

# Jak dostat reaktor do kritického stavu aneb jak si nenechat utéct elektrony

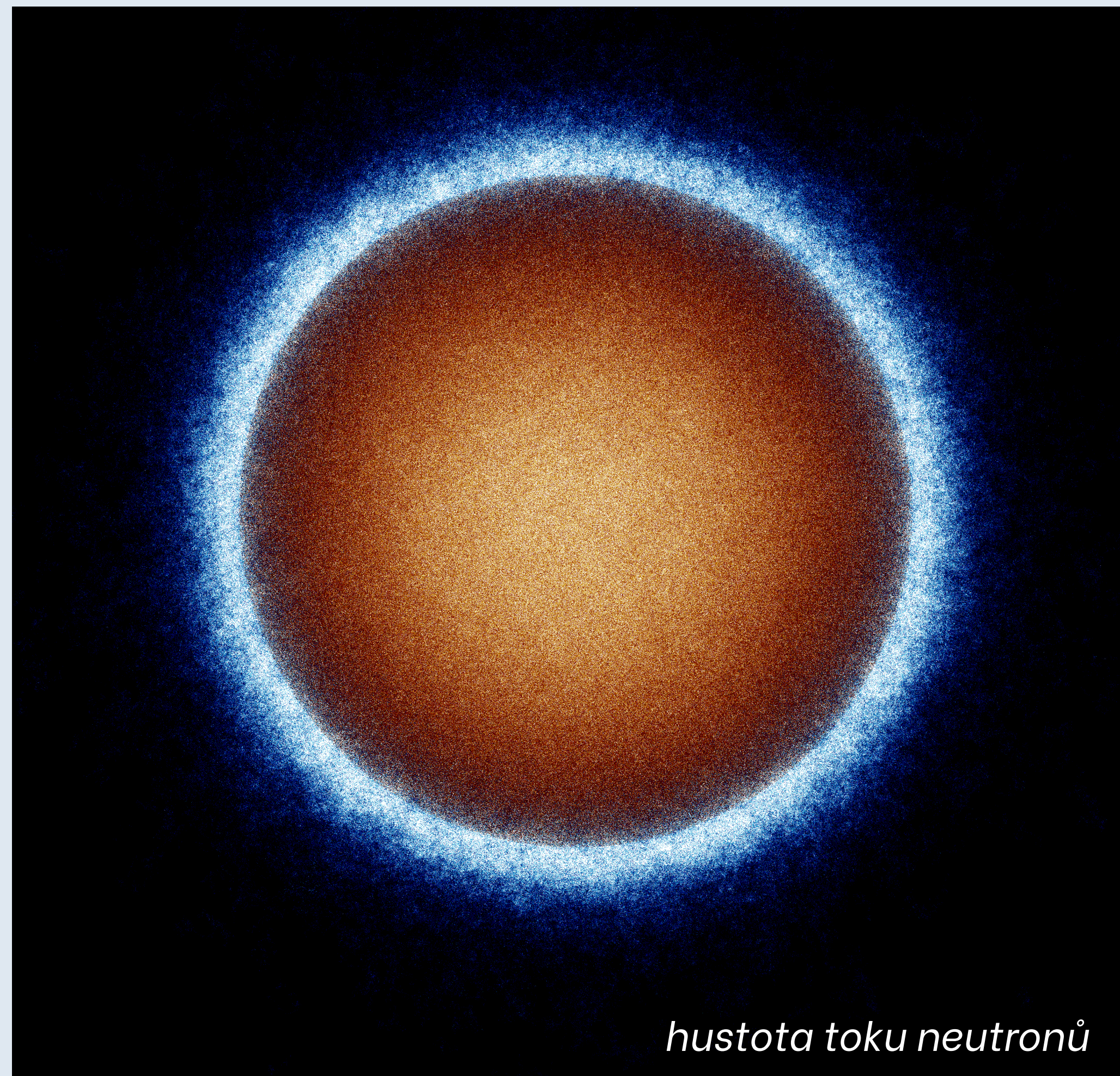
Reaktor je v kritickém stavu, vyvolává-li jedno štěpení právě jedno další štěpení v nové generaci. Pro dosažení **kritického stavu**, ve kterém se koeficient kritičnosti rovná 1 je třeba zvolit správný poměr aktivní zóny a okolního moderátoru. Pro výpočet vhodného poměru byl použit program Serpent 2 a Gnuplot.

