

**Lavspændingstavler og andre sammenbygninger af materiel**

En sammenbygning af elektrisk materiel skal normalt opfylde Lavspændingsdirektivets sikkerhedskrav. For elektrisk materiel på eller til maskiner er det dog Maskindirektivet, der gælder. For begge direktivers vedkommende gælder det, at der ikke stilles krav om overholdelse af bestemte internationale standarder, når man skal eftervise overensstemmelse med direktiverne, men det vil som regel være den nemmeste måde.

På denne baggrund har Elektricitetsrådet i efteråret 1998 udgivet en ny udgave af Stærkstrømsbekendtgørelsen for lavspændingstavler, afsnit 439-1 til 439-5, der erstatter de tidligere afsnit 13-1 til 13-4. Uanset betegnelsen Stærkstrømsbekendtgørelsen har de nye afsnit status som standarder, og de er da også oversættelser af de tilsvarende internationale IEC-standarder og de europæiske EN-standarder.

I forbindelse med de tidligere afsnit har Elektricitetsrådet efterhånden taget stilling til en del spørgsmål omkring tavlers udførelse og anvendelse. Nogle af de trufne beslutninger er gennem Elektricitetsrådets deltagelse i det internationale standardiseringsarbejde indarbejdet i de nye tavlestandarder. Andre af beslutningerne er ikke indarbejdet, men har status som danske fortolkninger eller tydeliggørelser af visse af standardernes bestemmelser. Da de kan være af interesse for tavlefabrikanter, installatører og brugere, er de gengivet i det følgende.

**1 Sammenbygninger af materiel, som er omfattet af tavlestandarderne**

- 1.1 Sammenbygninger er omfattet af 439-serien, medmindre de falder ind under et af de følgende punkter 1.2, 1.3 og 2.1 til 2.4.
- 1.2 En sammenbygning af elektrisk materiel på eller til maskiner er omfattet af EN 60204-1 (Stærkstrømsbekendtgørelsens afsnit 204-1). Det udelukker ikke, at man af praktiske grunde kan udføre sammenbygningen som en tavle efter standarderne i 439-serien, men kravene i 204-1 skal samtidigt opfyldes.
- 1.3 Sammenbygninger (tavler) kan både indeholde elektrisk materiel hørende til almindelige lavspændingsinstallationer og elektrisk materiel hørende til maskiner, men i så fald skal der være en klar mekanisk adskillelse med en kapslingsklasse mindst IP2X mellem systemerne.

**2 Sammenbygninger af materiel, som ikke er omfattet af tavlestandarderne**

- 2.1 Sammenbygninger til brug sammen med bestemte typer materiel er ofte omfattet af de relevante standarder for det pågældende materiel. Medmindre der i disse direkte er henvist til 439-serien, er det kun den aktuelle standard, der gælder. Det er desværre ikke muligt her at angive en udtømmende liste over sådanne selvstændige standarder, men som nogle få eksempler kan nævnes

- EN 60335-2-53, som omfatter styringer for saunaer
- EN 60730-2-5, som omfatter kontrolkasser for oliefyr o.l.
- IEC 60718, som omfatter forsyning til batteridrevne biler o.l.
- IEC 60871-1, som omfatter kondensatorbatterier for fasekompensering

2.2 For sammenbygninger af elektronisk materiel til brug i installationer findes der en europæisk standard EN 50178, der også er udgivet som dansk standard, DS/EN 50178. Den gælder for alle former for elektronisk materiel og sammenbygninger heraf, der ikke direkte er omfattet af en bestemt materielstandard.

Sammenbygninger efter EN 50178 kan ud over det rent elektroniske materiel også indeholde andet elektrisk materiel - såsom transformere, koblingsudstyr, overstrømsbeskyttelsesudstyr, udstyr til beskyttelse mod elektrisk chok osv. - når det funktionsmæssigt hører sammen med det elektroniske materiel.

Er der derimod tale om afgående strømkredse, der ikke funktionsmæssigt hører sammen med det elektroniske materiel, skal disse være mekanisk adskilt (mindst IP2X) fra den øvrige del af sammenbygningen, og den del, der er anbragt i, er omfattet af 439-serien.

2.3 Sammenbygninger af ikke-elektronisk materiel, der kun tjener til måling, styring eller regulering, kan principielt betragtes på samme måde som en sammenbygning af elektronisk materiel. Sådanne "styretavler", der kun indeholder måle- og indikeringsudstyr, betjeningsknapper, kontaktorer, relæer m.v. samt eventuelt overstrømsbeskyttelsesudstyr og udstyr til beskyttelse mod elektrisk chok, der funktionsmæssigt hører sammen med det øvrige materiel, behøver ikke at følge 439-serien.

