

Pozorovanie meteorov v SÚH

Peter Dolinský

Abstrakt

V predkladanej prednáške sú spomenuté základé charakteristiky a fyzikálne deje prebiehajúce pri vniknutí meteoroidov do atmosféry Zeme a vyvolávajúce jav meteoru. Pozorovania meteorov, najmä vizuálne majú dlhoročnú tradíciu na území bývalého Československa. Jedny z prvých pozorovaní meteorov na našom území sú spojené priamo s observatóriom v Hurbanove (Stará Ďala resp. Ó-Gyalla) a menom jej zakladateľa Dr. Mikuláša Thege Konkolyho. V prezentácii sú predstavené metódy pozorovania a prehľad výsledkov prevádzaných na Slovenskej Ústrednej Hvezdárni v Hurbanove najmä pomocou rádiového pozorovania meteorov na frekvenciách 50 a 143 MHz, ale aj video meteorov a záznamov spektier meteorov a meteorických stôp. Sú spomenuté aj pokusy o zaznamenávanie akustických prejavov najjasnejších meteorov v pásme infrazvukov.

Z histórie

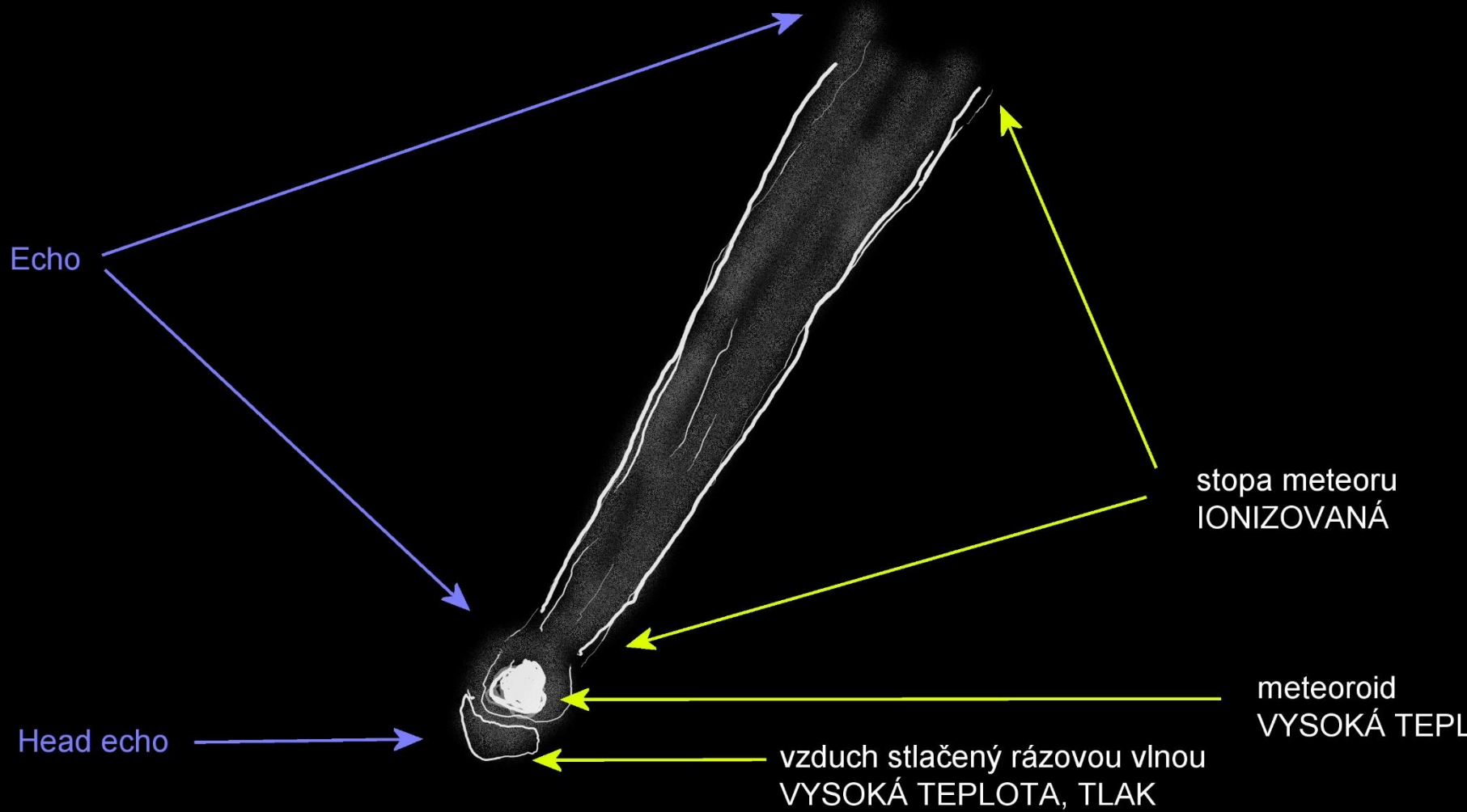
- 1871 α Capricornidy
objavil M. Thege Konkoly kresbou 6 meteorov
- 1874 κ Cygnidy
prvé pozorovania urobil M. Thege Konkoly

Fyzikálne deje

- rýchlosti sú od 11 do 72 km/s teda vysoko nadzvukové = hypersonické (Mach 33-200)
- pri prelete meteoroidu prichádza ku zrážkam častíc vzduchu s meteoroidom
- vo veľkých výškach, kde je riedka atmosféra dochádza k tzv. rozprašovaniu
- rozprašovanie je dej pri ktorom sú vyrážané častice meteoroidu nárazmi molekúl vzduchu

- v nižších vrstvách kde sa zvyšuje hustota vzduchu a rastie počet zrážok rozprášovanie prechádza v zahrievanie a tavenie meteoroidu
- neskôr nasleduje intenzívne odparovanie
- žiarenie meteoru
- vzniká nárazová vlna => zahrievanie a stláčanie vzduchu pred meteoroidom

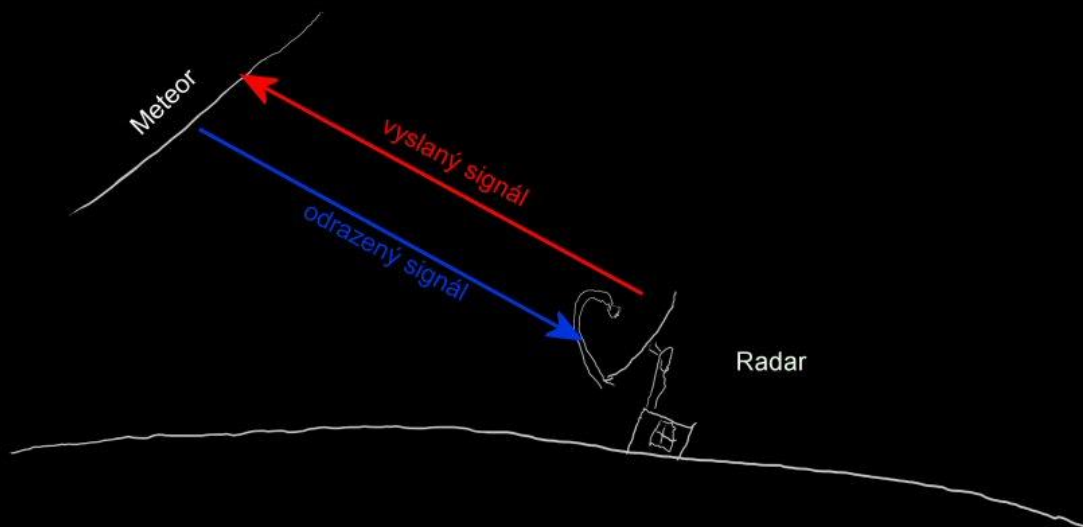
METEOR



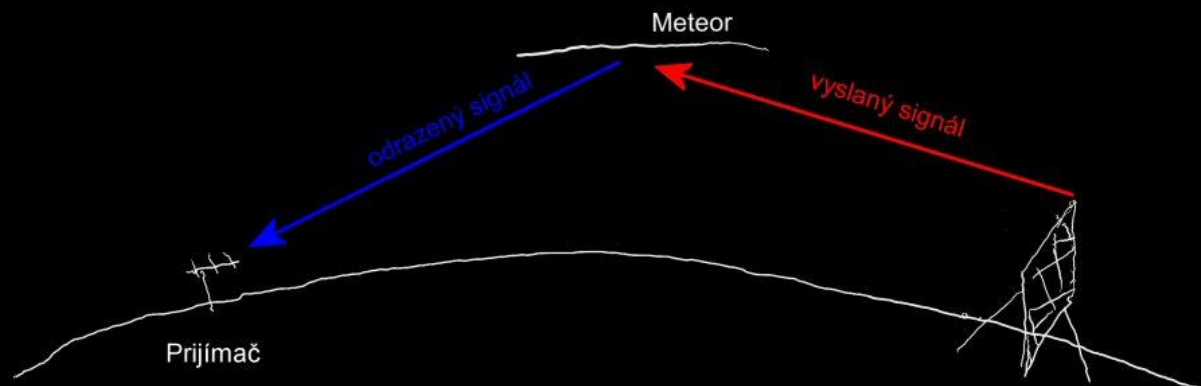
Rádiometeory

- pozorujeme rozptyl/odraz EM vlnenia na ionizovanej stope meteoru
- u niektorých pozorujeme Head Echo – odraz od oblasti stlačeného plynu v oblasti čela rázovej vlny
- Backscatter – vysielateľ TX a prijímač RX sú na tom istom mieste (alebo blízko seba)
- Forwardscatter – TX a RX sú ďaleko od seba

