

Áramelosztás

E-Cu gyűjtősínek névleges áramerősségei (DIN 43 671)

A DIN 43 671 meghatározza a gyűjtősínek tartós áramerősségeit 35 °C környezeti hőmérséklet és 65 °C gyűjtősín-hőmérséklet esetére. Egy korrekciós tényező (k_2) segítségével az alább látható táblázatban előírt tartós áramok eltérő hőmérsékletekre korrigálhatók.

A biztonságos, hőtartalékkal rendelkező üzemhez törekedni kell arra, hogy a gyűjtősín hőmérséklete legfeljebb 85 °C legyen. Irányadó azonban a gyűjtősínnel közvetlen érintkezésben lévő komponensek legalacsonyabb megengedett tartós hőmérséklete (síne szerelhető elemek, vezetékmenetek stb.). A gyűjtősínek, ill. a gyűjtősínrendszer környezeti levegőjének hőmérséklete legfeljebb 40 °C legyen, középértékként legfeljebb 35 °C ajánlott.

A táblázatban megadott tartós áramoknál 0,4 emissziós fok érvényes. Ez megfelel az oxidálódott rézsínekének. A modern gyűjtősínrendszereknél, amelyek IP 54 és magasabb védettségű kapcsolószekrényekbe vannak építve, kedvezőbb emissziós fok is elfogadható. A kedvezőbb emissziós fok a DIN 43 671-ben előírt tartós áramértékek további növelését teszi lehetővé a meghatározott levegő- és sínhőmérsékletektől függetlenül. A tapasztalati értékek a tartós áramok mintegy 6 – 10%-os növekedését mutatják a táblázat értékeihez képest, amelyek festetlen, felületén 60%-ban oxidálódott rézsínekre vonatkoznak.

Példa:

A festetlen, 30 x 10 mm-es Cu sínhez (E-Cu F30) a DIN 43 671 $I_{N65} = 573$ A tartós áramot ír elő.

A téglalap keresztmetszetekre vonatkozó korrekciós diagram 35 °C levegőhőmérséklet és 85 °C sínhőmérséklet mellett $k_2 = 1,29$ korrekciós tényezőt mutat. A kedvezőbb emissziós fok miatt a tartós áram további 6 – 10%-kal növelhető. Ebben a példában közepes, 8%-os értékkel számoltunk. A DIN 43 671 táblázati értékével szemben a Rittal névleges áramadata a 30 x 10 mm-es Cu sínhez:

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

Tartós áramok áramsínekhez

E-Cu, téglalap keresztmetszetű, beltéri berendezésekben, 35 °C levegőhőmérséklet és 65 °C sínhőmérséklet, függőleges elhelyezés, vagy a sínszélesség függőleges elhelyezése mellett.

Szélesség x Vastagság mm	Keresztmetszet mm ²	Tömeg ¹⁾	Anyagminőség ²⁾	Tartós áram A-ban			
				Váltóáram 60 Hz-ig		Egyenáram + váltóáram 16 Hz	
				festetlen sín	festett sín	festetlen sín	festett sín
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⁾ 8,9 kg/dm³ sűrűséggel számolva

²⁾ Vonatkoztatási alap tartósáram értékekhez (a DIN 43 671 értékei alapján)

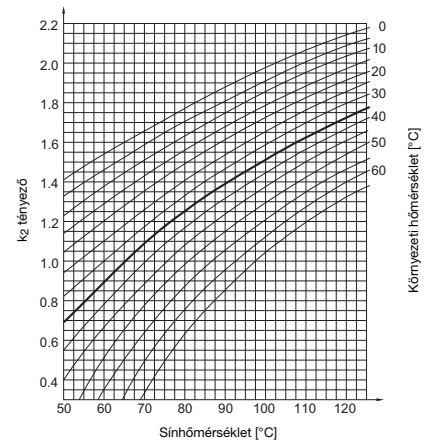
Rittal PLS áramerhelés

A DIN 43 671 szerint a k_2 tényezővel (korrekciós tényező diagram) az alap névleges áram a környezet és a gyűjtősín aktuális hőmérsékleti viszonyai alapján korrigálható.