Der findes for øjeblikket ingen speciel standard, der dækker sådanne "styretavler". De bør derfor følge Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske installationer, kapitel 41, angående beskyttelse mod elektrisk chok, og temperaturen på tilgængelige dele må ikke overstige de i 423 angivne temperaturgrænser.

2.4 Målerskabe, dvs. kapslinger som kun indeholder en eller flere elmålere og eventuelt tilhørende tarifikringer, behøver ikke at følge 439-serien. De kan i stedet følge Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske installationer, som nævnt ovenfor.

3 **Hvordan skal krav om en bestemt kapslingsklasse for en tavle opfattes. Må der f.eks. kunne trænge vand ind i en IP43 tavle**

De fuldstændige bestemmelser for kapslingsklasser og IP-koder fremgår af IEC 529, men en kort forklaring på IP-kodernes betydning kan ses i Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske installationer, 512.3.

IP-kodens første ciffer angiver graden af beskyttelse mod, at fremmedlegemer kan trænge ind i materiellet (men samtidigt angiver det en vis mindste grad af beskyttelse af personer mod berøring med farlige dele).

Andet ciffer angiver graden af beskyttelse mod, at vand kan trænge ind i materiellet.

Det eventuelle bogstav på tredje plads angiver graden af beskyttelse af personer mod berøring af farlige dele,

- hvis graden af berøringsbeskyttelse er højere end angivet ved første ciffer, eller
- hvis der kun er behov for at angive graden af berøringsbeskyttelse, mens graden af beskyttelse mod, at fremmedlegemer kan trænge ind i materiellet, er uden betydning.

F.eks. angiver kapslingsklassen IPXXB, at materiellet skal være beskyttet mod berøring af farlige dele med en finger, mens der ikke er krav om beskyttelse mod indtrængen af fremmedlegemer eller vand.

Angående indtrængen af fremmedlegemer siger bestemmelserne, at en prøvedorn, der svarer til IP-kodens første ciffer, ikke må kunne trænge ind i kapslingen, når den presses mod eventuelle åbninger med en foreskrevet kraft. Hvis f.eks. første ciffer er 4, må en 1 mm prøvepind ikke kunne trænge ind, når den påvirkes med en kraft på 1 N.

Angående indtrængen af vand er bestemmelserne mere lempelige, idet det accepteres, at der kan trænge vand ind i en tavle, uanset hvilken kapslingsklasse den har. Det må blot ikke have nogen skadelig virkning, og det må ikke samle sig, hvor det ikke kan løbe ud. Hvis der efter prøven for indtrængen af vand let kan observeres spor af vand inde i kapslingen, skal der ifølge afsnit 439-1, 8.2.7, foretages en ekstra spændingsprøve for at sikre, at vandet ikke har nogen skadelig virkning.

Angående beskyttelse mod berøring af farlige dele siger bestemmelserne, at en prøvedorn, der svarer til IP-kodens bogstav på tredje plads, godt må trænge ind i kapslingen, men den skal forblive i tilstrækkelig afstand fra farlige dele. For lavspændingstavler betyder det, at prøvedornen ikke må kunne røre spændingsførende dele.

For tavlers kapsling gælder følgende:

- 3.1 Byggepladstavler skal kunne flyttes fra en plads til en anden. De skal derfor være lukket på alle sider og altid opfylde kravene til kapslingsklasse i afsnit 439-4. Den eneste undtagelse er åbninger for midlertidig tilslutning af ledninger, som kan følge nedenstående punkt 3.5.
- 3.2 For andre tavler skal kravene til kapslingsklasse normalt være opfyldt, når tavlen er installeret efter fabrikantens anvisninger. Der er imidlertid forskel på, om der er tale om en metalkapslet tavle (klasse I) eller en totaliseret tavle (klasse II).

Desuden kan der i visse tilfælde være lempeligere krav til åbninger for midlertidig tilslutning af kabler og ledninger, se punkt 3.5.

- 3.3 En metalkapslet klasse I tavle, der er fast installeret på gulv eller væg, kan være åben mod opstillings- eller fastgørelsesfladen. Hvis det er nødvendigt at tætne mellem kapslingen og opstillings- eller fastgørelsesfladen for at opnå den tilsluttede kapslingsklasse, skal det fremgå af fabrikantens anvisninger. For jordmonterede kabelfordelingsskabe anses nedgravning i jord normalt som tilstrækkelig tætning.

