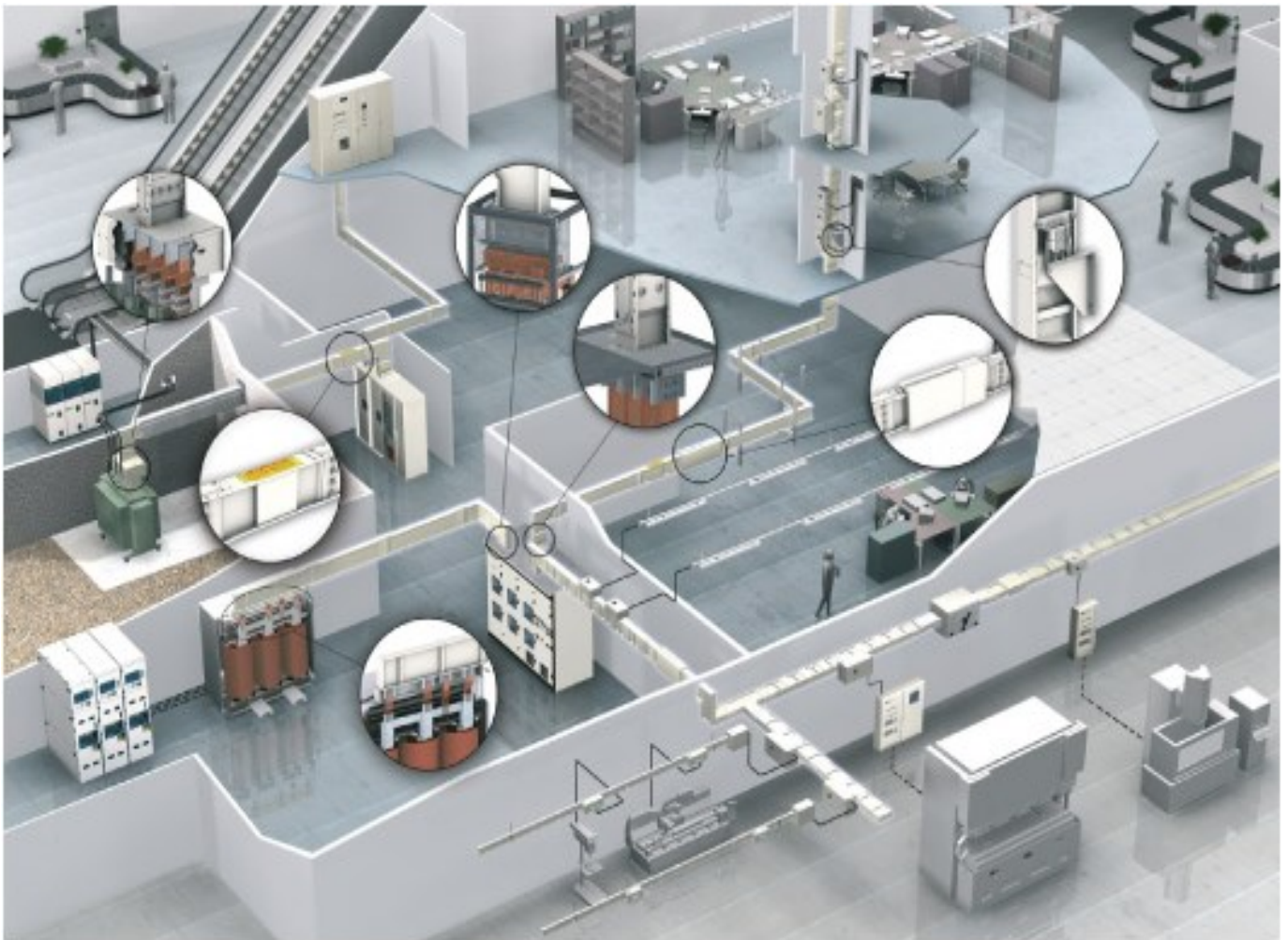


Canalis - beregning af kortslutningsstrømme, spændingsfald samt effekttab



Beregning af kortslutningsstrømme i installationer med Canalis strømskinnesystemer.

