

Klinická dozimetrie PBS

Matěj Navrátil



Dozimetrické vybavení

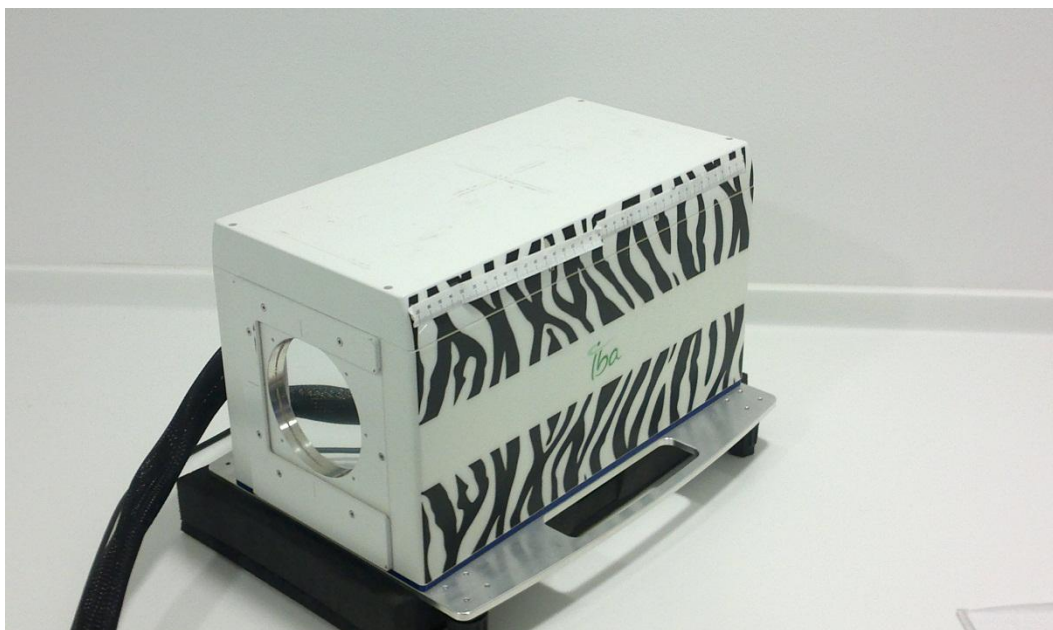
- Velký vodní fantom
- Ionizační komory
 - FC65 P @ 500V
 - PPC05 @ 400 V
 - Bragg Peak Chamber @ 400 V
- RW3 fantom
- Nylonové fantomy
- Referenční zdroje





Dozimetrické vybavení - ZEBRA

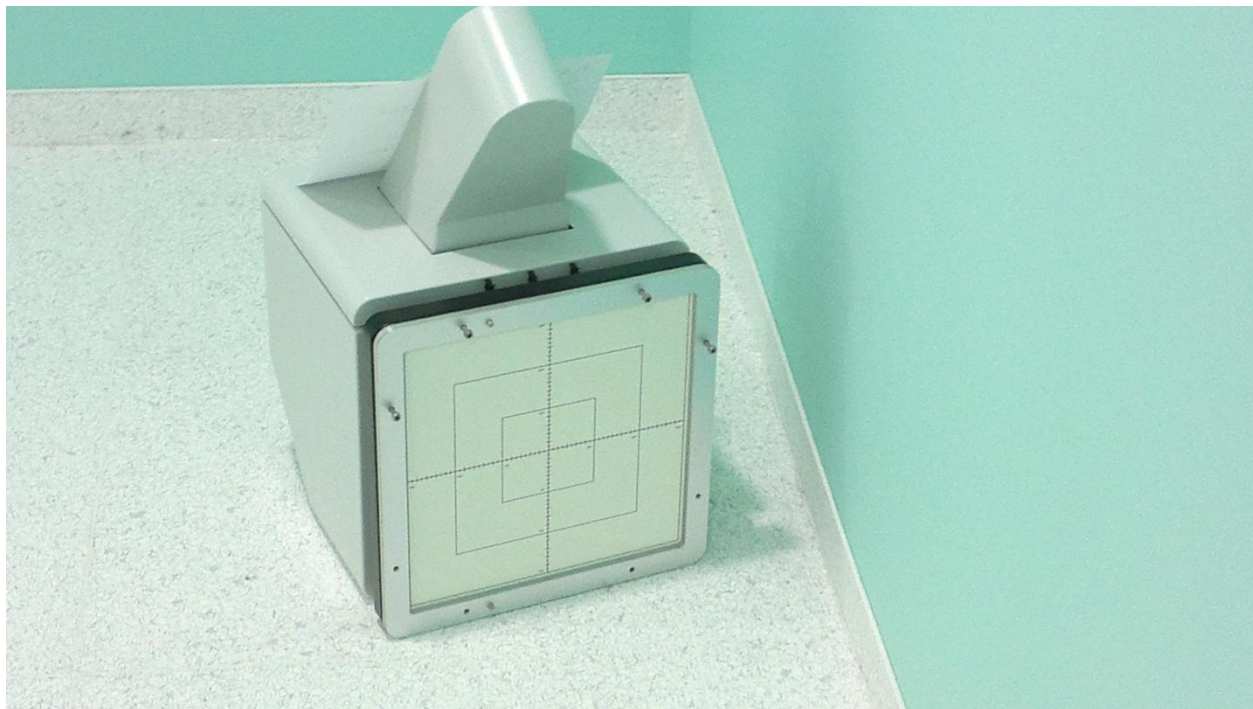
- Multi-layer ionisation chamber
- Sada 180 ventilovaných ionizačních komor
- Rozlišení 2 mm
- Přesnost stanovení dosahu $\pm 0,5$ mm
- Energetický rozsah 33 cm WET





