

# Plánování protonové léčby s využitím dual energy CT

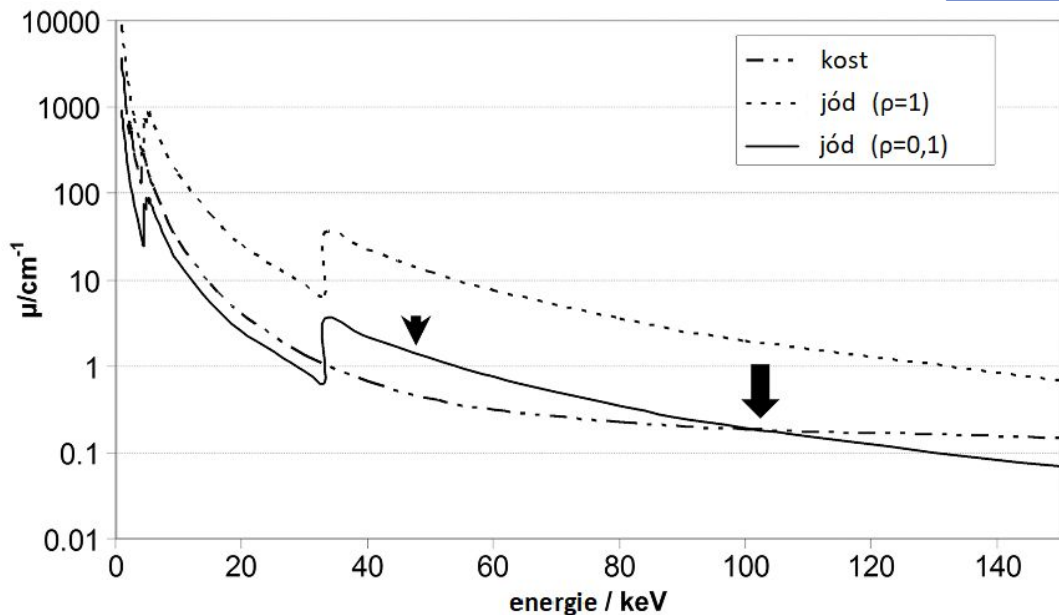
Bc. Marie Fořtová, Ing. Tereza Hanušová

# Obsah a cíle práce

- Srovnání výhod a nevýhod **plánování protonové léčby na kV CT, MV CT, DECT a protonovém CT**
- Metody **kalibrace** těchto modalit pro plánování protonové léčby
- Seznámit se s metodou **kalibrace kV CT v PTC v Praze**
- **Navrhnout metodu kalibrace DECT** pro plánování protonové léčby vhodnou pro použití v klinické praxi

