

Měření neutronů na tokamaku COMPASS

AUTOR: LUKÁŠ LOBKO

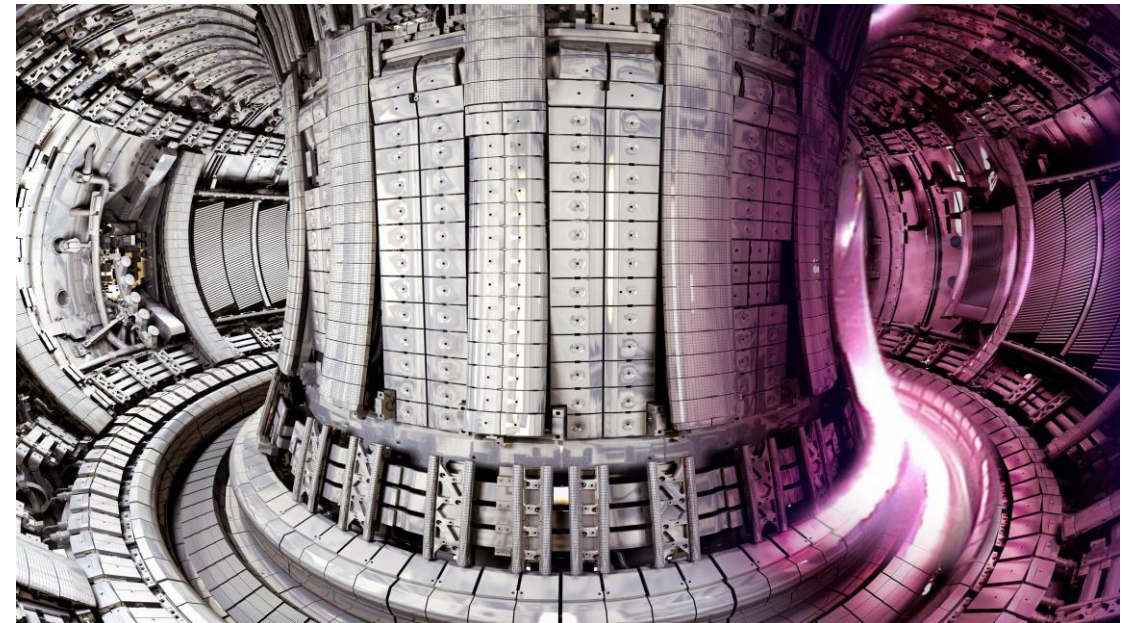
VEDOUCÍ PRÁCE: ING. ONDŘEJ FICKER

Obsah prezentace

1. představení obsahu bakalářské práce:
 1. Souvislosti mezi neutronovou fyzikou a fúzním reaktorem.
 2. Rešerše typů neutronových detektorů a zpracování dat.
 3. Neutronová diagnostika na tokamaku COMPASS.
2. další postup práce – výzkumný úkol:
 - vývoj software pro diskriminaci píků
 - účast a realizace měření neutronů na tokamaku COMPASS
 - další cíle ...

1. Souvislosti mezi neutronovou fyzikou a fúzním reaktorem

1. Neutrony ve fúzních reakcích (DD, DT, TT reakce)
2. Podmínky a kritéria fúzních reakcí
 - a) Coulombova bariéra
 - b) Účinný průřez a reaktivita fúzních reakcí
 - c) Lawsonovo kritérium
3. Zajištění vhodného prostředí pro plazma
 - a) Magnetické udržení (tokamaky, stelarátory)
 - b) Inerciální udržení



(2018. <https://www.euro-fusion.org>)

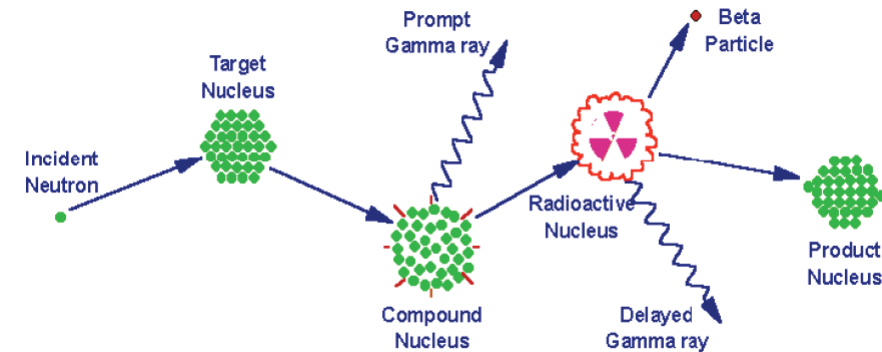
2. Rešerše typů neutronových detektorů a zpracování dat

