

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

<b>Kursusnavn</b>	Belysningsanlæg – energieffektivisering og komfort
<b>AMU-kursusnummer</b>	48886
<b>Varighed</b>	3 dage
<b>Målgruppe</b>	El
<b>Dato for udarbejdelse</b>	Marts 2025
<b>Udarbejde af</b>	Jørgen Ringgaard

**Indhold i materialet:**

Formål .....	1
Indhold .....	2
Aktiviteter .....	3
Konkrete produkter .....	4
a.  Materialeliste .....	5
b.  Opgaver vedr. Rentabilitet og tilbagebetalingstid .....	5
c.  Praktiske øvelser i belysnings-laboratoriet .....	6
d.  Helvar designer – opsætning og programmering .....	6
e.  Power point .....	6

Støttet af

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

## Formål

Deltageren kan vejlede kunder om valg, projektering, installation, programmering og drift af moderne belysningsanlæg med fokus på energieffektivitet, komfort, driftssikkerhed og gældende standarder.

Deltageren opnår viden og færdigheder til at:

- vejlede om økonomiske løsninger ved investering i nye belysningsanlæg eller optimering af eksisterende anlæg på baggrund af beregninger af rentabilitet og tilbagebetalingstid i henhold til bygningsreglementets krav.
- Udvælge tekniske løsninger ud fra kundens behov med kendskab til LED-teknologi, forkoblinger, drivere, gateways, IoT-løsninger og PoE, herunder fordele, begrænsninger og samspil med eksisterende installationer.
- Planlægge, installere og programmere belysningsstyringer, herunder DALI, PWM-dæmpning, zonestyling, sensorer og controllere, samt idriftsætte anlæg af varierende størrelse og kompleksitet.
- Programmere og indregulere belysningsanlæg med henblik på høj energieffektivitet og optimal brugerkomfort.
- Foretage fejlfinding og fejlretning på almindelige fejltyper i belysningsanlæg, særligt DALI-installationer, ved brug af relevante måleinstrumenter og software.
- Tage højde for EMC/EMI og lækstrømme ved installation af belysningsstyringer for at sikre stabil drift og overholdelse af gældende standarder.
- Kvalitetssikre eget arbejde gennem refleksion, dokumentation og faglig vurdering.
- Udarbejde og anvende drifts- og vedligeholdelsesplaner, herunder udføre funktionsafprøvning og relevante lysmålinger i henhold til BR18 og DS/EN 12464-1.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Indhold

### Dag 1:

- Velkomst og introduktion til kursets indhold
- Startstrømme på LED og dennes indvirkning på RCD og automatsikringer
- Dæmpning på LED (Constant Current, Constant Voltage, Forkant/Bagkant, PWM)
- Gennemgang af PIR-teori, sensordækning og praktiske regneopgaver.
- Bygningsreglementets krav til bevægelsesmeldere

### Dag 2:

- Gennemgang af DALI-teori
- Belysningskrav fra 12464-1
- Integration af DALI i BMS
- PoE og IoT i belysningsanlæg
- Praktiske programmeringsopgaver i Helvar Designer og Niko Detector tool

### Dag 3:

- Fejlfinding på DALI
- Funktionsafprøvning af belysningsanlæg og dokumentation
- Praktiske måleopgaver i belysningslaboratoriet
- Afsluttende prøve og evaluering af modulet.

## Aktiviteter

Undervisningen tilrettelægges som en vekselvirkning mellem teori, praktiske øvelser, gruppearbejde og fælles opsamling i plenum med fokus på anvendelse i praksis.

Deltagerne arbejder med **beregning af rentabilitet og tilbagebetalingstid** for belysningsløsninger med udgangspunkt i konkrete cases, hvor investering i nyt anlæg sammenholdes med optimering af eksisterende installationer. Opgaverne gennemgås og diskuteres i fællesskab.

Deltagerne introduceres til **moderne belysningsteknologier og IoT-løsninger**, herunder LED-drivere, forkoblinger, gateways og PoE. Gennem oplæg, dialog og gruppearbejde drøftes muligheder, begrænsninger og sikkerhedsaspekter ved anvendelse af IoT i belysningsanlæg.

I praktiske øvelser arbejder deltagerne med **opsætning, programmering og idriftsættelse af belysningsstyringer**, herunder DALI, dæmpeteknikker (PWM, forkant/bagkant), zonestyring

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

og sensorer. Opgaverne differentieres efter deltagernes erfaringsniveau og gennemføres i mindre grupper.