BACKSCATTER



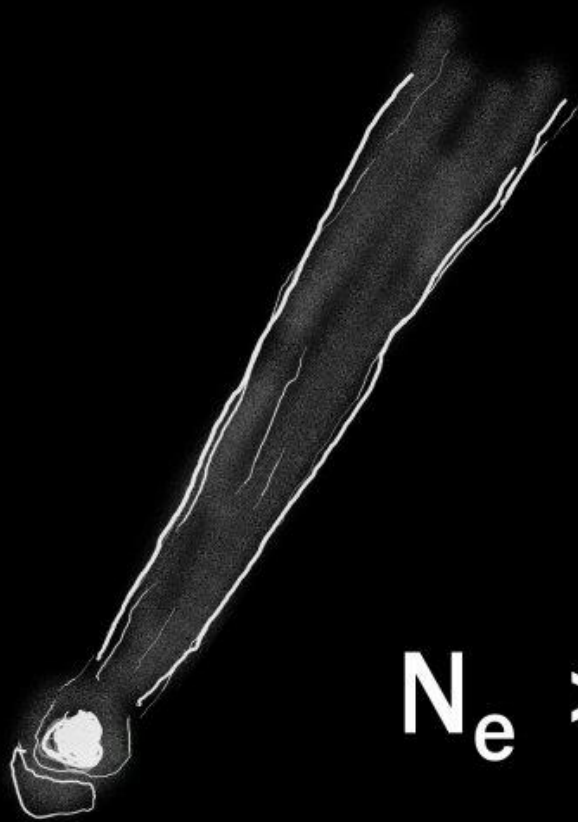
FORWARDSCATTER



METEOR

Echo

Head echo



$$f = 9 \sqrt{N_{ec}}$$

$$N_{ec} = f^2 / 81$$

$$[e/m^3] \quad [Hz]$$

$$N_e > N_{ec}$$

Overdense

$$N_e < N_{ec}$$

Underdense

Čím nižšia frekvencia, tým nám stačí na odraz menšia ionizácia.

- teda by sme zachytávali slabšie meteory

Má to ale 2 chyby

- pod 30 MHz nás bude rušiť ionosféra, ale môže rušiť (zriedkavo) až do 145 MHz

- antény majú veľké, až neúnosné rozmery

Treba kompromis, kde už ionosféra neruší intenzívne a kde je ešte dostatok odrazov od meteorov. Je to zhruba 50-100 MHz, pri veľkom výkone aj do 150 MHz.

Radarová rovnica

- BackScatter:

$$p = P \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma / (4 \cdot \pi)^3 \cdot R^4$$

- FWScatter:

$$p = P \cdot G_{RX} \cdot G_{TX} \cdot \lambda^2 \cdot \sigma / (4 \cdot \pi)^3 \cdot R_{RX}^2 \cdot R_{TX}^2$$

- P TX výkon, G zisk antény, σ efektívna plocha odrazu EM vlnenia na meteore, p výkon na vstupe RX

RR po dosadení σ a vzťahov pre ε_r ionizovaného valca

- $\sigma = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot (E_{\text{met}}/E_{\text{RX}})^2$
- $p = (P \cdot G^2 \cdot \lambda^2 / 32 \cdot \pi^2 \cdot R^3) \cdot (e^2 / mc^2)^2 \cdot \alpha^2 \cdot \exp(-8k^2 \cdot D \cdot t)$
- α elektrónová hustota dĺžková, D koeficient difúzie, $k = 2 \cdot \pi / \lambda$ je vlnové číslo

Povolenie na vysielanie je problematické, preto musíme využiť vhodné existujúce vysielace.

- využikeme najmä forwardscattering

Do úvahy prichádzajú :

- analógová TV (I. TV pásmo -norma B resp . I. a II. tv ppásmo nodma D)

