

E-Cu (DIN 43 671) -virtakiskojen nimellisvirrat

Standardissa DIN 43 671 määritellään virtakiskoille jatkuvat virrat ympäristölämpötilassa 35 °C ja keskimääräisellä virtakiskon lämpötilalla 65 °C. Korjauskertoimen (k_2) avulla voidaan korjata oheisissa taulukoissa annetut jatkuvat virrat lämpötilanvaihtelujen mukaisiksi.

Turvallinen käyttö riittävillä termisillä varusteilla vaatii, että virtakiskon lämpötilaksi rajoitetaan enintään 85 °C. Mitoitettava tekijä on aina pienin sallittu komponentin maksimilämpötila, joka on suoraan kosketuksissa virtakiskojärjestelmän kanssa (ratsastajaelementti, lähtevät johtimet jne.). Virtakiskoa tai virtakiskojärjestelmää ympäröivän ilman lämpötilan tulisi olla enintään 40 °C; yleensä suositellaan enintään 35 °C.

Taulukoissa annetut jatkuvat virrat pätevät haihtumisasteelle 0,4. Tämä vastaa oksidoitunutta kuparikiskoa. Nykyaikaisissa virtakiskojärjestelmissä – jotka on rakennettu koteloituluokaltaan IP 54 tai korkeampiin kytkentäkaappeihin – voidaan huomioida suurempi haihtumisaste. Parempi haihtumisaste mahdollistaa jatkuvan virran korottamisen standardin DIN 43 671 mukaisista arvoista, riippumatta ilmoitetuista ilman ja kiskon lämpötiloista. Kokemus sallii jatkuvan virran korottamisen 6 – 10 % taulukkoarvoista paljaille, pinnaltaan enintään 60 % oksidoituneille kuparikiskoille.

Esimerkki:

Paljalle Cu-kiskolle 30 x 10 mm (E-Cu F30) standardi DIN 43 671 antaa jatkuvaksi virraksi $I_{N65} = 573$ A.

Korjauskerroinkaavio suorakulmaisille läpyleikkauksille on 35°C ilmanlämpötilassa ja 85°C kiskolämpötilassa, korjauskertoimen $k_2 = 1,29$. Paremman haihtumisasteen vuoksi kestoverta lisätään vielä 6 – 10 %. Tässä esimerkissä käytetään keskimääräistä arvoa 8 %.

DIN 43 671 mukainen taulukkoarvo antaa Rittalin nimellisvirraksi 30 x 10 mm Cu-kiskolle:

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

Virtakiskojen jatkuva virta

Poikkipinnaltaan suorakulmaisille E-Cu-kiskolle sisäasennuksissa 35 °C ilman lämpötilassa ja 65 °C kiskon lämpötilassa pysty- tai vaaka-asennossa kiskon leveyden suhteen.

Leveys x paksuus mm	Halkaisija mm ²	Paino ¹⁾	Materiaali ²⁾	Jatkuva virta A			
				Vaihtovirta 60 Hz asti		Tasavirta + vaihtovirta 16 Hz	
				paljas kisko	maalattu kisko	paljas kisko	maalattu kisko
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⁾ Laskettu tiheydellä 8,9 kg/dm³

²⁾ Määrittelyperuste jatkuvan virran arvoille (arvot standardista DIN 43 671)

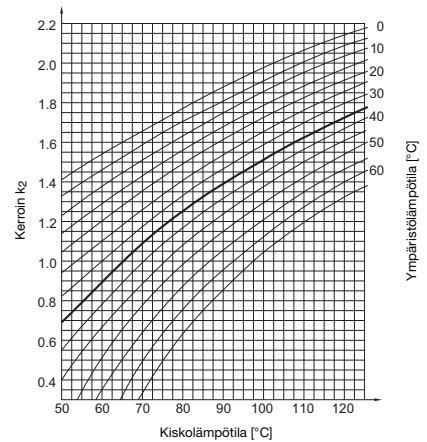
Rittal PLS:n virtakuormitus

DIN 43 671:n mukaan korjataan perusnimellisvirta korjauskertoimella k_2 (korjauskertoindigrammi) ympäristön ja virtakiskon vallitsevien lämpötilaolosuhteiden mukaan.

