

Strømfordeling

Mærkestrømværdier for E-Cu skinner (DIN 43 671)

I DIN 43 671 fastlægges den vedvarende strøm til skinner ved en omgivende temperatur på 35°C og en gennemsnitlig skinnetemperatur på 65°C. Ved hjælp af en korrektionsfaktor (k_2) kan de i nedenstående tabel angivne vedvarende strømværdier korrigeres for afvigende driftstemperaturer.

For at opnå sikker drift med termisk reserve bør det tilstræbes at begrænse skinnetemperaturen til maks. 85°C. Bestemmende er dog den lavest tilladte permanente temperatur for de komponenter, som skinnesystemet er i direkte berøring med (skinnemonterede elementer, afgående ledninger mv.). Den omgivende lufttemperatur for skinnerne eller skinnesystemet må maksimalt udgøre 40°C; som gennemsnit anbefales en værdi på maksimalt 35°C.

For de i tabellen angivne vedvarende strømværdier gælder en emissionsgrad på 0,4. Det svarer til en oxideret kobberskinne. Ved moderne skinnesystemer – indbygget i skabe med kapslingsklasse IP 54 og højere – kan man gå ud fra en bedre emissionsgrad. Den forøgede emissionsgrad giver mulighed for en ekstra forøgelse af de vedvarende strømværdier i forhold til værdierne i DIN 43 671, uafhængigt af den fastlagte luft- og skinnetemperatur. Erfaringsbaserede værdier viser en forøgelse af den vedvarende strøm med 6 – 10 % i forhold til tabelværdierne for blanke, 60 % overfladeoxiderede kobberskinner.

Eksempel:

For en blank Cu-skinne på 30 x 10 mm (E-Cu F30) specificerer DIN 43 671 en stationær strøm på $I_{N65} = 573$ A. Korrektionsfaktordiagrammet for rektangulært tværsnit viser ved 35°C lufttemperatur og 85°C skinnetemperatur en korrektionsfaktor $k_2 = 1,29$. På grund af den forbedrede emissionsgrad forøges den vedvarende strøm med yderligere 6 – 10 %. I dette eksempel anvendes en middelværdi på 8 %. I forhold til tabelværdien fra DIN 43 671 udgør Rittals strømangivelse for en Cu-skinne på 30 x 10 mm:

$$I_{N85} = I_{N65} \cdot k_2 + 8 \% \\ = 573 \text{ A} \cdot 1,29 \cdot 1,08 \\ I_{N85} = 800 \text{ A}$$

Stationære strømværdier for strømskinner

Bestående af E-Cu med rektangulært tværsnit i indendørs anlæg ved 35°C lufttemperatur og 65°C skinnetemperatur, vertikalt eller horisontalt liggende skinnebredden.

Bredde x tykkelse mm	Tværsnit mm ²	Vægt ¹⁾	Materiale ²⁾	Stationær strøm i A			
				Vekselsstrøm op til 60 Hz		Jævnstrøm + vekselsstrøm 16 Hz	
				Blank skinne	Malet skinne	Blank skinne	Malet skinne
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	123	108	123
15 x 2	29,5	0,262		128	148	128	148
15 x 3	44,5	0,396		162	187	162	187
20 x 2	39,5	0,351		162	189	162	189
20 x 3	59,5	0,529		204	237	204	237
20 x 5	99,1	0,882		274	319	274	320
20 x 10	199,0	1,770		427	497	428	499
25 x 3	74,5	0,663		245	287	245	287
25 x 5	124,0	1,110		327	384	327	384
30 x 3	89,5	0,796		285	337	286	337
30 x 5	149,0	1,330		379	447	380	448
30 x 10	299,0	2,660		573	676	579	683
40 x 3	119,0	1,060		366	435	367	436
40 x 5	199,0	1,770		482	573	484	576
40 x 10	399,0	3,550		715	850	728	865
50 x 5	249,0	2,220		583	697	588	703
50 x 10	499,0	4,440		852	1020	875	1050
60 x 5	299,0	2,660		688	826	696	836
60 x 10	599,0	5,330		985	1180	1020	1230
80 x 5	399,0	3,550		885	1070	902	1090
80 x 10	799,0	7,110	1240	1500	1310	1590	
100 x 10	999,0	8,990	1490	1810	1600	1940	

¹⁾ Beregnet med en massefylde på 8,9 kg/dm³

²⁾ Referencegrundlag for stationære strømværdier (værdier taget fra DIN 43 671)

