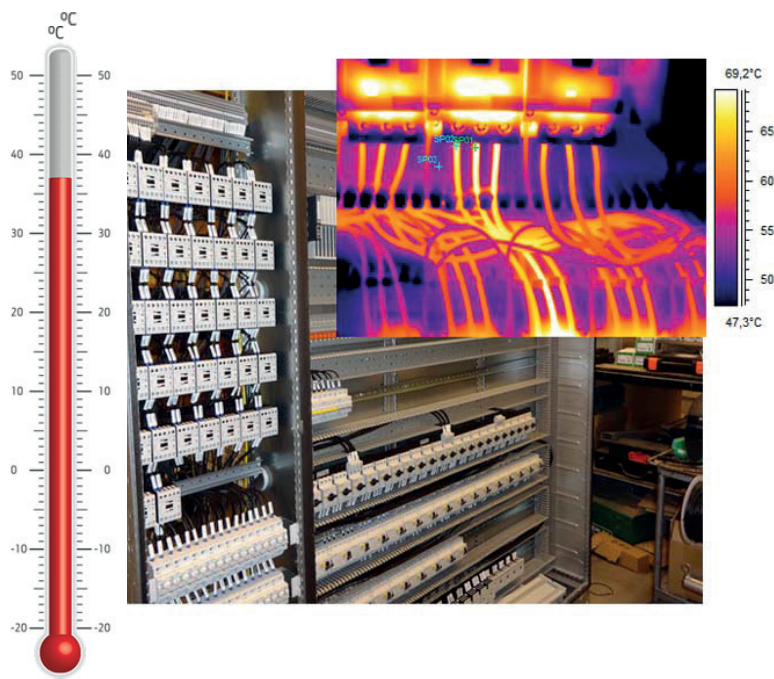




Temperaturstigning i tavler

Guide for verifikasjon av temperaturstiging i tavler



- et temahefte fra Tavleforeningen

Forfattere:
Per Rapstad
Hans-Petter Nybakk

Versjon 2.0

Innholdfortegnelse

Forord.....	2
Formål med temaheftet Temperaturstigning i tavler	3
Temperaturstigning i tavler.....	4
- Hva er temperaturstigning?	4
Hvordan kan temperaturstigning i tavler verifiseres?	5
Verifikasjon av temperaturstigning ved beregning	6
- Beregningsmetoder	6
- Tavler med ett kapslet rom og merkestrøm ikke høyere enn 630A	6
- Forenklet metode 1	
- Forenklet metode 2	
- Tavler med ett eller flere kapslede rom med merkestrøm ikke høyere enn 1600A	12
Verifikasjon av temperaturstigning ved utledning fra testet design	13
- Eksempel på dimensjoneringstabell for funksjonsenheter	16
Dokumentasjon av designverifikasjon	16

Forord

Tavleforeningen er opptatt av opplæring og skoloring i tavlebransjen. Dette for å opprettholde høy faglig kompetanse. Som et hjelpemiddel i det daglige arbeidet utarbeider vi temahefter med forskjellig faglig innhold. Vi håper dette temaheftet vil være nyttig for deg.

Materialet i denne publikasjonen er ut arbeidet for Norsk Eltavleforening. Originalarbeidet er ved Per Rapstad og Hans-Petter Nybakk som har et delt ansvar for publikasjonen.

Norsk Eltavleforening
Postboks 73
N-1325 Lysaker, Norway

2. utgave mai 2018
Norsk Eltavleforening har opphavsrett til denne publikasjonen
Ingen del av materialet må reproduseres på noen form for medium

© Norsk Eltavleforening
For opphevelse av Copyright kreves i hvert enkelt tilfelle skriftlig avtale med opphavsrettsinnehaverene

Formålet med temaheftet «Temperaturstigning i tavler»

Tavler skal utføres i samsvar med NEK 439 for å tilfredsstille sikkerhetskravene i norske forskrifter. Tavleprodusentens samsvarserklæring skal bekrefte hvilke utstyrsnormer som er lagt til grunn og at tavlens utførelse er i samsvar med disse. Et av de viktigste forhold som skal kunne verifiseres er temperaturstigning inne i tavlen under normal drift.

Høy temperatur i tavler er en hyppig og farlig feilkilde. Tavleprodusenter har ansvar for at det ikke oppstår kritiske temperaturforhold og må kunne verifisere at gitte grenseverdier for tavlesystem og utstyr ikke overstiges.

Normale driftsforhold og grenseverdier for temperaturstigning på de forskjellige delene i tavlen, er gitt i NEK 439-1.

NEK 439 angir at verifikasjon av temperaturstigning kan utføres ved beregning, ved sammenligning med en testet referanse eller ved prøving. Normen beskriver metodene og hvilken metode som kan anvendes avhengig av type tavle og tavlens maksimale merkestrøm.

