Transient Luminous Event observations from Central Europe

S. Amrich[1], Šimon Mackovjak[2] ,

Strhárský[2] , J. Baláž[2] ,

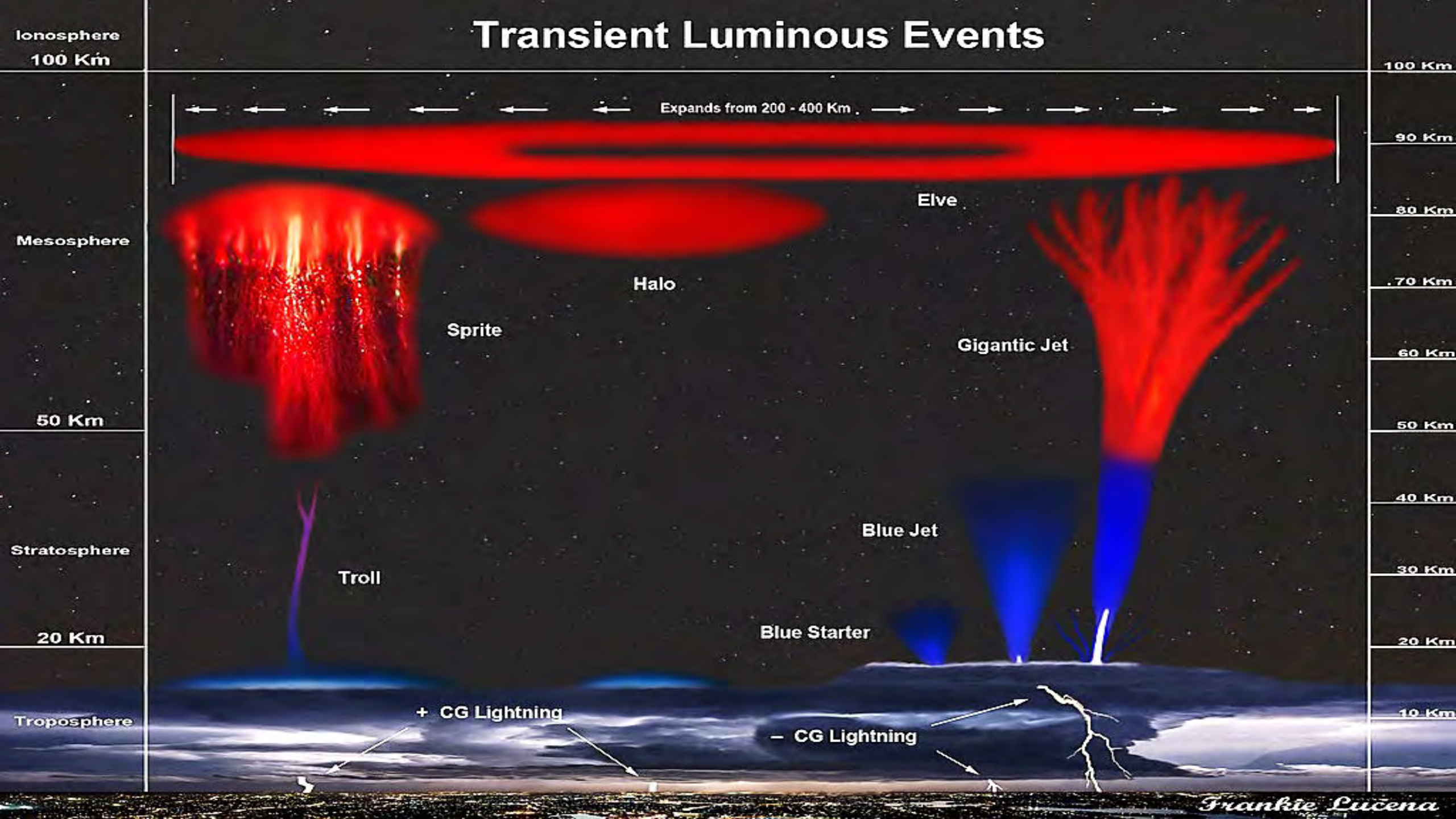
M. Hančikovský[3]

1. Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague, CZ
2. Department of Space Physics, IEP, SAS, Košice, Slovakia
3. Faculty of mechanical engineering, Technical university of Košice

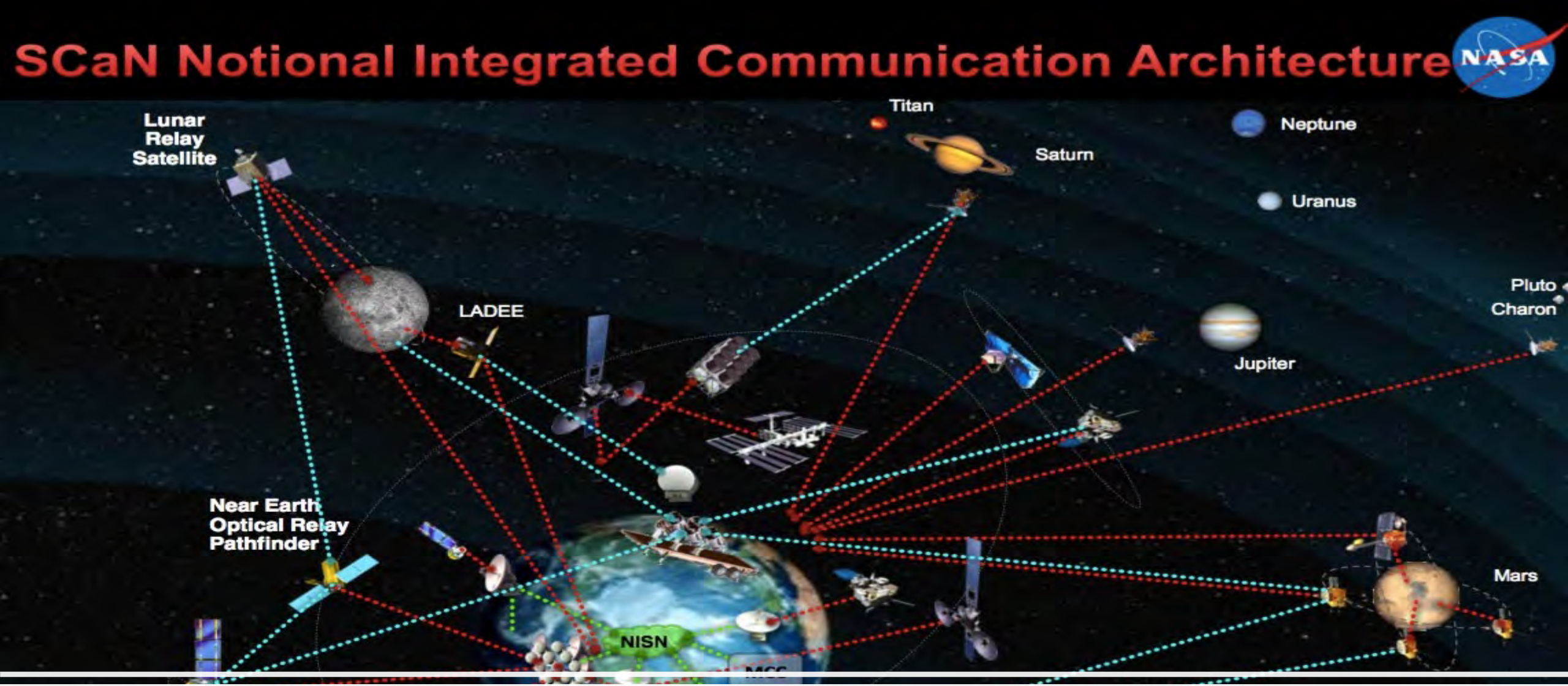
Obsah

- Motivácia – Prečo študovať TLE?
- Podobné projekty v Európe
- Náš vlastný projekt (TLEOS)
  - Hardware - Kamera, objektív a počítač
  - Software – Komunikácia a fungovanie
  - Dátová analýza
- Záver a „Take home message“