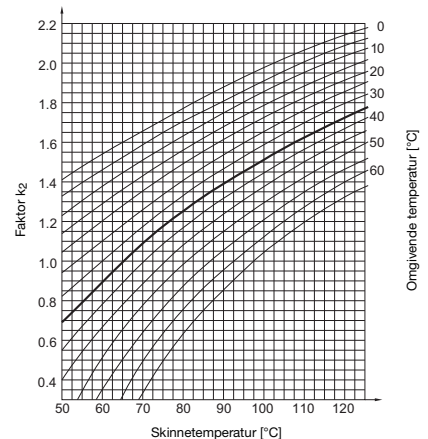
Rittal PLS strømbelastning

Efter DIN 43 671 korrigeres ved hjælp af korrektionsfaktor k_2 (korrektionsfaktordiagram) den grundlæggende nominelle strømværdi i relation til de eksisterende temperaturforhold i omgivelser og skinne.

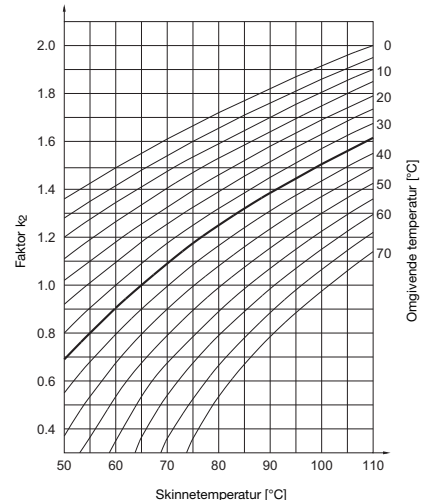
I henhold til DIN 43 671 er belastningsværdier for Rittal PLS specialskinner efter test fastlagt til følgende:

PLS specialskinner	Mærkestrøm vekselsstrøm 50/60 Hz	
	Til 35/75°C	Til 35/65°C (basisværdi)
PLS 800	800 A	684 A
PLS 1600	1600 A	1368 A

Korrektionsfaktordiagram efter DIN 43 671



Korrektionsfaktordiagram for PLS



Mærkestrømværdier for E-Cu skinner (DIN 43 671)

Som supplement til mærkestrømværdierne for kobberskinner efter DIN 43 671 er der i nedenstående tabel angivet ekstra mærkestrømværdier for Flat-PLS skinnesystemer med blanke kobberskinner til vekselstrøm op til 60 Hz.

Disse værdier er beregnet på Flat-PLS skinnesystemer, som var monteret i tavleanlæg under forskellige kapslingsklasser samt med og uden forceret ventilation. For hvert skinnesystem og kapslingsklasse er der angivet to værdier, som viser mærkestrømværdien ved 30 K og 70 K for høj temperatur. Til forskel fra mærkestrømværdierne efter DIN 43 671 er temperaturen uden for skabet målt som omgivende temperatur.

Fordelen ved denne metode er, at der i måledataene for skinnesystemet tages højde for tavleanlægget, som kan have stor indflydelse på skinnesystemet. Dimensioneringen af et skinnesystem efter DIN 43 671 uden hensyntagen til tavleanlægget kan ved forhøjede strømværdier føre til termiske problemer internt i skabet.

IEC 61 439-1/DIN EN 61 439-1 tillader ganske vist også højere øvre grænseværdier end 70 K. Under alle omstændigheder udgør den absolutte skinnetemperatur 105°C ved en omgivende temperatur på 35°C og en øvre grænsetemperatur på 70 K. Disse 105°C udgør en høj værdi, men den er dog klart under grænsen for termisk nedbrydning af kobbermaterialer og dermed acceptabel.

Eksempel:

Hvis der anvendes en mærkestrømværdi ved 30 K for høj temperatur, så betyder det, at temperaturen på skinnerne ligger 30 K over tavleanlæggets omgivende temperatur. Udtrykt i absolutte værdier er det således ved en omgivende temperatur på 35°C omkring skabet en absolut skinnetemperatur på maks. 65°C.

