

DIAGNOSTIKA ANTÉNOVÝCH SYSTÉMOV DIAGNOSTICS OF AERIAL SYSTEMS

Šimko M., Šebök M., Chupáč M.

Katedra teoretickej a aplikovanej elektrotechniky, Elektrotechnická fakulta ŽU v Žiline
Veľký diel, 01026 Žilina, tel: + 421 41 513 2125, Mail: simko@fel.utc.sk

Abstrakt Príspevok sa zaoberá problematikou termovízie a jej aplikáciou v diagnostike anténových systémov rozhlasových vysielačov. Na základe spracovanej teórie boli realizované laboratórne merania a merania v prevádzkových podmienkach.

Summary Paper deals with the problem of thermovision and its application in diagnostic of antenna system for radio transmitters. On the background of abovementioned theory laboratory measurements and measurements in the conditions of performance process were performed.

1. ÚVOD

Pre správnu činnosť vysielačov okrem obnovy a rekonštrukcie je rovnako dôležitá ich údržba (údržba samotných anténových systémov a ich nosičov). Na základe odporúčaní pre ich údržbu je vhodné anténové zariadenia aspoň dvakrát za rok komplexne skontrolovať a zistené nedostatky odstrániť. Pri kontrole je potrebné zamerať sa na tieto časti [1]:

- údržba napájacieho rozvodu antény,
- údržba vlastnej antény,
- údržba fázovača apod.

2. VÝHODY TERMOVIZUÁLNEJ METÓDY

Jednou z ciest prevencie je i efektívne využívanie termovízie ako diagnostického prostriedku na zobrazenie emitovaného infračerveného žiarenia z povrchu meraného objektu. V súčasnosti sa táto technika používa pri diagnostike v mnohých oblastiach ľudskej činnosti.

Cieľom predkladaného príspevku je poukázať na možnosti využitia termovízie pri stanovení miesta poruchy anténových sústav rádiových vysielačov. Zložité anténové systémy sú veľmi citlivé na zhoršenie prechodových odporov jednotlivých anténových uzlov. Zhoršením prechodových odporov klesá emitovaný výkon vysielača a na prechodoch vznikajú tepelné straty. Z toho dôvodu pre optimálny chod systému sú potrebné pravidelné revízie kontroly, ktoré sú pomerne časovo i finančne nákladné, pretože sa jedná o práce vo výškach. Práve využitím termovíznej metódy sa revízie značne zjednodušia a skrátiť, čoho výsledným efektom sú značné finančné úspory [2].

3. TEORETICKÝ ROZBOR

Pri výpočte oteplenia spojov (svorka - vodič apod.) na vonkajších rozvodoch elektrickej energie sa rešpektujú tieto kritériá [3]:

- je rešpektovaná veľkosť zaťaženia v čase merania,
- je rešpektovaný vplyv rýchlosti vetra na veľkosť meraného oteplenia.

Pre väčšie priblíženie pre určenie oteplenia vychádzame z analógie riešenia závislostí medzi elektrickým prúdom, teplotou a časom a v našom prípade medzi elektrickým prúdom a oteplením. Pomocou výpočtu oteplenia možno získať oteplenie aké by na meranom mieste (spoji) bolo v prípade nominálneho (t.j. 100%) zaťaženia a pri bezvetří (t.j. rýchlosť vetra $v = 0 \text{ ms}^{-1}$).

Takto získané hodnoty oteplenia spoja sú v praxi rozdelené do niekoľkých klasifikačných stupňov, ktorým sú odporúčené stupne opatrenia.

Pri riešení oteplenia holého vodiča stálym elektrickým prúdom sú uvažované tieto predpoklady:

- rozloženie prúdu v priereze vodiča je rovnomerné,
- vodič je homogénny a priamkový,
- vo všetkých miestach pozdĺž vodiča je rovnaká teplota,
- je riešený prípad pre malé oteplenia, pri nich sa neuplatní vplyv vyžarovania.

Potom riešenie pre prvok dĺžky dx je určené rovnicou tepelnej bilancie (obr.1):

$$dQ_2 + dQ = dQ_1 + dQ_3 + dQ_4 + dQ_5 \quad (1)$$

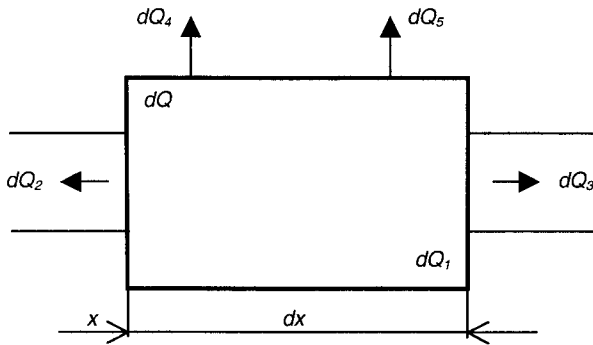
kde dQ - teplo v prvku svorky

dQ_1 - teplo skutočné " hrejúce " (svorka)