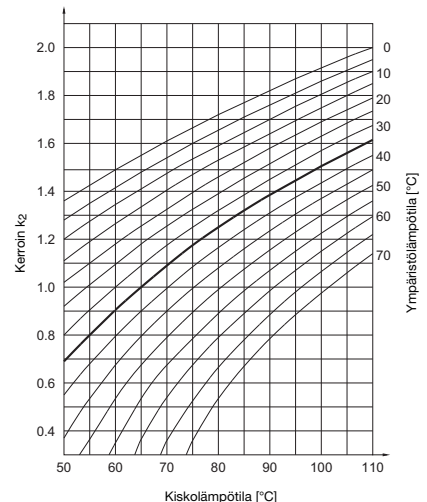
DIN 43671:n mukaisesti Rittalin PLS-erikoiskiskojen kuormitusarvot on mittauskoekäytön jälkeen laskettu seuraavasti:

PLS-erikoisvirtakiskot	Nimellisvirta WS 50/60 Hz	
	35/75 °C	35/65 °C (perusarvo)
PLS 800	800 A	684 A
PLS 1600	1600 A	1368 A

Korjauskerroinkaavio, DIN 43 671



Korjauskerroinkaavio PLS



E-Cu (DIN 43 671) -virtakiskojen nimellisvirrat

Standardin DIN 43 671 mukaisten kuparikiskojen nimellisvirtojen täydennykseksi alla olevassa taulukossa on lisäarvoja Flat-PLS-virtakiskojärjestelmien nimellisvirroille käytettäessä paljaita kuparikiskoja vaihtovirralla 60 Hz asti.

Nämä arvo määriteltiin Flat-PLS-virtakiskojärjestelmille, jotka asennetaan eri kotelointiluokien kytentäkaappeihin pakkotuuletuksella varustettuna ja ilman. Kiskojärjestelmästä ja kotelointiluokasta riippuen annetaan kaksi arvoa, jotka kuvaavat nimellisvirtaa 30 K ja 70 K ylälämpötilassa. Standardin DIN 43 671 mukaisista nimellisvirroista poiketen ympäristölämpötilana pidetään lämpötilaa kytentäkaapin ulkopuolella.

Tämän määrittelyn etuna on, että kytentäkaapin kotelo, jolla voi olla suuri vaikutus virtakiskojärjestelmään, huomioidaan virtakiskojärjestelmän nimellistiedoissa. Virtakiskojärjestelmän suunnittelu DIN 43 671 mukaisesti kytentäkaapin koteloa huomioimatta voi johtaa suuremmilla virroilla ongelmiin kytentäkaapin sisällä.

Standardeissa IEC 61 439-1/DIN EN 61 439-1 sallitaan myös korkeampia rajalämpötiloja kuin 70 K. Pahimmillaan virtakiskon todellinen lämpötila ympäristölämpötilan ollessa 35 °C ja rajalämpötilan ollessa 70 K on 105 °C. Tämä 105 °C on korkea arvo, joka on kuitenkin paljon kuparimateriaalin termisen kestävyuden alapuolella ja siten hyväksyttävissä.

Esimerkki:

Jos käytetään nimellisvirtaa 30 K ylälämpötilassa, se merkitsee että virtakiskojen lämpötila on 30 K kytentäkaapin ympäristölämpötilaa korkeampi. Siten absoluuttisina arvoina ilmaistuna 35 °C kytentäkaapin ympäristölämpötilassa virtakiskojen absoluuttinen lämpötila on maks. 65 °C.

Nimellisvaihtovirrat Flat-PLS-virtakiskojärjestelmässä 60 Hz asti paljailta kuparikiskoilla (E-Cu F30), A

Rakenne, Flat-PLS-virtakiskojärjestelmä	Kytentäkaapin kotelointiluokka												
	Ri4Power DIN 43 671			IP 2X pakkotuuletuksella ¹⁾		IP 2X		IP 43		IP 54 pakkotuuletuksella 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⁾ Virralla $I_N < 2000$ A käytettäessä suodatintuuletinta SK 3243.100, virralla $I_N > 2000$ A käytettäessä suodatintuuletinta SK 3244.100.

