05.2022 09:34 | Kommandert fil for Mi... | 1 kB |
| Data_log_ShortTerm0 | 06.05.2022 09:34 | Kommandert fil for Mi... | 738 kB |
| KlimaskapLogConverterV1_3 | 05.05.2022 12:02 | Program | 175 kB |

Figur 43 Konvertering av loggfiler



```

D:\KlimaskapLogConverterV1_3.exe
Skriv inn navn på fil som du ønsker å konvertere, innkludert filtype (eksempel.csv)
Data_log_ShortTerm0.csv
Skriv inn nytt filnavn, innkludert type
TestX_Navn_På_Fil.csv
$RT_DIS$
Count: 11922
Ferdig. Trykk en knapp få å stenge ned

```

Figur 44 Program for konvertering av loggfiler

Skriptet er programmert til å konvertere et standard oppsett. Dersom det blir lagt til nye variabler eller endringer på variabelnavn vil ikke skriptet kunne konvertere filen. Skriptet tar ikke hensyn til at den nye filen allerede eksisterer, så dersom det blir valgt et navn på den nye filen som allerede eksisterer, vil den gamle filen overkjøres.

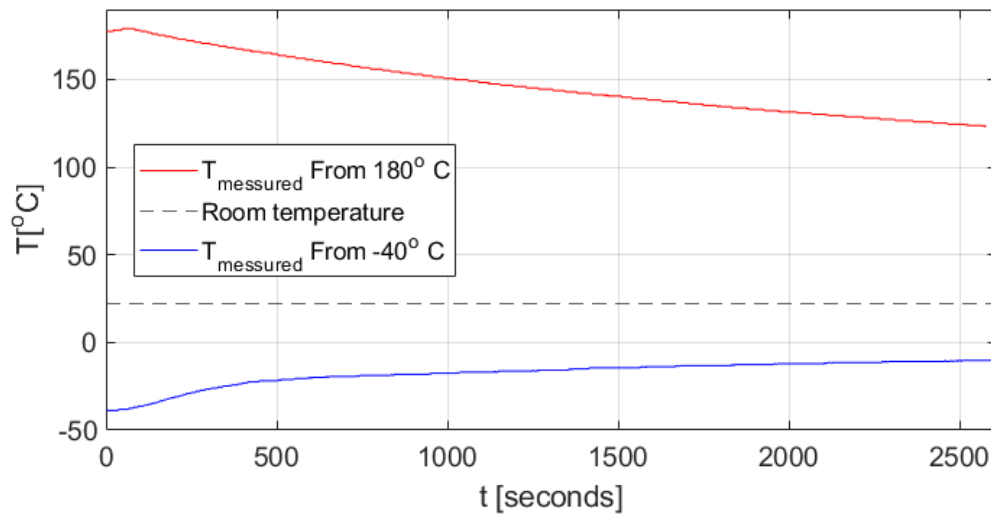
8 Sluttresultater

I dette kapittelet diskuteres resultater som er oppnådd under prosessen.

| TEST NR. | TYPE TEST | VARME OG KJØLING | BEFUKTING OG AVFUKT | FIGUR NR. |
|------------|--|--|---------------------|----------------------|
| 1 | Temperatur lekkasje | Varme Start temperatur: 180°C Ingen regulering Kjøling Start temperatur: -40°C Ingen regulering | Deaktivert | Figur 45 |
| 2.1 | Kjøling | Start temperatur: 22°C Settpunkt: -40°C | Deaktivert | Figur 46 |
| 2.2 | Varme | Start temperatur: 22°C Settpunkt: 180°C | Deaktivert | Figur 47 |
| 3 | Stabilitetstest for varme og kjøling | 0°C → 30°C → 60°C | Deaktivert | Figur 48 Figur 49 |
| 4 | Responstid på varme og kjøling | 20°C → 80°C → 20°C | Deaktivert | Figur 50 |
| 5 | Fuktighet respons på temperaturendring | 20°C → 80°C → 20°C | Deaktivert | Figur 51 |
| 6 | Nedre grense for fuktighet ved forskjellige temperaturer | 10°C → 20°C → 30°C → 40°C | 1% | Figur 52 |
| 7 | Variierende temperatur med konstant Fuktighet | 50°C → 100°C → 50°C | 70% | Figur 54 |
| 8 | Endring i settpunkt for temperatur og fuktighet | 95°C → 60°C | 80% → 30% → 20% | Figur 55 |

Tabell 17 Sluttresultat

8.2 Test 1 - Temperatur lekkasje



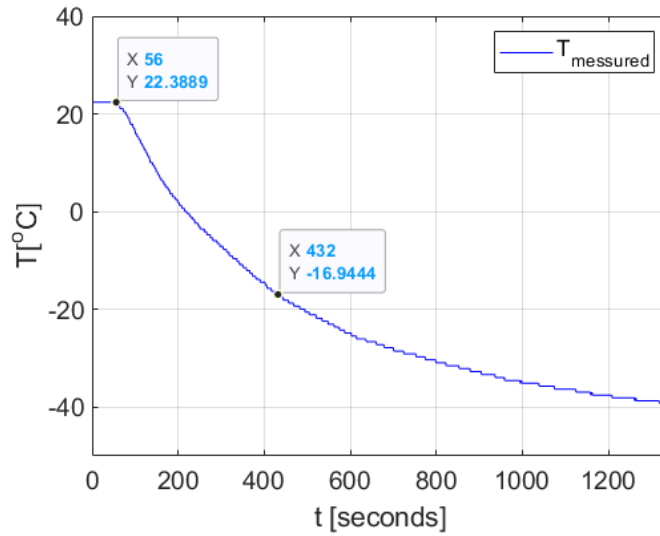
Figur 45 Temperatur lekkasje ved ytterpunktene

Under testen ble temperatur lekkasjen i skapet testet. Da skapet ikke er 100% termisk isolert vil temperaturen synke om den er over omgivelsestemperatur og motsatt om temperaturen er under. Det forventes at temperaturen vil synke/øke raskere ved større differanse mellom omgivelsestemperatur og kammer-temperatur. Dette vil da igjen påvirke hvor høyt pådrag som trengs for å opprettholde temperaturen. For å teste dette settes temperaturen til ytterpunktene, i vårt tilfelle -40°C og $+180^{\circ}\text{C}$, og skrur deretter av reguleringen.

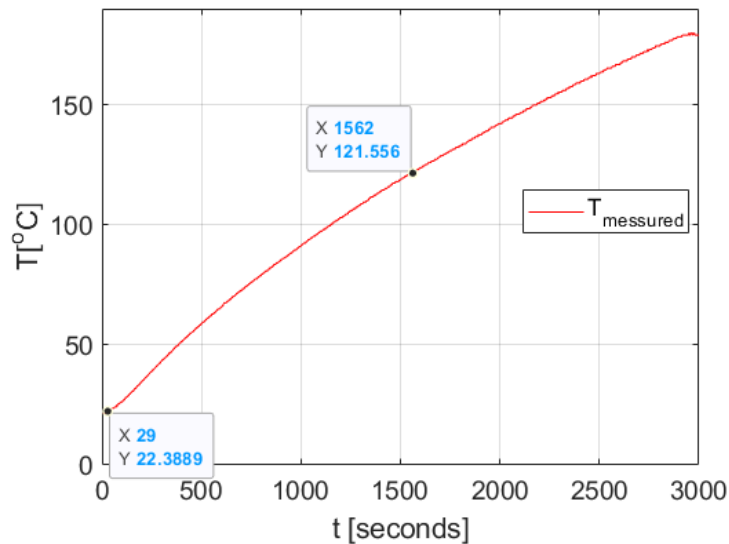
Ut fra grafen observerer man at temperaturen går mot romtemperatur raskere ved en større avstand mellom omgivelsestemperatur og kammer-temperatur. Ved et tidsrom på ca. 42 minutter går temperaturen fra 180° til ca. 125° og fra -40°C til ca. -10°C . Fra denne testen blir det konkludert med at antakelsen vår var korrekt, og at pådraget må anstrenge seg mer ved en større differanse mellom omgivelse- og kammertemperatur.

8.3 Test 2.1 og 2.2 - Varme og kjøling

Her blir varme og kjøling kjørt til ytterpunktene, som er på -40°C og +180°C.



Figur 46 Kjøling til ytterpunkt

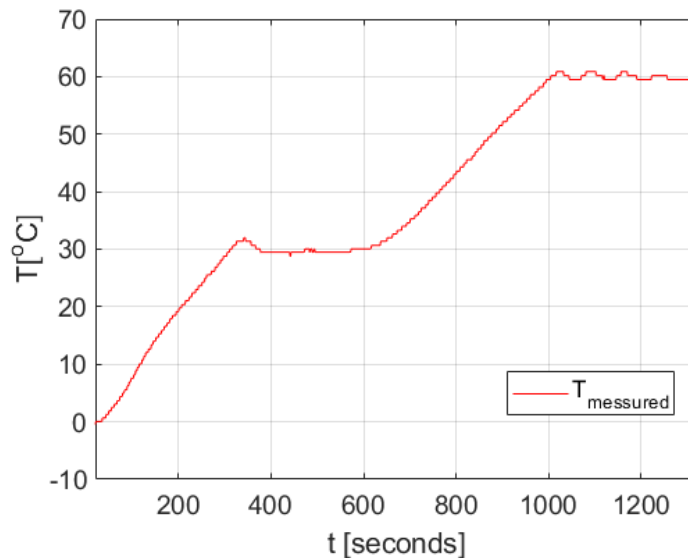


Figur 47 Varming til ytterpunkt

| | |
|--|---|
| OPPVARMING: $23 + (180 - 23) \cdot 0.63 = 121.91$ | NEDKJØLING: $23 + (40 - 23) \cdot 0.63 = -16.69$ |
| $\tau = 1562s - 29s = 1533s$ | $\tau = 432s - 56s = 375s$ |

8.4 Test 3 - Stabilitetstest av varme og kjøling

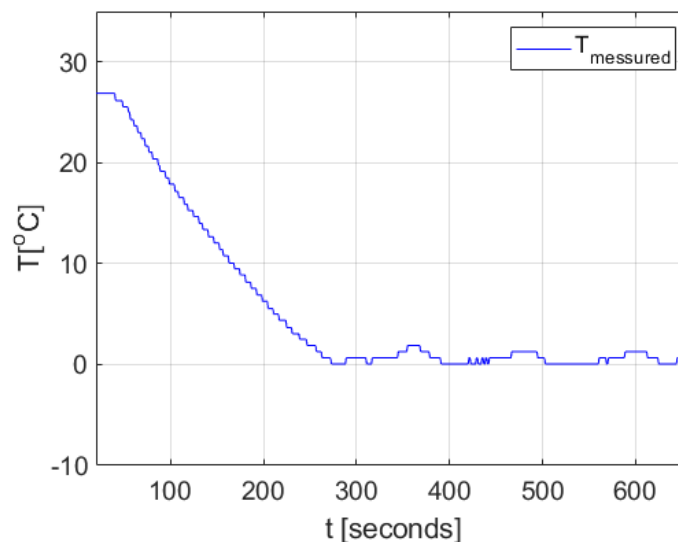
Under denne testen har vi testet stabiliteten til temperaturen. For å teste dette har vi observert hvordan systemet regulerer seg rundt en spesifikk temperatur over tid.



Figur 48 Stabilitetstest ved 30°C og 60°C

Varme

Under test for reguleringen av varmeelementet, ble det først sjekket hvordan avviket ble ved 30°C, og så ved 60°C. Ved 30°C opplevde vi å få et avvik på 2°C før temperaturen stabiliserte seg på 30°C.



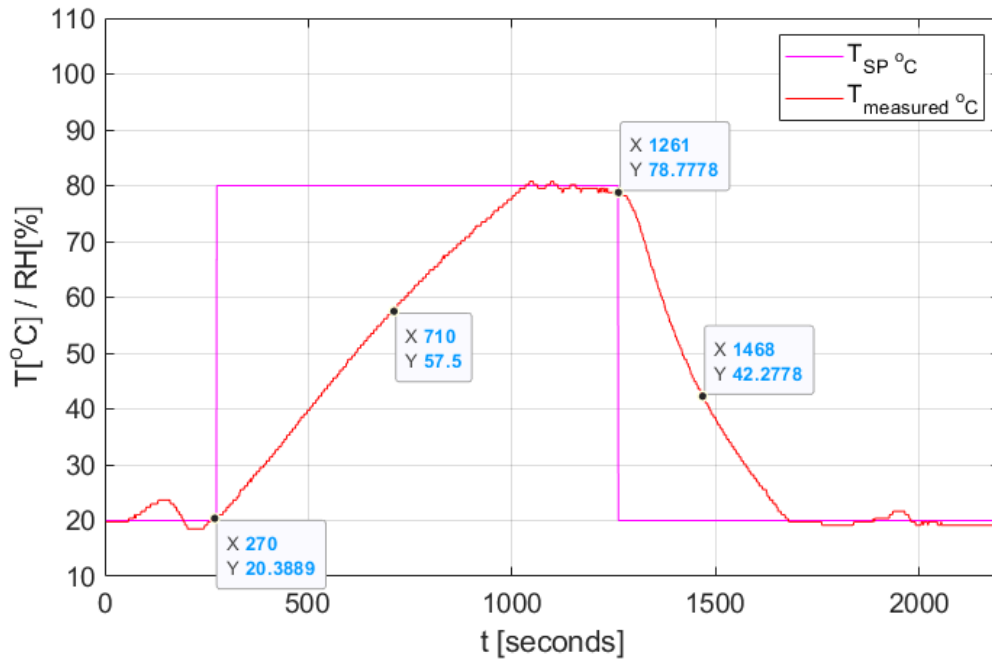
Figur 49 Stabilitetstest ved 0°C

Kjøling

Ved test av kjøling gikk vi fra 26°C til 0°C. Når styringen regulerte seg inn mot ønsket-verdi, fikk vi et avvik på 1.9°C. I PLS programmet er dødbåndet satt til $\pm 1^\circ\text{C}$, noe som i seg selv vil resultere i et avvik. Dødbåndet er til for å unngå at elementene aktiveres og deaktiveres hyppig for å unngå slitasje på utstyret.

8.5 Test 4 - Responstid på varme og kjøling

Ved å lage en graf av oppførselen til temperaturen når settpunktet går fra 20°C til 80°C for så tilbake til 20°C kan vi regne ut tidskonstanten til systemet ved disse temperaturendringene.



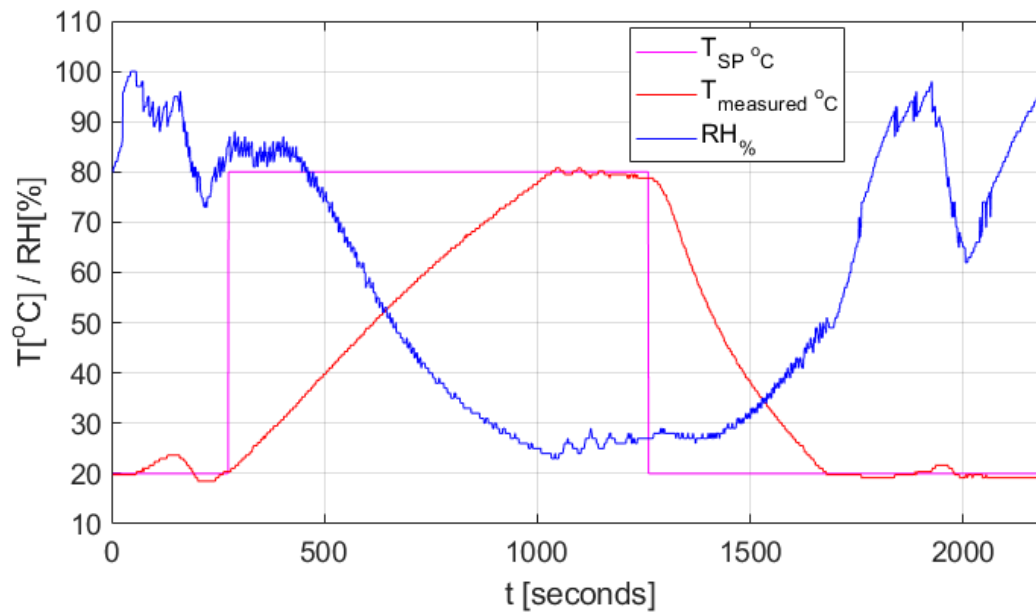
Figur 50 Responstid på varming og kjøling

| | |
|---|---|
| Oppvarming: $20 + (80 - 20) * 0.63 = 57.8$ | Nedkjøling: $80 + (20 - 80) * 0.63 = 42.2$ |
| $\tau = 710s - 270s = 440s$ | $\tau = 1468s - 1261s = 207s$ |

Med en lavere tidskonstant observerer vi at systemet kjøler ned raskere enn ved oppvarming i dette temperaturområdet.

8.6 Test 5 - Fuktighet respons på temperaturendring

Ved å legge over fuktigheten på Figur 50, viser grafen hvilken innvirkning temperaturen har på fuktigheten. Det er ingen regulering av fuktighet i denne testen.

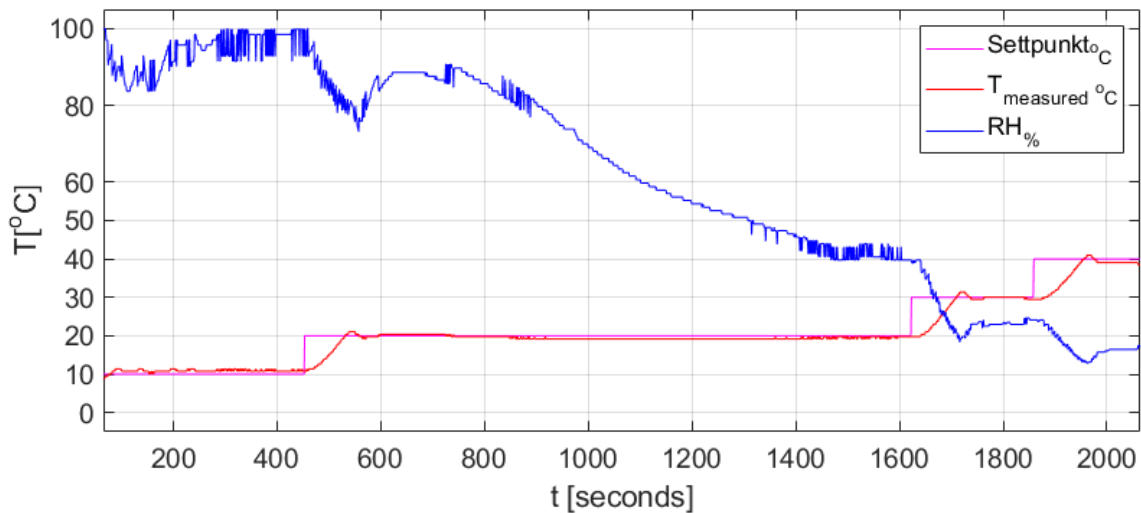


Figur 51 Varmesystemets påvirkning på fuktighet

Når temperaturen øker ser man at fuktigheten synker gradvis, og når temperaturen synker øker fuktigheten. Dette er som forventet ut fra hva vi vet om temperaturens innvirkning på den relative fuktigheten, som beskrevet i teorikapittelet.

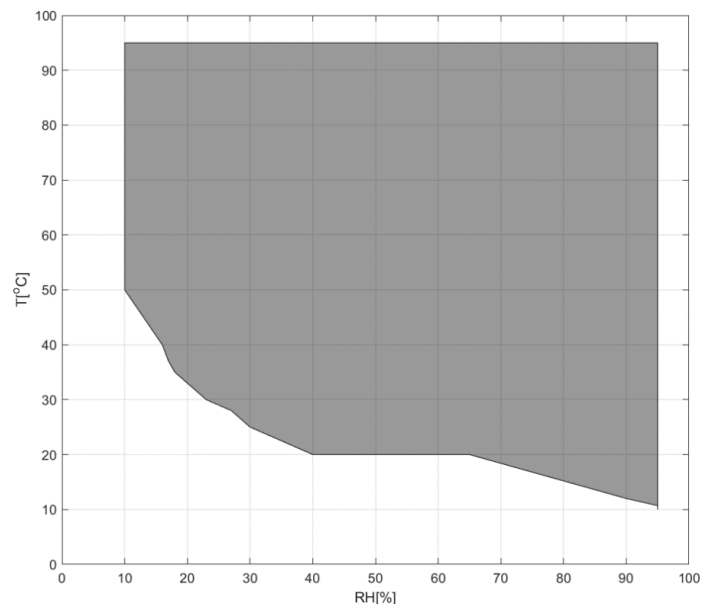
8.7 Test 6 - Nedre grense for fuktighet ved forskjellige temperaturer

Ifølge databladet til gammelt system er den laveste temperaturen hvor fuktighet skal reguleres 10°C. Derfor starter testen ved å sette temperaturen til 10°C og fuktigheten til 1%. Det er ikke forventet at systemet klarer å få ned fuktigheten så langt, men dette er for at avfukteren skal jobbe på fullt gjennom hele testen. Når fukten ikke går lavere økes temperaturen i kammeret til 20°C til fuktigheten stabiliserer seg ved et nytt bunnpunkt. Dette gjøres så igjen for 30°C og 40°C. Ved 40°C treffer fukten bunnen til det som er ønsket av systemet og testen blir avsluttet. Se resultatet i graf under.



