

Monitorovanie tepelných procesov na anténových systémoch rozhlasového vysieláča

Ján Kučera, KV prevádzka – RVS Rimavská Sobota, Towercom, a. s.,
Milan Chupáč, Milan Šimko, Katedra merania a aplikovanej elektrotechniky,
Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita v Žiline

Rádiokomunikácie sú charakteristické tým, že na prenos informácií využívajú šírenie elektromagnetických vln, ktoré v súčasnosti podliehajú nepretrajnému vývoju, čo si vyžaduje náročné a inovačné aktivity, pretože so svojimi prevádzkami dotvára komunikačné prostredie s čoraz väčšími sa rozširujúcou paletou rádiokomunikačných služieb. Prostredníctvom svojich vysieláčov zabezpečujú lokálne, regionálne, celoštátne i zahraničné rozhlasové vysielanie v pásme krátkych vln (HF), veľmi krátkych vln (VHF) a stredných vln (MF).

Jedno z najväčších vysielacích stredísk (obr. 1) s technickými parametrami umožňujúcimi pokryť územie takmer celého sveta je vysielacie stredisko Rimavská Sobota (Slovensko).

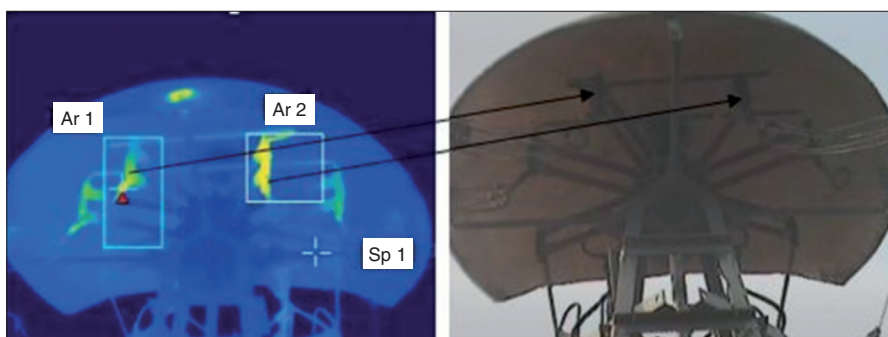
Prevádzkovanie takýchto rozhlasových vysieláčov s anténovými zariadeniami prináša stále väčšie požiadavky na spoľahlivosť vzhľadom k tomu, že okrem technicko-prevádzkových aspektov si veľkú pozornosť vyžadujú i aspekty ekonomické. Je zrejmé, že rentabilnosť takýchto zariadení je efektívna len vtedy, ak je zariadenie čo najmenej po-



Obr. 1. Časť zložitých anténových systémov rozhlasového vysieláča v Rimavskej Sobote (napájací rozvod i samotná anténa)

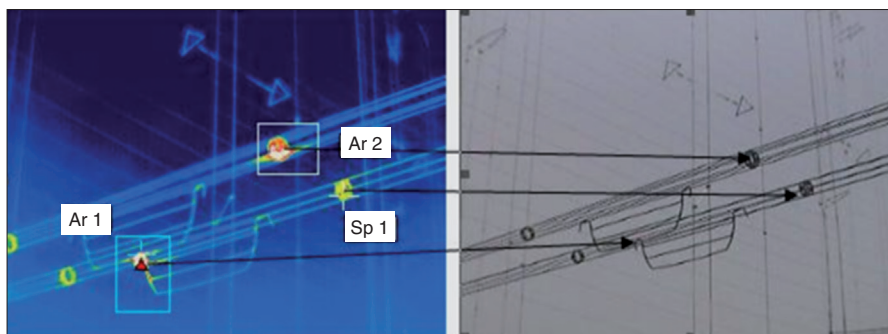
ruchové. Z toho dôvodu je pre správnu činnosť vysieláčov okrem pravidelnosti obnovy a rekonštrukcie rovnako dôležitá i jeho údržba (údržba samotných anténových systémov aj ich nosičov), pretože pomerne zložitité anténové systémy sú veľmi citlivé na zhoršenie prechodových odporov dielčích anténových uzlov, pričom následným zhoršením prechodových odporov klesá emitovaný výkon vysieláča a na prechodoch vznikajú prechodové straty. Pre optimálny chod systému sú preto nevyhnutné pravidelné revízne kontroly, ktoré bývajú finančne nákladné aj vzhľadom na výškovú prácu. Pravidelným využívaním termovíznej diagnostiky sa revízie značne zjednodušia, časovo skrátia, čoho výsledkom je v súčasnosti i nezanedbateľný ekonomický aspekt [1], [2].

