

9. Dimenzování vodičů.

1. Dimenzování z hlediska oteplení vedení.
2. Dimenzování vedení s ohledem na mechanické namáhání.
3. Dimenzování vedení podle dovolených úbytků napětí.
4. Dimenzování vedení se zřetelem na správnou funkci ochran.
5. Dimenzování vedení s ohledem na hospodárnost.
6. Dimenzování vedení s ohledem na účinky zkratových proudů.

DIMENZO VÁNÍ Z HLEDISKA OTEPLENÍ VEDENÍ.

Každý vodič musí být schopen **trvale** přenášet jmenovitý proud tak, aby nedocházelo k nadměrnému oteplení vodiče.

Teplota vodiče se ustálí na bodě, kdy se vzniklé teplo rovná teplu odvedenému.

$$P = R \cdot I^2 = \frac{\Delta\vartheta_m}{T}$$

$\Delta\vartheta_m$ - maximální dovolené oteplení vodiče $\Delta\vartheta_m = \vartheta_m - \vartheta_0$

ϑ_m - nejvyšší dovolená provozní teplota vodiče (nejvyšší dovolená provozní teplota PVC izolace je například 70°C),

ϑ_0 - teplota okolí (základní teplota pro kabely a vodiče na vzduchu je 30°C , základní teplota

pro kabely a vodiče v zemi je 20°C),

T - tepelný odpor $T=T_1+T_2+T_3+\dots$

$T_1, T_2, T_3 \dots$ - teplotní odpor jádra vodiče a jeho obalu, všech obalů kabelu a okolního prostředí.

Z předešlého vzorce lze vypočítat maximální proud I, kterým může být vodič zatěžován.

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\vartheta_m}{R \cdot T}}$$

R - elektrický odpor vodiče na jednotku délky v Ω/m .

I je ještě ovlivněno způsobem uložení (možnost chlazení) a počtem aktivních žil (množství vzniklého tepla).

V praxi se při stanovování dovoleného proudu vodičem využívají tabulky, viz otázka jistění vodičů, jistící přístroje.

DIMENZO VÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA MECHANICKÉ NAMÁHÁNÍ.

Musí platit podmínka $\sigma \leq \sigma_{dov}$ v tahu i ohybu.

Jde nejen o venkovní vedení, o pohyblivé přívody a o vodiče v pohybu jících se zařízeních, ale i o pevné přívody uvnitř budov.

Výše uvedenou podmínku řeší norma stanovením minimálních průřezů pro různé materiály a pro různá prostředí.

$$S \geq S_{min}$$

Minimální průřezy některých vodičů venkovního vedení NN.

AlFe	16mm ²
Cu polotvrdá (pevný vodič i lano)	6mm ²
Al pevný vodič	16mm ²
Ocel (pevný vodič i lano)	10mm ²

Cu holý vodič uvnitř budovy

4mm²

Minimální průřezy jader Cu vodičů pro některé typy bytových okruhů:

Obvod	Jmen.proud jističe	Průřez jader vedení [mm ²]	
		uložení B a C	uložení A
– světelný	10A	1,5	1,5
– pro chladničku nebo mrazničku	10A	1,5	1,5
– pro zásobník vody	10A	1,5	1,5
– zásuvkový	16A	2,5	4
– pro pračku	16A	2,5	4
– pro myčku nádobí	16A	2,5	4
– pro bytové jádro	16A	2,5	4
– pro sporák do 10kW	16A	2,5	4

DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ PODLE DOVOLENÝCH ÚBYTKŮ NAPĚTÍ.

Na vodičích vzniká úbytek napětí v závislosti na odporu vedení R_V

$$R_V = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

a na protékajícím proudu I .

$$\Delta U = R_V \cdot I \quad \text{případně} \quad \Delta U = 2 \cdot R_V \cdot I$$

Musí platit, že úbytek napětí $\Delta u_{\%} \leq \Delta u_{\text{dov}}$ (dovolený).

Dovolené úbytky jsou: 10%

Dále jsou normou stanoveny dovolené úbytky napětí například pro:

- vnitřní rozvody v objektech občanské vybavenosti - 2 až 5% podle druhu odběru,
- průmyslové rozvody - 3 až 8% podle druhu odběru,
- elektrické zařízení v podzemí - 10%, motory v podzemí při těžkém rozběhu - 20%,
- stroje, pohony a elektromotory - 7%,
- jeřáby a zdvihadla - 2%.

DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ SE ZŘETELEM NA SPRÁVNOU FUNKCI OCHRAN.

Některé z ochran před nebezpečným dotykem pracují na principu odpojení vadné části nejbližší předřazenou ochranou.

Vodiče a kabely musí být dimenzovány tak, aby ve smyčce mezi fázovým (krajním) a ochranným vodičem protekl proud, zajišťující **samočinné působení jistícího prvku ve stanoveném čase.**

Například u „Ochrany samočinným odpojení vadné části v síti TN“ musí platit vztah:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0$$

Z_S - impedance smyčky zahrnující zdroj, pracovní vodič k místu poruchy a ochranný vodič mezi místem poruchy a zdrojem,

I_a - proud zajišťující samočinné působení ochranného prvku do doby stanovené normou,

U_0 - jmenovité napětí sítě proti zemi.

DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA HOSPODÁRNOST.

Vodiče a kabely mají být dimenzovány tak, aby nebyly zatěžovány více než hospodárným proudem, aby celkové roční náklady na jejich pořízení, provoz a údržbu byly optimální. Řešení této problematiky je obtížné. Důvodem je nejen množství činitelů, které hospodárnost ovlivňují, ale i neúplná znalost mnohých z nich.

V praxi postupujeme tak, že ze zadaných hodnot vypočteme dobu plných ztrát T .

$$T = t \cdot \left[0,2 \cdot \frac{A}{P_p \cdot t} + 0,8 \cdot \left(\frac{A}{P_p \cdot t} \right)^2 \right]$$

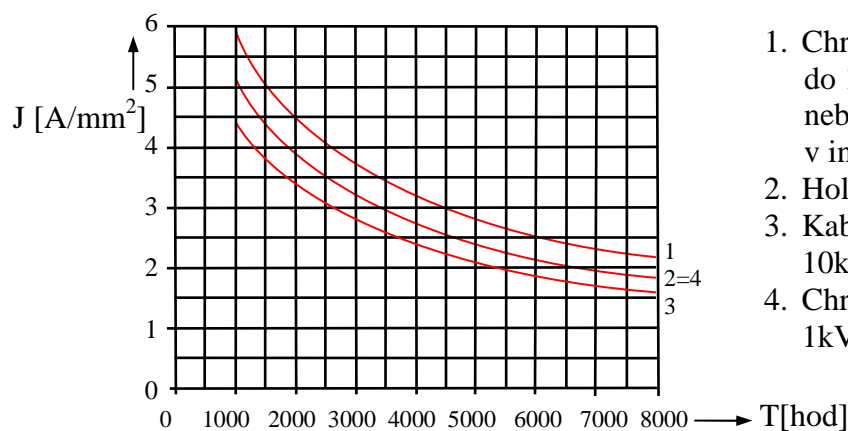
A - energie přenesená vedením za rok [kWh],

t - počet provozních hodin připojeného zařízení za rok [hod],

P_p - přenášený výpočtový výkon [kW].

Specifickou hospodárnou hustotu proudu nalezneme pomocí grafů (předpoklad $T \geq 1000$ hodin).

Graf specifické hospodárné hustoty proudu pro měděné vodiče.



1. Chráněné vodiče, kabely do 10mm^2 a do 1kV, nebo vodiče v instalačních trubkách.
2. Holé přípojnice.
3. Kabely od 25mm^2 výše do 10kV.
4. Chráněné vodiče a kabely 1kV s průřezem 16mm^2 .

DIMENZOVÁNÍ VEDENÍ S OHLEDEM NA ÚČINKY ZKRATOVÝCH PROUDŮ.

Správně navržené vedení musí odolat jak dynamickým, tak i tepelným účinkům zkratových proudů, které přicházejí v daném místě rozvodu v úvahu.

Dynamické síly vznikají elektromagnetickým působením proudů v sousedních vodičích.

Největší náraz způsobuje první maximum zkratového proudu (Nárazový zkratový proud I_{Km}).

Jeho účinkům se čelí volbou vhodného druhu vedení, vzdáleností mezi sousedními vodiči a vhodným upevněním. Musí platit, že:

$$\sigma \leq \sigma_{dov}$$

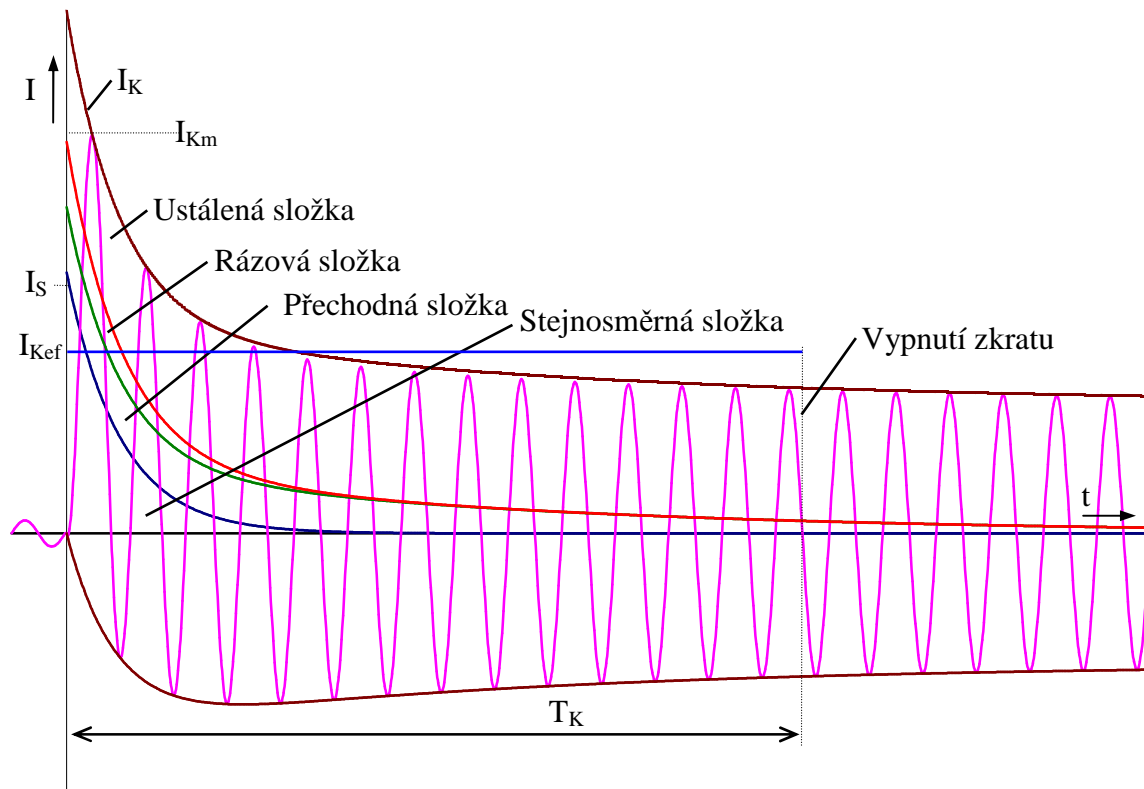
Tepelné účinky zkratového proudu mohou mít u nedostatečně dimenzovaných vedení ničivé účinky. Teplo, které vznikne ve vodiči během zkratu, nemůže být během krátké doby trvání zkratu odvedeno do okolí a způsobuje velké oteplení vodičů a izolací a může způsobit poškození izolace nebo změknutí vodiče.

Protože se velikost zkratového proudu mění s časem, zjišťujeme „ekvivalentní oteplovací proud I_{kef} “ - efektivní hodnota proudu stálé velikosti, která má za stejnou dobu stejný tepelný účinek jako uvažovaný zkratový proud.

$$I_{Kef} \leq I_{Kef \max}$$

Teplo vzniklé ve vodiči je úměrné kvadrátu proudu.

$$Q = R \cdot I_{Kef}^2 \cdot t$$



Velikost zkratového proudu můžeme výrazně ovlivnit volbou jistícího prvku. Dobře zvolený jistící prvek přeruší zkratový proud dříve, než by mohlo dojít k poškození vedení dynamickými nebo tepelnými účinky zkratového proudu.