## Autoři

Tomáš Koc, Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám. 23

Marie Pykalová, Gymnázium Otokara Březiny a SOŠ Telč

Markéta Gašová, Gymnázium Budějovická, Praha



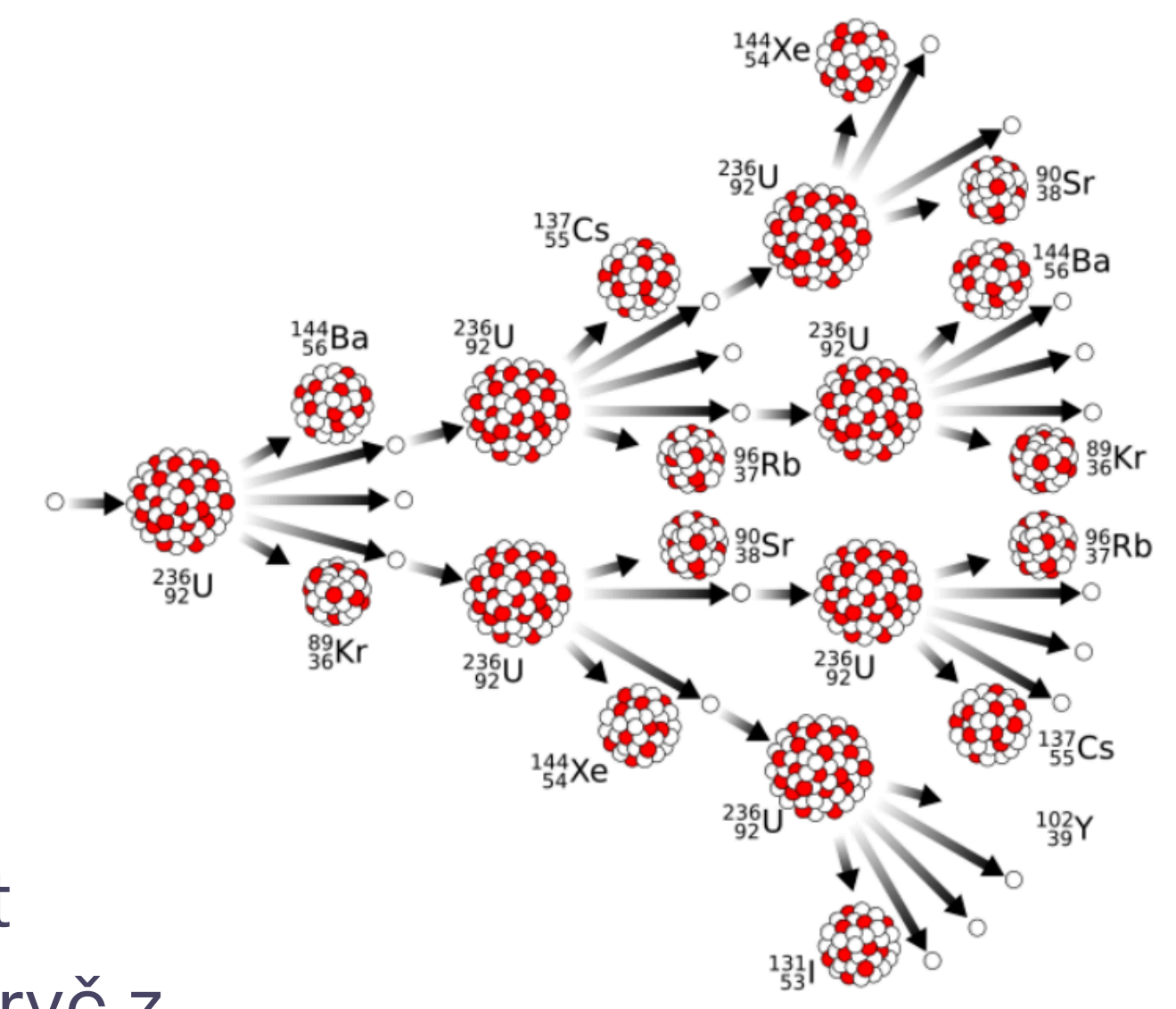
*hustota toku neutronů*

## Osud neutronů v reaktoru

**Neutrony** - částice bez elektrického náboje nejsou odpuzovány jádry a proto s nimi mohou přímo interagovat, tyto reakce se dělí na:

<b>rozptylové</b>	pružné nepružné
<b>absorbční</b>	radiační záchyt štěpení

**Moderátor** je používán ke zpomalení neutronů, protože právě pomalejší neutrony spíše zaviní štěpení může plnit také funkci **reflektoru**, který zabraňuje úniku neutronů pryč z reaktoru.



*jaderné štěpení*

## Analýza

Pokud známe velikosti koeficientů  $a$  a  $b$  (třeba z gnuplotu) můžeme za pomoci úprav jednogrupové difuzní rovnice získat velikost poloměru aktivní zóny, tedy  $x$ :

