

# Neuvěřitelné miony

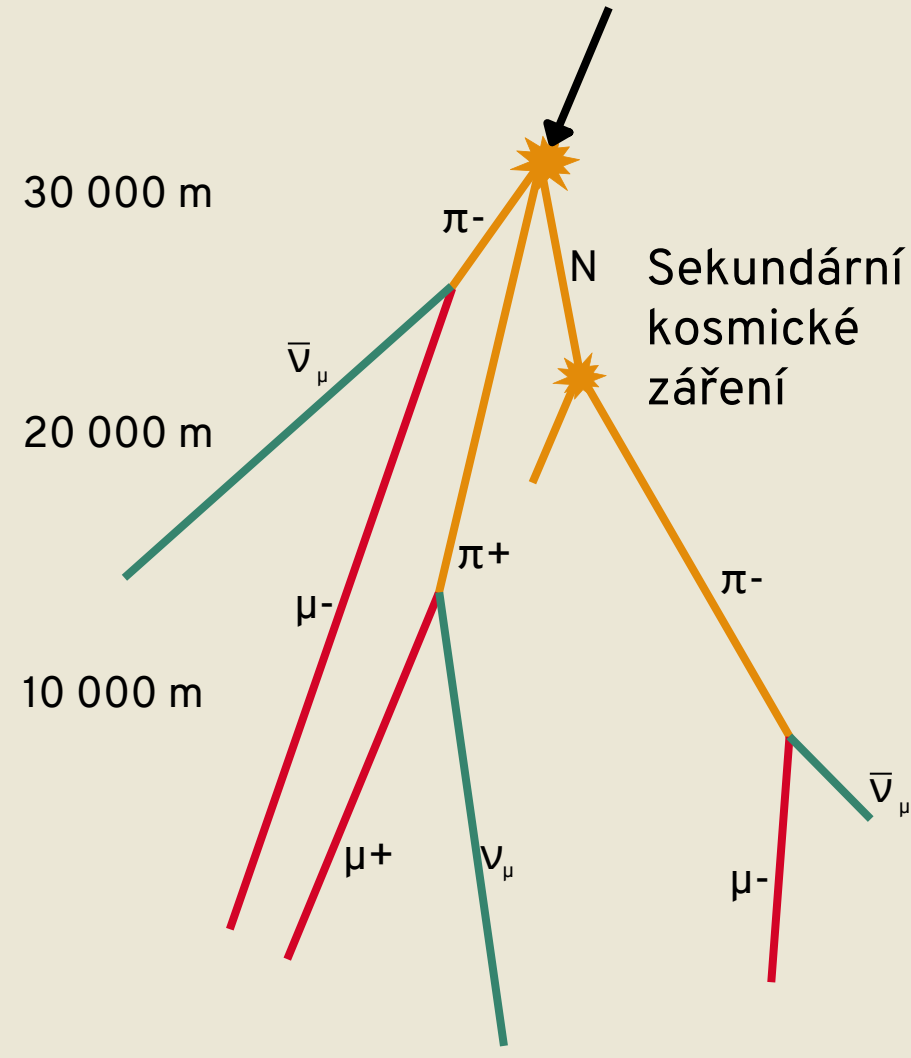
Garant: Barbora Růžičková

Expert: Bedřich Roskovec

Badatelé: Adéla Röhlichová, Martin Švanda, Patrik Štencel

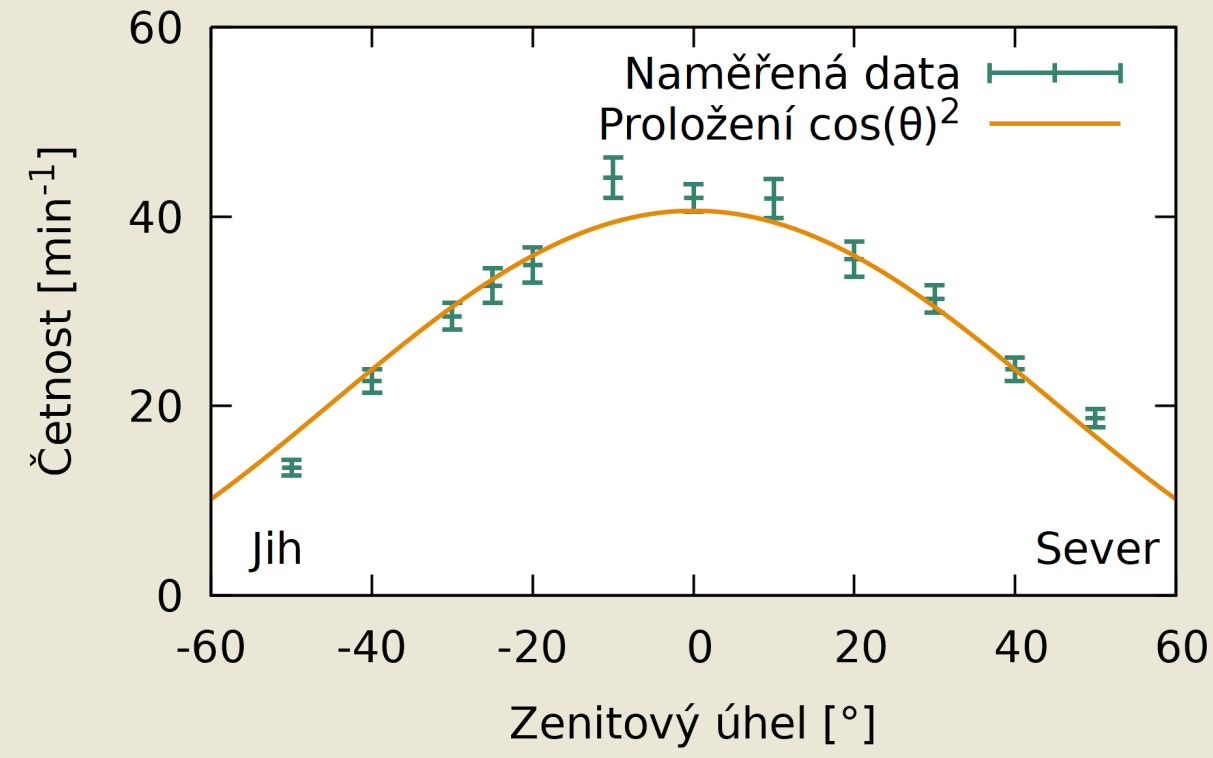
## 1 Miony

Miony jsou nestabilní elementární částice podobné elektronu, které vznikají v částicové spršce ve vrchních vrstvách zemské atmosféry. Oproti jiným částicím mají relativně