Figur 52 Graf av yttergrenser for fuktighetsregulering

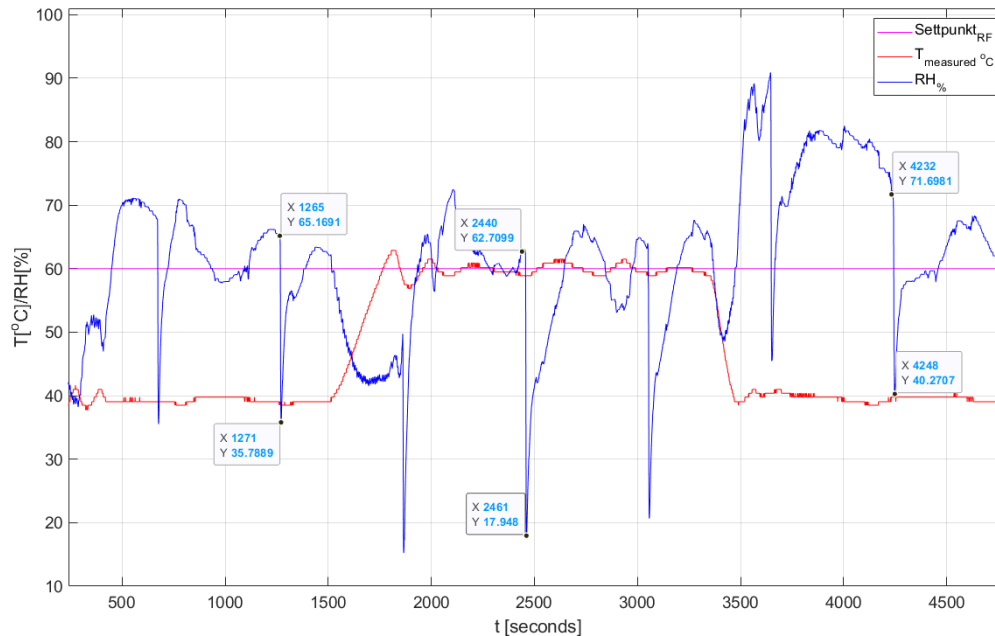
Resultatet fra testen blir satt sammen til en mer lesbar graf. Det som er i det grå området viser hvilken fuktighet systemet kan oppnå under ulike forhold.



Figur 53 Yttergrenser for fuktighetsregulering

8.8 Test 7 - Varierende temperatur med konstant fuktighet

Målet med test 7 er å analysere oppførselen til fuktigheten når systemet kjørte med en varierende temperatur og konstant fuktighet. Den relative fuktigheten ble satt til 60% og temperaturen varierte fra 40°C til 60°C til 40°C. Når fuktsensoren aktiveres for å fukte tekstilsokken, opplever man en brå synkende verdi i fuktighetsmålingen, før den etter kort tid justerer seg inn igjen.



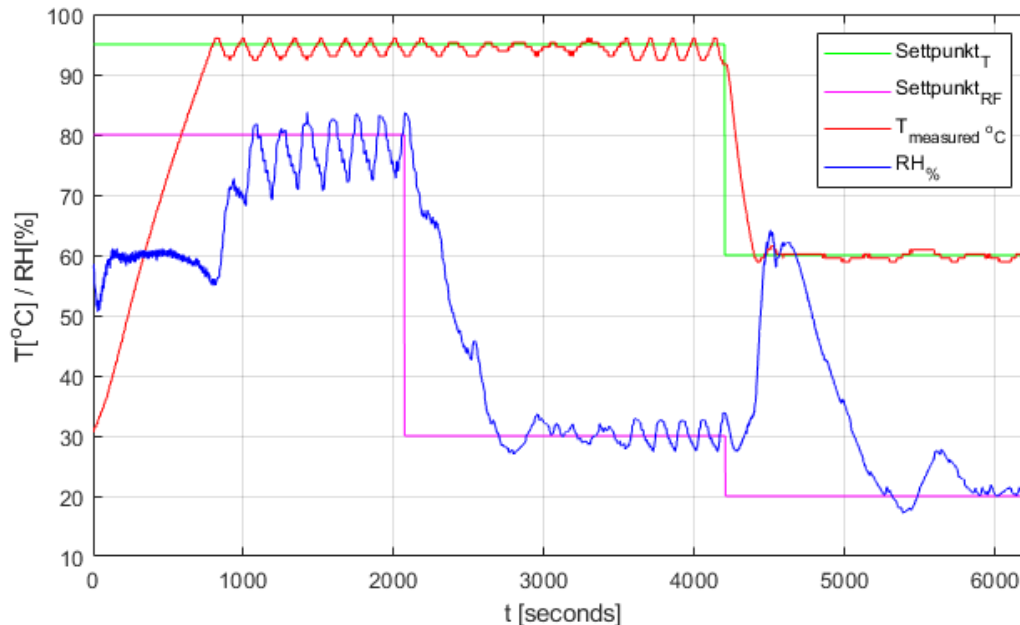
Figur 54 Varierende temperatur og konstant fuktighet

Befukning av tekstilsokken har en stor innvirkning på måleresultatet. Som nevnt tidligere i forbedringstestene har styringen et godt forbedringspotensial.

Under befukning av tekstilstrømpen oppleves store avviksdifferanser. Det forventes at det blir større midlertidige fall i fuktighetsmålingen ved høyere temperatur. Dette er grunnet vannet som kommer fra tank har en konstant temperatur og med høyere kammertemperatur vil befukning av tekstilsokk forårsake et større relativt temperaturfall i våtpære.

8.9 Test 8 - Endring i settpunkt for temperatur og fuktighet

Målet med denne testen var å se om systemet klarte å holde temperatur og fuktighet stabilt ved endring av settpunkt for begge delsystemene. Ved starten er settpunktet til temperaturen på 95°C og fuktigheten på 80%. Først ble settpunktet til fuktighet endret for seg selv og seinere blir begge endret samtidig.



Figur 55 Stabilitetssjekk for fuktighet og temperatur

Svingningene i både fuktighet og temperatur er innenfor det som er ønsket av stabilitet.

Responstiden på den første endringen til fuktigheten er rask og svinger seg fort inn på settpunktet med mindre svingninger enn det som var ved høyere fuktighet. Også temperaturen stabiliserer seg fint rundt ønsket verdi. På grunn av den markante endringen i temperatur ved settpunktendringen vil den relative fuktigheten også endre betydelig, men selv med dette gjør fukt reguleringen en god jobb i å hente seg inn.

9 Forbedringer

I dette kapittelet diskuteres løsninger med mulige fremtidige utvidelser og forbedringer.

Videreutvikling av sensorikk

Måling av temperatur blir håndtert av PLS-en sin input som måler motstanden til et PT100 element, mens det andre elementet blir konvertert til et 0-10V signal før det blir målt av PLS-en. Ved å konvertere signalet først gir det en større oppløsning. Et ønske hadde vært å gjøre det samme med PT100 elementet som måle temperatur også. Utfordringen her har vært å få tak i en komponent som kan gjøre denne konverteringen med det området som vi trengte for prosjektet.

Videreutvikling av program

Koden er laget slik at den kan utvides av kyndige personer. Reguleringen kan bli programmert med en P, PI, PD eller PID for å oppnå en bedre regulering av pådraget. Dette må da testes for å finne ut hvilken regulering som oppnår de beste resultatene. Om reguleringen skal endres slik må pådrags blokken også oppgraderes. Her kan en løsning være å bestemme tid hvert element skal være aktivert, ut fra pådragsverdien.

I fremtidige krav ble det oppgitt at bruker ønsket å kunne bestemme flere funksjoner etter hverandre. I koden er det tilrettelagt for dette, så dermed kan videreutvikling av PLS-programmet være å ferdigstille denne programkoden.

Logging kan videreutvikles ved å ligge til kode som gjør det mulig å fjernovervåke og fjernstyre klimaskapet. Det vil gjøre klimaskapet mer tilgjengelig og brukervennlig. For å oppnå dette kan en nettside bli laget som alle har tilgang på.

Videreutvikling av HMI-programmet kan være å forbedre loggingen, ved å gjøre det mulig for bruker å endre loggesyklusen gjennom HMI-skjermen. Bruker må nå via HMI-programmet for å endre dette, og er dermed ikke veldig brukervennlig. Det kunne også vært ønskelig å gjøre det mulig for bruker å bestemme tidspunkt logg skal starte, eller at loggen først starter når kammeret har regulert seg inn på bestemt temperatur og fuktighet. I tillegg kunne alarmlisten forbedres ved å gi flere varsler. Noen muligheter kunne vært og fått et varsel på om minnepenn ikke var satt i, eller at alarmikon blinket ved utløst alarm.

Pumpe for befukning av tekstilsokk

Systemet har nå en midlertidig pumpe som må utskiftes eller implementeres bedre inn i systemet, da den nå går på en egen strømkilde. Pumpen drives av 12VDC og ikke 24VDC som vi har i skapet. Under testkjøringen ble det også oppdaget at det oppsto avvik i målingene når fuktstrømpen ble fuktet. For å oppnå en bedre styring av pumpen kan det kjøres flere tester, slik at det kan kartlegges ytterpunktene for når tekstilsokken blir tørr. Det som også kan forbedres er befukningen sitt utslag på målingen. Eksempelvis legge inn en kode som ignorerer målingene når pumpen fukter.

10 utfordringer

Nytt kontra gammelt system

I oppgaveteksten var det oppgitt at alt i det eksisterende systemet fungerte slik det skulle, men dette var ikke tilfelle. Under testing av gammelt system oppdaget vi at pumpen for befruktning var defekt. Da feilen ble oppdaget innen kort tid medførte dette ikke noen store utfordringer. Senere når vi testet delsystemene ble det også oppdaget at varmen i dørkarmen og på vinduet ikke fungerte. Ettersom varmeelementet befant seg inne i døren ble ikke elementet utbyttet, men etter testing av kammeret ble det oppdaget at det ikke var nødvendig.

Dokumentasjon

Dokumentasjonen på det tidligere skapet var dårlig dokumentert, og mye utenfor vårt pensum. Dermed gikk det mye tid på å forstå og lære seg hvordan skapet fungerte. Dette medførte at flere deler av systemet måtte testes. Det ble heller ikke gitt noen forklaring på hvordan fuktigheten og temperaturen påvirket hverandre, og hvordan det ble regulert i tidligere system.

PLS

Ved oppkobling av PLS støtte vi på utfordringer rettet oppgradering av firmware grunnet PLS-en vi hadde fått tildelt var av en eldre versjon som ikke hadde tilgang til nyere oppdateringer. PLS-en hadde kun tilgjengelig versjon 2.0 og ikke versjon 2.6, dette resulterte i at vi ikke kunne benytte oss av kabel, men måtte ta i bruk minnekort. Det kunne ikke benyttes et vanlig SD-kort til PLS-en, men et MMC, altså Micro Memory Card eller Multimediacard måtte brukes. Grunnet blant annet lik formfaktor virker det som at dette er samme type kort.

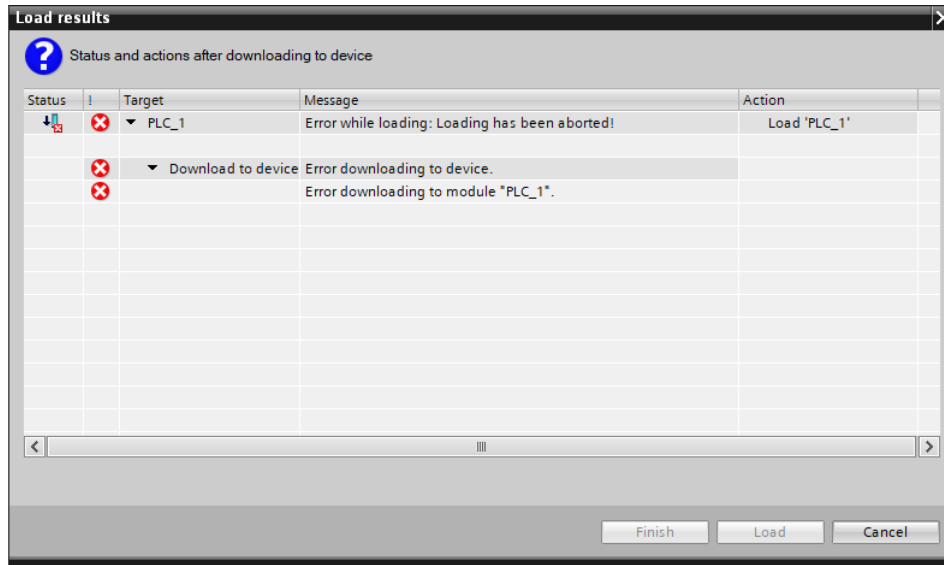
HMI

Videre støtte vi på noen utfordringer rettet HMI-skjermen. Det viste seg at denne var utdatert og ikke lengre støttet av Siemens. Grunnet dette måtte vi skaffe en nyere HMI-skjerm med de nødvendige oppdateringene tilgjengelig. For overføring av skjermbilder til HMI måtte vi finne riktig image/firmware. Her måtte det settes opp riktige IP-adresser på HMI og PC. HMI-skjermen måtte settes til riktig transfer protocol i innstillingene for at HMI-skjermen skulle godta overføring fra TIA-portal. Ved feilsøking var ikke feilmeldingene til stor hjelp.

Følgende feilmelding ble vist: *“Download has failed due to missing panel image. Please install the missing panel images. Refer to documentation”*.

Programmering

Det var også en del utfordringer med lesing av analoge innsignaler da blokkene som inneholdt disse kodelinjene ikke ville overføres til PLS. De andre blokkene som ikke inneholdt innlesning av analoge signaler, hadde ingen problemer med dette. Feilmeldingen her var heller ikke særlig til hjelp. Feilmelding vist på figur under.



Figur 56 Feilmelding for lesing av analoge innsignaler

Etter en lengre leteperiode oppdaget vi at “processing image” i PLS-en kun består av 128 byte og grunnet den analoge inngangsmodulen er på adresse 768 og videre var dette utenfor område. Dette resulterte i at vi måtte gå direkte til adressen til den analog inngangsmodul for å hente ut verdien ved å sette “:P” etter taggen. Dette kaller “Peripheral addressing”. [10]

11 Konklusjon

Gjennom prosjektet har vi oppnådd stabil regulering av relativ fuktighet og temperatur innenfor spesifiserte rammer. Alle kravene som ble oppgitt i oppgaven har blitt gjennomført, i tillegg til noen av de fremtidige kravene. Styresystemet er utskiftet til en PLS av typen Siemens Simatic S7-314, og panelet er byttet til et større panel av typen Simatic TP700 Comfort. Vi har også holdt oss innenfor budsjettets rammer.

En del av oppgaven var å utvikle viktige dokumenter og programkode. Koden er tilrettelagt for fremtidige utvidelser, og er godt dokumentert. Det er utarbeidet nytt styresystem med oppdaterte elektrotegninger.

Ved utviklingen av klimaskapets nye styresystem og brukergrensesnitt har vi støtt på ulike utfordringer, men vi har håndtert disse på en god måte. Utfordringer knyttet til dokumentasjon og feilmeldinger i det originale systemet var tidskrevende.

Sluttresultatene viser at temperaturreguleringen er stabil på $\pm 2^{\circ}\text{C}$, og blir lite påvirket av fuktigheten. Yttergrensene for temperaturen ble testet til det samme som i det eksisterende systemet. Fuktighetsreguleringen har noe mer avvik enn temperaturreguleringen, og stabiliserer seg på ± 8 prosentpoeng. Dette kommer av en kombinasjon av måleusikkerhet for fuktigheten og systemets påvirkning på hverandre. Yttergrensene til fuktighets reguleringen gjør det mulig å regulere fuktigheten i et område fra 10% til 95%.

Opgaven har vært spennende, og gitt oss kunnskap innenfor flere felt. Vi har lært viktigheten med god planlegging, samarbeid og kreativitet, men selv med en god planlegging kan uventede feil oppstå og påvirke fremdriftsplanen. Som gruppe har vi fått et stort læringsutbytte av prosessen og er godt fornøyd med sluttresultatet.

12 Referanser

- [1] Høgskulen på Vestlandet, «Om Høgskulen på Vestlandet,» 20 02 2021. [Internett]. Available: <https://www.hvl.no/om/>. [Funnet 25 01 2022].
- [2] Engineering ToolBox, «Pt100 Platinum Resistance Thermometer,» 2010. [Internett]. Available: https://www.engineeringtoolbox.com/pt100-electrical-resistance-d_1651.html. [Funnet 24 02 2022].
- [3] J. S. Sohail Mirza, «High-Accuracy Temperature Measurements Call for Platinum Resistance Temperature Detectors (PRTDs) and Precision Delta-Sigma ADCs,» p. 9, 30 09 2011.
- [4] Omega Engineering, Omega Complete Temperature Measurement Handbook And Encyclopedia(Volume 29), Omega Engineering, 2017.
- [5] B. d. H. o. V. Vingelsgaard, «Relativ luftfuktighet (RF),» [Internett]. Available: <https://handbok.samlingsforvaltning.ekultur.org/11-bevaring-og-konservering/relativ-luftfuktighet-rf/>. [Funnet 24 02 2022].
- [6] K. Z. S. Y. a. Y. J. Yongping Huang, «A Method to Measure Humidity Based on Dry-Bulb and Wet-Bulb Temperatures,» *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, nr. 16, pp. 2984-2987, 2013.
- [7] O. Sande, «Simatic S7 1500 and TIA Portal Programming,» p. 106, 14 12 2020.
- [8] Siemens Industry Online Support, «Logging Process Values and Alarms with WinCC (TIA Portal),» 29 07 2019. [Internett]. Available: [https://support.industry.siemens.com/cs/document/109746939/logging-process-values-and-alarms-with-wincc-\(tia-portal\)?dti=0&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/109746939/logging-process-values-and-alarms-with-wincc-(tia-portal)?dti=0&lc=en-WW). [Funnet 01 04 2022].
- [9] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «Veiledning: Rapport fra sluttkontroll,» [Internett]. Available: https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/elsikkerhet-els/5-sikre/elsikkerhet_bolig_sluttkontroll_v5_1_noytral_veiledning.pdf. [Funnet 14 04 2022].
- [10] Siemens Industry Online Support , «Where and when do you need peripheral addressing?,» 25 07 2011. [Internett]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/18325417/where-and-when-do-you-need-peripheral-addressing-?dti=0&lc=en-WW>. [Funnet 14 03 2022].
- [11] Engineering ToolBox, «engineeringtoolbox.com,» 2004. [Internett]. Available: https://www.engineeringtoolbox.com/dry-wet-bulb-dew-point-air-d_682.html. [Funnet 12 04 2022].
- [12] Kuldespesialisten AS, «Hva er et klimaskap, og hvilke bruksområder har det?,» 07 04 2021. [Internett]. Available: <https://kuldespesialisten.no/hva-er-et-klimaskap-og-hvilke-bruksomrader-har-det/>. [Funnet 14 01 2022].

- [13] Engineering ToolBox, «Dry Bulb, Wet Bulb and Dew Point Temperatures,» 2004. [Internett]. Available: https://www.engineeringtoolbox.com/dry-wet-bulb-dew-point-air-d_682.html. [Funnet 22 02 2022].
- [14] E. v. d. Burg, «So How Exactly Does a Psychrometer Work?,» 03 09 2021. [Internett]. Available: <https://sciencebriefss.com/chemistry/so-how-exactly-does-a-psychrometer-work/>. [Funnet 21 02 2022].
- [15] A. Braden, «Software,» 04 18 2022. [Internett]. Available: <https://www.webopedia.com/definitions/software/>. [Funnet 12 05 2022].
- [16] B. C. Baker, *Precision Temperature-Sensing With RTD Circuits*, Microchip, 2008, p. 8.
- [17] S. Sommer, «Pt100 Sensor Explained | Working Principles,» 13 09 2021. [Internett]. Available: <https://realpars.com/pt100/>. [Funnet 14 02 2022].
- [18] Siemens Industry Online Support, «SIMATIC SIMATIC Communication with SIMATIC,» 03 15 2007. [Internett]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/25074283/simatic-simatic-communication-with-simatic?dti=0&lc=en-AF>. [Funnet 03 05 2022].
- [19] Siemens Industry Online Support, «SIMATIC S7-1500, ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL, ET 200pro, ET 200eco PN Analog value processing,» 23 07 2014. [Internett]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/67989094/simatic-s7-1500-et-200mp-et-200sp-et-200al-et-200pro-et-200eco-pn-analog-value-processing?dti=0&lc=en-CL>. [Funnet 05 04 2022].
- [20] Siemens, *6ES7314-6CG03-0AB0*, 2022, p. 11.