Dette temaheftet beskriver anvendelse av enkle metoder for beregning av temperaturstigningen i tavler med merkestrøm ikke høyere enn 630A.

Heftet inneholder også innledende informasjon om beregningsmetode for tavler med merkestrøm opp til 1600A og anvendelse av beregningsmetode beskrevet i NEK EN 60890.

Avslutningsvis beskriver heftet prinsippene for verifikasjon av temperaturstigning ved utledning av ytelser for lignende varianter som er verifisert ved prøving av den originale tavleprodusenten som produserer tavlesystemet.

Verifikasjon ved prøving er ikke omtalt i heftet da metoden fortrinnsvis er beregnet for tavlesystemenes og kapslingenes originale produsenter.



Temperaturstigning i tavler

Hva er temperaturstigning?

Temperaturstigning i et element eller i en del av tavlen er forskjellen mellom elementets temperatur under drift og omgivelsestemperaturen utenfor tavlen.

Formålet med verifikasjon av temperaturstigning er å sikre at komponenter, utstyr og andre deler av tavlen kan fungere tilfredsstillende ved den temperaturen de utsettes for. Tillatt temperatur-område for komponenter i tavla fremgår av komponentleverandørens tekniske data og tillatt temperaturstigning for de forskjellige tavledeler er gitt i NEK 439-1 Tabell 6.

Temperaturstigningsgrenser i NEK 439-1 Tabell 6

Deler av tavler	Temperaturstigning K
Innebygde komponenter	I samsvar med den relevante produktnormens krav til de individuelle komponenter, eller i samsvar med komponentfabrikantens instruksjoner f, idet det tas hensyn til temperaturen i tavlen
Koblingsklemmer for eksterne isolerte ledere	70
Samleskinner og ledere	Begrenset av: <ul style="list-style-type: none">– mekanisk styrke av ledende materiale– mulig påvirkning på nærliggende utstyr– tillatt temperaturbegrensning på de isolerende materialene i kontakt med lederen– virkning av ledertemperaturen på apparatet som er koblet til lederen– for plugg-inn kontakter, type og overflatebehandling av kontaktmaterialet
Manuelle betjeningsorganer: <ul style="list-style-type: none">– av metall– av isolerende materiale	15 25
Tilgjengelige kapslinger og deksler <ul style="list-style-type: none">– av metalloverflater– av isolerende overflater	30 40
Særskilte arrangementer av plugg og stikkontakt-type forbindelser	Bestemt av grensen for de komponenter av det relaterte utstyr som de utgjør del av
MERKNAD 1 - 105 K relaterer til den temperatur hvor utglødning av kobber sannsynligvis vil inntreffe. Andre materialer kan ha en annen maksimal temperaturstigning.	
MERKNAD 2 - Temperaturstigningsgrensene i denne tabellen gjelder for en gjennomsnittlig omgivelseslufttemperatur opp til 35 °C ved normal drift (se 7.1). Ved verifikasjonen er en annen	

Temperaturstigningsgrensene tilpasses omgivelsestemperatur avvikende fra 35°C slik at summen av omgivelsestemperaturen og den spesifikke temperaturstigningsgrensen blir den samme.

Maksimal temperatur for komponenter. Typiske eksempler

Komponent type	Maks. driftstemperatur
Automatsikringer	55°C
Effektbrytere MCCB	70°C
Effektbrytere ACB	70°C
Elektronisk utstyr	40-45°C

Maksimal tillatt driftstemperatur for de aktuelle installerte komponentene vil fremgå av den aktuelle komponentleverandørens datablad.

Hvordan kan temperaturstigning i tavler verifiseres?

Det skal verifiseres at temperaturstigningsgrensene for de forskjellige delene i tavlen, spesifisert i NEK 439-1 9.2 og Tabell 6, ikke overstiges. Verifikasjon skal utføres ved en eller flere av følgende metoder spesifisert i NEK 439-1 10.10.1:

- a) **Prøving** (10.10.2)
- b) **Avledning** (fra prøvet design) **av merkeverdier for lignende testede varianter** (10.10.3)
- c) **Beregning** (10.10.4)

Termografering er ikke tillatt metode for designverifikasjon men er imidlertid et godt verktøy for tilstandskontroll og feilsøking.



Verifikasjon av temperaturstigning ved beregning

Beregningsmetoder

To beregningsmetoder foreligger:

1. For tavler med ett kapslet rom og merkestrøm som ikke overstiger 630A, anvendes forenklete metoder (ref. NEK 439-1.10.10.4.2)
2. For tavler med ett eller flere kapslede rom og merkestrøm som ikke overstiger 1600A, anvendes metode beskrevet i NEK EN 60890 (ref. NEK 439-1.10.10.4.3)

Begge metodene beregner den omtrentlige driftstemperaturen inne i tavlen som forårsakes av et samlet effekttap for alle kretser, og sammenligner den med maksimale temperaturgrenser for installerte komponenter. Metodene er forskjellige bare ved måten forholdet mellom det genererte effekttapet og lufttemperaturstigningen inne i tavlen fastsettes.