Z hľadiska údržby sa odporúča na základe metódy merania anténových systémov rozhlasových vysieláčov ich dvakrát ročne skontrolovať a lokalizované poruchy následne odstrániť.



Legenda	(°C)
Sp 1 – teplota napájacej linky – t_1	9,7
Ar 1 – teplota spoja 1 (kontakt vypínača) – Δt_{sp1}	53,0
Ar 2 – teplota spoja 2 (kontakt vypínača) – Δt_{sp2}	48,2
Δt_1 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 1)	43,3
Δt_2 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 2)	38,5
klasifikačný stupeň (spoj 1)	II.
klasifikačný stupeň (spoj 2)	II.
odporúčané opatrenie (spoj 1)	opraviť pri plánovanej revízii
odporúčané opatrenie (spoj 2)	opraviť pri plánovanej revízii
Poznámka: Lokalizované miesto poruchy na kontaktoch anténového prepínača Anténa 2/14; vysielací výkon: $P = 250$ kW; frekvencia: $f = 11\,990$ kHz Meranie na kontaktoch anténového prepínača: (č. SA 10)	

Obr. 2.



Legenda	(°C)
Sp 1 – teplota napájacej linky – t_1	12,3
Ar 1 – teplota spoja 1 (kapacitný rámček) – Δt_{sp1}	122,6
Ar 2 – teplota spoja 2 (rozperný krúžok) – Δt_{sp2}	50,7
Δt_1 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 1)	110,3
Δt_2 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 2)	38,4
klasifikačný stupeň (spoj 1)	III.
klasifikačný stupeň (spoj 2)	II.
odporúčané opatrenie (spoj 1)	opraviť čo najskôr (podľa prevádzkových možností)
odporúčané opatrenie (spoj 2)	opraviť pri plánovanej revízii
Poznámka: Lokalizované miesto poruchy na spoji 1: kapacitný rámček – napájacia linka, lokalizované miesto poruchy na spoji 2: rozperný krúžok – napájacia linka Anténa 3/5; vysielací výkon: $P = 250$ kW; frekvencia: $f = 17\,750$ kHz Meranie na spoji 1 a 2: kapacitný rámček – napájacia linka, rozperný krúžok napájacia linka: (stožiar č. R 12/48)	

Obr. 3.

Pri kontrolách je potrebné sa zamerať na pomerne citlivé časti zariadenia, ako je napr. napájací rozvod antény (rozperné krúžky, kapacitné rámčeky, kontakty prepínačov a pod.), údržba vlastnej antény (transformačné členy, rozperné izolátory a pod.), údržba fázovača apod.

Účelom tohto príspevku je podať informáciu o nameraných výsledkoch a niektorých lokalizovaných miestach porúch na anténových systémoch rozhlasového vysielača. Príspevok súvisí s riešeným projektom VEGA Termodiagnostika anténových systémov rozhlasových vysielačov č. 1/0007/09.

Experimentálne merania

Meralo sa v Rozhlasovom vysielačom stredisku Rimavská Sobota za jasného počasia, teploty vzduchu 10 až 28 °C, vlhkosti vzduchu 60 až 70 % a rýchlosti vetra 2,1 m·s⁻¹. K meraniu bola použitá termovízna kamera typu **Therma CAM P 65** s príslušenstvom a zároveň metrologická stanica **Kestrel 3500 DT**.

Na základe teoretickej analýzy ako i laboratórných a experimentálnych meraní realizovaných na rozhlasových vysielačích strediskách a spracovanej metodiky merania anténových systémov možno konštatovať:

- spoje teplejšie, s vyššou teplotou, než je napájacia linka (podľa veľkosti oteplenia Δt), sú rozdelené do troch základných klasifikačných stupňov, ktorým sú odporúčané opatrenia, pričom platí vzťah (1).

$$\Delta t = t_{sp} - t_1$$

kde

Δt je oteplenie spoja (vypočítané),

t_{sp} teplota spoja (nameraná),

t_1 teplota napájacej linky (nameraná);

- spoje teplejšie (s vyššou teplotou), než je napájacia linka, je na základe uvedených bodov odporúčané klasifikovať podľa hodnoty oteplenia (Δt) do troch základných klasifikačných stupňov podľa tab. 1,

Tab. 1. Klasifikačné stupne podľa hodnoty oteplenia

Stupeň klasifikácie	Hodnota oteplenia (°C)
I. stupeň	0 < Δt < 35
II. stupeň	35 < Δt < 100
III. stupeň	100 < Δt