1. Rešerše neutronových detektorů

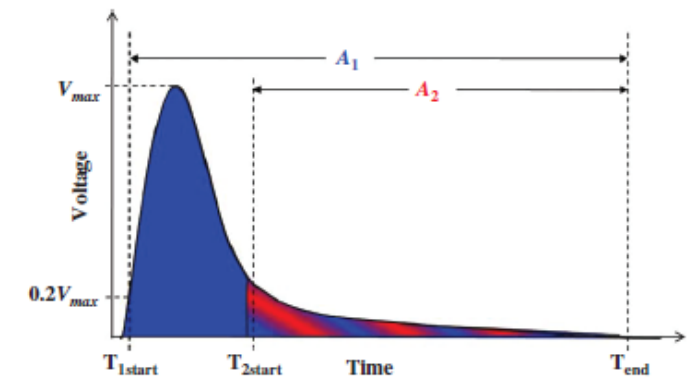
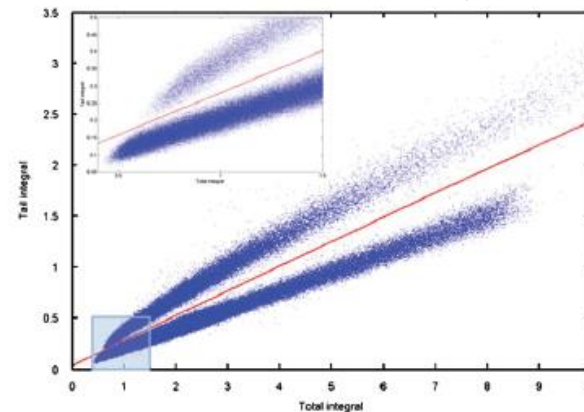
- a) Scintilační detektory
- b) Štěpné komory
- c) Aktivační fólie
- d) Diamantové detektory
- e) Proporcionální čítače

2. Zpracování dat a rešerše diskriminačních metod

- a) Porovnání náboje (CCM)
- b) Časové diskriminace
- c) Křížení nulové hladiny
- d) Určení gradientu (PGA)
- e) Užití modelových pulsů
- f) Vlnková transformace



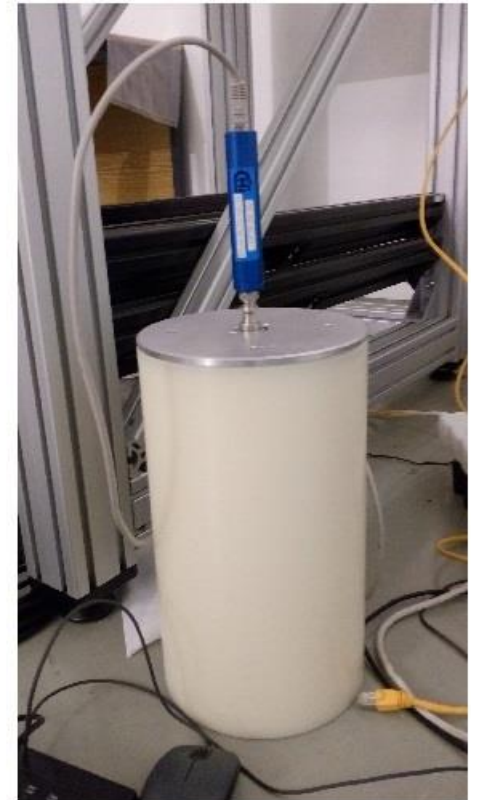
(S. Peetermans, "Neutron Activation Analysis," tech. rep., Nuclear Physics Institute at Rež, Czech Republic, 2009)