- 3.4 I en totaliseret tavle skal apparaterne derimod være fuldstændig omgivet af en kapsling af isolermateriale, og denne kapsling skal efter installationens færdiggørelse opfylde kravene til den tilsluttede kapslingsklasse.

For totaliserede tavler, der er fast installeret på gulv eller væg, accepteres det dog, at der kan være åbninger efter indføring af kabler m.v. i den side af kapslingen, som vender mod opstillings- eller fastgørelsesfladen. Disse åbninger må ikke være større end 12,5 mm (svarende til IP2X), når kabler m.v. er installeret.

Er åbningerne større, skal de udfyldes eller afdækkes på en sådan måde, at en 12,5 mm prøvekugle eller en prøvefinger ikke kan trænge gennem åbningen, når de presses mod åbningen med en kraft på kun 1 N, hvilket er langt mindre, end der normalt kræves for IP2X. Det kan f.eks. ske ved udfyldning med fugemasse eller ved hjælp af en indvendig fastgjort stabil afdækning bestående af egnet skumplast eller fleksible plast- eller gummikanter.

Ovenstående gælder både for totaliserede tavler efter afsnit 439-1 og 439-3 og for totaliserede kabelfordelingsskabe efter afsnit 439-5, herunder også for åbninger mod jord i jordmonterede kabelfordelingsskabe.

- 3.5 Åbninger for midlertidig tilslutning af kabler og ledninger skal normalt opfylde kravene til den kapslingsklasse, der gælder for selve tavlen.

For kabelfordelingsskabe gælder specielt, at sådanne åbninger skal have kapslingsklasse IP23C, når de midlertidige kabler er forbundet, mens der ellers kræves mindst IP34D.

For andre tavler gælder, at hvis de har åbninger for indføring af ledninger med stikprop, og sådanne åbninger kun forekommer i en nedadvendende kapslingsflade, behøver bestemmelserne om indtrængen af fremmedlegemer ikke fuldt ud at være opfyldt. En prøvedorn svarende til IP-kodens første ciffer må godt kunne trænge ind i kapslingen, når den presses mod åbningen med den foreskrevne kraft, men prøvedornen må ikke trænge ind, når kraften kun er 0,1 N.

Foranstående gælder både, når der er ført ledninger gennem åbningen, og når den ikke er benyttet. Det kan f.eks. opnås ved hjælp af en indvendig fastgjort stabil afdækning bestående af egnet skumplast eller fleksible plast- eller gummikanter.

Bestemmelserne for beskyttelse mod indtrængen af vand og mod berøring af farlige dele skal dog altid være opfyldt.

Typiske eksempler på tavler, der kan være omfattet af denne lempelige fortolkning, er byggepladstavler, tavler på udstillingsområder, campingpladser, marinaer m.v.

#### 4 Forholdsregler mod kondens

For tavler i det fri og andre steder med høj fugtighed og stærkt svingende temperaturer kan der forekomme kondensation af fugt på indersiden af kapslingen.

Det er desværre ikke muligt at forhindre en sådan kondensation ved at anvende en højere kapslingsklasse for selve tavlen.

I sådanne tavler skal lodret faldende dråber, der kan ramme det indbyggede materiel, forhindres, f.eks. ved indvendig isolering af tavlens topflade. Desuden skal det indbyggede materiel være egnet til forureningsgrad 3, se afsnit 439-1, 6.1.2.3.

#### 5 Kapslingsklasse for indbygget materiel

For lægmandstavler efter afsnit 439-3 og for byggepladstavler efter afsnit 439-4 foreskriver standarden, at materiel, der skal kunne betjenes af lægmand efter åbning af en låge, skal have en kapslingsklasse på henholdsvis IP2XC og IP21, altså højere end IP20 (normaltæt).

Nu ligger det desværre sådan, at materiel som gruppeafbrydere, automatsikringer, fejlstrømsafbrydere og andet småmateriel til indbygning i tavler både ifølge gældende standarder og ifølge fabrikanternes oplysninger kun findes i normaltæt udførelse (IP20).

Elektricitetsrådet vil derfor acceptere følgende:

- 5.1 For materiel, som er anbragt internt i tavlen, og som ikke skal kunne betjenes, er der ingen krav til kapslingsklassen. Materiellet kan være i helt åben udførelse.
- 5.2 Materiel, som er tilgængeligt uden åbning af tavlen, skal mindst have samme kapslingsklasse som selve tavlen.
- 5.3 Materiel anbragt bag en låge, som kan lukkes, kan være IP20 (normaltæt), uanset om tavlens kapslingsklasse er højere end IP20. Heri er inkluderet stikkontakter, der kun benyttes til tilslutning af materiel internt i tavlen.