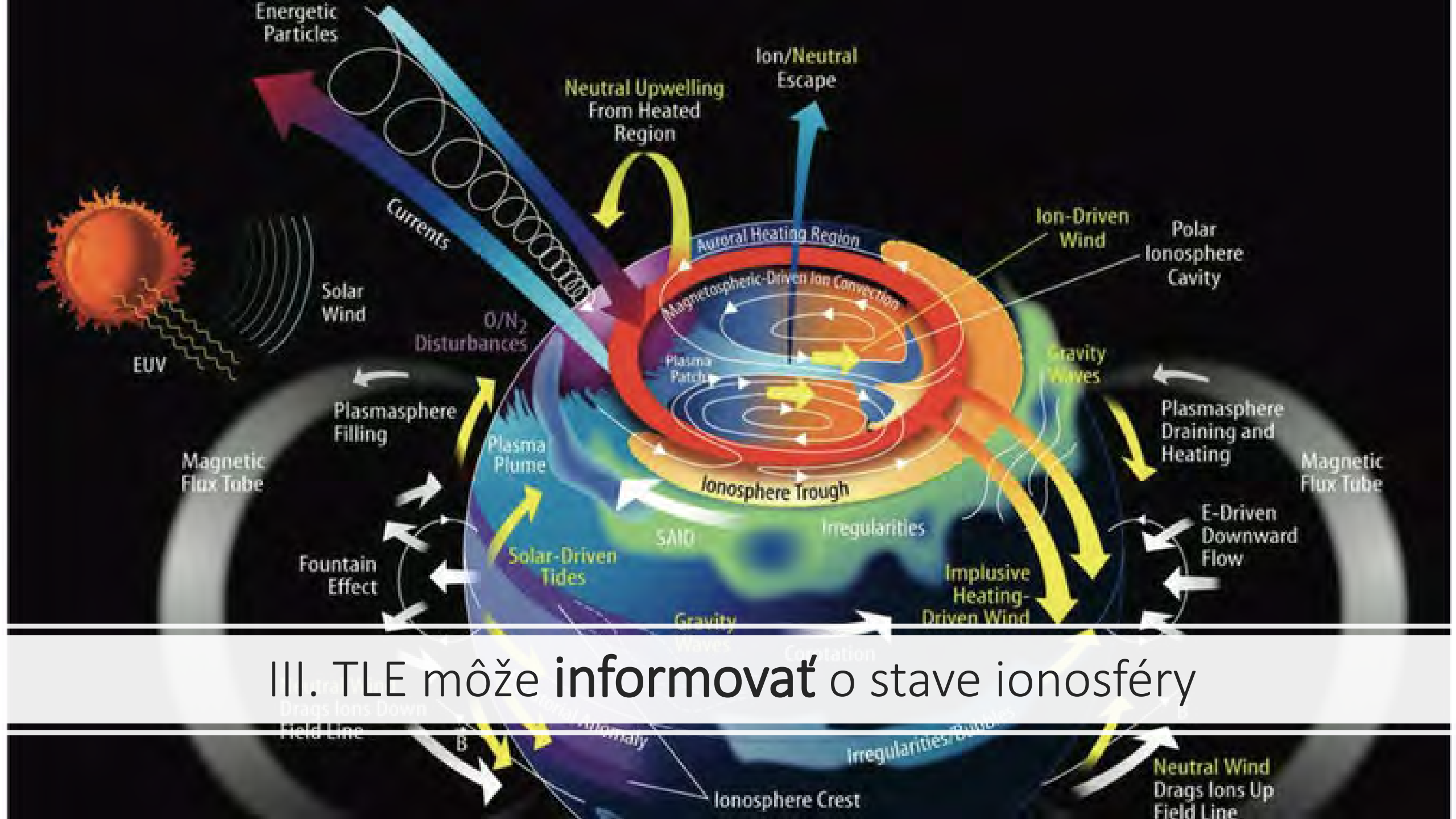
Transient Luminous Events



I. Okolnosti vzniku plne **nepoznáme**



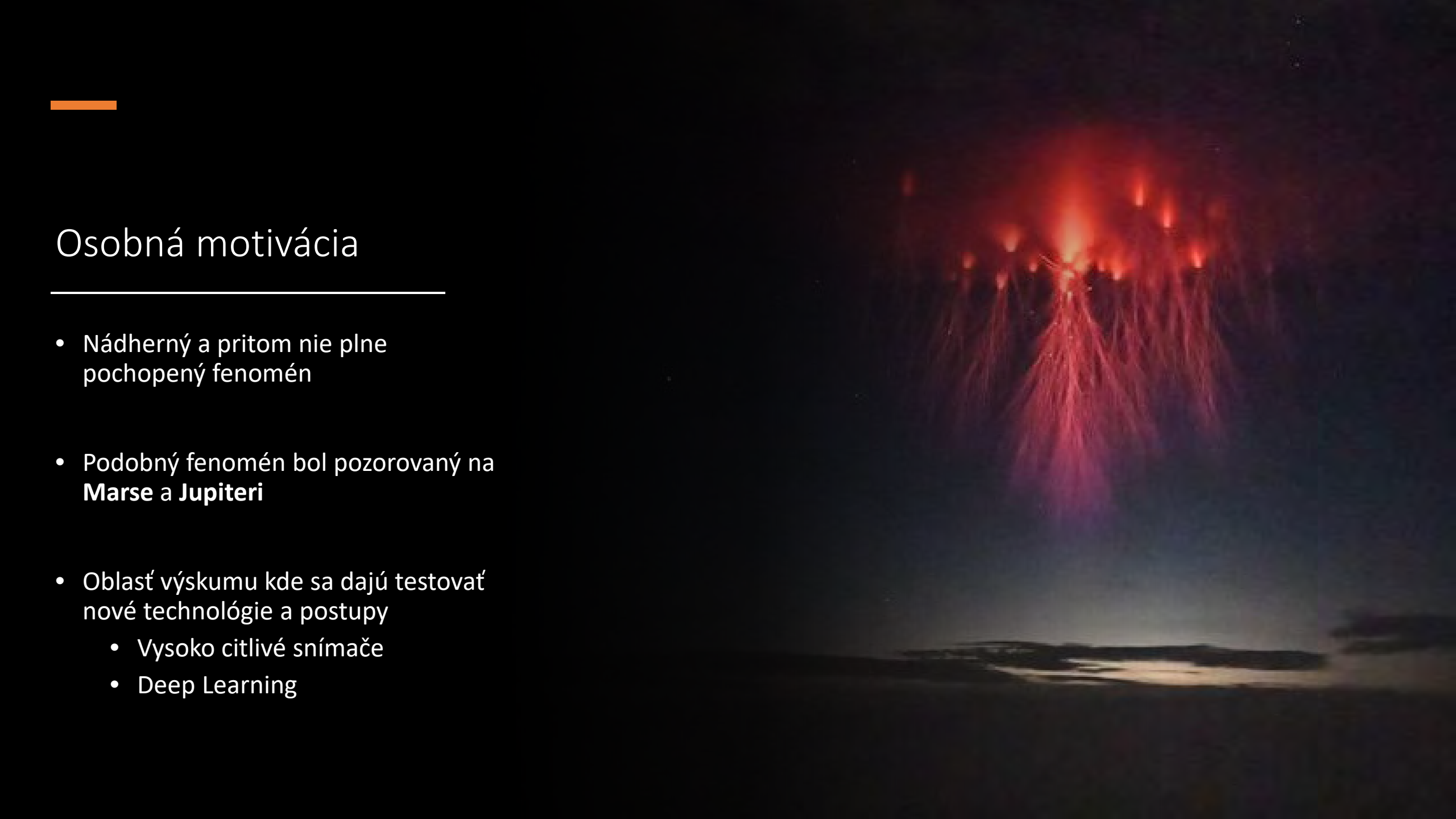
II. TLE môže ovplivňovať ionosféru-> komunikáciu