Tavler med ett kapslet rom og merkestrøm ikke høyere enn 630A

Forenklete metoder (Ref. NEK 439-1 10.10.4.2)

Betingelser for anvendelsen av forenklete metoder:

Tavler med ett kapslet rom og merkestrøm ikke høyere enn 630A kan beregnes etter en forenklet metode under følgende forutsetninger

- Effekttapsdata for alle komponenter, skinner og kabler er tilgjengelig
- Tilnærmet jevn fordeling av effekttapet inne i tavlen
- Kretsens merkestrøm < 80% I_{th} eller I_{nA}
- Utstyr monteres slik at luftsirkulasjon ikke hindres
- Tiltak for reduserte virvelstrømmer og hysteresetap ved I_{nc}>200A
- Kretsens ledertverrsnitt i hht Tillegg H Tabell H1. for ledere og Tillegg N Tabell N1 for Cu-skinner
- Installasjonsmetoden og kapslingens tilhørende varmeavgivelse er kjent.

Det presenteres her 2 eksempler på forenklete metoder:

Forenklet metode 1: Skapleverandør oppgir testet verdi for maksimal varmeutvikling i skapet

Forenklet metode 2: Driftstemperaturen i tavlen beregnes ved bruk av formel




Forenklet metode 1

For skap i samsvar med NEK EN 62208 oppgir leverandørene ofte maksimal varmeutvikling P_v for avlesning i tabeller eller i kurvediagram.

Tabellen under viser et eksempel på maksimal varmeutvikling i fullt lukket skap uten interne skiller montert på vegg, alene eller sammen med andre.

Verdiene gjelder ved omgivelsestemperatur 35°C og temperaturstigning på 20K.

Eksempel på tabell for maksimum varmeutvikling P_v i skap

Skapstørrelse HxBxD (cm)			
	Enkeltstående skap	Sammenstilte skap Ytterst	Sammenstilte skap I midten
	P_v W	P_v W	P_v W
80x60x30	82	76	70
100x80x30	121	113	106
120x100x30	166	158	149

Ved summering av varmeutvikling fra komponenter, ledere og skinner, vil man kunne avlese hvilken skapstørrelse man trenger for at temperaturstigningen ikke skal overstige 20K.

Sjekk tekniske data fra den aktuelle skapleverandøren for å finne skapets grenseverdi for varmeutvikling ved aktuell omgivelsestemperatur.

Forenklet metode 2

For beregning av driftstemperatur inne i tavlen anvendes formelen:

$$T_i = Q_v / (k \cdot A) + T_u$$

- Q_v total avgitt varmeeffekt
- T_i innvendig driftstemperatur
- T_u tavlens omgivelsestemperatur
- k skapets varmeovergangskoeffisient
- A skapets effektive overflateareal

Forenklet metode 2 - trinn for trinn

- 1 Kalkuler totalt avgitt varmeeffekt Q_v
- 2 Fastsett skapets varmeovergangskoeffisient k
- 3 Beregn effektivt overflateareal for skapet A
- 4 Fastsett aktuell omgivelsestemperatur T_u (fortrinnsvis 35°C)
- 5 Kalkuler driftstemperaturen inne i tavla T_i og kontroller at den ikke overstiger maksimale tillatte verdier for installerte komponenter
- 6 Kalkuler temperaturstigningen K og kontroller at den ikke overstiger grenseverdier for tavlens deler i Tabell 6

Trinn 1

Kalkulert totalt avgitt varmeeffekt Q_v

Q_v er summen av all tapseffekt i tavlen ved aktuell belastning.




Komponentenes effekttap finnes i leverandørens tekniske datablad. Tapet er ofte oppgitt ved belastning lik merkestrøm og må derfor omregnes for den aktuelle belastningen i kretsene.

Koblingsledningenes avgitte varmeeffekt bregnes med bakgrunn i data oppgitt i NEK 439-1 Tabell H.1. Tabellen viser belastningsverdier og varmetap for Cu-leder med tillatt ledertemperatur 70°C og en driftstemperatur inne i tavlen på 55°C. Verdiene kan omregnes til aktuell ønsket maksimale driftstemperatur inne i tavlen, f.eks 40°C.

Husk at alle kretser skal maksimalt belastes med 80% av maks. driftsstrøm i Tabell H.1.