$$k_{eff}(x) = \frac{a}{1 + \frac{b}{x^2}}$$

$$x = \sqrt{\frac{b}{a - 1}}$$

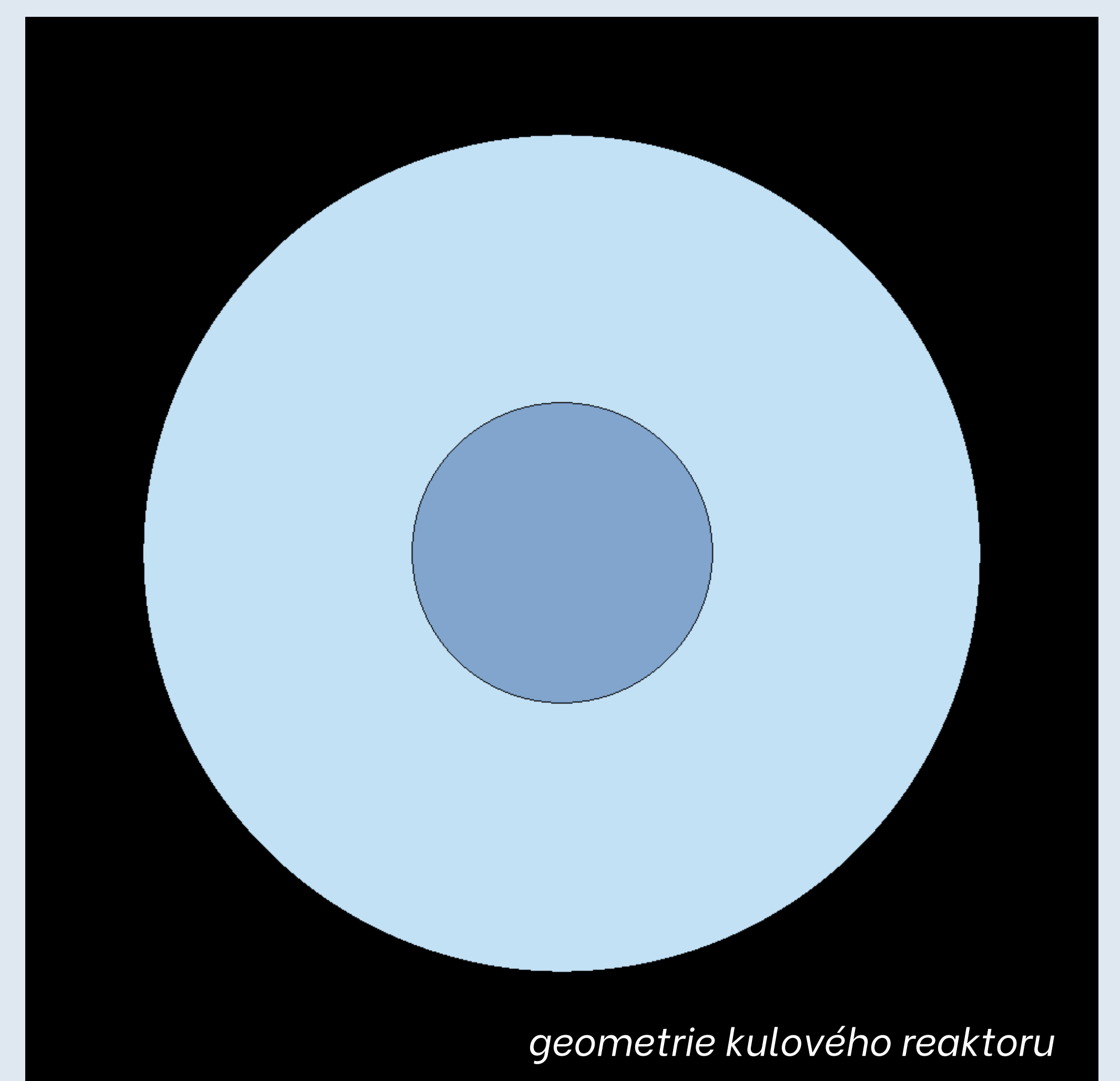
## Koeficient kritičnosti

Je to koeficient který nám udává informace o kritičnosti reaktoru.

