

# SID monitor a registrácia slnečných erupcií v Hlohovci

*J. Karlovský, Hvezdáreň a planetárium M.R.Štefánika Hlohovec, solarobserver@gmail.com*

*V. Karlovský, Hvezdáreň a planetárium M.R.Štefánika Hlohovec, astrokar@gmail.com*

## Abstrakt

SID monitor je zariadenie na registráciu röntgenových slnečných erupcií, kde sa zaznamenávajú zmeny intenzity nosnej vlny vzdialeného VLF vysielača, odrazenej od ionosféry. Skúsenosti ukazujú možnosti registrácie slnečných erupcií B4 a silnejších (v škále GOES 14). Na registráciu boli použité nosné vlny vysielačov Rhauderfehn (Nemecko) DHO38 23,4 kHz s výkonom 500 kW a Isola di Tavolara (Taliansko) ICV 20,27 kHz s výkonom 43 kW

## 1. ÚVOD

SID monitor je prijímač rádiových vln pre frekvencie v rozsahu 3 – 30 kHz. Prijímače na registráciu náhlych ionosférických porúch (SID – Sudden Ionospheric Disturbance) bývajú väčšinou naladené fixne na danú frekvenciu a sú určené pre amplitúdovú moduláciu. Z pochopiteľných dôvodov nemajú automatické vyrovnávanie zisku (AVL). SID monitor má jednak zvukový výstup, podobne ako bežný rádioprijímač, ale je k dispozícii dátový výstup, na ktorom napätie reprezentuje intenzitu prijímaného signálu. Napätie sa zaznamenáva pomocou analógového zapisovača, alebo pomocou počítača s A/D prevodníkom. SID monitor má nastaviteľné zosilnenie signálu na predzosilňovači a na zosilňovači.

## 2. METÓDA

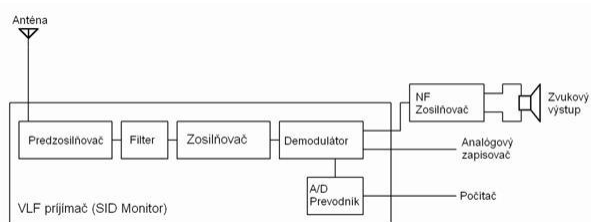
Registrácia slnečných röntgenových erupcií prebieha tak, že vyžiarené röntgenové žiarenie zo Slnka zvýši ionizáciu D vrstvy ionosféry (Bruzek A., Durrant C.J., 1983), čo sa prejaví vznikom náhlej ionosférickej poruchy. Vtedy nastáva zvýšenie odrazu LF a VLF (rádiových vln s malou a veľmi malou frekvenciou) rádiových vln. Registrujeme VLF signál vysielača, ktorý je odrazený od D vrstvy ionosféry, a teda potrebujeme vysielač, ktorý je vzdialený od prijímača aspoň 600 – 800 km, aby sme neprijímali priamu vlnu ani priestorovú vlnu od vysielača. Intenzita signálu sa mení počas dňa. V noci D vrstva ionosféry zaniká a signál sa odráža od E vrstvy a jeho intenzita zvyčajne stúpane. Počas východu Slnka D vrstva pomaly vzniká, prejavom je pokles signálu. Počas dňa intenzita signálu rastie

až do poludnia, čo je spôsobované zvyšovaním ionizácie v D vrstve slnečným žiarením, potom opäť klesá až do minima pri západe Slnka a zániku D vrstvy, po ktorom sa opäť zvýši. Náhla ionosférická porucha (SID) môže spôsobiť aj tzv. fázovú anomáliu, kedy sa intenzita signálu prudko zmení. Všeobecne nárastom ionizácie stúpane aj intenzita VLF odrazeného signálu. Sú však aj prípady, kedy dochádza k poklesu intenzity prijímaného signálu.

## 3. SID MONITOR

Prvý SID monitor používaný na hvezdární v Hlohovci bol zostavený podľa projektu Stanfordskej univerzity v USA. Informácie sú na stránke Stanford Solar Center (SSC): <http://solar-center.stanford.edu/SID/sidmonitor/>. Ďalšie dva SID monitory (celkove pracujú 3 zariadenia) boli zostavené podľa informácií, prístupných na webovej stránke Lionela Loudeta, Loudet L., 2009 <http://sidstation.lionelloudet.homedns.org/hw-en.shtml>

Zapojenie SID monitora môžeme v zásade rozdeliť na 8 základných častí (obvodov): Napájanie, predzosilňovač, filter s IO MAX275, zosilňovač, demodulátor, audio výstup, dátový analógový výstup, A/D prevodník. Prvý SID monitor je naladený na vysielač ICV Isola di Tavolara, Taliansko, s frekvenciou 20,27 kHz a s výkonom 43 kW. Druhý prijímač je naladený na vysielač DHO38 Rhauderfehn, Nemecko, s frekvenciou 23,4 kHz a s výkonom 500 kW. Ďalšie dva prijímače momentálne prijímajú signál od vysielačov NSY Niscemi, Taliansko, 45,9 kHz, a TBB Bafa, Turecko, 26,7 kHz. Bloková schéma SID monitora je na obrázku č.1.