Ved beregning af kortslutningsstrømme skal man være opmærksom på at der anvendes korrekte indeks til resistans- og reaktans værdier, se tabel 5.

Table 5 – Selection of resistance and reactance for busbar trunking systems

RULES	CURRENTS	CIRCUITS	BUSBAR TRUNKING SYSTEMS					
			UPSTREAM CIRCUITS	RESISTANCE				REACTANCE
				CIRCUIT		All circuits		
			Distribution circuit		Final circuit			
MAXIMUM SHORT-CIRCUIT CURRENT	$I_{k3 \max}$	Line	$R_{b0 \text{ ph}}$	$R_{b0 \text{ ph}}$	$R_{b0 \text{ ph}}$	$X_{b \text{ ph}}$		
	$I_{k2 \max}$	Line to line	$R_{b0 \text{ ph ph}}$	$R_{b0 \text{ ph ph}}$	$R_{b0 \text{ ph ph}}$	$X_{b \text{ ph ph}}$		
	$I_{k1 \max}$	Line to neutral	$R_{b0 \text{ ph N}}$	$R_{b0 \text{ ph N}}$	$R_{b0 \text{ ph N}}$	$X_{b \text{ ph N}}$		
NATURE OF THE PROTECTIVE DEVICE:				Fuse	Circuit-breaker	Fuse	Circuit-breaker	
MINIMUM SHORT-CIRCUIT CURRENT	$I_{k2 \min}$	Line to line	$R_{b1 \text{ ph ph}}$	$R_{b2 \text{ ph ph}}$	$R_{b1 \text{ ph ph}}$	$X_{b \text{ ph ph}}$		
	$I_{k1 \min}$	Line to neutral	$R_{b1 \text{ ph N}}$	$R_{b2 \text{ ph N}}$	$R_{b1 \text{ ph N}}$	$X_{b \text{ ph N}}$		
EARTH FAULT CURRENT	I_{ef}	Line to PEN	$R_{b1 \text{ ph PEN}}$	$R_{b2 \text{ ph PEN}}$	$R_{b1 \text{ ph PEN}}^b$	$X_{b \text{ ph PEN}}$		
		Line to PE	$R_{b1 \text{ ph PE}}$	$R_{b2 \text{ ph PE}}$	$R_{b1 \text{ ph PE}}^b$	$X_{b \text{ ph PE}}$		
VOLTAGE DROP	I_B	Line	$R_{b1 \text{ ph}}$	$R_{b1 \text{ ph}}$	$R_{b1 \text{ ph}}$	$X_{b \text{ ph}}$		
		Line to neutral	$R_{b1 \text{ ph N}}$	$R_{b1 \text{ ph N}}$	$R_{b1 \text{ ph N}}$	$X_{b \text{ ph N}}$		

^afor circuits with a disconnecting time greater than the value given in Table 10 use R_{b2} .

^buse ρ_2 if a time delayed-circuit breaker is used.

Ved beregning af kortslutningsstrømme skal man være opmærksom på at benytte c_{\max} for beregning af maksimum kortslutningsstrømme og c_{\min} for beregning af minimum kortslutningsstrømme, se faktorer i tabel 7.

Table 7 – Voltage factor c

Nominal voltage	Voltage factor c	
	c_{\max}	c_{\min}
U_n		
100 V to 1 000 V	1,1	0,95

Gældende for beregningseksempler er følgende:

Værdier for resistans og reaktans i KTA kataloget kan benyttes som vist i efterfølgende formler, idet der i formlerne er benyttet indeks til resistans- og reaktans i henhold til tabel 5 og kataloget. Talværdierne, der er indsat i formlerne, er gældende for 1 meter KTA16PER skinne. Se efterfølgende udklip fra KTA kataloget fra 2018 side 153, hvor benyttet værdier er markeret med gult.

Vær opmærksom på efterfølgende beregninger udelukkende er gældende for 1 meter KTA16PER Canalis skinne og at der dermed ikke er medtaget resistans- og reaktans værdier for højspændingsnet, forsyningstransformer osv.