$dQ_2 = dQ_3$ - teplo odvedené zo svorky do vodiča

dQ_4 - teplo odvedené do okolia dQ_5 - teplo

vyžiarené do okolia



Obr.1. Tepelná bilancia znázornená schématicky
Fig.1. Temperature balance illustration

Za predpokladu, že pozdĺž vodiča nie je teplotný spád t.j. ak:

$$dQ_2 = dQ_3 = 0 \quad (2)$$

sa upraví na tvar

$$dQ = dQ_1 + dQ_4 + dQ_5 \quad (3)$$

Ďalším riešením po dosadení za jednotlivé teplá možno získať výslednú rovnicu pre oteplenie v závislosti od času:

$$\Delta v(t) = \Delta v_{\infty} + (\Delta v_0 - \Delta v_{\infty}) e^{-t/\tau} \quad (4)$$

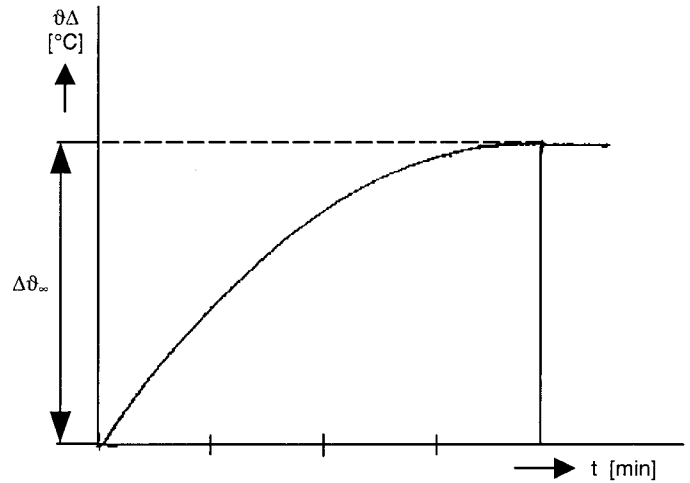
a pre $\Delta v_0 = 0$

$$\Delta v(t) = \Delta v_{\infty} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (5)$$

Δv_0 - oteplenie v čase $t = 0$

Δv_{∞} - oteplenie v ustálenom stave

Vzhľadom k tomu, že riešenie závislostí oteplenia, medzi elektrickým prúdom a oteplením, je značne zložitá pre množstvo okrajových podmienok, boli laboratórne merania ako i experimentálne merania realizované v prevádzkových podmienkach.



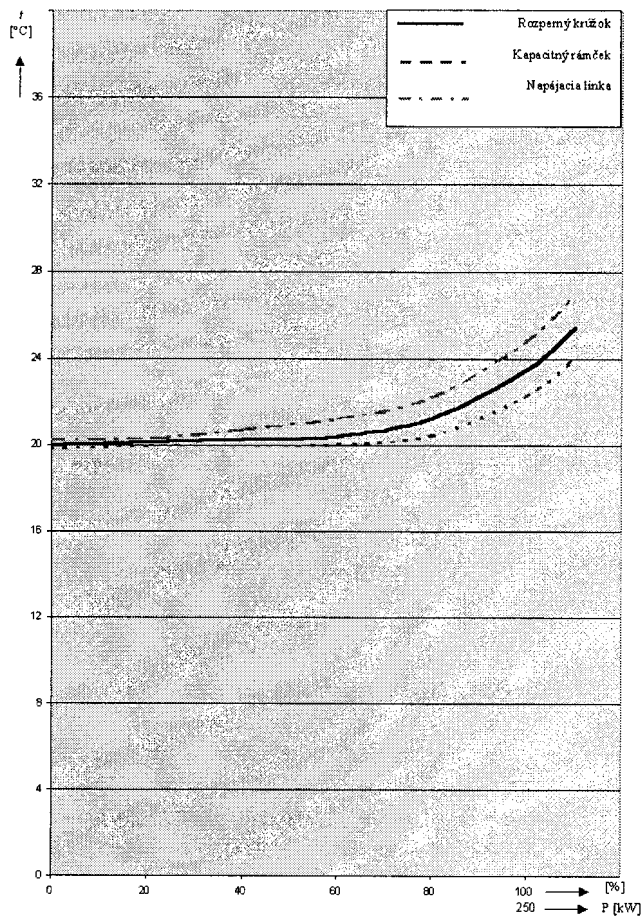
Obr.2. Závislosť oteplenia od času
Fig.2. Time relations of temperature rise

