



Danmarks Tekniske Universitet

Campus Service

# EL-Tavlestandard V.002.2017

---

Gældende for Risø Campus

# 1 Indhold

2	Forord .....	3
3	Orientering.....	4
3.1	Grundlag .....	4
3.2	Opbygning af standard.....	4
3.3	Godkendelse.....	4
3.4	Dispensation.....	4
3.5	Tavle kategorier .....	5
4	Generelt for alle typer tavler.....	6
4.1	Dokumentation.....	6
4.2	Opmærkning .....	7
4.3	Kabelmærkning.....	8
4.4	Projektering.....	9
4.5	Komponentkrav.....	11
4.5.1	Energi måling.....	11
5	Udførsel .....	14
5.1	Udskiftning af eksisterende tavler .....	14
5.2	Følgearbejder .....	14
5.3	Strømafbrydelse .....	15
5.4	Opsætning af nye tavler .....	15
6	Specielle krav til hovedtavler .....	16
7	Specielle krav til lys/krafttavler.....	17
7.1	Komponentkrav.....	17
7.1.1	Sikringer og brydere .....	17
7.1.2	Interne ledninger .....	17
7.1.3	Jordskinne i kabelfelt .....	18
7.1.4	IBI-komponenter.....	18
7.1.5	Kontaktoer og relæer .....	18
8	Bilag.....	19
8.1	Bilag 1, Adresseliste .....	19
8.2	Bilag 2, Eksempel strømafbrydelsesseddel.....	20

## 2 Forord

Standarden afviger i omfang fra den generelle DTU tavlestandard men er udarbejdet med udgangspunkt i denne.

Nærværende tavlestandard er udarbejdet som en kravspecifikation for alle nye tavler, som opsættes på DTU Campus Risø. Standarden finder anvendelse ved projektering og produktion af el-tavler, opsætning af nye el-tavler, samt ved udskiftning af eksisterende el-tavler. Standarden er udarbejdet med henblik på at opnå en høj grad af ensartethed og kvalitet af de el-tavler, som installeres på området, til gavn for den daglige drift af anlæggene. Målgruppen for tavlestandarden er tavleleverandører, rådgivende ingeniører, entreprenører, samt el-installatører.

## 3 Orientering

### 3.1 Grundlag

Følgende normer og standarder er gældende for el-tavlerne:

- Stærkstrømsbekendtgørelsen
- Meddelelser fra Sikkerhedsstyrelsen.
- Lavspændingstavler DS/EN 60 439-1 til 60 439-5, i seneste udgaver.
- Maskindirektivet EN 60 204-1, i seneste udgave.
- Forsyningselskabets retningslinjer og regler.
- Fællesregulativet, i seneste udgave.
- Særlige bestemmelser, som vil være nævnt i respektive afsnit i denne standard.

### 3.2 Opbygning af standard

Tavlestandarden er opbygget med en generel del og et afsnit for hver kategori tavle, hvori alle specifikke forhold for denne enkelte type tavle er beskrevet. Dette er gjort for at gøre det lettere overskueligt ved projektering.

### 3.3 Godkendelse

Ved projektering af el-tavler til DTU skal forsidetegning og komponentliste godkendes af DTU, inden tavlen sættes i produktion. Den projekterende bedes fremsende materiale til den relevante afdeling for godkendelse, se bilag 1. Der kan forventes svar om godkendelse inden for fem arbejdsdage fra bekræftelse om modtagelse af tegningsmateriale.

### 3.4 Dispensation

For at opnå dispensation til afvigelse fra dele af nærværende tavlestandard skal der ansøges skriftligt i hvert enkelt tilfælde. Ansøgningen skal indeholde en kort beskrivelse af opgaven og årsagen til, at der ønskes at afvige fra tavlestandard.

Ansøgningen skal sendes til den relevante afdeling, se bilag 1.

### 3.5 Tavle kategorier

El-tavler inddeles i følgende kategorier: hovedtavler, lys/krafttavler,

**Hovedtavler omfatter:**

Hovedtavler er normalt den første tavle efter en transformerstation. Hovedtavler forsyner normalt lystavler, krafttavler, særtavler.

