

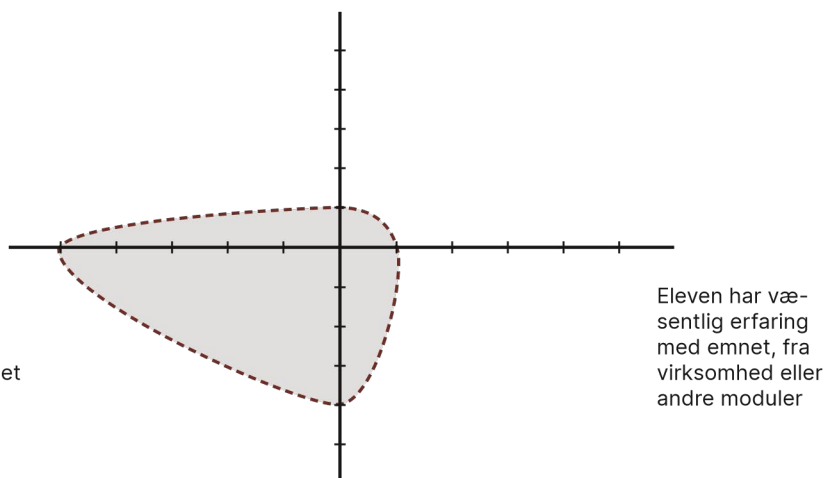
# MODUL 1.10

## Tavleinstallationer og dimensionering

### Modulprofil

Innovativ og eksperimenterende undervisningsform med høj grad af selvstændighed

Eleven har ingen eller begrænset erfaring med emnet fra arbejdet i virksomheden



Eleven har væsentlig erfaring med emnet, fra virksomhed eller andre moduler

Faglig konkret og lærerstyret undervisningsform

### Om profilen

I profilen kan lærlingen se, om modulet passer til de erfaringer og undervisningspræmisser, som han eller hun medbringer i undervisningen.

Den vandrette akse beskriver lærlingens erfaring med emnet.

Den lodrette akse beskriver undervisningsformen på modulet.

### Beskrivelse af modul 1.10

Installation af almindelige elektriske installationer i tavler og grundlæggende dimensionering af tilhørende komponenter og kabler. Lærlingen modtager undervisning i relevant lovgivning. Lærlingen lærer om kortslutnings- og overbelastningsudstyr.

Lærlingen bliver introduceret for termografering, og kan redegøre for- og gennemføre fejlfinding ved hjælp af fx termografering af forbindelser, komponenter og samlinger samt får kendskab til termiske forhold og udfordringer i forbindelse med komponenter og ledninger- og kabelføring i tavler.

### Forudsætninger

GF2, H1, H2

### Arbejdsform

Vi har øje for, gennem helhedorienteret undervisning, at fagligheden skal være tydelig og gerne virke som et fagligt fællesskab og motiverer til, at lærlingene bliver så dygtige som muligt, samtidig med at de lærer at forholde sig kritiske til omverdenen og er i stand til at handle selvstændigt.

Etableringen af trygge rammer, hvor lærlingenes lyst og mod på at udfolde og udfordre sig selv, ses som en forudsætning for en vellykket undervisning.

