

Naše zkušenosti s plánovacím systémem RayStation

Horová S., Vondráček V., Andrlík M., Badraoui Čuprová K., Grillová T.,
Kolaciová S., Langová D., Lerachová J., Navrátil M., Podolínský J., Poulová Z.,
Stefanová K., Sýkora M., Šauflová M., Trojková D., Vilimovský J., Zámečník L.

Konference ČSFM, Přerov 21.4.2022



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS

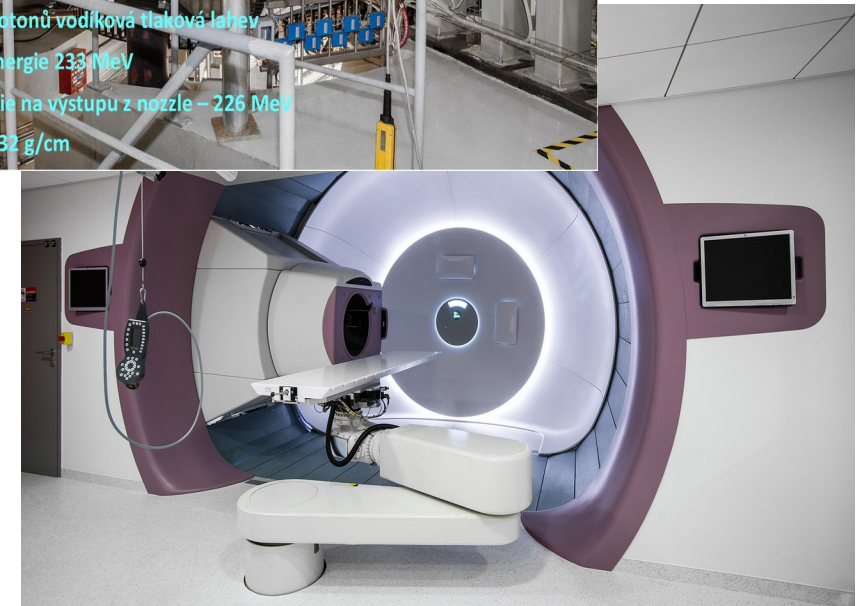


Lymfomy



Diagnostika

- Cyklotron Proteus 235, maximální energie 233 MeV, na výstupu v ozařovně 226 MeV, tj. dosah 32 g/cm²
- 4 ozařovny-1 s pevným svazkem, 3 otočné gantry
- Energie používané v klinickém módu v rozsahu 100-226MeV