vysokou energii, s hmotou interagují pouze slabě a tak jednoduše pronikají do materiálu. Dají se tak odlišit od ostatních částic, čehož využíváme při detekci.

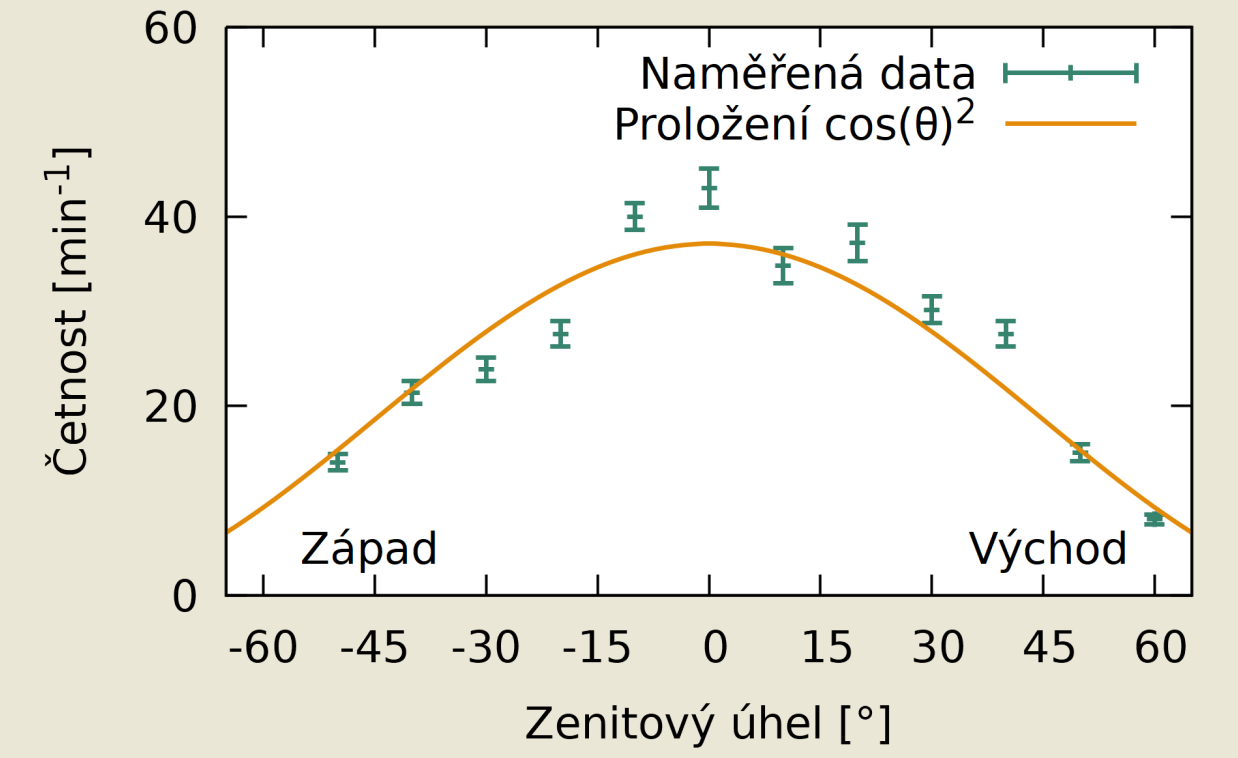


## Světové strany

Závislost na zenitovém úhlu lze aproximovat jako  $\cos(\theta)^2$  [2]. Tuto závislost jsme i naměřili. Proměřili jsme směry sever-jih (graf 2) a východ-západ (graf 3).