III. TLE môže **informovať** o stave ionosféry

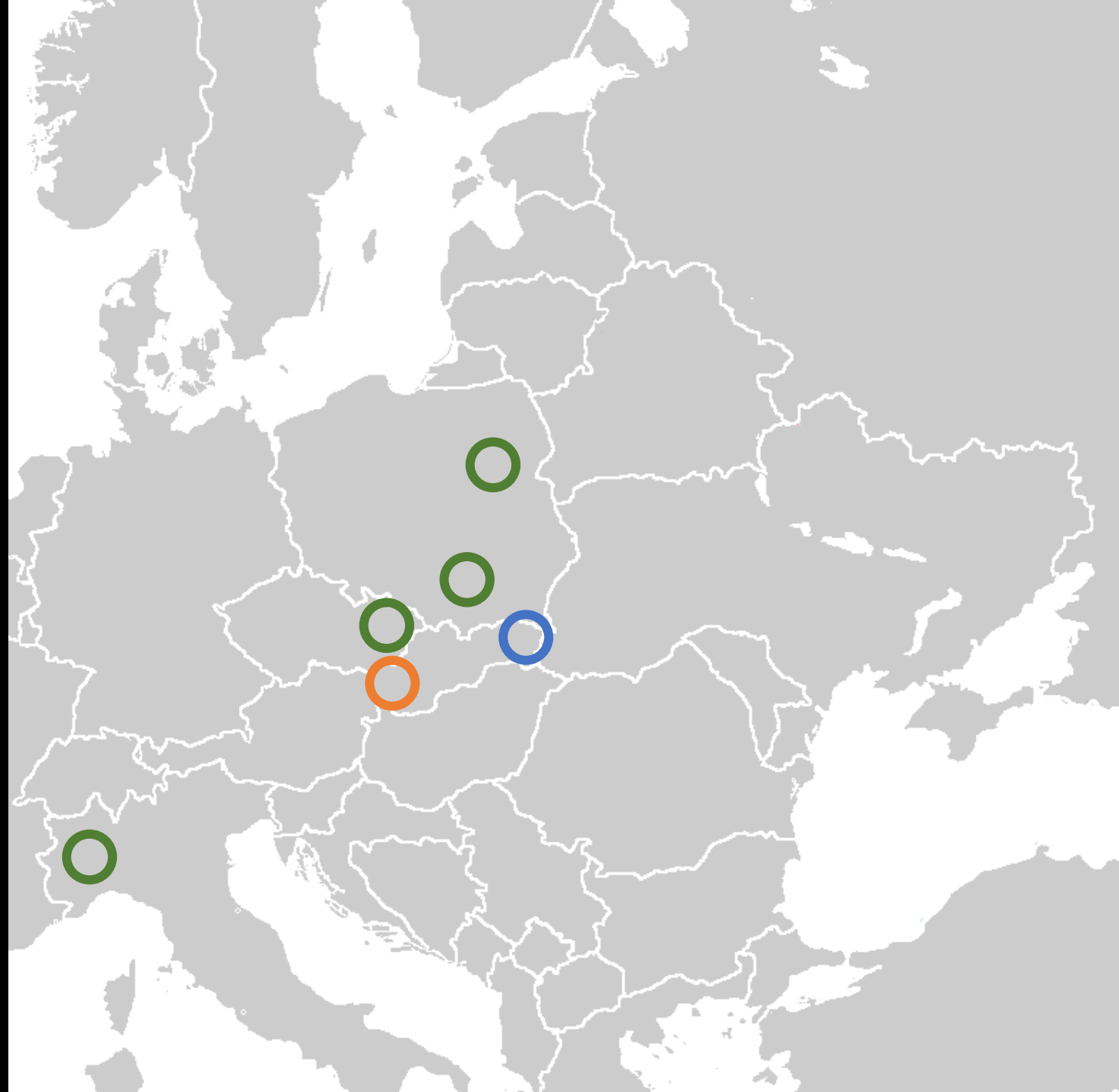
Osobná motivácia

- Nádherný a pritom nie plne pochopený fenomén
- Podobný fenomén bol pozorovaný na **Marse** a **Jupiteri**
- Oblasť výskumu kde sa dajú testovať nové technológie a postupy
  - Vysoko citlivé snímače
  - Deep Learning



Podobné projekty v Európe

- **Czech Republic: Observation in Beskydy, Czech Academy of Sciences**
  https://www.meteobeskydy.com/
- **Hungary: Hungarian Academy of Sciences** - http://www.ggki.hu/en/
- **Poland: AGH University, Krakow** - https://www.agh.edu.pl/en/agh-ust-faculties/
- **Poland: Institute of Geophysics PAS, Warsaw** - https://www.igf.edu.pl/home.php
- **Italy: Università di Torino** - https://www.isac.cnr.it/it
- **International FB group of amateurs and professionals:**
  - https://www.facebook.com/groups/376355972487572
- **Bratislava: AMOS**



Podobné projekty v Európe

Beskydy

- Trénovanie našej neurónovej siete
- 3583 obrázkov
- Škriatkovia
- Elfovia
- Ostatné/ Bez eventu

Podobné projekty v Európe

AMOS

- Sieť detektorov pre meteory
- Náhodné záchyty TLEs
- Dlhoročná databáza
  - Veľké množstvo dát
  - Náročné na ľudského pozorovateľa

