

**Undervisningsmateriale til AMU-kursus****Kursusoplysninger**

<b>Kursusnavn</b>	CTS-anlæg, programmering og fejlfinding
<b>AMU-kursusnummer</b>	48949
<b>Varighed</b>	3 dage
<b>Målgruppe</b>	El, automatik og VVS
<b>Dato for udarbejdelse</b>	August 2025
<b>Udarbejde af</b>	Ole Borup

**Indhold i materialet:**

Formål .....	1
Indhold.....	2
Aktiviteter .....	3
a.  Materialeliste .....	6
b.  Digitale og analoge signaler (dag 1).....	6
c.  EVUs definition af CTS (dag 1) .....	6
d.  Reguleringsprincipper (dag 1).....	9
e.  Symbolforklaring (dag 1) .....	9
f.  Ventilationsprincipper – herunder vekslere og perifere komponenter (dag 1).....	9

Støttet af

**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

**Formål**

Efter kurset kan deltageren programmere et mindre CTS-anlæg. Det betyder at, deltageren:

- kender til principperne bag konfigurering og programmering af CTS-anlæg (Central Tilstandskontrol og Styring) samt opsætning af grafisk brugerflade.
- kender til forskellige muligheder for energibesparelse i forbindelse med valg af CTS-anlæg.
- foretager simple opkoblinger på mindre CTS-anlæg ud fra viden om, hvordan man idriftsætter og regulerer et CTS-anlæg samt kendskab til gældende love og regler.
- kvalitetssikrer eget arbejde og udfører dokumentation af udført arbejde.
- udfører fejlfinder af de mest almindelige typer fejl på CTS-anlæg.

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Indhold

Dag 1	Dag 2	Dag 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intro til forløbet</li> <li>• Intro CTS – HVAC – BMS-begreber.</li> <li>• Ventilations principper i CTS-systemet</li> <li>• Anlægsprincipper med varmegenvinding</li> <li>• Signaltyper: Analog 0-100% / digital 0/1</li> <li>• Reguleringsprincipper PI(D)</li> </ul> <p>Programmering af CTS-controller opgave 5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symbol forklaring</li> <li>• Dokumentation</li> <li>• Programmering</li> <li>• Afprøvning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiforbrug</li> <li>• Graddage definition</li> <li>• Opgave med graddage.</li> <li>• Energiberegning med graddage</li> <li>• Bygningens energisignatur</li> <li>• Styring på rumniveau               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lysstyring DS/EN 12464</li> <li>○ Sensorplacering for belysning</li> <li>○ Solafskærmning</li> </ul> </li> <li>• Ventilationsstyring på rumniveau.</li> <li>• CAV -VAV - DCV</li> </ul> <p>Programmering af CTS-controller opgave 6 CO2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Co<sub>2</sub> styring i enkelt rum</li> </ul> <p>Trend logging + Visualisering / HMI / Grafisk brugerflade</p> <p>Design af grafisk brugerflade for CTS-system</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CTS – Bus topologier               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ BACnet</li> <li>○ Modbus</li> <li>○ KNX</li> <li>○ LON</li> <li>○ Mfl.</li> </ul> </li> <li>• Gateway principper / virkemåde</li> <li>• Dokumentation</li> </ul> <p>Fejlfindingsøvelse opgave 6, CO2</p> <p>Programmering af CTS-controller opgave 6 Trykstyring</p> <p>14:00 Skriftlig prøve.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 minutters varighed.</li> <li>• Multiple choice.</li> </ul> <p>15.30 Ca. Tilbage melding efter prøve</p>

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Aktiviteter

Kurset afvikles med teoretiske emner samt praktiske opgaver.

De teoretiske emner gennemgås via; dokumenter, PowerPoint eller tavlefremlægning af underviseren.

De praktiske opgaver udføres af kursisterne og består af forskellige programmeringsøvelser af en controller på en CTS-laborrietavle, der simulerer sensorer og aktuatorer på et CTS-anlæg.