Appendiks A Forkortelser og ordforklaringer

| | |
|------------------------|---|
| RF% | Relativ luftfuktighet i prosent |
| Duggpunkt | Ved den temperatur der luften ikke lengre klarer å holde på vann i gassform og begynner å omgjøres til kondens. |
| Prosessverdi | En nåværende verdi, ofte referert til temperatur eller fuktighet |
| Settpunkt | Ønsket-verdi |
| PLS | Programmerbar logisk styring |
| HMI | Operatørpanel (Human Machine Interface) |
| P&ID | Rør- og instrumenteringsdiagram |
| SCL | Programmeringsspråk, strukturert tekst |
| Idle | En periode hvor enheten er aktiv uten å gi pådrag. |
| Pådrag | Beregnet verdi av regulator for å påvirke prosessen til å oppnå en ønsket endring |
| Flankedeteksjon | Fange opp endring firkantkurve |
| CSV | Comma-separated values (filtype) |
| C# - Script | En kode med instruksjoner som utføres i programmeringsspråket C# |
| Dødbånd | Et intervall for grenser, der ingen handling skjer når signalet er innenfor intervallet |

B.1 Risikoliste

| Risikovurdering | | Sannsynlighet | | | | |
|-----------------|-------------|---------------|-----|---------|-----|-----------|
| | | Svært lav | Lav | Moderat | Høy | Svært høy |
| Konsekvens | Svært stor | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | Stor | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | Moderat | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Liten | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Svært liten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| Risikoer | | Mulige tiltak | | | |
|----------|---|---------------|---------------|-------------|--|
| | | Konsekvens | Sannsynlighet | Risiko-nivå | Mulige tiltak |
| 1 | Karantene grunnet koronasmitte. | Moderat | Høy | 6 | Arbeidet hjemmefra med rapportarbeid. |
| 2 | Uenigheter eller splittelser innad i gruppen. | Moderat | Svært liten | 3 | Jevn arbeidsfordeling og gode samtaler innad i gruppen. |
| 3 | Feilkjøring og/eller utsette komponenter for feile spenningsnivåer. | Svært stor | Lav | 6 | Utarbeide en god testprosedyre. |
| 4 | Bestilling av feil utstyr og materiale med tanke på leveringstid. | Stor | Moderat | 6 | Dobbelt sjekking av bestillingsliste innad i gruppe, samt med veileder. |
| 5 | Feilkoding | Moderat | Moderat | 5 | Regelmessig testkjøring av program blokkene. |
| 6 | Tap av filer og/eller programkode. | Stor | Lav | 5 | Sikkerhetskopiering på egen datamaskin og lagring på github/google docs. |
| 7 | Skade på komponenter og utstyr under montasje. | Stor | Lav | 5 | Montere komponenter og utstyr etter anvisning. |

Appendiks C Komponentliste

| Navn | Antall | Produsent | Produsent.nr | Total pris |
|---|--------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Rele | 10 | Omron | G2R-2-SNDI24VDC(S) | 1400 |
| Rele socket | 10 | Omron | P2RFZ-08-E | 1000 |
| Sikring, 2P, 4A | 2 | Lovato | P1MB2PC04 | 720 |
| Sikring, 2P, 6A | 1 | Eaton xEffect | 239100 FAZ6-C6/2 | 712 |
| Sikring, 2P, 10A | 1 | Lovato | P1MB2PC10 | 315 |
| Sikring, 2P, 6A | 1 | Lovato | P1MB2PC06 | 360 |
| Rekkeklemme merking 1-45 | 5 | Wago | 793-5566 | 160 |
| Rekkeklemme jumper | 5 | Wago | MPN 2002-410 | 360 |
| Jord Rekkeklemme | 10 | Wago | 2002-1307 | 350 |
| Singal omformer pt100 | 2 | LKMelectronic | LKM 104/4 | 1878 |
| Kontaktor | 3 | Schneider Electric | LP1SK0600BD | 879 |
| Vannpumpe | 1 | Biltema | 58-639 | - |
| SIMATIC S7-300 | 1 | Siemens | CPU314C-2 DP | - |
| SITOP power 5 | 1 | Siemens | 6EP1333-1SL11 | - |
| H07V-K 1.5mm ² Red 450/750V | 20m | RND Cable | RND 475-00125 | 106 |
| H05V-K 0.75mm ² white 450/750V | 20m | RND Cable | RND 475-00102 | 60 |
| H05V-K 0.75mm ² Gray 450/750V | 20m | RND Cable | RND 475-00098 | 60 |
| H05V-K 0.75mm ² Blue 450/750V | 20m | RND Cable | RND 475-00097 | 60 |
| Rele | 10 | Omron | G2R-2-SNDI 24VDC(S) | 1400 |
| | | | | Total: 8420kr |

13 Vedlegg

Vedlegg 1 – Brukermanual

Vedlegg 2 – Datablad

Vedlegg 3 – Elektro tegninger

Vedlegg 4 – Dokumentert kildekode i binær fil

Vedlegg 5 – Dokumentert kildekode i tekst fil

Vedlegg 6 – Kjølssystem (*hentet fra original dokumentasjon*)

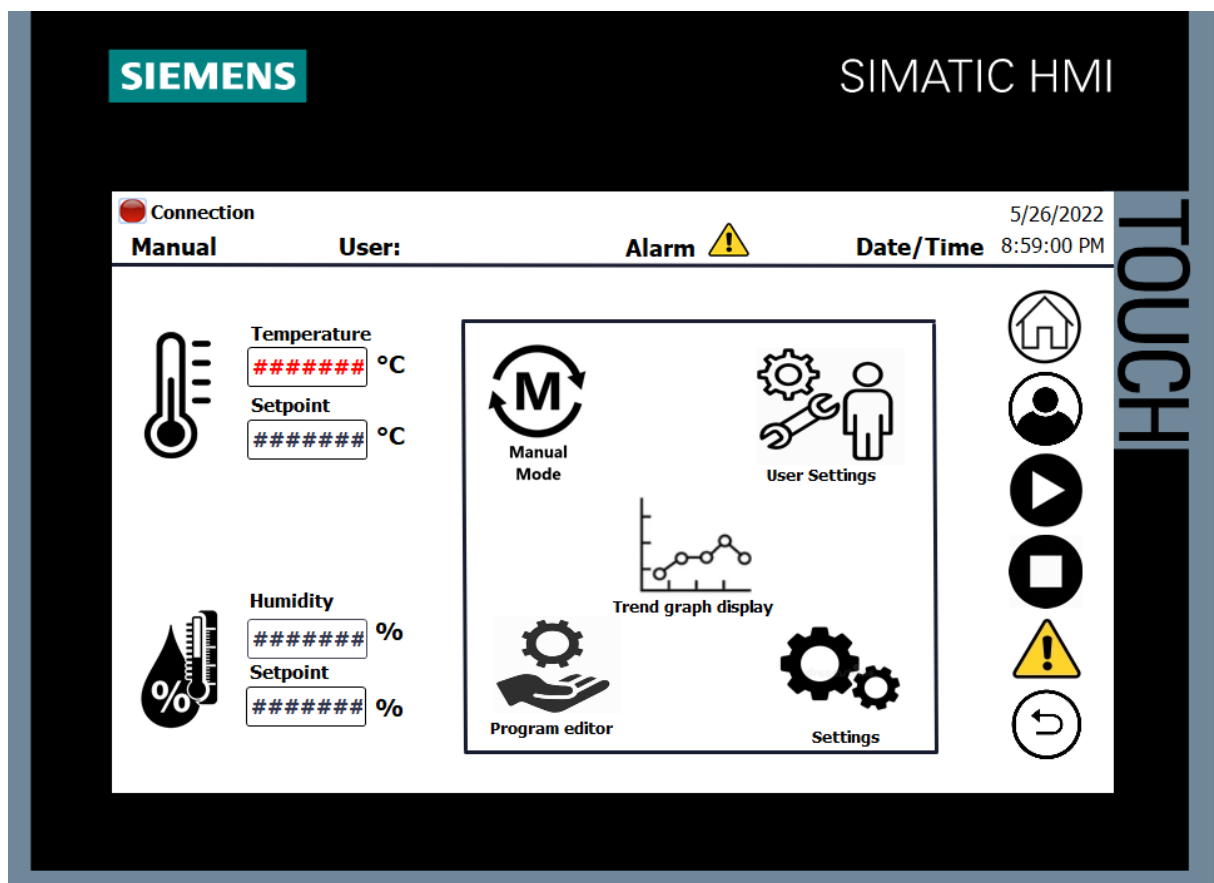
Vedlegg 7 – Konverteringsprogram for loggfil

Vedlegg 8 – EXPO plakat



Brukermanual

Panel TP700 Comfort



Innholdsfortegnelse

| | | |
|------|---|----|
| 1. | Beskrivelse av testsystem..... | 2 |
| 1.2 | Oppsett..... | 3 |
| 1.3 | Ytterlige grenser for fuktighetsregulering..... | 4 |
| 2 | Begrensning temperatur | 5 |
| 2.1 | Stille inn temperatur begrensingen..... | 5 |
| 3 | Oppstart..... | 6 |
| 4 | Grunnleggende meny | 7 |
| 5 | Navigeringslinje | 8 |
| 6 | Modus..... | 9 |
| 6.1 | Manuell modus..... | 9 |
| 6.2 | Auto modus | 10 |
| 7 | Program redigering..... | 11 |
| 8 | Brukerinnstillinger | 13 |
| 8.1 | Opprette ny bruker..... | 14 |
| 8.2 | Endre brukernavn eller passord | 15 |
| 9 | Graf visning..... | 16 |
| 9.1 | Logging av verdier | 17 |
| 9.2 | Loggede verdier på Excel-ark | 19 |
| 9.3 | Endre oppsett på Excel-ark..... | 20 |
| 9.4 | Oppsett i Excel-ark ved bruk av program | 21 |
| 9.5 | Endre standard innstillinger ved logg..... | 22 |
| 10 | Ytterligere Innstillinger | 24 |
| 10.1 | Bestem lysstyrke..... | 25 |
| 11 | Alarmer..... | 26 |
| 11.1 | Skjema for feilmeldinger | 27 |

1. Beskrivelse av testsystem

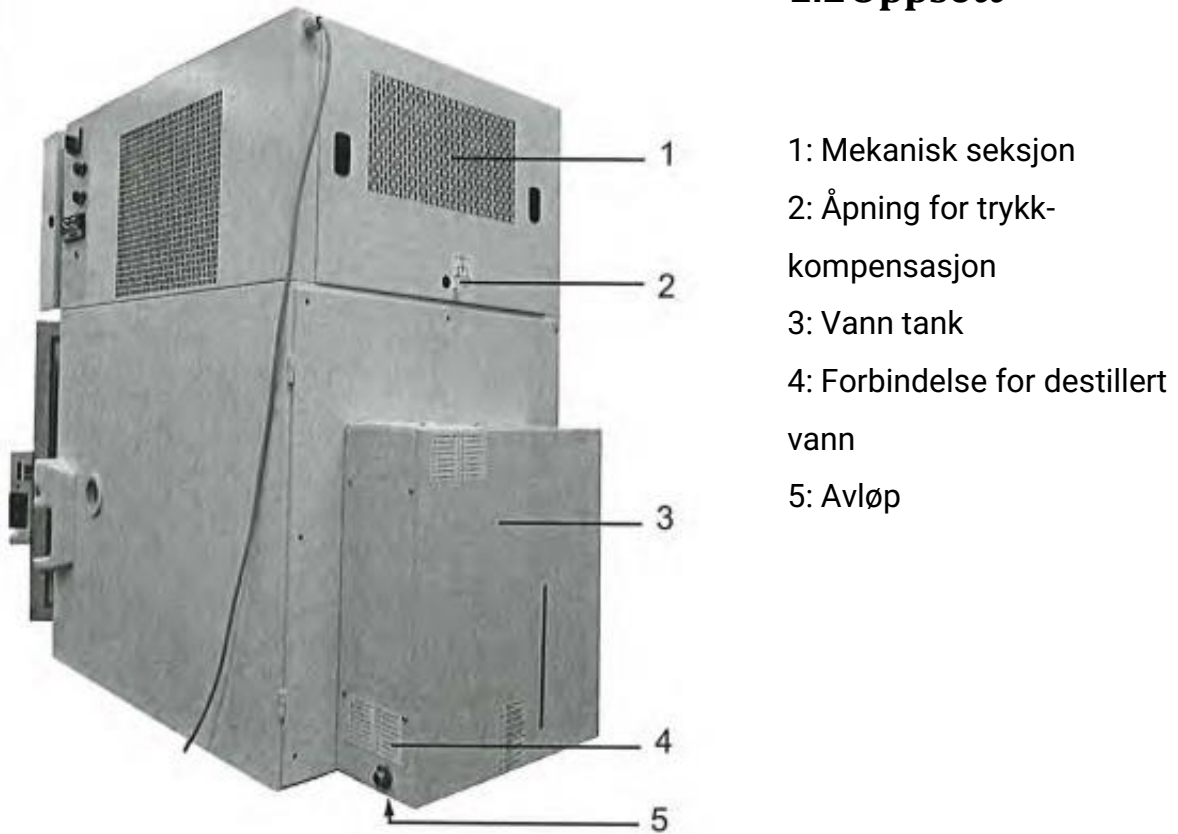


Figur 1 Framside på testsystem

Bilde lånt fra Vötsch industrietechnik Operating Instructions

- 1: Elektrisk rom
- 2: Kontrollpanel
- 3: Test dør
- 4: Test plass
- 5: Vanntank
- 6: Inngangsport
- 7: Mekanisk seksjon
- 8: Panel for hovedbryter

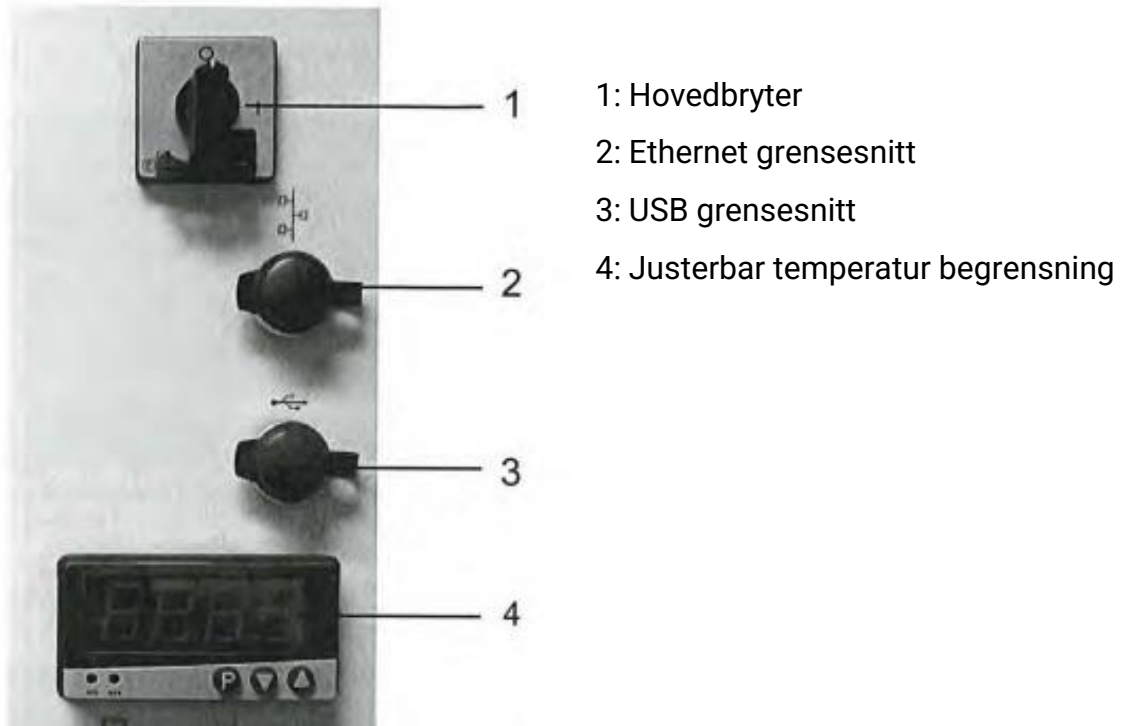
1.2 Oppsett



- 1: Mekanisk seksjon
- 2: Åpning for trykk-kompensasjon
- 3: Vann tank
- 4: Forbindelse for destillert vann
- 5: Avløp

Figur 2 Bakside på testsystem

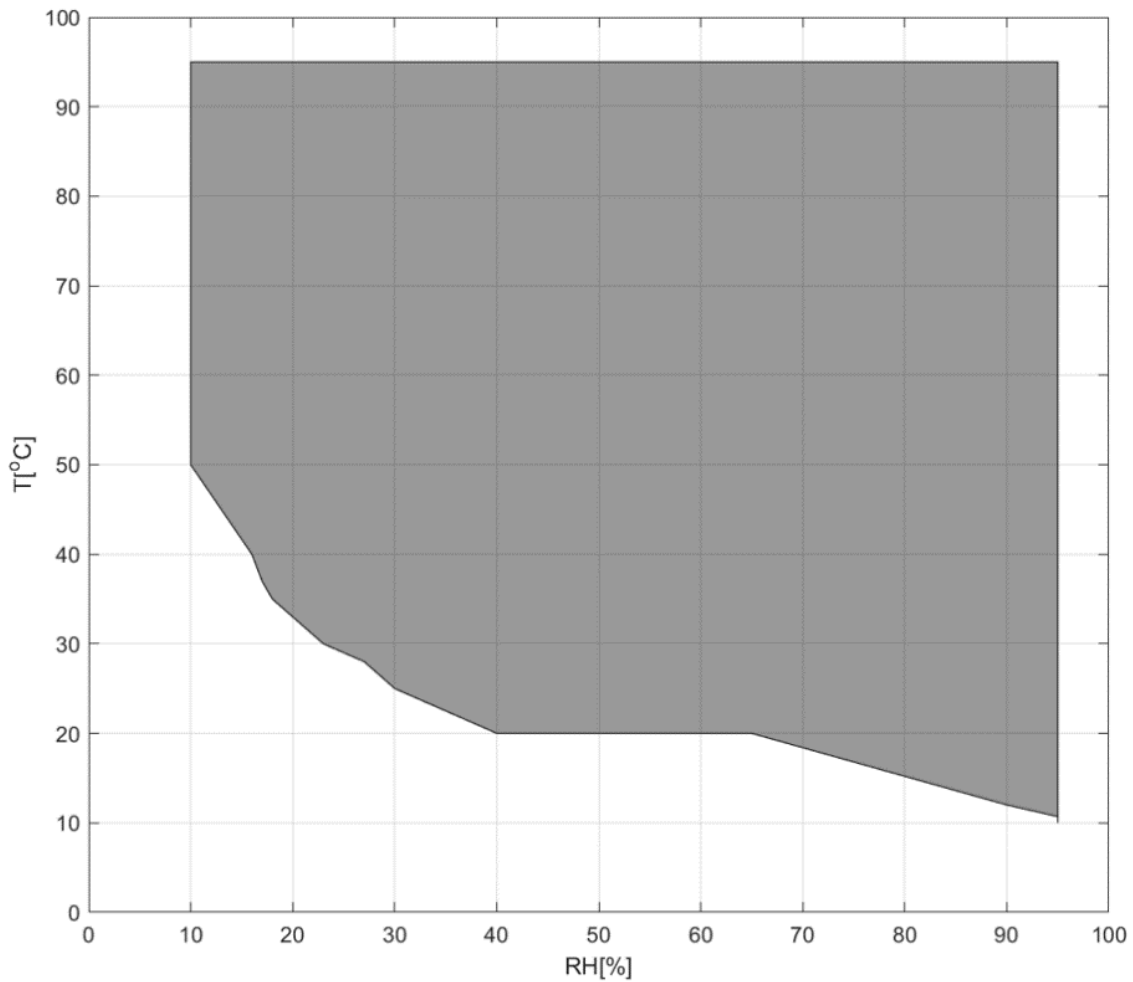
Bilde lånt fra Vötsch industrietechnik Operating Instructions



- 1: Hovedbryter
- 2: Ethernet grensesnitt
- 3: USB grensesnitt
- 4: Justerbar temperatur begrensnig

Figur 3 Panel for hovedbryter

1.3 Ytterlige grenser for fuktighetsregulering



Figur 4 Ytterlige grenser for fuktighetsregulering

RH [%] : Relativ fuktighet

T [°C] : Temperatur

Temperaturområde for fuktighetsregulering: 10 °C - 95 °C

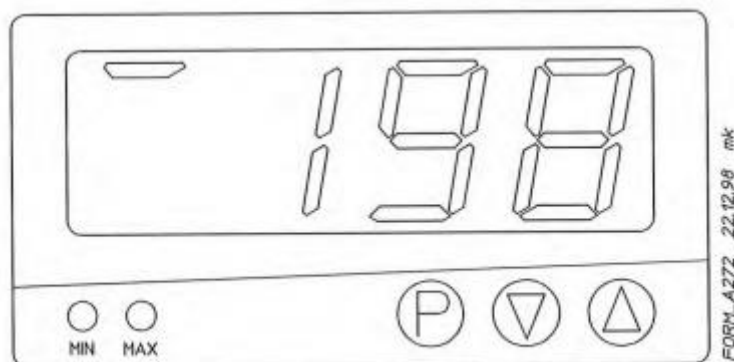
Fuktighetsområde: 10% - 95%



Notat:

Ved temperaturer over 95 °C vil fuktighetsreguleringen slå seg av.