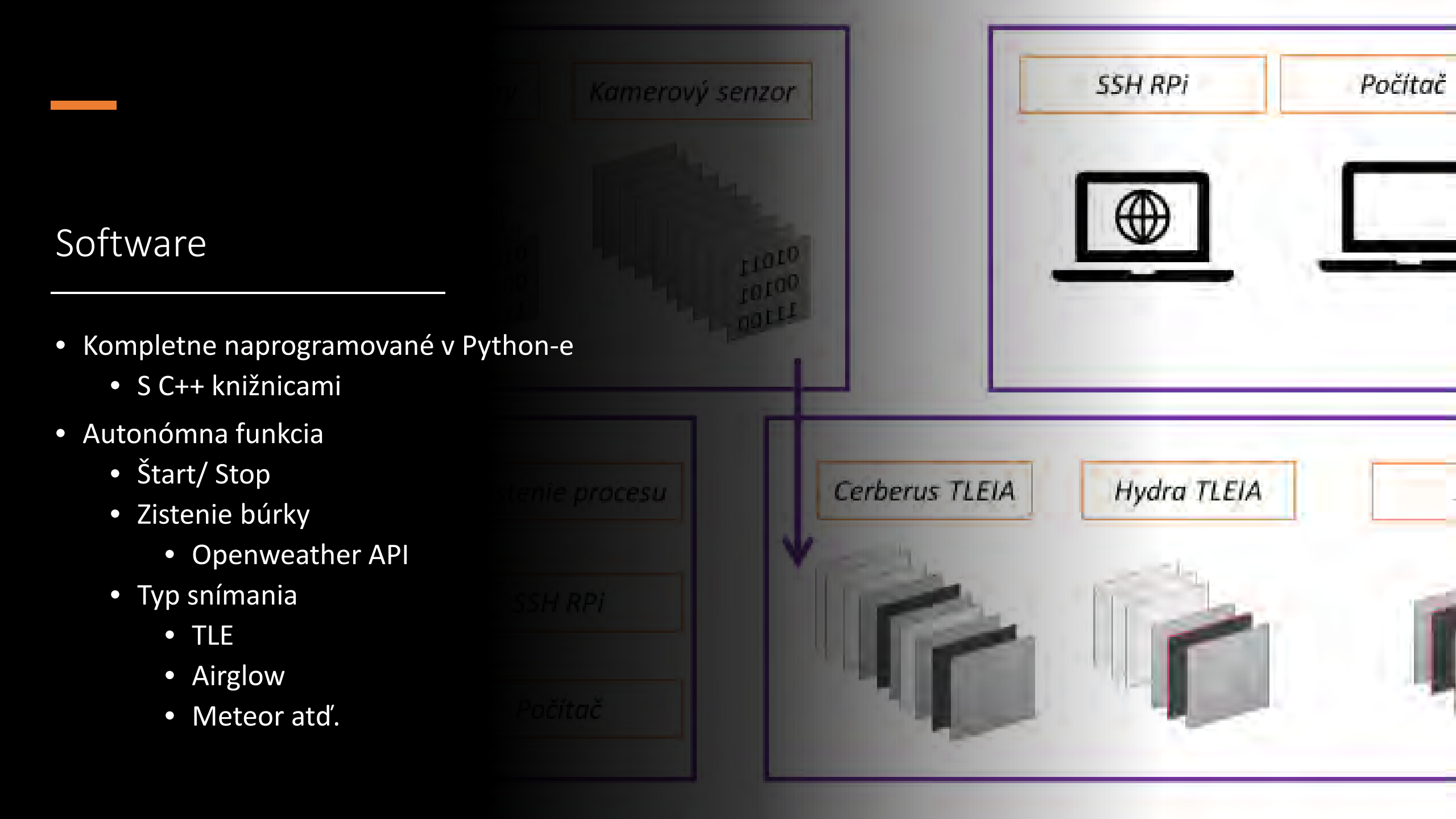
Náš vlastný projekt

Hardware

- Camera – ZWO ASI 533 Pro
- Lens – 24mm f/1,4 ED AS IF UMC
- Raspberry pi 4 4GB
- Vode odolný obal
- Tuhé upevnenie

Software

- Kompletne naprogramované v Python-e
  - S C++ knižnicami
- Autonómna funkcia
  - Štart/ Stop
  - Zistenie búrky
    - Openweather API
  - Typ snímania
    - TLE
    - Airglow
    - Meteor atď.