Mærkevekselstrømværdier for Flat-PLS skinnesystemer op til 60 Hz til blanke kobberskinner (E-Cu F30) i A

Type Flat-PLS skinnesystem	Tavleanlæggets kapslingsklasse											
	Ri4Power DIN 43 671		IP 2X med forceret ventilation ¹⁾		IP 2X		IP 43		IP 54 med forceret ventilation ²⁾		IP 54	
	$\Delta T = 30 \text{ K}$	$\Delta T = 70 \text{ K}$	$\Delta T = 30 \text{ K}$	$\Delta T = 70 \text{ K}$	$\Delta T = 30 \text{ K}$	$\Delta T = 70 \text{ K}$	$\Delta T = 30 \text{ K}$	$\Delta T = 70 \text{ K}$	$\Delta T = 30 \text{ K}$	$\Delta T = 70 \text{ K}$	$\Delta T = 30 \text{ K}$	$\Delta T = 70 \text{ K}$
2 x 40 x 10 mm	1290	1780	2640	1180	1900	1080	1720	1680	2440	1040	1640	
3 x 40 x 10 mm	1770	2240	3320	1420	2320	1280	2040	1980	2960	1200	1920	
4 x 40 x 10 mm	2280	2300	3340	1460	2380	1320	2100	2080	3020	1260	2000	
2 x 50 x 10 mm	1510	2200	3260	1340	2140	1200	1920	1980	2920	1140	1800	
3 x 50 x 10 mm	2040	2660	3900	1580	2540	1400	2240	2320	3440	1320	2100	
4 x 50 x 10 mm	2600	2700	4040	1640	2660	1440	2340	2360	3500	1380	2220	
2 x 60 x 10 mm	1720	2220	3340	1440	2300	1280	2060	2020	2940	1200	1920	
3 x 60 x 10 mm	2300	2700	4120	1720	2780	1540	2440	2400	3520	1440	2260	
4 x 60 x 10 mm	2900	2740	4220	1740	2840	1580	2540	2420	3580	1460	2360	
2 x 80 x 10 mm	2110	2760	4160	1740	2840	1600	2560	2540	3720	1480	2360	
3 x 80 x 10 mm	2790	3300	5060	2000	3260	1840	2960	3060	4520	1680	2700	
4 x 80 x 10 mm	3450	3680	5300	2060	3440	1900	3060	3220	4880	1780	2820	
2 x 100 x 10 mm	2480	3240	4840	1920	3200	1800	2880	2900	4340	1660	2660	
3 x 100 x 10 mm	3260	3580	5400	2200	3720	1980	3240	3320	4880	1920	2980	
4 x 100 x 10 mm	3980	3820	5500	2320	3820	2000	3400	3380	4900	1960	3120	

¹⁾ Ved $I_N < 2000 \text{ A}$ ved anvendelse af filterventilator SK 3243.100, ved $I_N > 2000 \text{ A}$ ved anvendelse af filterventilator SK 3244.100

²⁾ Ved $I_N < 2000 \text{ A}$ ved anvendelse af filterventilator SK 3243.100 og udgangsfilter SK 3243.200, ved $I_N > 2000 \text{ A}$ ved anvendelse af filterventilator SK 3244.100 og udgangsfilter SK 3243.200

Til beregning af mærkestrømværdier ved temperaturer, som ligger mellem Flat-PLS skinnesystemernes øvre grænsetemperaturer, kan man benytte korrektionsfaktordiagrammet. Hvis der foreligger data over den maksimale omgivende temperatur og den maksimalt tilladte skinnetemperatur, kan der via korrektionsfaktordiagrammet beregnes en korrektionsfaktor k_2 . Ved hjælp af korrektionsfaktoren k_2 og mærkestrømværdien ved 30 K øvre grænsetemperatur beregnes den nye mærkestrømværdi.

Eksempel:

Skinnesystem Flat-PLS 100 med 4 x 100 x 10 mm

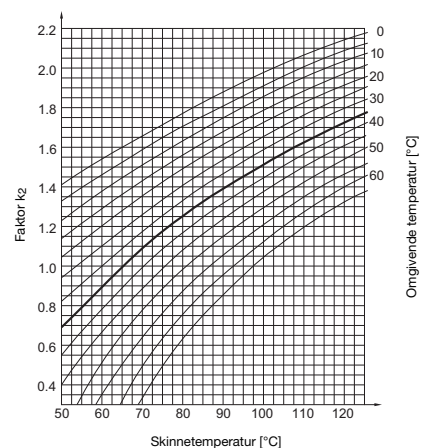
I_{N30} ved IP 2X = 2320 A
omgivende temperatur = 35°C
skinnetemperatur = 85°C