Stikkontakter, der er beregnet for tilslutning af materiel uden for tavlen, skal være anbragt i et særskilt felt, som i forhold til det øvrige normaltætte materiel har den for tavlen foreskrevne kapslingsklasse. De skal samtidigt være anbragt bag en særskilt låge, som kun giver adgang til stikkontakterne. Under disse forudsætnin-

ger kan stikkontakterne være normaltætte (IP20), bortset fra stikkontakter i byggepladstavler, som skal være mindst IP21.

Bortset fra selve materiellet skal afdækninger o.l. udføres, så bestemmelserne for betjeningsfladen er opfyldt, dvs. mindst IP2XC for lægmandstavler og IP21 for byggepladstavler. Desuden skal betingelserne for indføringsåbninger angivet i punkt 3.5 overholdes.

- 5.4 Materiellet skal altid vælges ud fra de forekommende driftsforhold. Hvis de afviger fra de normale driftsforhold angivet i afsnit 439-1, 6.1, skal der ifølge 6.2 anvendes materiel efter særbestemmelser eller særlige aftaler mellem bruger og tavlefabrikant. Det kan f.eks. være tilfældet, hvor der forventes særlig kraftig forurening eller saltpåvirkning.

## 6 Totaliserede tavler med ydre metalkapsling

Der har været spurgt, om en tavle - eller en af de andre sammenbygninger, der er nævnt under punkt 1 og 2 - kan have udvendige metaldele (f.eks. en ydre metalkapsling), uden at de skal forbindes til en beskyttelsesleder, og uden at der kræves beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen.

- 6.1 For en tavle efter standarderne i 439-serien kan dette accepteres, hvis tavlen opfylder bestemmelserne i afsnit 439-1 om beskyttelse ved totalisolation. Det indebærer bl.a. ifølge 7.4.3.2.2, at alle apparater skal være fuldstændig indkapslet i isolermateriale. Det accepteres dog, at der kan være åbninger i isolermaterialet, når blot de ikke er så store, at en 2,5 mm prøvepind (svarende til IP3X) kan trænge igennem eller berøre de udvendige metaldele. Den færdige tavle med de udvendige metaldele skal naturligvis altid opfylde kravene til kapslingsklasse, f.eks. mindst IP34D for et kabelfordelingsskab efter 439-5.

Desuden skal tavlen kunne bestå en spændingsprøve som angivet i 8.2.2.2, men hvor spændingen påtrykkes mellem de udvendige metaldele og de indbyrdes forbundne spændingsførende dele inde i kapslingen.

- 6.2 For de andre sammenbygninger, der er nævnt under punkt 1 og 2, kan det samme accepteres, hvis sammenbygningen er udført med dobbelt eller forstærket isolation mellem de spændingsførende dele og de udvendige overflader, herunder de udvendige metaldele.

## 7 Må lægmandsbetjente tavler efter afsnit 439-3 anbringes i det fri

Ifølge gyldighedsområdet for afsnit 439-3 gælder denne standard kun for tavler beregnet til indendørs brug. Der kan dog mange steder være brug for udendørs tavler, som skal kunne betjenes af lægmand.

Elektricitetsrådet accepterer derfor følgende:

Lægmandsbetjente tavler efter afsnit 439-3 må anbringes i det fri, når de samtidigt opfylder kravene til kapslingsklasse i Elektriske installationer kapitel 702, tabel 702. Det vil sige, at

- tavler, der kan rammes af regn, men som er anbragt mere end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader, mindst skal have kapslingsklasse IP23C,
- tavler, som er anbragt mindre end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader, der kan rammes af regn, mindst skal have kapslingsklasse IP24C, og
- tavler, der er anbragt, så de er beskyttet mod regn, mindst skal have kapslingsklasse IP21C.

## 8 Anvendelse af metalkapslede elmålere

I praksis er alle nye elmålere dobbeltisolerede, men mange elværker har stadig en del metalkapslede elmålere, som kan blive genanvendt i såvel gamle som nye installationer. Desuden sælges de gamle metalkapslede elmålere ofte til brug som bimålere, f.eks. i campingpladsinstallationer.