With an internal copper PE conductor and reinforced Icw

Characteristics of run sections

General characteristics

Compliance with standards

Symbol	Unit	Busbar trunking rating (A)						
		800	1000	1250	1600	2000	2500	3200
		IEC/EN 61439-6						

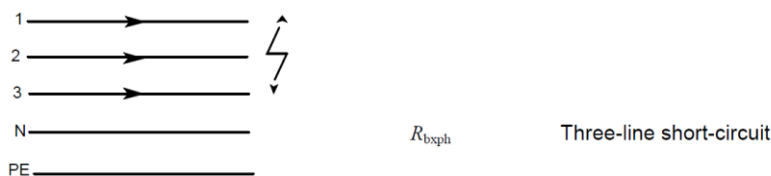
Fault loop characteristics

Method	Temperature	Parameter	Symbol	Unit	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	
Symmetrical components method	At 20°C	Average resistance	$R_{\Omega, ph/N}$	mΩ/m	0.345	0.248	0.209	0.159	0.128	0.111	0.083	0.066	0.056	
		Average reactance	$X_{\Omega, ph/N}$	mΩ/m	0.143	0.103	0.087	0.067	0.054	0.046	0.035	0.028	0.023	
		Average impedance	$Z_{\Omega, ph/N}$	mΩ/m	0.373	0.269	0.226	0.172	0.139	0.120	0.090	0.072	0.060	
	At 20°C	Average resistance	$R_{\Omega, ph/PE}$	mΩ/m	0.247	0.186	0.160	0.125	0.102	0.087	0.067	0.054	0.044	
		Average reactance	$X_{\Omega, ph/PE}$	mΩ/m	0.111	0.087	0.077	0.062	0.017	0.045	0.035	0.029	0.023	
		Average impedance	$Z_{\Omega, ph/PE}$	mΩ/m	0.270	0.205	0.177	0.139	0.104	0.098	0.075	0.061	0.049	
Impedance method	At 20°C	Average resistance	Ph/Ph	$R_{\Omega, ph/ph}$	mΩ/m	0.160	0.115	0.097	0.073	0.059	0.051	0.038	0.031	0.026
			Ph/N	$R_{\Omega, ph/N}$	mΩ/m	0.161	0.115	0.097	0.074	0.059	0.052	0.039	0.031	0.026
			Ph/PE	$R_{\Omega, ph/PE}$	mΩ/m	0.135	0.099	0.084	0.064	0.052	0.044	0.032	0.027	0.022
		Average reactance	Ph/Ph	$X_{\Omega, ph/ph}$	mΩ/m	0.193	0.140	0.120	0.091	0.075	0.066	0.049	0.039	0.033
			Ph/N	$X_{\Omega, ph/N}$	mΩ/m	0.194	0.140	0.120	0.092	0.075	0.066	0.049	0.039	0.033
			Ph/PE	$X_{\Omega, ph/PE}$	mΩ/m	0.162	0.120	0.102	0.078	0.065	0.055	0.041	0.035	0.028
	At 10°C and at 35°C and at 50 Hz	Average resistance	Ph/Ph	$R_{\Omega, ph/ph}$	mΩ/m	0.040	0.029	0.024	0.019	0.015	0.013	0.010	0.008	0.007
			Ph/N	$X_{\Omega, ph/N}$	mΩ/m	0.064	0.047	0.040	0.030	0.024	0.021	0.016	0.013	0.011
			Ph/PE	$X_{\Omega, ph/PE}$	mΩ/m	0.047	0.037	0.032	0.026	0.022	0.019	0.014	0.012	0.010

Maksimum kortslutningsstrømme:

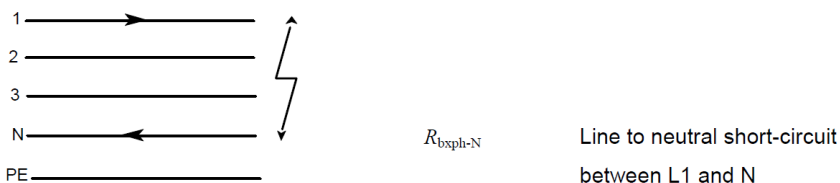
Resistans- og reaktansværdien hhv. $R_{bo, ph/ph}$ og $X_{b, ph/ph}$ er værdien frem i en faseleder og tilbage igen i en anden faseleder. Ved beregning af en trefaset kortslutning vil der udelukkende skulle benyttes værdier frem i en faseleder, derfor multipliceres resistans- og reaktansværdien $R_{bo, ph/ph}$ og $X_{b, ph/ph}$ med 0,5.