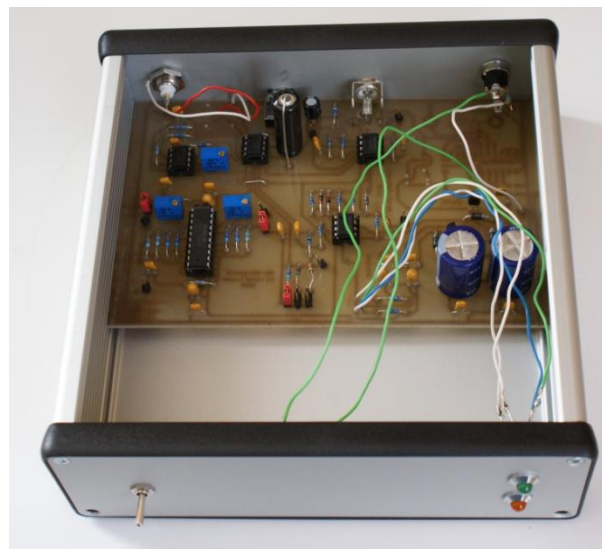
**Obr. 1** Bloková schéma SID monitora.



**Obr.2** SID monitor (podľa Stanford Solar Center).



**Obr. 3** SID monitor, pohľad spredu a zozadu.



**Obr. 4** SID monitor (podľa Lionela Loudeta).

Ďalšou dôležitou súčasťou je A/D prevodník. Slúži na prevod analógového signálu na digitálny, ktorý už môžeme spracovať v počítači. Na Hvezdární v Hlohovci používame prevodník s IO MAX186. Tento nám ponúka 8 analógových vstupov, čo nám umožňuje pozorovať viac VLF kanálov naraz a taktiež môžeme tento A/D prevodník použiť aj pri iných projektoch. Prevodník je 12-bitový čo v rozsahu 0 - 4,095 V znamená, že dokáže rozlíšiť zmenu v intenzite signálu o 1 mV. K počítaču sa pripája cez paralelný port (LPT1). Prevodník sme zostrojili podľa schémy na stránke: <http://radiosky.com/skypipehelp/V2/skypipe8channeleADC.html>.



**Obr. 5** Osemkanálový A/D prevodník.

#### 4. ANTÉNA

Anténa pre SID monitor je veľmi dôležitou súčasťou pri monitorovaní slnečných erupcií. Používame rámovú anténu 2 x 2 metre, s celkovou dĺžkou medeného drôtu 200 m (priemer 0,75 mm). Jej efektívna plocha je 104 m<sup>2</sup>. Čím je anténa väčšia, tým je príjem signálu kvalitnejší. Nie je vhodné vyrobiť príliš malú anténu, lebo obyčajne z výsledkov býva vidieť, že je možná registrácia iba mohutných slnečných erupcií. Anténa má byť nasmerovaná na vysielač tak, aby os závitov bola kolmá k smeru na vysielač, pretože anténa registruje magnetickú zložku elektromagnetického žiarenia.



Obr. 6 Rámová anténa pre príjem VLF signálu

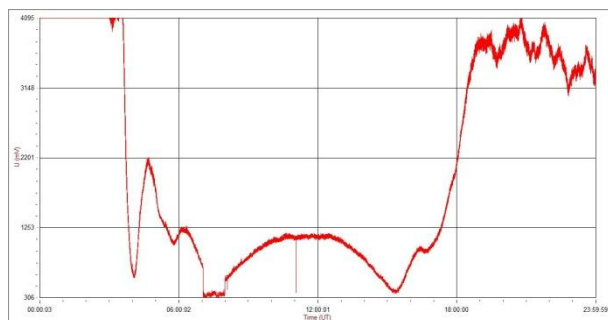
#### 5. DÁTA

Príjmaný signál zo SID monitoru bol najprv registrovaný pomocou analógového lineárneho zapisovača, neskôr pomocou A/D prevodníka a počítača s programom Radio-SkyPipe <http://www.radiosky.com>

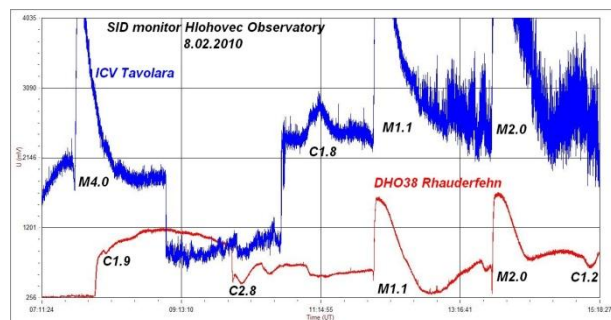
Prvé zaznamenané erupcie na Slnku boli z 27.10.2009 a boli to erupcie C1.7, C1.4 a C1.1 z aktívnej oblasti NOAA 11029. Záznam bol overený pomocou meraní satelitu GOES 10.