(M. Amiri, *Neutron/gamma-ray measurement and discrimination*. PhD thesis, Masaryk University in Brno, 2014)

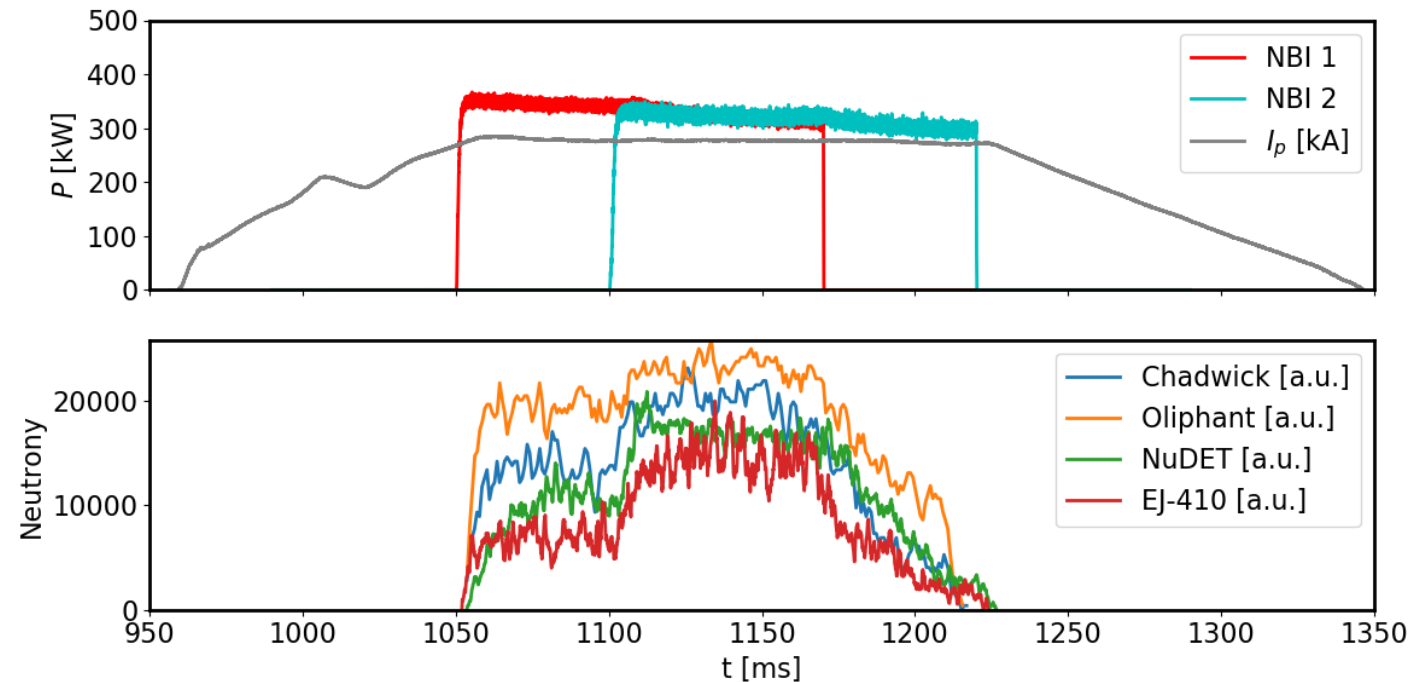
3. Neutronová diagnostika na tokamaku COMPASS

1. Tokamak COMPASS
2. Neutronové detektory na tokamaku COMPASS
 - a) Scintilátor EJ-410 (ZnS(Ag) + akryl)
 - b) 2 Proporcionální čítače (^3He s Ar + HDPE moderátor)
 - c) 2 scintilátory NuDET (ZnS(Ag) + ^6LiF)
3. Základní analýza neutronových signálů na tokamaku COMPASS