2 Begrensning temperatur










Figur 5 Enhet for temperaturbegrensning i skapet

Bilde lånt fra Vötsch industrietechnik Operating Instructions








Ved panelet for hovedbryter befinner det seg en enhet, som bruker manuelt kan stille inn temperatur begrensingen for skapet. Når systemet går over temperatur begrensingen, vil ikke skapet regulere fuktighet eller temperatur.

2.1 Stille inn temperatur begrensingen

Maksimum temperatur begrensing:

1. Hold inne  til «AH» vises på skjermen, slipp så .
2. Trykk  og  samtidig i mere enn 3 sekunder til «AH» vises.
3. Still inn ønsket temperatur ved å trykke på  .
4. Lagre ved å holde  i 3 sekunder.

Minimums temperatur begrensing:

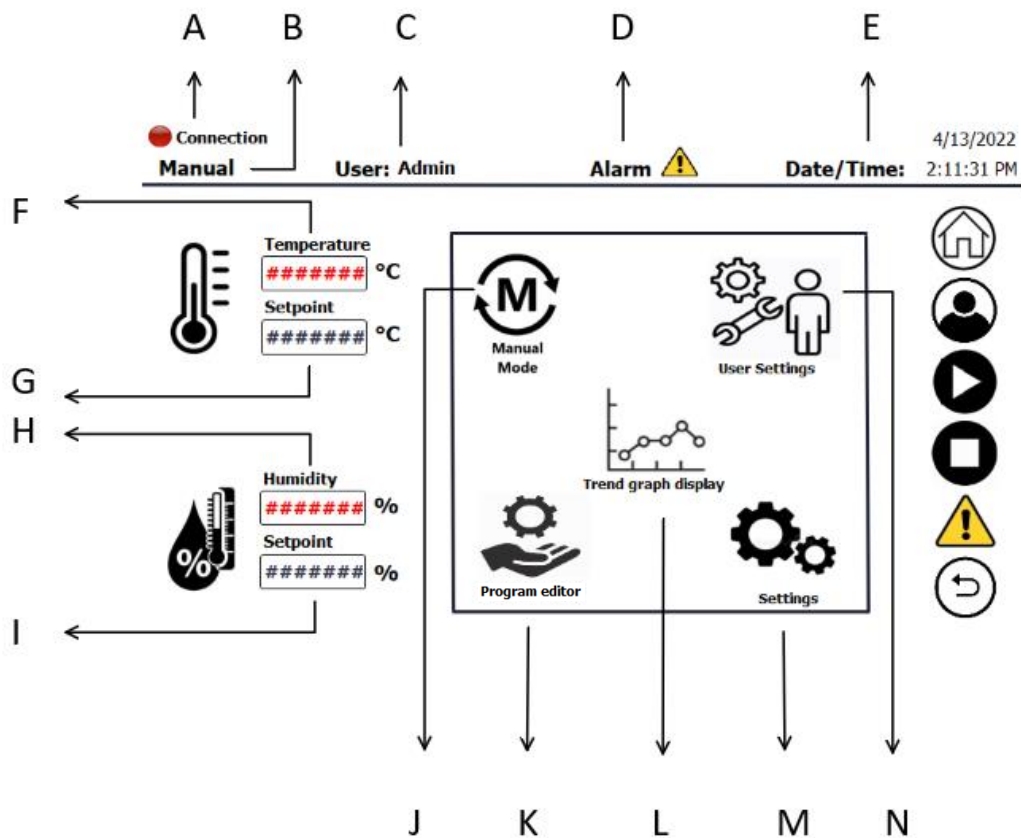
1. Hold inne  til «AH» vises på skjermen, slipp så .
2. Trykk  og  samtidig i mere enn 3 sekunder til «AL» vises..
3. Still inn ønsket temperatur ved å trykke på  .
4. Lagre ved å holde  i 3 sekunder.

3 Oppstart

Sørg for at følgende forutsetninger er møtt før oppstart:

- Er vanntanken fylt med rent destillert vann?
- Har tekstilsokken blitt fjernet for tester over 95°C?
- Er testmateriale egnet for den planlagte testen?
- Har minnepinnen blitt satt inn før oppstart?
- Har støpslene for skap og fuktpumpe blitt satt i stikkontakt?
- Er alle sikringer slått på?
- Har temperatur begrensningen blitt satt til korrekt?
- Er alle inngangsporter lukket?
- Er vedlikeholdsarbeidet utført?

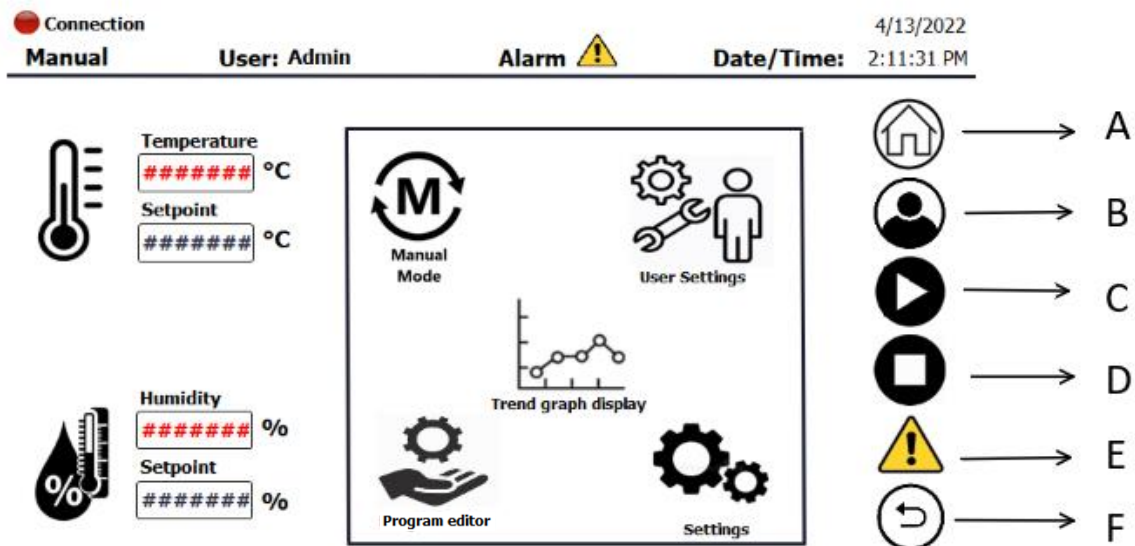
4 Grunnleggende meny



Figur 6 Grunnleggende meny

- A: Status for PLS forbindelse
- B: Drifts modus
- C: Innlogget bruker
- D: Alarm
- E: Dato/Tid
- F: Målt temperatur
- G: Ønsket temperatur
- H: Målt fuktighet
- I: Ønsket fuktighet
- J: Endring av drifts modus (s. 9)
- K: Program redigering (s. 11)
- L: Graf visning (s. 16)
- M: Ytterligere innstillinger (s. 24)
- N: Bruker innstillinger (s. 13)

5 Navigeringslinje



Figur 7 Navigeringslinje

A: Returner til grunnleggende meny (s. 7)

B: Gå til brukerinnstillinger (s. 13)

C: Start/Pause program

D: Stopp program

E: Gå til alarmside (s. 26)

F: Returner til forrige side



Notat:

Unngå å trykke raskt gjentatte ganger på Start-, Pause- og Stopp-knapp. Variablene oppdateres innen kort tid.



Notat:

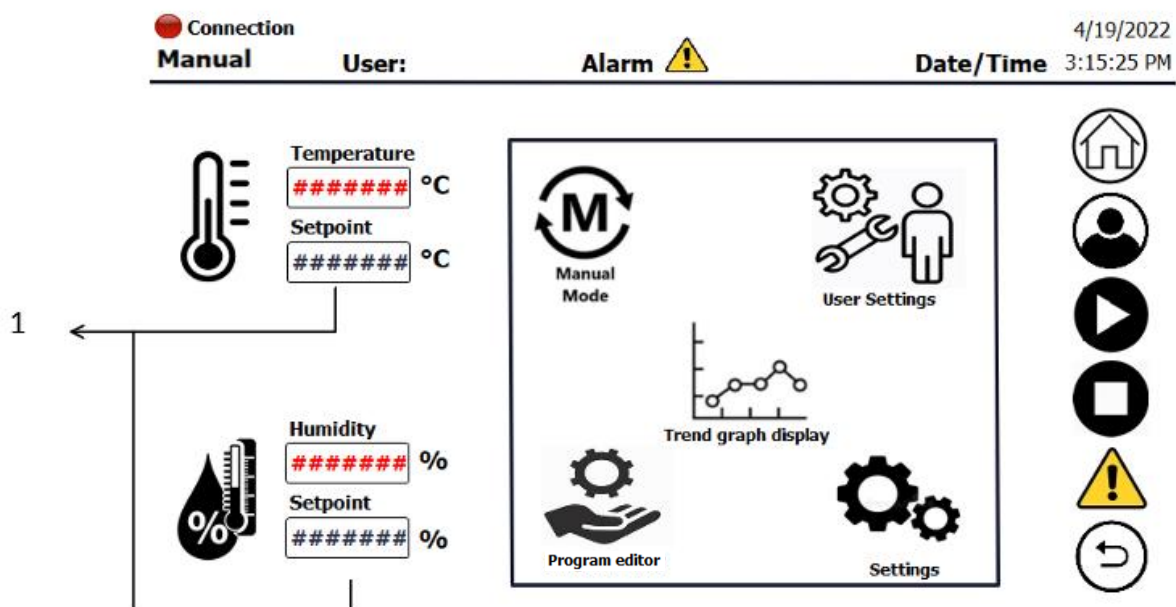
Når stopp program er aktivert, vil ikke bruker kunne starte program før stopp er deaktivert.

6 Modus

Både manuell og auto modus må være i aktiv modus dersom systemet skal oppdatere settpunktene.

Fuktighetsreguleringen kan deaktiveres ved å sette ønsket fuktighet til -1.

6.1 Manuell modus



Figur 8 Manuell modus

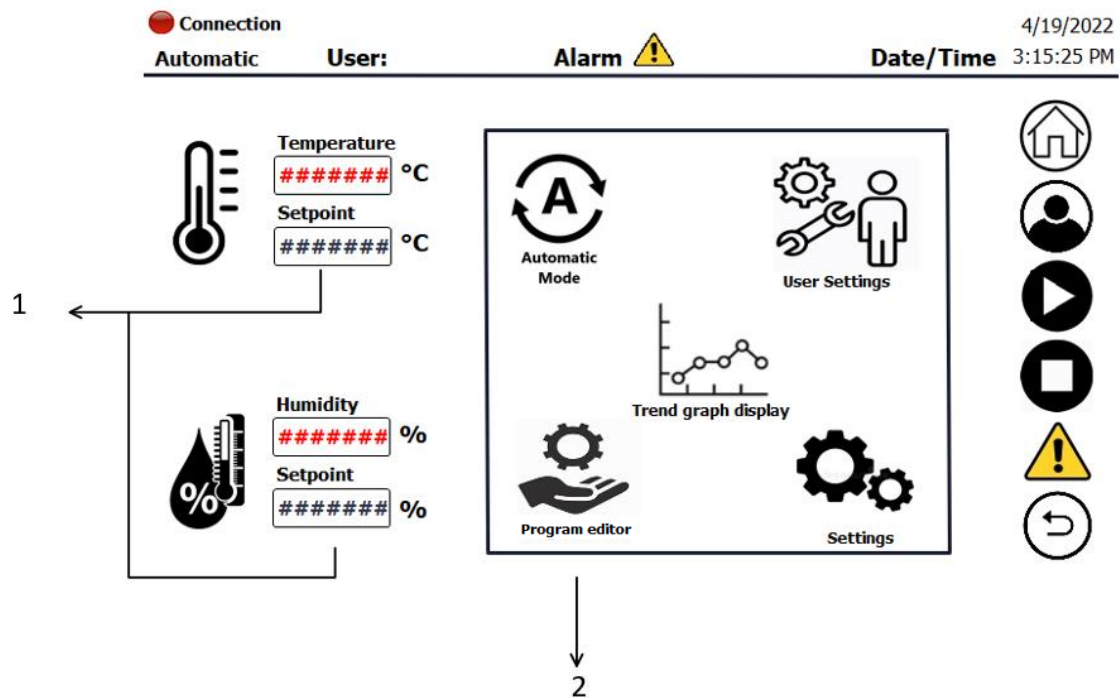
1. Ved manuell modus settes ønsket settpunkt.



Notat:

I Manuell modus kan bruker endre verdier mens systemet er i aktiv modus.

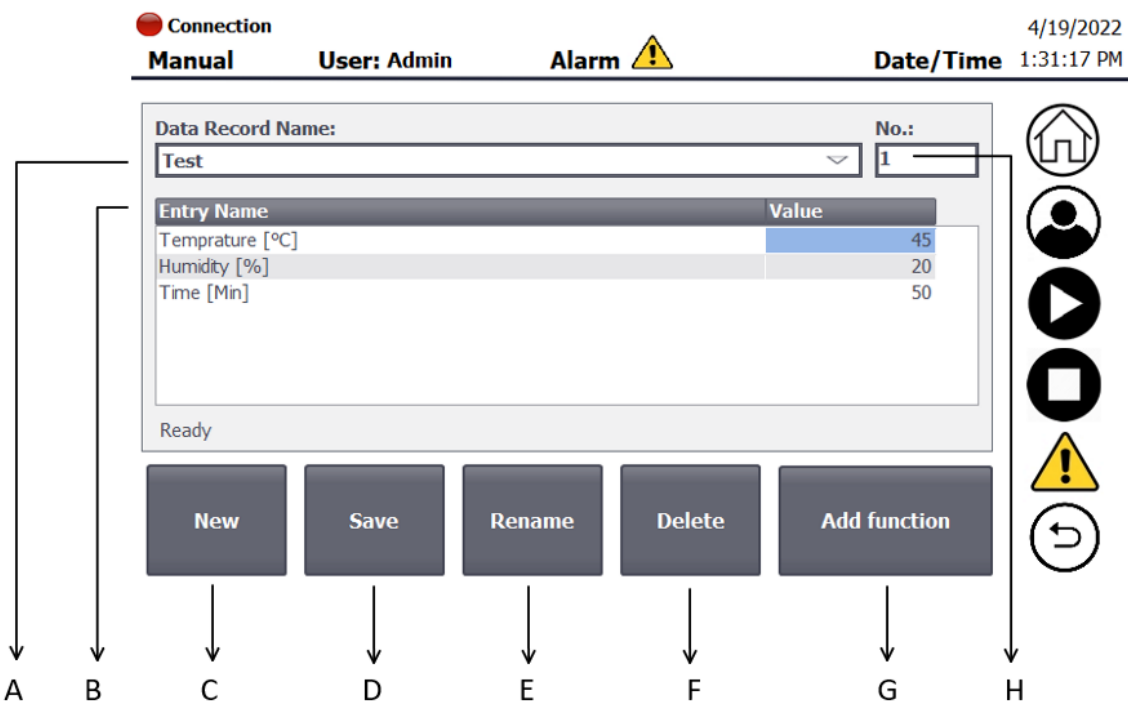
6.2 Auto modus



Figur 9 Auto modus

1. Ved auto modus vil bruker ikke kunne sette settpunkt i grunnleggende meny. De vil kun vise de ønskede verdiene.
2. For å bestemme settpunkt i auto modus, må bruker trykke seg inn på program redigering og deretter velge funksjonen som skal kjøre (s. 11).

7 Program redigering



Figur 10 Program redigering

- A: Funksjonsnavn
- B: Funksjonsverdier
- C: Ny funksjon
- D: Lagre funksjon
- E: Endre funksjonsnavn
- F: Slett funksjon
- G: Legg til funksjon
- H: Funksjons nummer

Start-knapp vises når programmet er i pause/stopp. Pause-knapp vises når programmet kjører.

**Notat:**

Ved kjøring av program må systemet være i auto modus. Dersom modus blir endret når et program kjører, vil systemet ikke bruke de oppdaterte settpunktene før programmet er ferdig utført.

For å kjøre et program:

1. Velg funksjon/Lag ny funksjon
2. Trykk «save»
3. Trykk «Add function»
4. Trykk start-knapp på navigeringslinjen

Når et program kjører, vil man ikke kunne endre verdier før programmet er ferdig eller stopp-knapp aktiveres.

For å stoppe et program:

1. Trykk stopp-knapp på navigeringslinjen

Ved stopp vil programmet nullstille alle funksjoner. Dermed må man legge til en ny funksjon.

For å pause et program:

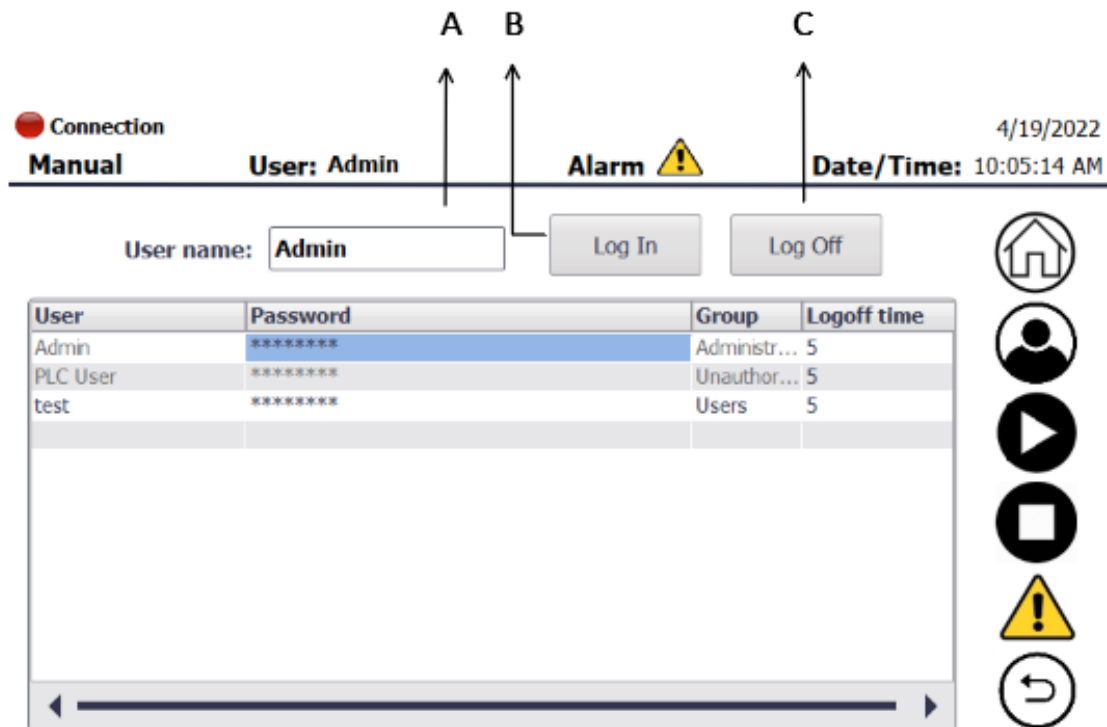
1. Trykk på pause-knapp på navigeringslinjen
(denne dukker opp når programmet startes)

Ved pause vil programmet settes på pause. Når start aktiveres, vil programmet fortsette der det ble avbrutt.