Beregning af $I_{Kmax-3L}$:



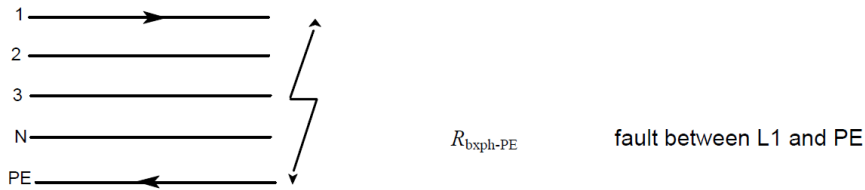
$$I_{Kmax-3L} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,5 \cdot R_{bo, ph/ph})^2 + (0,5 \cdot X_{b, ph/ph})^2}} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,5 \cdot 0,073)^2 + (0,5 \cdot 0,019)^2}} \quad [kA]$$

Beregning af $I_{Kmax-LN}$:



$$I_{Kmax-LN} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{bo, ph/N}^2 + X_{b, ph/N}^2}} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,074^2 + 0,030^2}} \quad [kA]$$

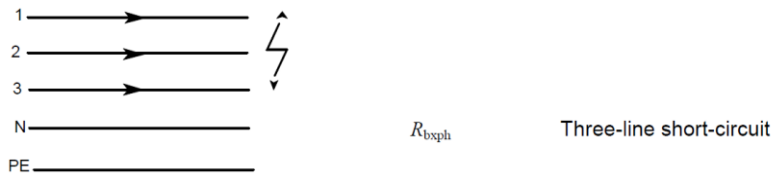
Beregning af $I_{kmax-LPE}$:



$$I_{Kmax-LPE} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{b0\ ph/PE}^2 + X_{b\ ph/PE}^2}} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,064^2 + 0,026^2}} \quad [kA]$$

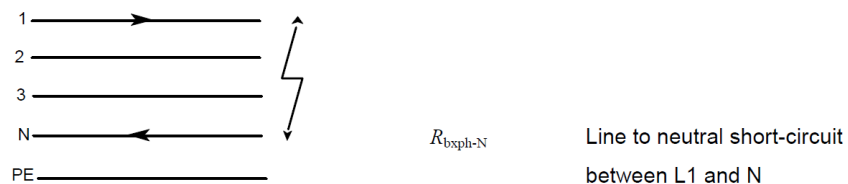
Minimum kortslutningsstrømme:

Beregning af $I_{kmin-3L}$:



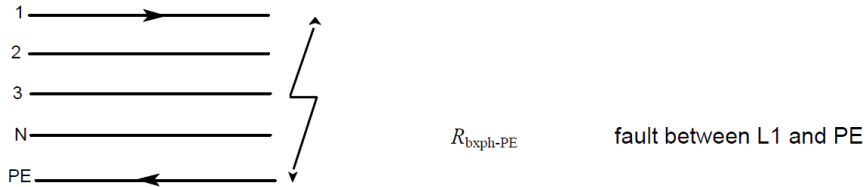
$$I_{Kmin-3L} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,5 \cdot R_{b1\ ph/ph})^2 + (0,5 \cdot X_{b\ ph/ph})^2}} = \frac{0,95 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,5 \cdot 0,091)^2 + (0,5 \cdot 0,019)^2}} \quad [kA]$$

Beregning af $I_{kmin-LN}$:



$$I_{Kmin-LN} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{b1\ ph/N}^2 + X_{b\ ph/N}^2}} = \frac{0,95 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,092^2 + 0,030^2}} \quad [kA]$$

Beregning af $I_{kmin-LPE}$:



$$I_{Kmin-LPE} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{b1\ ph/PE}^2 + X_{b\ ph/PE}^2}} = \frac{0,95 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,078^2 + 0,026^2}} \quad [kA]$$

En anden måde at beregne sin kabel- og kanalskinneinstallation og dermed kortslutningsstrømme mv. er at benytte Schneider Electric's beregningssoftware benævnt Ecodial Advanced Calculation, som frit kan downloades på Schneider Electric's hjemmeside.



