

NEGATIVNÍ VLIV RADIORELÉOVÝCH SPOJŮ NA METEOROLOGICKÁ RADAROVÁ MĚŘENÍ

Ladislav Chmela, Jaroslav Burčík

Katedra telekomunikační techniky, FEL ČVUT v Praze
Technická 2, 166 27 Praha 6, Česká republika
tel.: +420 224 359 134, fax: +420 233 339 810, email: chmell1@fel.cvut.cz
web: <http://www.comtel.cz>

Abstrakt: Příspěvek představuje problematiku využití radiolokace v meteorologii a zaměřuje se na negativní vliv provozování radioreléových spojů na výsledky radiolokace. Je navrženo několik způsobů, jak tento negativní jev potlačit, např. na úrovni zpracování zkrácené obrazové informace.

Klíčová slova: Meteorologie, Radiolokace, Radioreléové spoje, Zpracování obrazu.

1 Úvod

Počasí ovlivňuje a determinuje téměř každou lidskou činnost, ať jde o jedince či o společnost, o osobní život či o práci. Znalost aktuálního stavu meteorologických podmínek a schopnost predikce jejich vývoje umožňuje využívat efektivněji jak času, tak prostředků při činnosti závislé na počasí. Výhodou je, pokud jsou meteorologické podmínky vyhodnocovány automaticky.

Již dříve jsme se touto problematikou zabývali [1] a popsali různé zdroje meteorologických informací, ať jde o nejjednodušší teploměry, sofistikované meteorologické stanice, satelitní snímání atmosféry, radiolokační měření srážkové oblačnosti či např. vizuální monitorování oblohy zespodu. Automatické vyhodnocování číselných údajů (např. teploty) je v zásadě jednoduché. Ovšem automatické vyhodnocování meteorologických dat obrazového charakteru již s sebou přináší řadu komplikací [2]. Jednou z nich je negativní vliv radioreléových spojů na meteorologická radarová měření.

2 Meteorologické radiolokátory v ČR

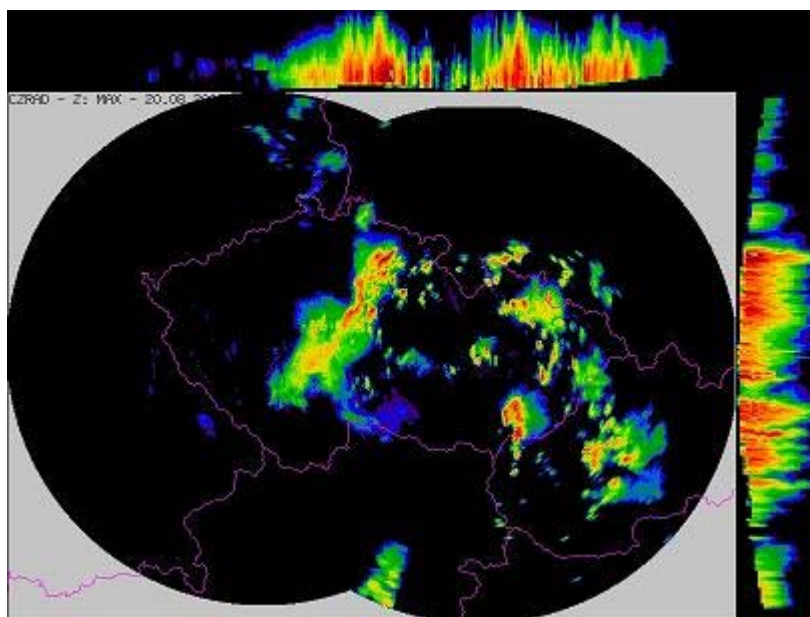
V České republice využívá celoplošně meteorologických radiolokátorů v zásadě pouze Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Oddělení radarových měření ČHMÚ [3] obhospodařuje v současnosti dva meteorologické radiolokátory: pro střední Moravu radar Gematronik na Dražanské vrchovině (vrch Skalky) a pro střední Čechy radar EEC na Brdské vrchovině (vrch Praha). Radary slouží k detekci výrazné srážkové oblačnosti (bouřky do cca 250 km) a mohou být použity pro odhad okamžitých intenzit srážek do cca 150 km od jednotlivých radarů.