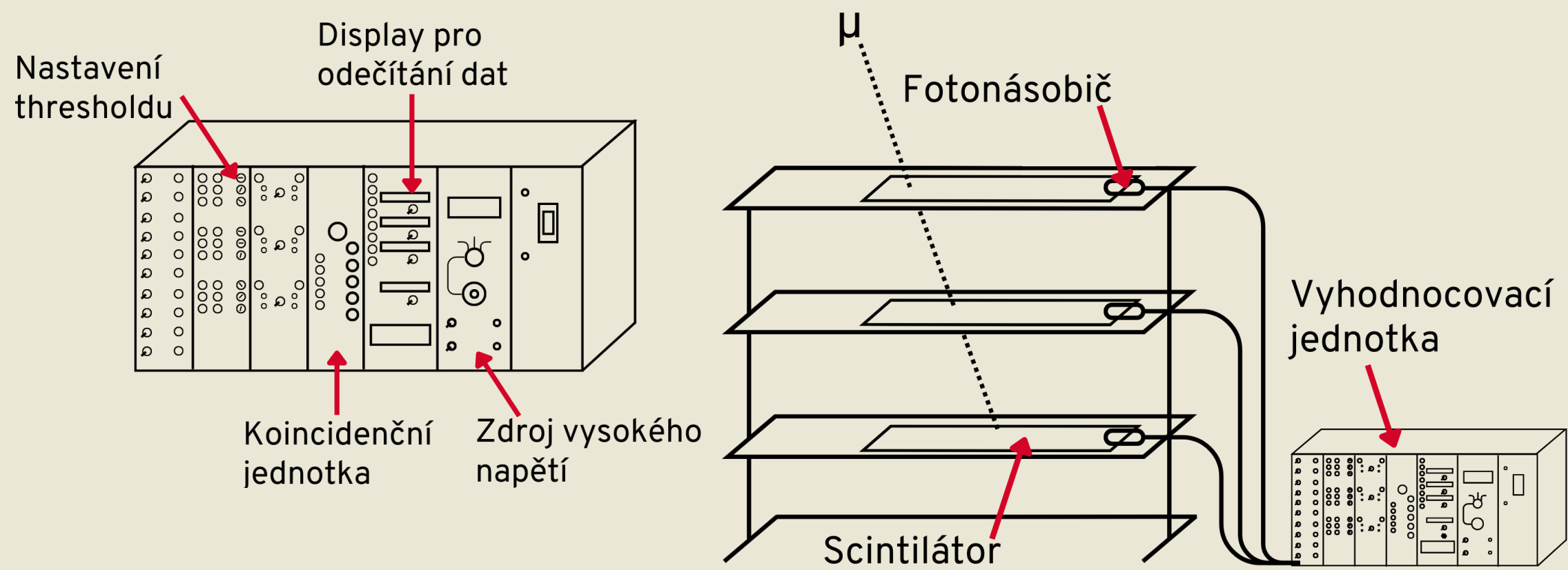
Graf 2: V rámci chyb souhlasí data s očekávanou závislostí.



Graf 3: Naměřené výsledky kvalitativně souhlasí s očekávanou závislostí. Můžeme pozorovat náznaky nečekané asymetrie. Pro její porozumění by bylo potřeba udělat více měření.

## 2 Experimentální aparatura

Scintilátor - po průletu nabitě částice vyzáří fotony viditelného světla  
Fotonásobič - detekuje světlo a generuje zesílený elektrický pulz  
Vyhodnocovací jednotka - počítá případy koincidence signálů ze všech tří scintilátorů ⇔ průchod mionu



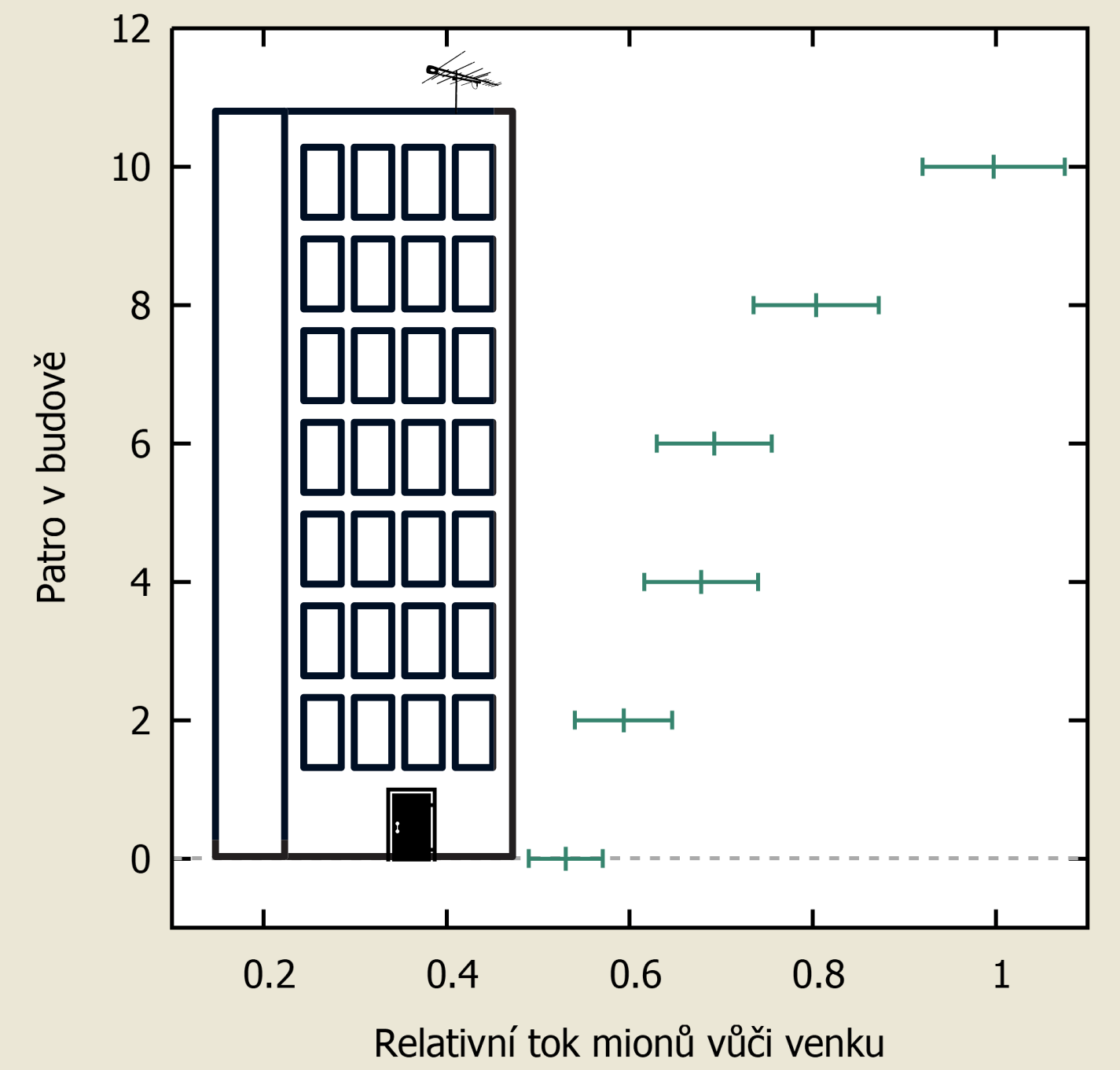
Proč nepoužíváme pouze jeden scintilátor?