²⁾ Virralla $I_N < 2000$ A käytettäessä suodatintuuletinta SK 3243.100 ja poistoilmasuodatinta SK 3243.200, virralla $I_N > 2000$ A käytettäessä suodatintuuletinta SK 3244.100 ja poistoilmasuodatinta SK 3243.200.

Nimellisvirtojen määrittelyyn lämpötiloissa, jotka ovat Flat-PLS-virtakiskojärjestelmän rajalämpötilojen välissä, voidaan käyttää korjauskerroinkaaviota. Jos arvot ovat suurimman ympäristölämpötilan ja suurimman sallitun kiskolämpötilan yläpuolella, voidaan korjauskerroinkaaviosta määrittää korjauskerroin k_2 . Korjauskertoimen k_2 ja 30 K rajalämpötilan nimellisvirran avulla voidaan laskea uusi nimellisvirta.

Esimerkki:

Virtakiskojärjestelmä Flat-PLS 100,
4 x 100 x 10 mm

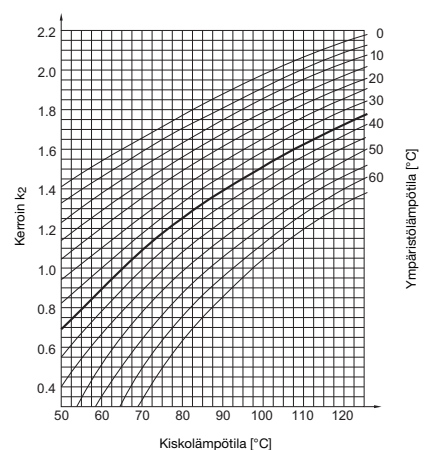
I_{N30} IP 2X:llä = 2320 A
Ympäristölämpötila = 35 °C
Kiskolämpötila = 85 °C

Kaaviosta saadaan kerroin $k_2 = 1,29$

Uusi nimellisvirta näillä reunaehdoilla on siten:

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

Korjauskerroinkaavio



Virtakiskojen häviötehon laskenta

Virtakiskojen häviöteho voidaan laskea seuraavalla kaavalla, kun vaihtovirtaresistanssi tunnetaan:

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

P_v [W] häviöteho

I_B [A] käyttövirta

r [mΩ/m] virtakiskon vaihtovirtaresistanssi tai tasavirtaresistanssi

l [m] Virtakiskon pituus, jonka läpi I_B kulkee

Häviötehon laskentaa varten yllä olevalla kaavalla voidaan yksittäistapauksessa olettaa tunnetuksi virtapiiriin nimellisvirta tai virtakisko-osuuden "käyttövirta" sekä asianomaisen johdinjärjestelmän pituus järjestelmässä tai jakokaapissa. Sitä vastoin johdinjärjestelmien resistanssia – erityisesti virtakiskokokoonpanojen vaihtovirtaresistanssia – ei saa selville ilman erillisiä asiakirjoja tai itse määrittämällä.

Tästä syystä ja vertailukelpoisten tulosten saamiseksi häviötehojen määrittelyssä taulukoihin on koottu resistanssiarvot mΩ/m yleisimmin käytetyille kuparisten virtakiskojen poikkipinnoille.

Virtakiskojen vaihtovirtaresistanssi, materiaali E-Cu 57

Mitat ¹⁾ mm	Resistanssi virtakiskojärjestelmän pituusmetriä kohti mΩ/m ²⁾							
	I 1 pääjohdin		III 3 pääjohdinta		II III II 3 x 2 pääjohdinta		III III III 3 x 3 pääjohdinta	
	$r_{GS}^{(1)}$ (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} Virtakiskojärjestelmän tasavirtaresistanssi mΩ/m

²⁾ r_{WS} Virtakiskojärjestelmän vaihtovirtaresistanssi mΩ/m

Taulukon resistanssiarvot perustuvat keskimääräiseen virtakiskon lämpötilaan 65 °C (ympäristölämpötila + sisäinen lämpeneminen) ja siten ominaisresistanssiin

