

Strømfordeling

Merkestrøm fra samleskinner E-Cu (DIN 43 671)

I DIN 43 671 bestemmes de kontinuerlige strømmene for samleskinner ved en omgivelsestemperatur på 35 °C og en middels samle-skinnetemperatur på 65 °C. Ved hjelp av en korrekturfaktor (k_2) kan de kontinuerlige strømmene som er oppført i den følgende tabellen korrigeres til avvikende driftstemperaturer.

For sikker drift med termisk reserve er det verdt å bestrebe seg på å begrense samle-skinnetemperaturen på maksimum 85 °C. Retningsgivende er den lavest tillatte temperaturen til komponentene, som berører samle-skinnesystemet direkte (rytterelementer, avgående ledninger osv.). Omgivelseslufttemperaturen til samleskinnene hhv. samle-skinnesystemet må være maksimum 40 °C; i midten anbefales en verdi på maks. 35 °C.

For de kontinuerlige strømmene som er angitt i tabellen gjelder en emisjonsgrad på 0,4. Dette tilsvarer en oksidert kobberskinne. På moderne samle-skinnesystemer, innebygd i apparatskap med kapslingsgrad IP 54 og høyere, kan en mer gunstig emisjonsgrad oppnås. Den mer gunstige emisjonsgraden gjør det mulig å øke de kontinuerlige strømmene ekstra i forhold til verdiene i DIN 43 671, uavhengig av den fastsatte luft- og skinnetempe-raturen. Erfaringsverdier viser en økning av kontinuerlig strøm med 6 – 10 % i forhold til tabellverdiene for tomme kobberskinner som er overflateoksidert 60 %.

Eksempel:

For en blank kobberskinne 30 x 10 mm (E-Cu F30) fastlegges DIN 43 671 en kontinuerlig strøm på $I_{N65} = 573$ A. Korrekturfaktordiagrammet for flate tversnitt viser ved en lufttemperatur på 35 °C og en skinnetemperatur på 85 °C korrekturfaktoren $k_2 = 1,29$. På grunn av den gunstigere emisjonsgraden økes den kontinuerlige strømmen med ytterligere 6 – 10 %. I dette eksemplet brukes det en middelvei på 8 %. I forhold til tabellverdien til DIN 43 671 er Rittal merkestrømgivelse for en Cu-skinne 30 x 10 mm:

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

Kontinuerlige strømmer for strømskinner

Av E-Cu med rettviskelt tversnitt i innvendige anlegg ved lufttemperatur 35 °C og skinnetemperatur 65 °C oddrett stilling eller vannrett stilling til skinnebredden.

Brede x tykkelse mm	Tversnitt mm ²	Vekt ¹⁾	Materiale ²⁾	Kontinuerlig strøm i A			
				Vekselstrøm til 60 Hz		Likestrøm + vekselstrøm 16 Hz	
				blank skinne	malt skinne	blank skinne	malt 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⁾ Regnet med en tetthet på 8,9 kg/dm³

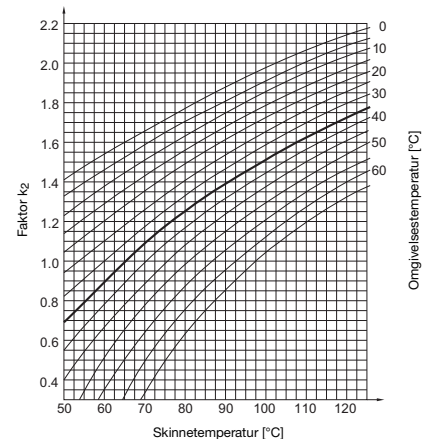
²⁾ Beleggrunnlag for de kontinuerlige strømverdiene (verdier fra DIN 43 671)

Rittal PLS strømbelastning

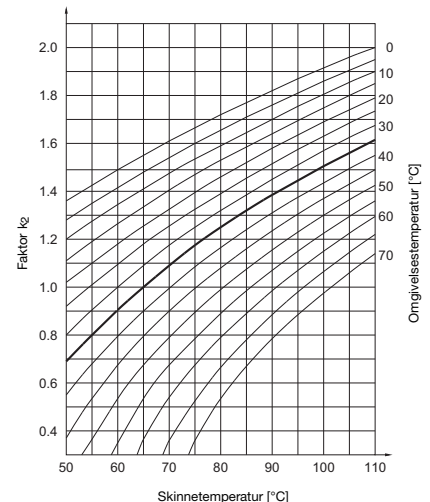
Iht. DIN 43 671 korrigeres med korrekturfaktor k_2 (korrekturfaktordiagram) basismerkestrømmen når det gjelder de eksisterende temperaturforholdene i omgivelsene og samle-skinnen. Tilsvarende DIN 43 671 er belastningsverdiene til Rittal PLS spesialskinner registrert etter måle-forsøk på følgende måte:

PLS spesial-samle-skinner	Merkestrøm WS 50/60 Hz	
	for 35/75 °C	for 35/65 °C (basisverdi)
PLS 800	800 A	684 A
PLS 1600	1600 A	1368 A

Korrekturfaktordiagram iht. DIN 43 671



Korrekturfaktordiagram for PLS



Utfyllende til merkestrømmene for kobber-samleskinner iht. DIN 43 671 er tilleggsv verdier for merkestrømmer til Flat-PLS samleskinnesystemer med blanke kobberskinner for vekselstrøm inntil 60 Hz oppført i den følgende tabellen.