Der arbejdes med **programmering og indregulering af belysningsanlæg** med fokus på energieffektiv drift og brugerkomfort. Deltagerne afprøver forskellige programmeringsmetoder og funktioner i praksis.

Deltagerne gennemfører **praktisk fejlfinding og fejlretning** på belysningsanlæg, herunder DALI-installationer, ved anvendelse af relevante måleinstrumenter og software. Fejlsituationer anvendes aktivt som læring og drøftes i plenum.

Der gennemføres aktiviteter med fokus på **EMC/EMI og lækstrømme**, hvor deltagerne arbejder med cases og erfaringsudveksling om støjproblematikker og korrekt installation.

Undervisningen indeholder løbende fokus på **kvalitetssikring**, hvor deltagerne reflekterer over eget arbejde og modtager konstruktiv feedback.

Afslutningsvis arbejder deltagerne med **drift, vedligeholdelse og dokumentation** af belysningsanlæg. Der udføres praktiske lysmålinger med luxmeter og spektrometer, herunder måling af belysningsstyrke, farvetemperatur, farvegengivelse og refleksion samt funktionsafprøvning i henhold til gældende standarder.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

**Konkrete produkter**

## a. Materielemne

Til afvikling af ovenstående praktiske opgaver er følgende udstyr nødvendigt.

NOTE: Udstyret i dette dokument tager afsæt i materialet udviklet for Techcollege Aalborg. Dette kan variere fra skole til skole afhængig af det tilgængelige udstyr.

- DALI-kompatible lamper
- NIKO DALI inputmodul 70-020
- NIKO potentiometer 74-597
- NIKO DALI PSU 70-985
- DALI USB Gateway
- NIKO Master sensor P48LR
- Helvar DIGIDim 905 router
- Helvar 321 lyssensor
- Helvar 444 inputmodul

## b. Opgaver vedr. Rentabilitet og tilbagebetalingstid

- Beregning af rentabilitet og tilbagebetalingstid ud fra følgende opgaver:

*Opgave 1: Simpel Beregning af Tilbagebetalingstid*

Du skal installere energibesparende LED-belysning i et hus. Installationen koster 20.000 kr., og de årlige besparelser på elregningen forventes at være 4.000 kr.

***Beregn rentabilitet og tilbagebetalingstiden for denne investering.***

*Opgave 2: Sammenligning af To Renoveringsprojekter*

Du har to renoveringsmuligheder:

Udskiftning af vinduer koster 50.000 kr. og vil medføre en årlig besparelse på 6.000 kr.

Isolering af loftet koster 30.000 kr. og vil medføre en årlig besparelse på 3.000 kr.

***Beregn tilbagebetalingstiden for begge projekter, og afgør, hvilket der har den korteste tilbagebetalingstid.***

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

Opgave 3: Beregning med Øget Ejendomsværdi

En kunde overvejer at installere solceller på sit tag. Installationen koster 120.000 kr. og forventes at give en årlig besparelse på 12.000 kr. Derudover vurderes det, at solcellerne vil øge husets værdi med 50.000 kr.

***Beregn tilbagebetalingstiden, hvis vi medregner den øgede ejendomsværdi som en del af den samlede økonomiske gevinst.***

Opgave 4: Sammenligning af driftsomkostninger på udskiftning af LED

En kunde har fået et tilbud på udskiftning af en lysinstallation. Tilbuddet lyder på 20.000 i investeringspris. Kunden har oplyst at hans driftsomkostninger ligger på 6.000 kroner om året. Den nye installation koster 4.000 kroner om året i drift.

***Lav en graf i Excel eller google sheets, der viser hvornår den årlige besparelse overhaler de akkumulerede driftsomkostninger hvis kunden ikke vælger at installere den nye belysning.***

- c. DALI opgaver med sensor  
De praktiske øvelser er vedlagt som bilag.
  
- d. Praktiske øvelser i belysnings-laboratoriet  
De praktiske øvelser er vedlagt som bilag.
  
- e. Helvar designer – opsætning og programmering  
Vejledning og de praktiske øvelser er vedlagt som bilag.
  
- f. Power point  
Power Point er vedlagt som bilag.

Støttet af



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

Støttet af



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