Dozimetrické vybavení - Lynx

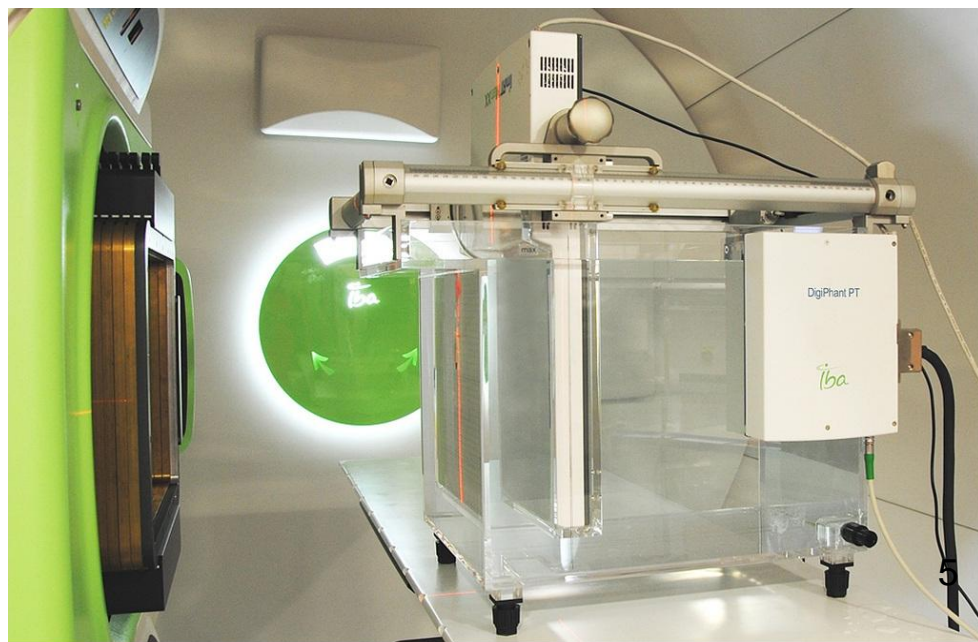
- Scintilátor + CCD kamera
- Rozlišení 0,5 mm
- Aktivní plocha detektoru 30x30 cm²
- Možno připojit přímo k nozzle





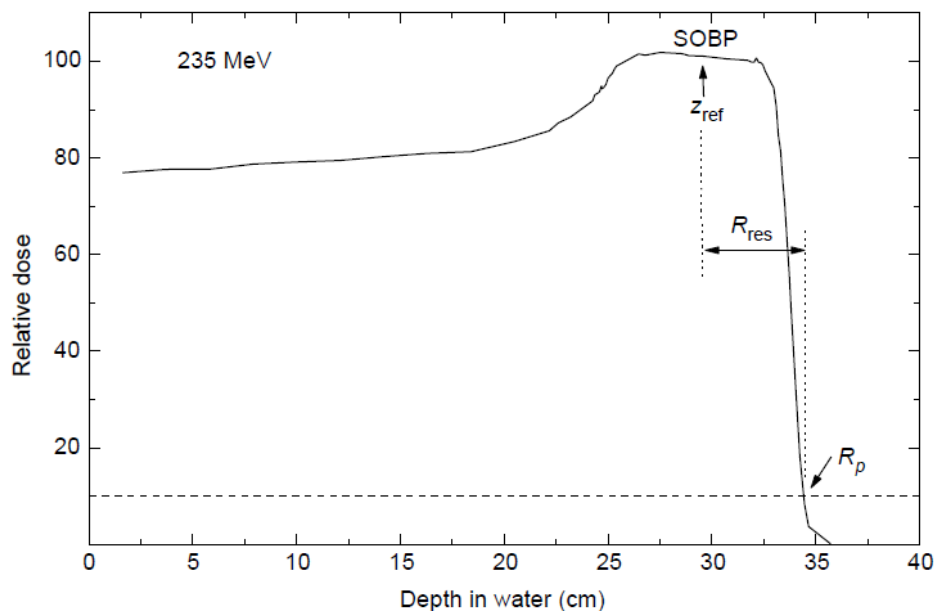
Dozimetrické vybavení - Digiphant

- Detekční plocha 24,4 x 24,4 cm
 - 1020 PP komor
- Prostorové resp. 2D rozlišení 7,619 mm
- Rozsah měřících hloubek 26mm – 340mm