Tabell H1

(med verdier for maksimal temperatur inne i tavler på 40°C og 55°C)

Leder arrangement										Avstand minst en kabel diameter \square 			
		Enleder kabler i en kabelkanal på en vegg, ført horisontalt. 6 av kablene (2 trefase kretser) kontinuerlig belastet.				Enleder kabler, liggende i fri luft eller på en perforert hylle. 6 kabler (2 trefase kretser) kontinuerlig belastet				Enleder kabler, forlagt horisontalt med mellomrom i fri luft			
		OMGIVELSESTEMPERATUR INNE I TAVLEN:		OMGIVELSESTEMPERATUR INNE I TAVLEN:		OMGIVELSESTEMPERATUR INNE I TAVLEN:		OMGIVELSESTEMPERATUR INNE I TAVLEN:		OMGIVELSESTEMPERATUR INNE I TAVLEN:		OMGIVELSESTEMPERATUR INNE I TAVLEN:	
		40°C		55°C		40°C		55°C		40°C		55°C	
Ledertverrsnitt	Resistans av leder ved 20°C,	Max. driftsstrøm	Effekttap pr leder	Max. driftsstrøm	Effekttap pr leder	Max. driftsstrøm	Effekttap pr leder	Max. driftsstrøm	Effekttap pr leder	Max. driftsstrøm	Effekttap pr leder	Max. driftsstrøm	Effekttap pr leder
mm ²	R _{20 a} mΩ/m	Imaks b A	P _v W/m	Imaks b A	P _v W/m	Imaks c A	P _v W/m	Imaks c A	P _v W/m	Imaks d A	P _v W/m	Imaks d A	P _v W/m
1,5	12,1	11	1,9	8	0,8	13	2,4	9	1,3	21	6,6	15	3,2
2,5	7,41	14	1,8	10	0,9	19	3,1	13	1,5	30	8,0	21	3,7
4	4,61	20	2,2	14	1	26	3,6	18	1,7	40	8,8	28	4,2
6	3,08	26	2,4	18	1,1	33	4,0	23	2	51	9,7	36	4,7
10	1,83	34	2,6	24	1,3	46	4,6	32	2,3	71	11,2	50	5,4
16	1,15	47	3,1	33	1,5	63	5,4	44	2,7	96	12,6	67	6,2
25	0,727	61	3,3	43	1,6	84	6,2	59	3	127	14,1	89	6,9
35	0,524	77	3,7	54	1,8	106	7,0	74	3,4	157	15,5	110	7,7
50	0,387	93	4,0	65	2	128	7,7	90	3,7	191	17,0	134	8,3
70	0,268	118	4,5	83	2,2	165	8,8	116	4,3	244	19,1	171	9,4
95	0,193	144	4,8	101	2,4	203	9,5	142	4,7	297	20,4	208	10
120	0,153	167	5,1	117	2,5	235	10,2	165	5	345	21,9	242	10,7
150	0,124					272	11,0	191	5,4	396	23,4	278	11,5
185	0,0991					314	11,7	220	5,7	454	24,5	318	12
240	0,0754					371	12,4	260	6,1	535	25,9	375	12,7
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N

a Verdier fra NEK EN 60228:2004, Tabell 2 (flertrådede ledere)

b Strømføringssevne I30 for en trefasekrets fra IEC 60364-5-52:2009, Tabell B.52.4, kol. 4 (Installasjonsmetode 6 i tabell 52-3). $k_2=0,8$ (punkt 1 i Tabell B.52.17, to kretser)

c Strømføringssevne I30 for en trefasekrets fra IEC 60364-5-52:2009, Tabell B.52.10, kol. 5 (Installasjonsmetode F i tabell B.52.1). Verdier for tverrsnitt mindre enn 25 mm² beregnet ifølge Tillegg D i IEC 60364-5-52:2009. $k_2=0,88$ (punkt 4 i Tabell B.52.17, to kretser)

d Strømføringssevne I30 for en trefasekrets fra IEC 60364-5-52:2009, Tabell B.52.10, kol. 7 (Installasjonsmetode G i Tabell B.52-1). Verdier for tverrsnitt mindre enn 25 mm² beregnet ifølge Tillegg D i IEC 60364-5-52:2009. ($k_2=1$)

Belastningsverdier og effekttap for uisolerte kobberskinner er oppgitt i NEK 439-1 Tabell N.1.

Tilsvarende verdier for fleksible skinner finnes i produktleverandørens tekniske datablad.

Eksempel på beregning av avgitt varmeeffekt Qv

- Fordelingsledninger dimensjoneres for 125% av kretsens merkestrøm I_{nc}
- Effekttapene skal beregnes ved maksimal belastning $I_{nc} * RDF$
- For koblingsledningers avgitte effekt ved aktuell belastning og omgivelsestemperatur, omregnes verdiene i Tabell H.1. ved hjelp av formelen $P=I^2 * R$

Formler for beregning av avgitt varmeeffekt:

(Variablene refererer til kolonnene i tabell nedenfor og Tabell H1)