Koincidence více scintilátorů nám umožňuje rozeznat miony od ostatních částic pouze miony proletí všemi třemi scintilátory aniž by se rozpadly nebo výrazně změnili svoji trajektorii. Navíc získáváme výhradně miony přicházející z námi zvoleného směru, čímž vzniká teleskop.

## Útlum

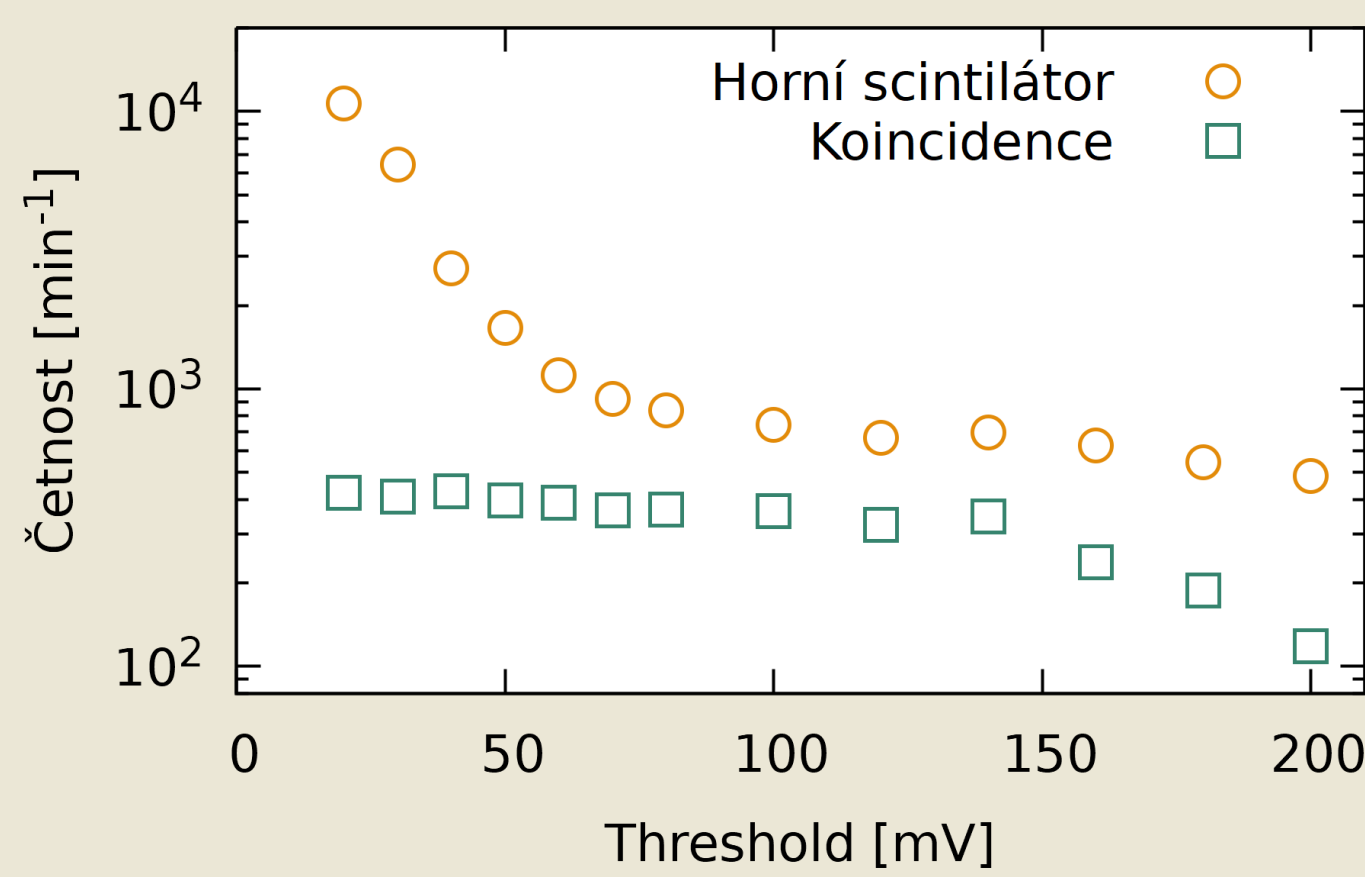
Miony při průchodu materiálem ztrácejí energii (pro náš případ primárně ionizací) a některé se v materiálu zastaví. Z tohoto důvodu lze pozorovat pokles toku například v budově (graf 5).