### Film om modulet



Lærling om 1.10



Underviser om 1.10

## LUP for modul 1.10 i EI-afdelingen på DjH

| Modul titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Forudsætninger for at følge modulet  | Periode | Antal lektioner |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|-----------------|
| 1.10<br>Tavleinstallationer og dimensionering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gennemført og bestået hovedforløb H2 | 4 uger  | 144 lektioner   |
| Målpinde (EVU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                      |         |                 |
| Dimensionering, opbygning, installation og fejlfinding af lavspændings- og maskintavler.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |         |                 |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Læringsen kan redegøre for definitioner på flere typer eltavler herunder lavspændings- og maskintavlers opbygning, samt kendskab til gældende love, normer og standarder samt mærkning af tavler.</li> <li>2. Læringsen kan redegøre for kortslutningsniveauer i forbindelse med valg og installation af komponenter og kabler i forhold til installation af tavler fx med hensyn til dynamiske og termiske påvirkninger eller andre forhold.</li> <li>3. Læringsen kan udvælge og indstille tavlebeskyttelse jf. DS/HD 60364-standardserien som jording, transientbeskyttelse (SPD), gnistdetektor (AFDD), fejlstrømsafbryder (RCD), sikringer og maksimalafbrydere.</li> <li>4. Læringsen kan udvælge kortslutnings- og overbelastningsudstyr jf. DS/HD 60364-standardserien til tavler, kabler og udstyr i afgående kredse.</li> <li>5. Læringsen kan redegøre for selektivitet mellem tavlekomponenter herunder backup-beskyttelse.</li> <li>6. Læringsen har kendskab til elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) i forbindelse med tavler og tavlekomponenter.</li> <li>7. Læringsen har kendskab til fremstilling og dokumentation af tavler i henhold til DS/EN 61439-standardserien og DS/EN 61082 samt vejledninger fra Dansk EI-Tavle Forening.</li> <li>8. Læringsen har kendskab til termiske forhold og udfordringer i forbindelse med komponenter samt lednings- og kabelføring i tavler.</li> <li>9. Læringsen kan redegøre for og gennemføre fejlfinding ved hjælp af fx termografering af forbindelser, komponenter og samlinger.</li> <li>10. Læringsen kan dimensionere, montere og installere lavspændings- og maskintavler herunder kabel- og ledningsføringer inde i tavlen.</li> <li>11. Læringsen kan ved tavlearbejde foretage risikovurdering og sikring af egen og andres sikkerhed.</li> <li>12. Læringsen kan udvælge og anvende korrekt måleudstyr, værktøj og relevante materialer til at opbygge og servicere eltavler.</li> <li>13. Læringsen kan kvalitetssikre og dokumentere eget arbejde herunder udfylde tavlespecifikationsskema (fx BPS) og kredsskemaer korrekt.</li> </ol> |                                      |         |                 |

14. Lærlingen kan redegøre for og anvende relevante love, regler og standarder i forhold til modulets indhold samt anvende IT til relevant informationssøgning.
15. Lærlingen kan anvende innovative processer for at skabe den bedst mulige løsning i forhold til modulets indhold.
16. Lærlingen har kendskab til arbejdsmiljø- og sikkerhedsmæssige forhold, der er relevante for modulets indhold.
17. Lærlingen har kendskab til bæredygtighed og grøn omstilling i forbindelse med opbygning af tavler i henhold til standarder, Life Cycle Assessment, Environmental Product Declaration, CO2-aftryk og affaldssortering.

**Vejledende oplæringsmål:**

- Lærlingen kan udføre almindelige elektriske installationer i tavler.
- Lærlingen kan udføre dimensionering af grundlæggende komponenter og kabler.
- Lærlingen kan udføre kvalitetskontrol efter planer, skemaer og anden relevant dokumentation i forhold til modulet.
- Lærlingen kan udføre fejlfinding og relevante målinger i forhold til modulet.

Forløbsbeskrivelse og faglige mål (DJH-beskrivelse – tolkning af målepinde, hvad er det modulet handler om og hvordan gør vi)

### Forløbsplanbeskrivelse og faglige mål

Lærlingene undervises i installation og dimensionering af lavspændingstavler og tilhørende komponenter og kabler.

Lærlingen modtager undervisning i relevant lovgivning, med henblik på at kunne redegøre for og anvende relevante love, regler og standarder i forhold til modulets indhold. Der er ligeledes et stort fokus på el-sikkerhed i forhold til ændring og servicering af lavspændingstavler.

| Emneoversigt og fagfordeling                             | Varighed i dage | EVU målpinde | Niveau    | UV-form          | Underviser |
|----------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|------------------|------------|
| Intro., skema, modulbeskrivelse, forventningsafstemning. | 0,5             |              |           | Info.            | DJH        |
| Tavlebeskyttelse                                         | 0,5             | 2, 3 og 4    | Avanceret | Teori            | DJH        |
| Dimensionering, kortslutninger og spændingsfald          | 2,0             | 4, 8 og 10   | Avanceret | Teori            | DJH        |
| El-sikkerhed                                             | 0,5             | 11 og 16     | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Tavler - love og regler                                  | 0,5             | 1 og 14      | Avanceret | Teori            | DJH        |
| Selektivitet og backup-beskyttelse                       | 0,5             | 5            | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Måleteknik                                               | 0,5             | 12           | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Tavledokumentation (DS/EN 61082)                         | 0,5             | 7            | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Verifikation                                             | 2,0             | 13           | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| EMI og EMC                                               | 0,5             | 6            | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Fejlfinding og termografering                            | 0,5             | 9            | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Projektopgave                                            | 6,5             | 3, 15 og 17  | Avanceret | Teori og praktik | DJH        |
| Eksamensforberedelse og eksamen                          | 2,5             |              |           | -                | DJH        |

|                          |     |  |  |   |     |
|--------------------------|-----|--|--|---|-----|
| Evaluering og afslutning | 0,5 |  |  | - | DJH |
|--------------------------|-----|--|--|---|-----|