Dozimetrie pasivně rozptýlených módů

- SiS, DS, US
- Obdobné jako pro LU
 - Popsáno v TRS 398, kapitola 10
 - Kvalita svazku, referenční bod měření, geometrie



$$R_{res} = R_p - z$$

$$D_{w,Q} = M_Q N_{D,w,Q_0} k_{Q,Q_0}$$

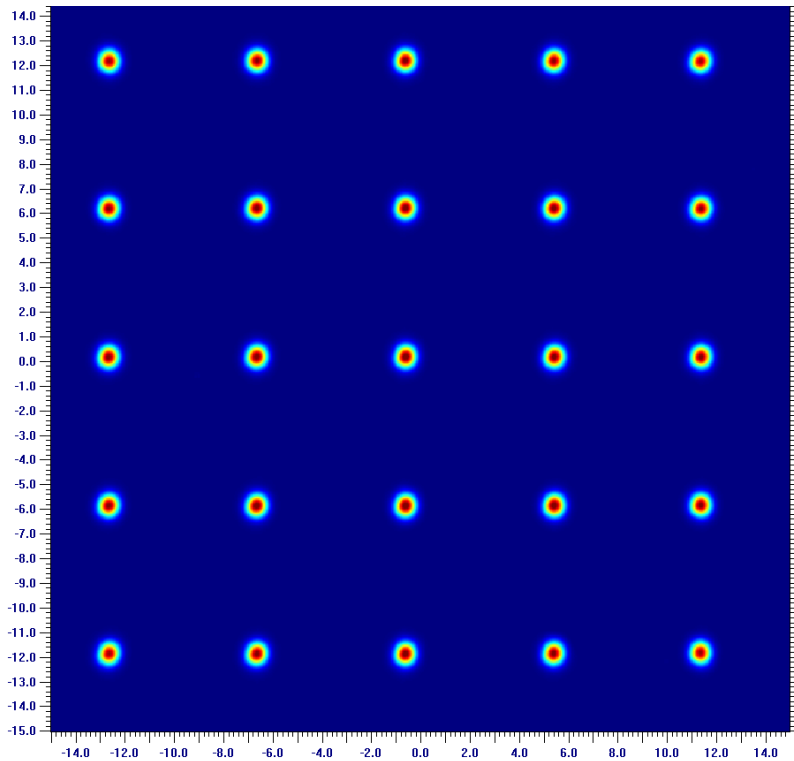
Specifická problematika PBS

- Není obecné doporučení
- Problematika malých polí
 - Kombinace pulzního
 - Dodání dávky spot po spotu s vypnutím při přechodu do další pozice
 - a kontinuálního svazku
 - Během jednoho spotu v podstatě kontinuální (závisí na konstrukci a typu ozařovače) svazek s vysokým dávkovým příkonem
- Nehomogenní dávková distribuce
- Layer vs. Spot.....