**Notat:**

Alle tidligere lagrede funksjoner kan slettes under ytterligere innstillinger (s. 24)

8 Brukerinnstillinger



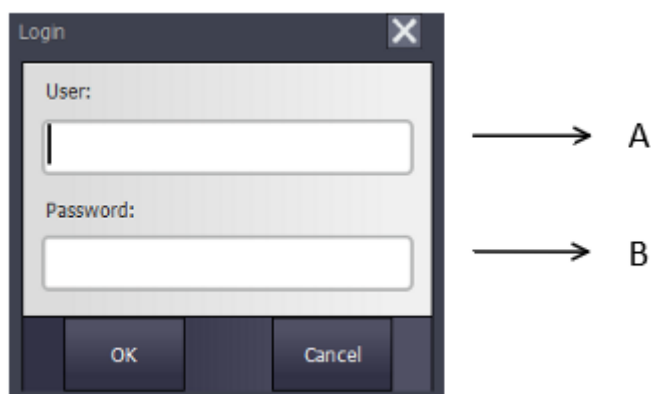
Figur 11 Brukerinnstillinger

A: Innlogget bruker

B: Logg inn

C: Logg ut

Ved «logg inn» vil følgende vises:

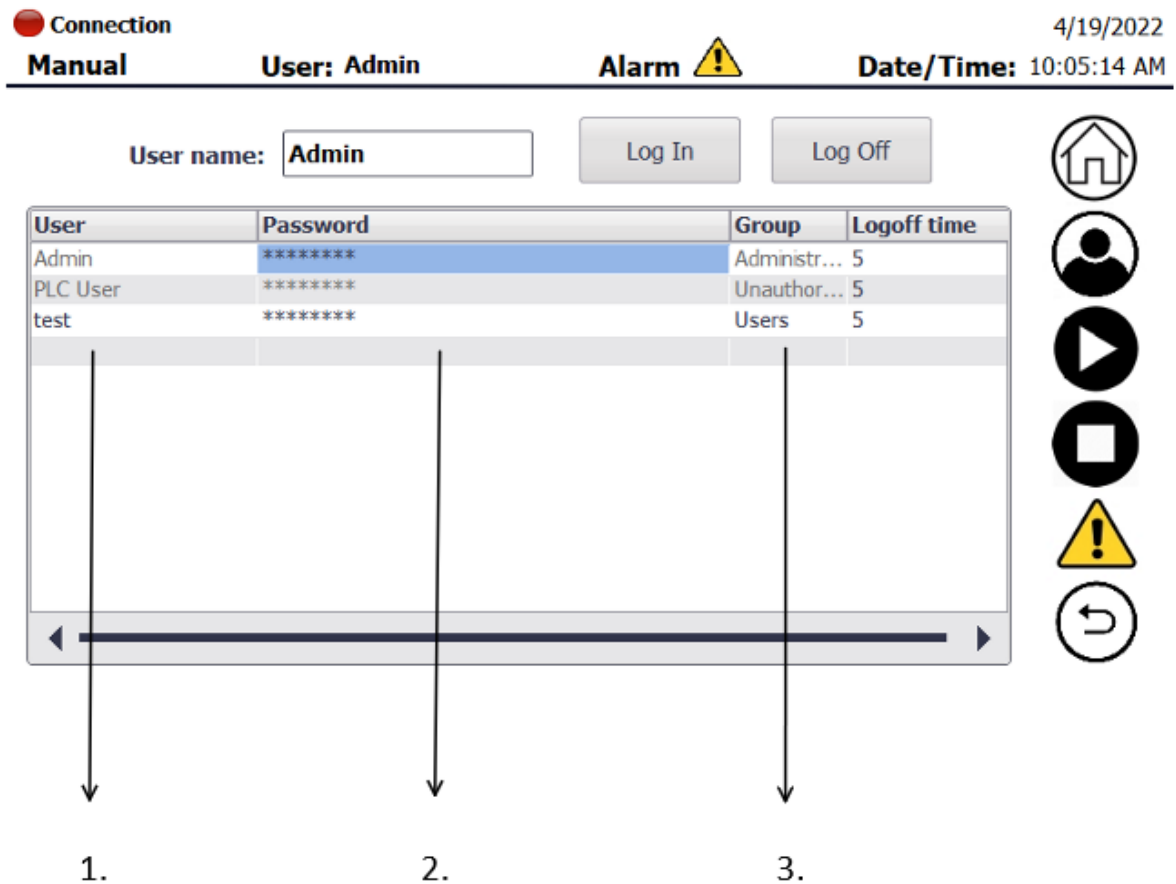


Figur 12 Innloggings vindu

A: Brukernavn

B: Passord tilhørende bruker

8.1 Opprette ny bruker



The screenshot shows a user management interface. At the top, there is a status bar with 'Connection' (red dot), 'Manual', 'User: Admin', 'Alarm' (yellow warning icon), and 'Date/Time: 10:05:14 AM' (with '4/19/2022' above it). Below this is a 'User name: Admin' input field, 'Log In' and 'Log Off' buttons, and a vertical stack of icons: Home, User, Play, Stop, Alarm, and Refresh. The main area contains a table with columns 'User', 'Password', 'Group', and 'Logoff time'. The table has three rows: 'Admin' (Group: Administr..., Logoff time: 5), 'PLC User' (Group: Unauthor..., Logoff time: 5), and 'test' (Group: Users, Logoff time: 5). Below the table, three arrows point to the first, second, and third columns, labeled '1.', '2.', and '3.' respectively.

| User | Password | Group | Logoff time |
|----------|----------|--------------|-------------|
| Admin | ***** | Administr... | 5 |
| PLC User | ***** | Unauthor... | 5 |
| test | ***** | Users | 5 |

Figur 13 Opprette ny bruker

For å opprette ny bruker må en administrator være logget inn.

Følg de tre stegene for å opprette ny bruker.


1. Dobbeltrykk på tomt felt under Bruker-kolonnen. Bestem brukernavn
2. Bestem passord ved å trykke på neste tomme feltet under passord-kolonnen.
3. Bestem brukergruppe ved å trykke på gruppe-kolonnen. Administratorgruppen har tilgang til å lage nye brukere, mens uautorisert- og bruker-gruppen ikke har tilgang.



Notat:

Dersom brukertallet er partall, vil nederste rekke være helt hvit. Stegene for å opprette ny bruker er her de samme.


8.2 Endre brukernavn eller passord

● Connection 4/19/2022
Manual **User: Admin** **Alarm**  **Date/Time:** 10:05:14 AM

User name:

| User | Password | Group | Logoff time |
|----------|----------|--------------|-------------|
| Admin | ***** | Administr... | 5 |
| PLC User | ***** | Unauthor... | 5 |
| test | ***** | Users | 5 |

A B



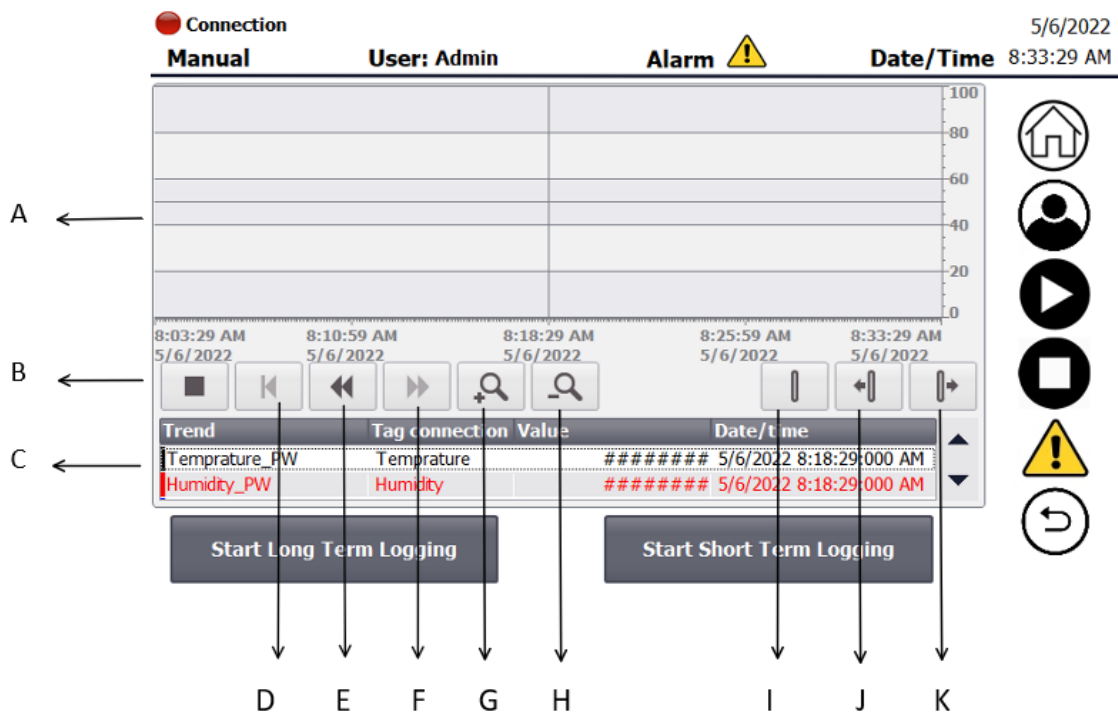
Figur 14 Endre brukernavn eller passord

A: Endre brukernavn

B: Endre passord

For å endre brukernavn eller passord, må brukeren eller en administrator være innlogget. Trykk så på felt som ønskes å endres.

9 Graf visning



Figur 15 Graf visning

- A: Graf visning
- B: Stopp graf
- C: Målte/Ønskede verdier
- D: Tilbakestill X-akse til nåtid
- E: Flytt X-akse bakover
- F: Flytt X-akse fremover
- G: Zoom inn
- H: Zoom ut
- I: Aktiver/deaktiver avlesnings linje
- J: Flytt avlesningslinje til venstre
- K: Flytt avlesningslinje til høyre

Ved deaktivering av avlesningslinje vil verdier fra sanntid vises.

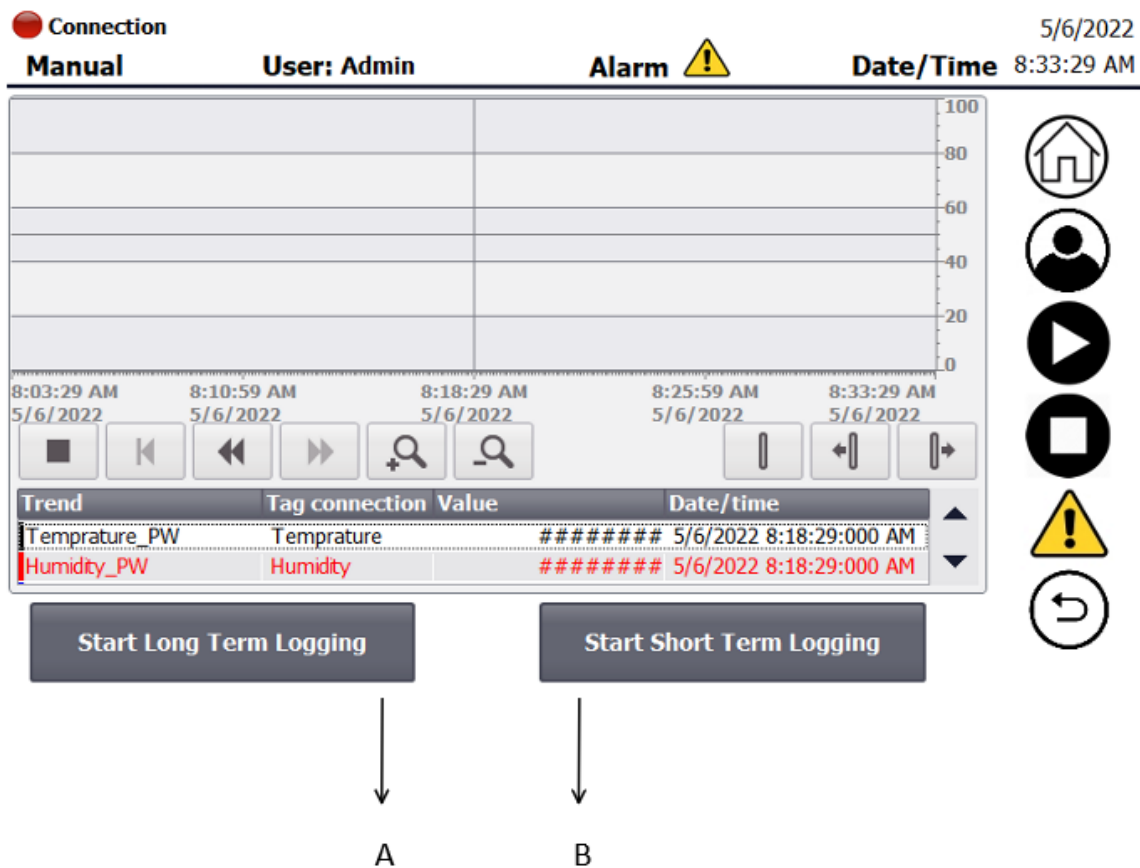
Verdier som illustreres på grafen

- Målt temperatur (Temperature SP)
- Målt Fuktighet (Humidity SP)
- Ønsket temperatur (Temperature SP)
- Ønsket Fuktighet (Humidity SP)

Farge på graf:



9.1 Logging av verdier



Figur 16 Logging av verdier

A: Start/Pause langtidslogging

B: Start/Pause korttidslogging

Pause logging vil ikke slette tidligere logg, men fortsetter på tidligere logg.

Ved restart vil tidligere logg slettes.

Dersom antallet overstiger 500 000 samplinger, vil tidligere loggede verdier overskrives.



Notat:

Under ytterligere innstillinger kan bruker manuelt slette tidligere logg (s. 24).



Notat:

HMI program må startes med USB i for at den skal finne den ved logging. Om USB-en er plugget inn med programmet kjørende kan man gå inn på settings, trykke "på stopp HMI program" for så å starte programmet igjen.

Minnepenne innsettes på høyre side av Klimaskapet før hovedbryter slås på. Vist på bilde.

På minnepennen vil man få to Excel-ark kalt «Data_log_ShortTerm0» og «Data_log_LongTerm0» med loggede verdier.

Samplingstid på korttidslogging er på 1 sekund som tilsvarer at systemet kan gå i 1 dag. Langtidslogging er på 10 sekund og kan kjøre i 11.5 dager.



Figur 17 Panel for hovedbryter

9.2 Loggede verdier på Excel-ark

| | A | B | C | D | E | |
|-----|---------------------|---------------------|------------------|----------|-------------|-------------|
| 1 | VarName | TimeString | VarValue | Validity | Time_ms | |
| F ← | 2 | Temperature | 06.05.2022 08:14 | 23,66667 | 1 | 44687343106 |
| G ← | 3 | Humidity | 06.05.2022 08:14 | 98,52528 | 1 | 44687343106 |
| H ← | 4 | SP_Temperature | 06.05.2022 08:14 | 50 | 1 | 44687343106 |
| I ← | 5 | SP_Humidity | 06.05.2022 08:14 | 70 | 1 | 44687343106 |
| J ← | 6 | Wetbulb_Temperature | 06.05.2022 08:14 | 23,49537 | 1 | 44687343106 |
| 7 | Temperature | 06.05.2022 08:14 | 23,66667 | 1 | 44687343129 | |
| 8 | Humidity | 06.05.2022 08:14 | 98,5295 | 1 | 44687343129 | |
| 9 | SP_Temperature | 06.05.2022 08:14 | 50 | 1 | 44687343129 | |
| 10 | SP_Humidity | 06.05.2022 08:14 | 70 | 1 | 44687343129 | |
| 11 | Wetbulb_Temperature | 06.05.2022 08:14 | 23,49537 | 1 | 44687343129 | |

Figur 18 Loggede verdier før konvertering

A: Variabel navn på loggede verdier

B: Dato og klokkeslett for loggede verdier

C: Logget verdi

D: Kontrollsjekk av skanning (1 = vellykket)

E: Unix timestamp

F: Målt temperatur

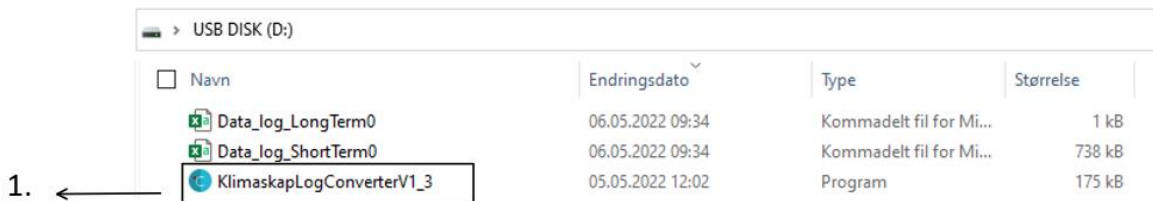
E: Målt fuktighet

H: Ønsket Temperatur

I: Ønsket Fuktighet

J: Målt temperatur på våtprære

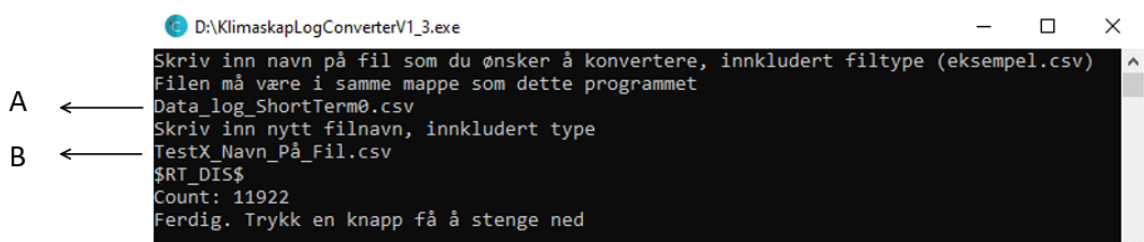
9.3 Endre oppsett på Excel-ark



Figur 19 Program for konvertering i filmappe

1. Åpne program

Program som da vises:



Figur 20 Program for konvertering

A: Filnavn på fil som skal endres

B: Nytt filnavn

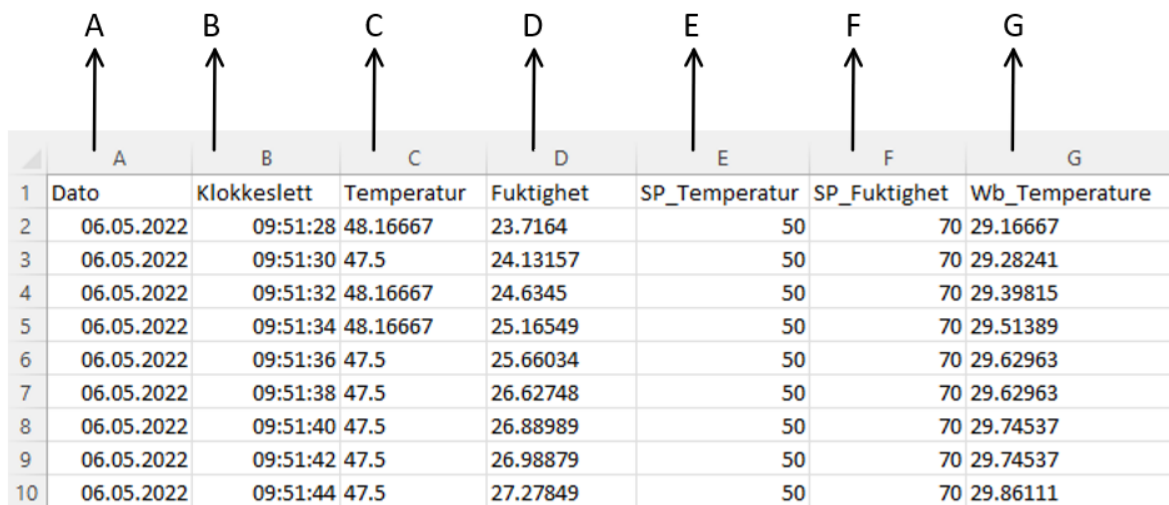
Fil som skal endres kan ikke være åpen for at programmet skal fungere.

Notat:



Dersom det ikke blir skrevet «.csv» bak filnavn, vil ikke programmet finne filen, eller lagre den. Feilmelding kommer opp.