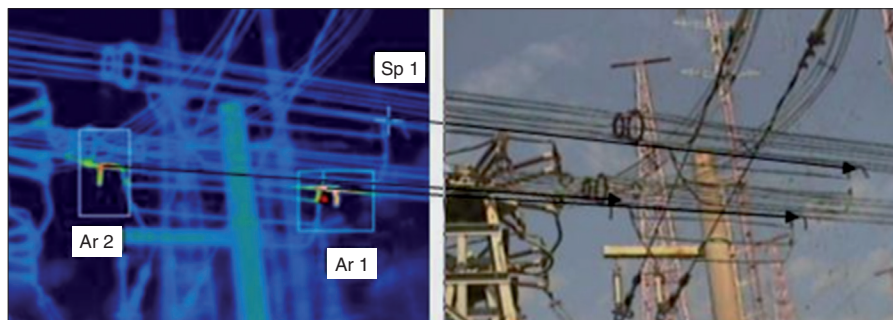
kde

Δt je vypočítané oteplenie spoja (vzťah 1);

- jednotlivým klasifikačným stupňom sú zároveň odporúčané opatrenia pre odstránenie lokalizovaných porúch (tab. 2) na základe vypočítanej hodnoty oteplenia Δt (vzťah 1).

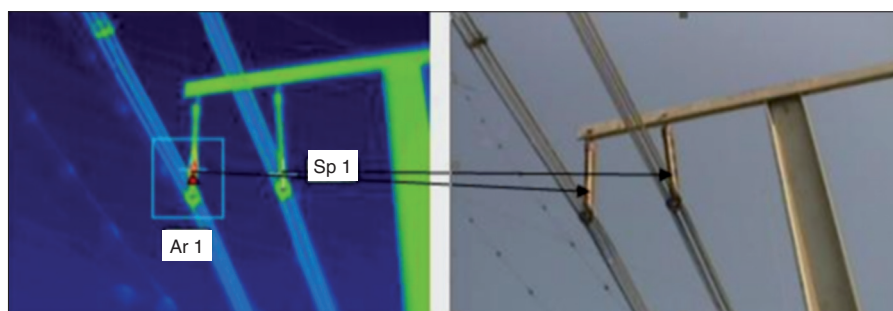
Tab. 2. Odporúčané stupne opatrenia v závislosti od hodnoty oteplenia

Stupeň klasifikácie	Stupeň opatrenia
I. stupeň	žiadne opatrenia
II. stupeň	opraviť pri plánovanej revízii
III. stupeň	opraviť čo najskôr (podľa prevádzkových možností)



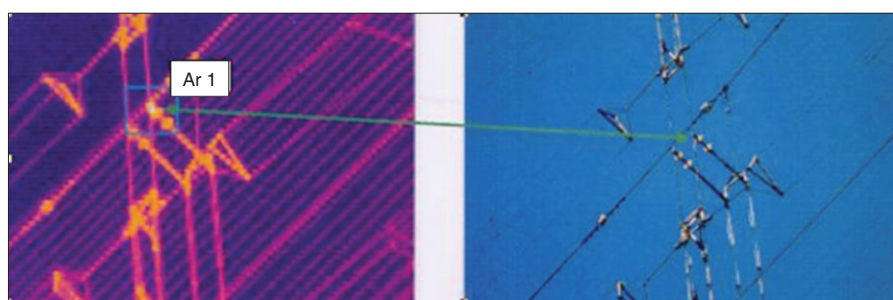
Legenda	(°C)
Sp 1 – teplota napájacej linky – t_1	12,9
Ar 1 – teplota spoja 1 (kapacitný rámček) – Δt_{sp1}	135,2
Ar 2 – teplota spoja 2 (kapacitný rámček) – Δt_{sp2}	121,2
Δt_1 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 1)	122,3
Δt_2 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 2)	108,4
klasifikačný stupeň (spoj 1)	III.
klasifikačný stupeň (spoj 2)	III.
odporúčané opatrenie (spoj 1)	opraviť čo najskôr (podľa prevádzkových možností)
odporúčané opatrenie (spoj 2)	opraviť čo najskôr (podľa prevádzkových možností)
Poznámka: Lokalizované miesto poruchy na spoji 1: kapacitný rámček – napájacia linka, lokalizované miesto poruchy na spoji 2: kapacitný rámček – napájacia linka. Anténa 9/16; vysielači výkon: $P = 250$ kW; frekvencia: $f = 11\ 670$ kHz Meranie na spoji 1 a 2: kapacitný rámček – napájacia linka, kapacitný rámček – napájacia linka: (stožiar č. R 9/30)	

Obr. 4.