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS



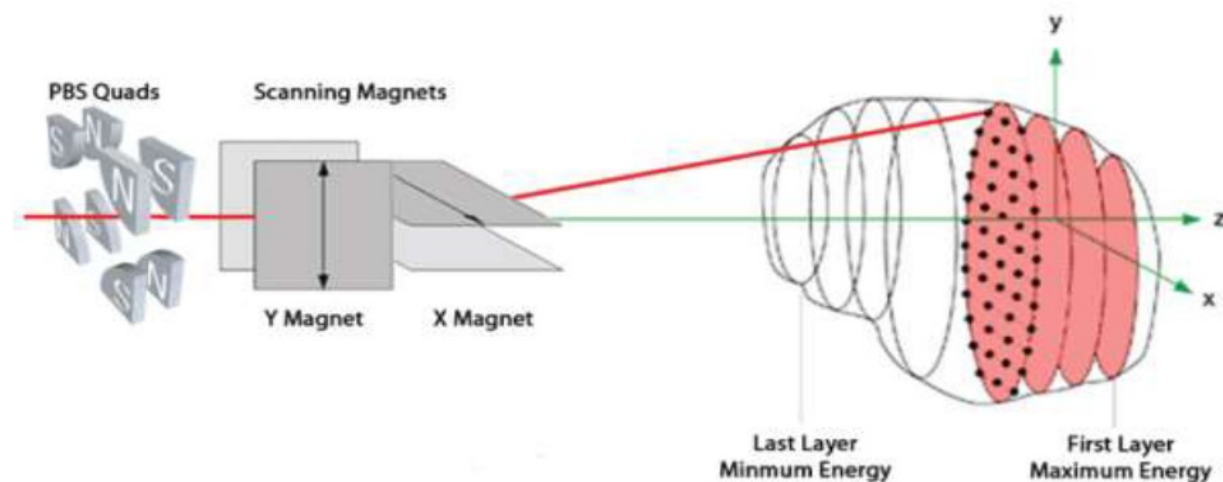
Lymfomy



Diagnostika

Pencil beam scanning

- Na všech ozařovacích svazek v módu pencil beam scanning (PBS)
- Velikost pole max. 30x40 cm²
- Dosah 7,5-32 g/cm², pro menší hloubky používán range shifter
- Ozařování po vrstvách (s danou energií), bod po bodu



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS



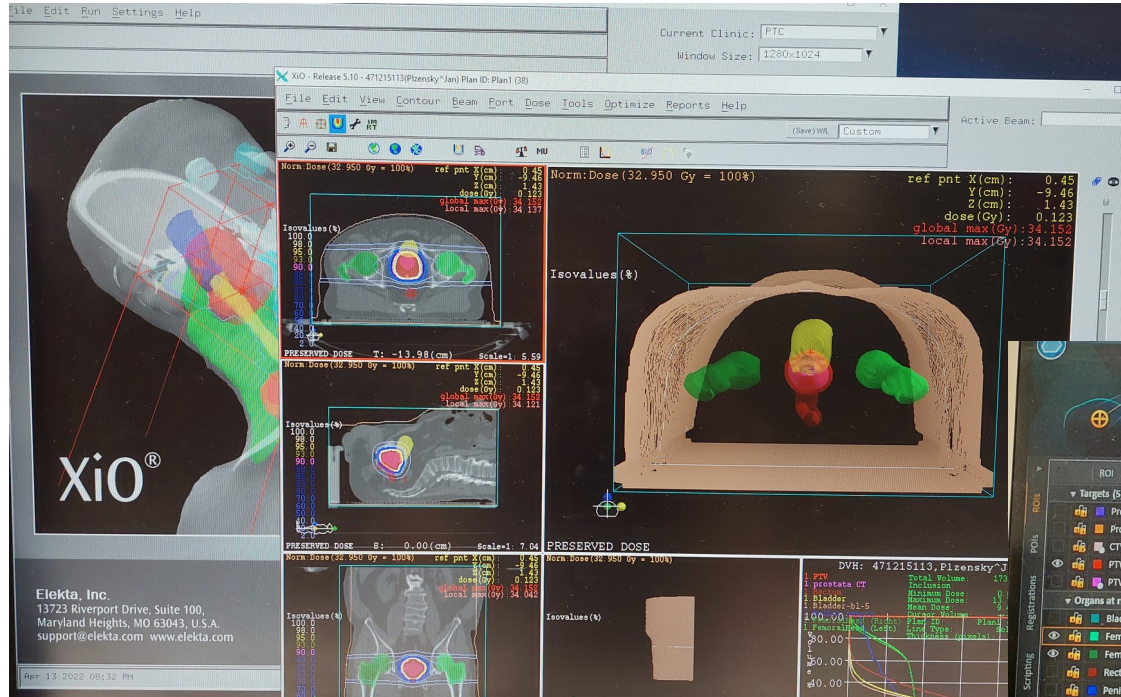
Lymfomy



Diagnostika

- Původně k dispozici XiO (Elekta), nyní postupný přechod k RayStationu (RaySearch Laboratories), v současné době používány oba
- Dokončena přijímací zkouška pro ozařovny 1 (fixed beam) a 4 (gantry)
- Plánovací systém RayStation – verze 9, momentální přechod k verzi 11
- Probíhá přijímací zkouška pro ozařovnu 3 (a současně příprava pro low range svazek s energií 70 MeV)
- Verifikační systém Mosaic