- ~~- prakticky je to TV vysielateľ LVOV na Ukrajine, prípadne ďalšie v Rusku~~

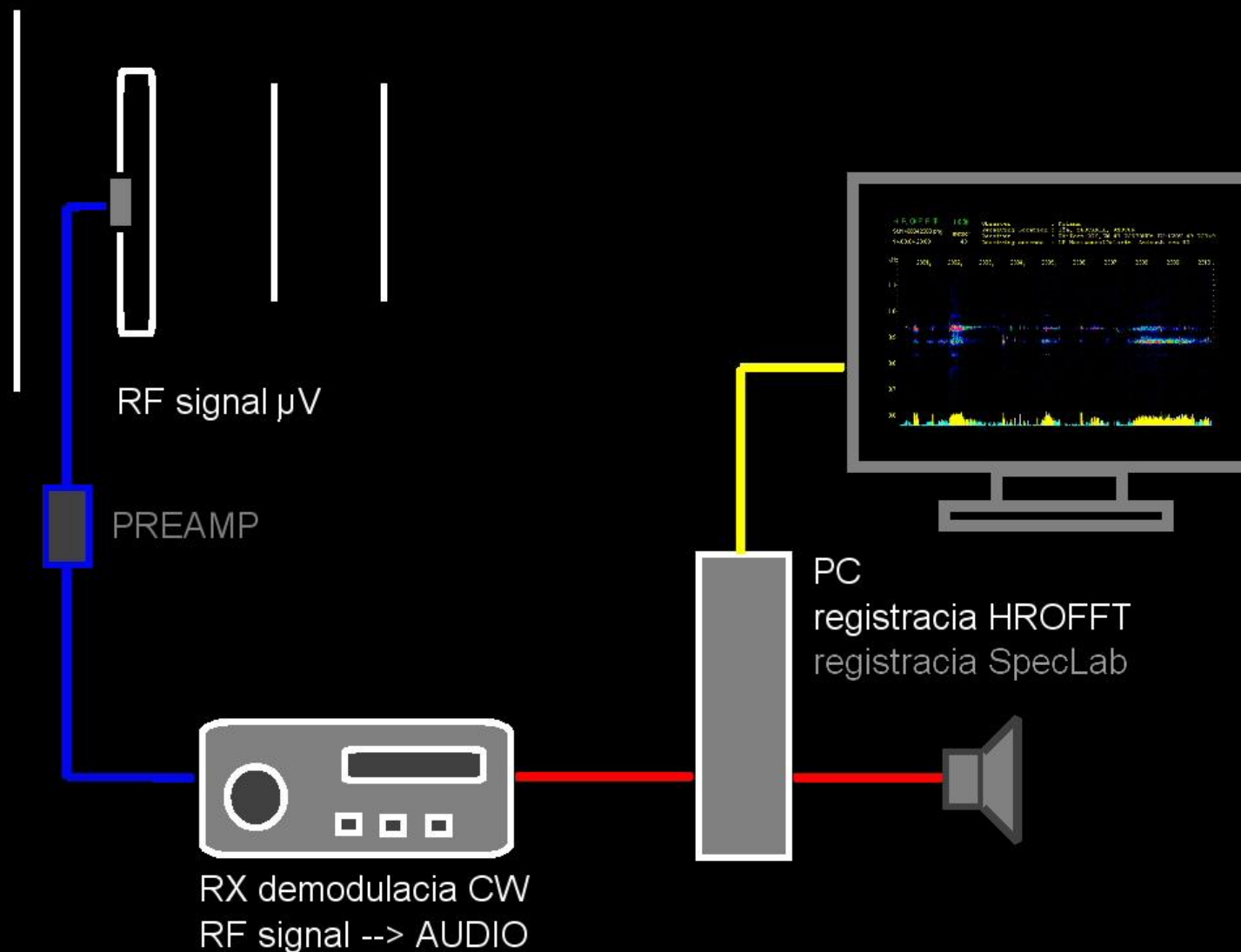
- vysielateľ na Kolonici okolo 47 MHz

- FM rádio 90 - 108 MHz

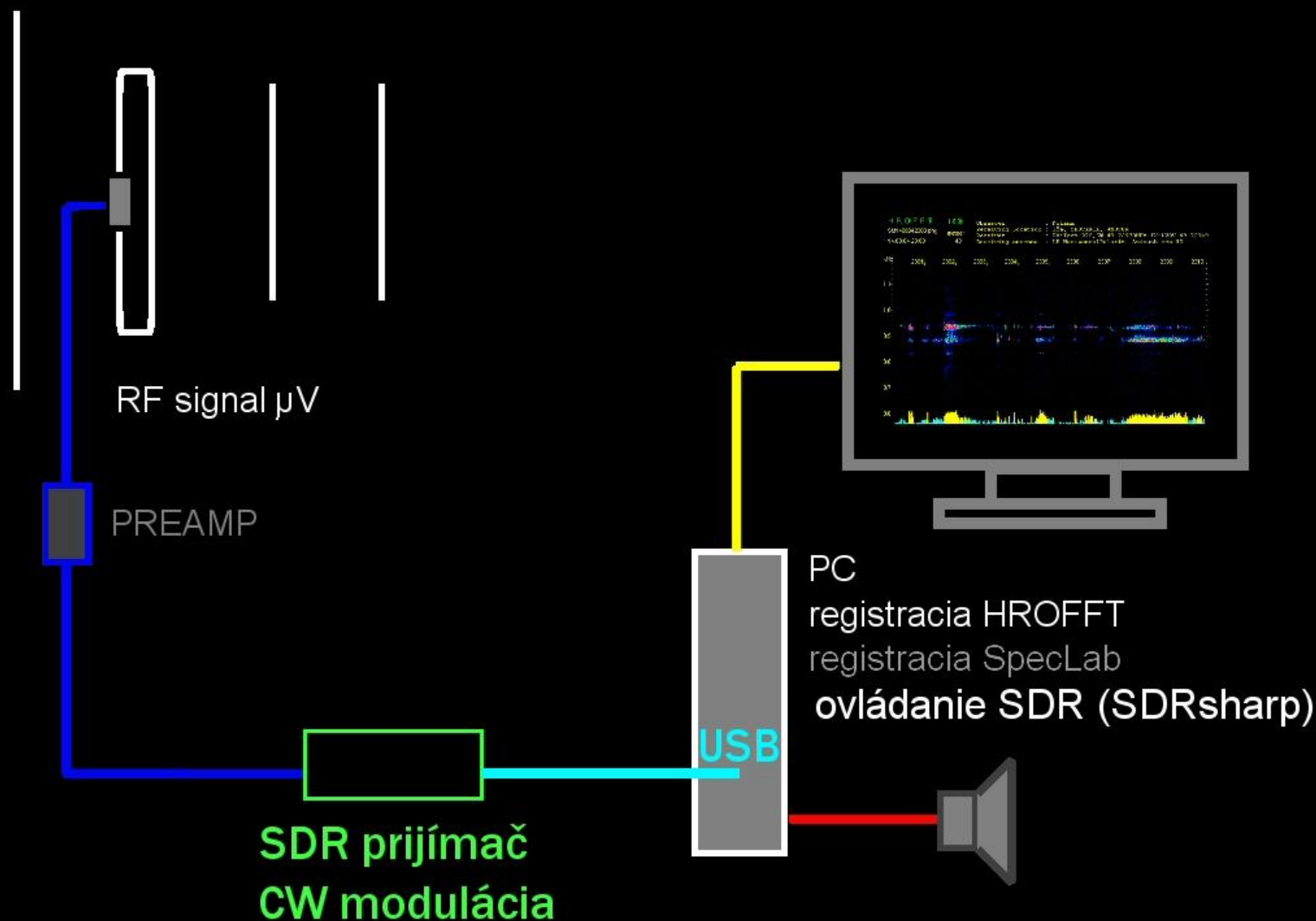
- GRAVES 143,05 MHz

- snád' aj letecké navigačné majáky VOR (108 - 118 MHz), malý výkon

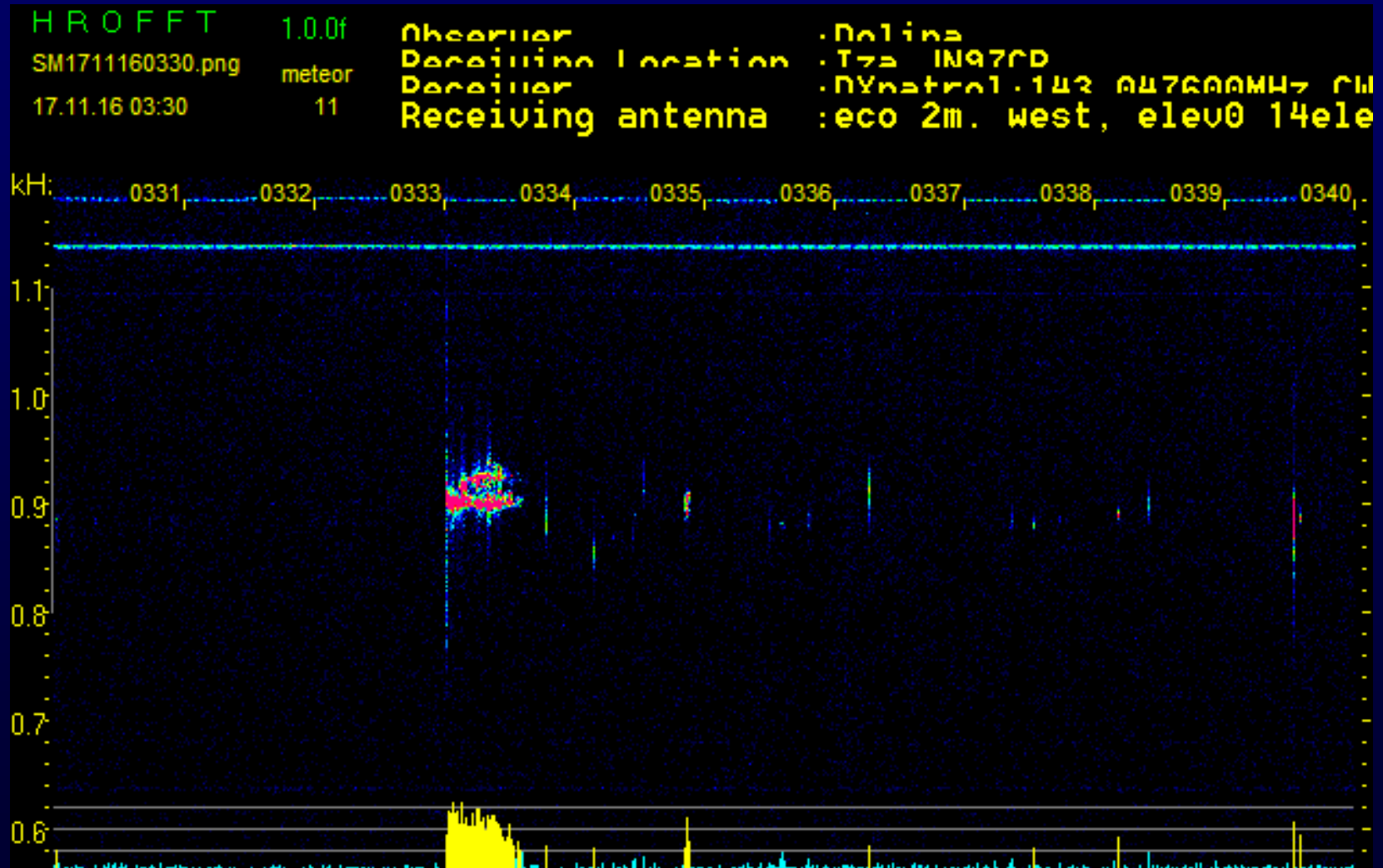
Zostava registrácie meteorov



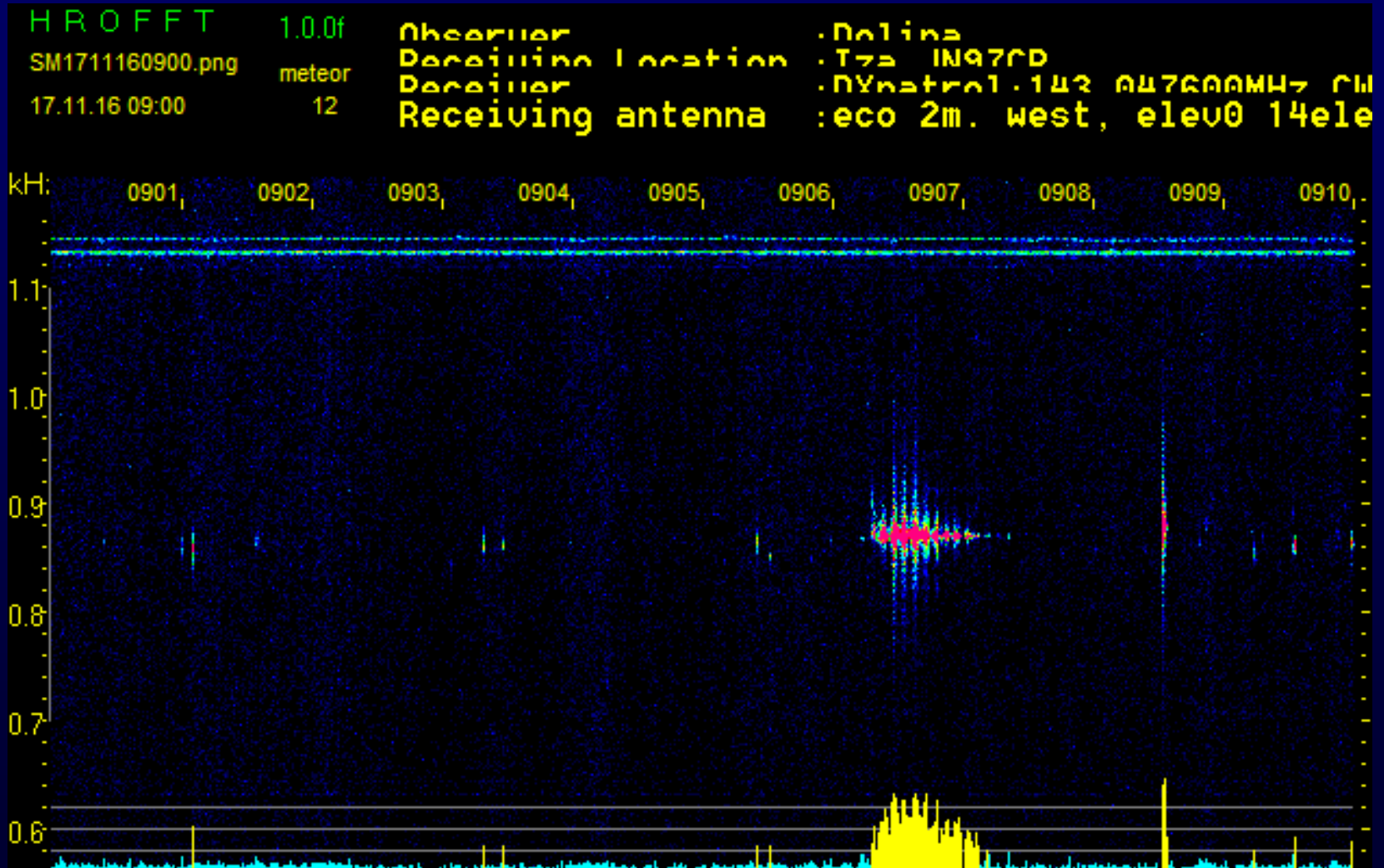
Zostava registrácie meteorov



