

Strömfördelning

Märkström i samlingskenor E-Cu (DIN 43 671)

I DIN 43 671 fastställs den kontinuerliga strömmen för samlingskenor vid en omgivningstemperatur på 35°C och en mellersta samlingskenetemperatur på 65°C. Med hjälp av en korrektionsfaktor (k_2) kan den angivna kontinuerliga strömmen i tabellen nedan korrigeras till avvikande driftstemperaturer.

För en säker drift med termiska reserver rekommenderas att samlingskenetemperaturen begränsas till max 85°C. Avgörande är dock den högsta tillåtna varaktiga temperaturen hos komponenter, som direkt berör samlingskenesystemet (diazed/neozed-element, ledningar m.m.). Den omgivande lufttemperaturen hos samlingskenorna resp. samlingskenesystemet bör uppgå till maximalt 40°C, i genomsnitt rekommenderas ett värde på maximalt 35°C.

För den angivna kontinuerliga strömmen som anges i tabellen gäller en emissionsgrad på 0,4. Det motsvarar en oxiderad kopparskena. Vid moderna samlingskenesystem – inbyggda i apparatskåp med kapslingsklass IP 54 och högre – är en lägre emissionsgrad att vänta. Den lägre emissionsgraden möjliggör en extra förhöjning av de varaktiga strömmarna i förhållande till värdena i DIN 43 671, oberoende av fastställd luft- och skentemperatur. Erfarenhetsvärden visar en förhöjning av den kontinuerliga strömmen med 6–10 % i förhållande till tabellvärdena för blanka, upp till 60 % ytoxidierade kopparskenor.

Exempel:

För en blank kopparskena 30 x 10 mm (E-Cu F30) anger DIN 43 671 en kontinuerlig ström på $I_{N65} = 573$ A. Korrekturfaktordiagrammet för kvadratisk tvärsnitt visar vid en lufttemperatur på 35°C och 85°C skentemperatur korrekturfaktor $k_2 = 1,29$. På grundval av den lägre emissionsgraden förhöjs den kontinuerliga strömmen med ytterligare 6–10 %. I detta exempel används ett genomsnittligt värde på 8 %. I förhållande till tabellvärdet i DIN 43 671 framgår Rittals märkströmsangivelse för en kopparskena på 30 x 10 mm:

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

Kontinuerlig ström för strömskenor

Av E-Cu med kvadratisk tvärsnitt i inre anläggningar vid 35°C lufttemperatur och 65°C skentemperatur i horisontellt eller vertikalt läge på skenbredden.

Bredd x tjocklek mm	Tvärsnitt mm ²	Vikt ¹⁾	Material ²⁾	Kontinuerlig ström i A			
				Växelström upp till 60 Hz		Likström + växelström 16 Hz	
				blank skena	målad skena	blank skena	målad skena
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⁾ Beräknad med en täthet på 8,9 kg/dm³

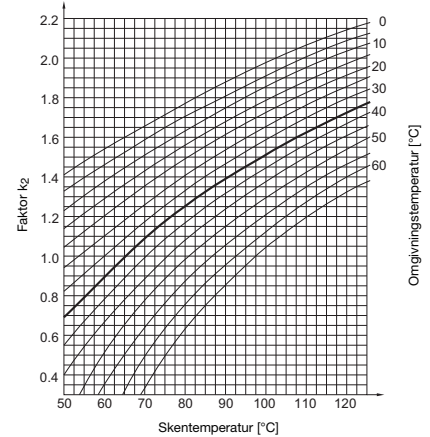
²⁾ Referensbas för varaktiga strömvärden (värdena är hämtade från DIN 43 671)

Rittal PLS strömbelastning

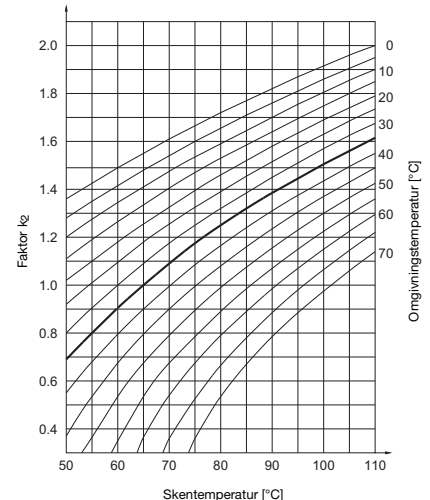
Enligt DIN 43 671 korrigeras basmärkströmmen med korrekturfaktor k_2 (korrekturfaktordiagrammet) i förhållande till existerande temperaturförhållanden i omgivningen och samlingskenan. Motsvarande DIN 43 671 har belastningsvärdena i Rittals PLS specialskenor fastställts enligt mät försök enligt följande:

PLS special-samlings-skenor	Märkström WS 50/60 Hz	
	för 35/75°C	för 35/65°C (basvärde)
PLS 800	800 A	684 A
PLS 1600	1600 A	1368 A

Korrekturfaktordiagram enligt DIN 43 671



Korrekturfaktordiagram för PLS



Märkström i samlingskenor E-Cu (DIN 43 671)

Som komplement till märkströmmen för kopparsamlingskenor enligt DIN 43 671 finns i nedanstående tabell ytterligare värden för märkström för Flat-PLS-samlingskenesystem med blanka kopparskenor för växelström på upp till 60 Hz.

