

MERANIE RÝCHLOSTI A SMERU VETROV POMOCOU SODARU

BRODNIANSKÁ Zuzana, SR

Resumé

V príspevku je popísaný spôsob merania rýchlosti a smeru vetrov pomocou Sodaru, doplnený meraním teplotnej štruktúry v atmosfére. Pohyb znečisťujúcich látok v atmosfére je ovplyvnený pohybom vzduchu a preto majú Sodary veľký význam pri meraní rýchlosti vzduchu a jeho smeru. Príspevok poskytne študentom stručný a jasný popis princípu činnosti uvedeného zariadenia, ktorý môžu využiť napr. pri štúdiu predmetu Technické prostriedky merania a monitorovania.

Kľúčové slová: Sodar, znečisťujúce látky, atmosféra, rýchlosť a smer vetra.

THE MEASUREMENT OF WIND SPEED AND DIRECTION BY SODAR

Abstract

In the present contribution measurement method of wind speed and direction and thermal structure at the atmosphere by Sodar is described. The movement of pollutants in the atmosphere is affected by air movements and therefore is of great importance in measuring wind speed and direction. This contribution will provide brief and clear description of operating principle that device. Student can use this description in the Technical Means of Measuring and Monitoring subject.

Key words: Sodar, pollutants, atmosphere, wind speed and direction.

1 Úvod

Znečistenie ovzdušia je aktuálnym problémom celej ľudskej populácie, preto je potrebné, aby sa na riešení tohto problému podieľali všetky krajiny sveta. Najčastejšími škodlivinami obsiahnutými v atmosfére sú produkty spaľovania tuhých, kvapalných a plyných palív – oxidy síry, oxidy dusíka, oxid uhoľnatý a tuhé látky. Z rôznych druhov priemyselnej výroby vznikajú škodliviny ako sú napr. kyselina chlorovodíková, ťažké kovy, organické látky atď. [1].

Pohyb znečisťujúcich látok v atmosfére pozostáva z pohybu samotného vzduchu a relatívneho pohybu znečisťujúcich látok, pričom ich pohyb v dymovej vlečke podlieha turbulentnej difúzii, konvekcie a vplyvu gravitačnej sily. Vertikálny pohyb vzduchu vplýva na mnoho atmosférických procesov, na vytváranie mrakov, vznik zrážok a rozptyl znečisťujúcich látok. V prípade, že je atmosféra stabilná, vertikálny pohyb vzduchu je obmedzený a znečisťujúce látky sa hromadia okolo zdrojov znečistenia a nerozptyľujú sa. V prípade nestabilnej atmosféry podporuje vertikálny pohyb vzduchu rozptyl znečisťujúcich látok [2].

2 Princíp činnosti Sodaru

SODAR (Sonic Detection and Ranging) je akustický systém určený pre meranie rýchlosti a smeru vetrov v atmosfére do výšky až cca 1 500 m. Pri meraní využíva zvukové vlny prevažne vo frekvenčnom rozsahu počuteľných vlnových dĺžok [3].

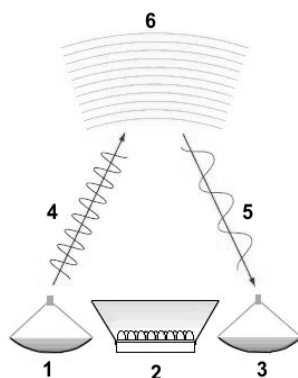
Podobne to môžeme aplikovať aj na prípad, kedy je zdroj zvukových vln nehybný a pohybuje sa len pozorovateľ, ako je to v našom prípade, kedy zdrojom zvukových vln je vysielacie zariadenie Sodarů a pozorovateľom sú pohybujúce sa teplotné nehomogenity v atmosfére. Dopplerovský posun frekvencie je potom definovaný:

$$f_d = \pm f_o \cdot \frac{2 \cdot v}{c} \cos \varphi \quad (1)$$

kde, f_o - vyslaná frekvencia z vysielacieho zariadenia (Hz),
 v - rýchlosť prúdenia vzduchu ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),
 c - rýchlosť šírenia zvuku ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),
 φ - uhol medzi smerom dopadu vlny a smerom pohybu ($^\circ$),
+ znamená pohyb smerom k sonde,
- znamená pohyb smerom od sondy [4].