Základní analýza neutronových signálů na tokamaku COMPASS - výsledky

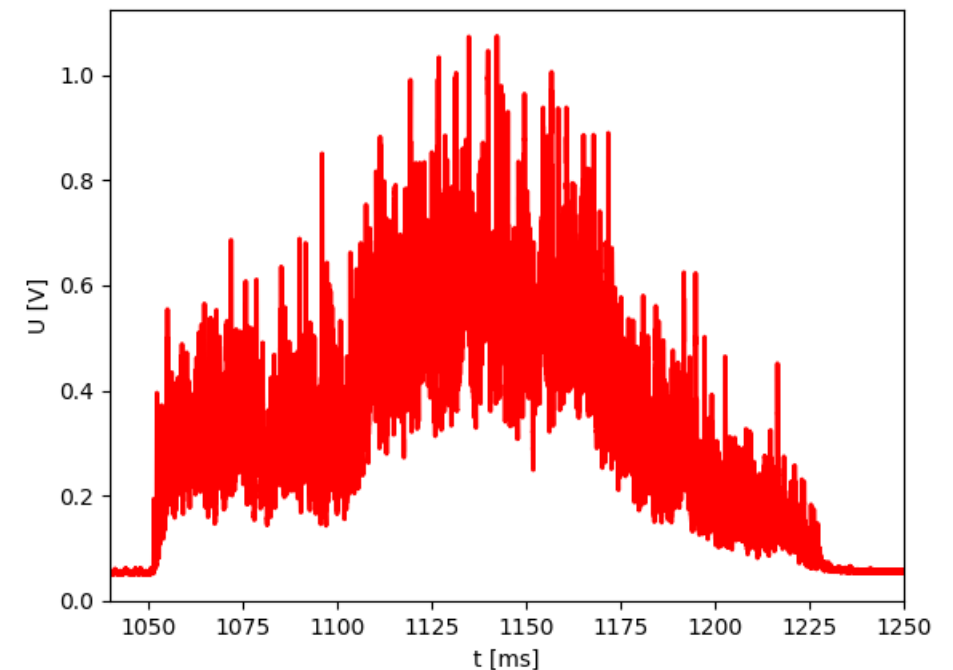
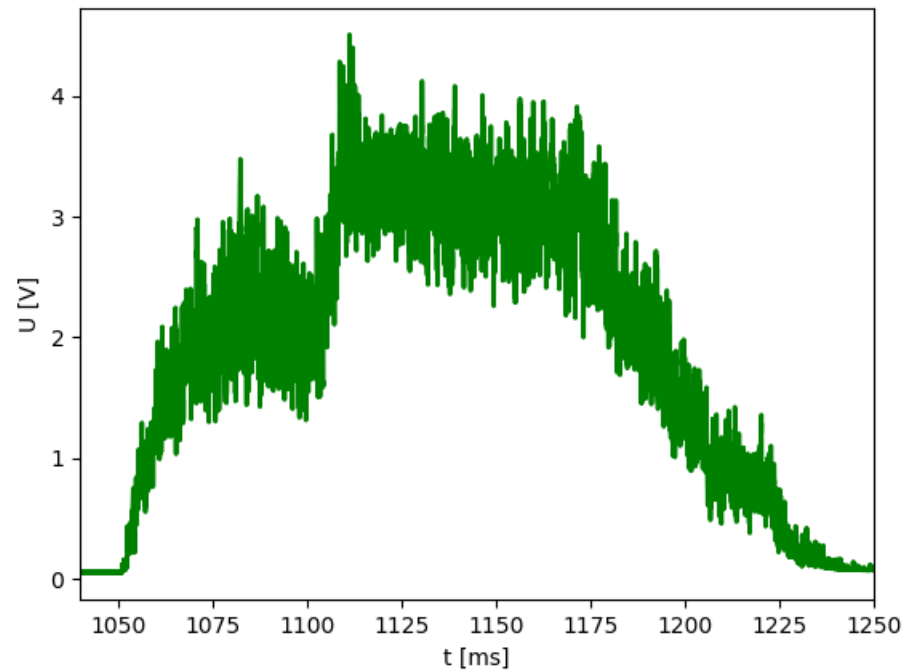
- jasně zřejmý zásadní vliv NBI 1 a NBI 2 na vzniku neutronů
- neutronové signály jsou si vzájemně velmi podobné
- Oliphant > Chadwick (HDPE moderátor)