Leonidy 2017



Leonidy 2017



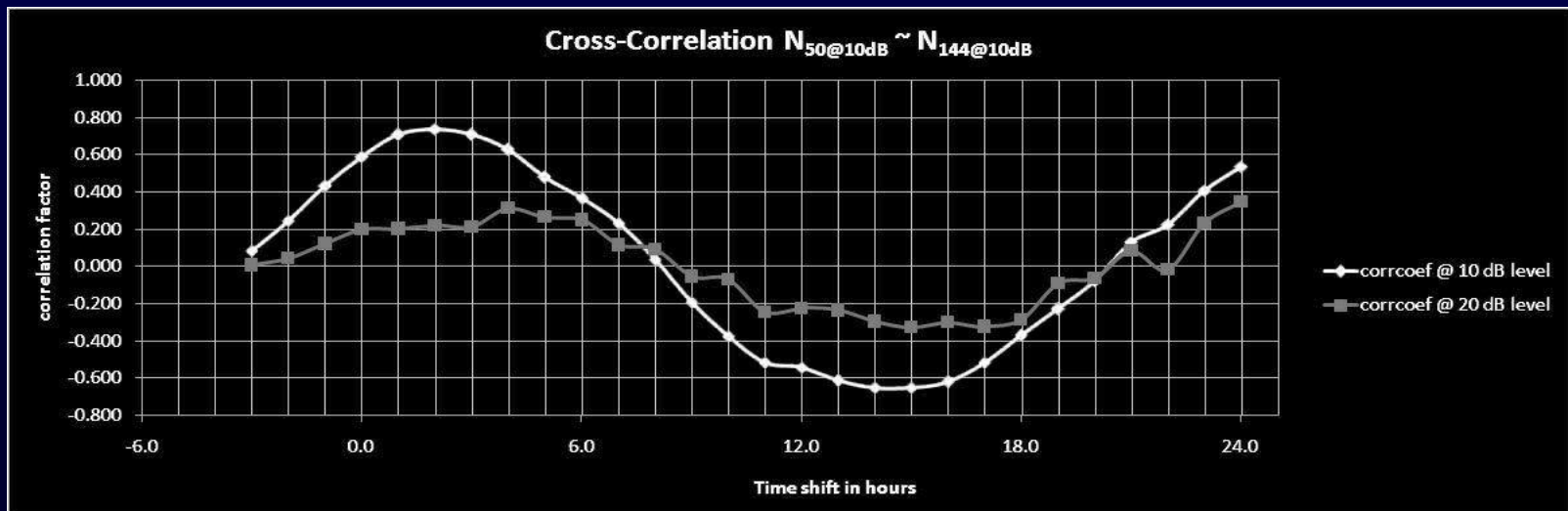
- časové rozlíšenie HROFFT je 1s/pixel
- nedostatočné na určovanie fyzikálnych charakteristík
- vhodné na určovanie početnosti
- na fyzikálne merania nutnosť použiť aspoň 10x vyššie časové rozlíšenie (SpecLab)
- Head echo = Dopplerov jav
- Fresnelove zóny

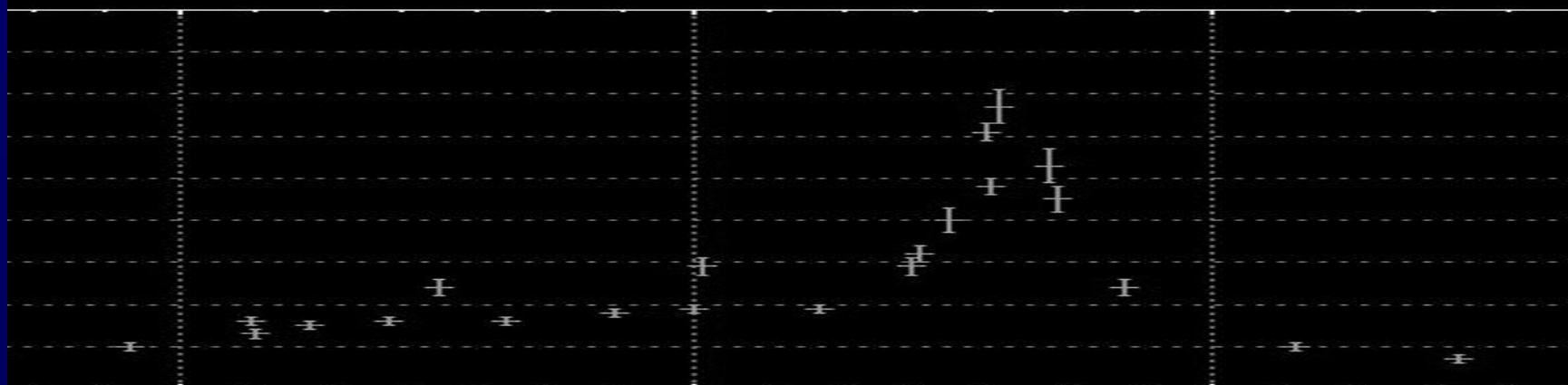
Výsledky

Report on Radio Observation of Meteors (Iža, Slovakia)

