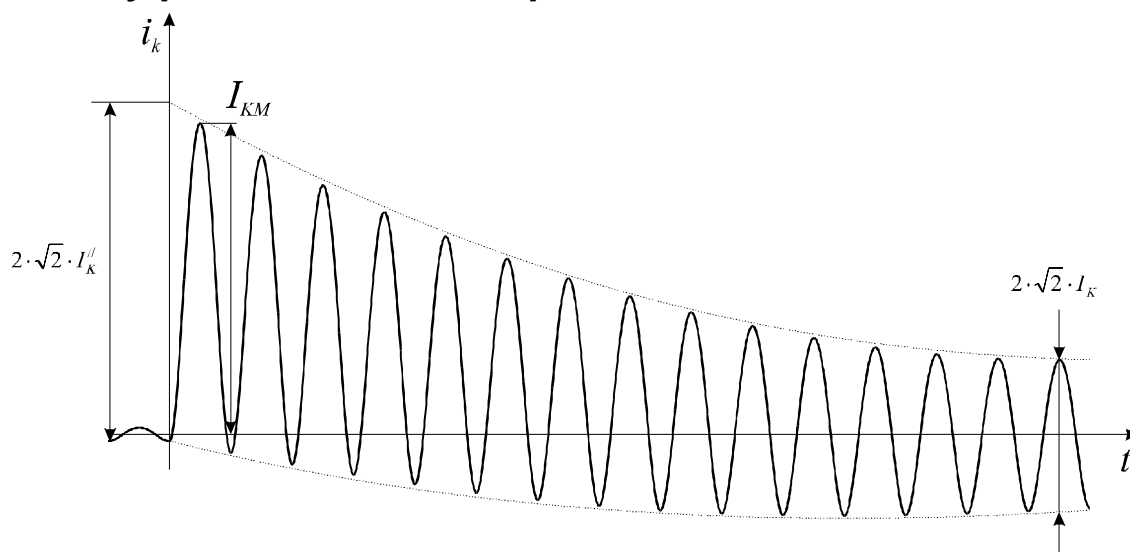


Časový průběh zkratového proudu



I_K'' efektivní hodnota zkratového proudu těsně po vzniku zkratu

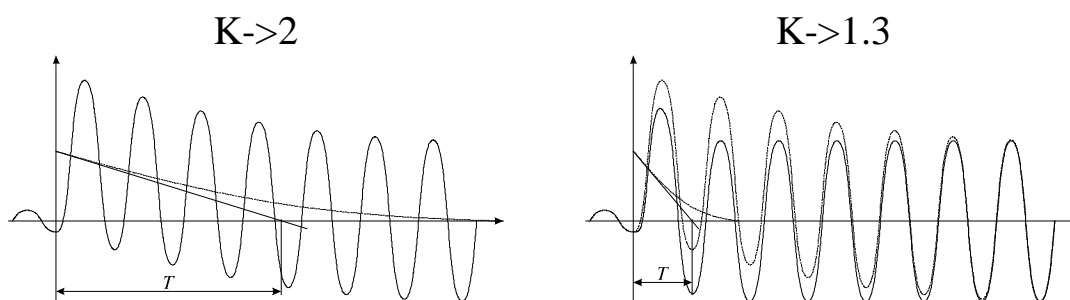
I_K efektivní hodnota zkratového proudu po ustálení jeho amplitudy

Vliv stavu alternátoru na jeho reaktanci:

x [-]	0.5 ÷ 2.5 (1.2)
x' [-]	0.2 ÷ 0.5 (0.4)
x'' [-]	0.15 ÷ 0.35 (0.2)
T' [sec]	3 ÷ 12 (5)
T'' [sec]	0.02 ÷ 0.05 (0.04)

Ekvivalentní dynamický zkratový proud

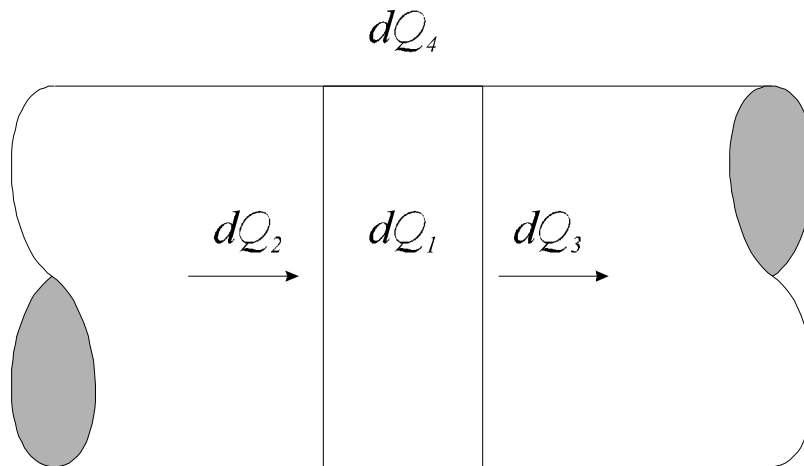
$$I_{KM} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_K''$$



I_{KM} je maximální okamžitá hodnota zkratového proudu během doby trvání zkratu.

TEPELNÉ ÚČINKY ZKRATOVÉHO PROUDU

Maximální oteplení vodiče - tepelná bilance vodiče



$$dQ = dQ_1 + dQ_2 - dQ_3 - dQ_4$$

$$dQ_1 = dR \cdot I^2 dt = \frac{r \cdot dx}{S} I^2 dt \quad dQ_2 = -l S \frac{\partial J}{\partial x} dt$$

$$dQ_3 = -l S \frac{\partial \left[J + \frac{\partial J}{\partial x} dx \right]}{\partial x} dt = -l S \left(\frac{\partial J}{\partial x} + \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} dx \right) dt$$

$$dQ_4 = m dP(J - J_0) dt = m_0 dx (J - J_0) dt$$

$$dQ = c_v dV \frac{\partial J}{\partial t} dt = c_v S dx \frac{\partial J}{\partial t} dt$$

$$c_v S \frac{\partial J}{\partial t} = \frac{r}{S} I^2 + l S \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} - m_0 (J - J_0)$$

Zjednodušení tepelné bilance pro zkratové poměry

Zjednodušující předpoklady:

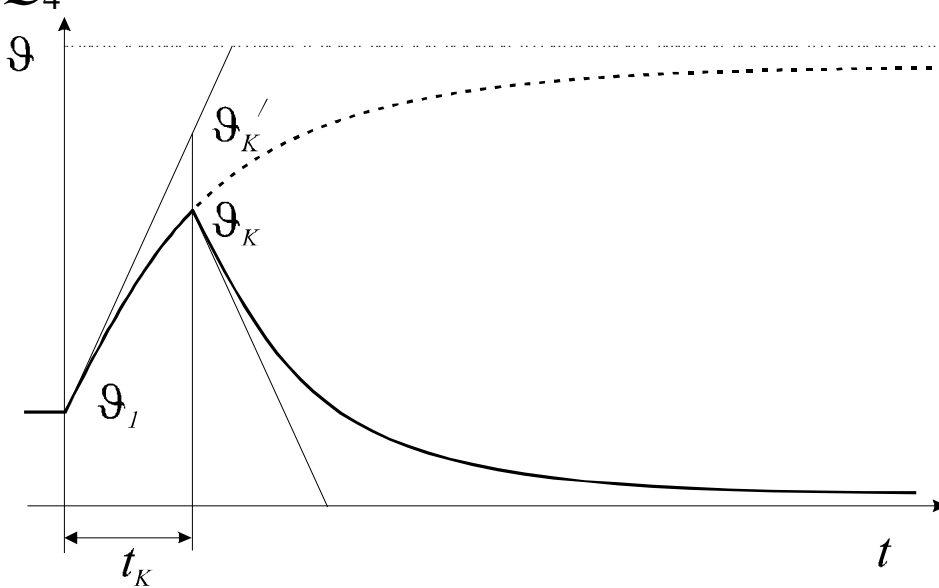
1. Zanedbáme vedení tepla podél vodiče:

$$\frac{\partial I}{\partial x} = 0 \quad r = konst. \quad S = konst. \quad \Rightarrow$$

$$\frac{\partial Q_1}{\partial x} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial J}{\partial x} \approx konst. \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} \approx 0$$

2. Zanedbáme ochlazování pro velmi krátký děj

$$Q_4 \approx 0$$



Zjednodušená bilanční rovnice s formálním uvažováním I_{KE} je:

$$c_V S \frac{\partial J}{\partial t} = \frac{r}{S} I_{KE}^2$$

$$S^2 c_V \int_{J_1}^{J_K} dJ = r I_{KE}^2 \int_0^{t_K} dt$$

$$S = I_{KE} \sqrt{\frac{r t_K}{c_V (J_K - J_1)}}$$

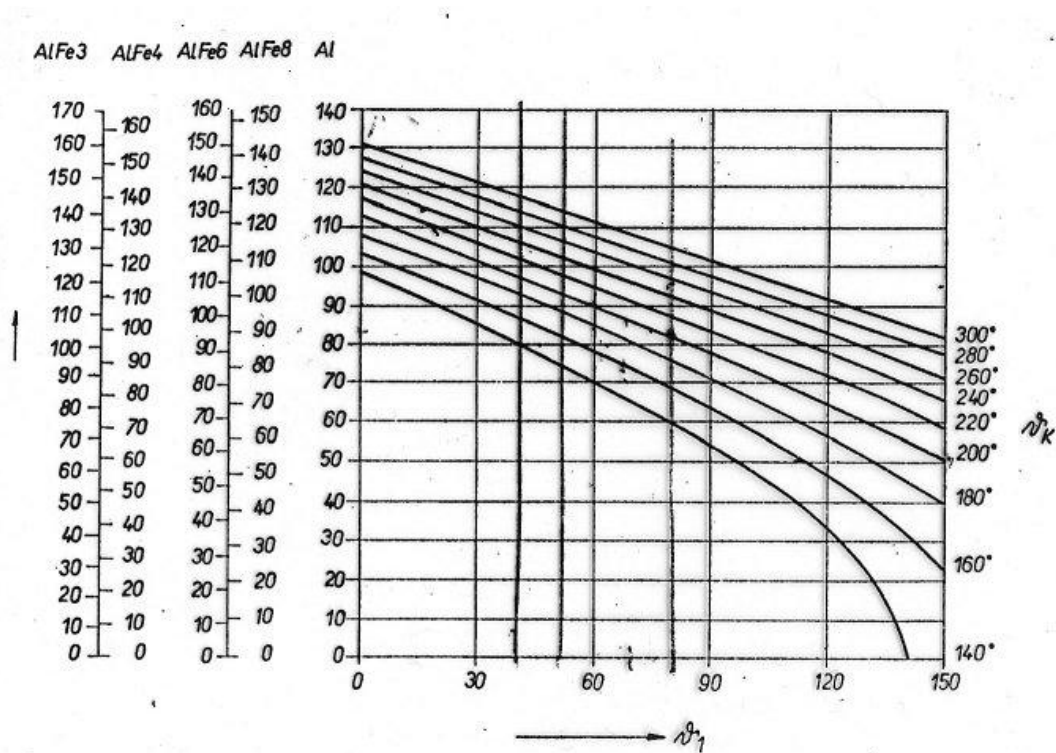
$$K = \sqrt{\frac{c_V (J_K - J_1)}{r}} \quad S_{MIN} = \frac{I_{KE} \sqrt{t_K}}{K} \leq S$$

$$\frac{\partial c_V}{\partial J} \neq 0 \quad \frac{\partial r}{\partial J} \neq 0 \quad \Rightarrow$$

$$K = \sqrt{\frac{c_{V0} (J_F + 20)}{r_{20}} \ln \frac{J_F + J_K}{J_F + J_1}}$$

$$J_F = \frac{1}{a} \left[\frac{K}{\Omega} \right] \quad a = \frac{\partial r}{\partial J} \left[\frac{\Omega}{K} \right]$$

	Význam	Dosazovaná velikost
J_F	Fiktivní teplota vodiče Teplotní rozdíl potřebný s změně měrného odporu vodiče o jeden Ω	Cu – 234,5 °C / Ω Al – 228,0 °C / Ω Fe – 222,0 °C / Ω
J_1	Teplota vodiče bezprostředně před vznikem zkratu	Maximální TRVALE dovolená teplota izolace
J_K	Teplota vodiče v době vypnutí zkratu	Maximální KRÁTKODOBĚ dovolená teplota izolace



Obr. 2. Koeficient k pro určení minimálního průřezu hliníkových vodičů a ocelohliníkových lan podle zkratových poměrů