**Lys/Krafttavle omfatter:**

Bygningens lys og stikkontakter samt ventilationsanlæg, varmepumper, køleanlæg, trykluftanlæg og elevatorer forsynes via denne tavle, forsyning kommer normalt fra hovedtavlen.

## 4 Generelt for alle typer tavler

### 4.1 Dokumentation

Dokumentationen skal afleveres i papirudgave og elektronisk, som både pdf og tegningsfil. Den originale dokumentation skal således leveres elektronisk på CD eller eftersendes på e-mail til ordregiver og videregives til bygherre.

Alle komponenter navngives efter side strømvejsprincip og mærkes med tilhørsforhold (eks. lys S45).

#### Papirdokumentation

Det skal fremgå tydeligt af dokumentationen, hvem tavleleverandøren er, og hvilken standard den er udført efter.

Tavleleverandøren sender følgende dokumentation:

- Drift- og vedligeholdelseserklæring.
- Tavletegninger.
- El-komponentlister med typenummer og fabrikat.
- Hovedstrømsdiagram.
- Styrestrømsdiagram.
- Tavlelayout.

#### Elektronisk dokumentation

Den originale dokumentation skal leveres elektronisk i PC Schematic Automation, i seneste version.

#### Transientbeskyttelse

Alle nye tavler skal forsynes med transientbeskyttelse.

## 4.2 Opmærkning

### Udvendig tavleopmærkning - dataoplysninger

Entreprenøren skal mærke tavlen med resopalskilt, grå med sort tekst, 50x100mm.

Skiltet monteres øverst i venstre hjørne på tavlefront for tilgangsfelt.

Skiltet skal indeholde oplysninger om tavlenavn, forsyning, produktionsår/måned og tavleproducentens nummer.

#### Eksempel på tekst:

<b>Hovedtavle: 101-02-EL-S22</b>
<b>Forsynes fra: Transformerstation XXXX Risø X</b>
<b>Produktionsår/måned: 2011/08</b>
<b>Tavlenummer: E.329.0.010 (leverandør nummer)</b>

### Udvendig tavleopmærkning - Navngivning

Alle tavlenavne udleveres af DTU CAS Risø EL (bilag 1)

### Komponentopmærkning

Alle komponenter mærkes med komponentnavn og max forsikring ifølge kredsskema.

Der skal opmærkes på afdækning foran komponenter og på selve komponenten.

Mærkningen udføres med label i passende størrelse med læsbar tekst i holdbar udførelse.

#### Eksempel på tekst:

103F5
Max.10A

### Afbryderoversigt

I tavlelåde isættes oversigt over afbrydere som nedenstående:

Komponent	Maks. sikring	Område
103F5	10A	Stikkontakter i kontorer og laboratorium rum 052, 054 og 060

### 4.3 Kabelmærkning

Alle udefrakommende kabler skal mærkes med kabelsopmærkning i kabelstigefelt. Kabelopmærkning placeres på kablets yderkappe, umiddelbart før kabel afisoleres.

Kabelmærkning skal være af type, som omslutter kabel eller ledning, med tydelig skrift i flere rækker. Kabelmærkningen skal være beregnet for installationsbranchen, og vælges ud fra omgivelsernes miljø.

Mærkningen skal indeholde følgende:

- Tavlenavn
- Gruppenavn



## 4.4 Projektering

Alle tavler skal projekteres efter opstillingsstedets omgivelsestemperatur, målt som en middelværdi over 24 timer.

Tavler kan kun installeres, hvor der er minimum 0,7 meter fri plads foran tavlen, målt fra det sted, som rager længst frem fra tavlen.

Belastningsstrømmen skal være fordelt så ligeligt mellem faselederne som muligt.

Ledninger og kabler for maskininstallation og svagstrøm skal særskilt være delt med delspor eller ledningskanal i tavlen.

Låger og beklædning udføres i minimum 1,5mm stålplade iht. DIN 1623/1541.

Stålplade belagt med minimum 20µm aluzink iht. EN 10142.

Pulvermaling mix. Epoxy/polyester for overfladebehandling af låger/beklædning.

Overfladebehandling iht. DS/ISO 2808, 2409, 53151, 1519 og Eriksen 291D.

Atmosfærisk korrosionskategori iht. DS/EN ISO 12944.

Minimum miljø 1, let industrimiljø iht. IEC/EN 50081-1 §5.