P. Dolinský, I. Dorotovič, M. Vidovenec

- použité 2 stanice 50 MHz a 143 MHz
- 50 MHz mieriaca na E, 143 MHz na W
- posun 2 hodiny => odrazy ako Back Scatter





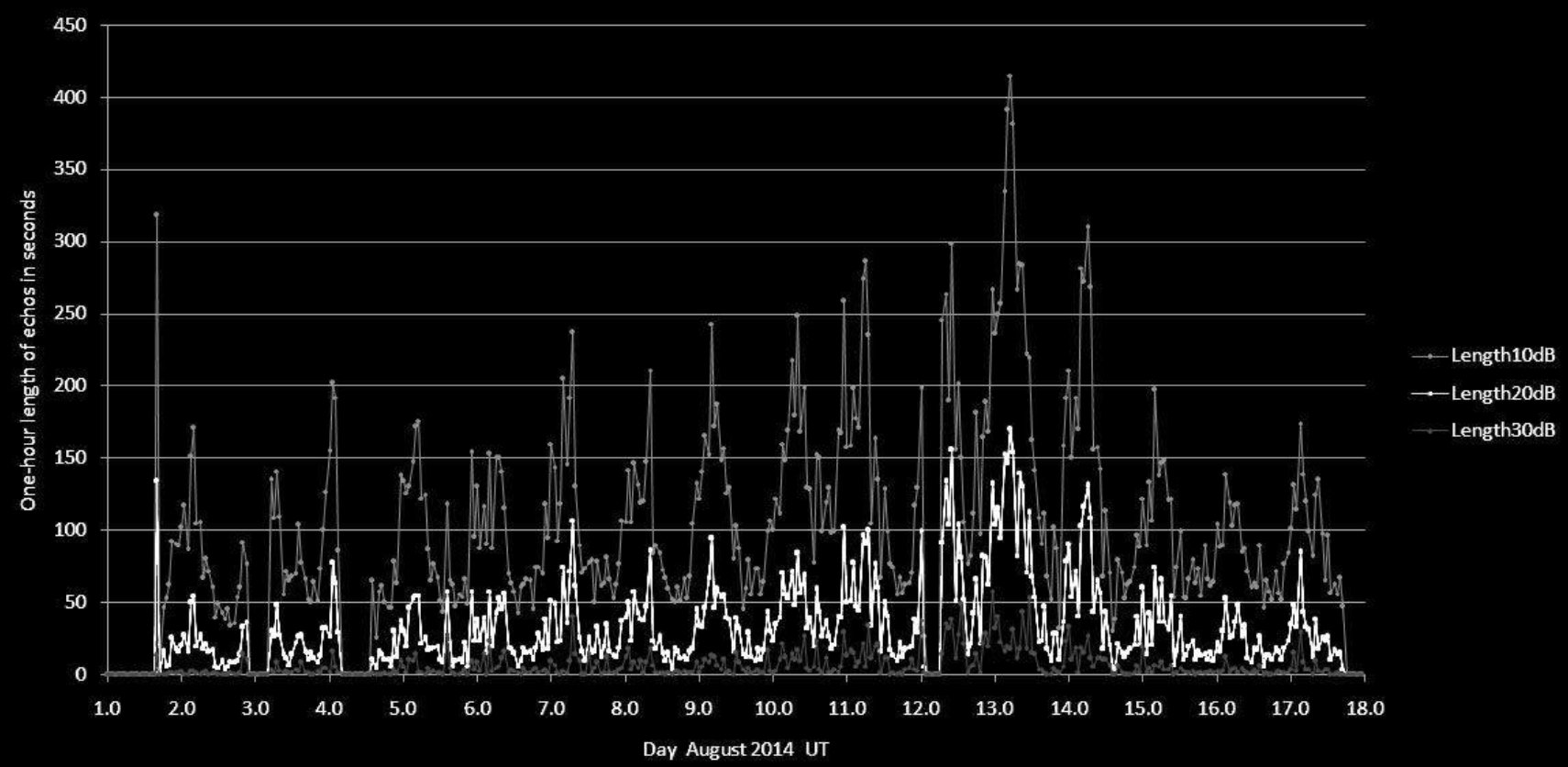
Aug 02
00:00

Aug 09
00:00

Aug 16
00:00

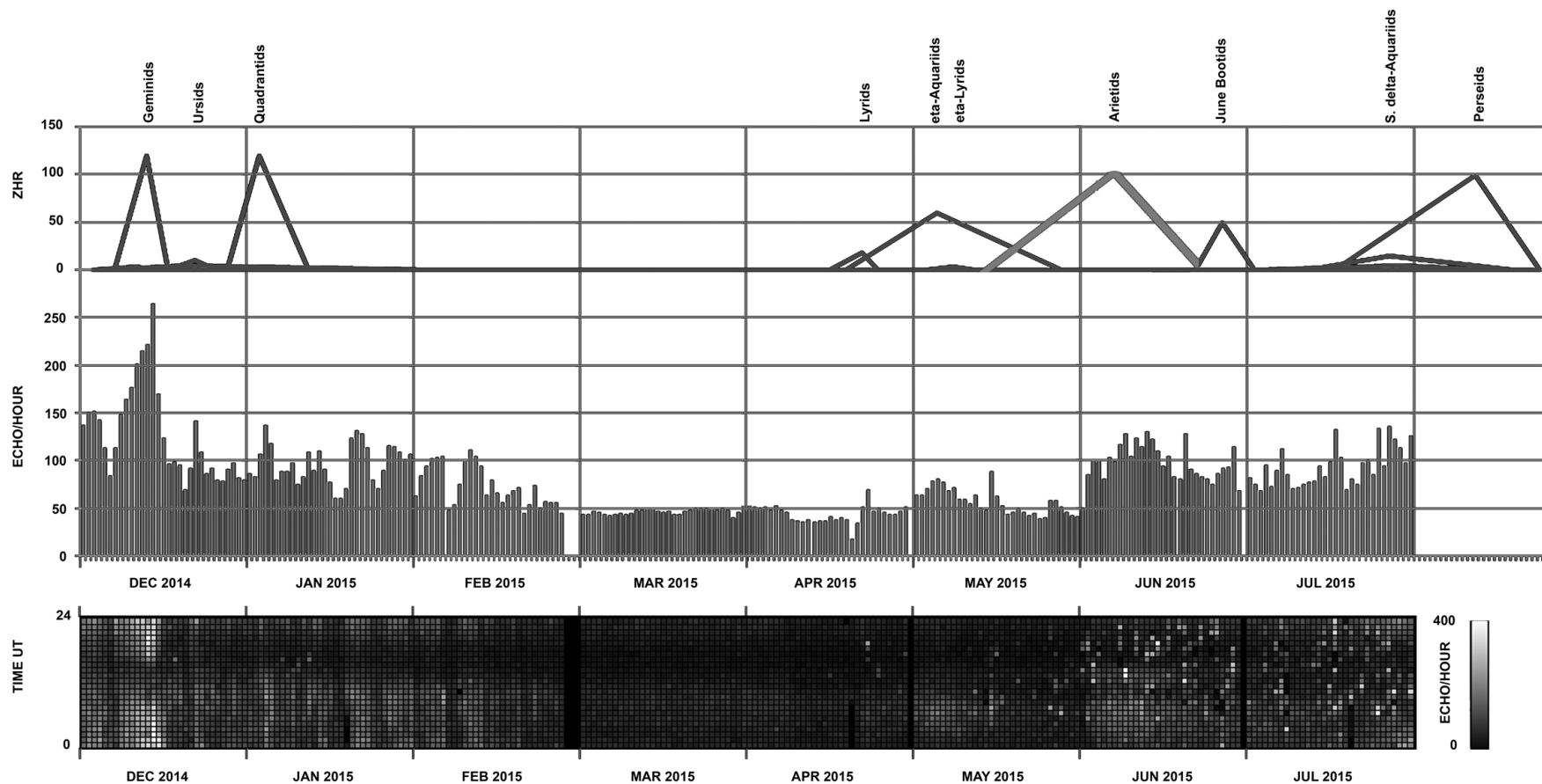
Time (UTC)