Vern : $C * H * (F/G)^2$

Annet utstyr: $(C * J * (F/I))^2 + K$

Koblingsledning: $F^2 * (\text{Tabell H1:D/Tabell H1:C}^2) * C * M$

Kursnr.	Beskrivelse	Ant. faser	Inc	RDF	Inc*RDF	Vern		Bryter/kontaktor			Koblingsleder			Sum avgitt varmeeffekt			
						Merkestrøm	Effekttap pr. pol	Merkestrøm Ith (AC1)	Effekttap pr. pol	Effekttap spole	Forlegning 1 - 3	Lengde	Tverrsnitt	Vern	Annet utstyr i kretsen	Koblingsleder	Totalt avgitt effekt pr. krets (W)
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
SQ1	lastbryter	3	64		53,6 ¹⁾	80	3,1				1	4	16		4,17	47,58	51,75
1.1F4	styrestrøm	2	1,3	0,8	1,04	10	2				1	3	1,5	0,04		0,09	0,13
1.1F6	lys og stikk i tavle	2	12,8	0,2	2,56	16	2,05				1	2	4	0,10		0,15	0,25
1.2.Q2	tilluftsvifte	3	26	0,8	20,8	32	2,5	50	2	3	1	3,5	10	3,17	4,04	9,98	17,19
1.2.Q4	avtrekksvifte	3	26	0,8	20,8	32	2,5	50	2	3	1	3,5	10	3,17	4,04	9,98	17,19
1.2.F8	avtrekksvifte	3	10	0,8	8	16	2,05				1	3	2,5	1,54		5,12	6,66
1.3.F2	pumpe	2	0,5	0,8	0,4	2	1,85				1	3	1,5	0,15		0,01	0,16
													Totalt avgitt effekt i W for tavle ved 40°C				<u>93,33</u>

¹⁾ Fremkommer som summen av merkestrøm Inc * RDF for hver krets

Totalt avgitt effekt i W for tavle ved 40°C

93,33

Trinn 2

Fastsett skapet varmeovergangskoeffisient k

Varmeovergangskoeffisient k er avhengig av kapslings/skapets materiale og skal oppgis av produsenten.

For lakkert stål er

$$k = 5,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$



Trinn 3

Beregn effektivt overflateareal for skapet A

Tabell 3 i NEK EN 60890 viser hvordan effektivt overflateareal skal beregnes.

Type installasjon	Overflatefaktor
Åpen toppflate	1,4
Tildekket toppflate f.eks. innbygget kapsling	0,7
Åpne sideflater f.eks. front-, bak- og sideplater	0,9
Tildekkede sideflater f.eks. bakplate for kapslinger mot vegg	0,5
Sideflater ved rekkemontasje	0,5
Bunn	Hensynstas ikke

Beregningseksempel

Tavledimensjon: Høyde 2m, Bredde 1,2m, Dybde 0,4m

Plassering: Ett-felts skap montert mot vegg

Tak: $1,2 * 0,4 * 1,4 = 0,67 \text{ m}^2$

Sidevegger: $2 * 0,4 * 0,9 * 2 = 1,44 \text{ m}^2$

Bakvegg: $2 * 1,2 * 0,5 = 1,2 \text{ m}^2$

Front: $2 * 1,2 * 0,9 = 2,16 \text{ m}^2$

Sum: 5,47 m²

Trinn 4

Fastsett aktuell omgivelsestemperatur Tu

Temperaturstigningsgrenser i NEK 439-1 Tabell 6 gjelder ved omgivelsestemperatur ikke over 35°C.

Hvis gjennomsnittlige omgivelsestemperatur er høyere enn 35°C, må temperaturstigningsgrensen tilpasses til dette forhold slik at summen av omgivelsestemperaturen og den spesifikke temperaturstigningsgrense forblir den samme. Hvis gjennomsnittlig omgivelsestemperatur er lavere enn 35°C, er tilsvarende tilpassing tillatt etter avtale mellom tavleprodusenten og brukeren.



Trinn 5

Kalkuler driftstemperaturen inne i tavlen T_i

Verdiene fra Trinn 1, 2, 3 og 4 setter inn i formelen

$$T_i = Q_v / (k \cdot A) + T_u$$

Med temaheftets eksempler blir verdiene slik:

$$T_i = 93,33 / (5,5 \cdot 5,47) + 35 = 38,1^\circ\text{C}$$

Beregnet driftstemperatur er i eksempelet $38,1^\circ\text{C}$ og det må kontrolleres at denne verdien ikke overstiger komponenters maksimalt tillatte driftstemperatur.

Trinn 6

Kalkuler temperaturstigningen K

Temperaturstigningen regnes ut etter følgende formel:

$$K = T_i - T_u$$

Med verdiene i temaheftets eksempler fremkommer følgende temperaturstigning:

$$K = 38,1^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 3,1^\circ\text{C}$$

Beregnet temperaturstigning er i eksempelet $3,1^\circ\text{C}$ og det må kontrolleres at verdien ikke overstiger grenseverdiene i NEK 439-1 Tabell 6.