XiO vs. RayStation



- Využíváme MC engine, s výhledem využívání GPU
- PB algoritmus není vhodný pro plány s range shifterem (nepoužíváme)
- Možnosti pro pokročilé konturování (OaR)
- Možnosti pro automatické plánování (pomocí skriptů)
- Možnost využití deformabilní registrace obrazu
- Systém možno využít i pro fotonové svazky, včetně Cyberknife a tomoterapie



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS



Lymfomy



Diagnostika

TPS RayStation-nabírání dat

- Hloubkovky-v celém rozsahu energií po 5 MeV, ve fantomu (OmniProAccept), normalizace 100% do maxima, následně ruční úprava odchýlených bodů (skript)
- Spoty-v celém rozsahu energií, centrální single spot
 - geometrie - v izocentru, -10 cm, -20 cm, +10 cm, +20 cm, (+40 cm - těsně u výstupu z nozzlu), úprava a centrování profilů spotů (skript)
 - 2D scintilační detektor Lynx
- Dávka - ve vodním fantomu pro celý rozsah energií po 5MeV, měřeno ve 2 cm PPC05



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS

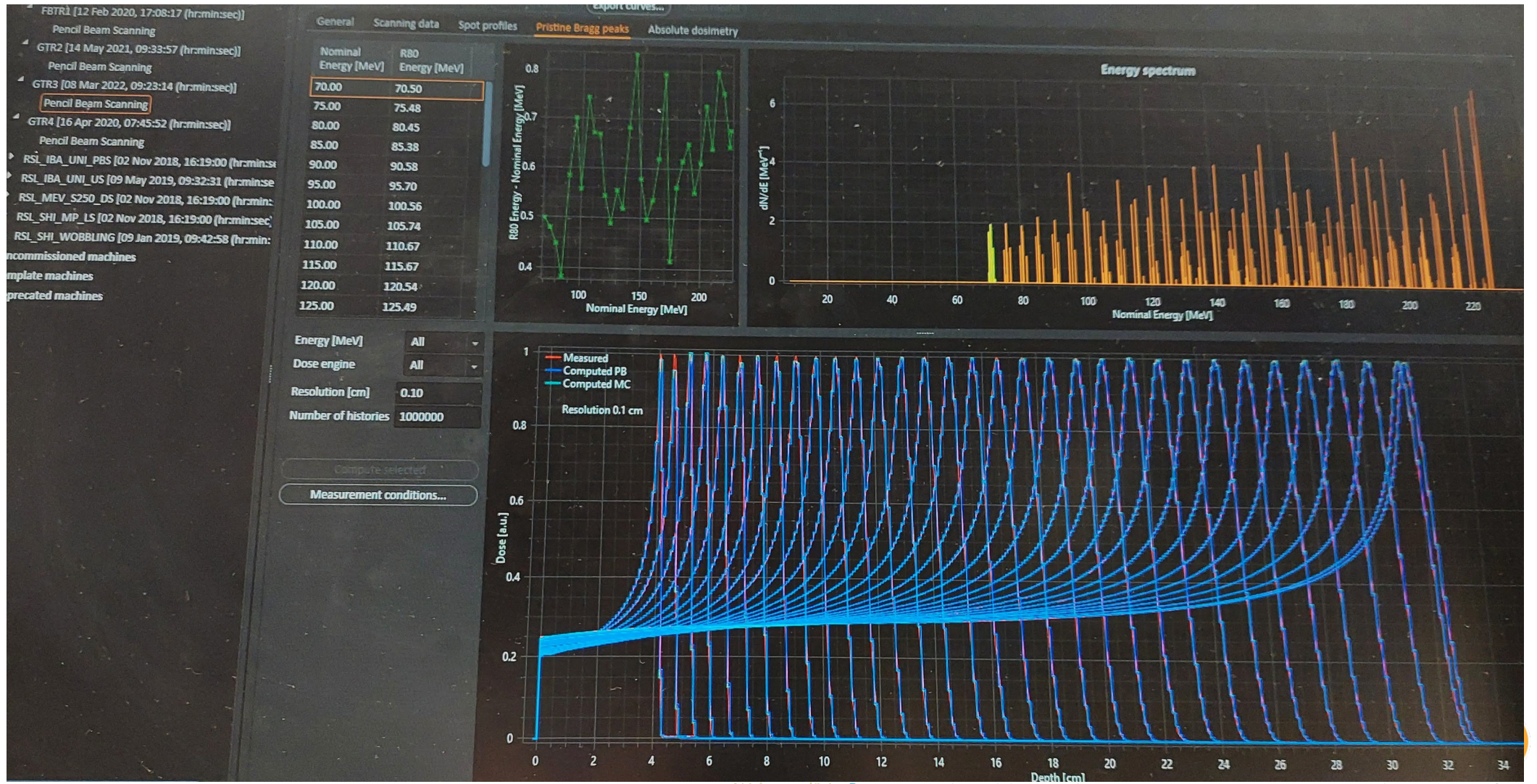


Lymfomy

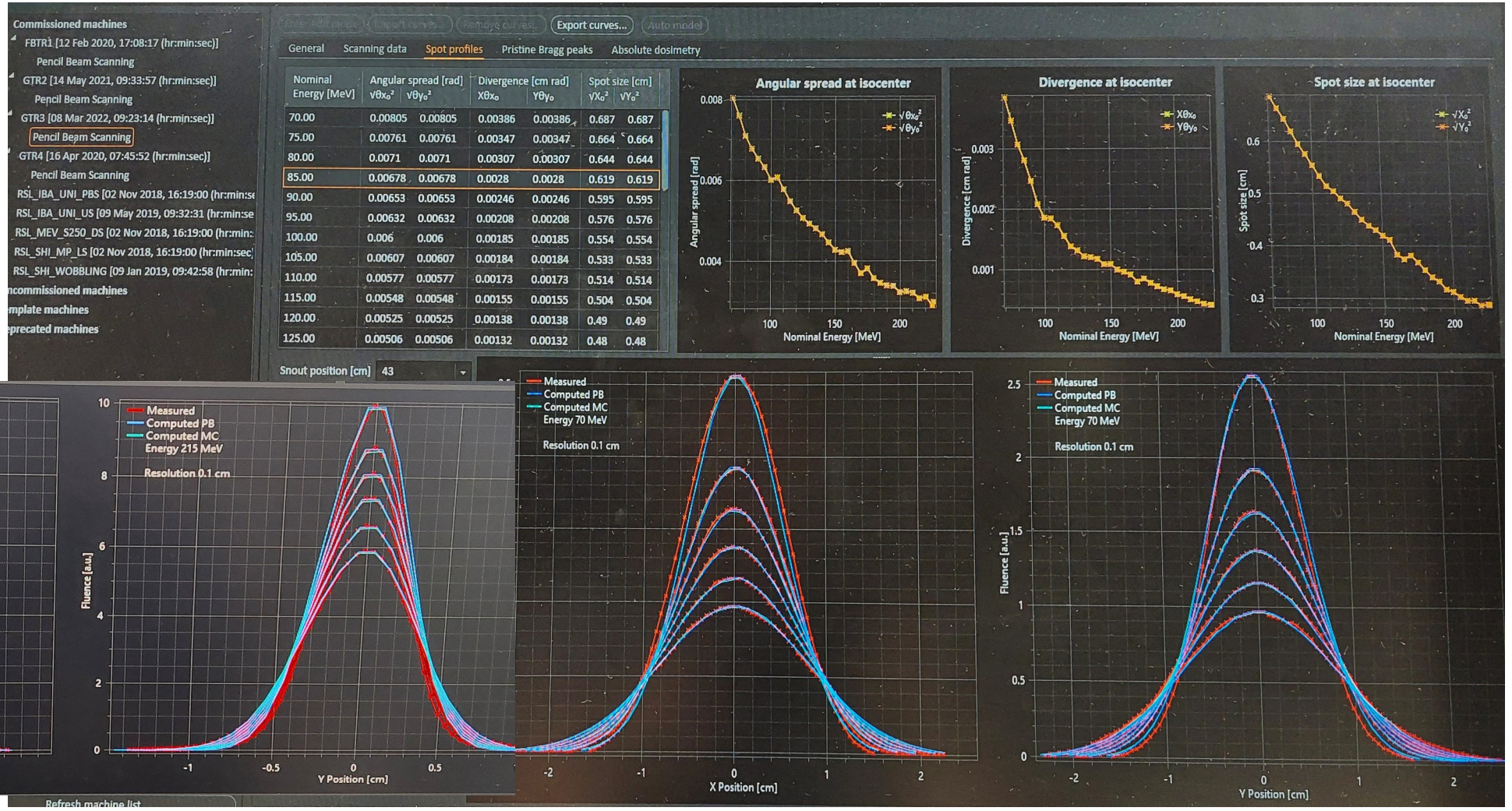


Diagnostika

TPS RayStation-vytvoření modelu-hloubkovky



TPS RayStation-vytvoření modelu-spoty



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plice



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS

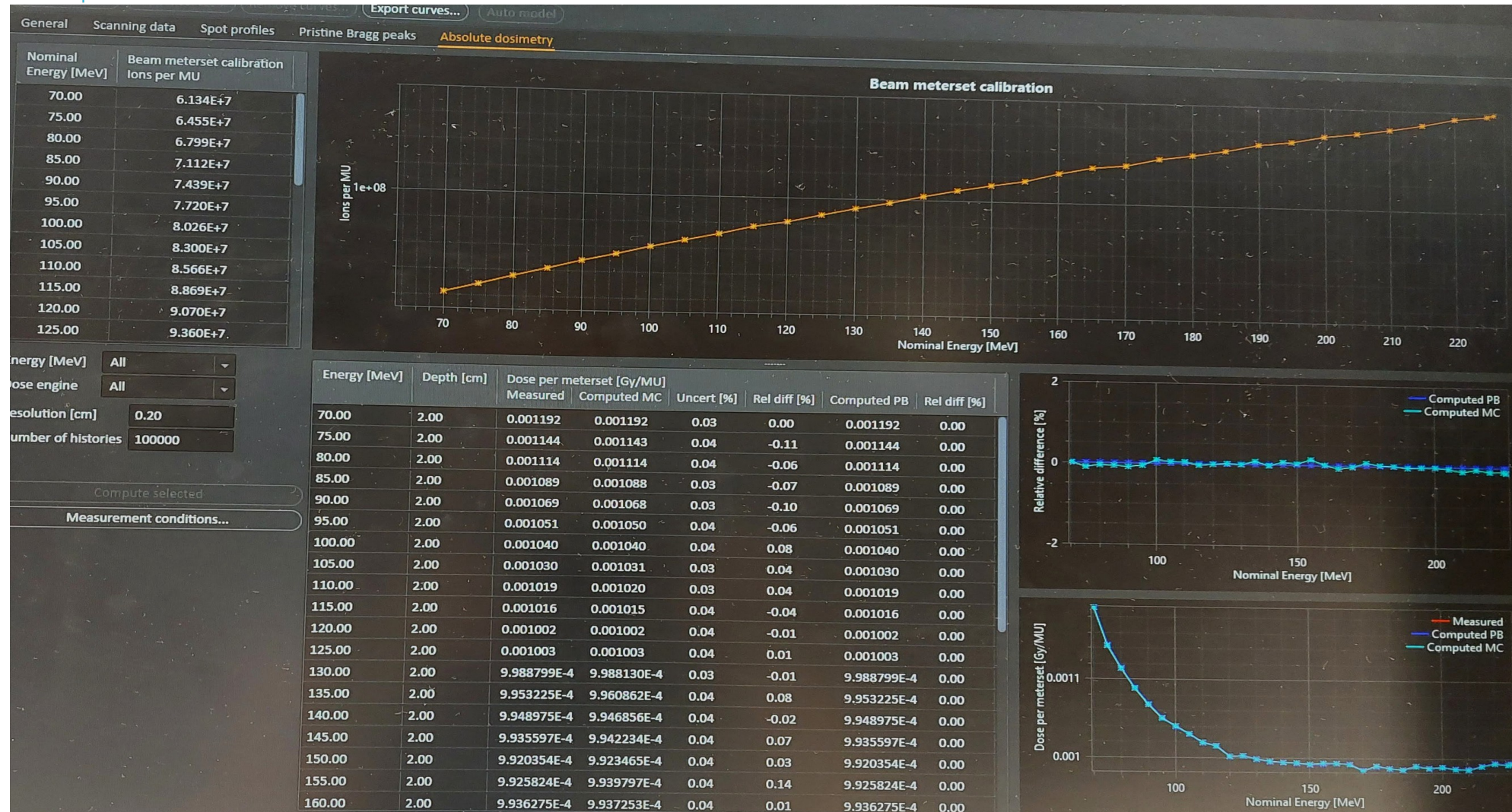


Lymfomy



Diagnostika

TPS RayStation-vytvoření modelu-dávka



TPS RayStation-přejímací zkouška (PZ)

- Příklad PZ