Disse verdiene ble registrert på Flat-PLS samleskinnesystemer som var montert i apparat-skap under forskjellige kapslingsgradr samt med og uten tvangslufting. For hvert skinnesystem og hver kapslingsgrad blir det angitt to verdier som beskriver merkestrømmen ved 30 K og 70 K overtemperatur. Til forskjell fra merkestrømmene iht. DIN 43 671 blir som omgivelsestemperatur temperaturen utenfor apparat-skapet målt.

Fordelen med denne måten å se det på er at apparat-skapet som kan ha stor innvirkning på samleskinnesystemet, blir tatt hensyn til i måledataene til samleskinnesystemet. Utlegging av et samleskinnesystem iht. DIN 43 671 uten at det tas hensyn til apparat-skapet kan allerede ved høye strømmer føre til termiske problemer inne i apparat-skapet.

IEC 61 439-1/DIN EN 61 439-1 tillater også høyere grenseovertemperaturer enn 70 K. Den absolutte samleskinnetemperaturen er ved en omgivelsestemperatur på 35 °C og 70 K grenseovertemperatur 105 °C. Denne 105 °C utgjør en høyere verdi, men er likevel betydelig under den termiske mykgjøringen av kobbermateriale og dermed akseptabel.

Eksempel:

Hvis det blir brukt en merkestrøm ved 30 K overtemperatur, betyr dette at temperaturen til samleskinnene 30 K ligger over omgivelsestemperaturen til apparat-skapet. Uttrykt i absolutte verdier gir det dermed ved en omgivelsestemperatur på 35 °C rundt apparat-skapet en absolutt samleskinnetemperatur på maks. 65 °C.

Måle-vekselstrømmer til Flat-PLS samleskinnesystem på inntil 60 Hz for blanke kobberskinner (E-Cu F30) i A

Utførelse Flat-PLS samleskinnesystem	Apparat-skapets kapslingsgrad												
	Ri4Power DIN 43 671			IP 2X med tvangslufting ¹⁾		IP 2X		IP 43		IP 54 med tvangslufting ²⁾		IP 54	
	ΔT = 30 K	ΔT = 30 K	ΔT = 70 K	ΔT = 30 K	ΔT = 70 K	ΔT = 30 K	ΔT = 70 K	ΔT = 30 K	ΔT = 70 K	ΔT = 30 K	ΔT = 70 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 $I_N < 2000$ A ved bruk av filtervifte SK 3243.100, ved $I_N > 2000$ A ved bruk av filtervifte SK 3244.100

²⁾ Ved $I_N < 2000$ A ved bruk av filtervifte SK 3243.100 og utgangsfilter SK 3243.200, ved $I_N > 2000$ A ved bruk av filtervifte SK 3244.100 og utgangsfilter SK 3243.200

For å registrere merkestrømmer ved temperaturer som ligger mellom grenseover-temperaturene til Flat-PLS samleskinnesys-temene kan korrekturfaktordiagrammet benyttes. Hvis angivelsene ligger over maks. omgivelsestemperatur, og maks. tillatt skinnetemperatur, kan det via korrekturfaktordiagrammet registreres en korrekturfaktor k_2 . Med korrekturfaktor k_2 og angivelse av merkestrøm ved grenseover-temperatur 30 K blir den nye merkestrøm- men beregnet.

Eksempel:

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

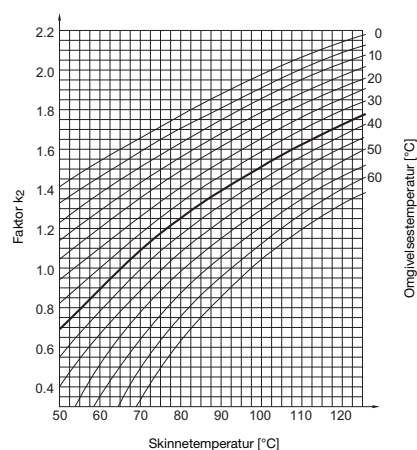
I_{N30} ved IP 2X = 2320 A
omgivelsestemperatur = 35 °C
skinnetemperatur = 85 °C

diagrammet viser en faktor $k_2 = 1,29$

Den nye merkestrømmen under disse betingelsene er:

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

Korrekturfaktordiagram



Strømfordeling

Beregning av tapseffekten til samleskinner

Når man kjenner vekselstrømmotstanden, kan tapseffekten til samleskinner beregnes ved hjelp av følgende forhold:

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

P_v [W] tapseffekt

I_B [A] merkestrøm

r [mΩ/m] vekselstrømmotstand eller likestrømmotstand til samleskinnen

l [m] lengde på samleskinnen, som gjennomstrømmes av I_B

For å beregne tapseffekten etter den tidligere nevnte formelen kan man i enkelttilfeller forutsettes som kjent merkestrømmen til en strømkurs eller «merkestrømmene» til samleskinneavsnittene og tilhørende lengde på kabelsystemet i anlegget eller fordelingen. Derimot finner du ikke motstanden til kabelsystemer – spesielt vekselstrømmotstanden til strømskinneanordninger – uten videre i et underlag.