#### 6. VÝSLEDKY

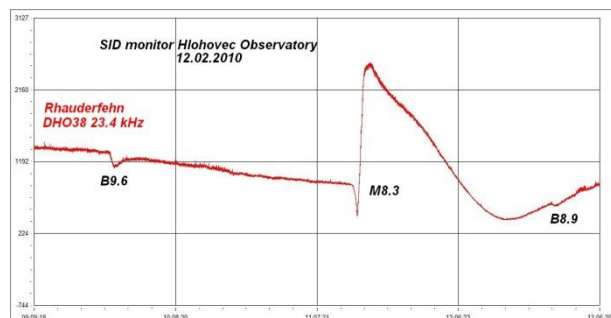
Na ďalších obrázkoch vidíme typický záznam denného chodu intenzity prijímaného signálu a niektorých erupcií, ktoré boli registrované na SID monitoroch ICV Tavolara a DHO38 Rhauderfehn.



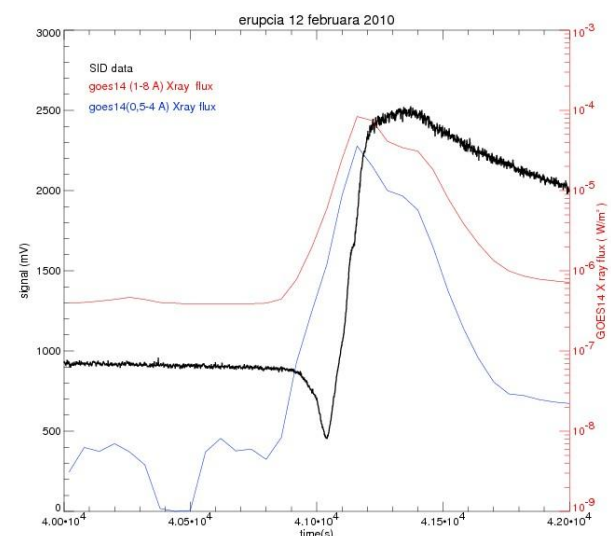
Obr. 7 Denný chod intenzity prijímaného signálu.



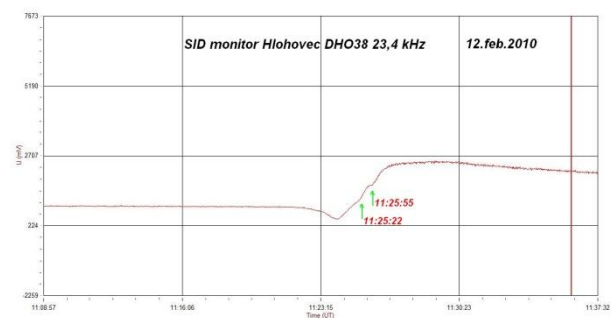
Obr. 8 Registrácia erupcií 8.02.2010.



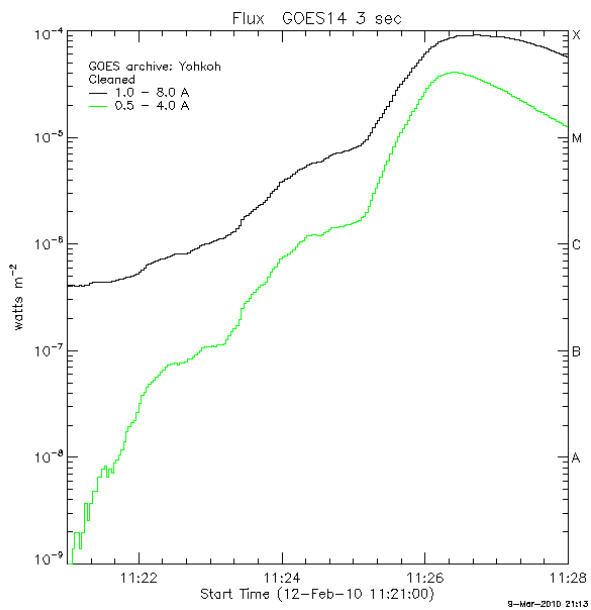
Obr. 9 Registrácia erupcií 12.02.2010.