- Anatomická reprezentace pacienta - akvizice, geometrická přesnost, orientace a další parametry používaných CT (stupně šedi), 2D a 3D zobrazení, souřadný systém
- Zobrazení svazků pro externí RT-popisky, souřadné systémy, izocentra
- Dozimetrické ověření svazků pro ext. RT-kostky 5x5 a 10x10 s RS, bez RS
- End-to-end test patientského plánu



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS



Lymfomy



Diagnostika

Použitý patientský plán: Kostka 5x5x5 cm, stred v 15 cm, bez RS

Geometrie:	SAD	Plan ID:	GTR4 kostka 5x5x5 bez RS MC	Snout position:	43 cm
Name:	PZRayStation20	Field:	MC5	IZO:	15 cm
ID:	PZRayStation20	Ozařovna:	GTR4	Počet MU:	433,28
Elektrometr:	DOSE1 SN16098	$k_{Q,d}$:	1,035	Tlak:	974,4 hPa
Komora:	FC65P SN3565	k_{pol} :	1,000	Teplota:	21,60 °C
Kal. faktor $N_{D,w}$:	4,829E+07 Gy/C	Výchozí k_{sat} :	---	k_{ip} :	1,046

Bod č.	Hloubka [cm]	M1 [nC]	M2 [nC]	Odezva IC2 [MU]	k_{sat}	Změřená dávka [Gy]	Změřená dávka korig. na IC2 [Gy]	alg. MC - variance 0,5 %		alg. PB - mřížka 1 mm	
		+500 V	+250 V					Predik. dávka [Gy]	Odchylka D [%]	Predik. dávka [Gy]	Odchylka D [%]
1	5,00	24,640	24,270	433,37	1,015	1,30717	1,30690	1,3182	-0,86	1,3182	-0,86
2	8,00	26,130	25,700	433,20	1,017	1,38832	1,38858	1,3636	1,83	1,3636	1,83
3	13,00	34,350	33,830	433,28	1,015	1,82253	1,82253	1,8182	0,24	1,8273	-0,26
4	15,00	34,330	33,700	433,29	1,019	1,82767	1,82763	1,8364	-0,48	1,8273	0,02
5	17,00	34,310	33,390	433,31	1,028	1,84358	1,84345	1,8182	1,39	1,8273	0,89