9.4 Oppsett i Excel-ark ved bruk av program



| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|------------|-------------|------------|-----------|---------------|--------------|----------------|
| 1 | Dato | Klokkeslett | Temperatur | Fuktighet | SP_Temperatur | SP_Fuktighet | Wb_Temperature |
| 2 | 06.05.2022 | 09:51:28 | 48.16667 | 23.7164 | 50 | 70 | 29.16667 |
| 3 | 06.05.2022 | 09:51:30 | 47.5 | 24.13157 | 50 | 70 | 29.28241 |
| 4 | 06.05.2022 | 09:51:32 | 48.16667 | 24.6345 | 50 | 70 | 29.39815 |
| 5 | 06.05.2022 | 09:51:34 | 48.16667 | 25.16549 | 50 | 70 | 29.51389 |
| 6 | 06.05.2022 | 09:51:36 | 47.5 | 25.66034 | 50 | 70 | 29.62963 |
| 7 | 06.05.2022 | 09:51:38 | 47.5 | 26.62748 | 50 | 70 | 29.62963 |
| 8 | 06.05.2022 | 09:51:40 | 47.5 | 26.88989 | 50 | 70 | 29.74537 |
| 9 | 06.05.2022 | 09:51:42 | 47.5 | 26.98879 | 50 | 70 | 29.74537 |
| 10 | 06.05.2022 | 09:51:44 | 47.5 | 27.27849 | 50 | 70 | 29.86111 |

Figur 21 Loggede verdier etter konvertering

A: Dato

B: Klokkeslett

C: Målt temperatur

D: Målt fuktighet

E: Ønsket Temperatur

F: Ønsket Fuktighet

G: Målt temperatur på våtpære

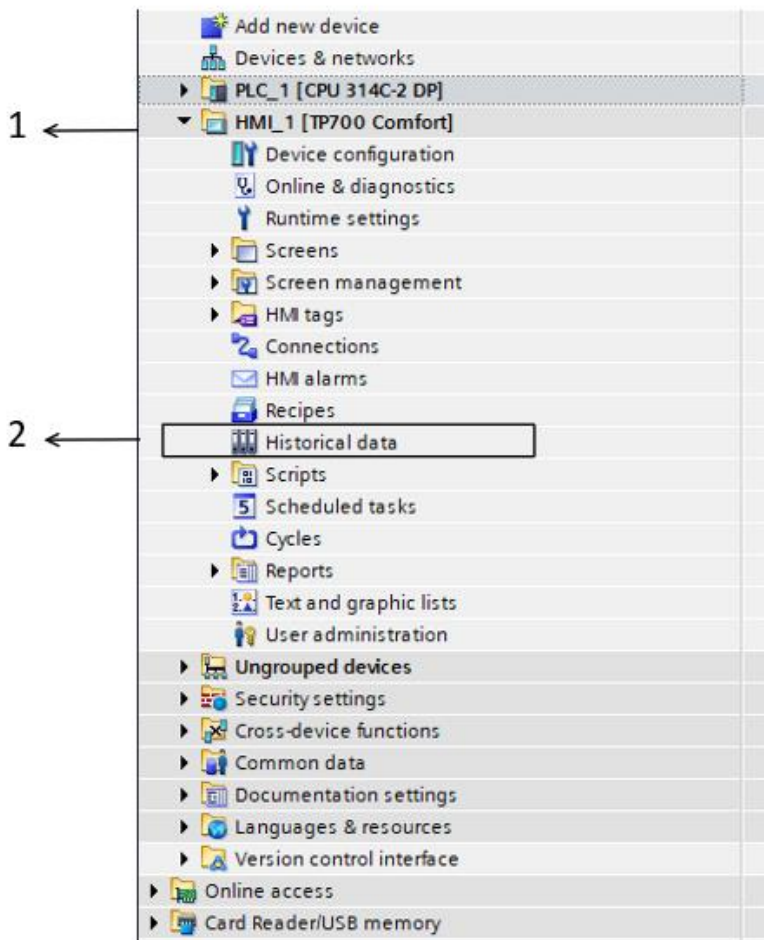
9.5 Endre standard innstillinger ved logg



Notat:

Endring av standard innstillinger for logg kan ikke endres på HMI. Bruker må laste ned Tia Portal og åpne programkode for klimaskapet.

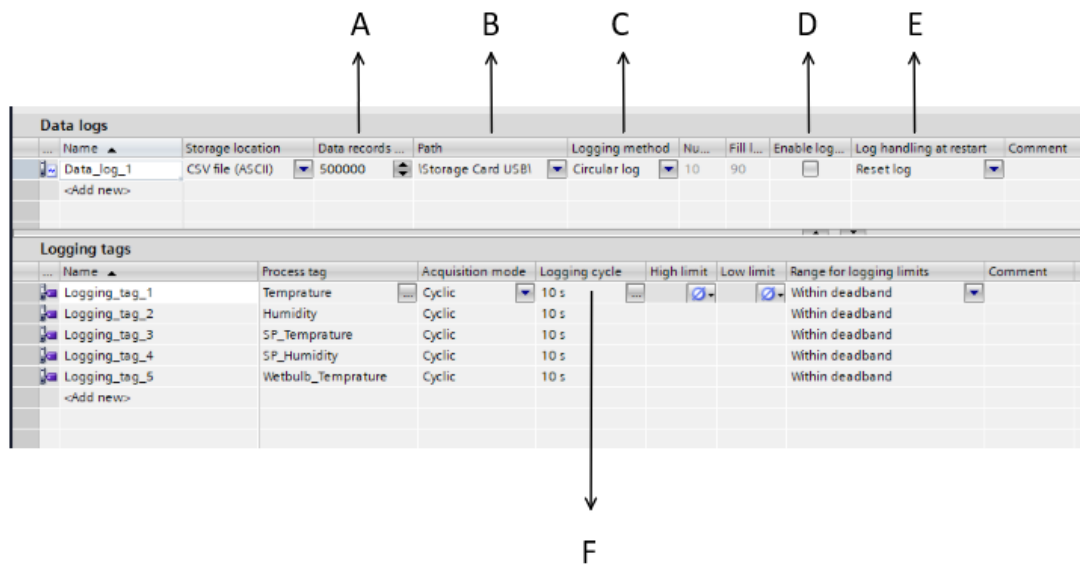
For å åpne logginnstillinger:



Figur 22 Illustrerer hvor Historical data ligger i Tia Portal

1. Trykk på pil ved HMI panel
2. Dobbelttrykk på «Historical data»

Følgende vil da vises:

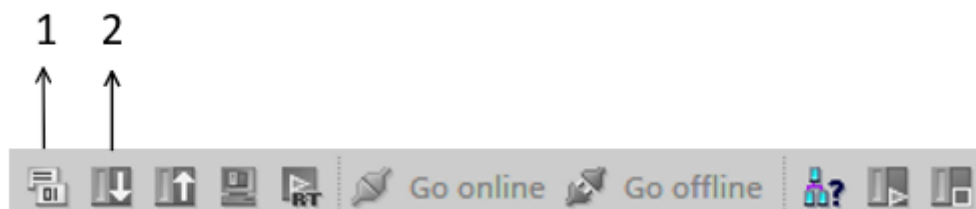


Figur 23 Historical data i Tia Portal

- A: Antall samplinger
- B: Utgangssti
- C: Loggemetode
- D: Start logging ved oppstart
- E: Logghåndtering ved restart
- F: Logge syklus

Endre ønsket innstilling ved å trykke på en av kolonnene. Lagre så programmet.

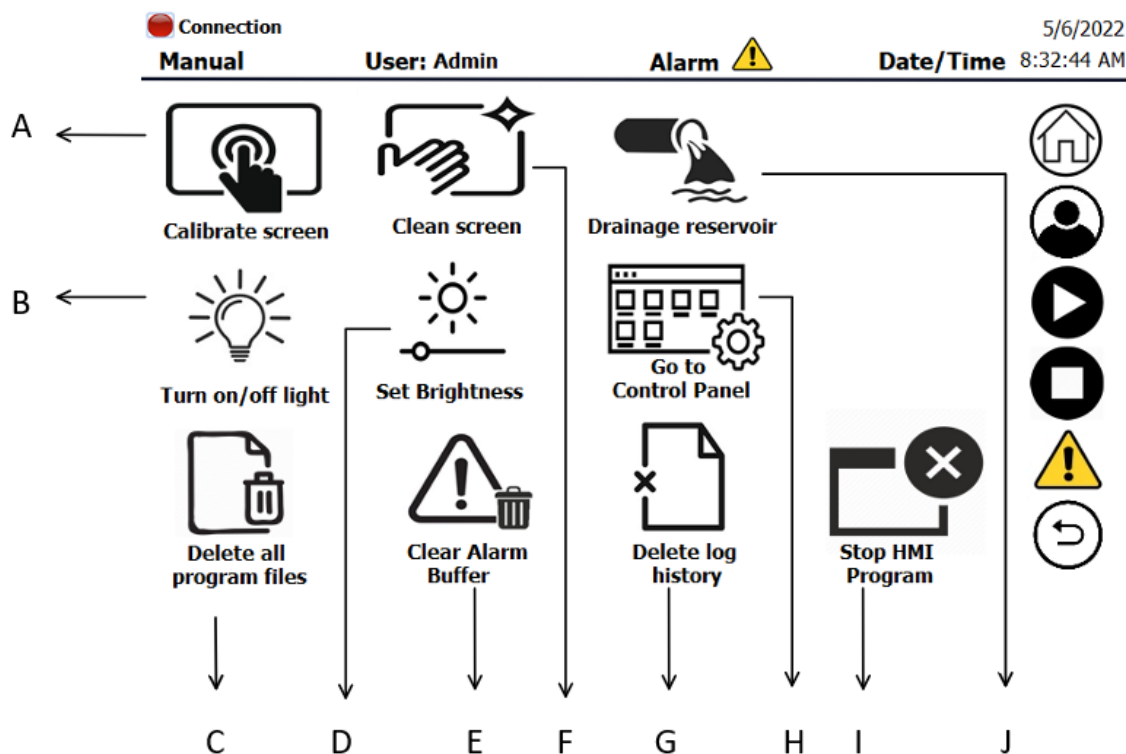
Last opp program:



Figur 24 Opplasting av program

- 1: Kompiler program
- 2: Last opp program til HMI

10 Ytterligere Innstillinger



Figur 25 Ytterlige innstillinger

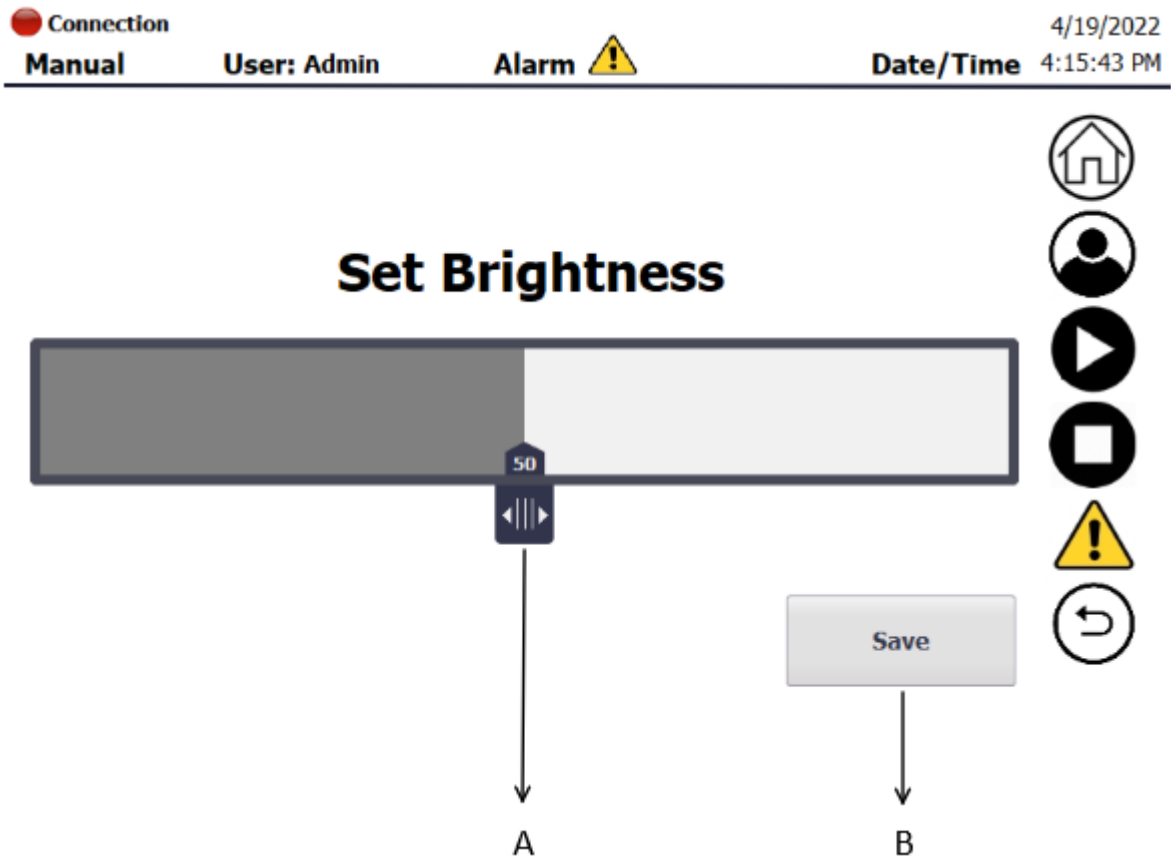
- A: Kalibrering av skjerm
- B: Aktivering av lys i kammer
- C: Slett alle lagrede funksjoner
- D: Endring av lysstyrke (s. 25)
- E: Tøm alarmbuffer
- F: Aktiver ved vask av skjerm
- G: Slett logghistorie
- H: Åpne kontroll panel
- I: Stop HMI program
- J: Tøm vannbad



Notat:

Ved aktivering av «vask av skjerm» vil skjermen låses i 30 sekunder.

10.1 Bestem lysstyrke

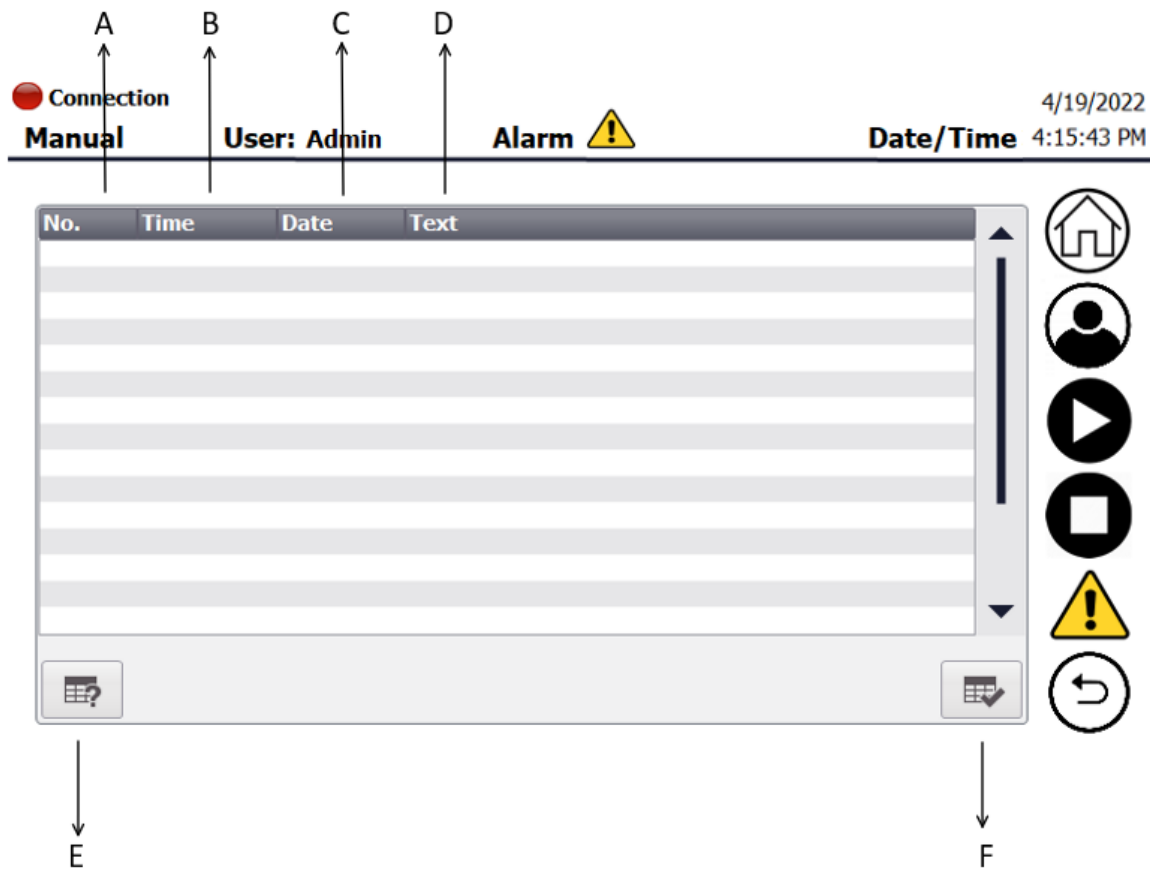


Figur 26 Sett lysstyrke

A: Endring av lysstyrke

B: Lagre lysstyrke

11 Alarmer



Figur 27 Alarmliste

- A: Alarmnummer
- B: Tid alarm oppsto
- C: Dato alarm oppsto
- D: Alarm tekst
- E: Informasjonstekst
- F: Kvitte for alarm

Feilmeldinger vil vises med rød uthevingsfarge, mens advarsler har gul uthevingsfarge. Dersom en feilmelding vises, vil hele eller deler av systemet stoppes.



Notat:

Feilmeldinger må kvitteres for å fjernes fra alarm listen.