Ved beregningsprogrammer, der benytter metoden med symmetriske komponenter kan følgende værdier anvendes, idet talværdierne der er indsat i formlerne, er gældende for 1 meter KTA16PER skinne. Se efterfølgende udklip fra KTA kataloget fra 2018 side 153, hvor benyttet værdier er markeret med gult.

With an internal copper PE conductor and reinforced l_{cw}

Characteristics of run sections

General characteristics	Symbol	Unit	Busbar trunking rating (A)								
			800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
Compliance with standards			IEC/EN 61439-6								

Fault loop characteristics

Symmetrical components method	Ph/N at 20°C	Average resistance	$R_{0\text{ ph/N}}$	mΩ/m	0.345	0.248	0.209	0.159	0.128	0.111	0.083	0.066	0.056		
		Average reactance	$X_{0\text{ ph/N}}$	mΩ/m	0.143	0.103	0.087	0.067	0.054	0.046	0.035	0.028	0.023		
		Average impedance	$Z_{0\text{ ph/N}}$	mΩ/m	0.373	0.269	0.226	0.172	0.139	0.120	0.090	0.072	0.060		
	Ph/PE at 20°C	Average resistance	$R_{0\text{ ph/PE}}$	mΩ/m	0.247	0.186	0.160	0.125	0.102	0.087	0.067	0.054	0.044		
		Average reactance	$X_{0\text{ ph/PE}}$	mΩ/m	0.111	0.087	0.077	0.062	0.017	0.045	0.035	0.029	0.023		
		Average impedance	$Z_{0\text{ ph/PE}}$	mΩ/m	0.270	0.205	0.177	0.139	0.104	0.098	0.075	0.061	0.049		
Impedance method	At 20°C	Average resistance	Ph/Ph	$R_{b0\text{ ph/ph}}$	mΩ/m	0.160	0.115	0.097	0.073	0.059	0.051	0.038	0.031	0.026	
			Ph/N	$R_{b0\text{ ph/N}}$	mΩ/m	0.161	0.115	0.097	0.074	0.059	0.052	0.039	0.031	0.026	
			Ph/PE	$R_{b0\text{ ph/PE}}$	mΩ/m	0.135	0.099	0.084	0.064	0.052	0.044	0.032	0.027	0.022	
		At Inc and at 35°C	Average resistance	Ph/Ph	$R_{b1\text{ ph/ph}}$	mΩ/m	0.193	0.140	0.120	0.091	0.075	0.066	0.049	0.039	0.033
				Ph/N	$R_{b1\text{ ph/N}}$	mΩ/m	0.194	0.140	0.120	0.092	0.075	0.066	0.049	0.039	0.033
				Ph/PE	$R_{b1\text{ ph/PE}}$	mΩ/m	0.162	0.120	0.102	0.078	0.065	0.055	0.041	0.035	0.028
	At Inc and at 35°C and at 50 Hz	Average reactance	Ph/Ph	$X_{b\text{ ph/ph}}$	mΩ/m	0.040	0.029	0.024	0.019	0.015	0.013	0.010	0.008	0.007	
			Ph/N	$X_{b\text{ ph/N}}$	mΩ/m	0.064	0.047	0.040	0.030	0.024	0.021	0.016	0.013	0.011	
			Ph/PE	$X_{b\text{ ph/PE}}$	mΩ/m	0.047	0.037	0.032	0.026	0.022	0.019	0.014	0.012	0.010	

Synkron- og inversresistans til beregning af maksimum kortslutningsstrømme:

$$R_1 \approx R_2 \approx 0,5 \cdot R_{b0\text{ ph/ph}} \approx 0,5 \cdot 0,073 \text{ [m}\Omega \text{ pr. m]}$$