Tavler med ett eller flere kapslede rom og merkestrøm ikke høyere enn 1600A

Metode beskrevet i NEK EN 60890 (ref. NEK 439-1 10.10.4.3)

Temperaturberegning av tavler med merkestrøm ikke høyere enn 1600A skal utføres i hht. NEK EN 60890. Dette er en mer omstendelig beregningsmetode enn de som benyttes for tavler opp til 630 A, og man er avhengig av å ha normen tilgjengelig for å anvende metoden.

Betingelser for anvendelse av metoden

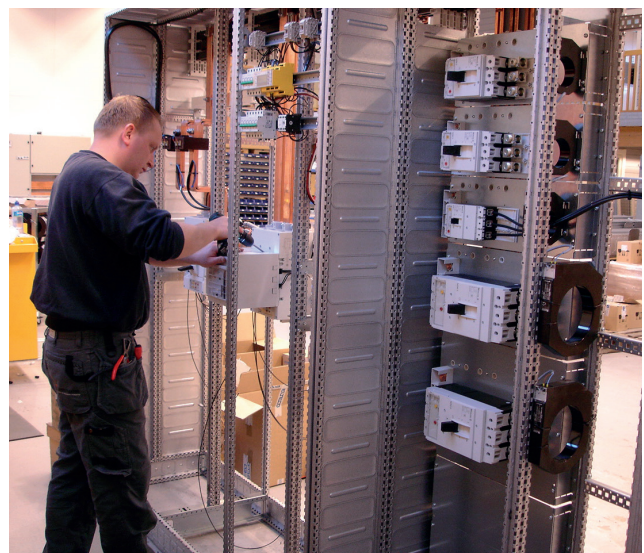
I tillegg til de samme forutsetninger som ble nevnt for tavler med merkestrøm mindre enn 630 A skal følgende være tilfredsstillt:



- I kapslinger med naturlig ventilasjon skal tverrsnittet av luftutløpsåpningene være minst 1,1 ganger tverrsnittet av luftinnløpsåpningene.
- Det skal ikke være flere enn tre horisontale skillevegger i tavlen eller seksjonen
- I kapslinger med kapslede rom og naturlig ventilasjon skal tverrsnittet av ventilasjonsåpningene i hver horisontale skillevegg være minst 50 % av det horisontale tverrsnitt av det kapslede rom.

Nødvendige data for beregning i hht. metode i NEK EN 60890:

- Tavlens dimensjoner (BxHxD)
- Tavlens installasjonsforhold ref. Tabell 4 i NEK EN 60890
- Kapslingens utførelse (med eller uten ventilasjonsåpninger)
- Antall horisontale skiller (maksimum 3)
- Effektiv varmeutvikling for komponenter i tavlen ved kretsenes merkestrøm
- Effektiv varmeutvikling fra ledere i tavlen i henhold til Tillegg B i NEK EN 60890



- Temperaturstigningen beregnes etter:
 $\Delta t_{0,5} = k \times d \times p^x$
(temperaturstigningen midt i kapslingen)

$$\Delta t_{1,0} = c \times \Delta t_{0,5}$$

(temperaturstigningen i toppen av kapslingen)

De forskjellige faktorene som inngår i beregningen vil man finne ved hjelp av kurver, tabeller og delberegninger som fremkommer i normen NEK EN 60890.

- Beregn avgitt effekt innvendig i tavlen Q_v på samme måte som for tavler under 630 A.

Ved å beregne etter NEK EN 60890 skal man ta hensyn til antall horisontale skiller (maks 3 stk.) og ventilasjonsåpninger.

Tavler med effektivt overflateareal på over 11,5 m² kommer utenfor kurvens avlesningsområde og må derfor deles opp i mindre seksjoner for kunne gjennomføre beregningen.

Verifikasjon av temperaturstigning ved utledning fra tavlearrangement som er verifisert ved prøving

(ref. NEK 439-1 10.10.3.)

Denne metoden kan anvendes for små, mellomstore og større tavler, men er alltid påkrevet for tavler med merkestrøm høyere enn 1600A. For at temperaturforhold i tavlen skal være verifiserbar ved denne metoden, må tavlen arrangeres, bestykkes og dimensjoneres i samsvar med testet arrangement. Som oftest er det den originale produsenten av tavlesystemet som forestår dette.

For at metoden skal være anvendbar for tavleprodusent skal tavlen tilfredsstille følgende:

- Funksjonsenheter skal tilhøre samme gruppe i testet arrangement
- Tavlen skal ha samme konstruksjonstype som testet arrangement
- Tavlen skal ha samme totaldimensjoner som testet arrangement
- Tavlen skal ha samme eller økte kjølebetingelser i forhold til testet arrangement
- Tavlen skal ha samme antall eller færre interne skiller enn testet arrangement
- Tavlen skal ha samme eller redusert effekttap som testet arrangement

Alternative arrangement av funksjonsenheter i tavlen er tillatt så lenge den termiske påvirkningen av de nærliggende enheter ikke er kraftigere.