11.1 Skjema for feilmeldinger

| Nr. | Feilmelding | Mulige feilkilder | Utførende tiltak |
|-----|---------------------------------------|--|---|
| 1 | Lavt vann-nivå i tank | Nivå i tank lavt | Fyll vann i tank |
| | | Feil med flottør F54 | Sjekk sensorkobling |
| 2 | Tomt vannbad | Pumpe M42 til vannbad er defekt | Sjekk pumpe |
| | | Feil med sensor S1(N) | Sjekk sensorkobling |
| 3 | For høy temperatur i vannbad | Feil med sensor F10 | Sjekk sensorkobling |
| | | Feil ved varmeelement E4 | Sjekk kobling for varmeelement |
| | | Vannbad uttørket | Se om det er vann i vannbad |
| 4 | Tom vanntank | Nivå i tank lavt | Fyll vann i tank |
| | | Feil med flottør F53 | Sjekk sensorkobling |
| 7 | Temperatur er utenfor "safezone" (N1) | Faktisk temperatur er utenfor alarmgrensen | Still temperatur-begrensing lavere eller høyere om ønsket |
| | | Feil i kobling | Sjekk kobling |
| 8 | Overtrykk på kompressor (F2) | Feil med sensor F2 | Sjekk sensorkobling |
| | | Nødvendige ventiler aktiveres ikke når de skal | Sjekk styring av ventiler |
| 9 | Overoppheting på motor M1 | Feil på motor | Sjekk motor |
| | | Feil på sensor M1.1 | Sjekk sensorkobling |



**Høgskulen
på Vestlandet**

Anja Breivik Møldrup

Email: 581246@stud.hvl.no

Camilla Kvamme

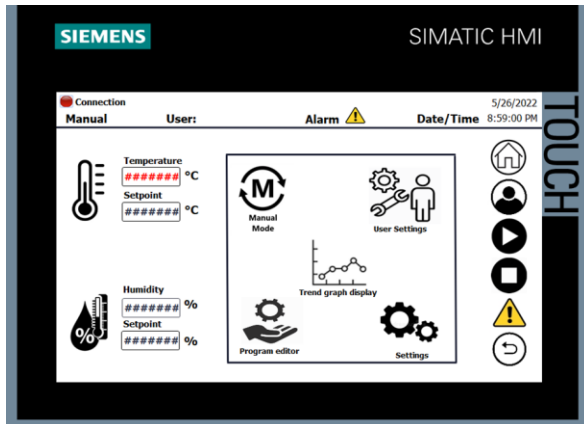
Email: 585113@stud.hvl.no

Sigve Tungesvik Leirvåg

Email: 585108@stud.hvl.no

Klimaskap

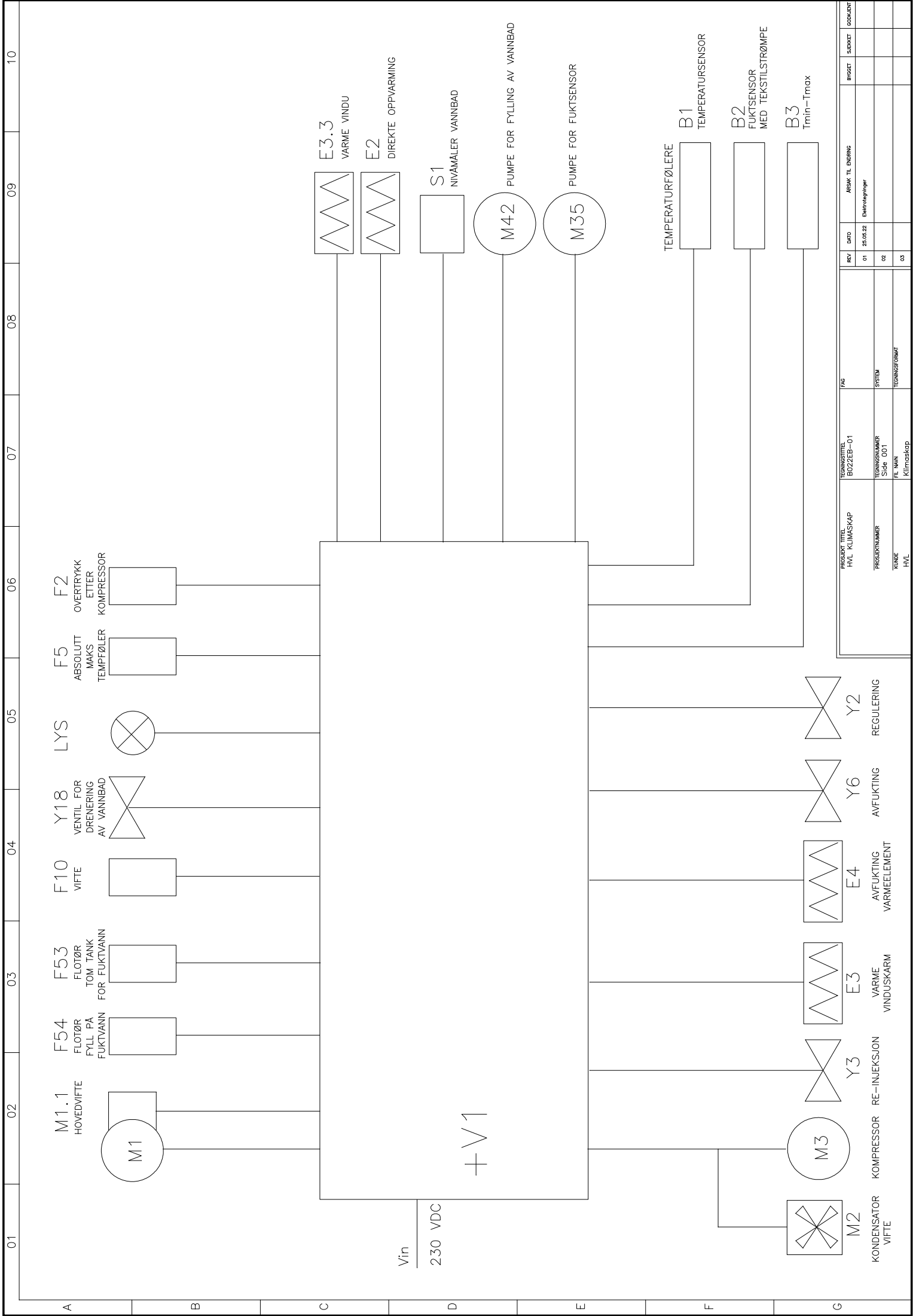
Beskrivelse



Klimaskapet simulerer et bestemt klima ved å måle og styre temperatur og fuktighet, for å teste materialer i forskjellige klima. Med en touch skjerm på 7" kan man sette ønsket temperatur og fuktighet. Via grafing funksjonen kan man se historiske verdier. Systemet gir også muligheten til å logge verdiene for senere bruk, både for lange og korte perioder. De ytre grensene for temperatur kan settes på sidepanelet for å sikre testmateriale for skade. Skapet er utstyrt med en hovedbryter på siden.

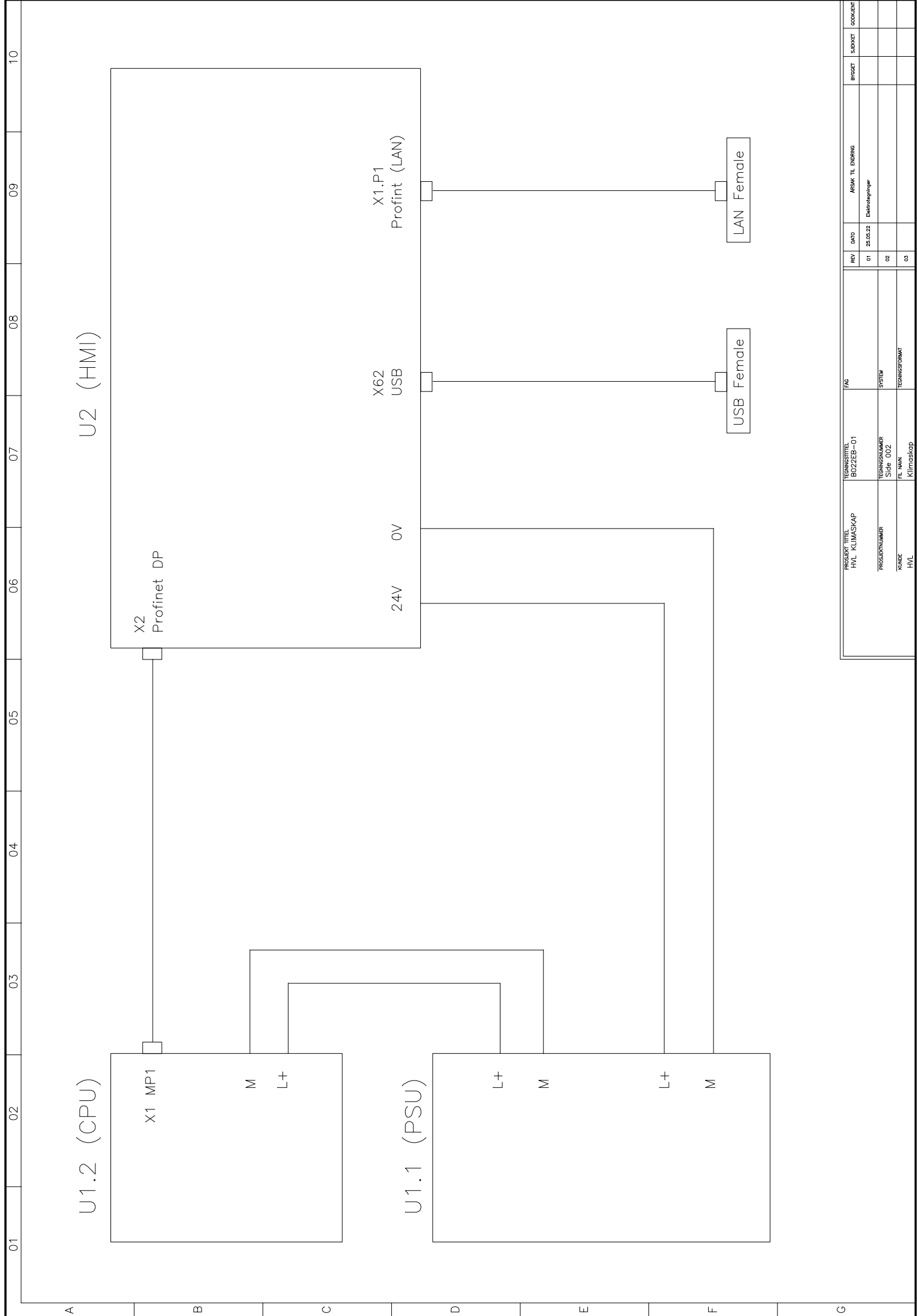
Teknisk Data:

- | | |
|---|--------------------------|
| • Spenning | 230VAC 50Hz |
| • Kammerstørrelse: | 100 Liter |
| • Temperaturområde: | -40°C til +180°C |
| • Fuktighetsområdet: | 10% til 100% |
| • Område hvor fuktighet kan reguleres: | 10°C til 95°C |
| • Stabilitet temperatur: | ±2°C |
| • Stabilitet fuktighet: | ±8 Prosentpoeng |
| • Måleusikkerhet temperatur: | ±0.7°C |
| • Logge tid (LongTerm/ShortTerm) | 11.5 dager / 1 dag |
| • Logging sampling (LongTerm/ShortTerm) | 10 sekunder / 1 sekunder |
| • Logging filtype | .csv |
| • Lagring av loggfil | USB |
| • Automatisk modus | Nei |
| • Lys i kammer | Ja |
| • Uttagbar platting | Ja |
| • Låsbar kammerdør | Ja |

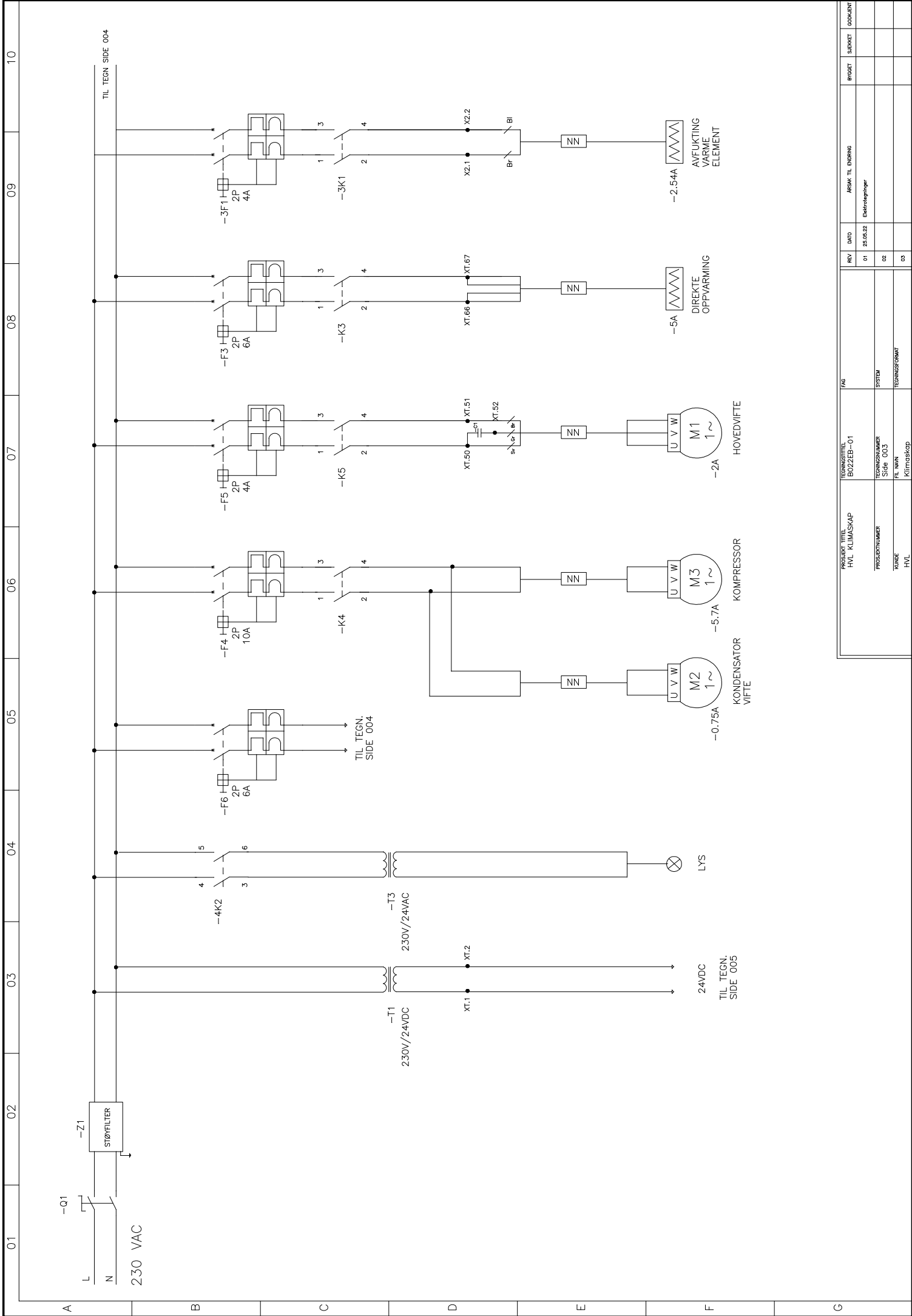


| REV | DATE | ARBEID TIL ENDING | BYGGERT | DRUKERT | BRUKERT |
|-----|----------|-------------------|---------|---------|---------|
| 01 | 25.05.22 | Elektronikgrupper | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |

| TEKNISSITTEL | PROSJEKT TITTEL | FAK |
|---------------|-----------------|--------|
| BO22EB-01 | HVL KLIMASKAP | |
| TEKNISSNUMMER | PROSJEKTNUMMER | SYSTEM |
| Side 001 | | |
| FILE NAVN | TEKNISSFORMAT | |
| Klimaskap | HVL | |



| | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------|--------|----------|
| PROJEKT TITEL HVL KLIMASKAP | TECHNISCHER TITEL BOZZEB-01 | FAZ | AREAL - ILL. ENGINEERING | BRUNET | COUCHANT |
| PROJEKTNUMMER KUNDE HVL | TECHNISCHENUMMER SIDE 002 | SYSTEM | Elektroniker | | |
| | REV. NUM | TECHNISCHENFORMAT | | | |
| | 01 | 02 | | | |
| | 02 | 03 | | | |
| | 03 | | | | |
| | 26.05.23 | | | | |
| | | | | | |

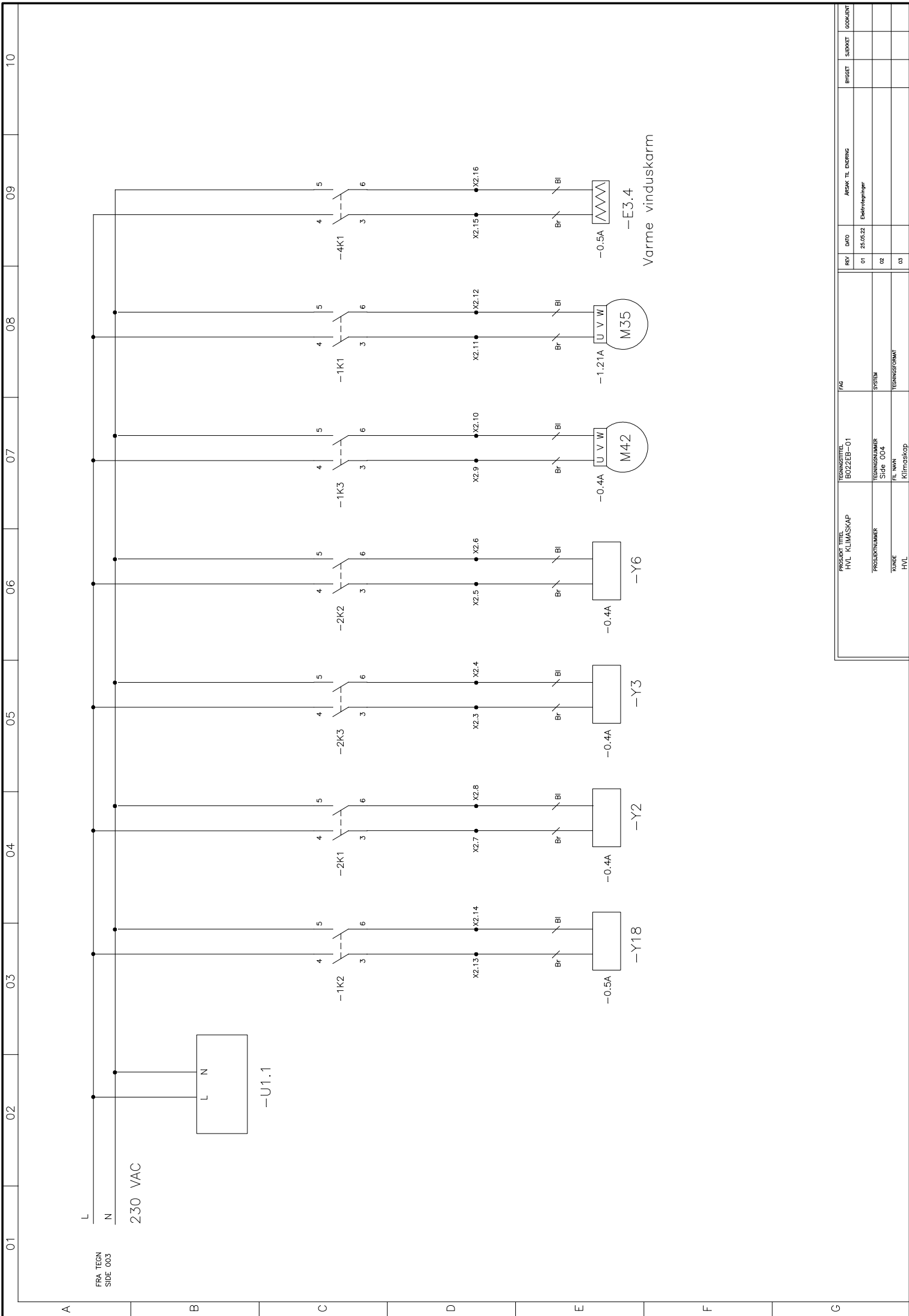


| REV | DATE | ANSK TIL ENDRING | PROSJEKT | DRUKKORT |
|-----|----------|------------------|----------|----------|
| 01 | 25.05.22 | Elektroniker | | |
| 02 | | | | |
| 03 | | | | |

| PROSJEKT TITTEL | TEGNINGSSTREK | FAK |
|-----------------|---------------|-----|
| HVL KLIMASKAP | BO22EB-01 | |

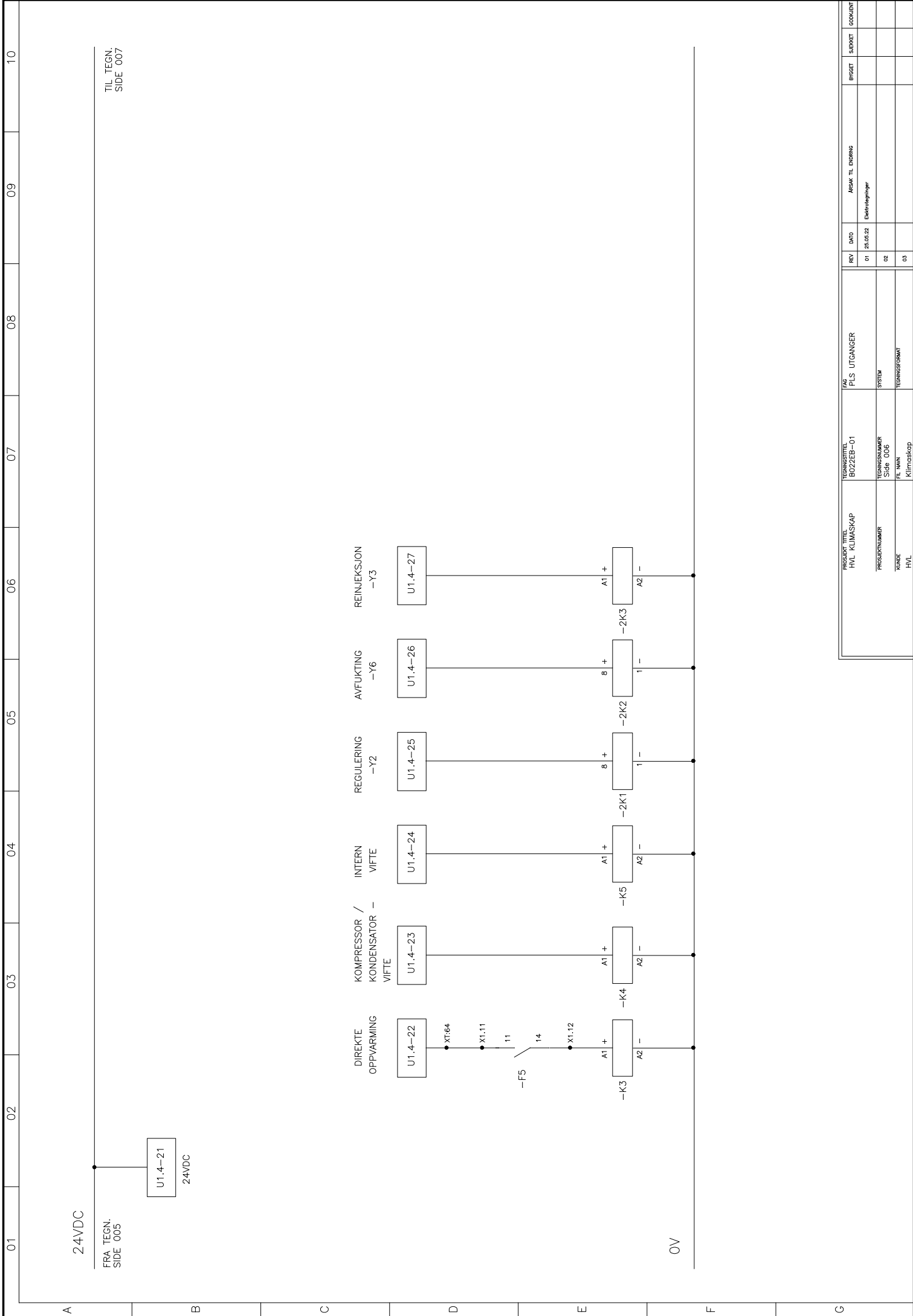
| PROSJEKTNUMMER | TEGNINGSNUMMER | SYSTEM |
|----------------|----------------|--------|
| | SIDE 005 | |