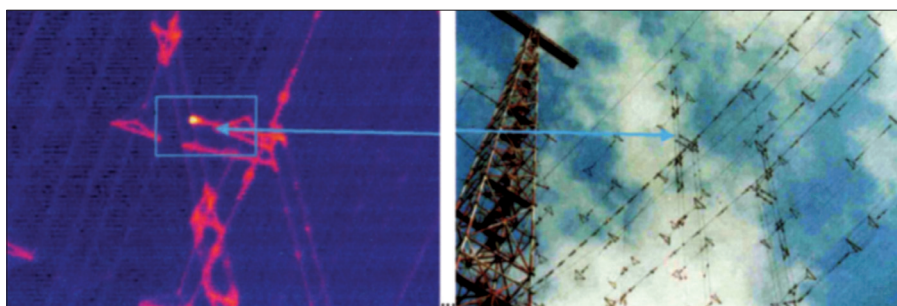
Legenda	(°C)
Sp 1 – teplota napájacej linky – t_1	18,7
Ar 1 – teplota spoja 1 (ťahový izolátor) – Δt_{sp1}	92,0
Δt_1 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 1) – Δt_{sp2}	73,3
klasifikačný stupeň (spoj 1)	II.
odporúčané opatrenie (spoj 1)	opraviť pri plánovanej revízii
Poznámka: Lokalizované miesto poruchy na spoji 1: ťahový izolátor Anténa 13/1; vysielači výkon: $P = 250$ kW; frekvencia: $f = 9\ 440$ kHz Meranie na spoji 1: ťahový izolátor (stožiar č. R 13/2)	

Obr. 5.



Legenda	(°C)
Sp 1 – teplota napájacej linky – t_1	14,6
Ar 1 – teplota spoja 1 (izolačný člen) – t_{sp1}	62,0
Δt_1 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 1)	47,4
klasifikačný stupeň (spoj 1)	II.
odporúčané opatrenie (spoj 1)	opraviť pri plánovanej revízii
Poznámka: Lokalizované miesto poruchy na spoji 1: ľavá stúpačka izolátora na treťom poschodí medzi prvým a druhým dipólom Anténa 10/10; vysielači výkon: $P = 250$ kW; frekvencia: $f = 17\ 570$ kHz Meranie na spoji 1: ľavá stúpačka izolátora na treťom poschodí medzi prvým a druhým dipólom	

Obr. 6.



Legenda	(°C)
Sp 1 – teplota napájacej linky – t_1	12,9
Ar 1 – teplota spoja 1 (transformačný člen) – Δt_{sp1}	82,4
Δt_1 – vypočítaná hodnota oteplenia (spoj 1)	62,0
klasifikačný stupeň (spoj 1)	II.
odporúčané opatrenie (spoj 1)	opraviť pri plánovanej revízii
Poznámka: Anténa 9/16; vysielač výkon: P = 250 kW; frekvencia: f = 13 580 kHz Meranie na spoji: druhá stúpačka z ľavej strany – horná transformácia	

Obr. 7.

Vzhľadom k tomu, že vysielače pracujú prevažne pri maximálnej hodnote vysielačieho výkonu, termovíznym systémom sa získa hodnota teploty, ktorú už nie je potrebné prepočítavať na nominálnu hodnotu vysielačieho výkonu.

Merať oteplenie anténových systémov rozhlasových vysielačov sa odporúča na jar a jeseň, pričom je potrebné rešpektovať stupeň opatrenia vzhľadom na bezporuchovú prevádzku vysielačích stredísk [1], [3].

Prezentovanie experimentálnych meraní je zamerané iba na niektoré najporuchovejšie miesta anténových systémov rozhlasových vysielačov, či už na zariadeniach v napájacej časti antény (obr. 2 až obr. 5), ale i zariadeniach na samotnej výzbroji antény (obr. 6, obr. 7).

Záver

Teplota meraného predmetu je priamo úmerná teplote na jeho povrchu, ktorá je vyžarovaná v podobe infračerveného žiarenia. Vyžarované infračervené žiarenie merané termovíznym systémom je závislé okrem teploty objektu i na jeho spektrálnej emisivite. Preto-

že infračervené žiarenie vzniká tiež i v okolitom prostredí, môže sa v meranom objekte odrážať, a tak v značnej miere ovplyvniť presnosť merania. Žiarenie objektu je oslabované atmosférou, je závislé od vzdialenosti meraného objektu, relatívnej vlhkosti, atmosférickej teploty a rýchlosti vetra.