### *Aktiviteterne består af:*

Der er følgende kursistaktiviteter på kurset:

- Introduktion til begreberne CTS – HVAC – BMS
- Introduktion til anlægsprincipper med varmegenvinding
- Introduktion til signaltyper: Analog – Digital
- Introduktion til reguleringsprincipper herunder kaskaderegulering
- Programmering af CTS-styring med konstant luftmængde, samt almindelige forekommende signaltyper for:
  - Sensorer: filtervagt, frostbeskyttelse, udetemperatur, indblæsningstemperatur, brandtermostater
  - Aktuatorer: forkommando, bypass-spjæld, cirkulationspumpe, motorventil samt ind -udsugningsventilatorer
- Introduktion til energi og energiforbrug, herunder graddage begrebet samt bygningens energisignatur
- Forskellige styringer på rumniveau
  - Lysstyring/regulering ift. Indfalden naturlig lys
  - Regulering af indfaldent lys for minimering af rumopvarmning
  - Luftudskiftning på rumniveau:
    - CAV (Constant Air Volume)
    - VAV (Variable Air Volume)
    - DCV (Demand Controlled Ventilation)
- Programmering af CTS-styring med variabel luftydelse styret af CO<sub>2</sub> samt almindelige forekommende signaltyper for:
  - Sensorer: Filtervagt, frostbeskyttelse, udetemperatur, indblæsningstemperatur, brandtermostater, rumtemperatur samt CO<sub>2</sub>-føler
  - Aktuatorer: bypass-spjæld, cirkulationspumpe, motorventil samt ind -udsugningsventilator med varieret luftydelse

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

- Trendlogging i CTS-styringen med sensorer og aktuatorer
- Opbygning af grafisk brugerflade over ovennævnte opgave
- Introduktion til Bus-systemer i CTS-styringer
  - BACnet
  - Modbus
  - KNX
  - LON
- Principper for gateways imellem forskellige Bus-systemer
- Fejlfinding på programmeret CTS-styring med variabel luftydelse
- Programmering af CTS-styring med konstant tryk
  
- Skriftlig multiple choice prøve
  - 45 minutters varighed
  - 15 rigtige besvarelser ud af 20 spørgsmål.

Kurset afsluttes med en multiple choice prøve af 45 minutters varighed, hvor der skal laves 15 korrekte besvarelser ud af 20 mulige svar.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Konkrete produkter

### a. Materialeliste

Der benyttes følgende fysiske materialer på kurset:

- Laboratorieplade indeholdende følgende komponenter
  - Sencore og aktuatorer simuleret med:
    - 6 digitale indgange
    - 4 analoge indgange for temperatur
    - 1 stk analog indgang 0 – 10 volt
    - 6 digitale udgange indikering med diode
    - 5 analoge udgange 0 – 10 volt
    - Bøsning for indgang til controller
    - Bøsning for 0 – 10 volt udgang fra controller
    - Bøsning 10 volt DC fra strømforsyning
    - Bøsning med 24 Volt AC fra strømforsyning
  - 1 stk strømforsyning 10 Volt DC
  - 1 stk Siemens strømforsyning SEM62.1
  - 1 stk Siemens Controller RMU720B
  - 1 stk Siemens ekstramodul RMZ788
  - 1 stk Siemens Betjeningspanel RMZ791
  - 1 stk Siemens OCI700 Servicetool
  - 1 stk PC med software ACS Tool

### b. Digitale og analoge signaler (dag 1)

Materiale er vedlagt som bilag.

### c. EVUs definition af CTS (dag 1)

#### Hvad er et CTS-anlæg?

CTS er en forkortelse af Central Tilstandskontrol og Styring. Meningen med et CTS-anlæg er, at du kan være ét sted og herfra kontrollere og overvåge, hvad der sker i mange rum og måske mange rum i flere bygninger. Det er komfort og energibesparelser i større bygninger, det handler om.

Overvågningen og kontrol foregår i dag via PC, tablets og smartphone. På denne måde kan man være ét sted, kontrollere, styre og overvåge fra et andet sted.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

Der er faktisk ikke nogen grænser for kontrol og overvågning i et CTS-anlæg - men det er typisk lys, varme, ventilation, adgangskontrol og tyverialarm, der er tilsluttet til ét fælles system. Når der tales om et CTS-anlæg, er det ofte underforstået, at det er de helt store anlæg, der menes.

Der hersker en del begrebsforvirring, når man siger CTS for hvad er CTS, BMS, IBI og HVAC? Principielt er det jo mindre vigtigt, hvad tingene hedder, bare det fungerer. I udlandet har man HVAC-forkortelsen, som står for Heating, Ventilation and Airconditioning.

Der kan i store træk sættes lighedstegn mellem HVAC og CTS. Ønsker man CTS sammenkørt med øvrige tekniske installationer som styring af lys, alarm adgangskontrol etc. samt integration med bookingsystemer eksempelvis af værelser på et hotel, så bevæger vi os over i BMS (Building Management System).

CTS-anlæg er oftest tilsluttet en udendørs vejrstation.

De avancerede vejrstationer måler temperatur, vindretning, vindhastighed, luftfugtighed, barometerstand, varmestråling fra solen, lysmængde fra solen og nedbør.