One-hour length of echos at 144 MHz



- Length10dB
- Length20dB
- Length30dB

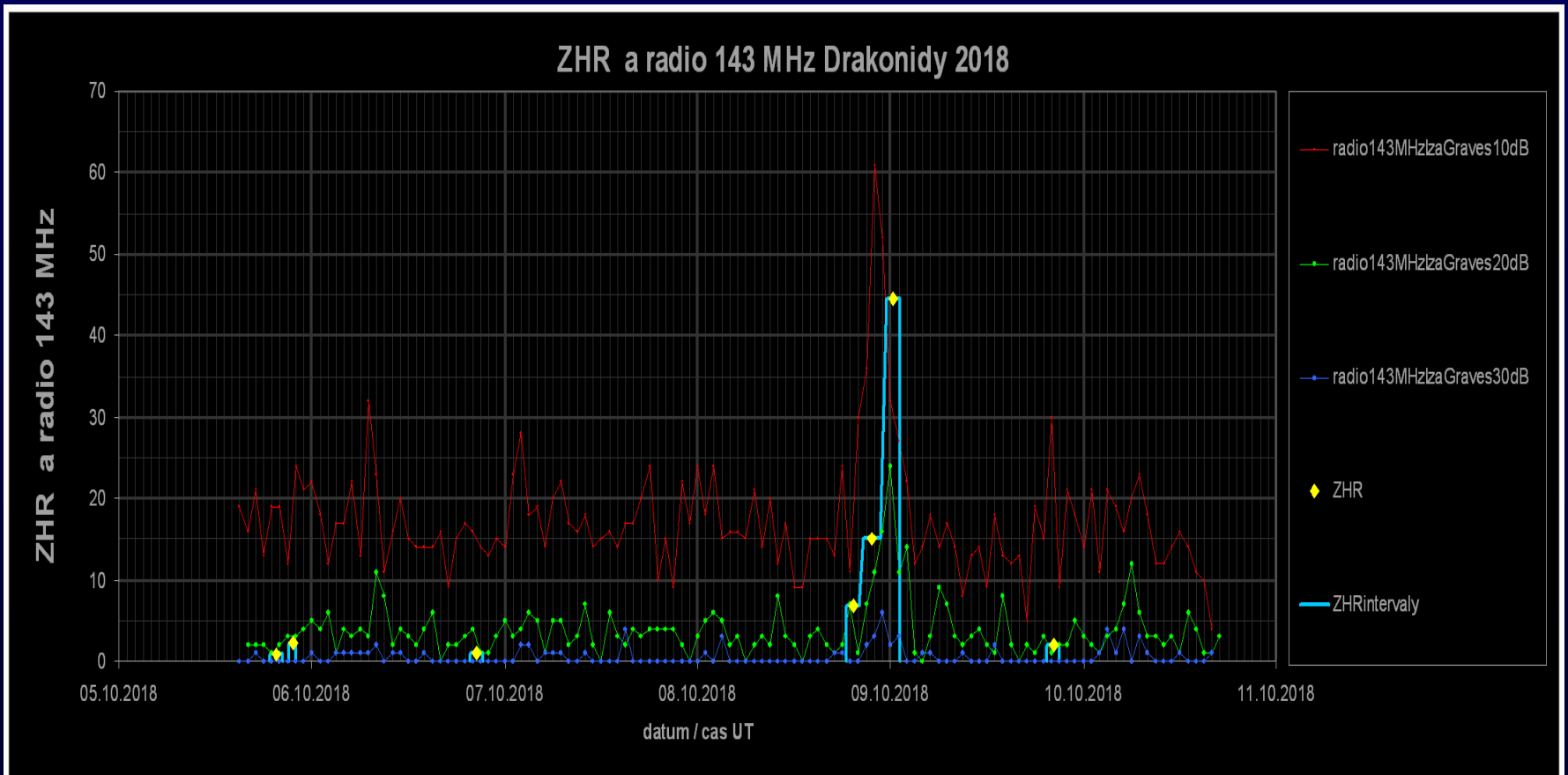
50 MHz záznamy dec. 2014 až júl 2015



- výsledky z roku 2019 prezentuje A.Nečas formou posteru. Je to doplnená verzia posteru z IMC 2019 s názvom:
- **Comparison of radio meteor observations during the period from 1 to 17 August 2019**
- v tejto práci porovnávame pozorovania z 50 MHz stanice a dvoch 143 MHz staníc (Hurbanovo, Iža, Vrbové) Na ilustráciu aj záznam z Hlohovca 143 MHz
- sú určené štatistické vzťahy medzi stanicami

Drakonidy 2018

- Drakonidy 2018 outburst, vizuálne a rádiové pozorovanie, Iža

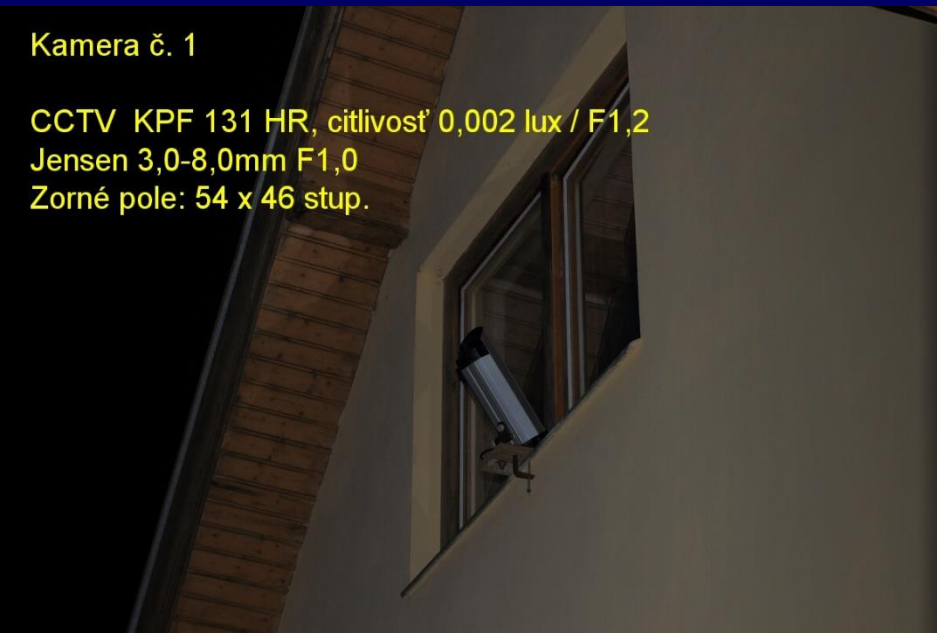


Videometeory

- záznamy videometeorov sa vykonávajú dvoma kamerami od jesene roku 2014
- nie sme zatiaľ v žiadnej meteorickej sieti kvôli absencii synchronizácie času
- tá bola vyriešená cez GPS a RPI časový server až v priebehu roka 2020
- nazbierané dáta môžu byť použité na fotometriu a štatistiky početností

Kamera č. 1

CCTV KPF 131 HR, citlivosť 0,002 lux / F1,2
Jensen 3,0-8,0mm F1,0
Zorné pole: 54 x 46 stup.



Kamera č. 2

CCTV KPF 131 HR, citlivosť 0,002 lux / F1,2
Panasonic WV-LA210C3, 2.1 mm / F1.0
Zorné pole: 107 x 92 stup.