Tilgangsfelt skal som minimum udføres efter form 4a, øvrige felter form 2b.

Tilgangsfeltets størrelse skal være, så det tilgodeser monteringsarbejdet og kablers bukkeradius, hvorfor følgende minimums mål skal følges:

Tilgangskabel 0-35mm<sup>2</sup> → 300x400mm tilgangsfelt

Tilgangskabel 50-95mm<sup>2</sup> → 400x600mm tilgangsfelt

Tilgangskabel 95-300mm<sup>2</sup> → 400x900mm tilgangsfelt.

Angivne mindstemål er inkl. indgangsbryder. Afvigelser fra ovenstående mindstemål skal aftales med DTU i hvert enkelt tilfælde.

Tavlen dimensioneres med minimum 30 % disponibel DIN-skinneplads, inklusive skinnefelt. Tavlen dimensioneres med minimum 30 % disponibel plads i felt for sikringsafbrydere og maksimalafbryder, inklusive skinnefelt.

Systemjording: TN-S.

RAL farve 7035 (lysegrå).

Tavlen skal være forberedt for termografering, dvs. alle tavlelåger skal kunne åbnes under spænding, gælder også ved håndtag/ aksel.

Hvor intet andet er nævnt, er kapslingsklassen IP3X/IP2XC.

Forureningsgrad 1: ingen forurening eller kun tør, ikke ledende forurening forekommer.

Tilgangskabel skal monteres direkte på tilgangsafbryderens klemmetilslutning dvs. ingen kabelsko.

Alle tavler udføres med kabelfelt, minimum bredde:

- 400mm. for hovedtavler
- 300 mm for lys/krafttavler

Ved tilgangskabel  $\leq 4 \times 120 \text{ A} / \text{CU}$  placeres tilgangsfelt  $\geq 900 \text{ mm}$  over gulv.

Ved tilgangskabel  $\leq 4 \times 300 \text{ A} / \text{CU}$  placeres tilgangsfelt  $\geq 1200 \text{ mm}$  over gulv.

Skinner anbragt adskilt fra funktionenhederne: indre opdeling form 2b.

Ved forsikring  $\geq 63 \text{ A}$  skal tavlen udføres med skinner i CU og minimum udlægges for 225A. Skinner skal føres i hele tavlens højde.

Gulvtavler skal udføres med sokkel: min. 100mm høj.

Tavlen skal som minimum have dybden:

- 400mm for hovedtavler
- 200mm for lys/krafttavler

Fasefølgen på 400V AC komponenter er L1,L2,L3,N og PE (læses fra venstre mod højre).

Alle lednings- og klemmeterminalerne skal mærkes.

Der anbringes tegningslommer/holdere indvendigt i tavlelågen.

Betjeningsmateriale må ikke placeres over 1750mm fra gulv.

Instrumenter, lamper, omskiftere og målere må ikke placeres over 1750mm, og under 1000mm fra gulv.

Alle tavlelåger skal være bestykket med hængsler og lukkeanordning i siden.

Lukkeanordninger skal være værktøjsbetjent, hvor der kan være adgang til spændingsførende dele, herunder bl.a. kabelstige felt, tilgangsfelt mv. DIN-skinnefelt skal forsynes med fingergreb.

## 4.5 Komponentkrav

Ledninger og komponenter, som anvendes i tavlen, skal være bly- og halogenfri.

Tavlen skal være bestykket med separat tilgangsfelt og være forsynet med indgangsafbryder (mærkestrømmen for indgangsafbryderen skal mindst være samme værdi som det foran siddende beskyttelsesudstyr).

### 4.5.1 Energi måling

Alle forsyninger til en tavle skal måles, samt følgende afgange:

- Elvarme/ vandvarmere
- Procesventilation
- Bygningsforbrug
- Komfort køleanlæg
- 

Der indbygges målere for tilgangskabler med tilhørende målertransformere og kortslutningsklemmer. Ved direkte måling anvendes ligeledes kortslutningsklemmer, således at måler kan skiftes under drift.

Der opsættes separat styrestrømsgruppe til forsyning af målekredsen. Styrestrømsgruppen placeres sammen med el-måleren i nærtliggende lægmandsbetjent DIN-skinnefelt. Der installeres én styrestrømsgruppe pr. måler.