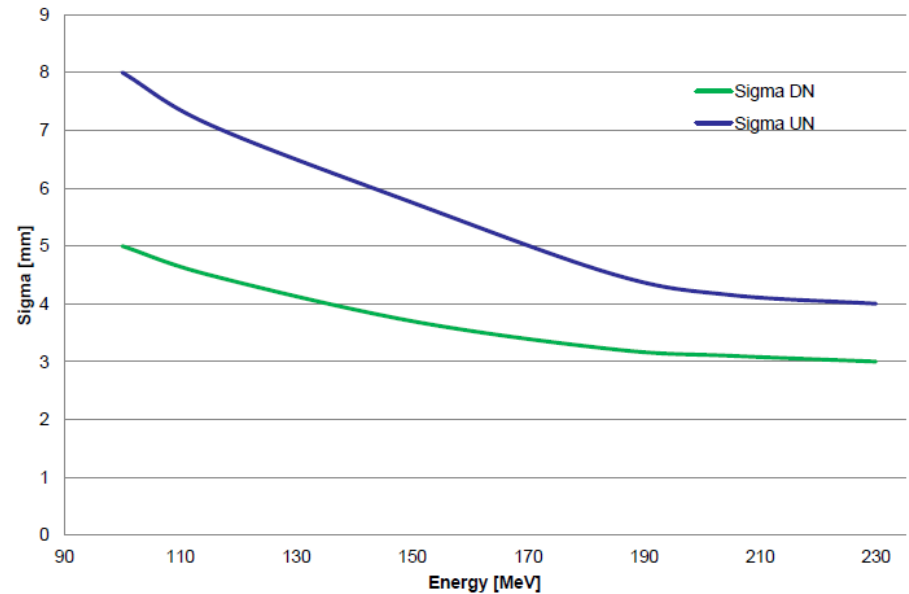


Spot

- Jednotlivý tužkový svazek



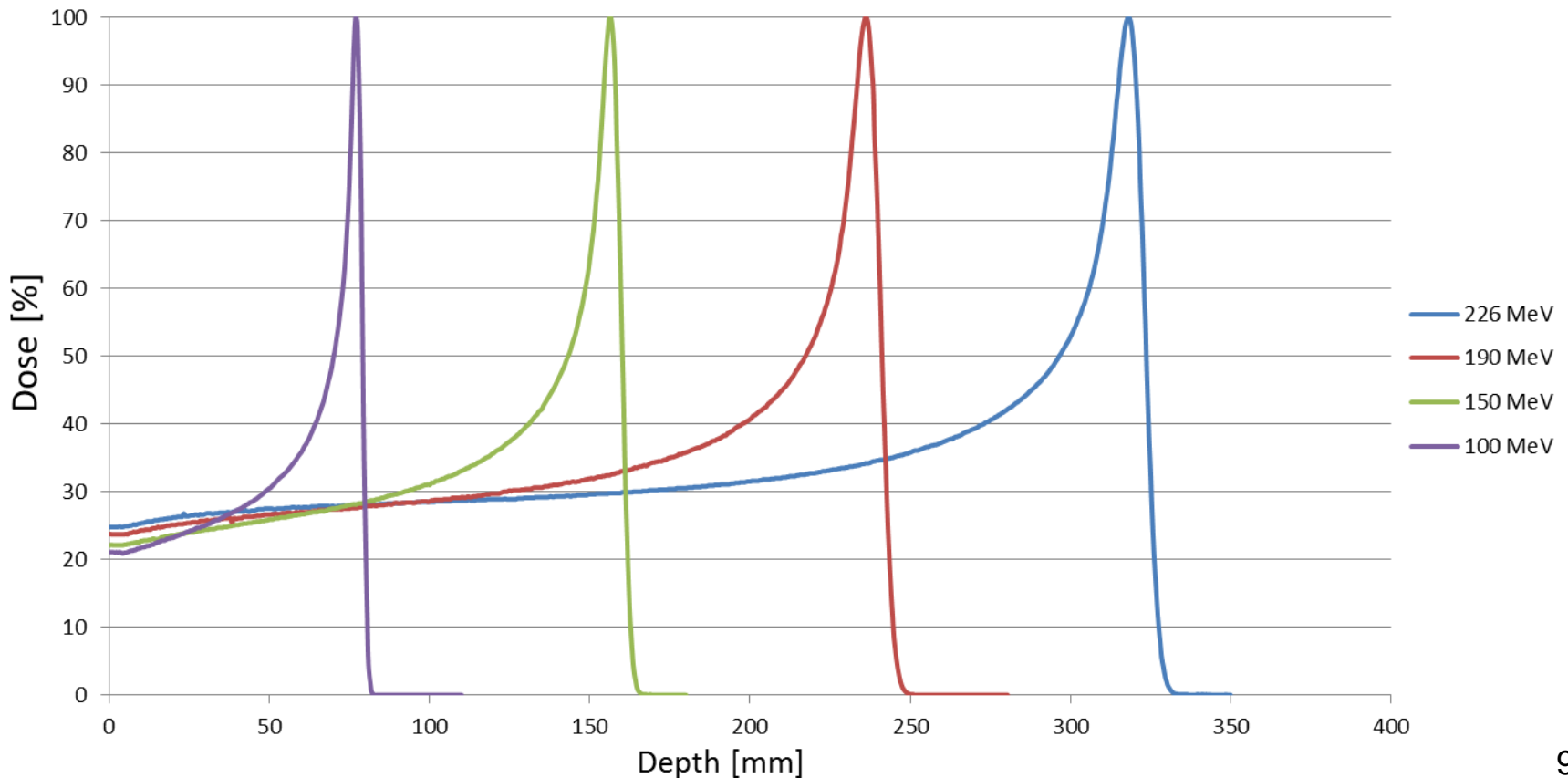
Target Spot Size in PBS (sigma)





Layer / Vrstva

- Množina spotů dané energie



Chování detektorů v PBS

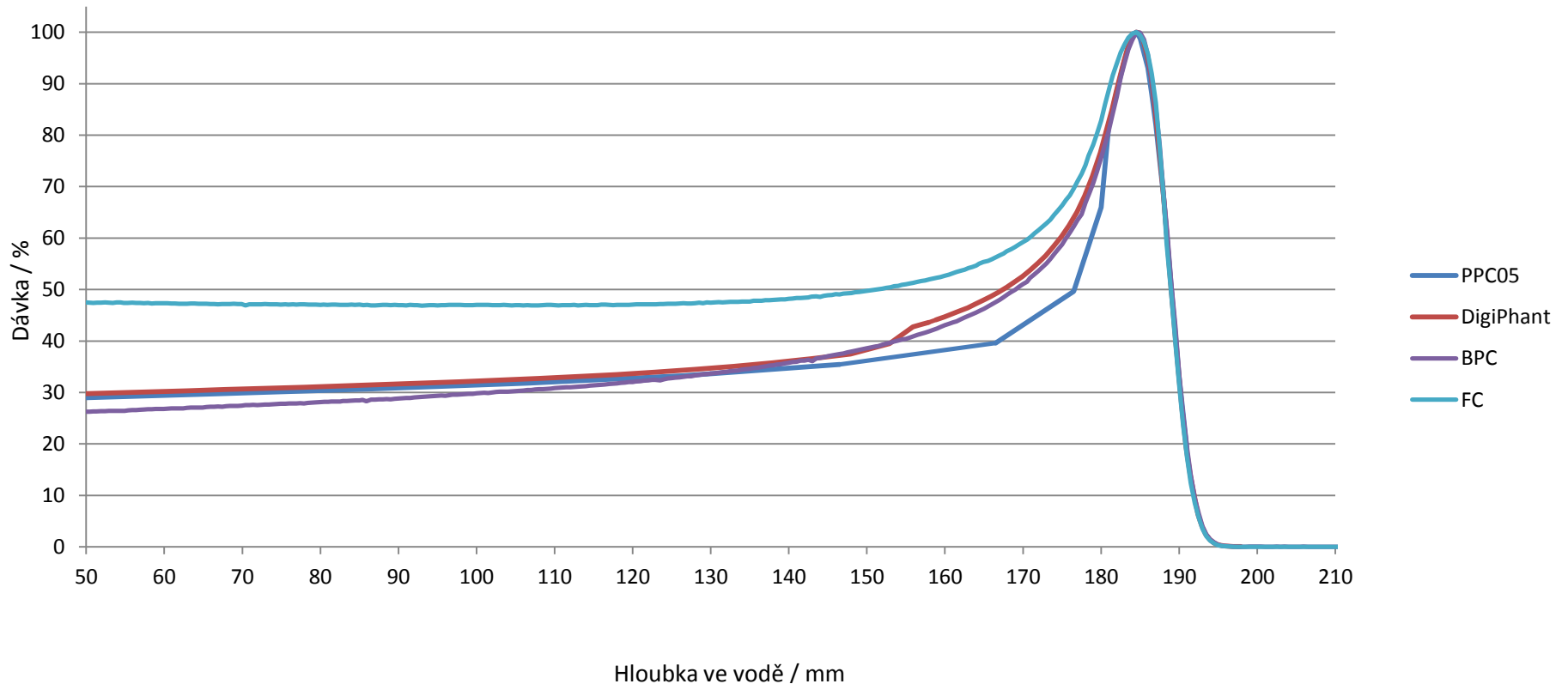
- Dané specifiky PBS
- WET
 - Cylindrické komory použitelné jen v homogenních objemech / referenční geometrie
 - QA plánů – malé PP komory
- Saturace
 - Okamžitý dávkový příkon
 - Změny podél PDD