Dessa värden har fastställts på Flat-PLS-samlingskenesystem monterade i apparatskåp med olika kapslingsklasser samt med och utan mekanisk ventilation. Beroende på skensystem och kapslingsklass finns två värden angivna, som visar märkströmmen vid 30 K och 70 K övertemperatur. Till skillnad från märkströmmen enligt DIN 43 671 mäts temperaturen utanför apparatskåpet som omgivningstemperatur.

Fördelen med detta är att apparatskåpet, som kan ha en stor inverkan på samlingskenesystemet, beaktas i samlingskenesystemets märkdata. Om man utformar ett samlingskenesystem enligt DIN 43 671 utan hänsyn till apparatskåpet kan det i synnerhet vid höga strömmar uppstå termiska problem inuti apparatskåpet.

IEC 61 439-1/DIN EN 61 439-1 tillåter visserligen även högre gränstemperaturer än 70 K. Den absoluta samlingskenetemperaturen uppgår vid en omgivningstemperatur på 35°C och 70 K gränstemperatur till 105°C. 105°C är ett högt värde, men ändå klart under temperaturen för termisk nedbrytning av kopparmaterial och därmed acceptabelt.

Exempel:

Om en märkström används vid 30 K övertemperatur, betyder det att samlingskenornas temperatur ligger 30 K över apparatskåpets omgivningstemperatur. Uttryckt i absoluta värden uppstår därmed en absolut samlingskenetemperatur på max. 65°C vid en omgivningstemperatur på 35°C för apparatskåpet.

Märkväxelström för Flat-PLS-samlingskenesystem upp till 60 Hz för blanka kopparskenor (E-Cu F30) i A

Utförande Flat-PLS-samlingskenesystem	Apparatskåpets kapslingsklass										
	Ri4Power DIN 43 671	IP 2X med mekanisk ventilation ¹⁾		IP 2X		IP 43		IP 54 med mekanisk ventilation ²⁾		IP 54	
		$\Delta T = 30\text{ K}$	$\Delta T = 30\text{ K}$	$\Delta T = 70\text{ K}$	$\Delta T = 30\text{ K}$	$\Delta T = 70\text{ K}$	$\Delta T = 30\text{ K}$	$\Delta T = 70\text{ K}$	$\Delta T = 30\text{ K}$	$\Delta T = 70\text{ K}$	$\Delta T = 30\text{ K}$
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⁾ Vid $I_N \leq 2000\text{ A}$ och användning av filterfläkt SK 3243.100, vid $I_N > 2000\text{ A}$ och användning av filterfläkt SK 3244.100

²⁾ Vid $I_N \leq 2000\text{ A}$ och användning av filterfläkt SK 3243.100 och utblåsningsfilter SK 3243.200, vid $I_N > 2000\text{ A}$ och användning av filterfläkt SK 3244.100 och utblåsningsfilter SK 3243.200

Korrekturfaktordiagrammet kan användas för att fastställa märkström vid temperaturer som ligger mellan Flat-PLS samlingskenesystemens gränstemperaturer. Om uppgifter om maximal omgivningstemperatur och högsta tillåtna skentemperatur finns tillgängliga, kan en korrekturfaktor k_2 fastställas med hjälp av korrekturfaktordiagrammet. Med korrekturfaktorn k_2 och märkströmsangivelsen vid 30 K gränstemperatur beräknas den nya märkströmmen.

Exempel:

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

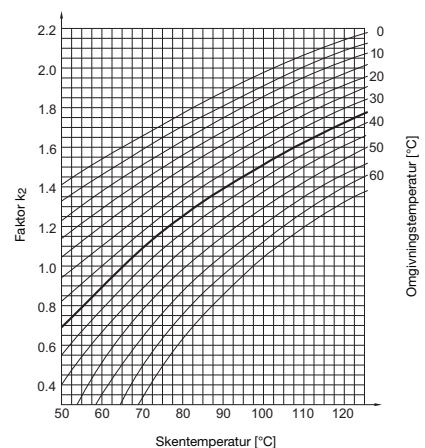
I_{N30} vid IP 2X = 2320 A
Omgivningstemperatur = 35°C
Skentemperatur = 85°C

Ur diagrammet kan man utläsa en faktor $k_2 = 1,29$

Den nya märkströmmen under dessa förhållanden beräknas då på följande sätt:

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

Korrekturfaktordiagram



Strömfördelning

Beräkning av samlingsskenornas förlusteffekt

Samlingsskenornas förlusteffekt kan beräknas på följande sätt, om man vet växelströmsmotståndet:

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

P_v [W] förlusteffekt

I_B [A] märkström

r [mΩ/m] samlingsskenans växelströmsmotstånd eller likströmsmotstånd

l [m] den längd av samlingsskenan som genomströmmas av I_B

För beräkning av förlusteffekten enligt ovan nämnda formel kan man i vissa fall anta att man känner till märkströmmen i en strömkrets resp. samlingsskenedelens märkström samt ledarsystemets tillhörande längd i systemet eller fördelningen. Däremot är ledarsystemens motstånd – i synnerhet växelströmsmotståndet för strömskeneanordningar – inte alltid så lätta att få fram.

