



**ÚSTAV
TECHNICKÉ
A EXPERIMENTÁLNÍ
FYZIKY ČVUT V PRAZE**

Detekce mionů ze sekundárního kosmického záření pixelovými detektory

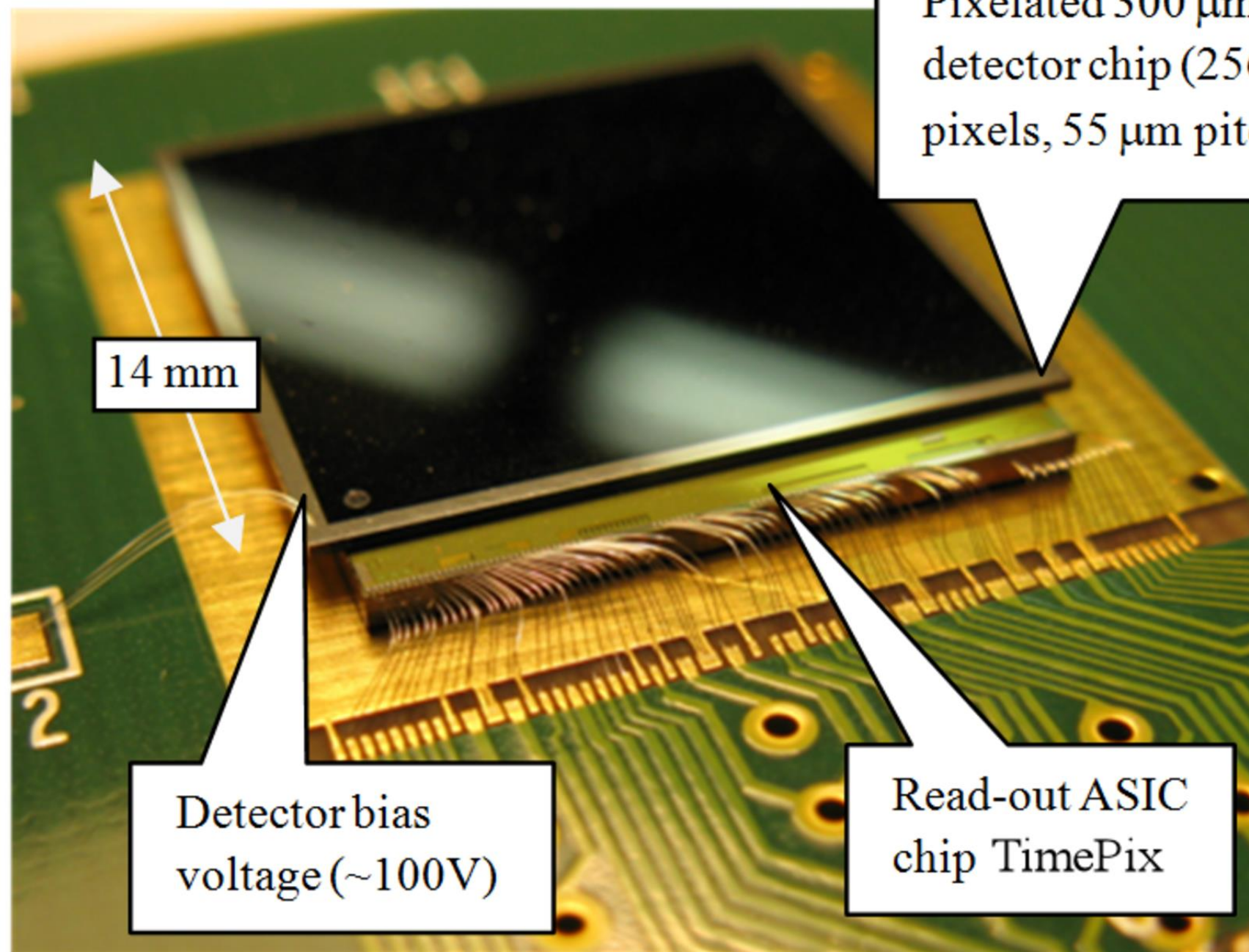
Radek Roub, Zbyněk Makovský – Gymnázium, Pardubice, Dašická 1083

Story time

Fyziklání 2024



Pixelový detektor



Pixelated 300 μm thick Si detector chip (256 x 256 pixels, 55 μm pitch)

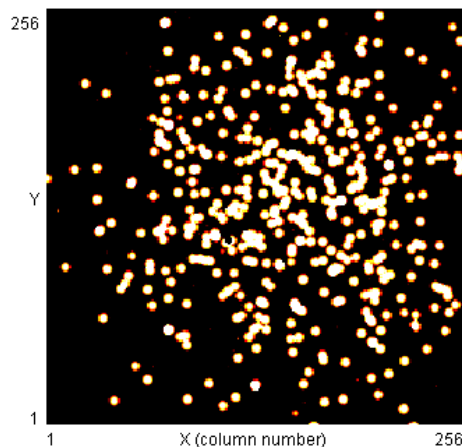
14 mm

Detector bias voltage (~100V)

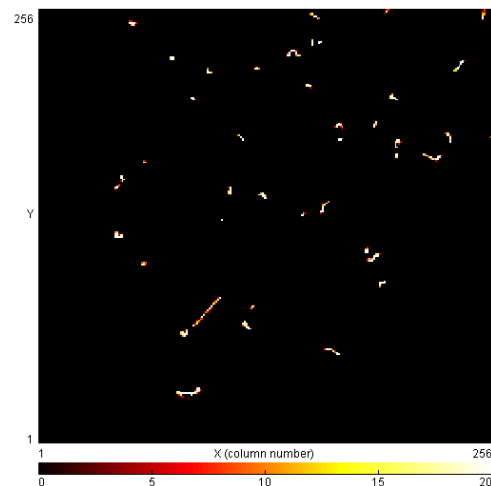
Read-out ASIC chip TimePix

V pixelovém detektoru vyvolává ionizující záření různé stopy

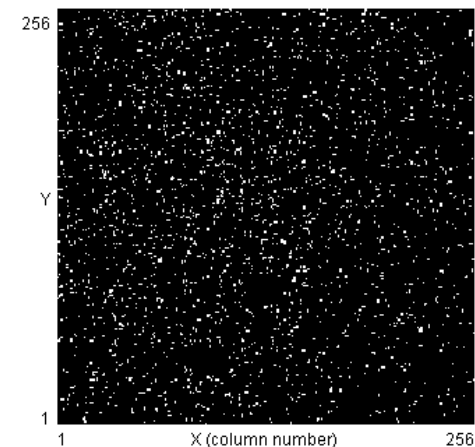
alfa (americium)



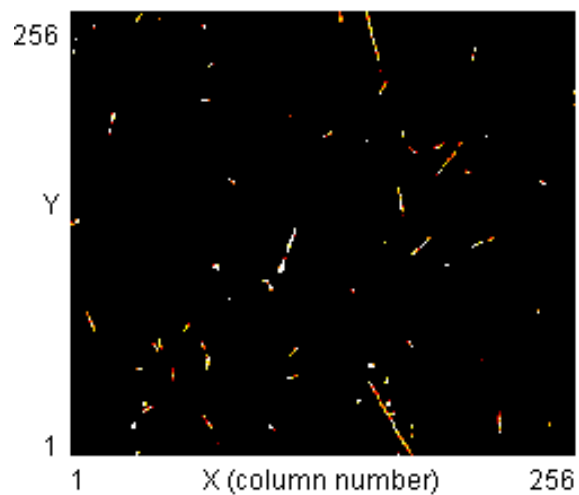
beta (stroncium)