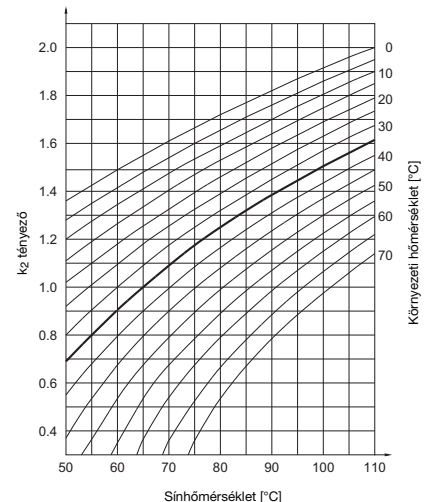
A DIN 43 671-nek megfelelően a Rittal PLS speciális sínek terhelési értékeit mérési próbákkal a következők szerint állapították meg:

PLS speciális gyűjtősínek	Névleges áramerősség WS 50/60 Hz	
	35/75 °C esetén	35/65 °C esetén (alapérték)
PLS 800	800 A	684 A
PLS 1600	1600 A	1368 A

Korrekciós tényező diagram a DIN 43 671 szerint



Korrekciós tényező diagram PLS-hez



E-Cu gyűjtősínek névleges áramerősségei (DIN 43 671)

A DIN 43 671 szerinti réz gyűjtősínek névleges áramerősségeinek kiegészítéseképpen az alábbi táblázatban a Flat-PLS festetlen rézsínekből álló gyűjtősínrendszereinek további névleges áramerősségei láthatók max. 60 Hz-es váltóáram mellett.

Ezeket az értékeket Flat-PLS gyűjtősínrendszereken mérték, amelyek különböző védettségű kapcsolószekrényekbe, valamint kényszerzellőztetéssel vagy anélkül szereltek be. Sínrendszerenként és védettségi osztályonként két értéket adunk meg, amelyek a névleges áramerősséget 30 K, ill. 70 K túlmelegedés mellett írják le. A DIN 43 671 szerinti névleges áramerősségektől eltérően környezeti hőmérsékletként a kapcsolószekrényen kívüli hőmérsékletet mérték.

Ennek a nézőpontnak az az előnye, hogy a kapcsolószekrény házat, amely nagy befolyással lehet a gyűjtősínrendszerre, figyelembe veszi a gyűjtősínrendszer névleges adatainál. A gyűjtősínrendszer DIN 43 671 szerinti kivitelezése a kapcsolószekrény házának figyelembe vétele nélkül éppen magasabb áramoknál hőproblémákat okozhat a kapcsolószekrény belsejében.

Az IEC 61 439-1/DIN EN 61 439-1 ugyan megenged 70 K-nél nagyobb túlmelegedési határokat is. Az abszolút gyűjtősín-hőmérséklet ugyanakkor 35 °C-os környezeti hőmérséklet és 70 K túlmelegedés esetén 105 °C. A 105 °C ugyan magas érték, de jelentősen a réz alapanyagok lágyuláspontja alatt van, ezért elfogadható.

Példa:

Ha 30 K túlmelegedés mellett névleges áramerősséget alkalmaznak, ez azt jelenti, hogy a gyűjtősínek hőmérséklete 30 K-nel a kapcsolószekrény környezeti hőmérséklete felett van. Abszolút értékekben kifejezve így a kapcsolószekrény körül 35 °C környezeti hőmérséklet esetén az abszolút gyűjtősín-hőmérséklet max. 65°C.