Aby mohla byť termografická diagnostika správne aplikovaná a aby bol splnený cieľ a zámer jej použitia, kladie určité požiadavky nielen na používanú techniku a pracovné postupy, ale aj na kvalitu pracovníkov realizujúcich túto činnosť.

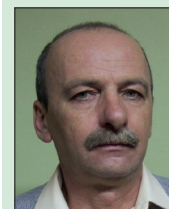
Recenzia: doc. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.

Literatúra:

- [1] ŠIMKO, M. – CHUPÁČ, M.: *Termovízia a jej využitie v praxi*. EDIS Žilina, 2007.
- [2] ŠIMKO, M. – CHUPÁČ, M.: *Method of measurement of radio transmitters antenna systems*. *Przegląd Elektrotechniczny*. 12/2010, Warszawa, Poľsko.
- [3] PAVLÁSEK, P. – KORENČIAK, D.: *Meranie a meracie systémy*. Učebné texty ŽU v Žiline, 2004.

This paper deals with thermodiagnosics of the broadcast transmitter's antenna systems. On the basis of processed measurement method there are localized the specific areas of failure on complicated broadcast transmitter's antenna systems, which are characterized by measured and calculated values of heating with the relevant recommended remedy.

Ján Kučera je zamestnancom spoločnosti Towercom, a. s., Bratislava. Je vedúcim Rádiového vysielačieho strediska Rimavská Sobota v lokalite Uzovská Panica. Vysielačie stredisko pracuje v nepretržitom režime, ktorý je zaisťovaný jedenástimi zamestnancami. Vysiela sa v pásme krátkych vln (HF) štyrmi AM vysielačmi. Signál je možné vysielať z pätnástich antén zo všetkých vysielačov. To umožňuje pokrytie takmer všetkých kontinentov signálom.



Doc. Ing. Milan Šimko PhD., absolvoval štúdium na Elektrotechnickej fakulte Žilinskej univerzity v roku 1983 v odbore technická prevádzka telekomunikácií. Titul kandidát technických vied získal v roku 1991 a habilitoval sa v odbore teoretická elektrotechnika v roku 2007. Od roku 1984 pracuje ako pedagóg na Žilinskej univerzite v Žiline. V priebehu svojho pôsobenia na katedre merania a aplikovanej elektrotechniky sa venoval teórii elektromagnetického poľa, konkrétne šíreniu elektromagnetických vln a ich interakcii s prostredím. V súčasnosti svoju činnosť zameriava v rámci riešenia projektov na oblasť diagnostiky energetických ako i telekomunikačných zariadení.



Doc. Ing. Milan Chupáč PhD., absolvoval štúdium na Elektrotechnickej fakulte Žilinskej univerzity v roku 1983 v odbore technická prevádzka telekomunikácií. Titul PhD. získal v roku 2002 a v roku 2007 sa habilitoval v odbore telekomunikácie. Momentálne pôsobí ako docent na Žilinskej univerzite, katedra merania a aplikovanej elektrotechniky. Svoju odbornú činnosť zameriava hlavne v oblasti termodiagnostiky anténových systémov rozhlasových vysielačov. V súčasnej dobe sa venuje novo otvorenému učebnému odboru autoelektrotechnika.



■ **Prodej tabletů na českém trhu roste o stovky procent.** Zatímco v minulém roce byly spíše výsadou nadšenců, za první dvě čtvrtletí roku 2011 dosáhly prodej tabletů v e-shopu CZC.cz šestinásobku hodnot z roku 2010.



Prodejním „trhákem“ první poloviny roku 2011 se staly tablety Asus EEE Pad Transformer s dokovací stanicí a světový

bestseller Apple iPad 2. Velký zájem zákazníků zaznamenal také model Acer Iconia Tab A500 a dvojice tabletů od Samsungu P1000 a P1010 Galaxy Tab.

Vedle klesající ceny a zlepšujících se technických parametrů tabletů byl pro mnoho zákazníků impulsem ke koupi nástup dovolených. Tablet mnozí

z nich berou za ideální počítač na chatu nebo k moři. Mohou jej využít jako čtečku knih, přehrávač hudby i filmů a nástroj pro surfování na internetu. Stejně dynamický vývoj vykazuje také prodej příslušenství k tabletům. Ze statistik vyplývá, že téměř 100 % zákazníků si ke svému tabletu koupilo alespoň jeden kus dalšího příslušenství. Největší zájem je o ochranná pouzdra a obaly, ve druhém čtvrtletí roku 2011 také o nabíječky do auta.

aktuality