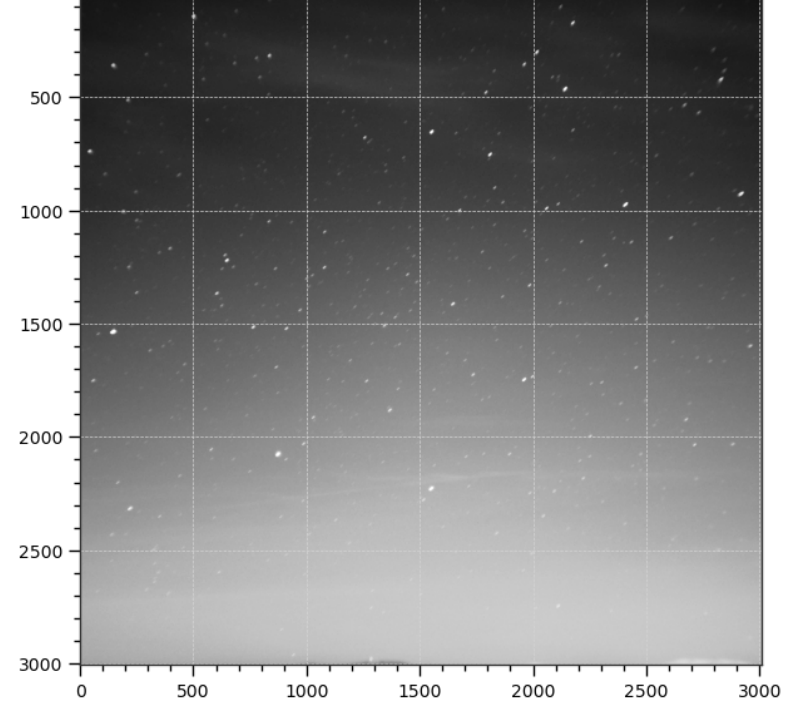
Demosaicing

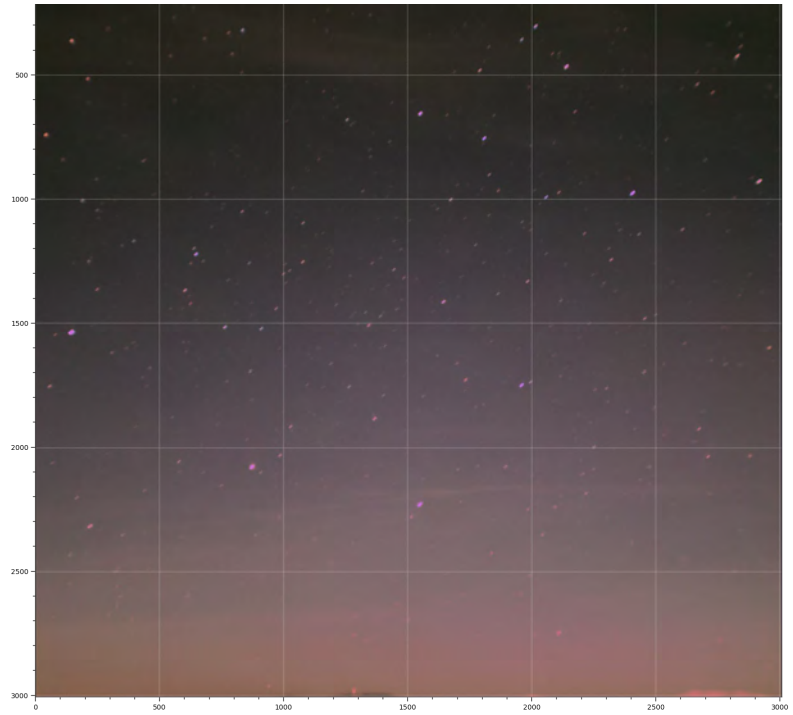
A. 16-Bit Grey-Scale

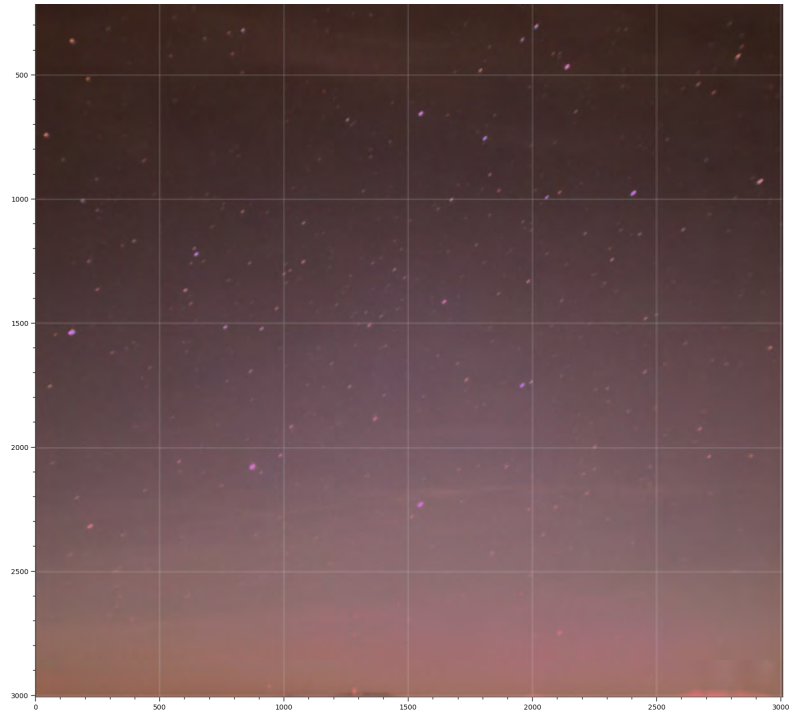
B. Bilinear demosaicing

C. High-quality linear interpolation for demosaicing of Bayer-patterned color images **(Malvar2004)**