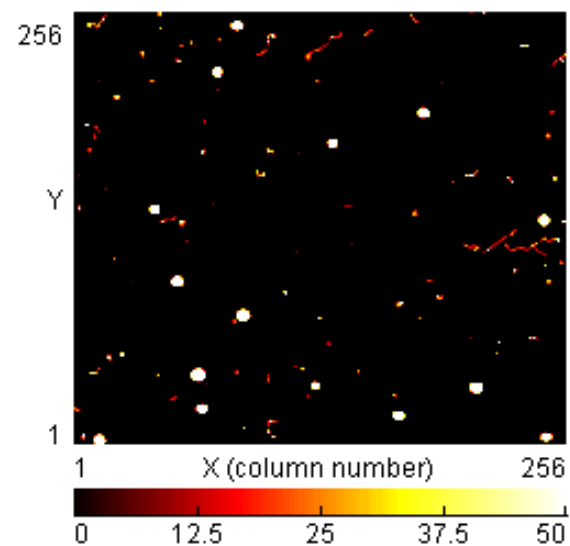
gama (americium)



alfa, beta, gama a miony v letadle

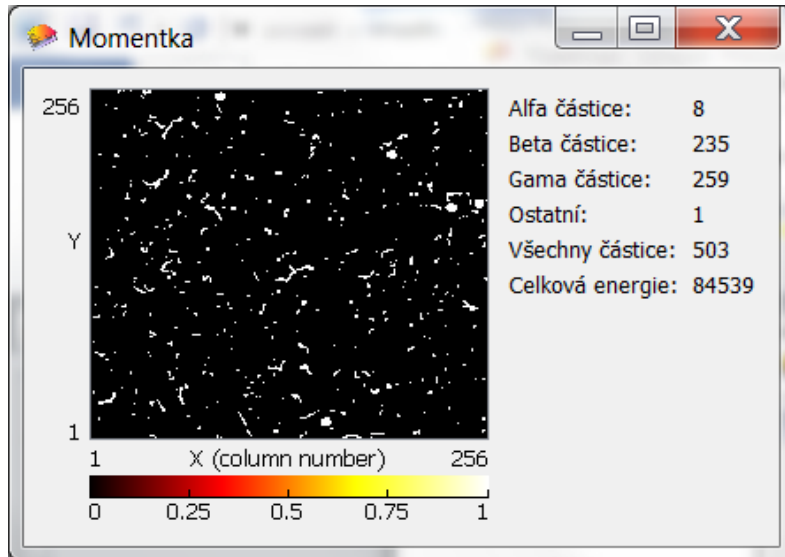


radioaktivní atomy ve vzduchu

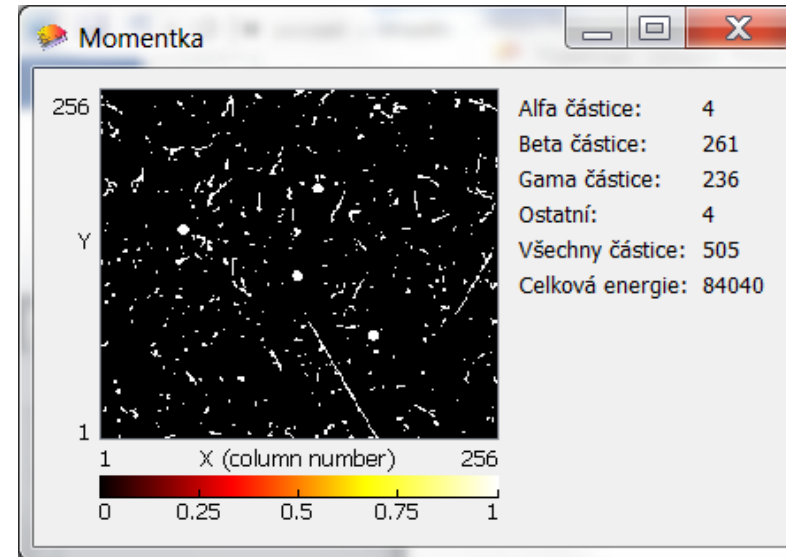


POZADÍ – DLOUHÁ EXPOZICE 30 min

Čip horizontálně, 503 částic



Čip vertikálně, 505 částic

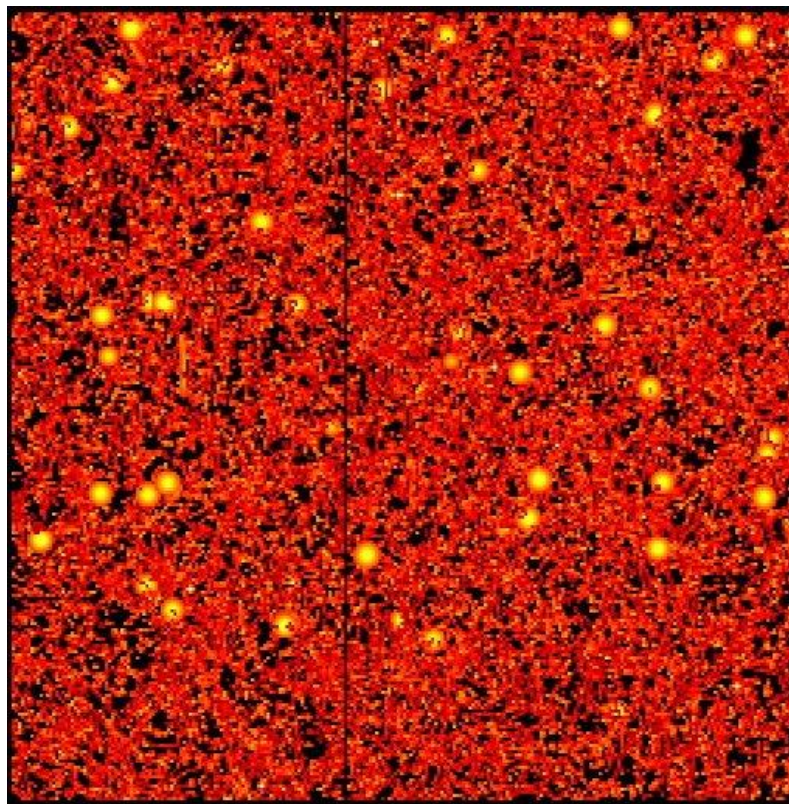


Počet registrovaných částic je podobný.

Na obou snímcích jsou stopy částic alfa, beta i gama.

Na pravém snímku jsou stopy tvaru úseček – miony.

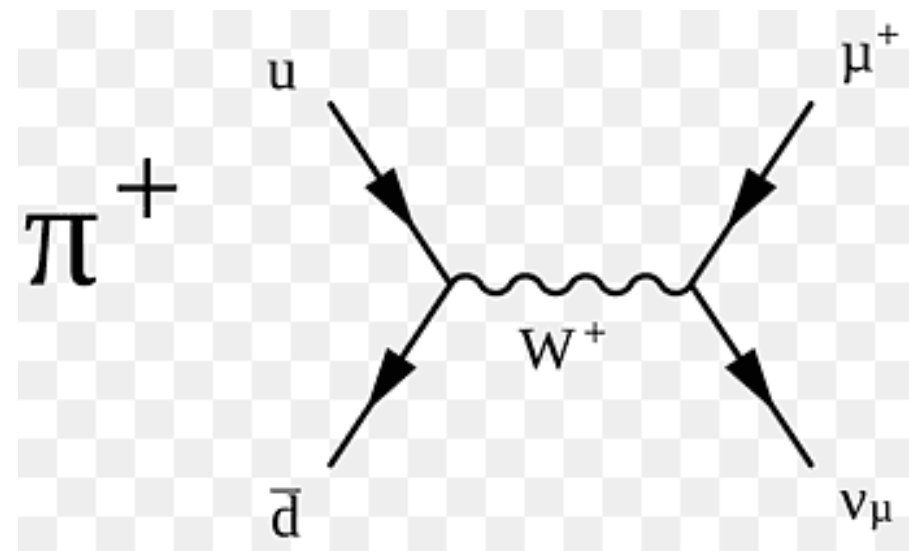
Denní měření pozadí v domácím prostředí



Co jsme sledovali?