Derfor og for å få sammenlignbare resultater ved registrering av tapseffekter er verdiene til motstandene i mΩ/m for de vanligste tverrsnittene til strømskinner av kobber sammenstilt i tabellen.

Vekselstrømmotstander til samleskinner av E-Cu 57

Dimensjoner ¹⁾	Motstand per 1 m strømskinnesystem i mΩ/m ²⁾							
	I 1 hovedleder		III 3 hovedledere		II II II 3 x 2 hovedledere		III III III 3 x 3 hovedledere	
mm	$r_{GS}^{(1)}$ (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} Likestrømmotstand til strømskinnesystemet i mΩ/m

²⁾ r_{WS} Vekselstrømmotstand til strømskinnesystemet i mΩ/m

Motstandsverdiene i tabellen baserer seg på en antatt middels samleskinnetemperatur på 65 °C (omgivelsestemperatur + egenoppvarming) og dermed på en spesifikk motstand på

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

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

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

For samleskinnetemperaturer som avviker fra 65 °C kan motstandene bestemmes som følger:

Positivt temperaturavvik

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

Negativt temperaturavvik

$$r_{(x)} = r_{(65 \text{ °C})} \cdot (1 - \alpha \cdot \Delta\theta)$$

$r_{(x)}$ [mΩ/m] motstand ved vilkårlig valgbare temperatur

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

$\Delta\theta$ [K] Temperaturdifferanse relatert til motstandsverdi ved 65 °C

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

Bormal og borer

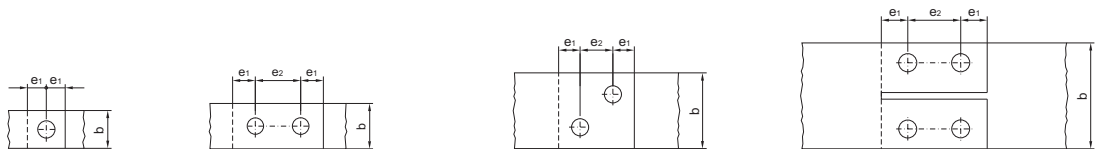
Skinnebredder mm		12 til 50		25 til 60			60			80 til 100		
Form ¹⁾		1		2			3			4		
Boringer til skinneendene (sveking)												
bormal	Nominell bredde b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
	12	5,5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	9,0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	11	12,5	11	12,5	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	

Tillatte avvik for avstand midt i hullet $\pm 0,3$ mm

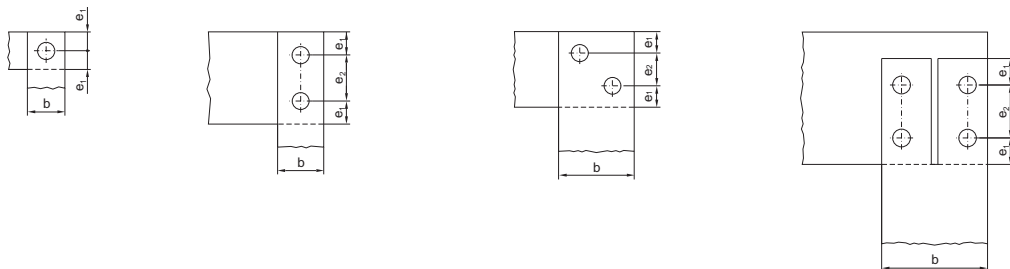
¹⁾ Formbetegnelse 1 – 4 tilsvarer DIN 46 206 del 2 – flattilkobling

Eksempler på samleskinne-nipler

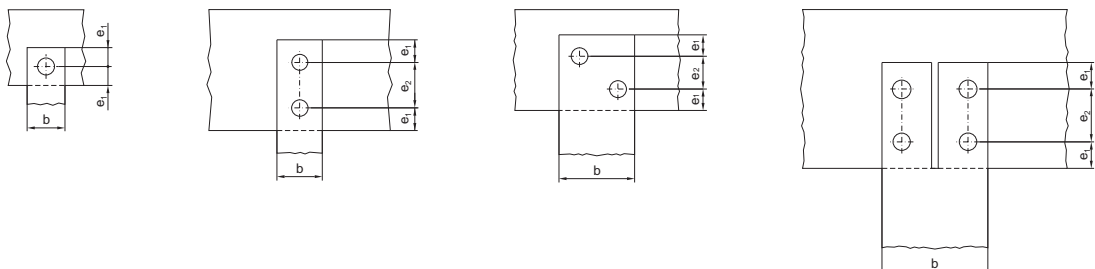
Lengdeforbindelser



Vinkelforbindelser



T-forbindelser



Henvisning:

- Tallverdier for mål b, d, e₁ og e₂ se tabellen «Bormal og borer»
- I en skinneende eller ende til en skinnepakket er avlange hull tillatt