Ud fra diagrammet aflæses en faktor $k_2 = 1,29$

Den nye mærkestrømværdi kan under disse betingelser beregnes således:

$$I_N = I_{N30} \cdot k_2 = 2320 \text{ A} \cdot 1,29 = 2992 \text{ A}$$

Korrektionsfaktordiagram



Strømfordeling

Beregning af tabseffekt for skinner

Når man kender vekselstrømodstanden, kan tabseffekten for skinner beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$P_v = \frac{I_B^2 \cdot r \cdot l}{1000}$$

P_v [W] tabseffekt

I_B [A] arbejdsstrøm

r [mΩ/m] skinnens vekselstrømodstand eller jævnstrømodstand

l [m] den længde skinne, som gennemstrømmes af I_B

Til beregning af tabseffekten efter ovennævnte formel kan man i enkelte tilfælde forudsætte, at mærkestrømværdien for en strømkreds eller »arbejdsstrømværdierne« i skinneafsnittet samt den tilhørende længde på ledersystemet i anlægget eller fordeleren er bekendt. Derimod kan modstanden i ledersystemerne – især vekselstrømodstanden i strømskinnearrangementer – ikke uden videre findes eller beregnes ud fra dokumentationen.

Af den grund, og for at opnå sammenlignelige resultater ved beregning af tabseffekter, er værdierne for modstand i mΩ/m for de mest almindelige kobberskinnetværsnit angivet i tabellen.

Vekselstrømodstande for skinner af E-Cu 57

Dimensioner ¹⁾ mm	Modstand per 1 m skinnesystem i mΩ/m ²⁾							
	I 1 hovedleder		III 3 hovedledere		II II II 3 x 2 hovedledere		III III III 3 x 3 hovedledere	
	$r_{GS}^{(1)}$ (65°C)	$r_{WS}^{(2)}$ (65°C)	$r_{GS}^{(1)}$ (65°C)	$r_{WS}^{(2)}$ (65°C)	$r_{GS}^{(1)}$ (65°C)	$r_{WS}^{(2)}$ (65°C)	$r_{GS}^{(1)}$ (65°C)	$r_{WS}^{(2)}$ (65°C)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12 x 2	0,871	0,871	2,613	2,613				
15 x 2	0,697	0,697	2,091	2,091				
15 x 3	0,464	0,464	1,392	1,392				
20 x 2	0,523	0,523	1,569	1,569				
20 x 3	0,348	0,348	1,044	1,044				
20 x 5	0,209	0,209	0,627	0,627				
20 x 10	0,105	0,106	0,315	0,318	0,158	0,160		
25 x 3	0,279	0,279	0,837	0,837	0,419	0,419		
25 x 5	0,167	0,167	0,501	0,501	0,251	0,254		
30 x 3	0,348	0,348	1,044	1,044	0,522	0,527		
30 x 5	0,139	0,140	0,417	0,421	0,209	0,211		
30 x 10	0,070	0,071	0,210	0,214	0,105	0,109		
40 x 3	0,174	0,174	0,522	0,522	0,261	0,266		
40 x 5	0,105	0,106	0,315	0,318	0,158	0,163		
40 x 10	0,052	0,054	0,156	0,162	0,078	0,084	0,052	0,061
50 x 5	0,084	0,086	0,252	0,257	0,126	0,132	0,084	0,092
60 x 5	0,070	0,071	0,210	0,214	0,105	0,112	0,070	0,079
60 x 10	0,035	0,037	0,105	0,112	0,053	0,062	0,035	0,047
80 x 5	0,052	0,054	0,156	0,162	0,078	0,087	0,052	0,062
80 x 10	0,026	0,029	0,078	0,087	0,039	0,049	0,026	0,039
100 x 5	0,042	0,045	0,126	0,134	0,063	0,072	0,042	0,053
100 x 10	0,021	0,024	0,063	0,072	0,032	0,042	0,021	0,033
120 x 10	0,017	0,020	0,051	0,060	0,026	0,036	0,017	0,028

¹⁾ r_{GS} Jævnstrømodstand i skinnesystemet i mΩ/m

²⁾ r_{WS} Vekselstrømodstand i skinnesystemet i mΩ/m

Modstandsværdierne i tabellen er baseret på en antaget gennemsnitlig skinnetemperatur på 65°C (omgivende temperatur + egenopvarmning) og dermed på en specifik modstand på

$$\rho (65^\circ\text{C}) = 20,9 \left[\frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$$

Eksempel: r_{GS} for 1 hovedleder 12 x 2 mm

$$r_{GS} = \frac{\rho (65^\circ\text{C}) \cdot l}{A} = \frac{20,9 \left[\frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right] \cdot 1 \text{ m}}{24 \text{ mm}^2} = 0,871 \text{ m}\Omega$$