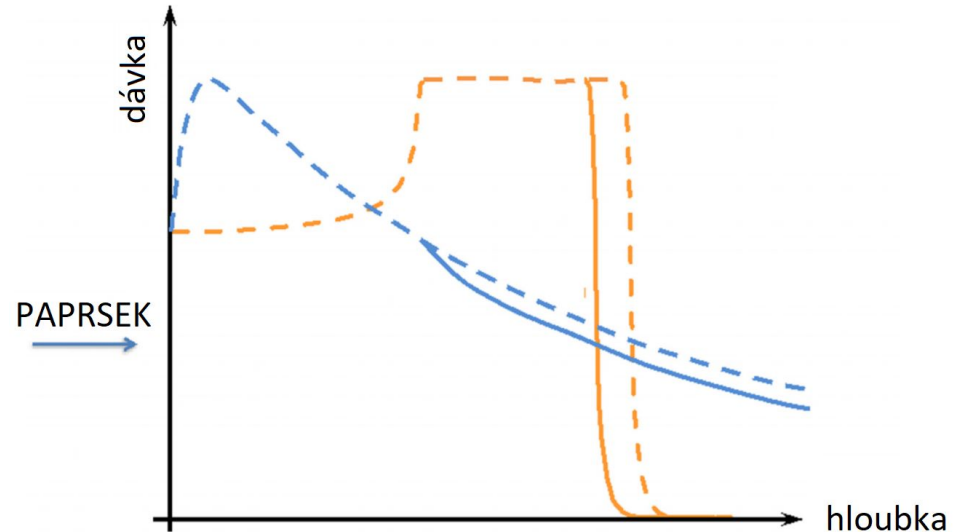
# Dual energy CT

- U SECT mohou mít dva materiály stejné CTN
- DECT - **dvě** různá energetická **spektra fotonů**
- Lin. souč. zeslabení závislý na energii fotonů
- Pomocí DECT **lepší rozlišení materiálů**