Jordledning for målertransformere monteres på fælles jordplint i kabelfelt.

Kortslutningsklemmer for målertransformere monteres i kabelfelt.

Målere leveres for DIN-skinne montage og skal være i måleklasse I.

Kommunikation for måler føres til klemmer i kabelstige felt.

I indgangen af hovedtavler benyttes ikke direkte måling.

#### Undtagelse

Ved målere for bi-måling kan der ses bort fra bestemmelserne i fællesregulativet stk. 21.

## Multiinstrumenter:

Der indbygges 1 stk. multiinstrument i tilgangsfeltets tavlelåde:

Generelle kriterier:

Strøm / spænding nøjagtighed - 0,5 % strøm, 0,2 % spænding.

Effekt / aktiv energi nøjagtighed – Klasse 0,2s.

Multiinstrumentet skal kunne aflæse følgende:

Øjeblikkelige rms-værdier:

- Strøm – fase og nul.
- 3-faset spænding.
- Spænding pr. fase.
- Frekvens.
- Total effekt - aktiv, reaktiv, tilsyneladende.
- Effekt pr. fase - aktiv, reaktiv, tilsyneladende.
- Effektfaktor /  $\cos\phi$  – total, pr. fase.

Energiværdier:

- Aktiv energi - ind / ud.
- Reaktiv energi - ind / ud.
- Tilsyneladende energi.
- Brugerdefineret opsummering.

Rullende gennemsnitsværdier:

- Strøm-, øjeblikks- og maksimalværdier.
- Total aktiv effekt – øjeblikks- og maksimalværdier.
- Total reaktiv effekt – øjeblikks- og maksimalværdier.
- Total tilsyneladende effekt – øjeblikks- og maksimalværdier.
- Total forventet gennemsnit – kW, kVAR, kVA.
- Synkronisering af beregningsvindue.
- Brugerdefineret beregningstilstand.

Andre målinger:

- Timetæller.

Der skal opsættes separat styrestrømsgruppe til forsyning af målekredsen. Styrestrømsgruppen placeres i nærtliggende lægmandsbetjent DIN-skinnefelt. Der installeres én styrestrømsgruppe pr. instrument.

Inden idriftsætning af tavlen skal multiinstrument programmeres med omsætningsforholdet på tilhørende strømtransformere.

Multiinstrument skal være med indbygget hukommelse, og alle informationer skal kunne aflæses via MODBUS-kommunikation.

MODBUS udføres med enten RS485 interface eller IP. Standardopsætning er: 19.200 Baud, NO parity, 1 stopbit.

### **Strømtransformere**

Strømtransformere skal være klasse 0,2S, 5A.

Strømtransformerne fastmonteres i separat felt med lasker. Størrelsen på laskerne skal tilpasses strømtransformerne. Lasker og felt udføres efter Fællesregulativets forskrifter, der kan dog gives dispensation til reduktion i feltets højde.

Strømtransformerfelt for tilhørende strømtransformere til instrumenter og el-måler placeres i forlængelse med tilgangsfeltet.

Ved måling af afgang i hovedtavler stilles der ikke krav til separat felt med lasker.

## 5 Udførelse

### 5.1 Udskiftning af eksisterende tavler

Ved udskiftning af en eksisterende tavle skal følgende udføres

- Kortslutningsniveauer skal verificeres, således at den nye tavle er bygget efter forholdene på opstillingsstedet.
- Tavleopmærkning skal gennemgås, således at den kan tilpasses den nye tavle, og kabler mærkes, således at ombytning af gruppeledninger ikke forekommer.
- Fasefølge på alle 3-fasede komponenter skal registreres, inden tavlen lukkes ned, således at ledninger kan monteres i samme rækkefølge i ny tavle.
- Hvor det ikke er muligt at montere ledninger i nye klemmer, uden at de bliver forlænget, skal der anvendes egnede presmuffer. Løse samlemuffer accepteres ikke.
- Inddækning af nye tavler skal etableres på en sådan måde, at tavlen kan åbnes og betjenes, uden at afdækningen fjernes. Først ved endelig afslutning af arbejdet i det pågældende rum (alt håndværkerarbejde) skal inddækningen fjernes. Dette er af hensyn til skader på tavlen i byggeperioden.