Ved prosjektering av en tavle med inngangsbryter og funksjonsenheter for utgående kretser, er det viktig at det tas hensyn til hvordan varmeutvikling fra funksjonsenhetene påvirker hverandre og kretsens belastningsevne.

Referanse til testede ytelser

For prosjektering og anvendelse av denne verifikasjonsmetoden er det viktig for tavleprodusenter å avklare med den originale produsent hvor designregler, belastningsforhold og typiske tavlearrangement er tilgjengelig, og hvilke tavlearrangement de gjelder for.

Tavlefabrikantens prosjekteringsmanualer må inneholde designregler og dimensjoneringstabeller for

- Hovedsamleskinner
- Fordelingssamleskinner
- Funksjonsenhetenes maksimale merkestrøm Inc montert i tavle
- Funksjonsenhetenes maksimale RDF ved samtidig drift i en komplett seksjon

Skinnesystemenes belastbarhet

Tavlesystemenes originale fabrikant tester skinnesystemene i tavlen separat fra funksjonsenhetene. Testresultatene blir gjort tilgjengelig for tavleprodusenter ved dimensjoneringstabeller og designregler i systemets tekniske manualer.

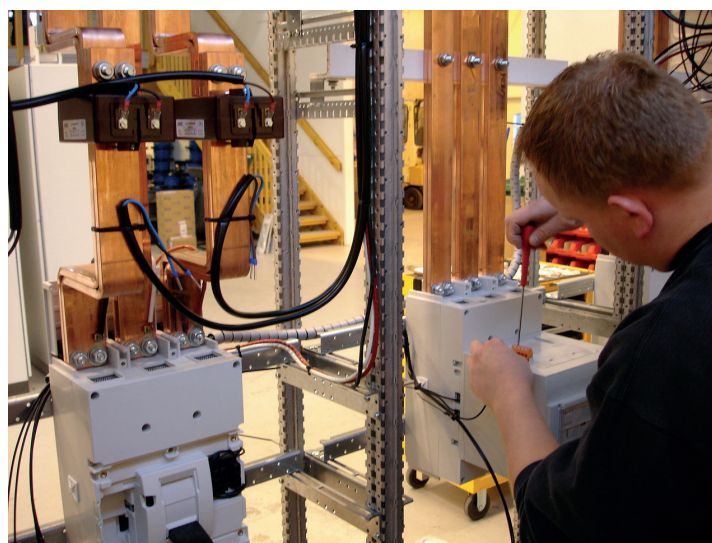
Kretsenes merkestrøm Inc

For å fastsette kretsenes maksimale merkestrøm Inc blir funksjonsenheter testet separat, sammen med samleskinnene, men uten andre kretser i drift i samsvar med definisjonen for Inc .

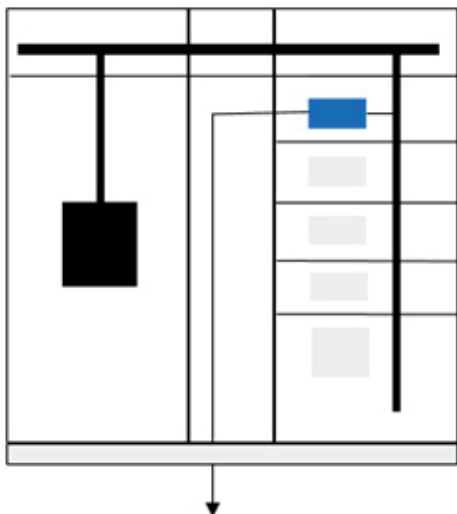
Tavlens RDF (samtidighetsfaktor)

For å fastsette maksimal samtidighetsfaktor, RDF, for en komplett seksjon med flere funksjonsenheter, testes seksjonen med samleskinne og alle funksjonsenheter i drift.

Testresultatene viser hvilken høyeste samtidighetsfaktor som kan tillates for hver krets i en komplett seksjon hvor funksjonsenhetene påvirker hverandre termisk under samtidig drift.

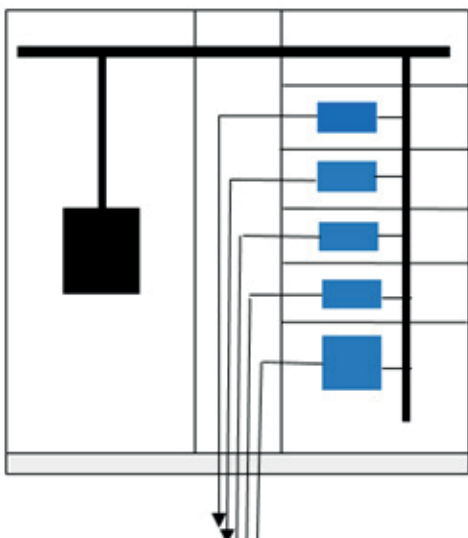


Illustrasjon av testkonfigurasjonen Kretsens merkestrøm



Prinsipp for test av kretsens merkestrøm Inc når funksjonsenhet er innmontert i en definert seksjon.
Hver bryterstørrelse blir testet i drift alene.