Nulresistans til beregning af maksimum fase-N kortslutningsstrømme:

$$R_{0\text{ ph/N}} \approx 0,5 \cdot R_{b0\text{ ph/ph}} + 3 \cdot (R_{b0\text{ ph/N}} - 0,5 \cdot R_{b0\text{ ph/ph}}) \approx 0,5 \cdot 0,073 + 3 \cdot (0,074 - 0,5 \cdot 0,073) \approx 0,149 \text{ [m}\Omega \text{ pr. m]}$$

Nulresistans til beregning af maksimum fase-PE kortslutningsstrømme:

$$R_{0\text{ ph/PE}} \approx 0,5 \cdot R_{b0\text{ ph/ph}} + 3 \cdot (R_{b0\text{ ph/PE}} - 0,5 \cdot R_{b0\text{ ph/ph}}) \approx 0,5 \cdot 0,073 + 3 \cdot (0,064 - 0,5 \cdot 0,073) \approx 0,119 \text{ [m}\Omega \text{ pr. m]}$$

Synkron- og inversresistans til beregning af minimum kortslutningsstrømme:

$$R_1 \approx R_2 \approx 0,5 \cdot R_{b1\ ph/ph} \approx 0,5 \cdot 0,091 \ [m\Omega\ pr.\ m]$$

Nulresistans til beregning af minimum fase-N kortslutningsstrømme:

$$R_{0\ ph/N} \approx 0,5 \cdot R_{b1\ ph/ph} + 3 \cdot (R_{b1\ ph/N} - 0,5 \cdot R_{b1\ ph/ph}) \approx 0,5 \cdot 0,091 + 3 \cdot (0,092 - 0,5 \cdot 0,091) \\ \approx 0,188 \ [m\Omega\ pr.\ m]$$

Nulresistans til beregning af maksimum fase-PE kortslutningsstrømme:

$$R_{0\ ph/PE} \approx 0,5 \cdot R_{b1\ ph/ph} + 3 \cdot (R_{b1\ ph/PE} - 0,5 \cdot R_{b1\ ph/ph}) \approx 0,5 \cdot 0,091 + 3 \cdot (0,078 - 0,5 \cdot 0,091) \\ \approx 0,143 \ [m\Omega\ pr.\ m]$$

Synkron- og inversreaktans til beregning af maksimum og minimum kortslutningsstrømme:

$$X_1 \approx X_2 \approx 0,5 \cdot X_{b\ ph/ph} \approx 0,5 \cdot 0,019 \ [m\Omega\ pr.\ m]$$

Nulreaktans til beregning af maksimum og minimum fase-nul kortslutningsstrømme:

$$X_{0\ ph/N} \approx 0,5 \cdot X_{b\ ph/ph} + 3 \cdot (X_{b\ ph/N} - 0,5 \cdot X_{b\ ph/ph}) \approx 0,5 \cdot 0,019 + 3 \cdot (0,030 - 0,5 \cdot 0,019) \\ \approx 0,071 \ [m\Omega\ pr.\ m]$$

Nulreaktans til beregning af maksimum og minimum fase-PE kortslutningsstrømme:

$$X_{0\ ph/PE} \approx 0,5 \cdot X_{b\ ph/ph} + 3 \cdot (X_{b\ ph/PE} - 0,5 \cdot X_{b\ ph/ph}) \approx 0,5 \cdot 0,019 + 3 \cdot (0,026 - 0,5 \cdot 0,019) \\ \approx 0,059 \ [m\Omega\ pr.\ m]$$

Beregning af spændingsfald for Canalis strømskinnesystemer ud fra tabelværdier:

Spændingsfaldet i nedenstående tabel er opgivet i Volt / 100 m / Ampere for kanalskinnesystemet. Bestem spændingsfaldet for de worst case belastninger, dvs. dem der er placeret længst fra forsyningskilden og med de højeste belastningsstrømme.

Hvis spændingsfaldet overstiger tilladte grænser, skal du vælge den næste kanalskinne med højere mærkestrøm. Kontroller herefter spændingsfaldet igen for den nye kanalskinne.