3 Určenie teplotnej štruktúry v atmosfére

Ak okrem rýchlosti a smeru prúdenia vzduchu potrebujeme zisťovať aj teplotný profil v atmosfére, na ten účel možno využiť systém uvedený na obr. 2. Pozostáva z parabolického vysielacieho (1) a prijímacieho (3) zariadenia rádiových vln, medzi ktorými sa nachádza vysielacie (prijímacie) zariadenie zvukových vln (2). Princíp činnosti je založený na odraze rádiových vln, vyslaných z vysielateľa, od zvukových vln (6) generovaných Sodarom. Dopplerov posun frekvencie odrazených vln závisí od teploty.



Obr. 2: Systém pre určenie teplotnej štruktúry v atmosfére

1 – vysielacie zariadenie rádiových vln, 2 – vysielateľ (prijímač) zvukových vln, 3 – prijímacie zariadenie rádiových vln, 4 – vyslané rádiové vlny, 5 – odrazené rádiové vlny od zvukových vln, 6 – zvukové vlny

V ďalšej časti príspevku sú spomenuté výhody a nevýhody použitia Sodarů v porovnaní s meteorologickými vysokými vežami obsahujúcimi senzory pre meranie rýchlosti vetra a teploty. Medzi výhody patrí fakt, že sodarový systém môže byť nainštalovaný v krátkom čase v porovnaní s vysokými vežami. Ďalšou výhodou sodarových systémov je získanie údajov aj vo väčších výškach atmosféry. Výškový limit pre meteorologické veže je okolo 150 m a Sodary sú schopné poskytovať spoľahlivé údaje aj nad touto hodnotou.

Nevýhodou sodarových systémov je pomerne vysoká intenzita zvukových signálov a preto sú využívané len v málo obývaných miestach, pri veľkých podnikoch, na letiskách atď. Ďalším negatívom je fakt, že sodarový systém neposkytuje úplne správne hodnoty počas silných zrážok. Nevýhodou systému sú pomerne veľké rozmery a hmotnosť zariadenia [5].

4 Záver

Zisťovanie pohybu znečisťujúcich látok v atmosfére má veľký praktický význam či už z technickej alebo hygienickej stránky. Sodary umožňujú merať rýchlosť a smer vetrov v atmosfére a tým napr. predpovedať pohyb znečisťujúcich látok nad obývané územia. Okrem rýchlosti a smeru prúdenia vzduchu nám umožňujú zisťovať aj teplotný profil v atmosfére. Veľký význam majú Sodary tiež pre oblasť veternej energetiky, kde umožňujú získať predstavu o turbulentnom správaní sa vzduchového objemu v blízkosti prekážok a nad prekážkami.

5 Literatúra

1. ČERNECKÝ, J. – NEUPAUEROVÁ, A.: *Technika ochrany ovzdušia*. 1. vyd. Zvolen: Vydavateľstvo Technickej univerzity, 2009, 200 s. ISBN 978-80-228-2098-1.
2. Doppler SODAR REMTECH PA2 [online], [cit. 20. apríla 2010], dostupné na internete: <<http://www.chmu.cz/meteo/opss/ojez/sodar.html>>.
3. ČERNECKÝ, J.: *Technické prostriedky merania a monitorovania*. 1. vyd. Zvolen: Vydavateľstvo Technickej univerzity, 2005, 91 s. ISBN 80-228-1439-3.
4. Katedra rádioelektroniky FEI STU Bratislava – materiály k výučbe [online], [cit. 26. Apríla 2010], dostupné na internete: <http://kre.elf.stuba.sk/~pucik/dms/DMSM_ultrazvuk.pdf> .
5. Černecký, J. – Koniar, J.: Diaľkové monitorovanie ovzdušia. In: *Monografie z mezinárodní konference Trendy ve vzdělávání 2008*. Díl I. 4, - 5, června 2008. VOTOBIA Olomouc, 2008 ISBN 978-80-7220-311-6.

Príspevok je riešený v rámci grantového projektu KEGA MŠ SR, č. projektu: 3/6431/08.

Lektoroval: doc. RNDr. Milada Gajtanska, CSc.

Kontaktná adresa:

Zuzana Brodnianská, Ing.,
Katedra environmentálnej techniky,
Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky,
Technická univerzita vo Zvolene,
Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR,
tel. 00421455206678,
e-mail: brodnianska@vsld.tuzvo.sk