Mion

- Fermion
- Druhá generace leptonů => těžší elektron
- Hmotnost – $207m_e = 105,7 \text{ MeV}/c^2$
- Střední doba života – $2,197 \times 10^{-6} \text{ s}$
- Vysoká průraznost kosmických mionů



Problém detektorů

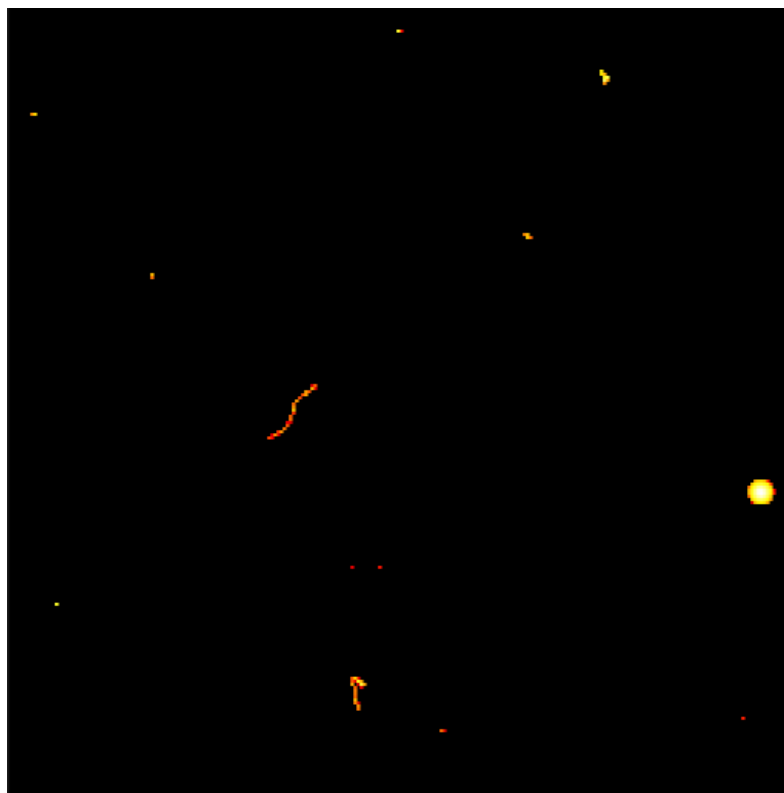
- Minimální délka stopy – 20 px = 1,1 mm
- => maximální úhel detekce dle hloubky detektoru
 - 300 μm – max úhel 15°
 - 500 μm – max úhel 24°