Flat-PLS gyűjtősínrendszer névleges váltóáramai 60 Hz-ig, festetlen rézsínek esetén (E-Cu F30), A-ben

Kivétel Flat-PLS gyűjtősínrendszer	Kapcsolószekrény ház védettsége												
	Ri4Power DIN 43 671			IP 2X kényszerzellőztetéssel ¹⁾		IP 2X		IP 43		IP 54 kényszerzellőztetéssel 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⁾ I_N <= 2000 A mellett, SK 3243.100 szűrős szellőztető alkalmazásával,

I_N > 2000 A mellett, SK 3244.100 szűrős szellőztető alkalmazásával

²⁾ I_N <= 2000 A mellett, SK 3243.100 szűrős szellőztető és SK 3243.200 kimeneti szűrő alkalmazásával,

I_N > 2000 A mellett, SK 3244.100 szűrős szellőztető és SK 3243.200 kimeneti szűrő alkalmazásával

A Flat-PLS gyűjtősínrendszerek túlmelegedési határértékein kívül eső hőmérsékletek melletti névleges áramerősségek kiszámításához a korrekciós tényező diagram használható. Ha az adatok a maximális környezeti hőmérsékletéről és a maximális megengedett sínhőmérsékletéről rendelkezésre állnak, akkor a korrekciós tényező diagramról leolvasható a k₂ korrekciós tényező. A k₂ korrekciós tényezővel és a 30 K túlmelegedés melletti névleges áramerősséggel számítható az új névleges áramerősség értéke.

Példa:

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

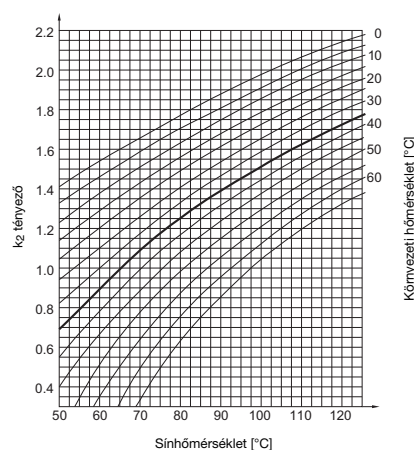
I_{N30} IP 2X esetén = 2320 A,
környezeti hőmérséklet = 35 °C,
sínhőmérséklet = 85 °C

A diagramból
k₂ = 1,29 tényező adódik

Az új névleges áramerősség az alábbiak szerint alakul:

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

Korrekciós tényező diagram



Áramelosztás

Gyűjtősínek veszteségi teljesítményének számítása

A gyűjtősínek veszteségi teljesítménye kiszámítható a váltakozóáramú ellenállás ismeretében az alábbi képlettel:

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

P_v [W] veszteségi teljesítmény

I_B [A] üzemi áramerősség

r [mΩ/m] a gyűjtősínek váltakozóáramú ellenállása vagy egyenáramú ellenállása

l [m] gyűjtősínek hossza, amelyeken I_B áram folyik át

A veszteségi teljesítmény fenti képlettel történő kiszámításához egyedi esetben ismertként vehetők az alábbiak: az áramkör névleges árama, ill. a gyűjtősín-szakaszok „üzemi áramerőssége”, valamint a berendezésben vagy elosztásban hozzá tartozó vezetékrendszer hossza. Ellenben a vezetékrendszerek ellenállását – különösen az áramsinrendszerek váltakozó áramú ellenállását – nem lehet egyszerűen egy dokumentumból kinézni, vagy saját számításokkal meghatározni.

Ezért, valamint a veszteségi teljesítmények számításánál összehasonlítható eredmények elérése érdekében a táblázatban az ellenállások értéke mΩ/m-ben meg van adva a legelterjedtebb keresztmetszet-méretű rézsínekre.

E-Cu 57 gyűjtősínek váltóáramú ellenállása

Méretek ¹⁾	Ellenállás 1 m áramsinrendszeren mΩ/m-ben ²⁾							
	I 1 fővezető		III 3 fővezető		II III 3 x 2 fővezető		III III III 3 x 3 fővezető	
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} Az áramsinrendszer egyenáramú ellenállása mΩ/m-ben

²⁾ r_{WS} Az áramsinrendszer váltóáramú ellenállása mΩ/m-ben

A táblázat ellenállásadatai 65 °C-os feltételezett gyűjtősín-átlaghőmérsékleten alapulnak (környezeti hőmérséklet + saját felmelegedés), tehát a következő specifikus ellenálláson:

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

Példa: r_{GS} 1 db 12 x 2 mm-es fővezető esetén

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

A 65 °C-tól eltérő gyűjtősín-hőmérsékletek esetére az ellenállások a következő módon határozhatók meg:

Pozitív hőmérséklet-eltérés

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

Negatív hőmérséklet-eltérés

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

$r_{(x)}$ [mΩ/m] ellenállás tetszőleges hőmérsékleten

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

$\Delta\theta$ [K] Hőmérséklet-különbség a 65 °C melletti ellenállásértékre vonatkoztatva

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

Furatminták és furatok

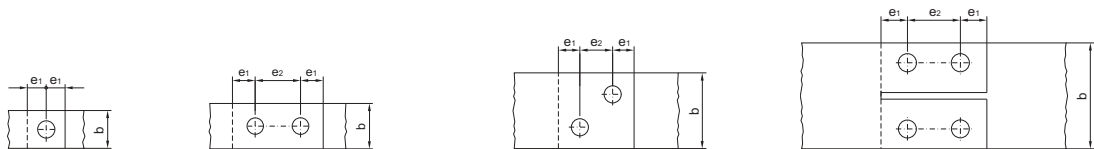
Sínszélesség, mm	12 – 50		25 – 60			60			80 – 100			
Forma ¹⁾	1		2			3			4			
Furatok a sínvégeken (furatok elrendezése)												
Furatméret	Névleges szélesség b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
	12	5,5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	9,0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	11	12,5	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

Furatközéptávolságok megengedett eltérése ± 0,3 mm

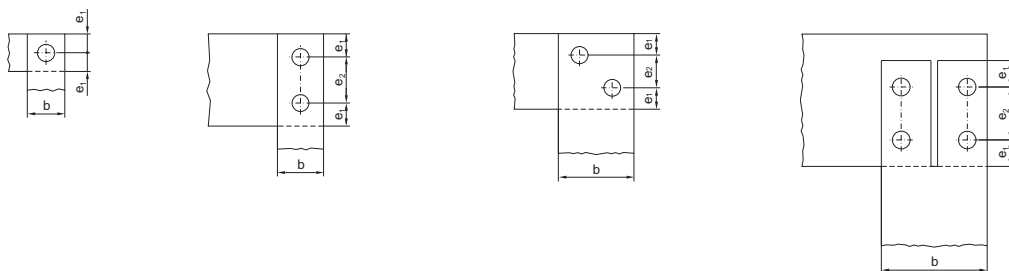
¹⁾ A Forma 1 – 4 megjelölés megfelel a DIN 46 206 2. rész – peremes csatlakozás alatt leírtaknak

Példák gyűjtősínnek csavaros csatlakoztatására

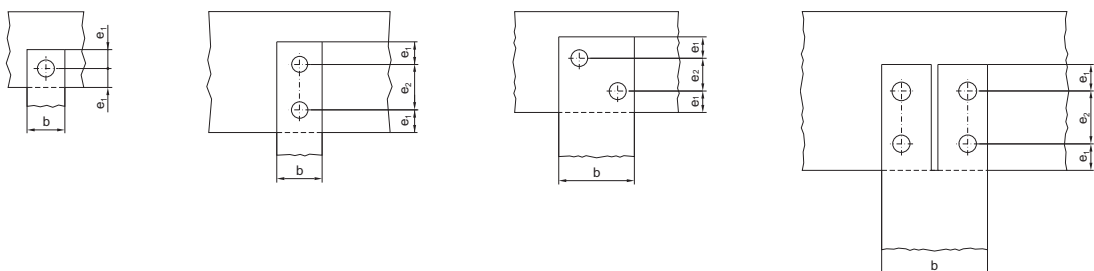
Hosszirányú összeköttetések



Sarokkötések



T kötések



Megjegyzés:

- A b, d, e₁ és e₂ méretek számértékei a „Furatok és furatok elrendezése” c. táblázat tartalmazza
- A sínvégeken vagy a sínkötegek végén hosszirányú lyukak megengedhetők