### Om undervisningen

Undervisningen vil være vekslende mellem teoretisk undervisning og praksisnær læring med fokus på installation og dimensionering af lavspændingstavler.

Der lægges vægt på hands-on arbejde med komponenter og kabler, og lærlingen vil arbejde med både opbygning af nye og ændring af eksisterende eltavler.

Undervisningen foregår i kombination mellem teori og praktik inden for emnet lavspændingstavler og tilhørende installationsteknikker.

Den teoretiske undervisning omfatter:

- Kortslutningsberegninger og spændingsfald
- Tavlebeskyttelse og selektivitet
- Dimensionering af kabler og komponenter
- Love, regler og standarder, herunder DS/HD 60364 og DS/EN 61439
- EMC og EMI i tavleanlæg
- Krav til dokumentation og mærkning af eltavler

Den teoretiske undervisning understøttes af praktiske øvelser, der inkluderer:

- Montering og tilslutning af komponenter i lavspændingstavler
- Installation af kortslutnings- og overbelastningsbeskyttelse
- Ændring og udskiftning af komponenter i eksisterende tavler
- Brug af måleudstyr til verifikation og fejlfinding
- Termografering og kontrolmålinger på tavleanlæg

Lærlingen vil arbejde med både individuelle og gruppebaserede opgaver, og der indgår en projektopgave, hvor tavler planlægges, bygges og testes.

Der arbejdes med virkelighedsnære scenarier for at sikre, at lærlingen opnår en dyb forståelse af sikkerhed, drift og fejlfinding i lavspændingsanlæg.

### Arbejdsform

Undervisningen veksler systematisk mellem teori og praktiske øvelser. Formålet er at sikre, at lærlingen opnår både den nødvendige viden og de praktiske færdigheder til selvstændigt og sikkert at kunne arbejde med lavspændingstavler.

Hvert læringsmål introduceres teoretisk og følges op med praktisk øvelse og refleksion.

Fokus er på sikkerhedsprocedurer, korrekt anvendelse af komponenter og udstyr, samt verifikation og dokumentation i overensstemmelse med gældende krav.

Efter hver praktisk øvelse følger en opsamling, hvor teori og praksis kobles, og eventuelle problemstillinger diskuteres i plenum. Denne tilgang understøtter en dybere læring og styrker lærlingens kompetencer til at arbejde sikkert og effektivt med eltavler.

### Faglige mål

Efter endt modul vil lærlingen have opnået:

- Viden om opbygning, installation og dimensionering af lavspændingstavler
- Forståelse for lovgivning, normer og standarder for tavleanlæg
- Kendskab til EMC og EMI i tavler og hvordan disse forhold håndteres
- Færdigheder i montage og udskiftning af tavlekomponenter
- Evnen til at udføre fejlfinding og verifikation på lavspændingstavler
- Indsigt i selektivitet, backup-beskyttelse og korrekt dimensionering af sikringer og kredsbydere
- Kendskab til fremstilling og vurdering af tavledokumentation (DS/EN 61082 og DS/EN 61439)
- Lærlingen vil kunne anvende relevant måleudstyr og værktøj og arbejde i overensstemmelse med el-sikkerhed og arbejdsmiljøkrav.

### Lærlingeprofil

Modulet er målrettet lærlinge, der ønsker at fordybe sig i installation og servicering af lavspændingstavler. Det er relevant for både tavlemontører og elektrikere, der ønsker at styrke deres kompetencer inden for dette fagområde.

Undervisningen lægger vægt på praksisnærhed og virkelighedstro opgaver, og der arbejdes både i skolemiljøets værksteder og med gældende branchestandarder.

Lærlingen skal medbringe passende arbejdstøj og sikkerhedssko, da en stor del af undervisningen foregår som praktisk arbejde.