Zpracování dat – nový software

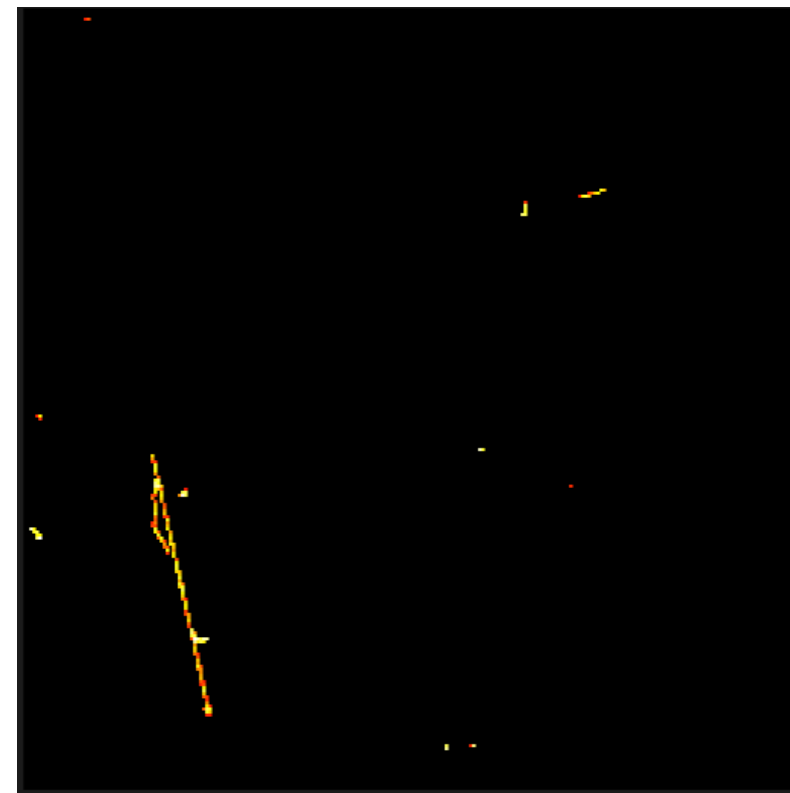
Zpřehledňování dat



snímek 3

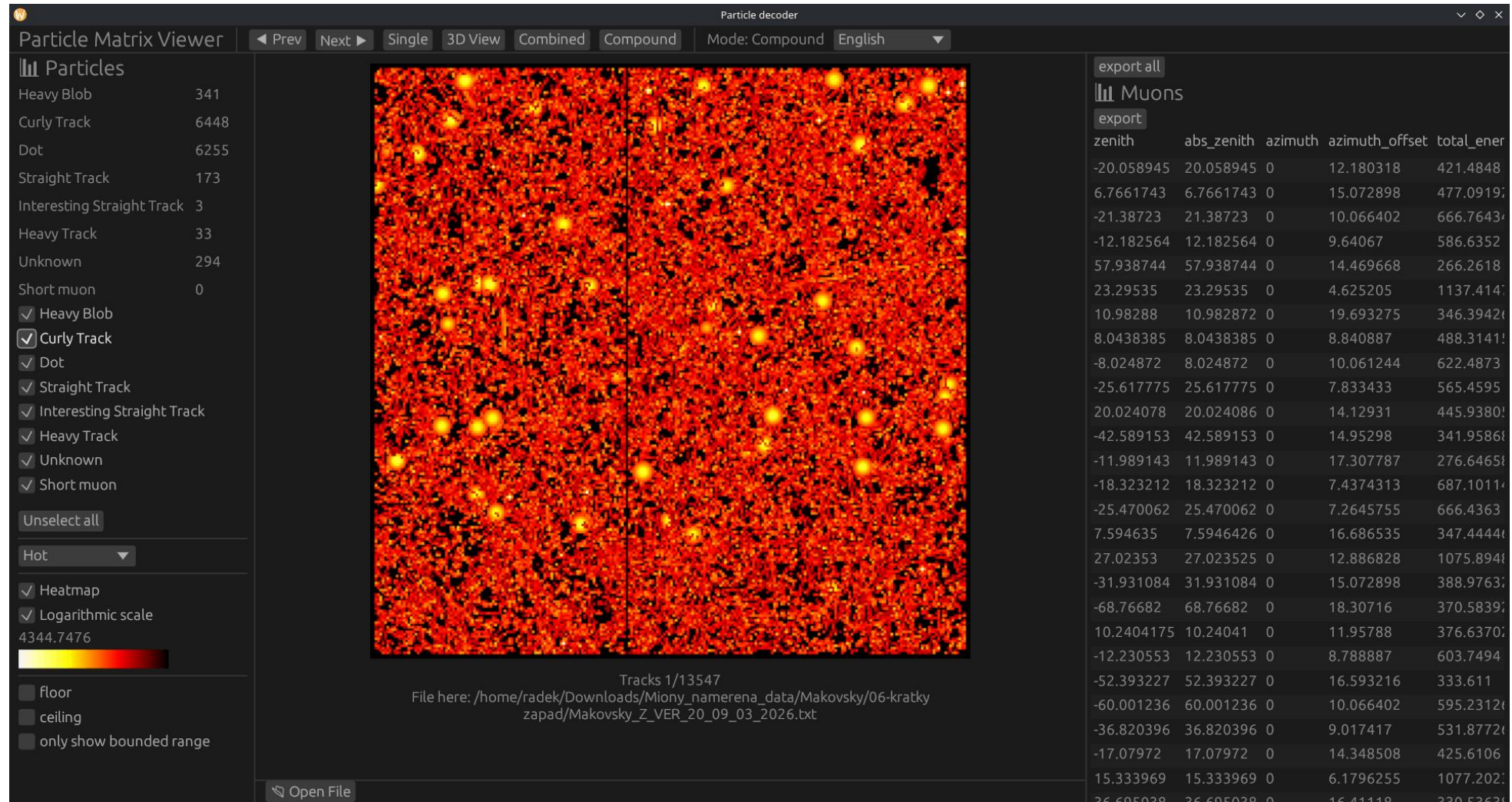


snímek 121835

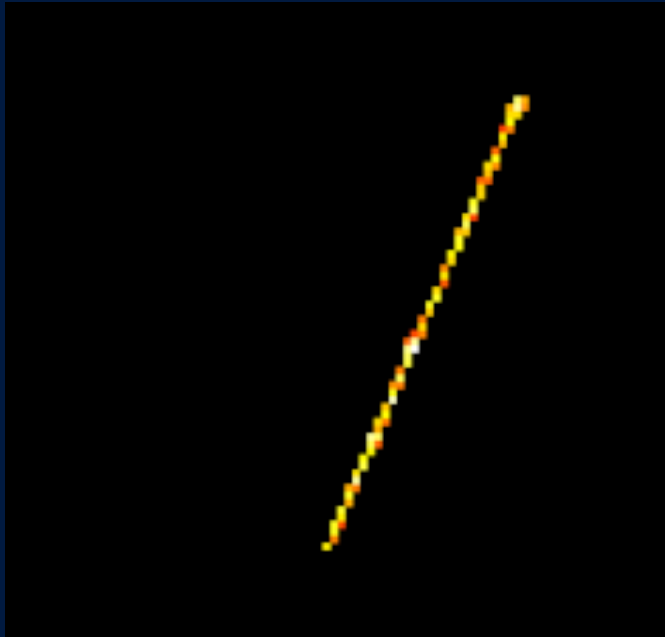


snímek 467

Filtrování typů částic



Vypočtená data



- Zenitový úhel
- Azimut
- Celková zanechaná energie
- Velikost (počet pixelů)
- LET (Lineární přenos energie)
- Energie na pixel
- Časová značka

Experiment

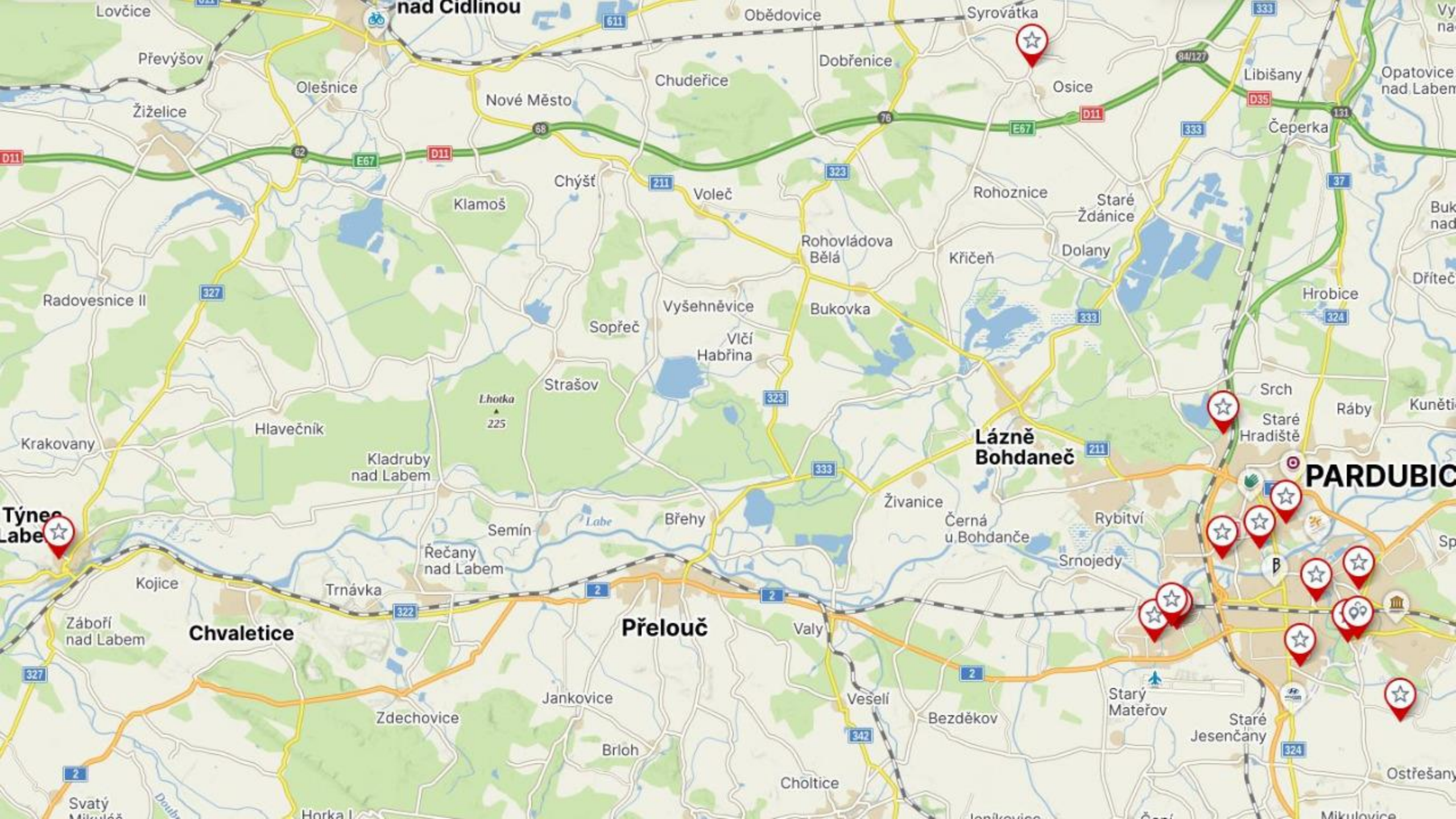
Průběh experimentu

- 7 detektorů
 - 3 týdny
 - 16 počítačů (kontrola funkčnosti softwaru)
 - 2880 snímků/den
-
- společné úložiště s jednotnými názvy