Tavlens samtidighetsfaktor, RDF



Prinsipp for test av seksjonens maksimale merkesamtidighetsfaktor RDF. RDF bekrefter den prosentvise verdien av merkestrøm Inc, som seksjonens utgående kretser kan belastes med, kontinuerlig og samtidig.

Seksjonen blir testet med full bestykning som anses å være mest ugunstig mht termisk utvikling.

Seksjonens belastbarhet kontinuerlig:

$\text{Sum Inc} \times \text{RDF}$

Originale tavleprodusenter kan ha ulike måter å formidle testresultater for typiske tavlekonfigurasjoner. Mest vanlig er at de utarbeider dimensjoneringstabeller som viser belastbarhet på skinner og funksjonsenheter hver for seg og i en komplett tavle. Slike tabeller og konfigurasjonsbeskrivelser utgjør da en dimensjoneringsmanual for bestykning i tavlen med funksjonsenhetenes merkestrøm Inc og maksimum RDF.

Eksempel på dimensjoneringstabell for effektbrytere

Bryter størrelse	Seksjon BxH (mm)	Kabel tverrsnitt (mm ²)	Kapslings-grad	Effektbryter alene	Effektbryter i komplett tavle
				I_{nc} (A)	I_{nc} x RDF RDF (A)
Bryter I_n 160A	380x190	1x70	IP 20 IP 54	160	112 - 0,7
				151	112 - 0,74
Bryter I_n 250A	380x250	1x95	IP 20 IP 54	215	175 - 0,81
				200	165 - 0,83
Bryter I_n 400A	500x250	1x185	IP 20 IP 54	400	360 - 0,9
				360	324 - 0,9

Vær oppmerksom på at kretsens testede merkestrøm I_{nc} ikke automatisk samsvarer med funksjonsenhetens merkestrøm I_n . Leverandørens tester viser ofte at brytere ikke kan belastes kontinuerlig med bryterens merkestrøm når den er innmontert i en lukket tavleseksjon. Det er viktig at det velges en bryterstørrelse med en testet I_{nc} samsvarende med nødvendig belastningsstrøm.

Bruk av designregler og dimensjoneringstabeller fra den originale systemleverandøren sikrer at temperaturstigningen i tavlen ikke overstiger grenseverdiene i Tabell 6. En slik referanse til testet utførelse vil alltid være en egnet verifikasjonsmetode for temperaturstigning.

Dokumentasjon av designverifikasjon

Verifikasjon av temperaturstigning i tavler er en del av tavlens designverifikasjon i samsvar med NEK 439-1 kap.10. Dokumentasjon på designverifikasjon er å betrakte som tavleprodusentens åndsverk og skal normalt ikke utleveres til kunde som en del av tavledokumentasjonen, med mindre tavleprodusenten finner grunn til det, eller det er fremmet som kundekrav i tavlebeskrivelsen.

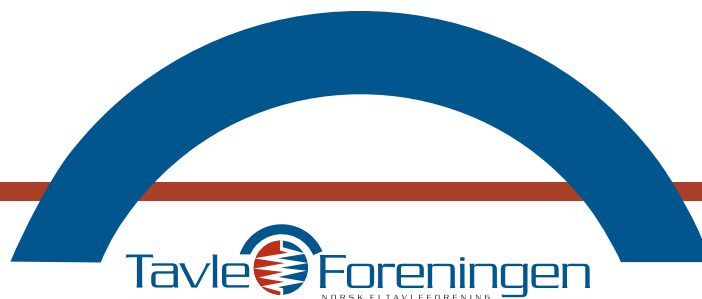
Tavleprodusenten skal allikevel alltid opprette protokoller for designverifikasjon og registrere dataene som blir brukt, beregninger som er utført og sammenligninger som er utført for verifikasjon av tavler.











Velkommen som medlem i TAVLEFORENINGEN!

Vi ønsker oss flere medlemmer slik at vi kan styrke vår posisjon som bransjens talerør.

Medlemskap i Tavleforeningen gir:

- ✓ Rabatter på kurs og konferanser
- ✓ Tilgang til gode metoder og hjelpemidler
- ✓ Tilgang til personlige og faglige nettverk
- ✓ Veiledning og råd i faglige spørsmål
- ✓ Økt fagkompetanse og trygghet
- ✓ Mulighet til påvirkning og forbedring i tavlebransjen

Bli medlem: www.tavleforeningen.no

Tavleforeningen
Fornebuveien 37, 1366 Lysaker
Postboks 72, 1325 Lysaker
Tlf. 67 52 60 10
E-post: post@tavleforeningen.no