4. EXPERIMENTÁLNE MERANIA

Na prešetrenie závislosti oteplenia spojov (rozperné krúžky - napájacia linka, kapacitné rámčeky v trase napájacej linky, napínacie zariadenia apod.) v závislosti od výkonu vysielача, bol uskutočnený súbor experimentálnych meraní [2]. Pri zmene vysielacieho výkonu boli snímané teploty jednotlivých meraných prvkov až po ustálené hodnoty termovíznym zariadením AGEMA 550, pričom teploty boli kontrolované aj pyrometrom. Získali sme typický priebeh otepľovacej charakteristiky rozperného krúžku a kapacitného rámčeka ako na obr. 2. Experimentálne merania boli realizované:

1. spoj dotiahnutý a čistý.

Ak je spoj napájacia linka - kapacitný rámček, rozperný krúžok v poriadku t.j. v dobrom stave, dotiahnutý a čistý, nesmie byť teplejší ako napájacia linka, na ktorú je pripojený (obr. 3).



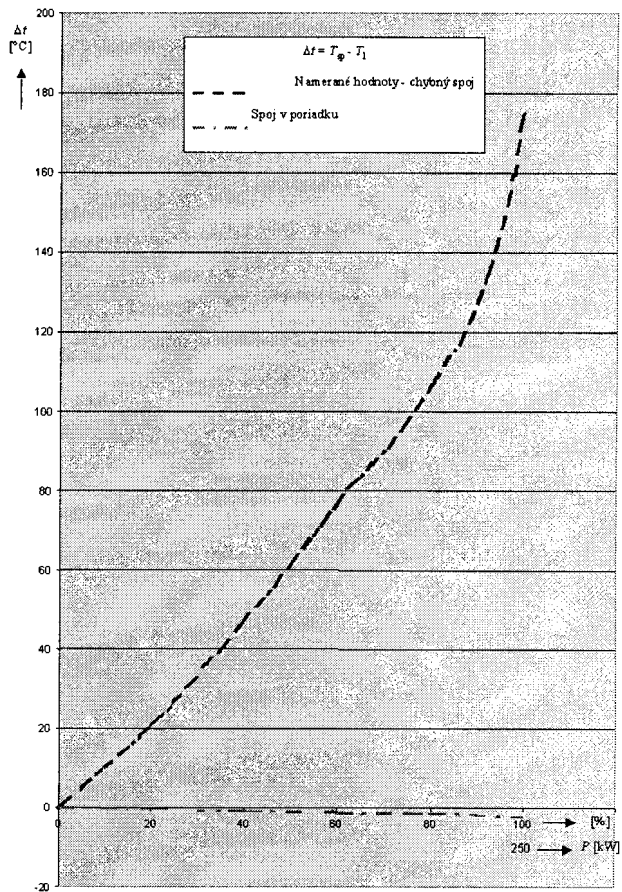
Obr.3. Závislosť teploty spoja (napájacia linka - kapacitný rámček, rozperný krúžok) od výkonu. Spoj je dotiahnutý a čistý

Fig.3. Relation of temperature of connection (feeding line, capacity frame, spacing collar) and power. Connection is driven and clean

So zvyšovaním výkonu zariadenia je nárast teploty spoja menší ako nárast teploty napájacej linky. Teploty napájacej linky boli merané v dostatočnej vzdialenosti od spojov, aby výsledok nebol zaťažený prípadnou chybou. Spoj vzhľadom na väčšiu plochu má väčšie ventilačné straty je teda lepšie ochladzovaný prúdením vzduchu ako napájacia linka.

2. Spoj povolený prípadne znečistený.

Otepľovacie charakteristiky spojov v závislosti na zaťažení sú na obr.4. Hodnoty oteplenia spojov oproti napájacej linke t.j. $\Delta t = T_{SP} - T_l$, ktoré sú vynesené do grafu boli získané tak, že teploty spojov (T_{SP}) sú teploty namerané a pre teploty napájacích