Målingerne fra vejrstationen bliver kontinuerligt registreret i automatikken. Komforten i hvert enkelt lokale bliver herefter automatisk reguleret i forhold til udendørs forhold og efter ønskede setpunkter.

Lokaler der ikke er i brug, kan sættes til økonomifunktion, og der kan typisk indtastes ugeplaner i CTS-systemet.

For at automatikken kan virke, må hvert enkelt lokale nødvendigvis være installeret med følere, der kan måle om der er personer i rummet, temperatur, luftfugtighed, CO<sub>2</sub>, lysindfald fra vinduer, osv.

De skjulte installationer sørger for at justere fx klimaforhold så komforten og økonomien kan opretholdes så optimalt som muligt.

### **Kommunikationsmedier:**

En protokol er et sæt regler for digital kommunikation mellem to eller flere komponenter, og de forskellige protokoller, f.eks. RS485.

Opbygning og programmering af CTS-anlæg er yderst kompliceret og der bruges forskellige protokoller i flere niveauer.

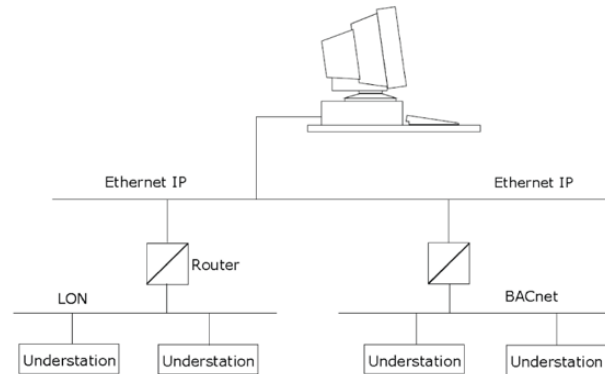
Der bruges også konvertere og gateways, som kan oversætte data mellem de forskellige protokoller, så de forskellige systemer kan kommunikere på tværs af hinanden.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

Ofte anvendte protokoller på CTS-anlæg er:  
BACnet – Modbus – RS485 – TCP/IP



## d. Opgaver til programmering (dag 1)

PI-diagrammet viser et ventilationsanlæg med krydsveksler samt varmeplade for opvarmning af tilluften.

- En udeføler, registrerer den udvendige temperatur
- Varmepladen er beskyttet af en frosttermostat
- På tilluften er der installeret en kanalføler samt en 72 graders brandtermostat
- På fraluften er der installeret en 40 graders brandtermostat
- Indtag og fraluften er begge forsynet med filter, der overvåges af en filtervagt. Ved snavset filter, forøges differenstrykket over filteret, hvorved alarmsignalet afgives
- Spjæld på indtag og afkast er styret af samme relæudgang, der starter indblæsningsventilatoren
- Krydsvekslerens varmegenvindingsudstyr kan bypasses af spjæld, styret af en modulerende udgang

## Programmer styringen

Krydsvekslerens varmegenvindingsudstyr tilføjes under aggregater.

Krydsvekslerens varmegenvindingsudstyr indsættes som første sekvens (S1) i varmereguleringen. Varmepladen indsættes som anden sekvens (S2) i varmereguleringen.

## Afprøv:

Støttet af



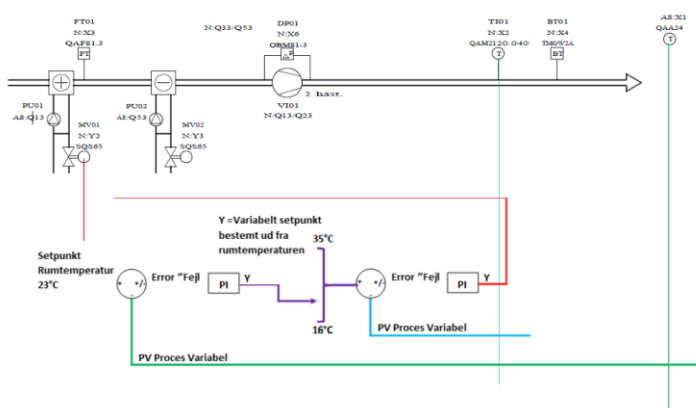
BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

- Varmegenvindingsudstyrets funktion
- Brandtermostat
- Filtervagt
- Frostbeskyttelse