Silové – Dynamické účinky zkratového proudu

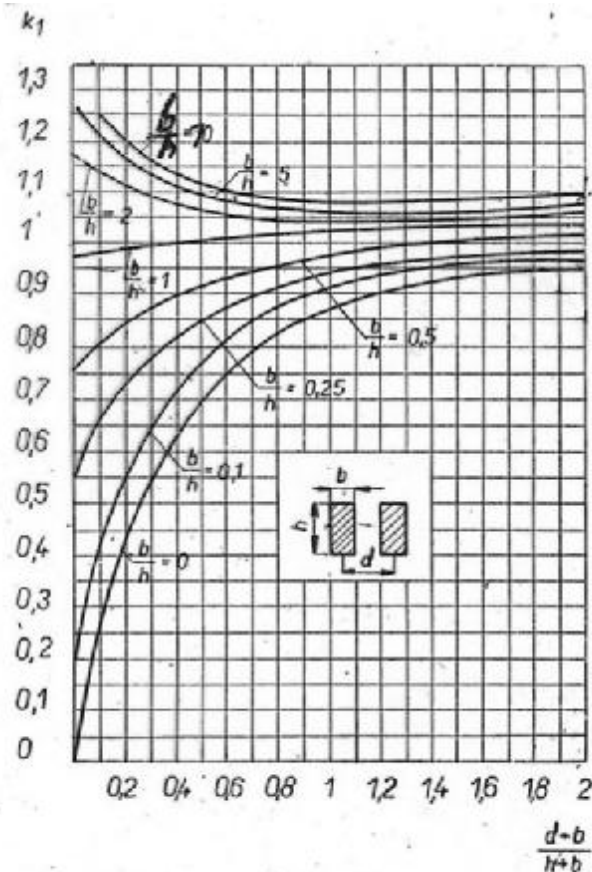
Síla, kterou na sebe působí vodiče protékané proudem:

$$I_1 = \oint H dl = 2 \cdot p \cdot d \cdot H \quad F = B \cdot I_2 \cdot l$$

$$F = m_0 \cdot H \cdot I_2 \cdot l = 4 \cdot p \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{2 \cdot p \cdot d} I_2 \cdot l$$

$$F = 2 \cdot k_1 \cdot k_2 \frac{I_{KM}^2}{d} l \cdot 10^{-7}$$

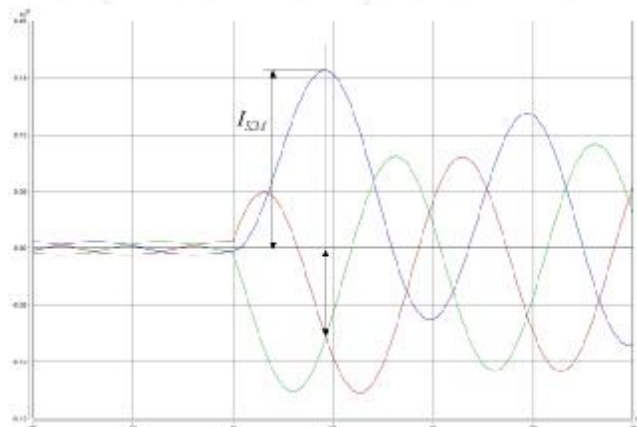
k_1 – respektuje tvar vodičů



Obr. 5. Křivky pro určení koeficientu k_1 tvaru vodičů

k_2 - respektuje 3f soustavu a rovinné uspořádání vodičů:

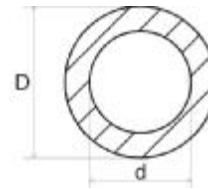
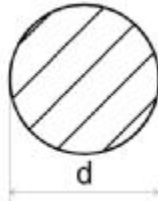
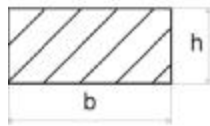
$$k_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



k_3 - respektuje různou tuhost a pevnost uchycení vodičů:

- zcela volné uchycení vodiče $k_3 = 2$
- velmi pevné a tuhé uchycení vodiče $k_3 = 10$

W_0 – modul průřezu v ohybu daný schopností brániti se ohybu



$$W_0 = \frac{1}{6} b \cdot h \quad W_0 = 0.1 \cdot d^3 \quad W_0 = 0.1 \frac{D^4 - d^4}{D}$$

Tab. 1. PRŮŘEZOVÝ MODUL PROFILOVÝCH VODIČŮ

$W = 1,44 hb^2$	$W = 3,30 hb^2$	$W = 12,4 hb^2$	$W = 2,88 hb^2$	$W = 5,80 hb^2$