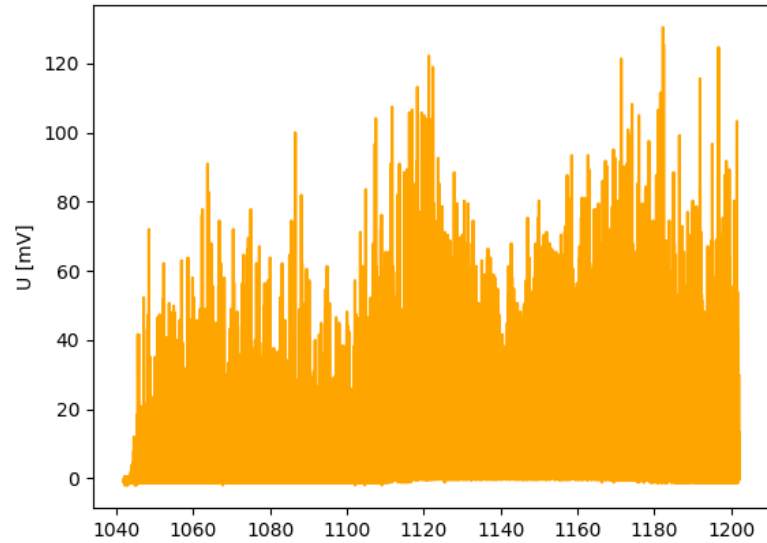
Surová data ze scintilačních detektorů EJ-410 a NuDET

(zeleně – NuDET, červeně – EJ-410)

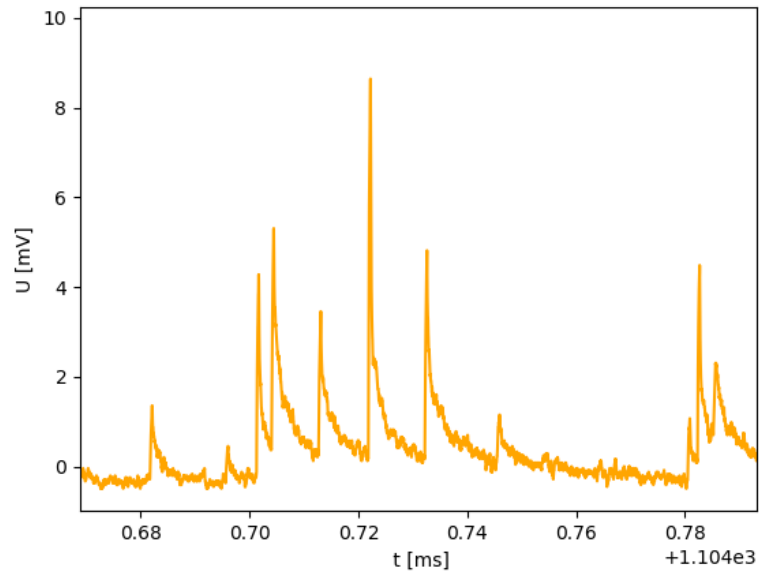
- ohromné nakupování peaků na sebe
(vlivem elektroniky)



