

# Güç dağıtımı

## E-Cu baraların nominal akımları (DIN 43 671)

DIN 43 671'de 35°C'lik ortam sıcaklığı ve 65°C'lik ortalama bara sıcaklığında, baralar için sürekli akımlar belirlenir. Bir düzeltme faktörü ( $k_2$ ) aracılığıyla aşağıdaki tabloda belirtilen sürekli akımların alternatif çalışma sıcaklıkları düzeltilebilir.

Termal rezerv ile güvenli bir işletim için bara sıcaklığını maksimum 85°C ile sınırlamak önemlidir. Ancak esas olan, bara sistemine doğrudan temas eden bileşenlerin (ilave elemanlar, giden hatlar vb.) izin verilen en düşük sürekli sıcaklığıdır. Bara ve bara sisteminin çevresindeki hava sıcaklığı maksimum 40°C olmalıdır; ortalama olarak maksimum 35°C'lik bir değer önerilir.

Tabloda belirtilen sürekli akımlar için 0,4'lük bir emisyon derecesi geçerlidir. Bu bakır rayın oksidasyona uğramasına neden olur. Modern bara sistemlerinde – IP 54 ya da daha yüksek koruma sınıfına sahip bir panoya kurulmuş – daha düşük bir emisyon derecesi elde edilebilir. Daha düşük emisyon derecesi, belirlenen hava ve bara sıcaklığından bağımsız olarak DIN 43 671 değerlerine karşı sürekli akımların ek olarak artırılmasını sağlar. Tecrübeler sürekli akım değerlerinde kaplanmamış baralar ve yüzeyi %60 oksidasyona uğramış baralar için tablo değerlerine göre %6 – 10 'luk bir artış göstermiştir.

### Örnek:

30 x 10 mm bakır bara için (E-Cu F30) DIN 43 671  $I_{N65} = 573$  A sürekli akım belirlir. Düzeltme faktörü şeması 35°C hava sıcaklığı ve 85°C bara sıcaklığında kare kesit için düzeltme faktörünü  $k_2 = 1,29$  olarak gösterir. Düşük emisyon derecesi sayesinde sürekli akım % 6 ila 10 arasında artar. Bu örnekte ortalama % 8'lik bir değer kullanılır. DIN 43 671 tablo değeri ile karşılaştırıldığında, 30 x 10mm'lik Rittal bakır bara için sürekli akım:

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

### Baralar için sürekli akımlar

Kapalı alanlarda kullanılan, kare kesitli E-Cu, 35°C hava sıcaklığı ve 65°C bara sıcaklığında dikey veya yatay bara genişliği konumu.

Genişlik x kalınlık mm	Kesit mm <sup>2</sup>	Ağırlık <sup>1)</sup>	Malzeme <sup>2)</sup>	A cinsinden sürekli akım			
				60 Hz'e kadar alternatif akım		Düz akım + alternatif akım 16 Hz	
				Çıplak bara	Kaplanmış bara	Çıplak bara	Kaplanmış bara
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	

<sup>1)</sup> 8,9 kg/dm yoğunlukla hesaplandı<sup>3)</sup>

<sup>2)</sup> Sürekli akım değerleri için referans değer (DIN 43 671 değerleri alındı)

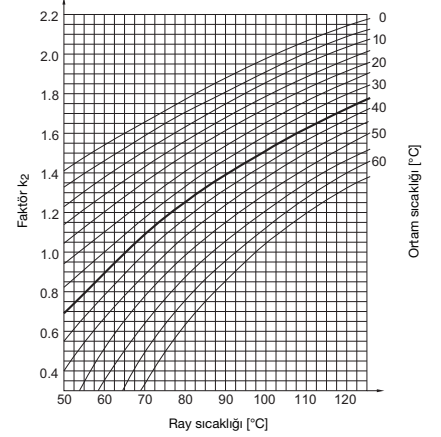
### Rittal PLS akım yükü

Temel nominal akım, DIN 43 671 uyarınca düzeltme faktörü  $k_2$  (düzeltme faktörü şeması) ile mevcut ortam ve bara sıcaklık oranlarına referansla düzeltilir.