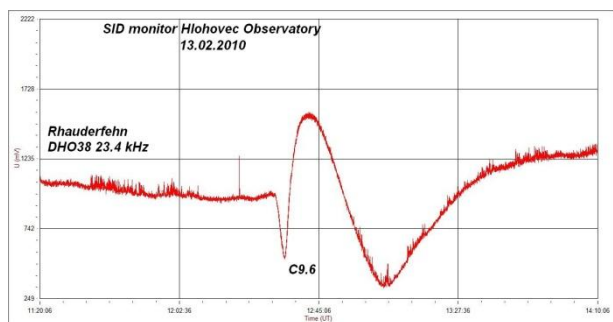
Obr. 10 Erupcia M8.3 z 12.02.2010 na SID monitore DHO38 v Hlohovci a na zázname satelitu GOES14.



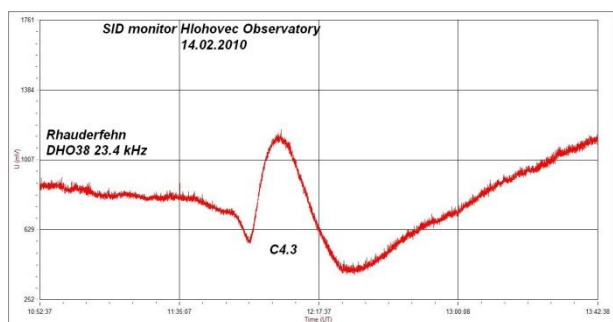
Obr. 11 Erupcia M8.3 12.02.2010- hrb na registrácii SID monitoru DHO38 v Hlohovci.



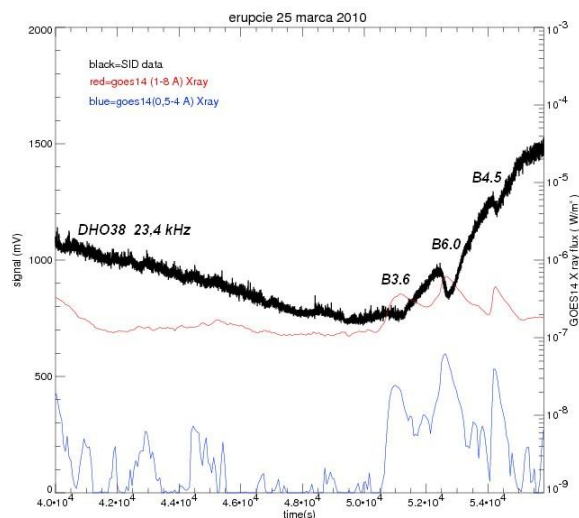
**Obr. 12 Erupcia M8.3 12.02.2010 - hrb na zázname satelitu GOES14 s 3 sekundovým rozlíšením.**



**Obr. 13 Registrácia erupcie z 13.02.2010.**



**Obr. 14 Registrácia erupcie z 14.02.2010.**



**Obr. 15 Registrácia zatiaľ najslabších erupcií z 25.03.2010.**

## 7. DISKUSIA A ZÁVER

Výsledky ukazujú, že registrácia slnečných erupcií pomocou SID monitorov je relatívne citlivá metóda. Porovnaním so záznamom toku v intervale vlnových dĺžok 1 – 8 Angström a 0.5 – 4 Angström satelitu GOES 14 sa ukazuje, že je možné registrovať bežne erupcie od triedy B9, za určitých okolností až od B4. Citlivosť registrácie slnečných erupcií dokumentuje aj registrovaný hrb na zázname zo SID monitora (obr.11), kde je rozlíšenie 1 sekunda, a porovnanie so záznamom satelitu GOES 14 s trojsekundovým rozlíšením (obr.12). Prípadné rušivé signály je možné vylúčiť porovnaním s ďalšími stanicami, ktoré využívajú SID monitory na rovnakých frekvenciách ako sú v Hlohovci. Zatiaľ porovnáваме naše záznamy so záznamami hviezdárne Partizánske a SID monitormi Rudolfa Slošiaru v Bojniciach. V pláne je vytvoriť slovensko – českú sieť SID monitorov, vítané sú nové stanice, ktoré by sieť rozšírili.

### Pod'akovanie

Ďakujeme RNDr. Jane Kašparovej PhD z AsU AVČR Ondřejov za poskytnutie záznamu zo satelitu GOES 14 s trojsekundovým rozlíšením pre erupciu z 12.02.2010 a tiež za informácie k programu SolarSoft.

### LITERATÚRA

- Bruzek A., Durrant C.J., 1983 Ilustrovaný slovník termínov Slnečnej a slnečno-zemskej fyziky (slovenský preklad Preložili: Knoška Š., Rušin V., Rybanský M.)
- Loudet L., 2009 <http://sidstation.lionelloudet.homedns.org/ionosphere-en.htm>