Počítač NI PXI-8195



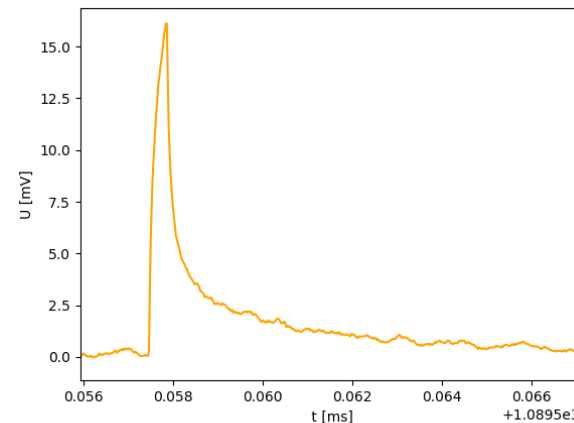
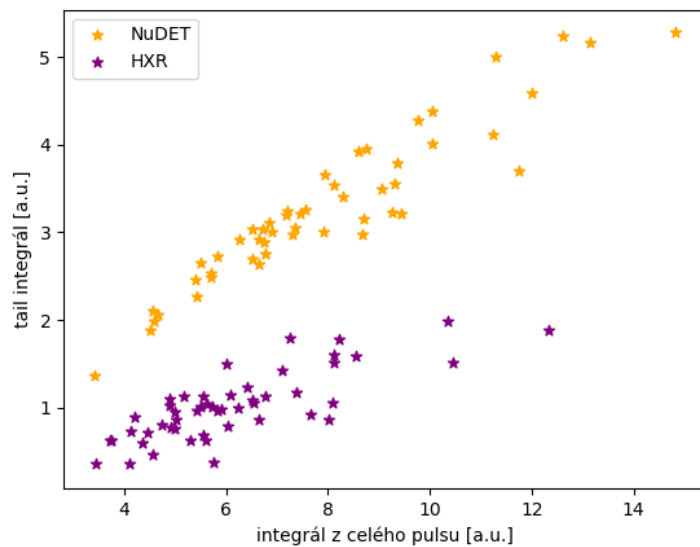
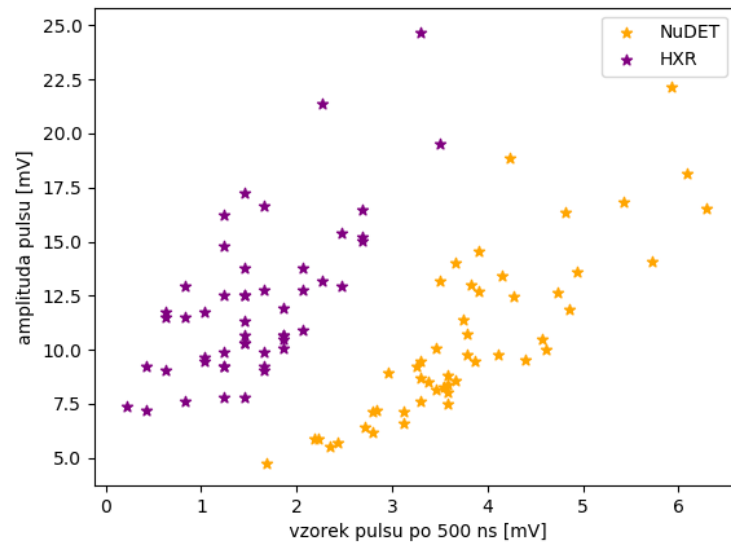
- jasně patrné jednotlivé peaky
- možnost užití diskriminačních technik -> diskuze citlivosti na HXR záření



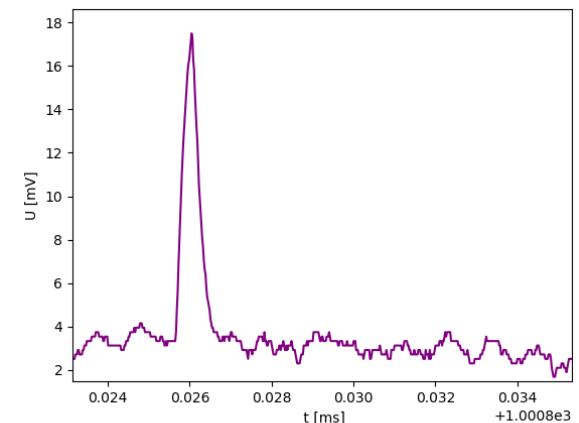
PGA, CCM diskriminace

(horní graf – PGA, spodní graf – CCM)

- **oranžové** peaky vykazují v obou případech poměrně jednotný charakter -> detekce jednoho druhu záření – neutronů
- pro lepší představu – **fialové** peaky = HXR pulsy získané z HXR scintilátoru (NaI(Tl))