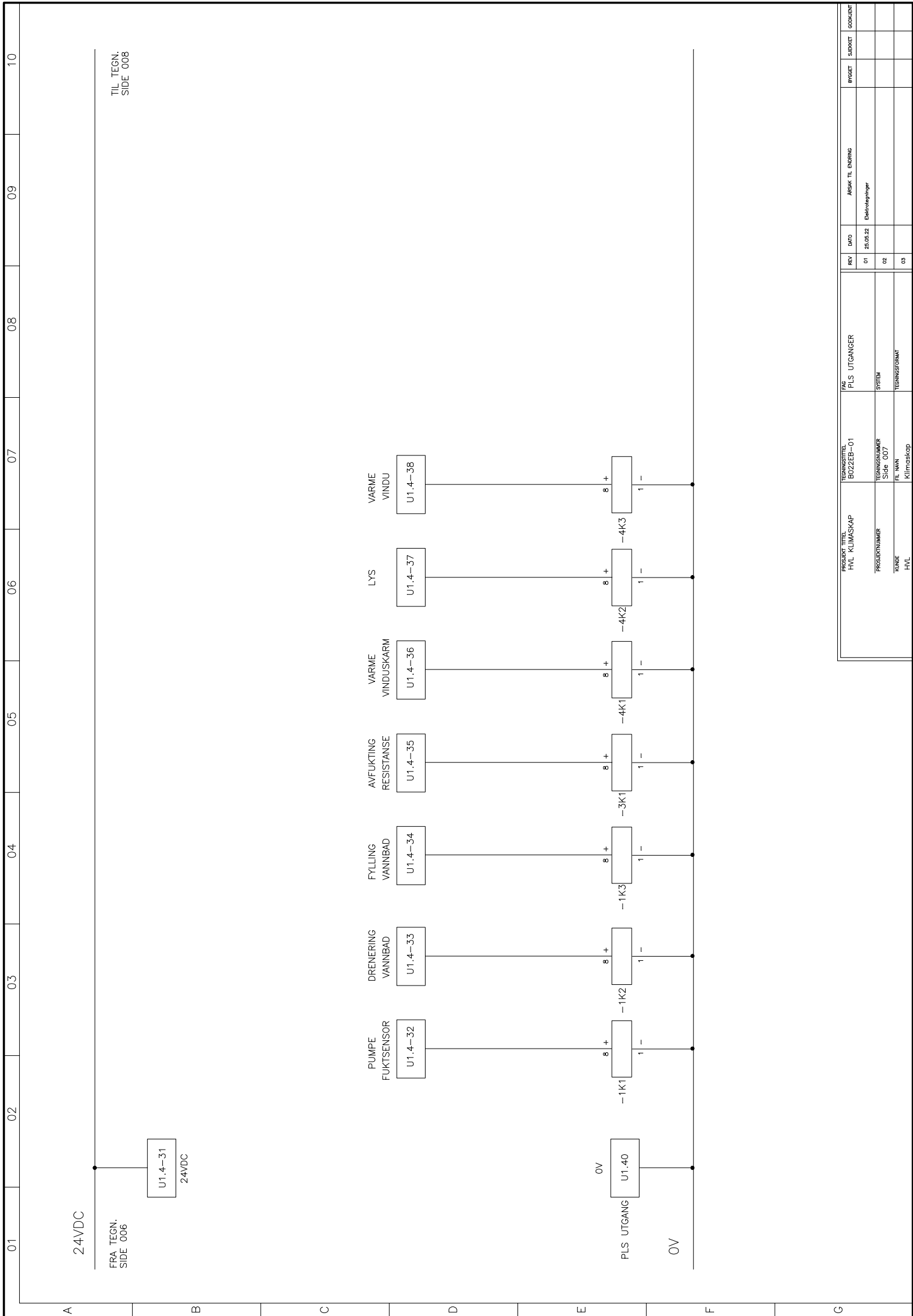
| KUNDE | TEKNISSKEMAT |
|-------|--------------|
| HVL | Klimaskap |



| REV | DATE | ARBEJDE TIL ÆNDRING | BYGGET | SKIDRET | RODUDRET |
|-----|----------|---------------------|--------|---------|----------|
| 01 | 25.05.22 | Elektronikinger | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |

| PROJEKT TITEL | TEKNIKSOMRÅDE | FAK |
|---------------|---------------|---------------|
| HVL KLIMASKAP | B022EB-01 | |
| PROJEKTNUMMER | TEKNIKSNUMMER | SYSTEM |
| | Side 004 | |
| TEKNIK | FILE NAVN | TEKNIKSFORMAT |
| HVL | Klimaskap | |





TIL TEGN.
SIDE 008

24VDC

FRA TEGN.
SIDE 006

U1.4-31
24VDC

PUMPE
FUKTSENSOR

U1.4-32

DRENERING
VANNBAD

U1.4-33

FYLLING
VANNBAD

U1.4-34

AVFUKTING
RESISTANSE

U1.4-35

VARME
VINDUSKARM

U1.4-36

LYS

U1.4-37

VARME
VINDU

U1.4-38

OV

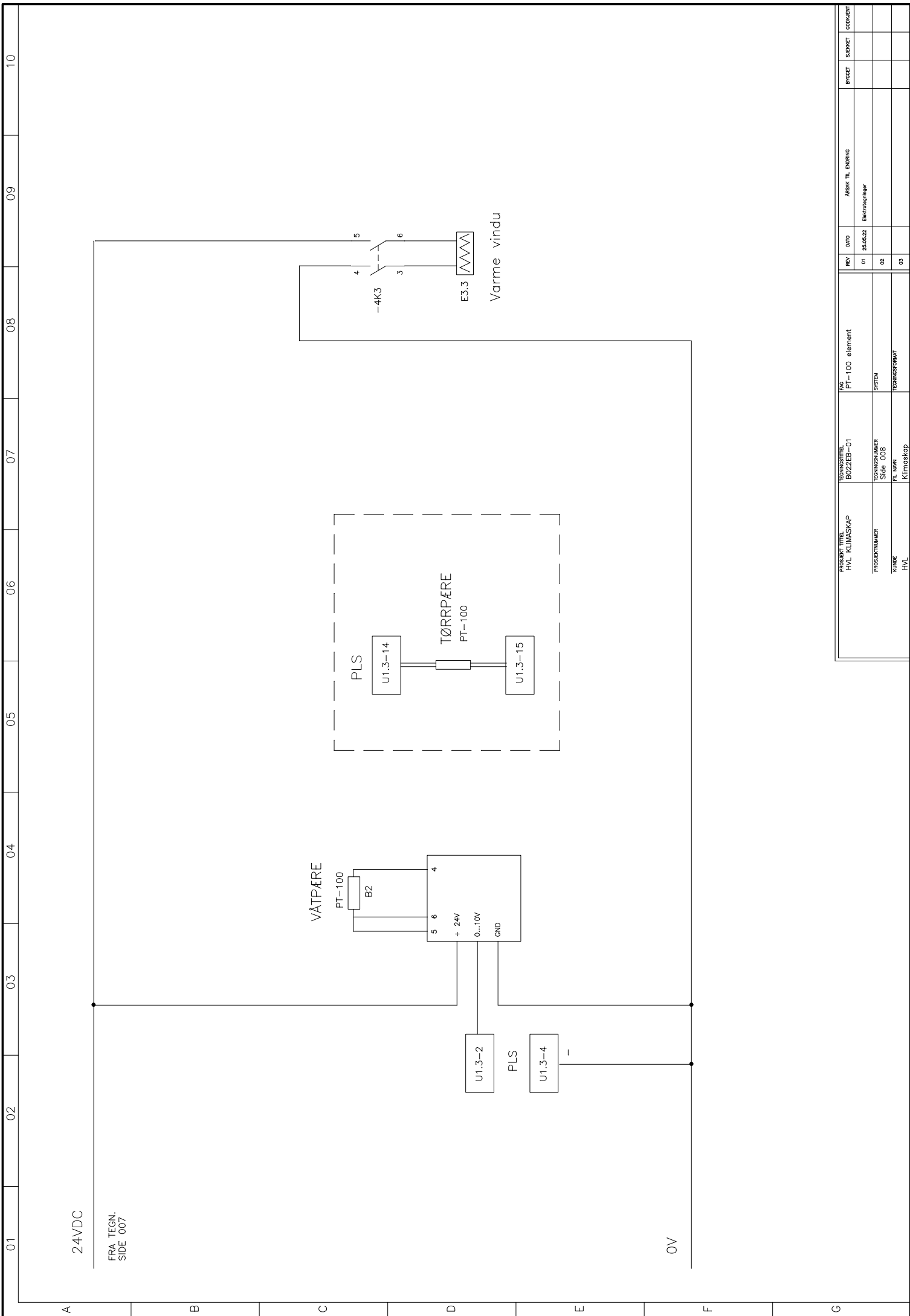
U1.40

PLS
UTGANG

OV

| REV | DATE | ARSAK TIL ENDRING | BYGNET | SLEKKT | GODKJENT |
|-----|----------|-------------------|--------|--------|----------|
| 01 | 25.02.21 | Elektronfinner | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |

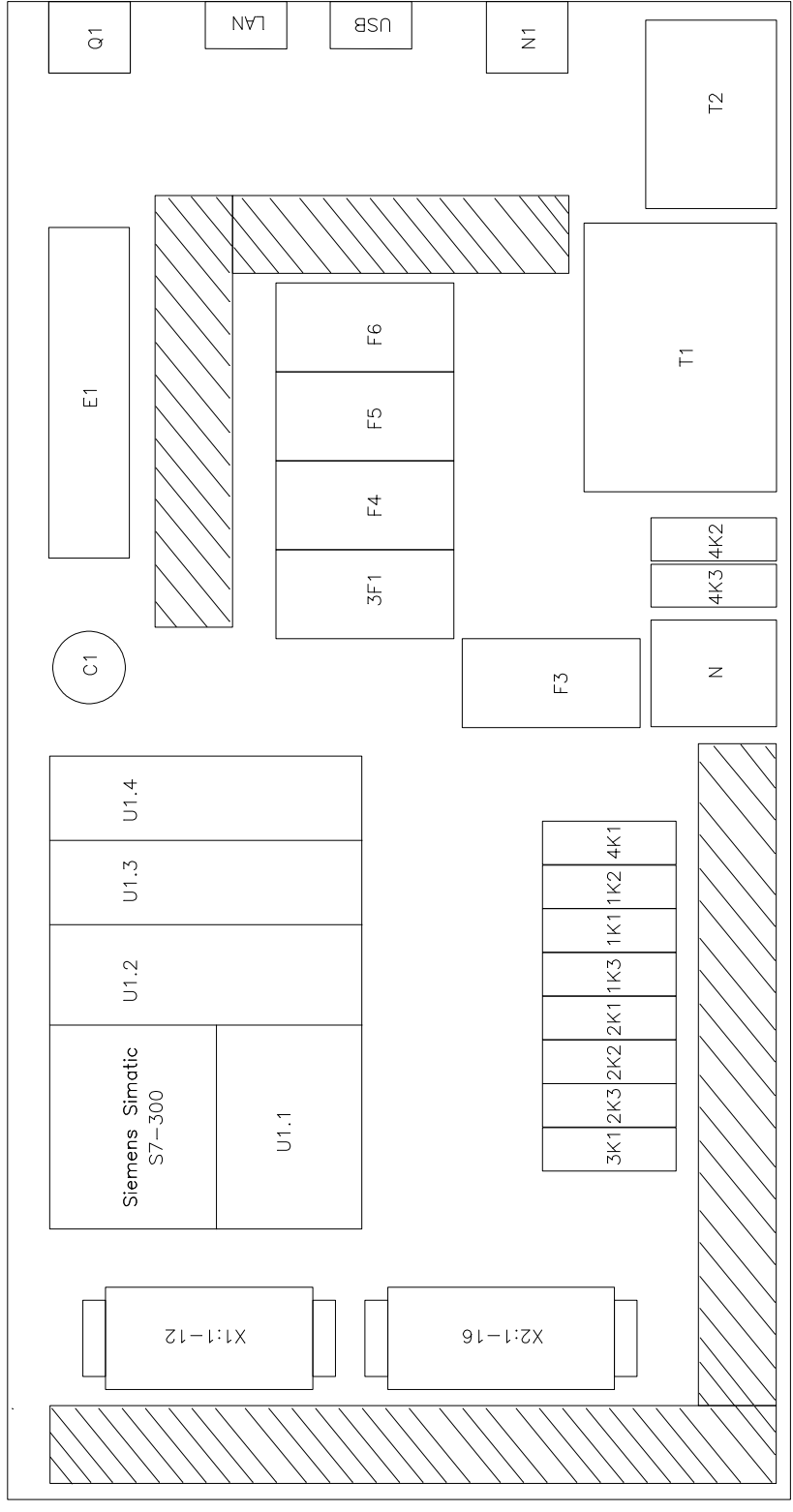
| PROSJEKT TITTEL | TEGNINGS TITTEL | FAK | PLS UTGANGER |
|-----------------|-----------------|----------------|--------------|
| HVL KLIMASKAP | B022EB-01 | | |
| PROSJEKTNUMMER | TEGNINGSNUMMER | SYSTEM | |
| KOMPE | Side 007 | | |
| HVL | KLIMASKAP | TEGNINGSFORMAT | |



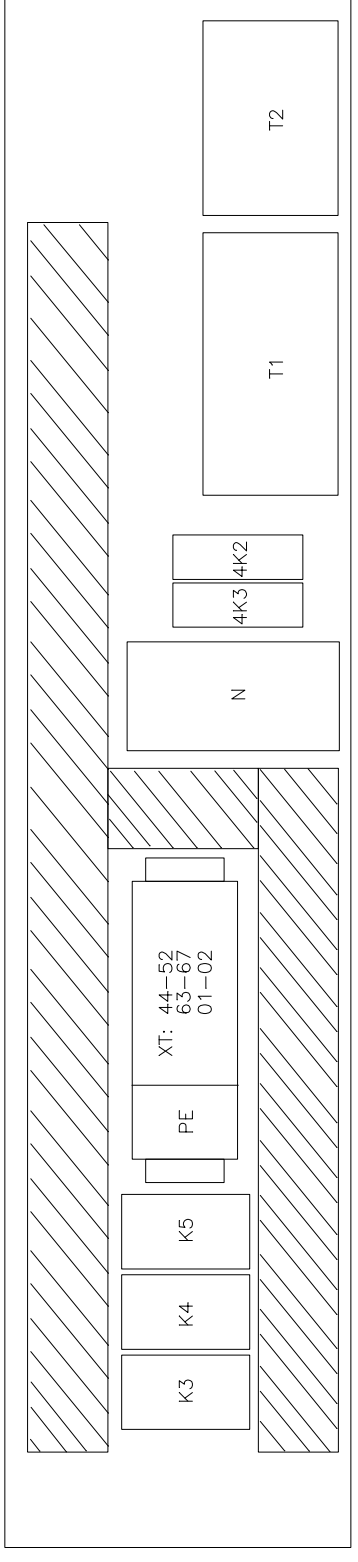
| PROSJEKT TITTEL | TEKNISSITTEL | FASE | REV | DATO | ANSK. TIL ENDRING | BRUKET | Godkjent |
|-----------------|---------------|----------------|-----|----------|-------------------|--------|----------|
| HVL KLIMASKAP | BOZZEB-01 | PT-100 element | 01 | 25.03.22 | Elektronspjeler | | |
| PROSJEKTNUMMER | TEKNISSNUMMER | SYSTEM | 02 | | | | |
| TUNNE | PL. NAVN | TEKNISSFORMAT | 03 | | | | |
| HVL | Klimaskap | | | | | | |

FRONT VIEW

SIDE VIEW



TOP VIEW



- U: PLS
- X: Rekkelemmer
- K : Kontaktor og releer
- F: Sikringer
- T: Transformator
- E: Støyfilter
- C: Kondensator
- N: Sensor til vannbød
- PE: Jord
- Q1: Hovedbryter

| REV | DATE | ÅRSAK TIL ENDRING | BRUDET | SUBJEKT | Godkjent |
|-----|----------|-------------------|--------|---------|----------|
| 01 | 20.02.21 | Elektronikkytter | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |

| PROSJEKT TITTEL | TEGNINGS TITTEL | FAG |
|-----------------|-----------------|---------------------|
| HVL KLIMASKAP | B022EB-01 | Arrangementstegning |
| PROSJEKTNUMMER | TEGNINGSNUMMER | SYSTEM |
| | Side 009 | SYSTEM |
| ROMME | FT. NAVN | TEGNINGSFORMAT |
| HVL | Klimaskap | |

Rekkeklemmeliste

| | X1 | | Beskrivelse |
|----------------|----|----------|----------------------------------|
| F53 Svart | 1 | XT.1 | |
| F54 Svart | 1 | U1.4-1 | |
| M1.1 Brun | 1 | F10 Brun | Felles 24V + |
| | 1 | | |
| XT.2 | 1 | U1.4-20 | Felles 0V - |
| F53 brun | 6 | U1.4-3 | Flottør tank tom for fuktvann |
| F54 Brun | 7 | U1.4-4 | Flotør fyll på fuktvann |
| - | 8 | U1.4-9 | Tom (ikke i bruk?) |
| M1.1 Blå | 9 | U1.4-6 | Termisk vern |
| F10 Blå | 10 | U1.4-7 | Vifte |
| F5 Brun | 11 | K3.A1 | Sikkerhets temperatur begrensing |
| F5 Blå | 12 | XT.64 | Sikkerhets temperatur begrensing |
| | | | |
| | X2 | | Beskrivelse |
| E4 Brun | 1 | 3K1 | Avfukting varmelement |
| E4 Blå | 2 | 3K1 | |
| Y3 Brun | 3 | 2K3 | Reinjeksjon |
| Y3 Blå | 4 | 2K3 | |
| Y6 Brun | 5 | 2K2 | Avfukting |
| Y6 Blå | 6 | 2K2 | |
| Y2 Brun | 7 | 2K1 | Regulering |
| Y2 Blå | 8 | 2K1 | |
| M42 Brun | 9 | 1K3 | Pumpe for fylling av vannbad |
| M42 Blå | 10 | 1K3 | |
| M35 Brun | 11 | 1K1 | Pumpe for fuktsensor |
| M35 Blå | 12 | 1K1 | |
| YOUT(Y18) Brun | 13 | 1K2 | Drenering av vannbad |
| YOUT(Y18) Blå | 14 | 1K2 | |
| X9 | 15 | 4K1 | Varme vinduskarm |
| X9 | 16 | 4K1 | |
| | | | |
| | XT | | |
| G1.230V | L | Z1.L | |
| - | L | - | |
| - | L | - | |
| G1.0V | N | Z1.N | |
| - | N | - | |
| - | N | - | |

| | | | |
|------|----|----------|----------|
| C1 | 50 | M1 Svart | |
| - | 50 | K5.2 | |
| - | 51 | M1 Grå | |
| - | 51 | K5.4 | |
| C1 | 52 | M1 Brun | |
| | 63 | F2 Blå | U1.4-5 |
| - | 64 | X1.12 | U1.4-22 |
| K3.2 | 66 | E2 Svart | E2 Lilla |
| K3.4 | 67 | E2 Brun | E2 Grå |
| N.A1 | 1 | F2 Brun | |
| G1.+ | 1 | X1.1 | |
| - | 1 | - | |
| - | 1 | - | |
| N.A2 | 2 | - | |
| G1.- | 2 | - | |
| - | 2 | - | |
| - | 2 | - | |