### 5.2 Følgearbejder

Ved udskiftning af eksisterende tavler er der en række følgearbejder, som skal medtages i arbejdet. Det er elentreprenørens ansvar at følgearbejder er medtaget i projektet.

For eksempel:

- Dørkplader i gulv udskiftes til nye aluminiumplader med løftehuller, og hvis det er nødvendigt, påsvejses der forstærkninger
- Kabelgrav skal støvsuges,
- Gamle ankerbolte/skruer i væg fjernes
- Kabelstige opsættes over ny tavle
- Såfremt der er ført vand- eller afløbsrør over tavlen, skal der etableres overdækning over tavle.
- Tilpasning af føringsvej til ny tavle,
- Eventuelle konverteringslister skal lamineres og fastgøres i låge til kabelstigefelt, samt sendes elektronisk til den relevante afdeling, se bilag 1.

### 5.3 Strømafbrydelse

Strømafbrydelser skal ad viseres til berørte brugere og CAS minimum 10 arbejdsdage i forvejen.

Ved planlægning af en strømafbrydelse skal det afklares, hvem og hvad der berøres, samt hvor lang tid afbrydelsen kommer til at vare. Herefter påbegynder dialog med brugere og DTU CAS om eventuelle foranstaltninger, som skal tages, herunder etablering af nødstrøm mv. for udstyr, som ikke kan tåle afbrydelsen, samt varsling af selve afbrydelsen.

DTU CAS kan være behjælpelige med at oplyse, hvilke brugere / institutter der hører til i de forskellige bygninger, og hvem der er kontaktpersoner.

Der skal i samarbejde med DTU CAS udfyldes én "strømafbrydelsesseddel" (se bilag 2) til advisering af brugere ved opslag på alle ind- og udgangsdøre i den berørte bygning, samt i

### 5.4 Opsætning af nye tavler

Inden tilslutning af tavlen skal fasefølgen L1,L2,L3,N kontrolleres ved indgangspunktet af tavlen. Drejefeltet skal kontrolleres inden idriftsætning og ved udskiftning af tavle, ligeledes inden nedtagning af eksisterende tavle.

I øvrigt henledes opmærksomheden på Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 61, vedrørende eftersyn og afprøvning før idriftsætning.

## 6 Specielle krav til hovedtavler

Tavlen skal være forsynet med mimikdiagram på tavlefronten, som tydeligt angiver skinneføringen i tavlen.

### **Afbrydere**

Indgangsafbryder / sektionsafbrydere / ledningsadskillere for samleskinner.

Leveres med låsbart håndtag for brydere i tavlefronten. Tavlelågen skal kunne åbnes i sluttet tilstand.

Ledningsadskillere for samleskinner skal kunne låses med hængelås, i sluttet og afbrudt stilling.

Montering af maksimalafbrydere større end 63A på DIN-skinne er ikke tilladt uden forudgående aftale med Campus Service.

### **Sikringer og brydere**

Som udgangspunkt skal brydermateriel større end 63A vælges som sikringsløse enheder. Særlige tilfælde vurderes individuelt af DTU, ved f.eks. kundekrav eller ved specifikke brugsgenstande.

### **Der benyttes følgende komponenter < 63A.**

Sikringsafbryder, automatsikring eller maksimalafbryder.

Alle afgange skal føres til klemmer i kabelfelt.

### **Der benyttes følgende komponenter ≥ 63A.**

Maksimalafbryder.

Maksimalafbrydere skal monteres med klemmer direkte på afgang.



## 7 Specielle krav til lys/krafttavler

### 7.1 Komponentkrav

Alle stærkstrømskomponenter placeres hvis muligt monteret på DIN-skinne.

#### 7.1.1 Sikringer og brydere

Der skal monteres sektionsafbryder på hver din-skinne række

##### **Der benyttes følgende komponenter < 63A.**

Fejlstrømsafbrydere skal standard være med en udløserstrøm på 30mA (afvigelser skal afklares med bilag 1) og være med et minimums prøveinterval på et år.

Ved forsyning af frekvensomformere anvendes separate automatsikringer/ fejlstrømsafbrydere. Fejlstrømsafbrydere skal være klasse B.