Měření v domácích podmínkách

- Vertikální orientace
- Směr na Sever/Západ

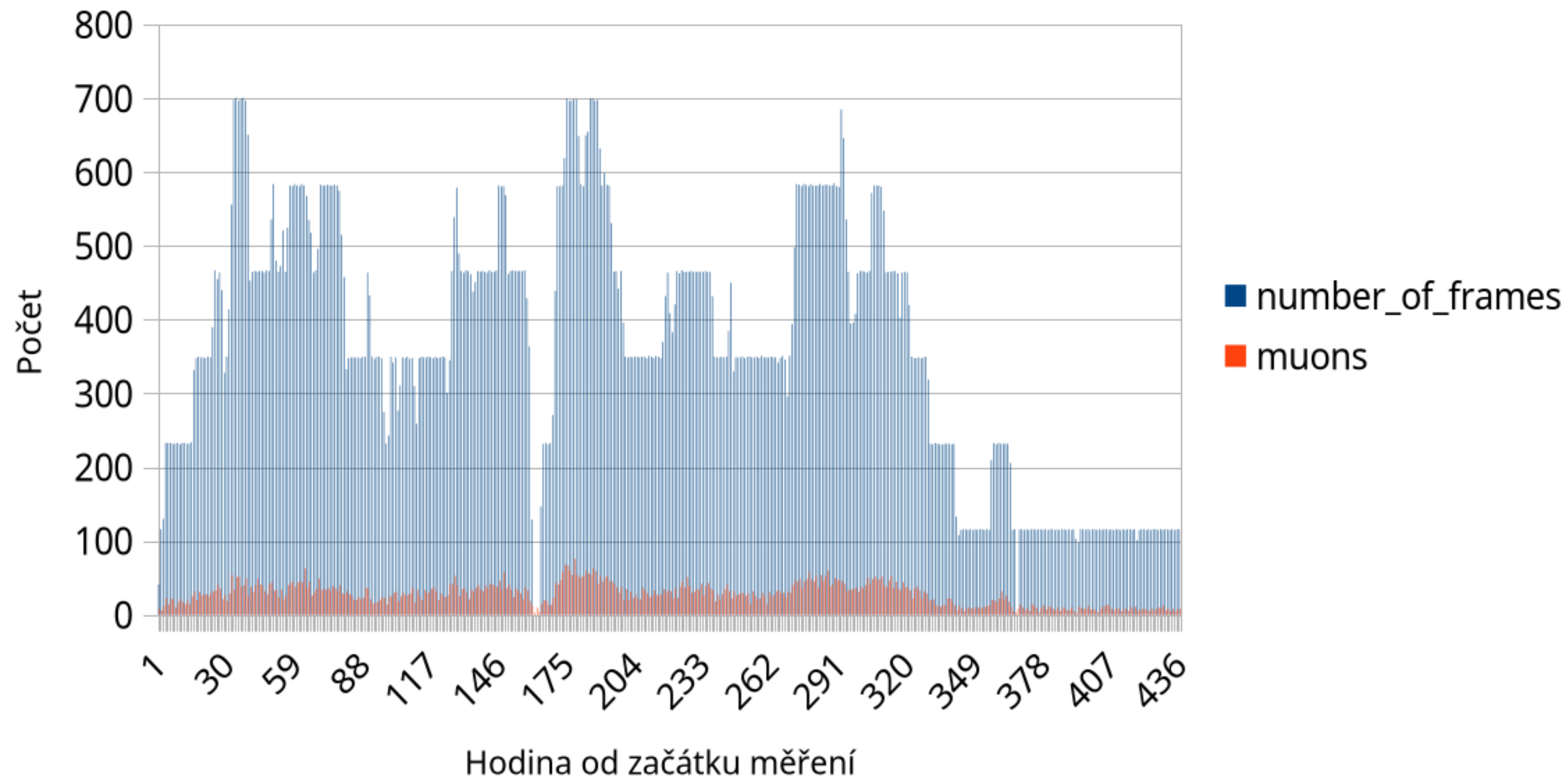




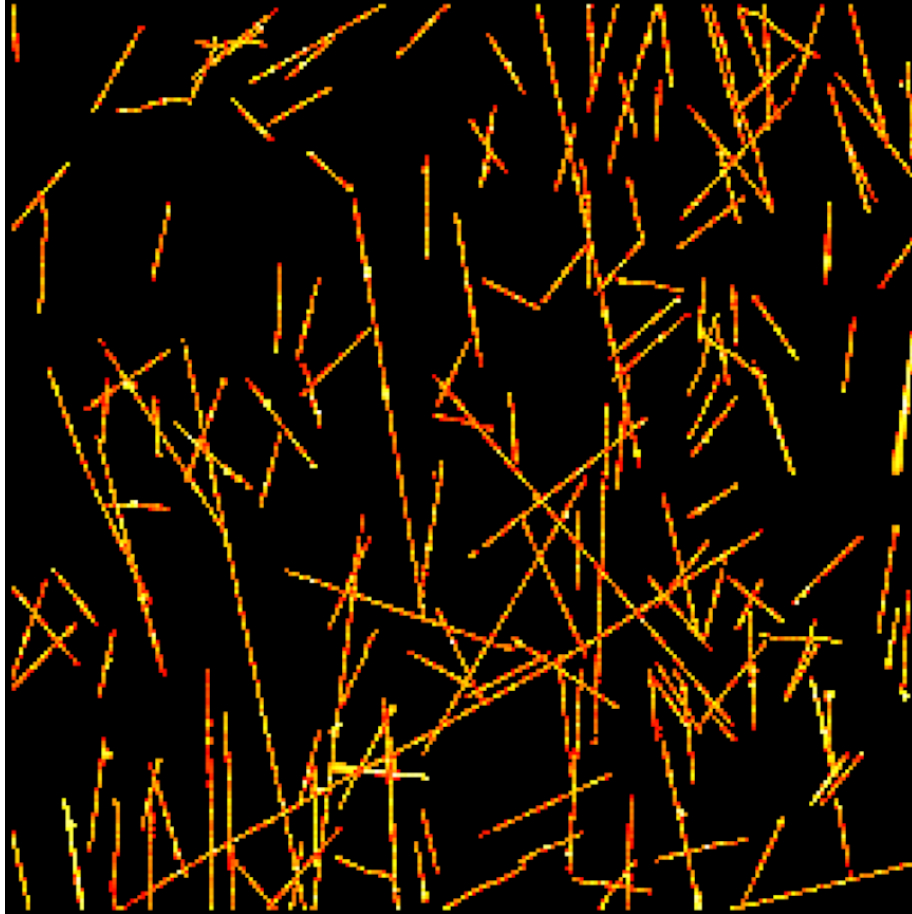
Výsledky práce

Počet mionů a snímků

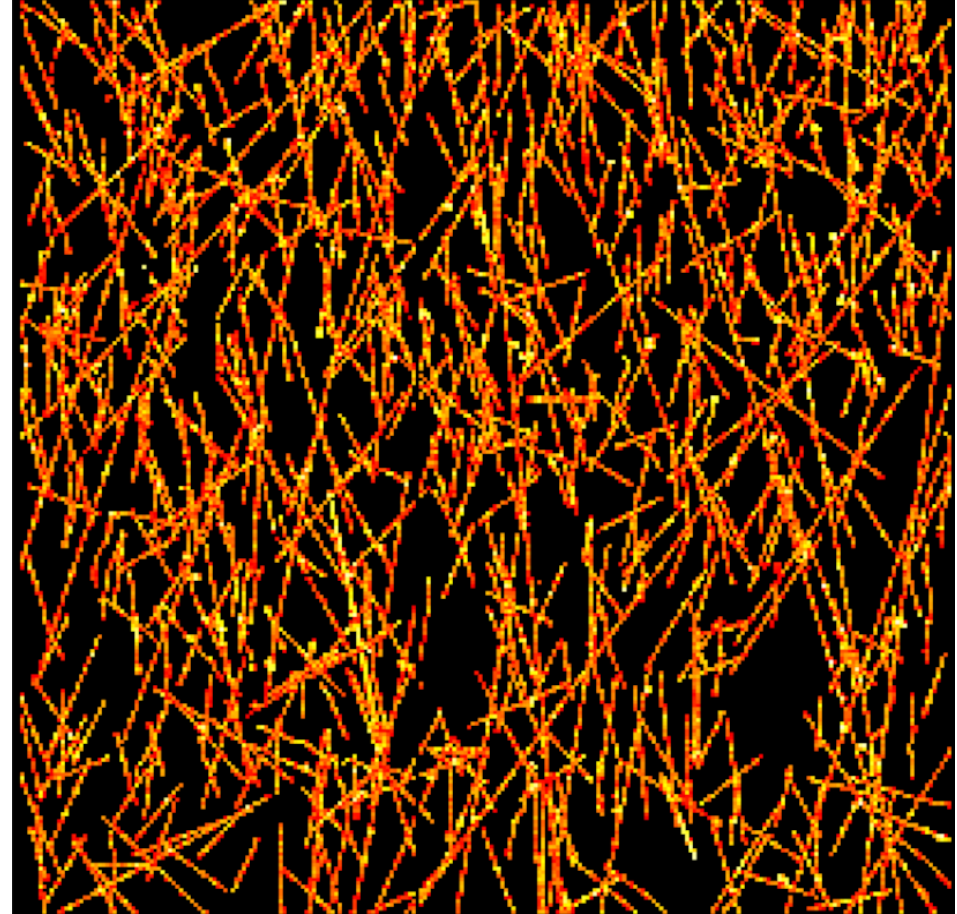
průměrně 12,95 snímků/mion



Snímky z detektorů dle tloušťky

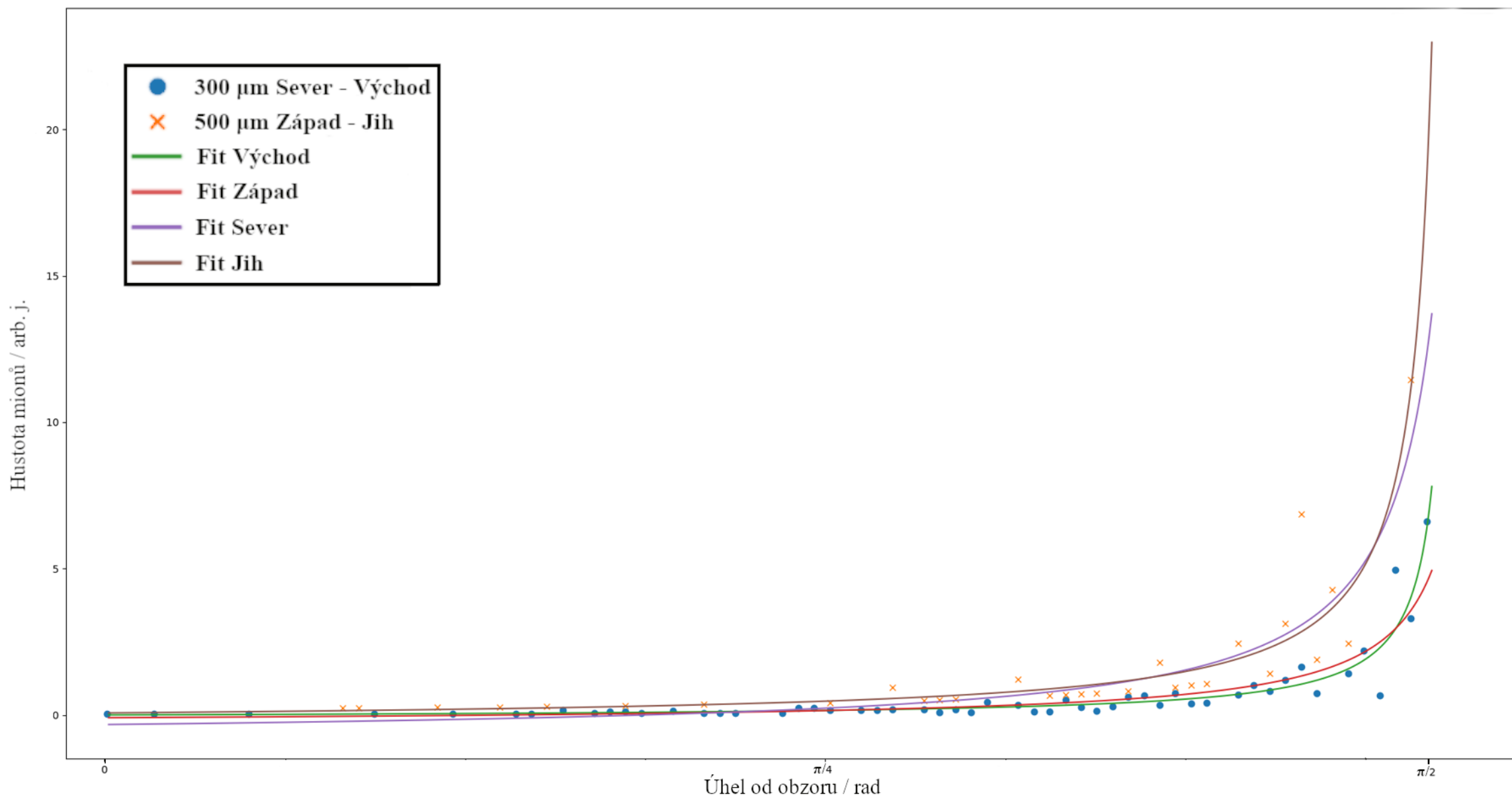


300μm



500μm