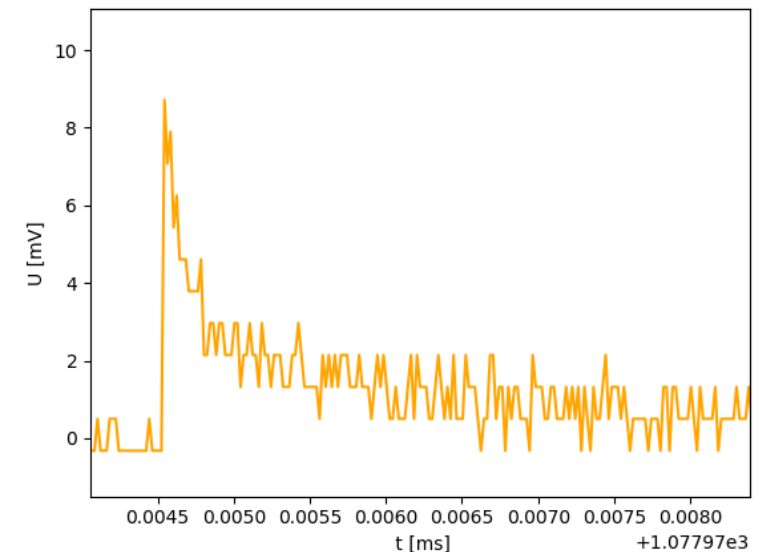
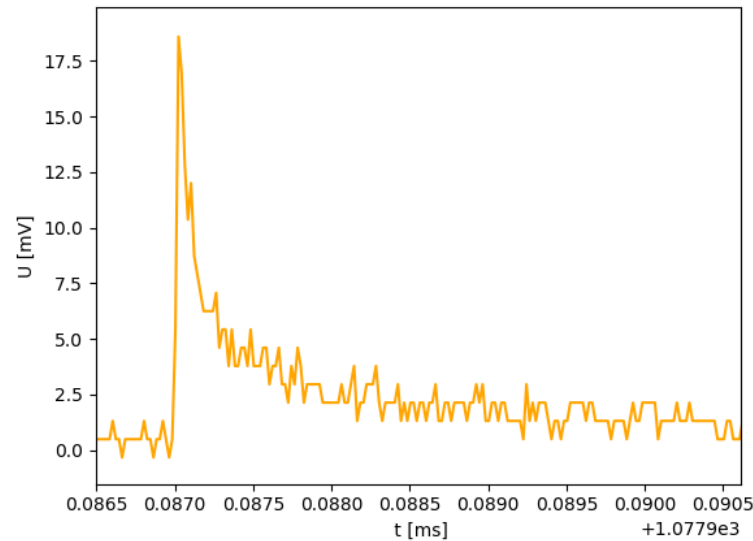
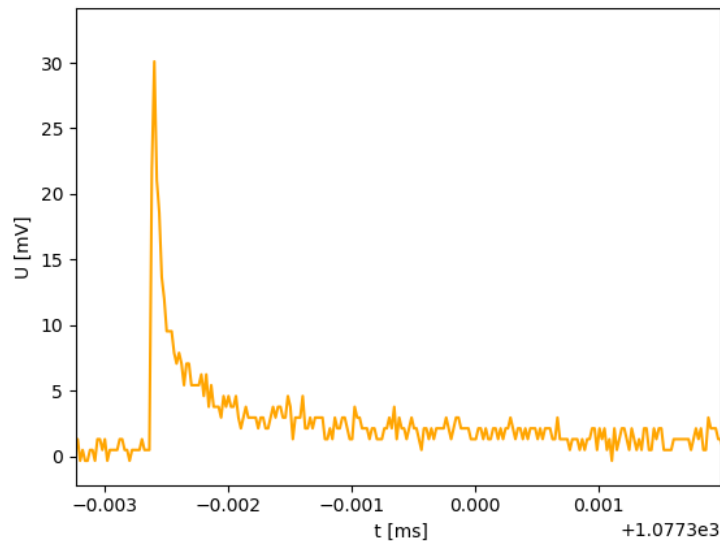
a)