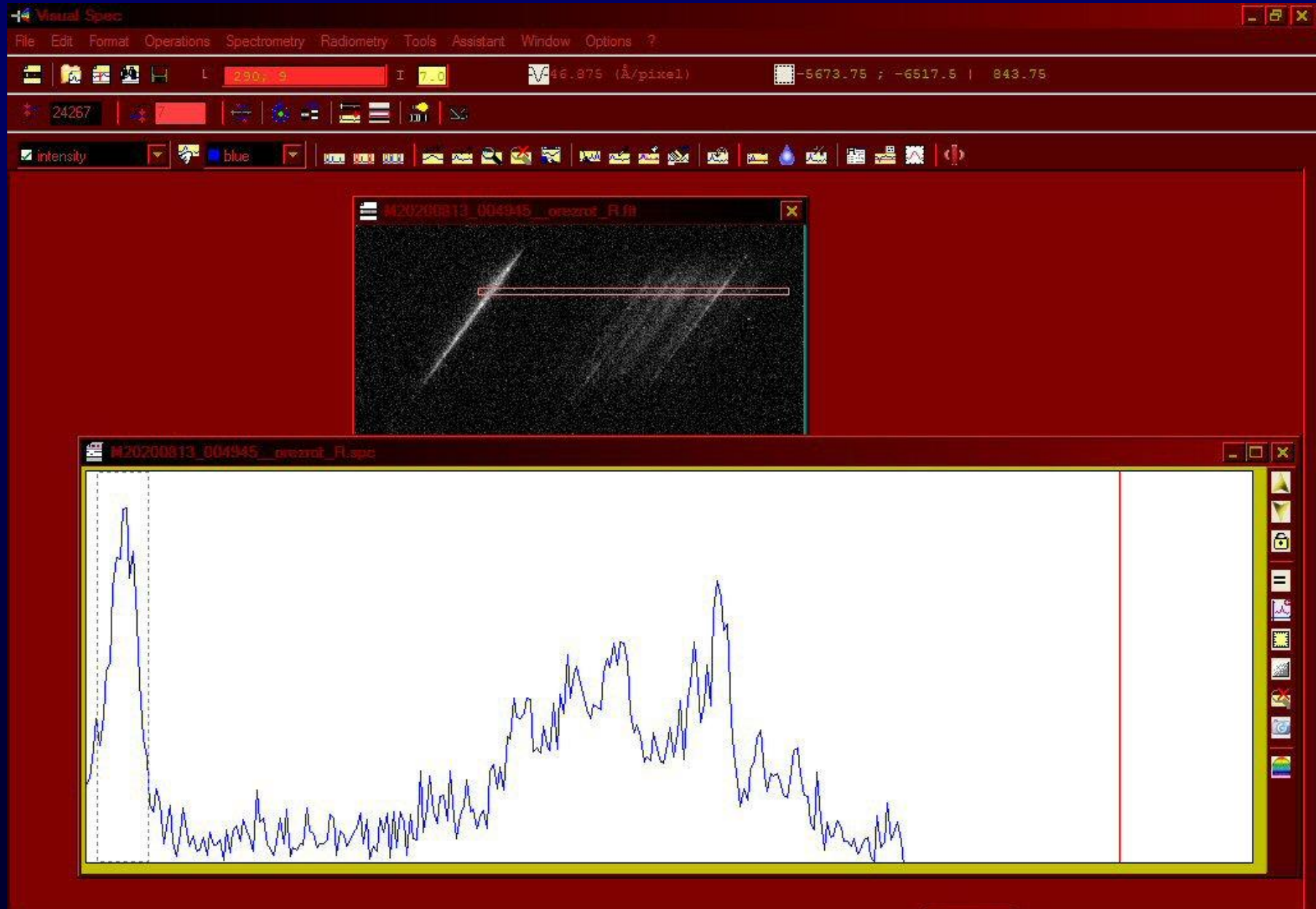


Spektrá meteorov a meteorických stôp

- robené technikou videometeorov
- objektívová mriežka (s fázovým posunom maxima intenzity do spektra 1.rádu)
- tým sa dostávame k slabším meteorom
- pixel $3.75\mu\text{m}$ ZWO ASI 120 MM
- 2019: $f = 6\text{ mm}$; 100 č/mm ; $D = 62.43\text{ Å/pixel}$
- 2020: $f = 4\text{ mm}$; 200 č/mm ; $D = 46.875\text{ Å/pixel}$
- spolu 30-40 spektier za perzeidy 2019 a 2020
- len počas rojov

- spracovanie spektier si vyžaduje veľa času a znalostí
- kalibrácie zatiaľ neboli urobené
- na zlepšenie rozlíšenia by bolo vhodné urobiť dekonvolúciu čím by sa čiastočne potlačili optické vady objektívu
- ponúkam tieto záznamy na spracovanie ostatným inštitúciám, ktoré sa zaoberajú výskumom meteorov, alebo spektier

spektrum 13.8.2020 00:49:45 UT

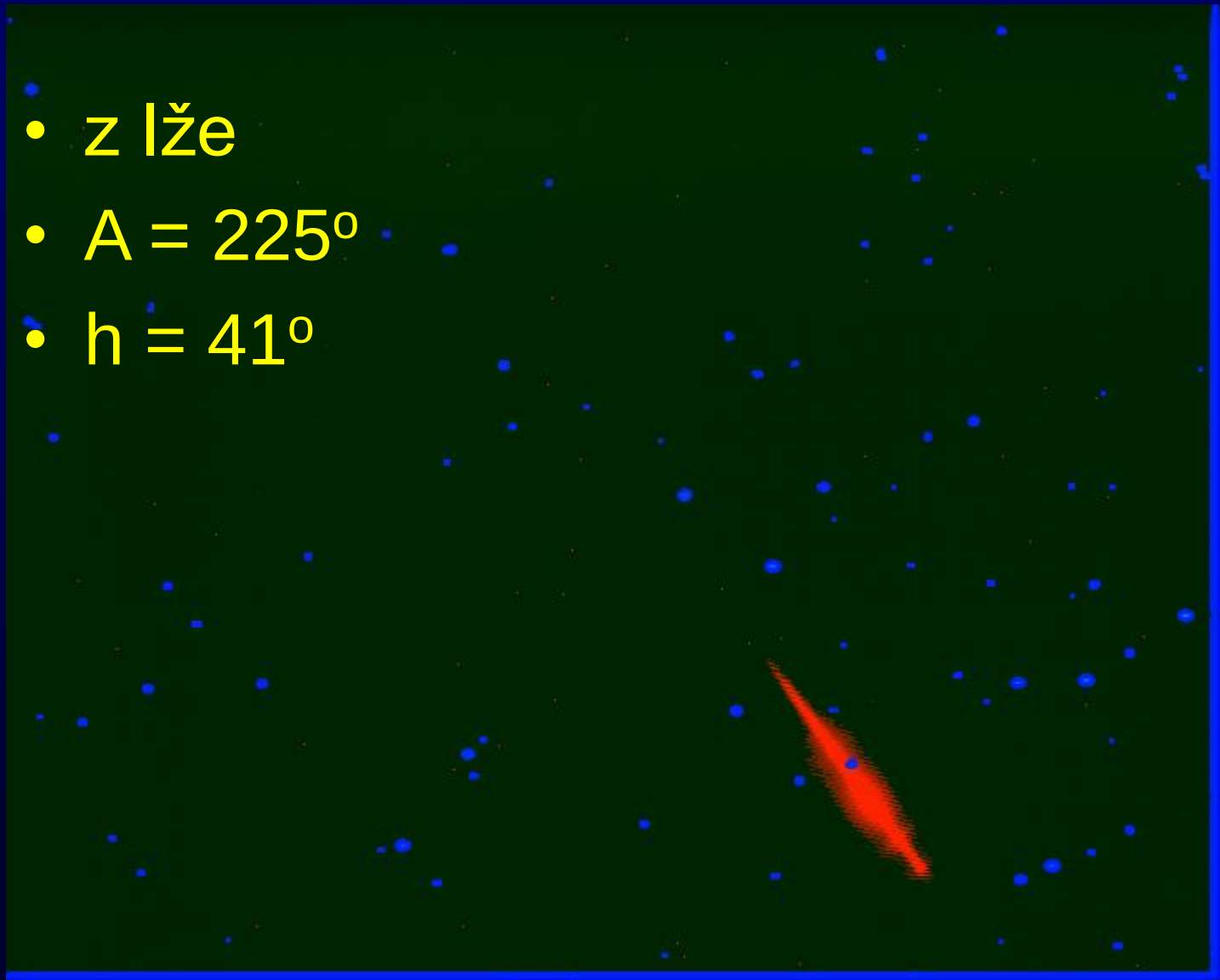


Infrazvuk

- zvuky pod 20 Hz
- záznam zvukov = zmien tlaku na frekvenciách 0,002 – 20 Hz
- **INFILTEC Infra20-LED**
- citlivosť 1 mPa/count
- šum cca 20-50 mPa
- zatiaľ nie je inštalovaný **Wind Noise Reducting System**