Graf 5: Měření ukazuje, že v nižších patrech (s více stropy nad sebou) je nižší tok mionů.



## 3 Parametry měřícího přístroje

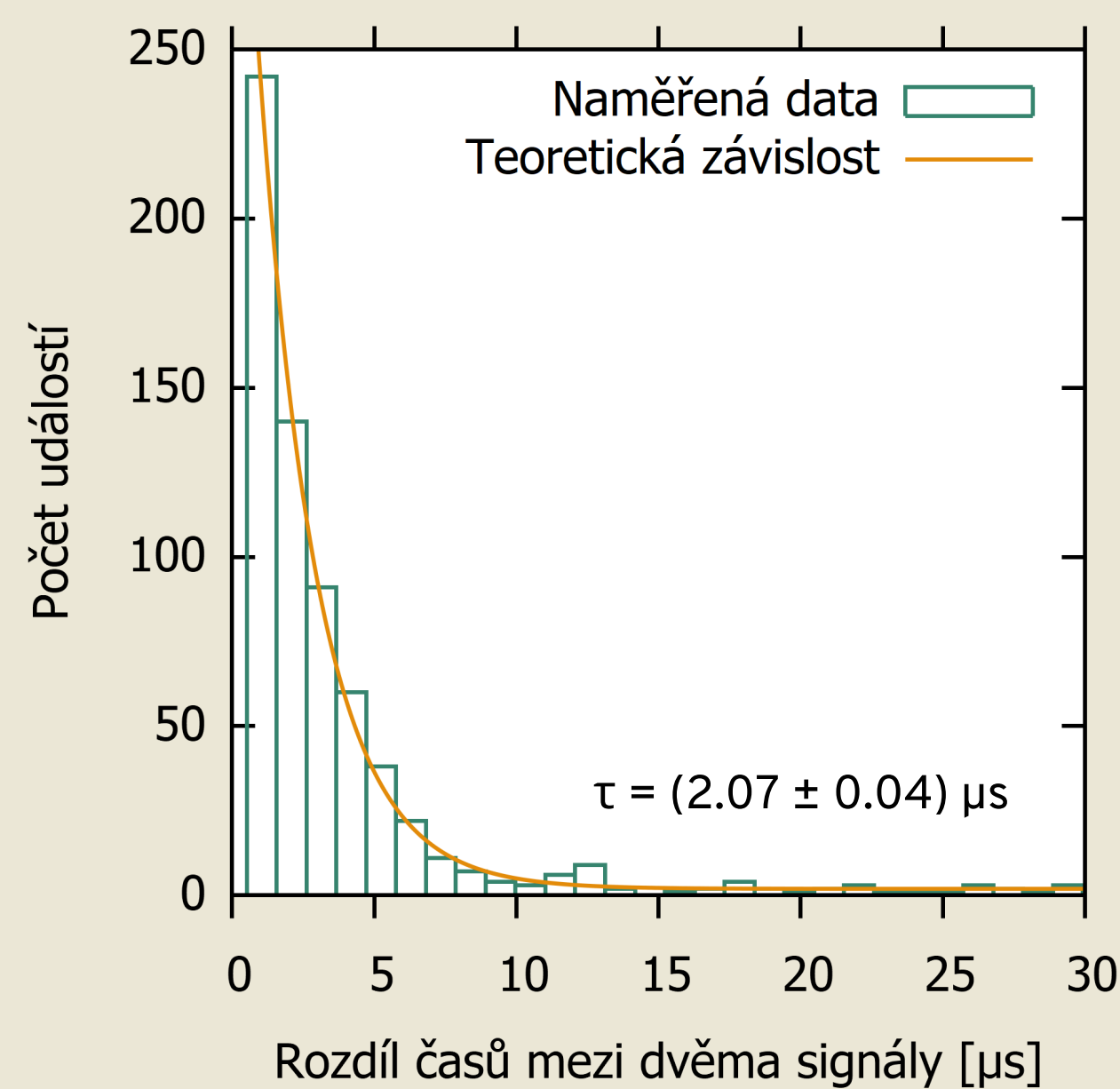
Napětí na fotonásobičích - ovlivňuje zesílení signálu ze scintilátoru.  
Threshold - určuje minimální velikost signálu pro započtení.  
Proměřili jsme závislost četnosti událostí a koincidence na napětí i thresholdu (graf 1).