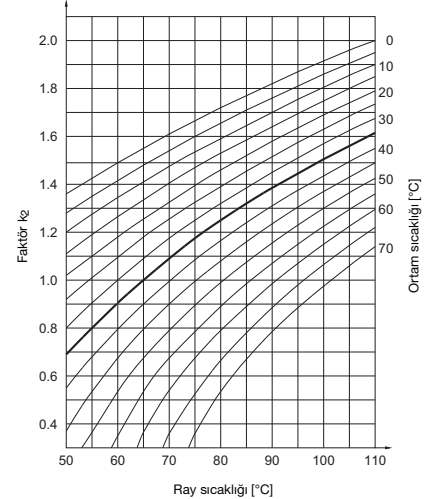
Rittal PLS özel rayları, DIN 43 671'e göre ölçüm denemeleri sonrasında aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

PLS özel bara sistemleri	Nominal akım WS 50/60 Hz	
	35/75°C için	35/65°C için (temel değer)
PLS 800	800 A	684 A
PLS 1600	1600 A	1368 A

### DIN 43 671 uyarınca düzeltme faktörü şeması



### PLS için düzeltme faktörü şeması



DIN 43 671 uyarınca bakır bara sistemleri için ölçülen akımlara ek olarak, aşağıdaki tabloda 60 Hz'ye kadar alternatif akım için çıplak baralı Flat-PLS bara sistemlerinin ölçülen akımları için ilave değerler listelenmiştir.

Bu değerler, endüstriyel panolarda farklı koruma türleri ile zorunlu havalandırma ile veya havalandırmasız monte edilmiş olan Flat-PLS bara sistemlerinde belirlenmiştir. Her bara sistemi ve her koruma türü için, 30 K ve 70 K aşırı sıcaklıkta ölçülen akımı gösteren iki değer belirlenir. DIN 43 671 uyarınca ölçülen akımlardan farklı olarak, ortam sıcaklığı olarak endüstriyel panonun dışarısındaki sıcaklık ölçülür.

Bu yaklaşımın avantajı, bara sistemi üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilecek olan endüstriyel panonun bara sistemi ölçülen verilerinde dikkate alınmasıdır. Bara sisteminin DIN 43 671 uyarınca endüstriyel pano dikkate alınmadan döşenmesi, yüksek akımlarda endüstriyel panonun içerisinde termal sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir.

IEC 61 439-1/DIN EN 61 439-1 de 70 K'den daha yüksek aşırı sıcaklık sınırlarına izin vermesine rağmen, 35°C ortam sıcaklığı ve 70 K aşırı sıcaklık sınırında mutlak bara sistemi sıcaklığı 105°C'dir. 105°C yüksek bir değerdir ancak bakır malzemenin termal olarak yumuşama sıcaklığından oldukça aşağıdadır ve bu yüzden kabul edilebilir.

### Örnek:

30 K aşırı sıcaklıkta ölçülen akım kullanılırsa, bu, bara sistemi sıcaklığının endüstriyel pano ortam sıcaklığının 30 K üzerinde olduğu anlamına gelir. Mutlak değerlerle ifade edilecek olursa, 35°C ortam sıcaklığında endüstriyel pano maks. mutlak bara sistemi sıcaklığı 65°C olur.

### Çıplak baralar için (E-Cu F30) Flat-PLS bara sisteminin 60 Hz'e kadar A cinsinden ölçülen alternatif akımları

Flat-PLS bara sistemi modeli	Endüstriyel pano koruma sınıfı											
	Ri4Power DIN 43 671		IP 2X zorunlu havalandırılmalı <sup>1)</sup>		IP 2X		IP 43		IP 54 zorunlu havalandırılmalı <sup>2)</sup>		IP 54	
	$\Delta T = 30 K$	$\Delta T = 30 K$	$\Delta T = 70 K$	$\Delta T = 30 K$	$\Delta T = 70 K$	$\Delta T = 30 K$	$\Delta T = 70 K$	$\Delta T = 30 K$	$\Delta T = 70 K$	$\Delta T = 30 K$	$\Delta T = 70 K$	
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	