Princip funkce radaru je založen na zpětném rozptylu mikrovln (vlnová délka jednotky cm) na vodních kapkách a ledových krystálcích ve srážkách a oblačnosti. Vysílač generuje krátké vysokoenergetické pulsy elektromagnetického vlnění, které anténa vyzařuje v podobě úzkého svazku do atmosféry. Část energie se "odrazí" (přesněji: zpětně rozptýlí) od cílů meteorologických (srážky) či jiných (terén, letadla apod.). Část zpětně rozptýlené energie je zachycena anténou a zpracována přijímačem radaru. Podle polohy antény (azimut, elevace) a času mezi vysláním a příjmem pulsu se určuje poloha cíle. Množství odražené energie je úměrné intenzitě (radiolokační odrazivosti) cíle. Meteorologická měření se skládají z cca 15 až 20 otáček antény v azimutu s proměnným výškovým úhlem (elevací). Tato objemová měření jsou opakována každých 5 až 15 minut. Tvorba sloučené radarové informace ČR z dat

radarové síť ČHMÚ se provádí každých 10 minut centrálně na serveru na pracovišti v Praze-Libuši. Pomocí dat radiolokační odrazivosti z radarů je tedy možno určit odhad srážek. Radarová měření poskytují okamžitý přehled o pohybu a struktuře srážkových systémů, umožňují velmi krátkodobou předpověď (na několik minut až hodin dopředu) a varování před nebezpečnými jevy, spojenými s konvektivní oblačností (bouřky, kroupy apod.).

3 Radarové snímky

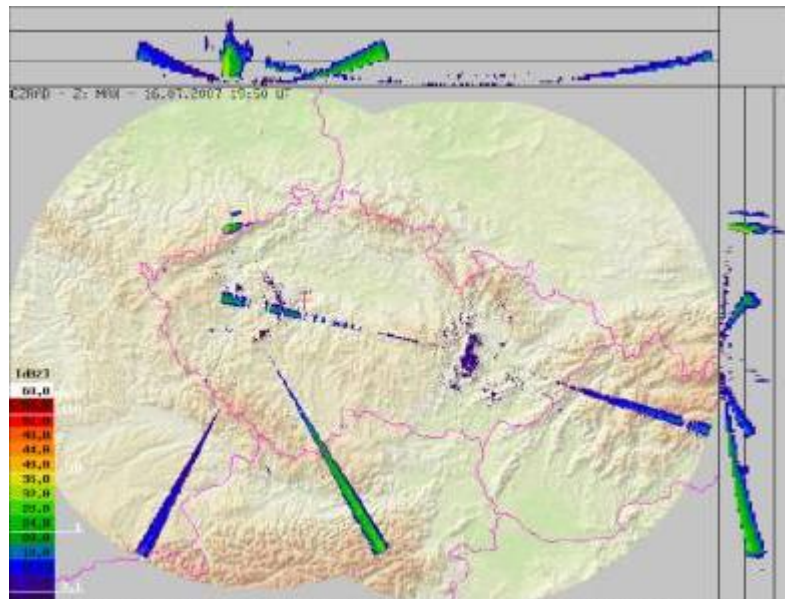
Snímky sestavené pomocí radarů ČHMÚ jsou složeny ze tří částí (viz *obrázek 1*). Nahoře a vpravo jsou zobrazeny dvě boční (horizontální) projekce maximálních odrazivostí ve směrech sever-jih a východ-západ. Vertikální rozlišení bočních průmětů je 0,5 km do výšky 14 km. Vlastní mapa ČR a nejbližšího okolí je zobrazena pomocí vertikálního průmětu maxim odrazivosti do horizontální roviny s horizontálním rozlišením 1×1 km (při rozlišení 810×610 pixelů 1 pixel odpovídá ploše 1 km²).



Obr. 1: Ukázka radarového snímku [3].

4 Negativní vliv radioreléových spojů na radarová měření

V roce 2005 došlo k významné změně v možnosti využívání volného kmitočtového pásma [4]. Na základě všeobecného oprávnění VO-R/12/08.2005-34 [5] vydaného Českým telekomunikačním úřadem (ČTÚ) je nyní povolen provoz v oblasti 5 GHz s tím, že pásmo 5,15 až 5,35 GHz lze využít pouze uvnitř budov, pásma 5,470 až 5,725 GHz a 5,725 až 5,875 GHz i ve venkovním prostředí. Právě v posledním jmenovaném intervalu ovšem operují již od roku 1995 meteorologické radiolokátory ČHMÚ, které mají natolik citlivé přijímače, že zachytí i velmi vzdálené radioreléové komunikace, které se na radarových snímcích projeví jako paprskovité útvary se špičkou ve zdroji rušení, směrem od ovlivněného radaru (viz *obrázek 2*) [6].



Obr. 2: Ukázka rušení meteorologických radiolokátorů radioreléovými spoji [6].

ČTU sice ukládá provozovatelům, kteří vysílají na stejné frekvenci jako meteorologické radiolokátory svůj provoz přeladit na jinou frekvenci, ovšem rušení je i přesto tak časté, že ČHMÚ pro trvalou nespokojenost s rušením radarových měření vyzkoušel mj. přeladit své radiolokátory [7]. Původní frekvence byly 5,652 GHz (Skalky) a 5,660 GHz (Brdy), od 21.5.2009 jsou 5,645 GHz (Skalky) a 5,630 GHz (Brdy) [3]. Problém ale přetrvává i s touto změnou.