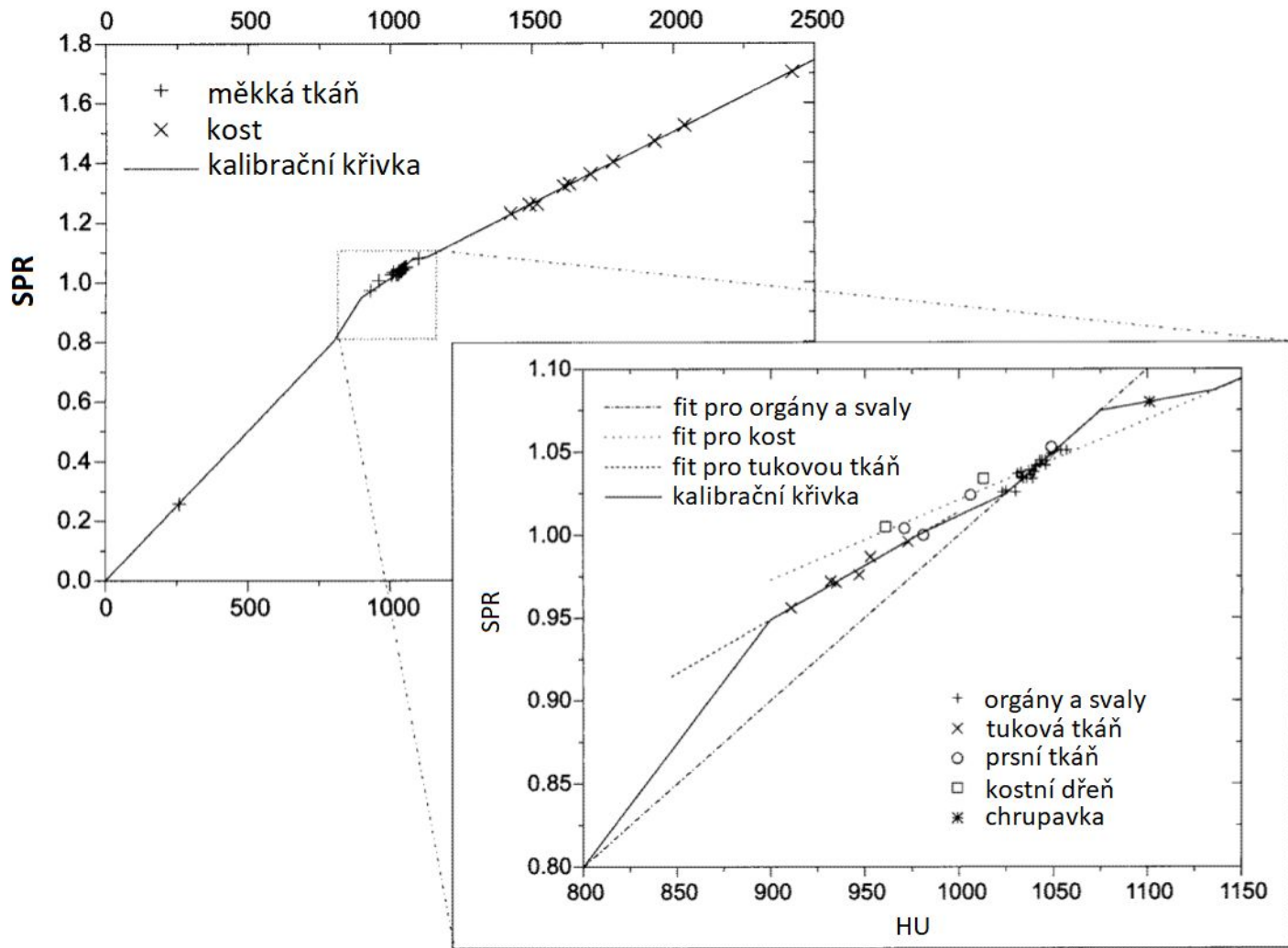
# Plánování protonové léčby

- Specifická hloubková distribuce dávky
- Zapotřebí minimalizovat nejistoty
- **DECT potenciál zpřesnit protonovou léčbu**
- V ČR nediskutováno



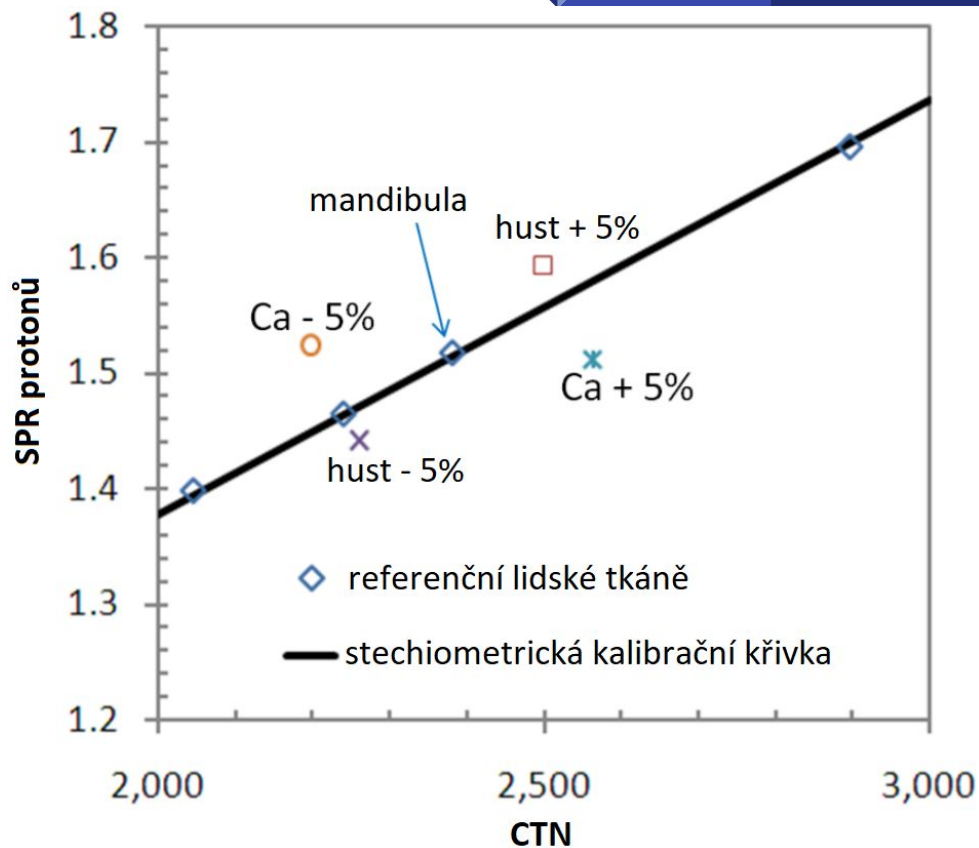
# Plánování protonové léčby na kV CT

- Využíváno v současné klinické praxi
- Stechiometrická kalibrace kV CT
- Převod na brzdné schopnosti pomocí **CTN-SPR kalibrační křivky**