For skinnetemperaturer, der afviger fra 65°C, kan modstandsværdierne bestemmes på følgende måde:

Positiv temperaturafvigelse

$$r_{(x)} = r_{(65^\circ\text{C})} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$$

Negativ temperaturafvigelse

$$r_{(x)} = r_{(65^\circ\text{C})} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$$

$r_{(x)}$ [mΩ/m] Modstand ved vilkårligt valgt temperatur

α $\left[\frac{1}{\text{K}} \right]$ Temperaturkoefficient (for Cu = 0,004 $\frac{1}{\text{K}}$)

$\Delta\theta$ [K] Temperaturforskel i relation til modstandsværdi ved 65°C

ρ $\left[\frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$ Specifik modstand

Boremønstre og hultagning

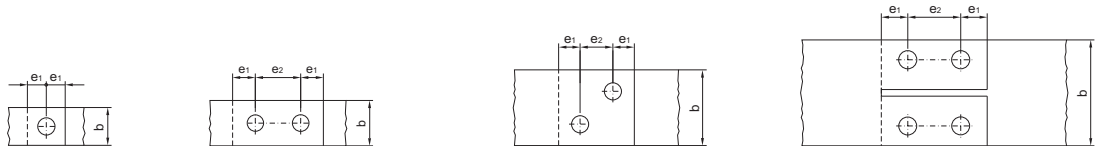
Skinnebredder mm		12 til 50		25 til 60			60			80 til 100		
Form ¹⁾		1		2			3			4		
Hultagning i skinneender (boreskabelon)												
Huldimension	Nom. bredde b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
	12	5,5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	9,0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	11	12,5	11	12,5	30	-	-	-	-	-	-
	30	11	15	11	15	30	-	-	-	-	-	-
	40	13,5	20	13,5	20	40	-	-	-	-	-	-
	50	13,5	25	13,5	20	40	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	13,5	20	40	17	26	26	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	40	
100	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	50	

Tilladt afvigelse for hulcenterafstand $\pm 0,3$ mm

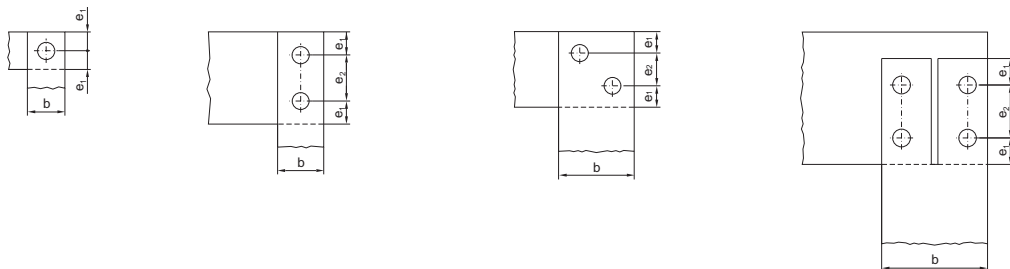
¹⁾ Formbetegnelserne 1 – 4 svarer til DIN 46 206 Del 2 – Fladtilslutning

Eksempler på skinnesamlinger

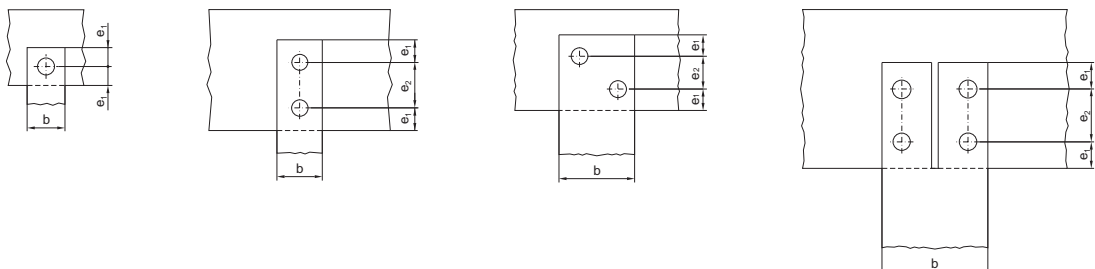
Langsgående samlinger



Vinkelsamlinger



T-samlinger



Bemærk:

- Talværdier for målene b, d, e₁ og e₂, se tabellen »Boremønstre og hultagning«
- I den ene skinneende eller i enden af en skinnepakke er langhuller tilladt