2p automatsikringer

4p automatsikringer

2p kombinerede automatsikringer/ fejlstrømsafbrydere.

4p kombinerede automatsikringer/ fejlstrømsafbrydere.

Beskyttelsesudstyr for et-fasede stikkontakter, skal vælges som 1-polet + nul eller 2-polet materiel.

Kombiafbrydere skal standard være med en udløserstrøm på 30mA (afvigelser skal afklares med bilag 1) og være med et minimums prøveinterval på et år og være med visuel fejlindikering ved udkobling af overbelastning og fejlstrøm.

##### **Der benyttes følgende komponenter > 63A.**

- Maksimalafbryder.
- Maksimalafbrydere skal monteres med klemmer direkte på afgang.

Som udgangspunkt skal brydermateriel større end 63A vælges som sikringsløse enheder. Særlige tilfælde vurderes individuelt af DTU, ved f.eks. kundekrav eller ved specifikke brugsgenstande.

Montering af maksimalafbrydere større end 63A på DIN-skinne er ikke tilladt uden forudgående aftale med Campus Service.

#### 7.1.2 Interne ledninger

Opmærkning af ledninger iflg. Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, § 514.1 + 514.2.

Ledninger fra skinnefelt til komponenterne oplægges dobbelt isoleret / 90°C ledning. Ledningerne dimensioneres efter komponentens pålydende strømværdi.

Jordledning fra tavlestel til låger fastmonteres med kabelsko og skruer.  
Alle flerkorede ledninger monteres med tyller/ledningsterminalrør.

### **7.1.3 Jordskinne i kabelfelt**

I forbindelse med jordskinne skal udformningen udføres med separat jordskinne i kobber. Jordskinnen skal placeres parallelt og forskudt af evt. tilslutningsklemmer, så entydigt tilhørsforhold til kabelmontagen opnås. Tilslutningspunktet til jordklemmen skal opmærkes tydeligt med gruppenavn.

### **7.1.4 IBI-komponenter**

Komponenter for intelligente bygningsinstallationer skal placeres i separat tavlefelt. Hvor der anvendes BUS-baserede systemer, føres BUS-ledningen direkte til komponenten, øvrige ledninger føres til klemmer i kabelfelt. Krav til respektafstande skal følge producentens anvisning, samt Stærkstrømsbekendtgørelsen. I felt for IBI-styringer skal der placeres ét stk. DIN-skinne monteret stikkontakt 230V F/N/PE, med tilhørende kombiafbryder 1pol+N, 10A, 30mA.

### **7.1.5 Kontaktorer og relæer**

Kontaktorer og hjælperelæer skal være for 24V AC spolespænding.

## 8 Bilag

### 8.1 Bilag 1, Adresseliste

DTU Risø  
Frederiksborgvej 399  
4000 Roskilde  
Kontaktpersoner.:

Dennis Thaarup  
Tlf. 46 77 52 04  
E-Mail: [detha@dtu.dk](mailto:detha@dtu.dk)

Kenneth Larsen  
Tlf. 20 24 13 78  
E-Mail: [kenlar@dtu.dk](mailto:kenlar@dtu.dk)

Michael Sørensen  
Tlf. 20 24 13 71  
E-Mail: [Miso@dtu.dk](mailto:Miso@dtu.dk)

## 8.2 Bilag 2, Eksempel strømafbrydelsesseddel

Danmarks Tekniske Universitet 

Lyngby d. 14. august 2012

**Strømafbrydelse**  
Bygning 413  
Tirsdag 03.09.2012 - kl. 8.00 til kl. 16.00  
*Her skrives årsag til afbrydelse.*

**Power cut**  
In building 413  
Tuesday 14.08.2012 - 8.00 am to 4.00 pm  
*Here written cause of interruption.*

Kontaktperson/ Contact person:  
Firma / Company:  
Telefon / Phone:  
Mail:

Med venlig hilsen / Kind regards

Installationer / Installations  
Henning Horsten  
45 25 13 30  
henho@dtu.dk

Danmarks Tekniske Universitet    Nils Koppels Allé    Tlf. 45 25 25 25    henho@adm.dtu.dk  
DTU Campus Service    Bygning 413    Dir. 45 25 13 30    www.dtu.dk  
2800 Kgs. Lyngby    Fax. 45 88 44 39