Použitý patientský plán: Kostka 5x5x5 cm, stred v 15 cm, s RS

Geometrie:	SAD	Plan ID:	GTR4 kostka 5x5x5 s RS MC	Snout position:	43 cm
Name:	PZRayStation20	Field:	MCR55	IZO:	15 cm
ID:	PZRayStation20	Ozařovna:	GTR4	Počet MU:	554,45
Elektrometr:	DOSE1 SN16098	$k_{Q,d}$:	1,035	Tlak:	976,5 hPa
Komora:	FC65P SN3565	k_{pol} :	1,000	Teplota:	21,60 °C
Kal. faktor $N_{D,w}$:	4,829E+07 Gy/C	Výchozí k_{sat} :	---	k_{ip} :	1,043

Bod č.	Hloubka [cm]	M1 [nC]	M2 [nC]	Odezva IC2 [MU]	k_{sat}	Změřená dávka [Gy]	Změřená dávka korig. na IC2 [Gy]	alg. MC - variance 0,5 %		alg. PB - mřížka 1 mm	
		+500 V	+250 V					Predik. dávka [Gy]	Odchylka korig. D na IC2 [%]	Predik. dávka [Gy]	Odchylka korig. D na IC2 [%]
1	5,00	24,870	24,610	554,44	1,010	1,31034	1,31036	1,3182	-0,59	1,4091	-7,01
2	8,00	26,290	26,020	554,44	1,010	1,38489	1,38492	1,3636	1,56	1,3636	1,56
3	13,00	34,460	34,120	554,43	1,010	1,81452	1,81459	1,8091	0,30	1,8727	-3,10
4	15,00	34,580	34,180	554,47	1,012	1,82401	1,82395	1,8182	0,32	1,8727	-2,60
5	17,00	34,360	33,940	554,44	1,012	1,81363	1,81367	1,8364	-1,24	1,8818	-3,62

The screenshot displays the RayStation TPS interface for a proton therapy plan. The main window shows a 2D dose distribution plot for a 5x5x5 cm target. The plot includes a color scale for Gy (RBE) ranging from 0.00 to 2.31. The target is outlined in green, and the dose distribution is shown in various colors. The interface includes a top menu bar with options like 'Set default grid', 'DRR settings', 'Rotate couch', 'Uncert [%]', 'Inspector', 'Define views for report', and 'Auto save/restore'. The left sidebar shows the 'Machine' section with 'GTR3' selected, and the 'Fractions' section with '1' selected. The 'Modality' is 'Protons' and the 'Treatment technique' is 'Pencil Beam Scanning'. The 'RBE model' is 'Constant 1.1'. The 'DOSE' section shows 'Plan dose (RBE): gtr3 KOSTKA-10-10-10 RS MC (CT-1)' with a total of 1038034044 ions. The 'CT: CT 1' section shows 'Coronal: 0.65 cm' and 'Sagittal: 0.05 cm'. The bottom of the interface has a 'Specification Points' section with buttons for 'Load template...', 'Copy from...', 'Patient setup...', 'Renumber beams...', and 'Save as template...'.



Name	Machine	Fractions	Modality	Treatment technique	RBE model
GTR2Hlavaposuny	GTR2	1	Protons	Pencil Beam Scanning	Constant 1.1

Name	Description	Isocenter [cm]	R-L	I-S	P-A	Snout Name	Position [cm]	Air gap [cm]	Gantry [deg]	Couch [deg]	Range shifter	Spot Tune ID	MU/fx
		Name						Min CAX	Rotation	Rotation			