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

Esimerkki: r_{GS} 1 pääjohtimelle 12 x 2 mm

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

Virtakiskon lämpötilan ollessa muu kuin 65 °C resistanssit voidaan määrittää seuraavasti:

Positiivinen lämpötilaero

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

Negatiivinen lämpötilaero

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

$r_{(x)}$ [mΩ/m] Resistanssi vapaasti valittavassa lämpötilassa

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

$\Delta\theta$ [K] Lämpötilaero suhteessa resistanssiarvoon 65 °C lämpötilassa

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

Porausmalli ja poraukset

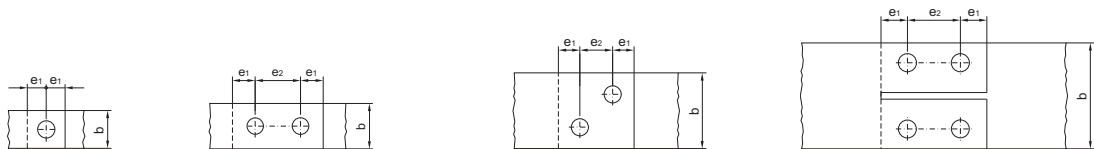
Kiskon leveydet mm		12 – 50		25 – 60			60			80 – 100		
Form ¹⁾		1		2			3			4		
Poraukset kiskojen päissä (reikäkuva)												
Porausmitta	Nimellisleveys b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
	12	5,5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	9,0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	11	12,5	11	12,5	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	

Sallittu reikien keskipisteiden välin poikkeama ± 0,3 mm

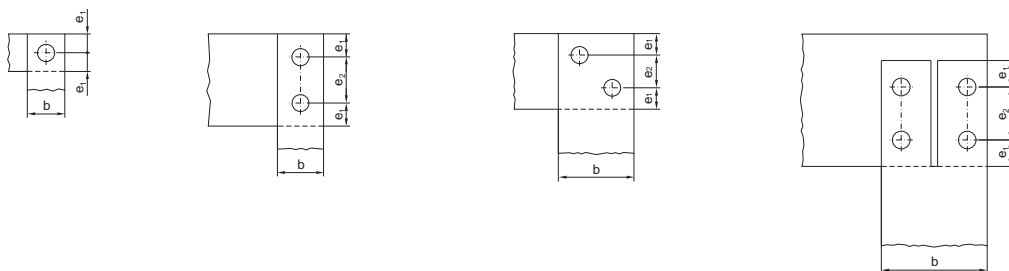
¹⁾ Tunnus Form 1 – 4 vastaa standardia DIN 46 206 osa 2 – lattaliitäntä

Esimerkkejä virtakiskojen ruuviliitoksista

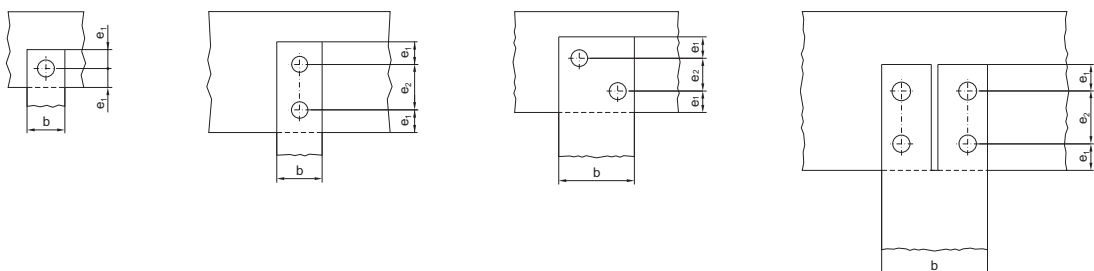
Pituusliitokset



Kulmaliitokset



T-liitokset



Ohje:

- Laskenta-arvot mitoille b, d, e₁ ja e₂ katso taulukko Porausmallit ja poraukset
- Kiskon tai kiskopakettin päässä sallitaan pitkät reiät.