PROTON
THERAPY
CENTER

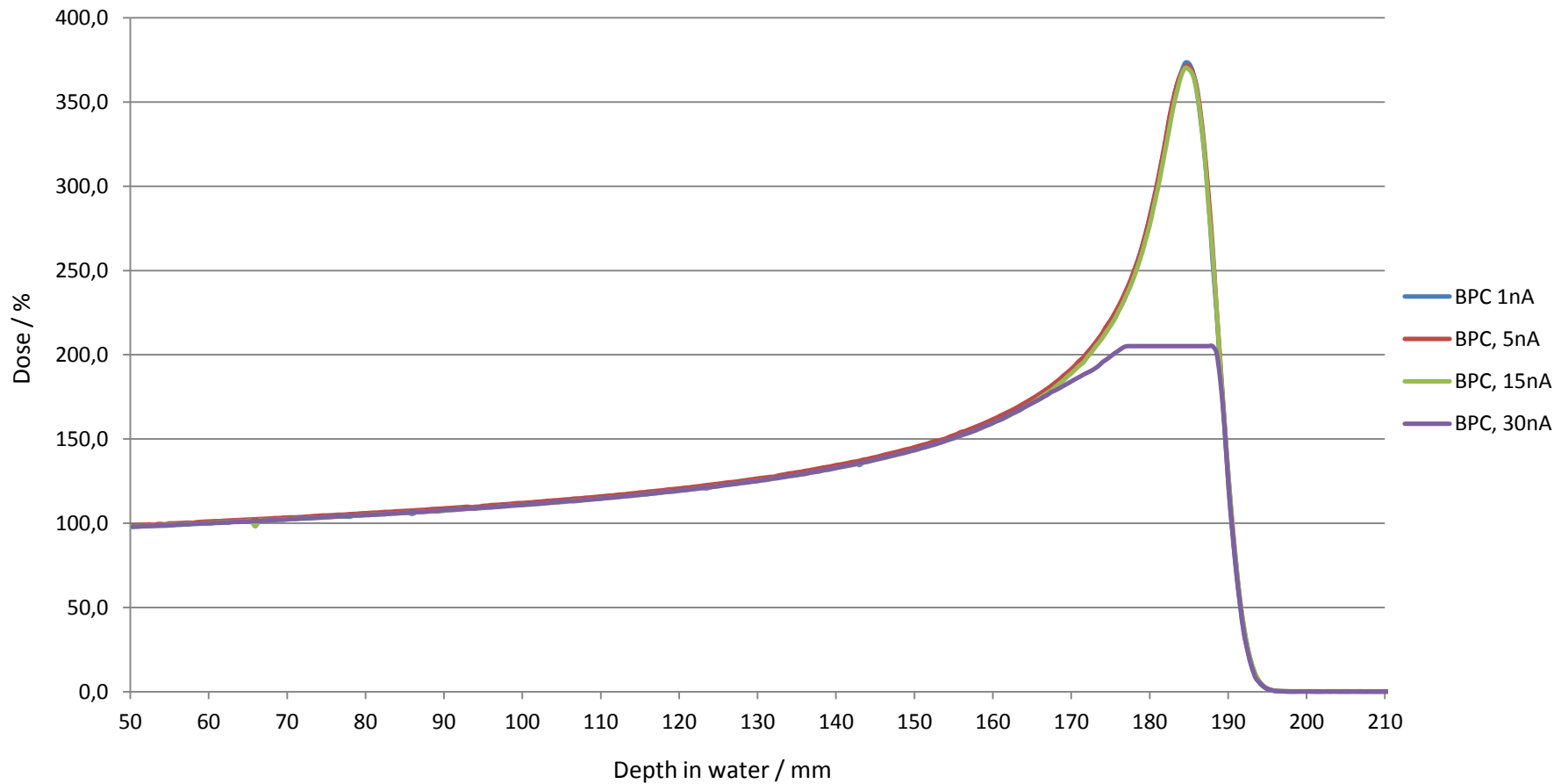
PDD - Závislost na typu komory

Různé detektory, normalizace k maximu
Single central spot, 165 MeV

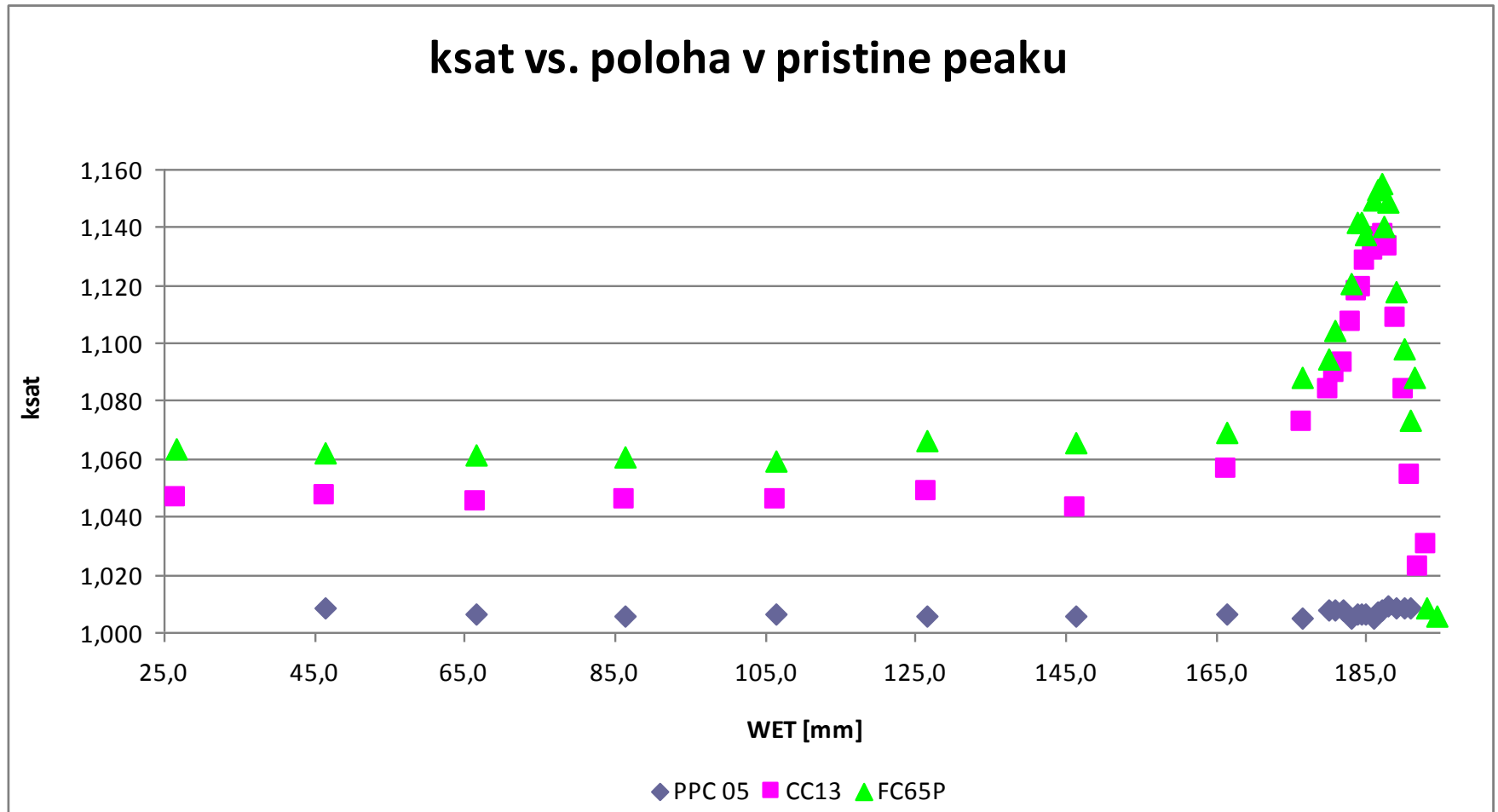