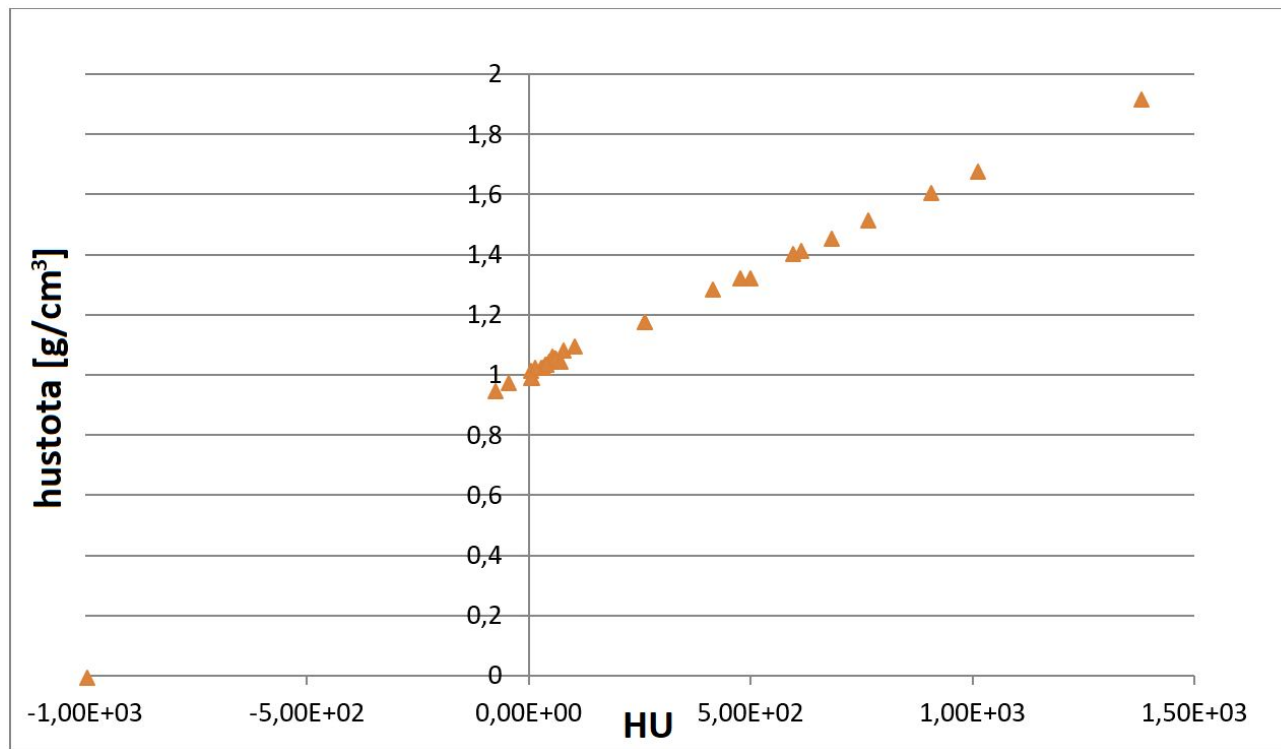


# Plánování protonové léčby na kV CT

- Mezi CTN a SPR neexistuje bijektivní vztah
- Stechiometrická kalibrace citlivá na variace ve složení tkání
- **Celková nejistota v dosahu protonů = 3,5%**



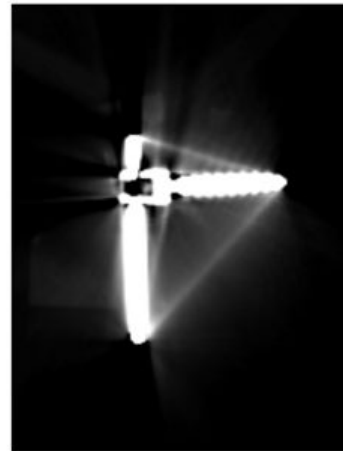
# Kalibrace kV CT v PTC





# Plánování protonové léčby na MV CT

- Kovové artefakty = kontraindikace pro protonovou terapii
- Pomocí MV CT **možná korekce kovových artefaktů**
- Prokazatelně možné přesněji odhadnout dosah protonů za přítomnosti kovových implantátů
- **Neprokázáno významné zpřesnění plánu protonové léčby**