< 1 podkritický reaktor  
= 1 kritický reaktor  
> 1 nadkritický reaktor

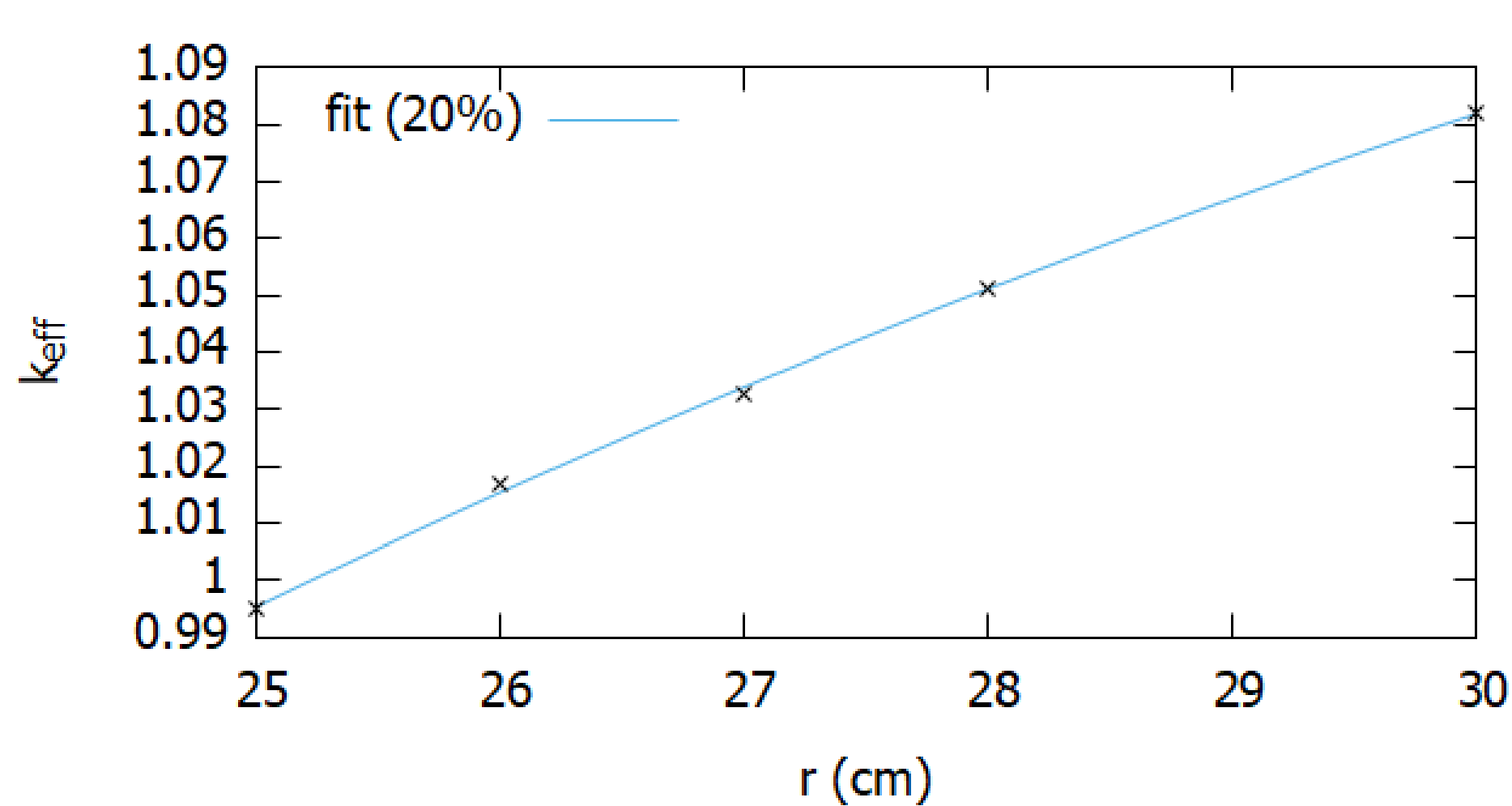
## Obohacenost

V přírodě se uran nachází pouze s 0,72% obsahem izotopu uranu 235U. Má-li být využit jako palivo, většinou musí být obohacen. Procentuální zastoupení izotopu 235U v palivu jaderných elektráren se pohybuje kolem 4%. Pro výzkumné a školní účely je využíváno palivo s vyšším obohacením. V tomto projektu bylo počítáno s obohacením 15% a 20%.