Přichází různý počet mionů z různých světových stran?



Jak velký je průměrný tok mionů deskou detektoru?

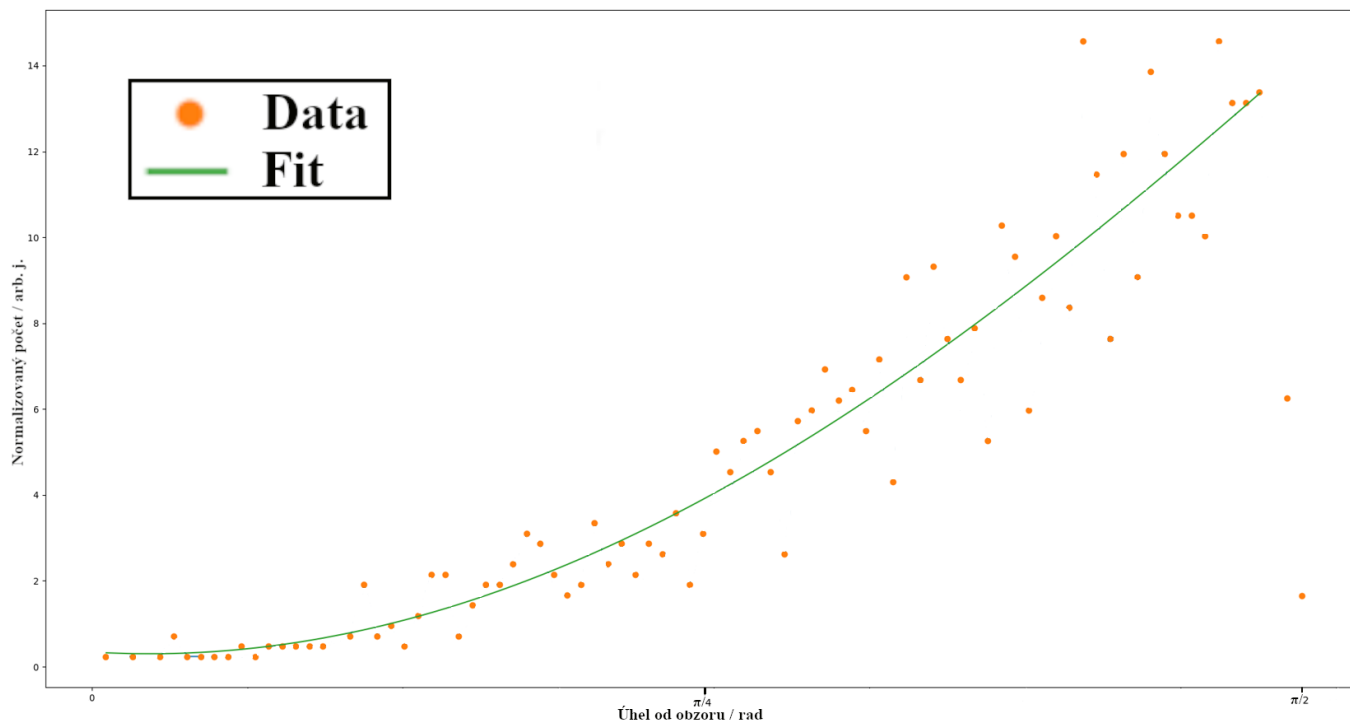
- *Tok, který vidíme: $0,14 \text{ mionu cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$
- **Tok udávaný v literatuře: $1 \text{ mion cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$

*pro vertikálně orientovanou detekční plochu v 200 m. n. m.