Medbring desuden egen Windows PC med administratorrettigheder, da dele af undervisningen kræver brug af dokumentationsværktøjer.

Modulet er oplagt for dig, der vil forstå og håndtere den tekniske og dokumentationsmæssige kompleksitet i moderne eltavleanlæg – og som gerne vil arbejde sikkert og professionelt med installation og drift af lavspændingstavler.

### Prøveform

Prøveformen er udarbejdelse af et projekt, indeholdende en rapport og et praktisk produkt.

### Om opgaven (projektet):

Gennem modulet arbejdes der med en udleveret projektbeskrivelse, der løbende løses i takt med progression og undervisning i modulindholdet. Der er både en praktisk og en teoretisk del i projektet

### Om produktet:

Produktet afspejler et udsnit af installationerne i projektbeskrivelsen og indeholder fx montering af effektfordelingstavler, DBO-tavler og tilhørende beskyttelsesudstyr, for såvel undertavler som afgående kredses kabler.

### Om rapporten:

Rapporten udarbejdes i grupper og indeholder dokumentation, dimensionering, beregninger og begrundede valg i forhold til projektbeskrivelsen.

### Bedømmelse og mundtlig overhøring:

Al bedømmelse foregår individuelt og det er derfor vigtigt af anføre klar ansvarsfordeling ved gruppearbejde.

Den mundtlige overhøring **er individuel og** har en samlet varighed på 20 minutter med følgende fordeling:

- 15 min. Valg af fokusområder efter eget valg blandt undervisningsemner.
- 5 min. Spørgsmål/eksamination til projektrapport / undervisningsemner.

I bedømmelsen vægtes også lærlingens samarbejde og engagement i den daglige undervisning. Den mundtlige overhøring sammen med rapporten og det praktiske produkt, danner grundlag for elevens standpunktskarakterer.

### Bedømmelsesplan

Der gives en samlet karakter for rapport og den mundtlige overhøring

| Karakter | Betegnelse | Beskrivelse |
|----------|------------|-------------|
|          |            |             |

|    |                                |                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | Den fremragende præstation     | Karakteren 12 gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller kun få uvæsentlige mangler. |
| 10 | Den fortrinlige præstation     | Karakteren 10 gives for den fortrinlige præstation, der demonstrerer omfattende opfyldelse af fagets mål, med nogle mindre væsentlige mangler.        |
| 7  | Den gode præstation            | Karakteren 7 gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med adskillige mangler                                         |
| 4  | Den nogenlunde præstation      | Karakteren 4 gives for den nogenlunde præstation, der demonstrerer en mindre grad af opfyldelse af fagets mål, med adskillige væsentlige mangler.     |
| 02 | Den tilstrækkelige præstation  | Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.                     |
| 00 | Den utilstrækkelige præstation | Karakteren 00 gives for den utilstrækkelige præstation, der ikke demonstrerer en acceptabel grad af opfyldelse af fagets mål.                         |
| -3 | Den ringe præstation           | Karakteren -3 gives for den helt uacceptable præstation.                                                                                              |

| Lektionsplan |                                 |                   |                                     |                                   |                    |
|--------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
|              | Mandag                          | Tirsdag           | Onsdag                              | Torsdag                           | Fredag             |
| Uge 1        | Intro                           | Dimensionering    | El-sikkerhed<br>(DS/EN 50110-1)     | Tavler (DS/EN 61439)              | Projektopgave      |
|              | Tavlebeskyttelse                | Dimensionering    | Projektkompendie                    | Selektivitet og backupbeskyttelse |                    |
| Uge 2        | Kortslutninger<br>Spændingsfald | Måleteknik        | Tavledokumentation<br>(DS/EN 61082) | Projektopgave                     | Projektopgave      |
|              | Dimensionering                  | Projektopgave     | Projektopgave                       | Projektopgave                     |                    |
| Uge 3        | Verifikation                    | Verifikation      | EMI og EMC                          | Fejlfinding<br>Termografering     | Projektopgave      |
|              | Verifikation                    | Verifikation      | Projektopgave                       | Projektopgave                     |                    |
| Uge 4        | Projektopgave                   | Projektopgave     | Eksamensforberedelse                | Eksamen                           | Eksamen/afslutning |
|              | Projektopgave                   | Projektaflevering | Eksamensforberedelse                | Eksamen                           |                    |