# Plánování protonové léčby na DECT

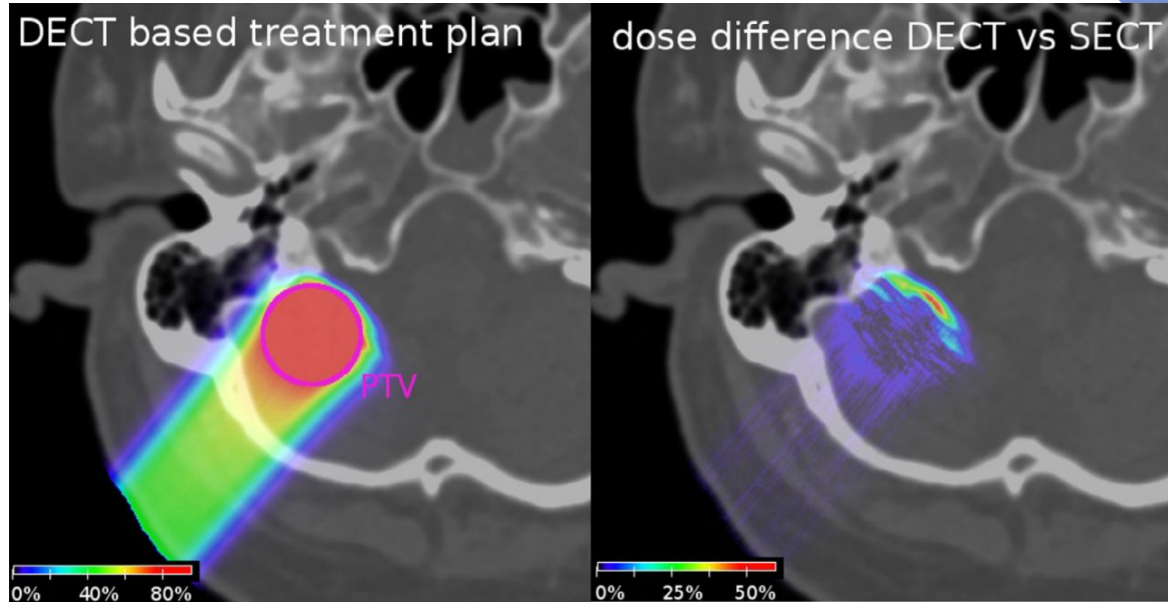
- Pro každý voxel dvě CTN
- **Větší robustnost vůči variacím ve složení tkání**
- Navržená kalibrace = Zhuova metoda
  - Snadno realizovatelná
  - Dobrá přesnost
  - Založena na stechiometrické metodě
  - Extrakce efektivního atomového čísla a elektronové hustoty z CTN
  - Výpočet SPR z Bethe-Blochovy rovnice

# Plánování protonové léčby na DECT

- **Problém = implementace DECT výstupů do plánovacího systému**
  - CTN-SPR křivka - SPR snímky a identická kalibrační křivka
  - CTN- $\rho$  křivka
    - Přepočet SPR na  $\rho$  podle vzorců XiO a identická kalibrační křivka
    - Kalibrační metoda dávající hustotu

# Plánování protonové léčby na DECT

- DECT má potenciál redukovat nejistoty v odhadu SPR
- Odhadované **nejistoty** = **2%**



# Plánování protonové léčby na protonovém CT

- **Pomocí pCT možno měřit SPR přímo**
- Redukce nejistot v dosahu na 1%
- Zapotřebí velké energie protonů
- 200 MeV stačí pro snímání hlavy a 250 MeV pro snímání plic
- **pCT je ve vývoji**

# Závěr

- V současnosti má **DECT největší potenciál** zkvalitnit protonovou léčbu
- Potenciál DECT je potřeba ověřit na klinických případech



Děkuji za pozornost