PDD - Závislost na proudu svazku

Bragg peak chamber, proud svazku 1 - 30 nA



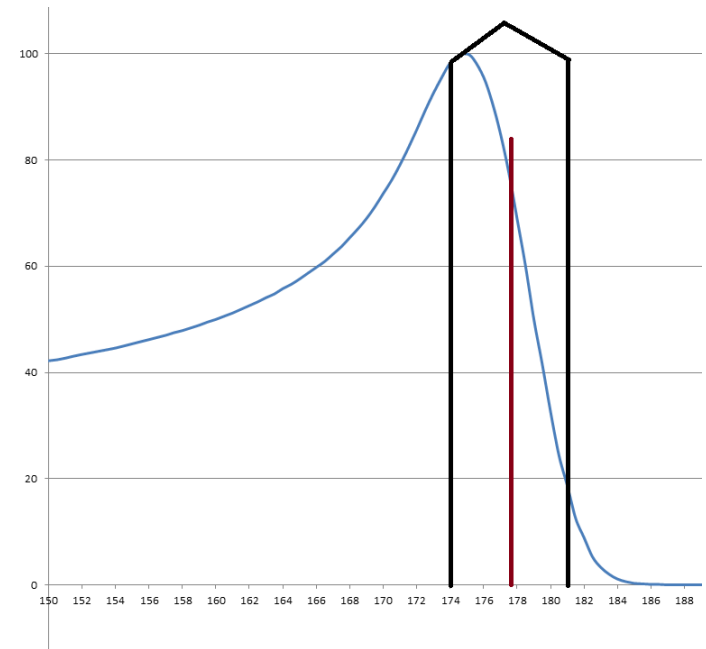
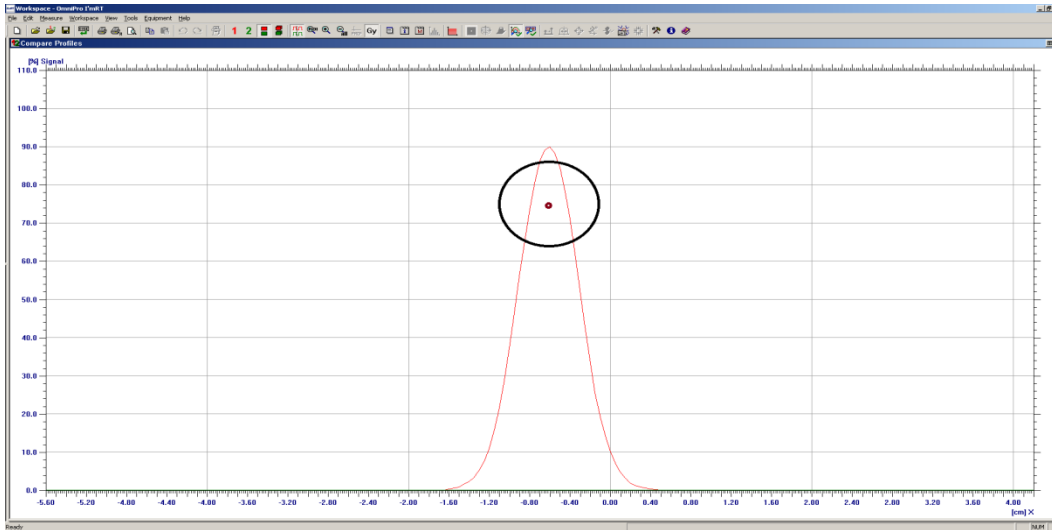
Saturace podél dráhy svazku