Spændingsfald, i volt pr. 100 meter og pr. Ampere for 3-faset 50 Hz strøm med belastning fordelt over kanalskinne forløbet. For belastninger koncentreret ved enden af kanalskinne (transport) skal værdierne i nedenstående tabel fordobles. Nedenstående tabel gælder for trefasede belastninger. For enkeltfasede belastninger divideres spændingsfaldet i tabellen med 1.732.

Delta U for evenly distributed loads (V/100m/A)									
	KTA08	KTA10	KTA12	KTA16	KTA20	KTA25	KTA32	KTA40	KTA50
Cosine $\varphi = 1$	0.0083	0.0060	0.0049	0.0037	0.0029	0.0024	0.0018	0.0015	0.0012
Cosine $\varphi = 0.9$	0.0081	0.0060	0.0050	0.0038	0.0030	0.0025	0.0019	0.0016	0.00125
Cosine $\varphi = 0.8$	0.0076	0.0056	0.0047	0.0036	0.0029	0.0024	0.0018	0.0015	0.0012
Cosine $\varphi = 0.7$	0.0069	0.0052	0.0043	0.0034	0.0027	0.0022	0.0017	0.0015	0.0011

Beregningseksempel for kanalskinne type KTA1600A med **belastning fordelt over kanalskinne forløbet:**

Belastningsstrøm: 1530A - Mærkestrøm $I_n = 1600A$ - Længde på kanalskinne = 87m - $\cos \phi = 0,8$

Iht. ovenstående tabel er spændingsfalds koefficienten 0,0036 V pr. 100m pr. ampre.

Spændingsfald => $0,0036 \times 0,87 \times 1530 = \underline{4,79V}$

Spænding 400V => $4,79 \times 100 / 400 = \underline{1,2 \%}$

Beregningseksempel for kanalskinne type KTA1600A med **belastninger koncentreret ved enden af kanalskinne forløbet:**

Belastningsstrøm: 1530A - Mærkestrøm $I_n = 1600A$ - Længde på kanalskinne = 87m - $\cos \phi = 0,8$

Iht. ovenstående tabel er spændingsfalds koefficienten 0,0036 V pr. 100m pr. ampre. Værdien ganges med 2, da belastninger er koncentreret ved enden af kanalskinne forløbet.

Spændingsfald => $(2 \times 0,0036) \times 0,87 \times 1530 = \underline{9,58V}$

Spænding 400V => $9,58 \times 100 / 400 = \underline{2,4 \%}$

En anden måde at beregne sin kabel- og kanalskinneinstallation og dermed spændingsfald mv. er at benytte Schneider Electric's beregningssoftware benævnt Ecodial Advanced Calculation, som frit kan downloades på Schneider Electric's hjemmeside.



Beregning af effekttab i kanalskinne:

Beregning af effekttabet i kanalskinnen, udføres med følgende formel:

$$P = 3 * R_1 * I^2 \text{ [W/m]}$$

Effekttabs beregning for en KTA0800, belastet med 800A (3P + N + PE)

$$P = 3 * R_1 * I^2 = 3 * 0.096 * 10^{-3} * 800^2 = 183.32 \text{ W/m} = 0.183 \text{ kW/m}$$

Modstands værdien findes i nedenstående tabel, og vælges ud fra mærkestrømmen på kanalskinnen.

Characteristics of run sections

General characteristics

Symbol	Unit	Busbar trunking rating (A)							
		800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000

Conductor characteristics

Phase conductors

	Symbol	Unit	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000
Average resistance at an ambient temperature of 20°C	R ₂₀	mΩ/m	0.079	0.057	0.046	0.035	0.028	0.023	0.017	0.014
Average resistance at Inc and at 35°C	R ₁	mΩ/m	0.096	0.069	0.056	0.042	0.034	0.028	0.021	0.017
Average reactance at Inc and at 35°C and at 50 Hz	X ₁	mΩ/m	0.018	0.016	0.015	0.013	0.011	0.008	0.007	0.007
Average impedance at Inc and at 35°C and at 50 Hz	Z ₁	mΩ/m	0.097	0.071	0.058	0.044	0.035	0.029	0.022	0.018