Graf 1: Na nižších thresholdech pozorujeme mnohem více událostí v jednotlivých scintilátorech (nejen způsobených miony), ale počet mionů (koincidence) se nemění, protože signál z nich je větší. Ten přestáváme vidět až na vyšších thresholdech.

## 4 Zjišťování poločasu rozpadu

Střední doba života volných mionů je  $\tau = 2.2 \mu\text{s}$  [1], z naměřených dat jsme ale získali kratší střední dobu života,  $\tau = (2.07 \pm 0.04) \mu\text{s}$  (graf 4). To vysvětlujeme tím, že kromě rozpadu ( $\tau = 2.2 \mu\text{s}$ ) může být záporný mion zachycený místo elektronu na orbitě pohlcen jádrem. Pravděpodobnost zániku mionu je tak u vázaných záporných mionů kratší, než u mionů volných, které mohou zanikat pouze rozpadem.



Graf 4: Střední dobu života mionu jsme získali nařizováním dat poskytnutých Univerzitou Palackého.

## Poděkování

Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Děkujeme Ivo Jurášovi za umožnění měření ve fortové pevnosti č. XIII.



MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova



Vlastivědné  
muzeum  
v Olomouci

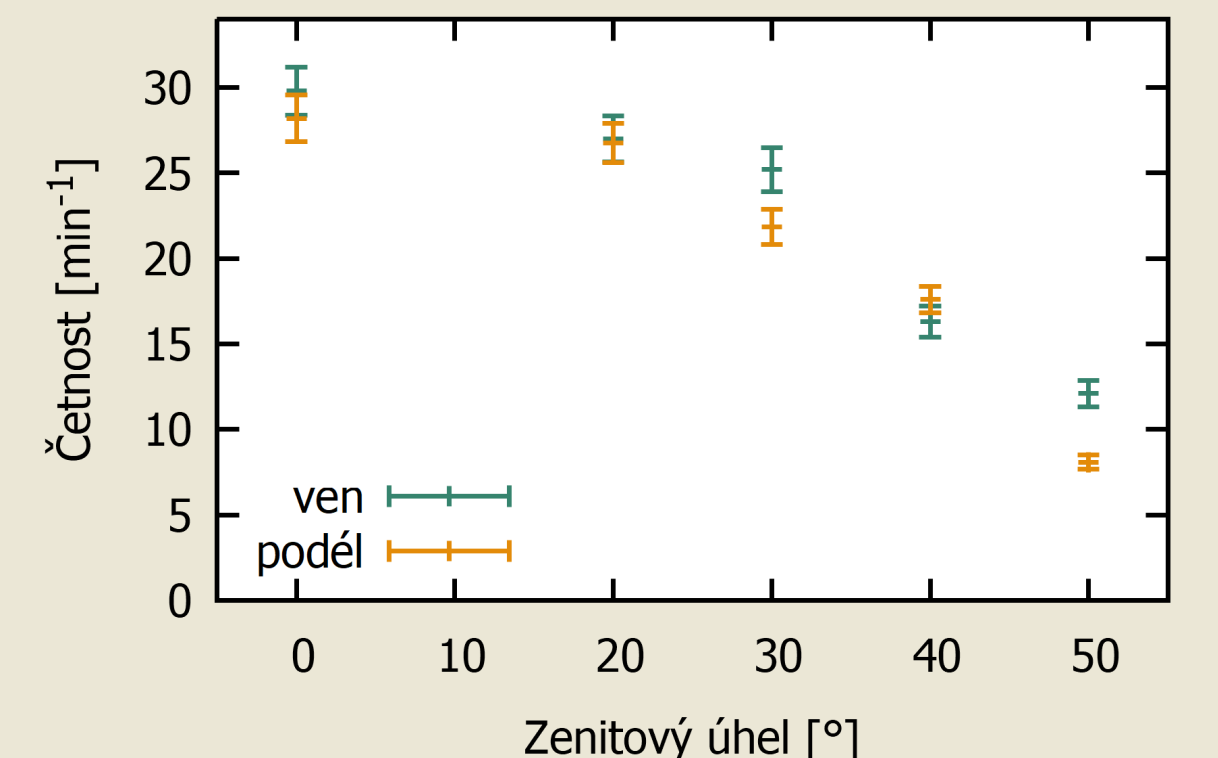
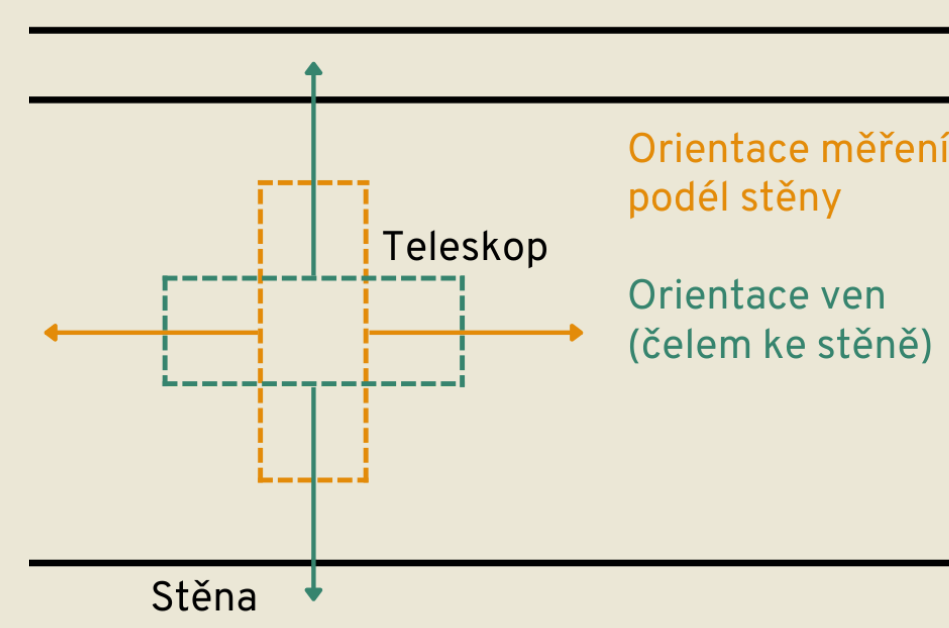
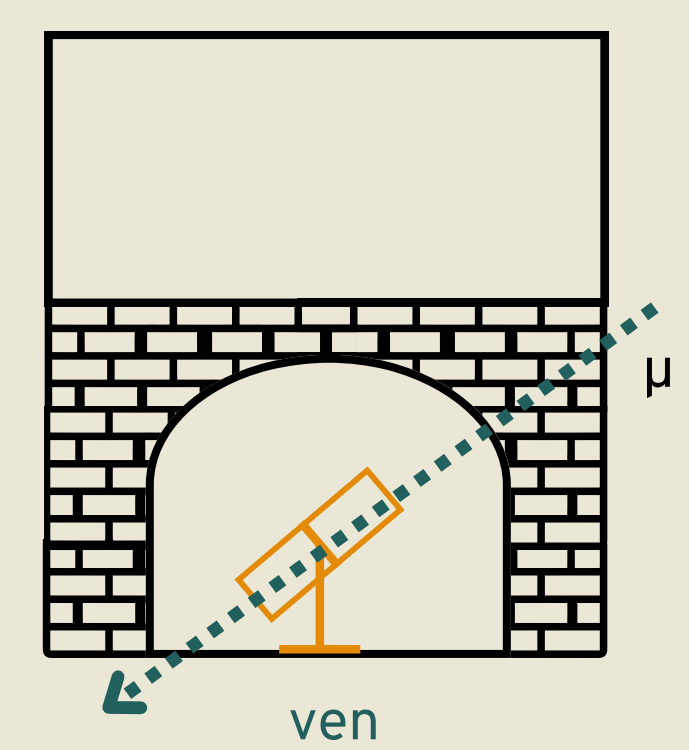
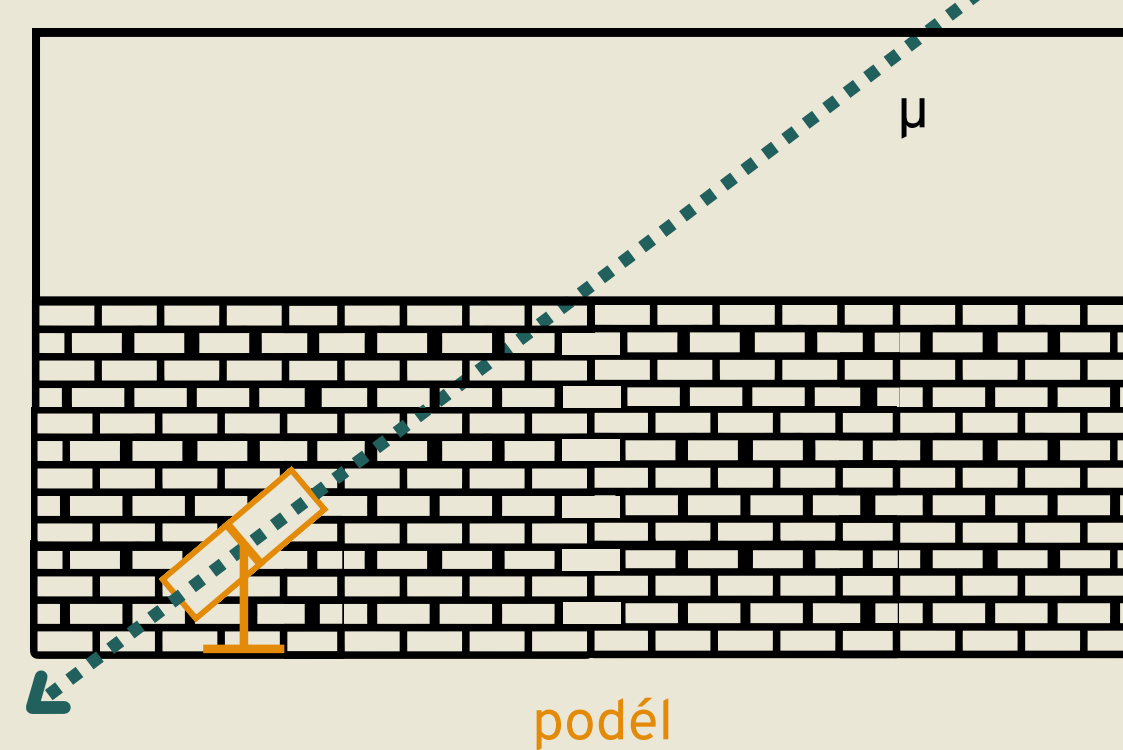
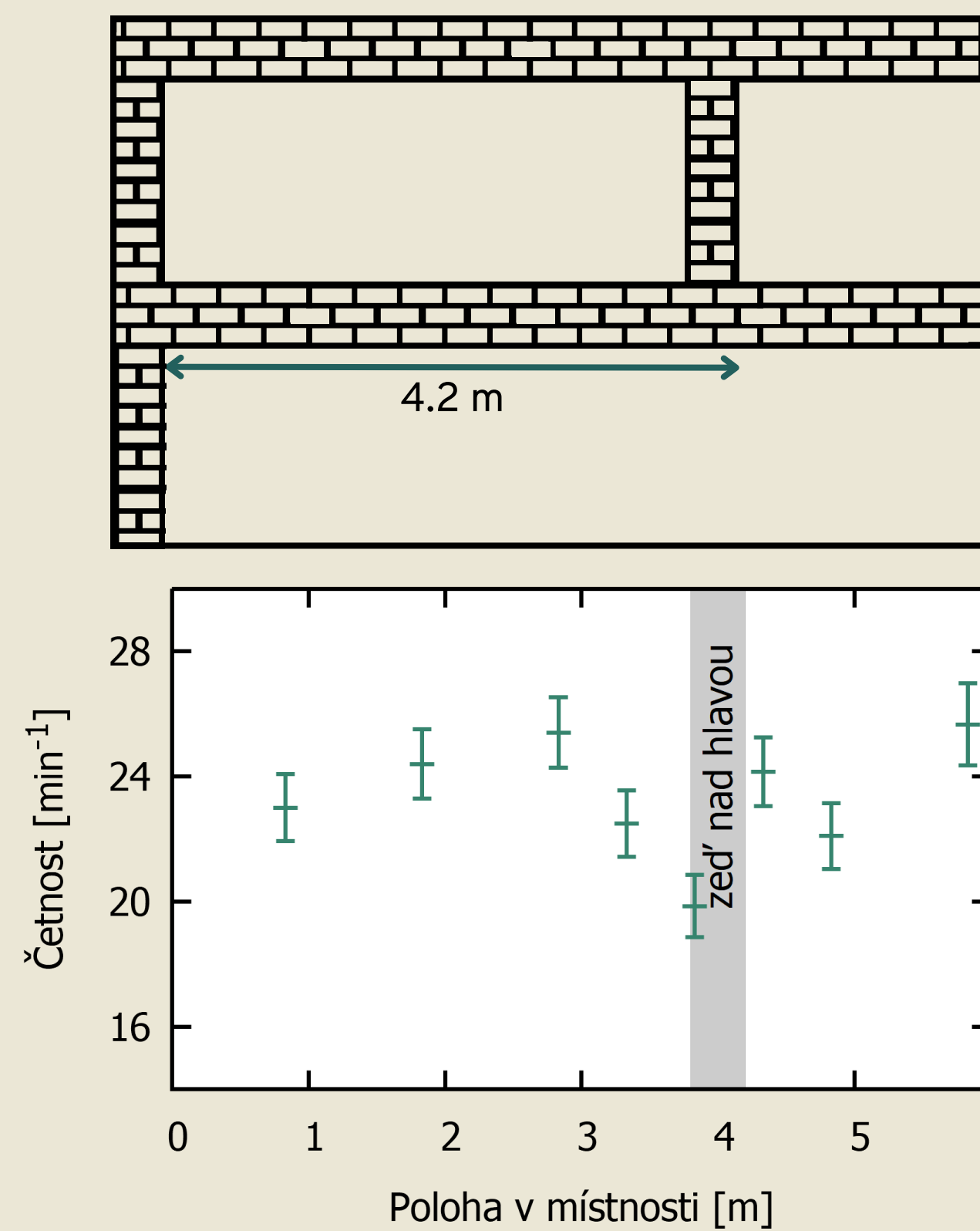


Univerzita Palackého  
v Olomouci

## Tomografie

Mionový teleskop umožňuje sledovat útlum mionů v materiálu, který je úměrný množství materiálu v daném směru. Tohoto využívá mionová tomografie k neinvazivnímu průzkumu pevných struktur jako jsou budovy či hory. Mionovou tomografií jsme otestovali ve fortové pevnosti č. XIII blízko Olomouce. Zde jsme provedli dvě měření (graf 6 a 7).

Graf 6: Pro různá místa jsme měřili tok mionů přímo shora. Takto jsme hledali zed', která se nacházela v místnosti nad námi. V datech lze vliv zdi vypořadovat.



Graf 7: V druhé místnosti jsme provedli dvě měření, jedno podél chodby a druhé kolmo k ní. Pro malé úhly jsme nepozorovali rozdíl mezi těmito dvěma směry (množství materiálu se zásadně neliší). Pro 50° jsme pozorovali menší útlum pro směr ven (miony prochází slabší, vnější zdí).

[1] D. M. Webber et al. (MuLan Collaboration), Phys. Rev. Lett. 106, 041803 (2011)

[2] Shukla, P., & Sankrith, S., Int.J.Mod.Phys.A 33 (2018) 30, 1850175