D. Demosaicing Based Onwavelet Analysis of the Luminance Component (Menon 2007)



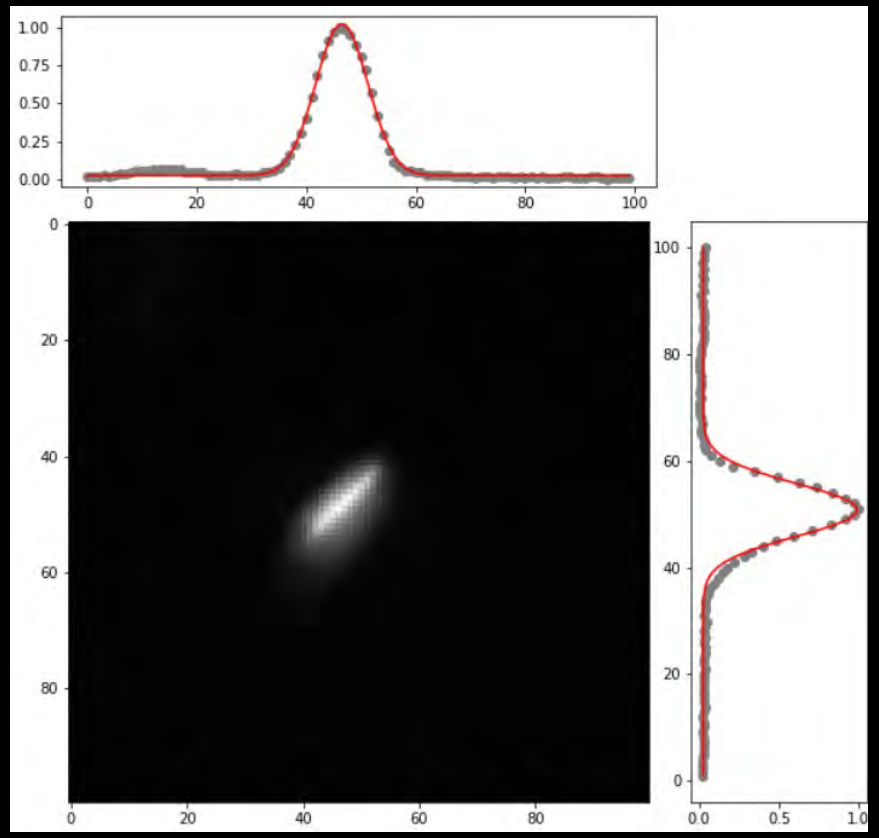


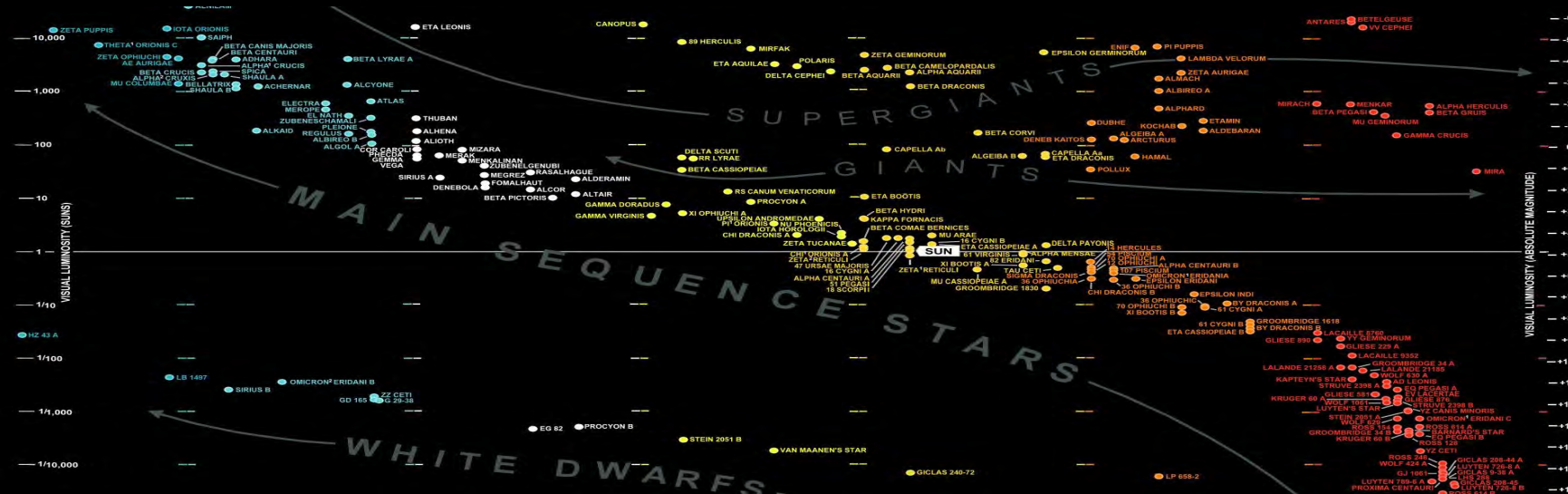


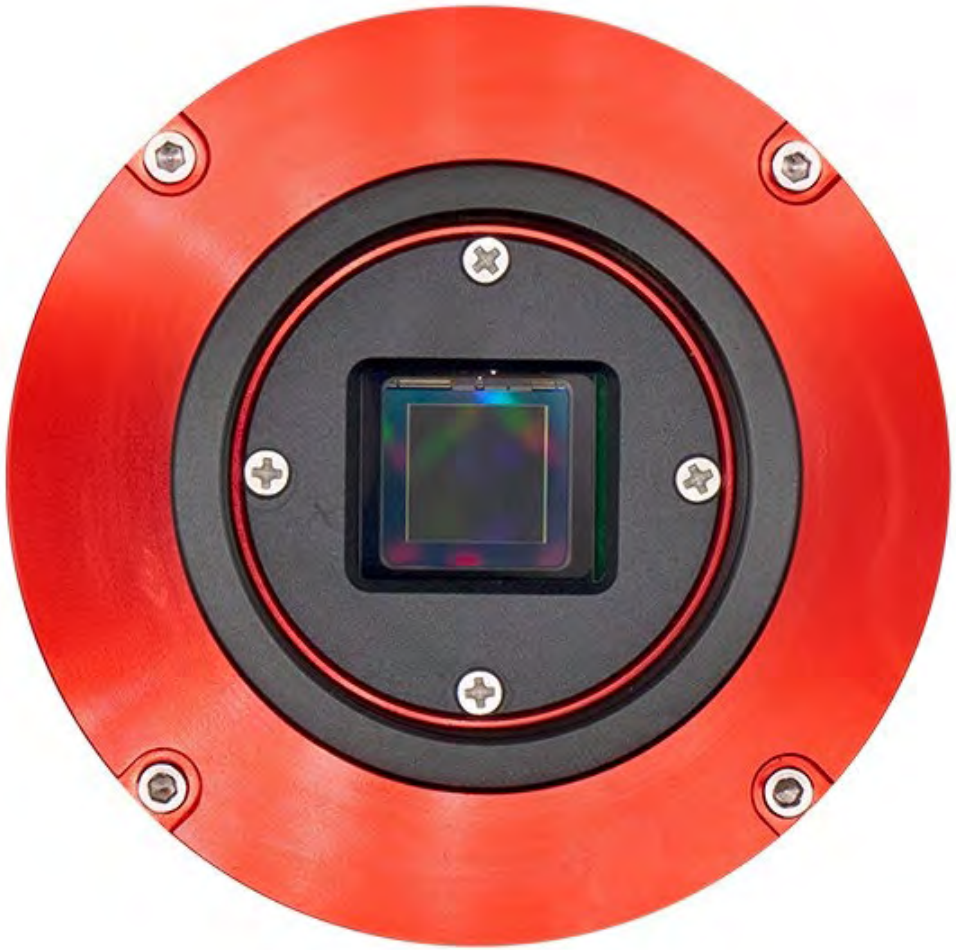
Kalibrácia

Jednoduchá kalibrácia pomocou hviezd

- 16-Bit Grey-scale
  - 14-Bit A/D
- Astrometrické techniky
- Porovnanie s H-R diagramom