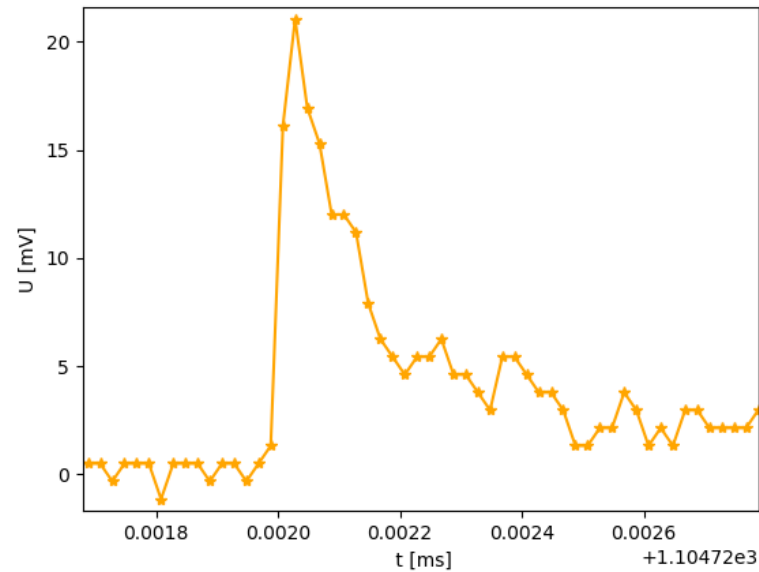
b)

Další postup práce – výzkumný úkol

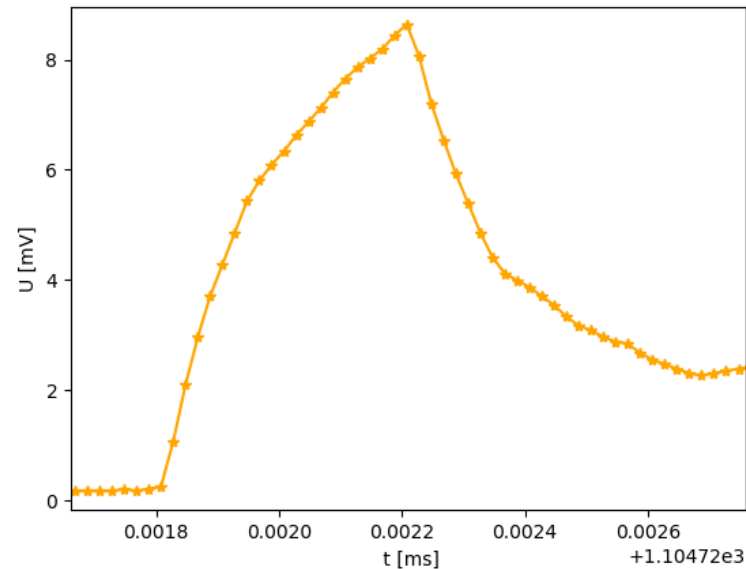
- pokračování vývoje software pro diskriminaci píků u scintilačních detektorů:
 - > práce s celým signálem - potřeba kvalitně zmapovat píky
 - > problém - **šum** - komplikuje mapování píků a užití PSD
 - > **signál je třeba vhodně vyhladit**



Výzkumný úkol - problém vyhlazení dat



- standardní metody vyhlazení (moving average, Savitzky–Golay filter) nejsou vhodné -> vyhlazují peaky, amplitudová a tvarová deformace ->
-> ztráta informace a rozlišení pro PSD



-> možné řešení – **Kalman Filter** ???

Další cíle výzkumného úkolu

- účast a realizace měření neutronů na tokamaku COMPASS:
 - > prosinec 2019 – měření toku neutronů při výbojích na tokamaku za hlavní zdi
 - > zjištění efektivity stínění betonové zdi
 - > **diskuze ohledně vhodné tloušťky betonové zdi pro COMPASS-U**
 - > leden(27. – 31.) 2020 – Runaway kampaň na tokamaku COMPASS – další měření ...
 - ...

další cíle výzkumného úkolu:

- analytické ověření vlivu toroidální geometrie zdroje neutronů na množství detekovaných neutronů
- výpočet vlivu distribuční funkce neutronů v energiích na množství detekovaných neutronů vzhledem k vlastnostem detektoru

Shrnutí

- 1. část BP – neutronové fúzní reakce; podmínky a kritéria fúzních reakcí; magnetické a inerciální udržení plazmatu
- 2. část BP – rešerše neutronových detektorů; zpracování dat, zejména rešerše diskriminačních metod
- 3. část BP – tokamak COMPASS; neutronové detektory na tokamaku COMPASS; základní analýza neutronových signálů, zejména užití CCM a PGA diskriminační metody
- další postup práce – výzkumný úkol – software pro diskriminaci píků, vyhlazení, realizace měření neutronů na tokamaku COMPASS, další cíle ...