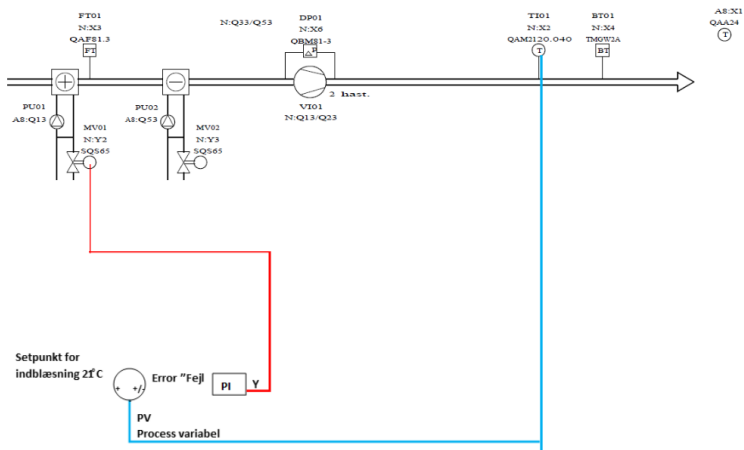
Øvrige materiale til opgaven er vedlagt som bilag.

**d. Reguleringsprincipper (dag 1)**

**Kaskadereguleringsprincip**



**Reguleringsprincip**



**e. Symbolforklaring (dag 1)**

Materiale er vedlagt som bilag.

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

**f. Ventilationsprincipper – herunder vekslere og perifere komponenter (dag 1)**

Materiale er vedlagt som bilag.

**g. Graddage og energisignatur + opgaver (dag 2)**

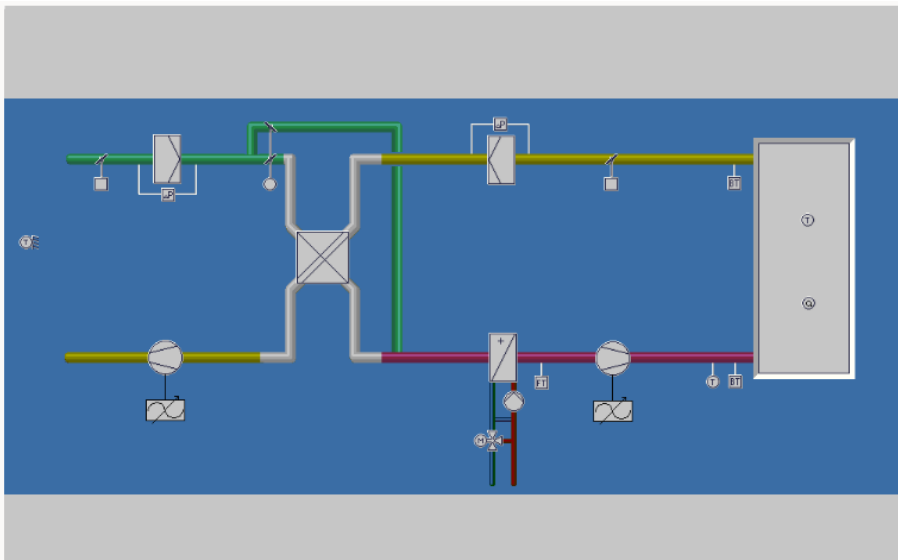
Materiale er vedlagt som bilag.

**h. CO<sub>2</sub> – opgaver (dag 2)**

Materiale er vedlagt som bilag.

**i. Visualisering med Synco (dag 2)**

Materiale er vedlagt som bilag.

**i. Rumstyring CAV – VAV – DCV (dag 2)**

Materiale er vedlagt som bilag.

**j. Rumstyring, belysning – markiser – persienner (dag 2)**

Materiale er vedlagt som bilag.

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

**k. BUS systemer i CTS (dag 3)**

Materiale er vedlagt som bilag.

**l. Trykstyring – opgave (dag 3)**

Materiale er vedlagt som bilag.

**m. Vejledning til prøve (dag 3)**

Prøven er en skriftlig individuel multiple choice prøve, der består af 20 spørgsmål.

Tid til prøvens gennemførelse = 45 minutter.

Prøven afholdes som afslutning på uddannelsen.

Hjælpemidler: skriveredskaber, PC samt enhver skriftlig dokumentation, du ønsker.

Prøven makuleres når den er rettet.

**Bedømmelsesgrundlaget:** er prøvebesvarelsen af den skriftlige prøve.

**Bedømmelseskriterier:** 15 rigtige eller derover er bestået.

Information til deltagerne:

Deltagerne får ved uddannelsens start en kort introduktion af undervisningsforløbet samt den afsluttende prøve, herunder:

- Prøvens indhold samt prøvens bedømmelseskriterier
- Tilladte hjælpemidler under prøven

**n. Prøver + rettemasker**

Prøver + rettemasker er vedlagt som bilag.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET