

Hlavní zásady pro dimenzování vodičů

Radek Procházka
(xprocha1@fel.cvut.cz)

Elektrické instalace nízkého napětí
2007/08

Obecně

- Návrh:
 - volba druhu vodiče
 - pro dané prostředí
 - pro dané podmínky
 - způsob uložení vodiče
 - stanovení průřezu vodiče
 - pro určitý výkon při daném uložení

Zásady při návrhu vodiče

- teplota vodičů v provozu v dovolených mezích
- hospodárný průřez (podle zatížitelnosti...)
- dostatečná mechanická pevnost
 - jmenovité zatížení
 - montáž
- úbytek napětí na vodičích v dovolených mezích
- odolnost silovým a tepelným účinkům zkratových proudů

Poznámka: dimenzování může ovlivnit
např. kombinované prostředí, korona...

1) Dovolená provozní teplota

- udává výrobce vodiče
- hodnota teploty vodiče, stanovená pro hospodárnou životnost vodiče (= nejvyšší teplota vodiče, při které může vodič trvale pracovat)
- vlivy na teplotu vodiče:
 - proudové zatížení (ztráty na činném odporu vodiče)
 - okolní teplota (zahřívání vodičů ve svazku)
 - přímé sluneční záření (u venkovních vedení)
- **jmenovitá proudová zatížitelnost I_{NV}** – velikost trvalého proudového zatížení při základním způsobu uložení vodičů

1) Dovolená provozní teplota

- základní uložení vodičů:
 - ve vodorovné poloze v klidném vzduchu o základní teplotě
 - vodorovné uložení v zemi s měrným tepelným odporem $0,7 \text{ K.m.W}^{-1}$ v hloubce 70 cm s teplotou půdy 20°C
- dovolené proudové zatížení I_{DOV} se určí pro nejhorší tepelné podmínky na trase vedení:

$$I_{DOV} = (k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n) \cdot I_{NV}$$

korekční činitelé, omezující zatížení vzhledem k místním podmínkám (<1)

ELEKTRICKÉ INSTALACE NÍZKÉHO NAPĚTÍ

1) Dovolená provozní teplota

- určení průřezu vodiče podle provozní teploty:

$$A \geq \frac{I_{DOV}}{J}$$

- J – jmenovitá proudová hustota použitého materiálu

ELEKTRICKÉ INSTALACE NÍZKÉHO NAPĚTÍ

2) Hospodárný průřez

- průřez vodiče má být takový, aby se vodič v provozu nezatěžoval větším proudem, než odpovídá hospodárné proudové hustotě
- **doba plných ztrát** τ_z – doba, po kterou vyrábíme max. ztrátový výkon za rok při zatěžování max. proudem
- pro hospodárný průřez platí (pro $\tau_z > 1000$ hod/rok a životnost min. 10 let provozu):

$$A = k \cdot I_V \cdot \sqrt{\tau_z}$$

ELEKTRICKÉ INSTALACE NÍZKÉHO NAPĚTÍ

3) Úbytek napětí na vodiči

- počítá se pro daný průřez a danou délku
- zatěžováním vodičů vznikají úbytky napětí, závislé na parametrech vodičů a na velikosti zatěžovacího proudu (důležité hlavně pro paprsková vedení)
- úbytek napětí:
 - jednofázová soustava:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot l}{A} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{2 \cdot \rho \cdot l}{A} \cdot \frac{P}{U_f}$$

- třífázová soustava

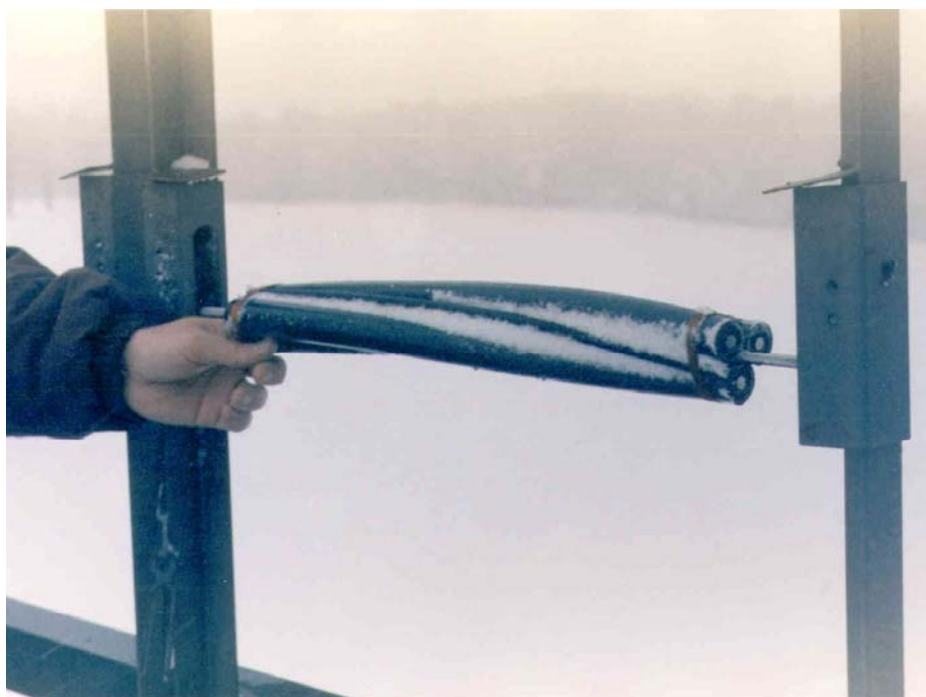
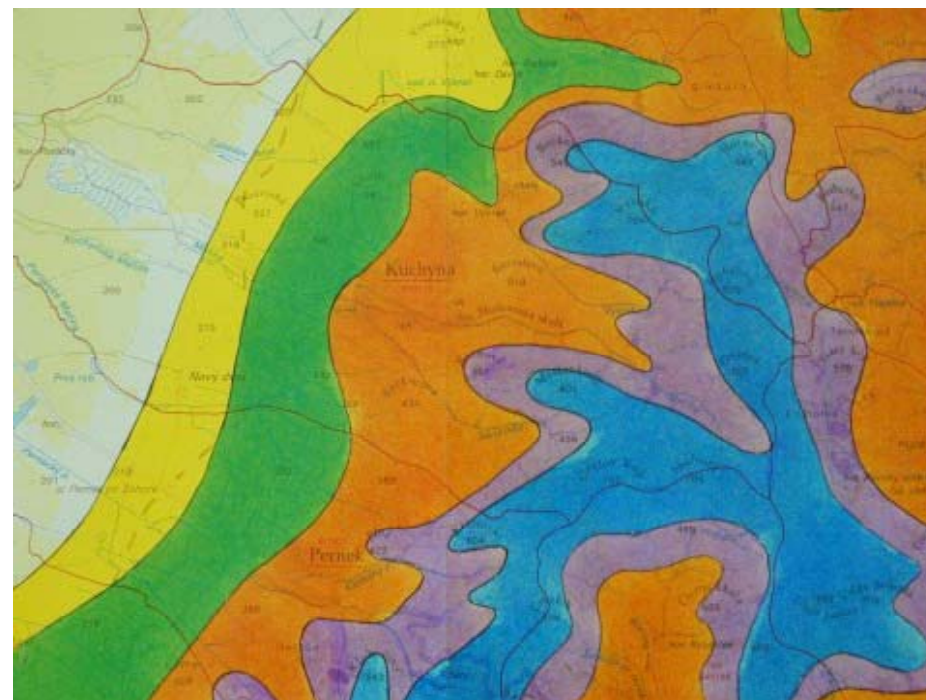
$$\Delta U = \sqrt{3} \frac{\rho \cdot l}{A} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{\rho \cdot l}{A} \cdot \frac{P}{U_s}$$