<sup>1)</sup>  $I_N < 2000 A$  için, SK 3243.100 filtre fanı kullanılırken,

$I_N > 2000 A$  için, SK 3244.100 filtre fanı kullanılırken

<sup>2)</sup>  $I_N < 2000 A$  için, SK 3243.100 filtre fanı ve SK 3243.200 çıkış filtresi kullanılırken,

$I_N > 2000 A$  için, SK 3244.100 filtre fanı ve SK 3243.200 çıkış filtresi kullanılırken

Flat-PLS bara sistemlerinin aşırı sıcaklık sınırları arasındaki sıcaklıklarda ölçülen akımların belirlenmesi için düzeltme faktörü şeması kullanılabilir. Bilgiler maksimum ortam sıcaklığının ve izin verilen maksimum bara sıcaklığının üzerinden, düzeltme faktörü şeması aracılığıyla bir düzeltme faktörü  $k_2$  belirlenebilir. Düzeltme faktörü  $k_2$  ve 30 K aşırı sıcaklık sınırındaki ölçülen akım bilgisi ile yeni ölçülen akım hesaplanır.

### Örnek:

4 x 100 x 10 mm Flat-PLS 100 bara sistemi

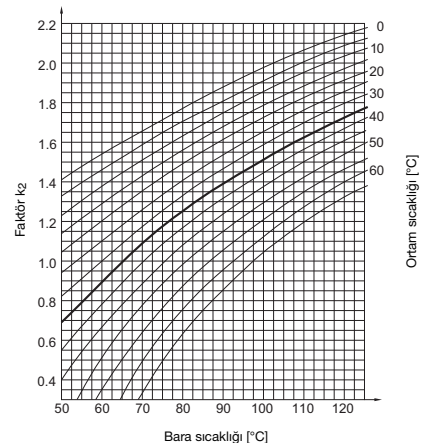
IP 2X = 2320 A için  $I_{N30}$   
Ortam sıcaklığı = 35°C  
Bara sıcaklığı = 85°C

Şemadan  $k_2 = 1,29$  faktörü elde edilir.

Bu koşullar altında yeni ölçülen akım şu şekilde hesaplanır:

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

### Düzeltilme faktörü şeması



# Güç dağıtımı

## Bara sistemlerinde ısı kayıplarının hesaplanması

Bara sistemlerinde ısı kaybı, alternatif akım direnci biliniyorsa aşağıdaki ilişki kullanılarak hesaplanır:

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

$P_v$  [W] Isı kaybı

$I_b$  [A] İşletim akımı

$r$  [mΩ/m] Bara sistemi alternatif akım direnci veya düz akım direnci

$l$  [m] 'nin geçtiği bara sistemi uzunluğu

Yukarıda belirtilen formül uyarınca ısı kaybının hesaplanması için örnek bir vakada, akım devresinin ölçülen akımı, bara sistemi kesitlerinin "işletim akımları" ve dağıtımdaki iletken sistemin ilgili uzunluğunun biliniyor olması gerekmektedir. Ancak, iletken sistemlerin direnci – özellikle akım bara düzenlerinin alternatif akım direnci – basitçe bir belgeden aktarılmamalı veya kendi kendine belirlenmemelidir.

Bu nedenden ötürü ve ısı kayıplarının belirlenmesi esnasında karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmek için, en çok kullanılan bakır bara sistemi kesitleri için direnç değerleri mΩ/m cinsinden tabloda bir araya getirilmiştir.

### E-Cu 57 bara sistemi alternatif akım dirençleri

Ölçüler <sup>1)</sup>	Her 1 m'lik bara sistemi için direnç mΩ/m cinsinden <sup>2)</sup>							
	I 1 Ana iletken		III 3 Ana iletken		II II II 3 x 2 Ana iletken		III III III 3 x 3 Ana iletken	
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

<sup>1)</sup>  $r_{GS}$  mΩ/m cinsinden bara sistemi düz akım direnci

<sup>2)</sup>  $r_{WS}$  mΩ/m cinsinden bara sistemi alternatif akım direnci

Tablodaki direnç değerleri ortalama 65°C'lik bara sıcaklığı baz alınarak (ortam sıcaklığı + kendi kendine ısınma) ve böylece spesifik bir direnci temel alır:

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

**Örnek:**  $r_{GS}$  1 ana iletken için 12 x 2 mm

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

65°C'den farklı bara sıcaklıkları için dirençler aşağıdaki gibi belirlenir:

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

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

$r_{(x)}$  [mΩ/m] Herhangi bir sıcaklıktaki direnç

$\alpha$   $\left[ \frac{1}{\text{K}} \right]$  Sıcaklık kat sayısı ( $\text{Cu} = 0,004 \frac{1}{\text{K}}$ )

$\Delta\theta$  [K] 65°C'deki direnç değerine bağlı sıcaklık farkı

$\rho$   $\left[ \frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Spesifik direnç

### Delik şablonu ve delikler

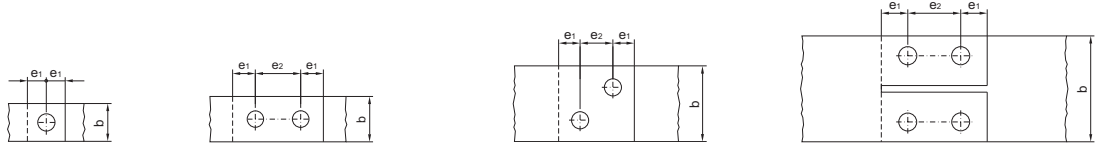
Bara genişlikleri mm		12 ila 50		25 ila 60			60			80 ila 100		
Form <sup>1)</sup>		1		2			3			4		
Bara ucu delikleri (delik şablonu)												
Delik ölçüsü	Nominal genişlik b	d	e <sub>1</sub>	d	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>
	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	

±0,3 mm mesafesindeki delik orta noktaları için izin verilen sapmalar

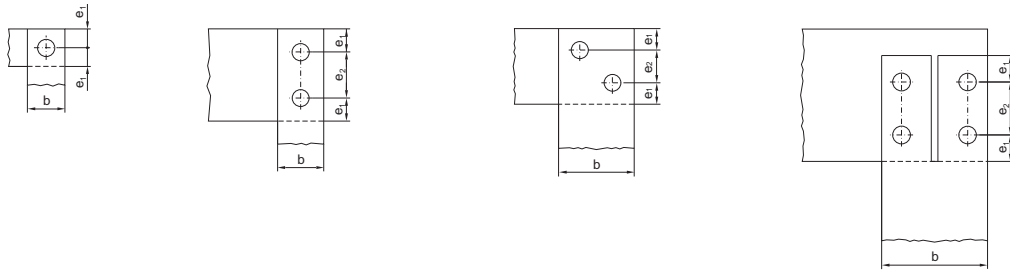
<sup>1)</sup> Form tanımı 1 – 4 DIN 46 206 Bölüm 2 – Düz bağlantı ile uyumludur

### Bara sistemi vidalama örnekleri

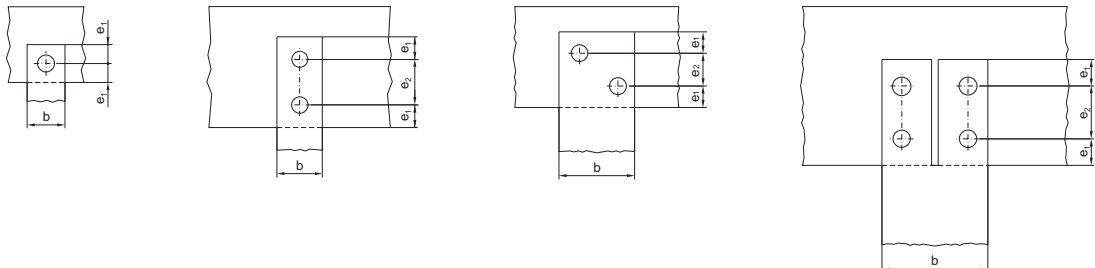
Boyuna bağlantılar



Dirsek bağlantıları



T bağlantıları



**Not:**

- b, d, e<sub>1</sub> ve e<sub>2</sub> ölçülerinin sayı değerleri için bkz. "Delik şablonu ve delikler" tablosu
- Bara ucunda veya bara gruplarının ucunda uzun deliklere izin verilir