5 Návrh možných způsobů eliminace negativního vlivu radioreléových spojů na radarová měření

Jednou z možností je pásmo okolo frekvencí, na kterých operují meteorologické radiolokátory opět zakázat a ponechat je strategicky pouze pro ČHMÚ. Komerční majitelé a provozovatelé radioreléových spojů však od roku 2005 do nových technologií investovali mnohamilionové částky a navíc případné řešení má mezinárodní souvislosti. A posunout řešení tohoto problému na úroveň Mezinárodní telekomunikační unie není nic snadného [6].

Jinou možností je na straně provozovatelů použít systém, který nebude pracovat s technologií radioreléového spoje, ale na principu světelného paprsku [8]. Výhodou je téměř konstantní přenosová rychlost a velmi dobrá odolnost proti rušení okolní komunikací a rovněž teoretická nemožnost rušení ostatních spojů. Problémem je ovšem jednak nutnost viditelného spojení (např. hustá mlha či déšť mohou optický přenos přerušit [9]) a dále opět nutnost investic ze strany majitelů a provozovatelů komunikačních sítí.

Dále existuje možnost eliminovat negativní vliv radioreléových spojů na radarová měření pomocí matematického zpracování radarových snímků. Čili automaticky zpracovat každý radarový snímek, detekovat negativní jevy a autonomně je eliminovat. Touto cestou se budeme ubírat i my.

6 Zhodnocení

Rušení meteorologických radiolokátorů ČHMÚ od radioreléových spojů trvá již od roku 2005 a vše nasvědčuje tomu, že situace se ještě pár let nezmění. Je proto nutné začít se

zabývat způsoby detekce a eliminace negativních vlivů radioreléových spojů na úrovni zpracování radarových snímků.

Prvním problémem bude negativní jevy správně detekovat tak, aby např. nedošlo k záměně se skutečnou srážkovou oblačností. Druhým problémem potom bude tyto jevy vhodně eliminovat a správně rozhodnout, nezakrývají-li např. opět právě skutečnou oblačnost. Celý algoritmus vyhodnocení musí být navíc univerzálně platný pro každý snímek, přičemž každých 10 minut ČHMÚ produkuje snímek nový.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory Fondu rozvoje vysokých škol Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy České republiky č. 211/2009/G1.

Seznam literatury

- [1] CHMELA, Ladislav. *Automatická analýza meteorologické situace*. Praha, 2008. 85 s. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Burčík, Ph.D.
- [2] CHMELA, Ladislav; BURČÍK, Jaroslav. Meteorological Image Processing in Automated Systems. In *Proceedings of IWSSIP 2008. 15th International Conference on Systems, Signals and Image Processing*. Bratislava: Slovak University of Technology in Bratislava, 2008. p. 527-530. ISBN 978-80-227-2856-0.
- [3] *Oddělení radarových měření ČHMÚ* [online]. ČHMÚ, 1997-2007, 14.8.2007 [cit. 2009-05-31]. Dostupné z <http://www.chmi.cz/meteo/rad/>.
- [4] WIMMER, Miloš, ČÍŽEK, Jaroslav. *Soudobé trendy v oblasti moderních bezdrátových spojů* [online]. CESNET, 2005 [cit. 2009-06-09]. Dostupné z <http://www.cesnet.cz/doc/techzpravy/2005/trendy/>.
- [5] *Všeobecné oprávnění ČTÚ č. VO-R/12/08.2005-34 k využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení pro širokopásmový přenos dat na principu rozprostřeného spektra nebo OFDM v pásmech 2,4 GHz a 5 GHz* [online]. ČTU, 2005 [cit. 2009-06-09]. Dostupné z http://www.ctu.cz/1/download/Opatreni_obecne_povahy/VO_R_12_08_2005_34.pdf.
- [6] HAVRÁNEK, Petr, ŽEJDLÍK, Tomáš, NOVÁK, Petr. *Systematické rušení české meteorologické radarové sítě CZRAD zařízeními RLAN* [online]. Praha: ČHMÚ, 2007, 7. února 2008 [cit. 2009-06-09]. Dostupné z http://www.chmi.cz/meteo/olm/Let_met/_tmp/ruseni_radaru.htm.
- [7] MOŠ, Pavel. Meteorologové museli přeladit radar, kvůli internetu. *Prostějovský deník* [online]. 2009 [cit. 2009-06-09]. Dostupné z http://prostejovsky.denik.cz/zpravy_region/meteorologove-museli-preladit-radar-kvuli-internet.html.
- [8] KULHAVÝ, Karel, et al. *Ronja FSO spoj jako řešení zarušení bezdrátové sítě* [online]. c1998-2008 [cit. 2009-06-09]. Dostupné z http://ronja.twibright.com/interference_cz.php.
- [9] NĚMEC, Filip. *Ronja* [online]. 2008 [cit. 2009-06-09]. Dostupné z <http://www.chrudim2000.cz/ronja/>.