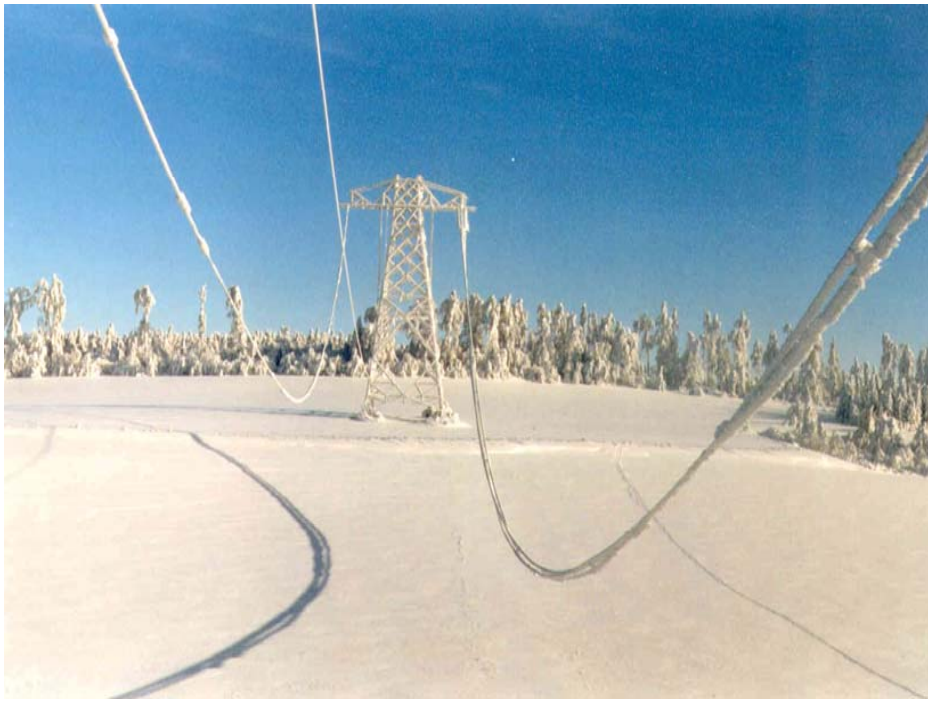
ELEKTRICKÉ INSTALACE NÍZKÉHO NAPĚTÍ

4) Mechanická pevnost vodičů

- odolnost mechanickému namáhání při montáži a různých podmínkách provozu
- vodiče v budovách jsou kromě montáže vystaveny pouze působení vzájemných sil mezi vodiči → volíme minimální průřez vodičů pro napětí do 1kV
- pro venkovní vedení VN a VVN: lana AlFeX (X=3, 4, 6, 8, ... je poměr Al/Fe – čím menší X, tím je lano pevnější) – dle klimatických změn:
 - síla větru
 - námraza
 - vlastní tíhová síla vodiče

ELEKTRICKÉ INSTALACE NÍZKÉHO NAPĚTÍ







5) Odolnost proti zkratům

- zkratové proudy mohou být několikanásobně větší, než proudy jmenovité
- účinky zkratových proudů:
 - silové (dynamické) – hlavně u pevně uložených vodičů
 - tepelné – u volně uložených nebo zavěšených vodičů

5) Odolnost proti zkratům

- Silové účinky zkratových proudů
 - síla mezi 2 vodiči: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$
 - intenzita el. pole ve vzdálenosti x od vodiče:

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot x}$$

- max. síla: kolmo k ose vodiče:

$$F = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot x} \cdot I \cdot l = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I^2}{x} \cdot l$$

- max. síla na 1 metr vodiče:

$$f_K = 2 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_{KM}^2}{x}$$

5) Odolnost proti zkratům

- Tepelné účinky zkratových proudů
 - jsou dány působením časově proměnných zkratových proudů po dobu trvání zkratu
 - teplo vyvinuté ve vodičích:

$$Q = \int (R(T) \cdot i_K^2(t))$$

- Zkratový proud můžeme nahradit ekvivalentním oteplovacím proudem I_{Ke} :

$$I_{Ke} = k_e \cdot I_K''$$

- průřez vodiče, vyhovující tepelnému namáhání

$$A = \frac{I_{Ke} \cdot \sqrt{t_K}}{K}$$