•Dvounapěťová metoda 300 a 100 V

Farmer komora

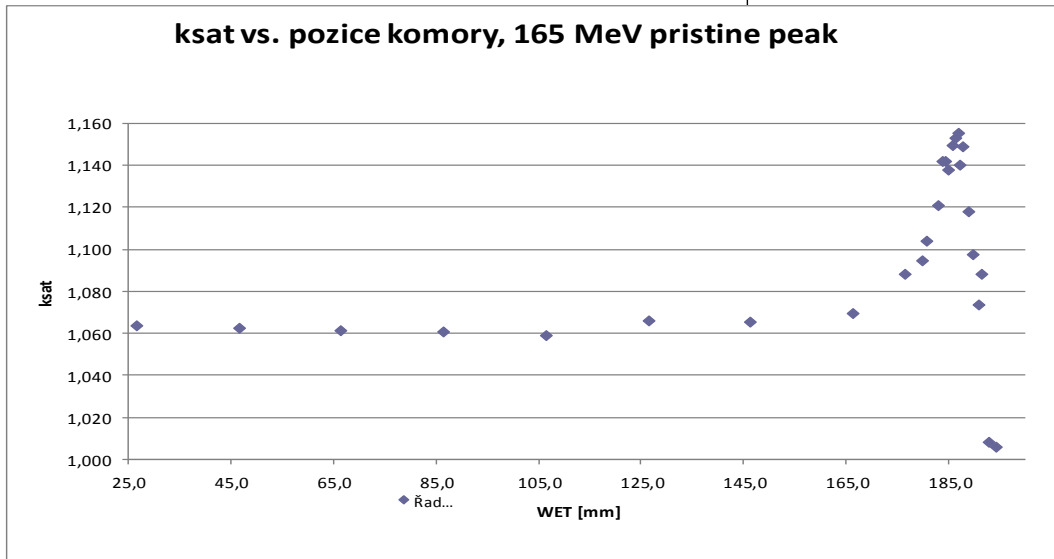
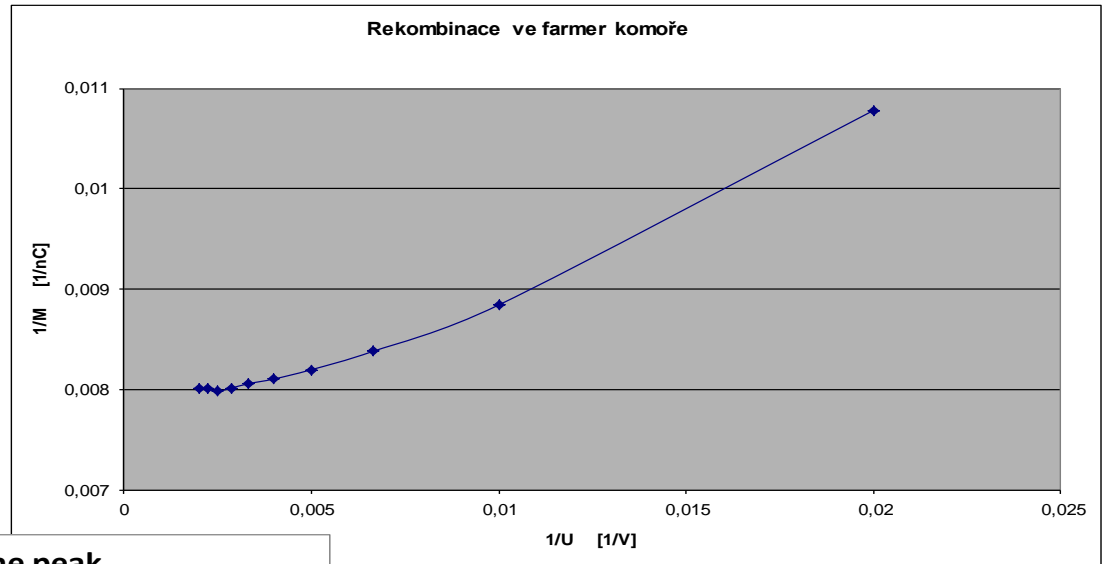
- Standard pro stanovení dávky
- Referenční v IAEA TRS 398