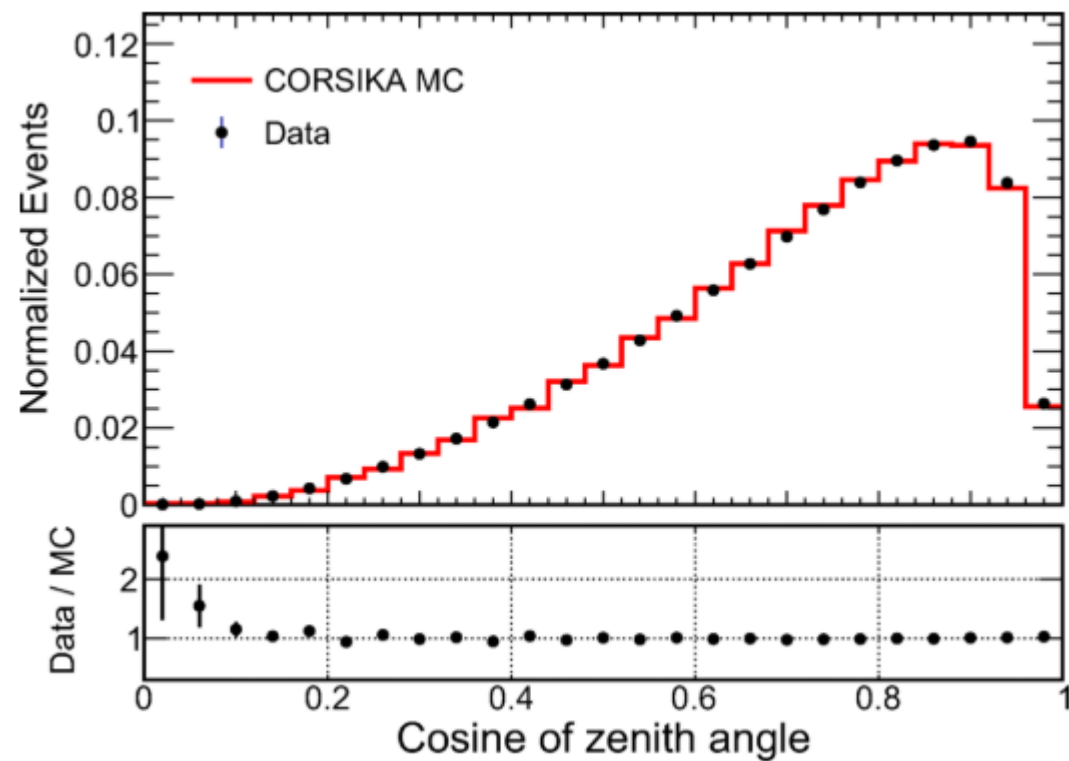
**pro horizontálně orientovanou detekční plochu u hladiny moře

Porovnání s literaturou

Naše měření:

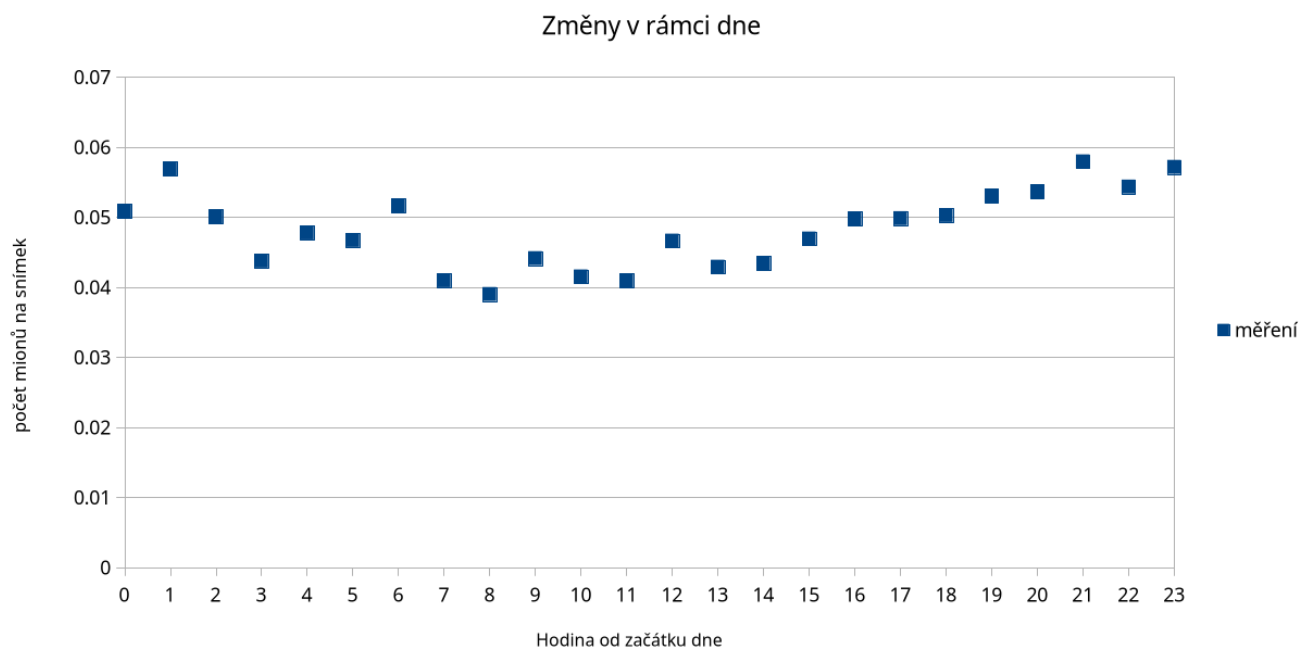


Měření z NOvA Near Detector (Fermilab USA) [2]