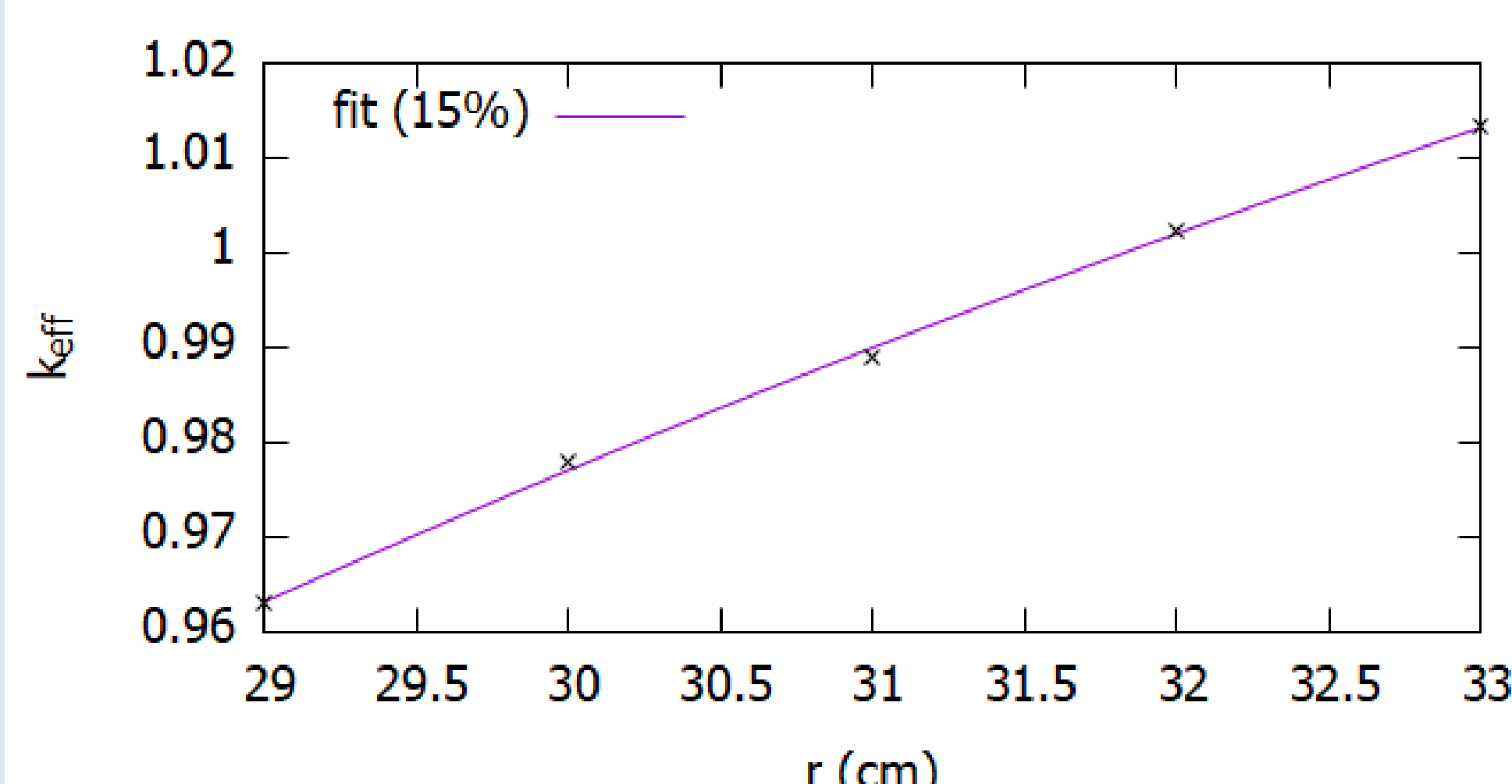


*geometrie kulového reaktoru*

závislost kritičnosti reaktoru na poloměru aktivní zóny



závislost kritičnosti reaktoru na poloměru aktivní zóny



## Výsledky

### parametry fitu s obohacením 20%:

$a = 1,348$  a  $b = 221,538$   
poloměr aktivní zóny: 22,224 cm  
poloměr moderátoru(voda): 100 cm  
kritičnost: 1,001

### parametry fitu s obohacením 15%

$a = 1,230$  a  $b = 233,807$   
poloměr aktivní zóny: 31,823 cm  
poloměr moderátoru(voda): 100 cm  
kritičnost: 0,998.

## Závěr

Pomocí programu byly určeny koeficienty kritičnosti pro různé poměry moderátoru a aktivní zóny. Data byla vykreslena pomocí gnuplotu a byl nalezen přesný poloměr pro který byl reaktor kritický. Byla provedena kontrola v programu Serpent 2,

## Reference

- [1] Jakub Mátl, Josef Sabol; Atom, jádro (prezentace k TV@J 2024)
- [2] Jakub Mátl, Josef Sabol; Neutronové reakce (prezentace k TV@J 2024)
- [3] Jakub Mátl, Josef Sabol; Štěpení jaderného paliva (prezentace k TV@J 2024)
- [4] Jakub Mátl, Josef Sabol; Jaderný reaktor (prezentace k TV@J 2024)
- [5] J. Lamarsh a T. Baretta; Introduction to Nuclear Engineering (2001, 3. edice)

## Poděkování