Pro účely PBS příliš velká
Objemový efekt komory, nerovnováha nabitých částic

Farmer komora

- Částečně řešením je používání komory při $V_{\text{pol}} = 500\text{V}$
- Ale potom v některých situacích může být $k_{\text{sat}} < 1$



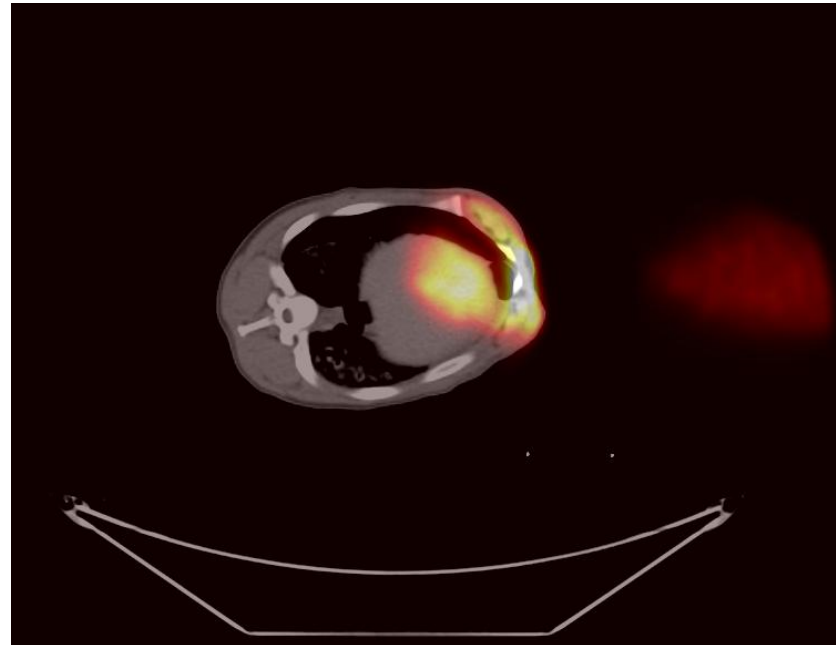
Data pro model v TPS

- PDD
 - single spot pomocí Bragg Peak Chamber
- Tvar a divergence spotu
 - Lynx
- Dávková kalibrace
 - FC65P
 - Single layer, hustá mapa
 - Plato



Verifikace modelu

- Jednoduchá geometrie
 - Homogenní objem + FC65P
 - Měření v praseti – různé komory
 - PET verifikace
- Reálné plány
 - PPC 05



Praktická dozimetrie

- Výběr vhodného detektoru pro konkrétní měření
 - Měření PDD – Bragg peak chamber
 - Měření profilů svazku – Lynx,
 - Měření dávky
 - Kalibrační geometrie – FC
 - Pacientské QA – PPC05
 - Pacientské QA – pole detektorů
 - Digipant (aka MatriXX PT)
- Výběr správné geometrie
 - Přesná poloha vůči povrchu média, nastavení ozařovače (pozice snoutu, range shifter, ridge filter)
- Správné stanovení opravných faktorů
 - Podle komory, svazku, typu ozáření

ZPS

- **Denní**
 - Přesnost dosahu, kalibrace svazku, přesnost zaměření spotů
 - MLIC, FC + RW3, Lynx
- **Týdenní**
 - Souhlas RTG a osy svazku – Lynx
 - Geometrické testy
- **Měsíční**
 - Stabilita dozimetrického řetězce
 - Kalibrace svazku – FC + RW3
 - Dosahy včetně pullback a distal fall off - MLIC
- **ZDS**
 - Absolutní dozimetrie ve VVF
 - Faktory jednotlivých IK

Patient related QA

- Každý plán
- VVF + PPC05
- Digiphan + Absolutní gamma analýza
 - ΔD 3% Δd 3mm @ 95%

In-vivo dozimetrie - PET

- Verifikace přesnosti dosahu
- Plán vs. reálné ozáření
- Zejména potenciálně pohyblivé oblasti