Elektricitetsrådet har derfor fastlagt følgende retningslinier for anvendelse af metalkapslede elmålere:

- 8.1 I gamle installationer, dvs. installationer udført efter afdeling B i Stærkstrømsreglementet af 1962, er der ikke krav om beskyttelse mod indirekte berøring af elmålere. Ved udskiftning kan der derfor frit anvendes metalkapslede eller dobbeltisolerede målere, men ved etablering af nye målersteder skal retningslinierne i punkt 8.2 for nye installationer følges.
- 8.2 I nye installationer, dvs. installationer udført efter Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske installationer 1993, er der principielt krav om beskyttelse mod indirekte berøring af alt elektrisk materiel. Derfor bør der både ved nyopsætning og ved udskiftning anvendes dobbeltisolerede målere.

Metalkapslede målere må kun anvendes, når et af følgende punkter er opfyldt:

- I totaliserede tavler eller målerskabe (herunder også totaliserede tavler med ydre metalkapsling efter punkt 5) skal den enkelte måler være anbragt, så lægmand er forhindret i at berøre dens metaldele.

Det kan f.eks. ske ved, at den er anbragt bag isolerende låge eller dæksel, som kun må kunne åbnes af elværkets personale eller af andre sagkyndige personer ved brug af nøgle eller værktøj.

En anden mulighed kan være at anbringe en barriere (afskærmning) af isolermateriale foran måleren. En sådan barriere må godt have en åbning for

aflæsning af måleren, men den skal være udført sådan, at når barrieren er monteret, er det ikke muligt at berøre målerens metaldele med en prøvefinger.

- I metalkapslede klasse I tavler og målerskabe, som er beskyttet ved automatisk afbrydelse af forsyningen med beskyttelsesudstyr anbragt foran tavlen eller i dennes indgangsenhed, skal måleren være anbragt efter beskyttelsesudstyret, og beskyttelseslederen i tavlen skal være forbundet til målerens metalkapsling ved en pålidelig skrueforbindelse, som ikke tjener andet formål, som f.eks. fastgørelse af måleren.
- Metalkapslede klasse I tavler kan også være beskyttet ved automatisk afbrydelse af forsyningen ved hjælp af flere stykker beskyttelsesudstyr f.eks. anbragt i de enkelte tavlesektioner eller foran de afgående strømkredse, når blot selve beskyttelsesudstyret og alt materiel foran dette er dobbelt eller forstærket isoleret i forhold til tavlestel og metalkapsling. Her kan målere anbringes foran beskyttelsesudstyret, når de opsættes dobbeltisoleret i forhold til tavlestel og metalkapsling. Det kan f.eks. gøres ved at montere dem på en plade af isolermateriale og overholde de nødvendige krybe- og luftafstande. I så fald skal de ikke forbindes til tavlens beskyttelsesleder, men lægmand skal være forhindret i at berøre deres metaldele på samme måde som angivet foran for totalisolerede tavler.

Hvad der kræves som nødvendige krybe- og luftafstande vil bl.a. afhænge af spændingen, og af om der kan forekomme ledende forurening på det sted i tavlen, hvor måleren monteres. Under normale forhold og ved en spænding på 230/400 V vil følgende krybe- og luftafstande være tilstrækkelige:

- 6 mm mellem uisolerede spændingsførende dele (f.eks. klemmer eller afisolerede ledningsender) og tavlestel

- 3 mm mellem målerens metaldele og tavlestel.

## 9 Kabelfordelingsskabe i forsyningsnet

Før udgivelsen af de nye tavlestandarder i 439-serien var der ingen særlige bestemmelser for kabelfordelingsskabe. De skulle blot opfylde de tidligere bestemmelser i afsnit 13-1, og Elektricitetsrådet accepterede, at de ikke var beskyttet mod indirekte berøring.

Den 1. januar 1999 trådte afsnit 439-5 om kabelfordelingsskabe i kraft, men det blev samtidigt oplyst, at kabelfordelingsskabe udført som angivet foran fortsat måtte leveres indtil den 1. januar 2001.

Kabelfordelingsskabe, der installeres efter den 1. januar 2001, er derfor fuldt ud omfattet af afsnit 439-5. De skal desuden - ligesom alt andet elektrisk materiel - være beskyttet mod indirekte berøring.

I praksis betyder det, at de

- enten skal være udført som metalkapslede (klasse I) kabelfordelingsskabe og være beskyttet ved automatisk afbrydelse af forsyningen, som angivet i Stærkstrømsbekendtgørelsen Elektriske installationer, 413,
- eller være udført som totalisolerede (klasse II) kabelfordelingsskabe, eventuelt med en ydre metalkapsling som angivet foran under punkt 6.