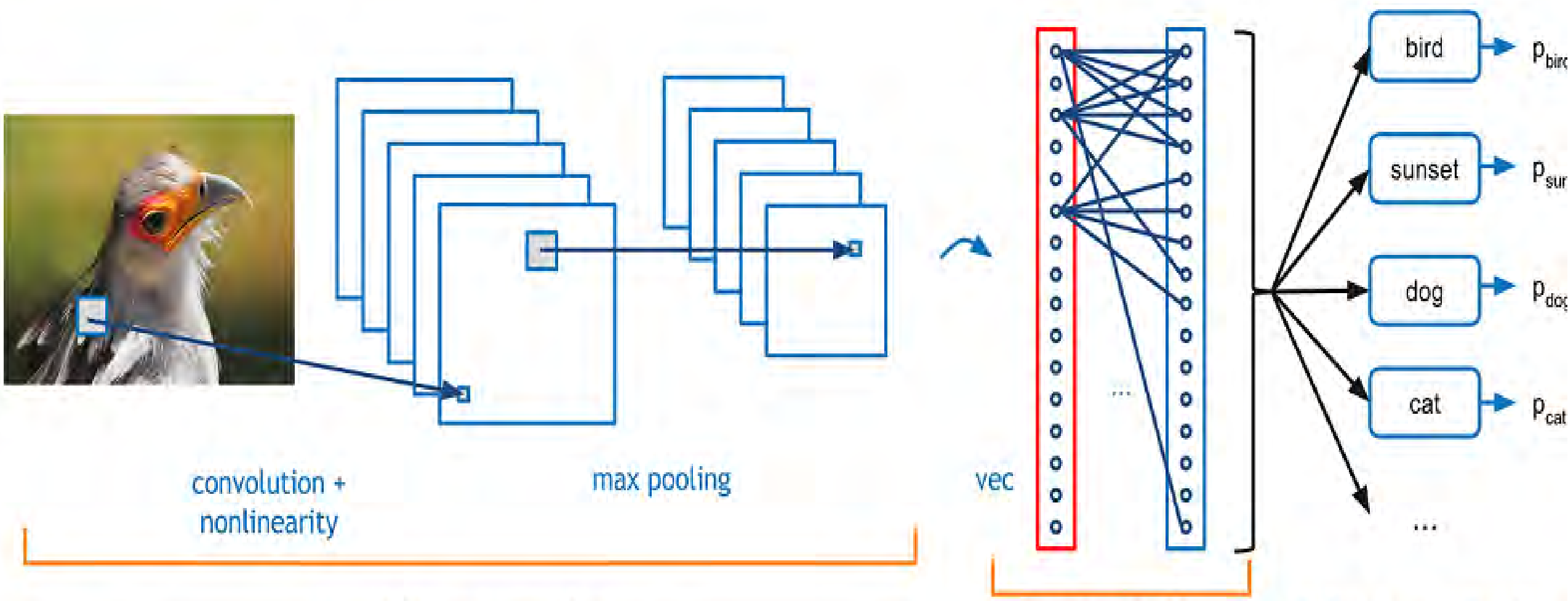


Množstvo dát

- (3008x3008) px
- 16-Bit Grey-scale
- 1 (up to 20) FPS
- 6 hours operation time

21 600 images
364 GB

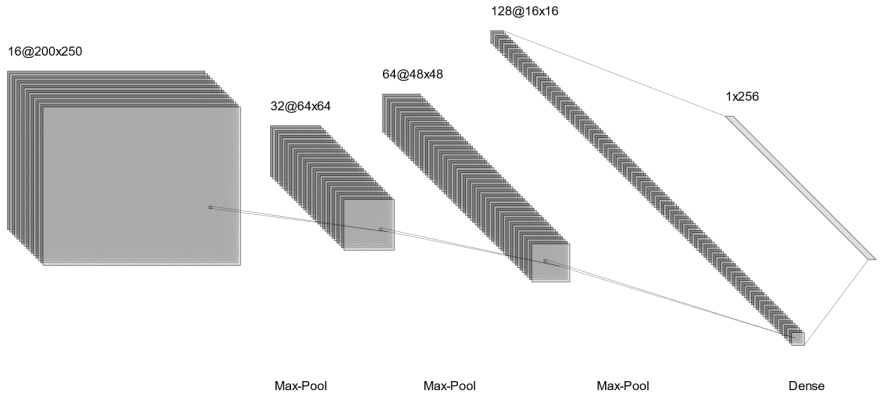
Deep learning



Náš prístup k Deep Learning-u

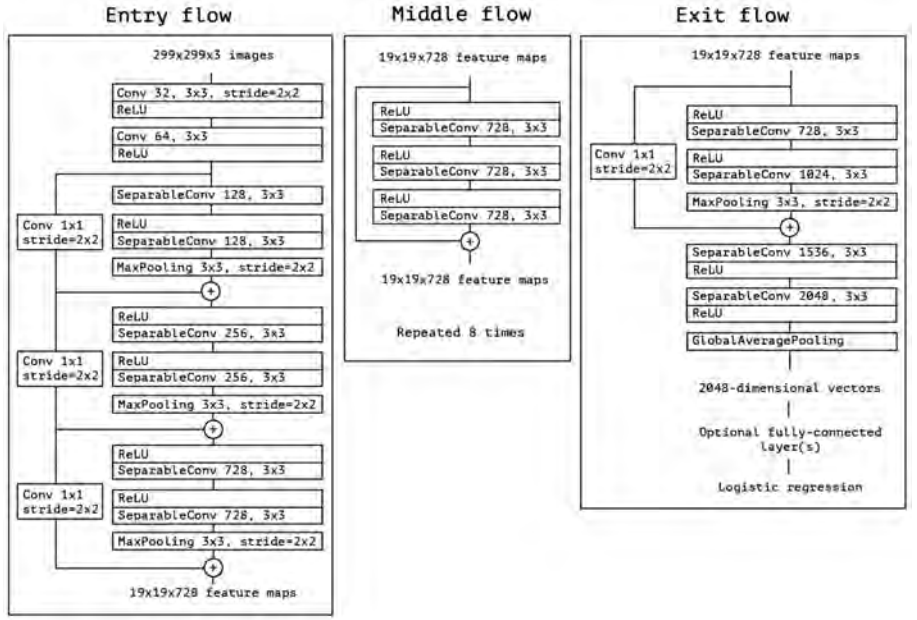
Cerberus

- Jednoduchší
- Rýchlejší
- Binárny



Hydra

- Zložitejší
- Pomalší
- Multiclass



Doterajšie výsledky s DL

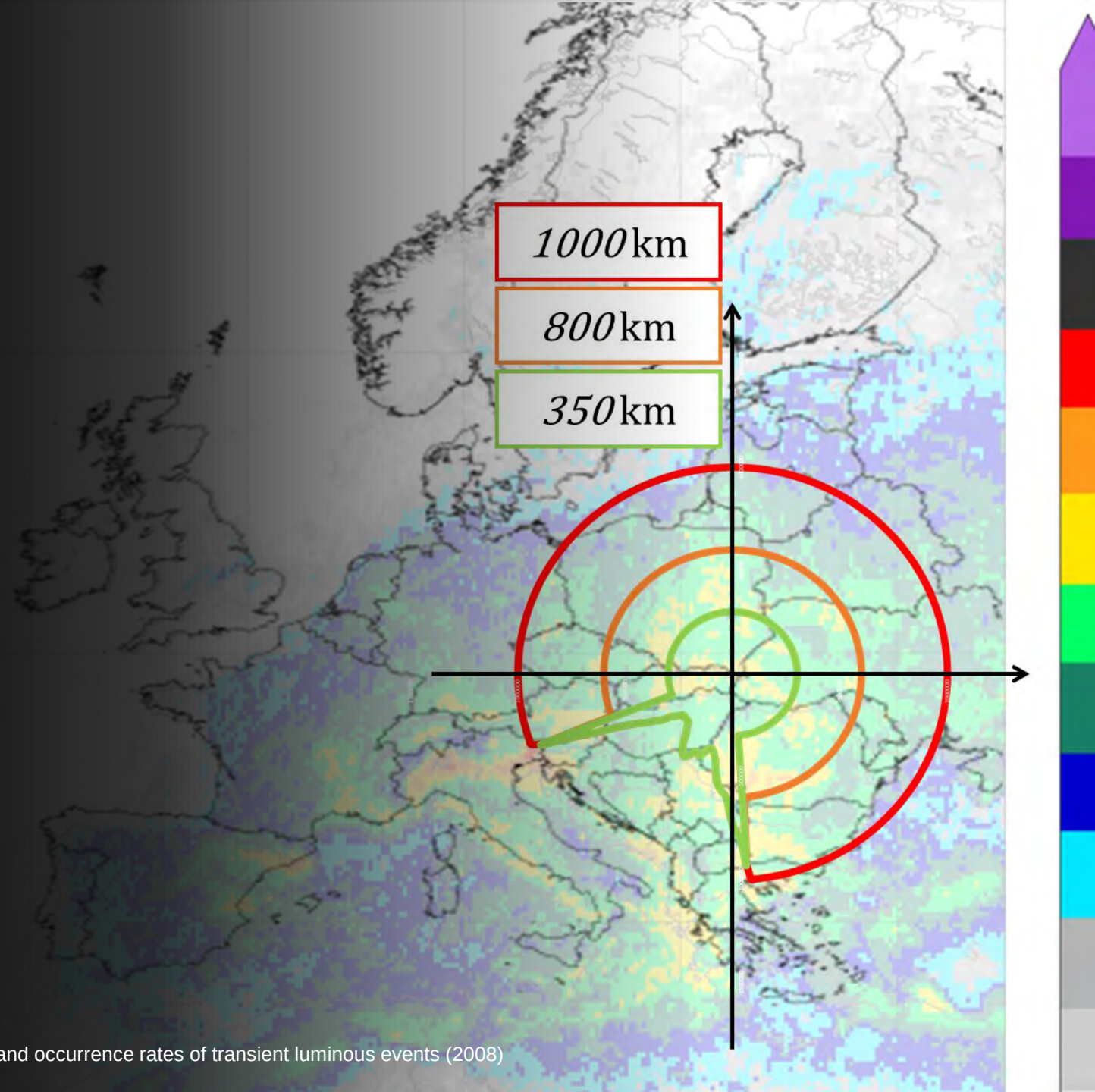
Model	Veľkosť
Cerberus	$\approx 2\,400\,000$
Hydra	$\approx 7\,500\,000$