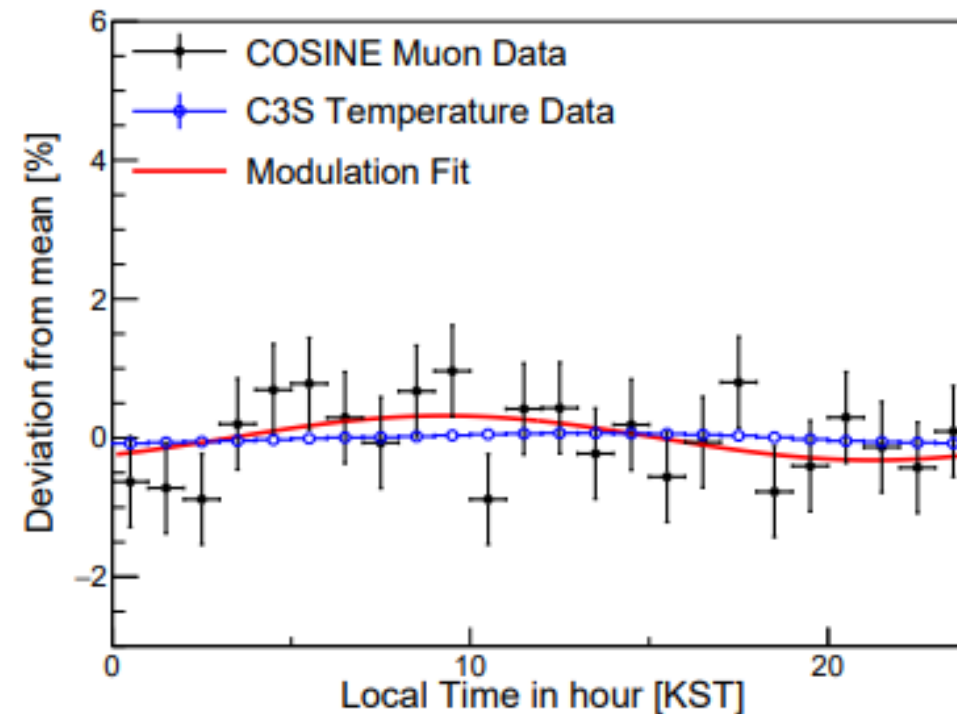


Porovnání s literaturou - změny v rámci dne

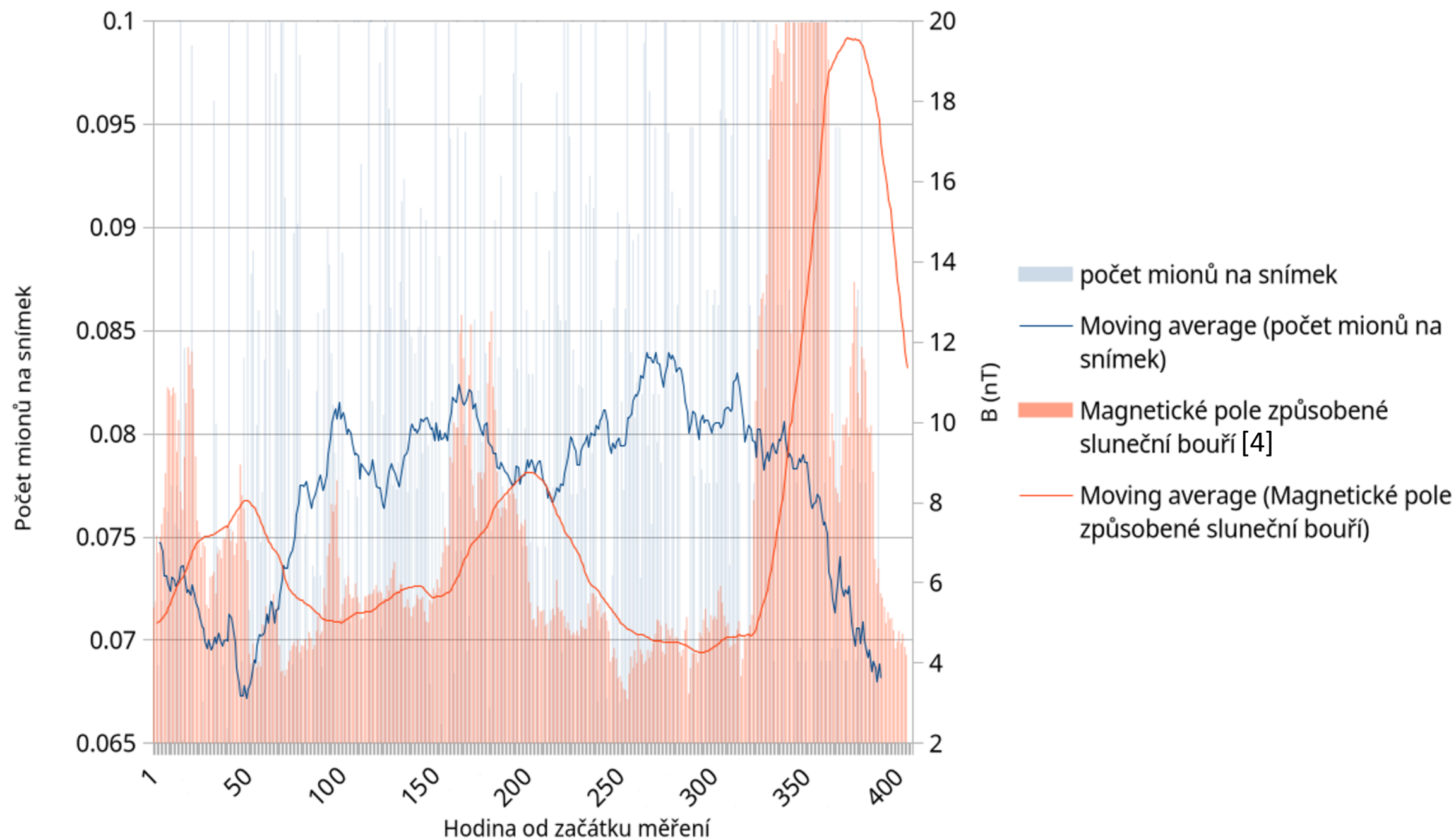
Naše měření:



Měření [1]



Vliv sluneční bouře na počet mionů na zemi

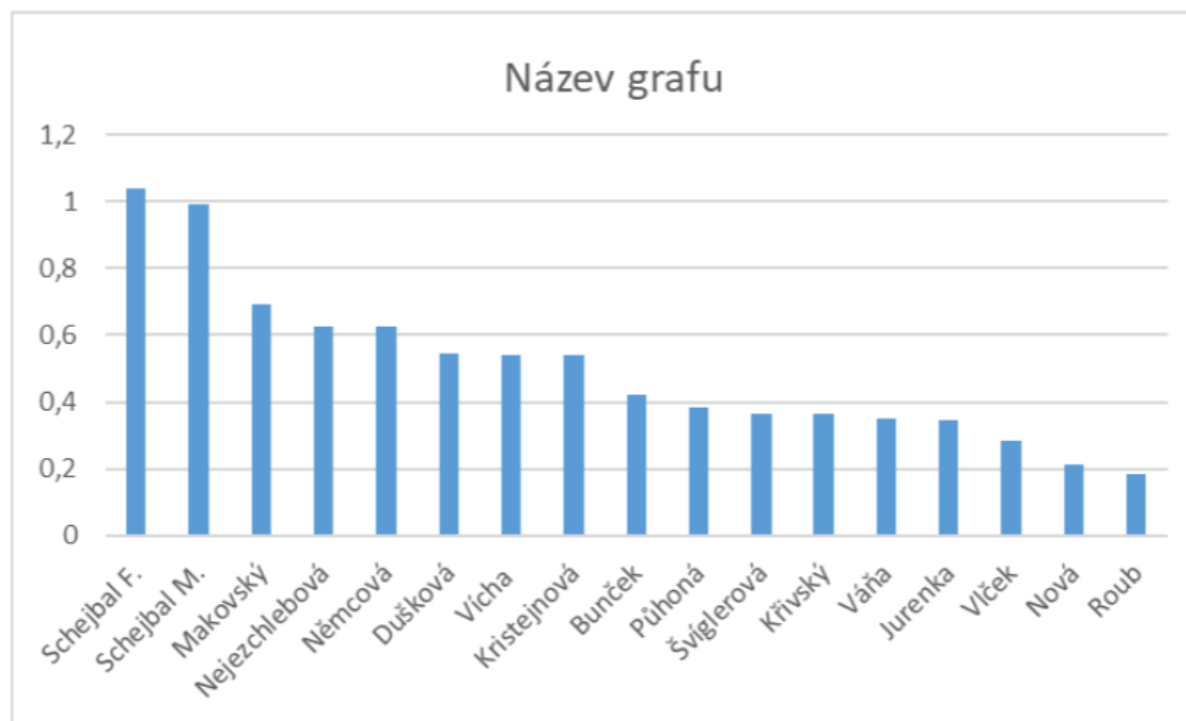


Závěr

- Připravili jsme software na zpracování dat z detektoru
- Naučili jsme se (celá třída), jak zpracovat a interpretovat výsledky
- Dosáhli jsme výsledků porovnatelnými s literaturou
- Připravili jsme teoretický i experimentální podklad pro měření mionů pomocí pixelového detektoru a následný budoucí výzkum

Děkujeme za pozornost

Práce ostatních



Práce ostatních