Av detta skäl, och för att få jämförbara resultat vid uträkning av förlusteffekter, visas värdena i tabellen i mΩ/m för de vanligaste tvärsnitten på strömskenor av koppar.

Växelströmsmotstånd för samlingsskenor av E-Cu 57

Dimensioner ¹⁾ mm	Motstånd per 1 m strömskenesystem i mΩ/m ²⁾							
	I 1 huvudledare		III 3 huvudledare		II II II 3 x 2 huvudledare		III III III 3 x 3 huvudledare	
	$r_{GS}^{(1)}$ (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)
	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} Likströmsmotstånd för strömskenesystemet i mΩ/m

²⁾ r_{WS} Växelströmsmotstånd för strömskenesystemet i mΩ/m

Motståndsvärdena i tabellen bygger på en antagen medeltemperatur för samlingsskenorna på 65°C (omgivningstemperatur + egenuppvärmning) och därmed ett specifikt motstånd på

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

Exempel: r_{GS} för 1 huvudledare 12 x 2 mm

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

För samlingsskenetemperaturer som avviker från 65°C kan motstånden bestämmas enligt följande:

Positiv temperaturavvikelse

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

Negativ temperaturavvikelse

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

$r_{(x)}$ [mΩ/m] Motstånd vid valfri valbar temperatur

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

$\Delta\theta$ [K] Temperaturdifferens i förhållande till motståndsvärde vid 65°C

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

Borrmönster och borrhål

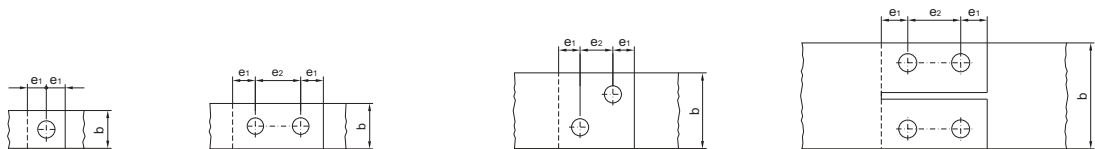
Skenbredd mm		12 till 50		25 till 60			60			80 till 100		
Form ¹⁾		1		2			3			4		
Borrhål i skenans slut (hålbild)												
Hålsmått	Nominell bredd b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
	12	5,5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	9,0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	11	12,5	11	12,5	30	-	-	-	-	-	-
	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	

Tillåtna avvikelser för C-C-avstånd ± 0,3 mm

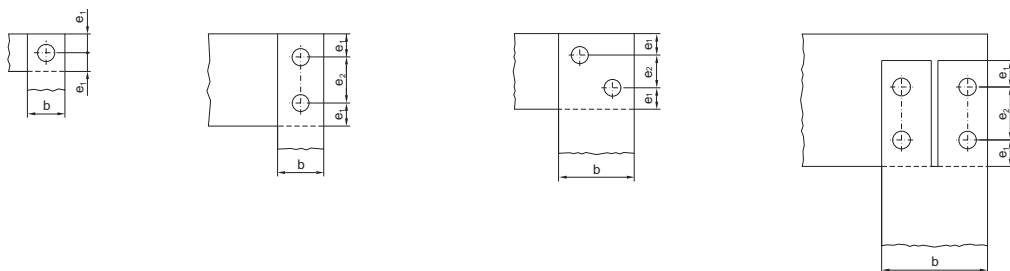
¹⁾ Formbeteckningen 1 – 4 motsvarar DIN 46 206 del 2 – Flatanslutning

Exempel på samlingsskeneförskruvningar

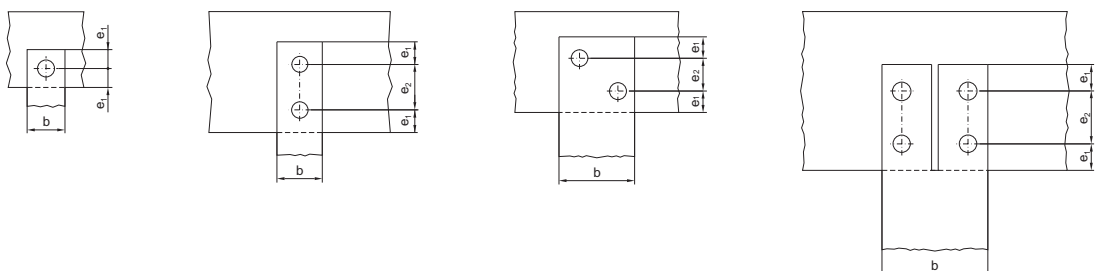
Längsförbindningar



Vinkelförbindningar



T-förbindningar



Observera:

- För måtten b, d, e₁ och e₂ i siffror, se tabellen "Borrmönster och borrhål"
- I slutet av en skena eller i slutet av ett skenpaket är det tillåtet att använda avlånga hål