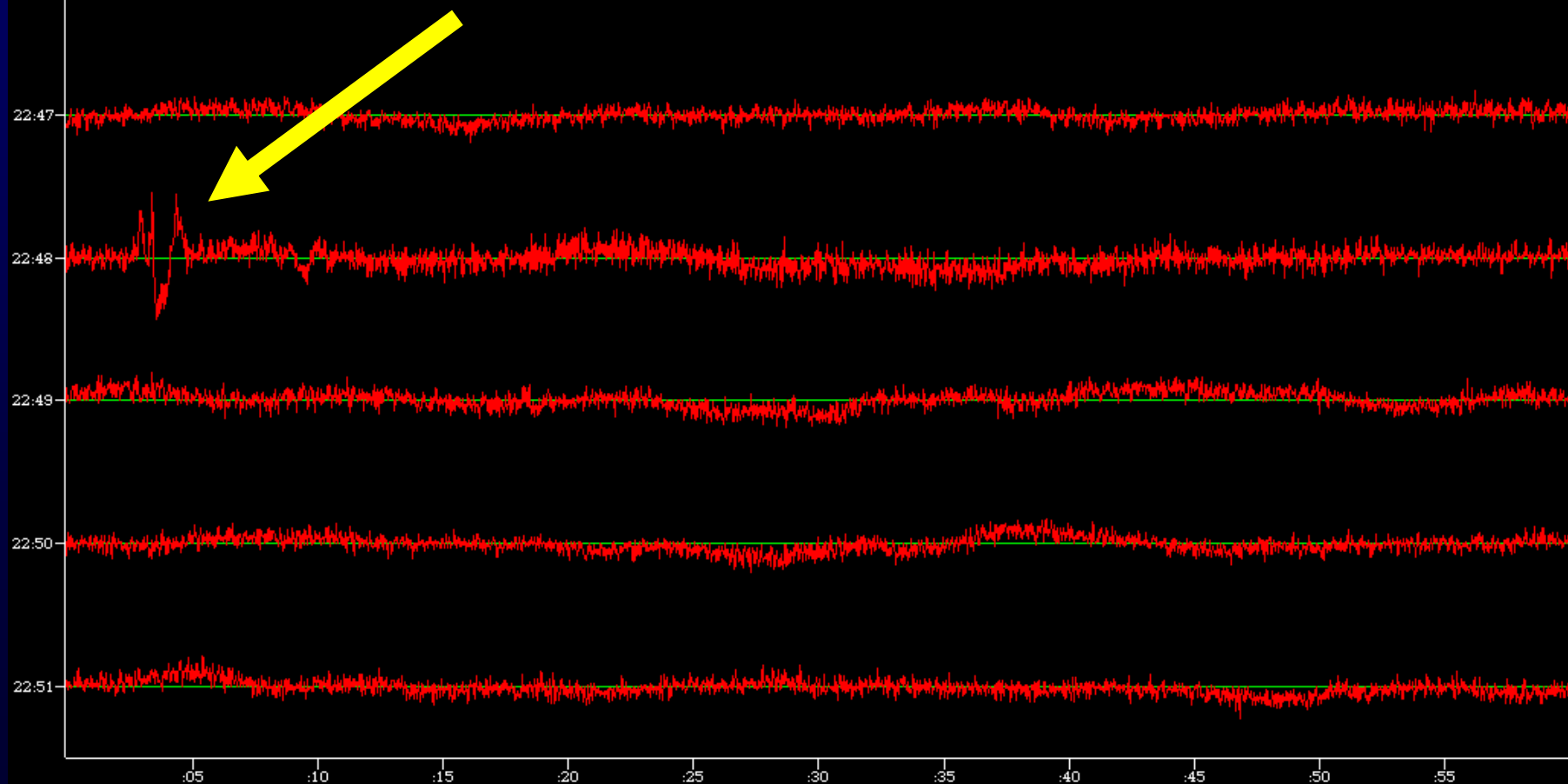
Bolid z 13. 7. 2020 22:48 UT

- z lže
- $A = 225^\circ$
- $h = 41^\circ$

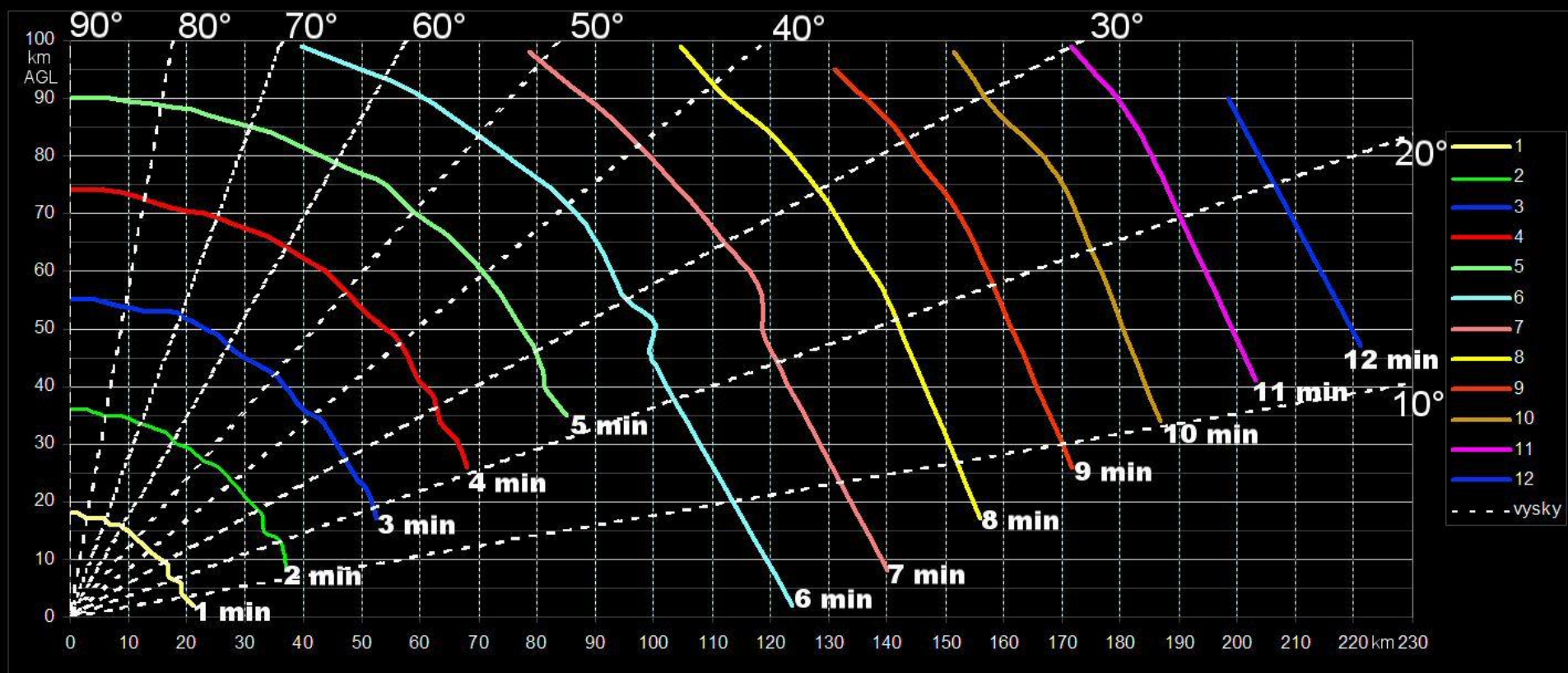


Mon Jul 13, 2020 22:44 UTC to Mon Jul 13, 2020 22:52 UTC

- oneskorenie 7 min 20 s
- amplitúda 120 mPa
- trvanie cca 3 s



Doba príchodu zvuku meteoru ako funkcia výšky nad obzorom a výšky meteoru nad Zemou
 Štandardná atmosféra, teplota vzduchu pri povrchu 15° C. ZvukMeteoru2.xls



- jet stream nie je započítaný

- tomu zodpovedá pri danej výške nad obzorom vzdialenosť asi 100 km a výška meteoru 85 km AGL
- tieto hodnoty potvrdilo aj pozorovanie z AGO Modra
- podobných záznamov cca 1-2 / mesiac

- na zisťovanie polohy bolidov plánujeme použiť dve celooblohové kamery v Iži a Hurbanove (cca 15 km)
- cca 11'/pixel – postačuje na daný účel
- kamery sú už otestované v testovacom režime

Iné zaujímavé IS záznamy

- dňa 22.4.2020 5:24UT zemetrasenie v Chorvátsku (magnitúdo 5.3)
- búrka zachytená na vzdialenosť asi 60 km
- lode na Dunaji asi 7 km vzdialené (niekedy možno určiť v_{rad} - Doppler)
- traktory a kamióny na ceste cca 50-100 m
- plieskanie krídiel hrdličiek (najmä na jar - asi súčasť dvorenia)

- nedostupnosť literatúry, najmä článkov a časopisov, ktoré sú pre inštitúcie mimo rezortu školstva v podstate nedostupné
- tieto aktivity sú čiastočne mojim zamestnaním a čiastočne mojim hobby, teda nie všetko čo som tu prezentoval je súčasťou činnosti SÚH
- je to skôr symbióza našich činností

Ďakujem za pozornosť