Model	Časová náročnosť
Cerberus	$200ms$
Hydra	$1s$

	Predicted events	Predicted Nothing
Actual Event	52	**2**
Actual nothing	5	**304**
	Precision 96%	**Accuracy 98%**

Dohľadnosť

- Tri rôzne dohľadnosti
  - Najlepšie obrázky
  - Maximálna empirická
  - Max teoretická
- Komplexnejší výskum -> viac pozorovacích staníc
- Až 10’000 úkazov ročne [1]



[1] . B. Chen, C.-L. Kuo, Y.-J. Lee, H.-T. Su, R.-R. Hsu, J.-L. Chern et al.,Global distributions and occurrence rates of transient luminous events (2008)

Prvý záchyt

- Jeden z prvých obrázkov
- Východ, 26° FoV
- Pred kalibráciou
- Gain 300 (Max 600)
- 30s Expozícia
- 3008x3008 px
- 12°C sensor (Min -40°C)

Prvý záchyt

- Jeden z prvých obrázkov
- Východ, 26° FoV
- Pred kalibráciou
- Gain 300 (Max 600)
- 30s Expozícia
- 3008x3008 px
- 12°C sensor (Min -40°C)

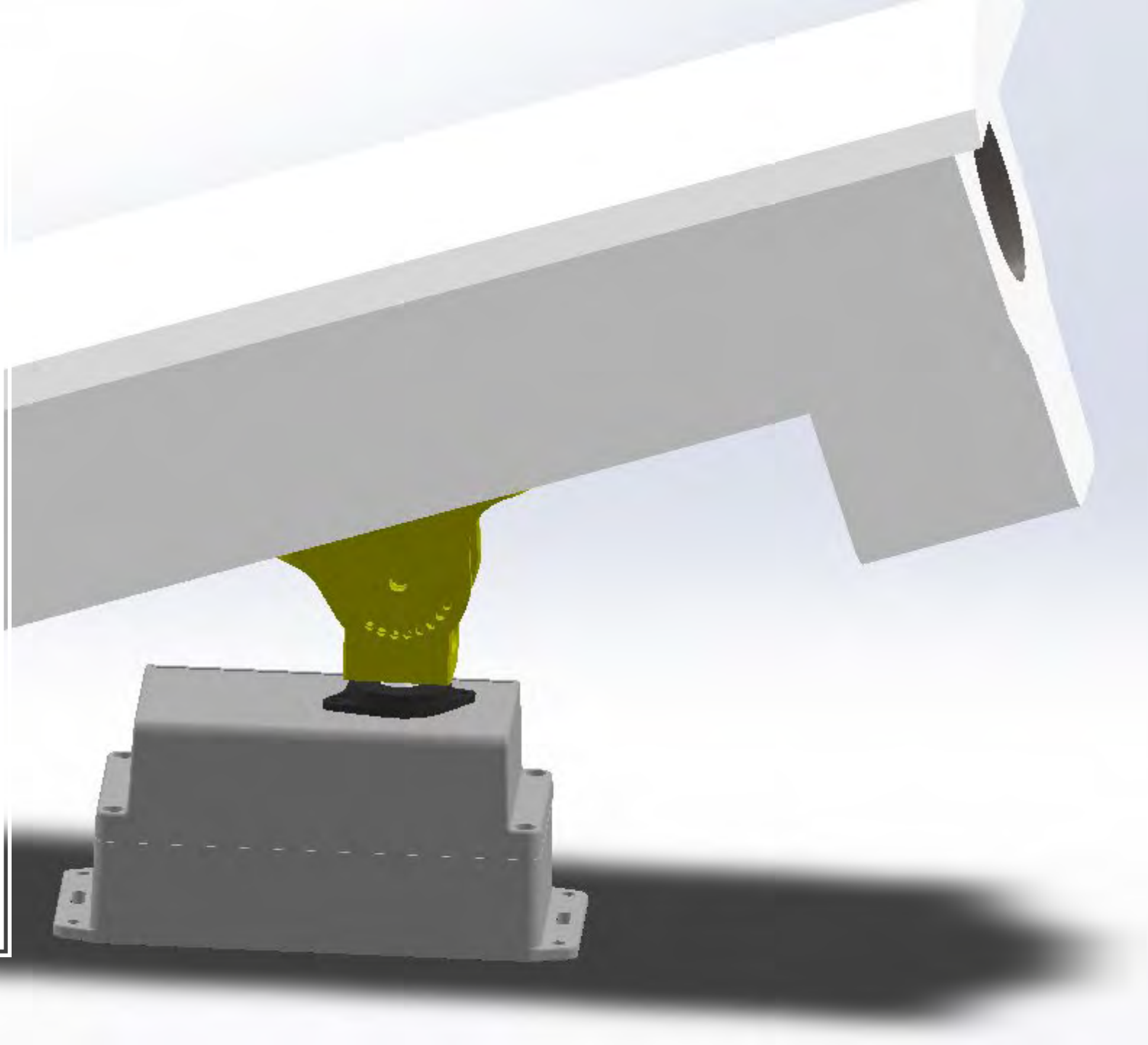
Nový úkaz - Ghost

- Pravdepodobné **nový fenomén**
- Ukazuje sa v momente po sprite
- Prvé pozorovanie nie staršie ako 1 rok
- Možné zaznamenať vďaka citlivých rýchlym kamerám.

Záver

Do budúcna

- Vybavenie kamery robotickým systémom
- Rozšíriť schopnosť kamery o otáčanie v 360° rozsahu
- Dovoľuje väčšiu šancu zachytiť TLE



Čo do budúcna

- Systém viacerých pozorovateľov
  - Virtuálne observatórium
  - Triangulácia
- Unifikovaná aparatúra
  - Porovnávanie výsledkov
  - Viac rigorózny prístup

Take home message

- TLE sa vyskytujú na Zemi, Marse a Jupiteri[1,2]
  - Jasné pochopenie ale stále chýba
- V Európe je viacero pozorovateľov a posledný rok jeden nový – Kolonica
- Možné kombinovanie pozorovaní s EUSO[3]/ AMOS
- TLE nám poskytlo príležitosť pre využitie nových postupov - DL

[1] The Smart Panoramic Optical Sensor Head (SPOSH)—A camera for observations of transient luminous events on planetary night sides, IJ.Oberst (2011)
[2] Juno Data Indicates 'Sprites' or 'Elves' Frolic in Jupiter's Atmosphere, https://www.nasa.gov/feature/jpl/juno-data-indicates-sprites-or-elves-frolic-in-jupiters-atmosphere(2020)
[3] Mini-EUSO onboard of the ISS for UV terrestrial and cosmic emission detection: space qualification and calibration, G Cambiè (2020)

Ďakujem Vám za pozornosť