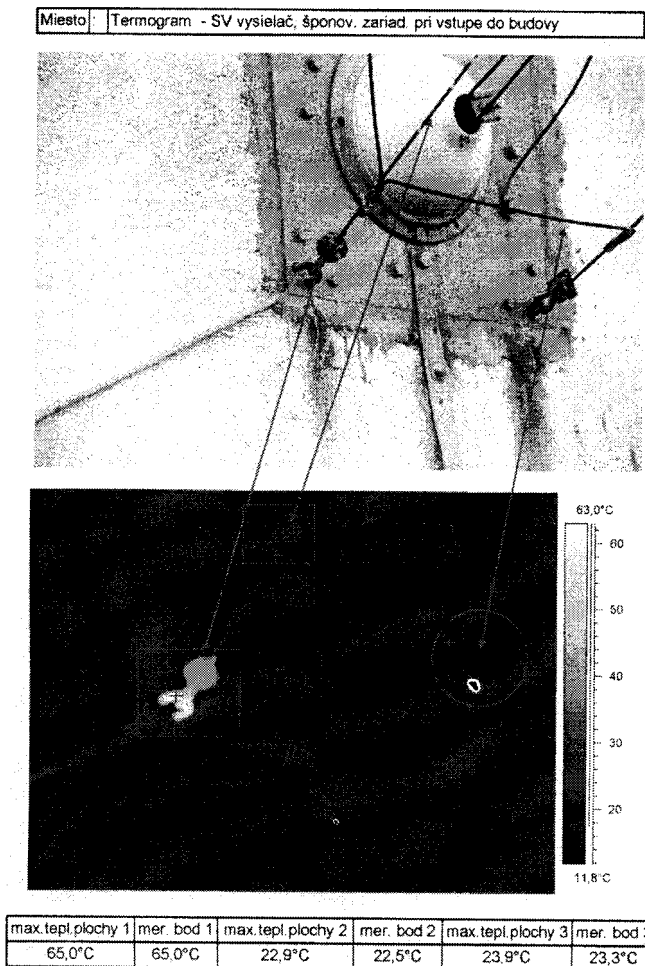
Obr.4. Závislosť veľkosti oteplenia spoja a napájacej linky od výkonu

Fig.4. Relation of amount temperature rise of connection and feeding line upon power

liniek (T_l) boli použité údaje získané z merania v bode 1.

V prípade, že je spoj nedotiahnutý alebo nečistý, má oteplenie v závislosti od zaťaženia charakteristiku parabolickú.

Namerané hodnoty sú prezentované na termogramoch a z nich sú zostrojené už prezentované charakteristiky. Ako príklad uvádzam termogram napínacieho zariadenia pri vstupe do budovy (obr. 5).



Obr.5. Termogram napínacieho zariadenia pri vstupe do budovy

Fig. 5. Thermogram of tensioning device at building entrance

Ako vyplýva z nameraných hodnôt pod termogramom potom napr. oteplenie spoja - SPOT 1:

$$\Delta t = T_{SP} - T_l = 41,1 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

a oteplenie spoja - SPOT 2:

$$\Delta t = T_{SP} - T_l = -1 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

Na základe predchádzajúcich poznatkov možno konštatovať, že spoj č. 2 je v poriadku (t.j. dotiahnutý a čistý) a pri spoji č. 1 bolo nameraná zvýšená hodnota oteplenia.

Na termograme (tepelnom obraze) sú lokalizované miesta porúch spracované pomocou programu IRwin 5.1 systému AGEMA. Na farebnej stupnici teplôt zodpovedá udávaná teplota rozhraniu tých istých farieb ako na termograme. Vyznačené plochy na termograme (ARO1, ARO2) a body

(SPOT 1, SPOT2) udávajú teploty v lokalizovaných miestach.

Experimentálne merania boli realizované počas troch ročných období (jar, leto, jeseň) v rokoch 1999 ÷ 2001, na našom najväčšom vysielacom stredisku SRV - Rimavská Sobotka.

5. ZÁVER

Realizované experimentálne merania boli potrebné pre spracovanie metodiky merania anténových systémov rozhlasových vysieláčov pomocou termovízie [2], [4]. Namerané hodnoty oteplenia sú podľa veľkosti hodnoty oteplenia rozdelené do troch klasifikačných stupňov, ktorými sú odporúčené opatrenia na odstránenie závad. Počas merania boli rešpektované faktory, ktoré môžu ovplyvňovať presnosť merania (hmla, dážď, rýchlosť vetra apod.).

LITERATÚRA

- [1] ČESKÉ RADIOKOMUNIKACE: Krátkovlnná anténa. Dokumentácia Litomyšl 1998.
- [2] CHUPÁČ, M.- ŠIMKO, M.- ŠEBOK, M.: *Diagnostika anténových sústav rozhlasových vysieláčov termovíziou. Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie DIAGO 2002, Ostrava.*
- [3] SVOBODA, J.: *Metodika merania termovíziou v rozvodoch elektrickej energie. ORGREZ Praha 1984.*
- [4] CHUPÁČ, M.: *Diagnostika anténových systémov rozhlasových vysieláčov s využitím termovízie. Doktorandská dizertačná práca. Katedra TAE, ŽU Žilina, január 2002.*
- [5] LORENZ, D.: *Temperature measurements of Natural Surfaces Using Infrared Radiometer. Applied Optics, 1998*