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Přsa



Mozek a CNS



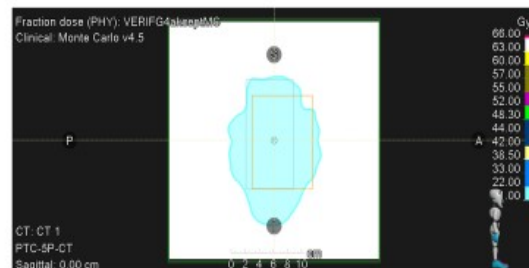
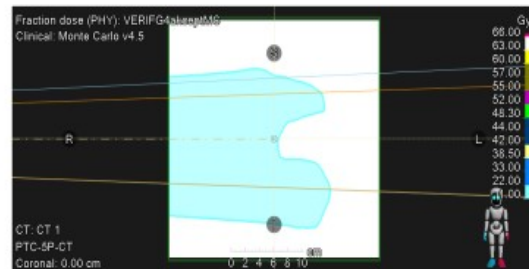
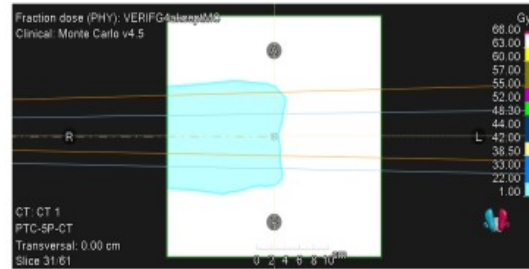
Lymfomy



Diagnostika

Fraction dose data

Isocenter name: qg-VERIFG4akcepIMC 1
 Isocenter [cm]: Right-Left: 0.00 Inf-Sup: 0.00 Post-Ant: 0.00
 Dose type: Physical
 Dose grid resolution [cm]: Right-Left: 0.10 Inf-Sup: 0.10 Post-Ant: 0.10
 Beams: 1, 2



Points Of Interest

No POI geometries found

Pacient:
 Jméno - Plán č. - Lokality: GTR4Acept_RSBlock_MC Prostata SIB ID: 5404...

Použitý svazek a podmínky měření: Digiphan - PTC - SN18404

Ozařovna: GTR4
 Mód: PBS
 Pole / RS: 2 / RS Block
 Air gap / snout position / ize: 21,49 / 43 / 15
 Fantom – měření: Digiphan
 Calculation area / mřížka: 30.2x30.2x30.2 / 1 mm
 Počet Frakcí: 1

Detektor: Kalib. Faktor $N_{D,W,Q}$ = 8,11952E-05 Gy/AU
 Kvalit. Faktor k_{Q0} = 1
 Elektrometr: Digiphan

	Realné podmínky	Digi (z opg file)	Realné podmínky
Akt.tlak vzd. (hPa)	976,7	976,7	kTp_Voda 1,04
Akt. teplota_Voda (°C)	21,5	21,57	kTp_Vzduch* 1,04
Akt. Tlak digi* (hPa)			Digi
Akt. teplota_Vzduch* (°C)	22,12		kTp_Voda 1,04
Akt. teplota_Vzduch (K)	295,27		kTp_Vzduch* #####

Kontrola správného zobrazení patientských struktur v VERISUITE: OK (OK/NOK)
 AdaptInsight

Import dose plane:
 max dávka [cGy]: 257,15
 max dávka [%]: 100,00
 max odečet detektoru [AU]: 30712,99
 max dávka [%]: 96,95

Absolutní gama analýza v digiphantu - DTA - 2mm,DD 2%

Nastavení

Vrstva č.	Hloubka [mm]		Digiphan		Dose plane		Average gamma	Gamma <=1 [%]	Gamma <=1,5 [%]	Tolerance	Tolerance	Výsledek
	Digi	Plan	odečet [%]	[%]	odečet v max [%]	[%]						
Pořadí do -79mm												
To prohlašim za 101 mm vody												
MOSAIC upravím úhly na 270												
Vyhodnocení v OmniPro 1 mRT:												
Histogram-Range od 0,0001 !												
1	30	120,5	64,75	99,401	65,14	100	0,2	100	100	95,000	98,000	Splňuje
2	60	90,5	75,7	100,97	74,97	100	0,19	100	100	95,000	98,000	Splňuje
3	100	50,5	86,54	100,56	86,06	100	0,19	100	100	95,000	98,000	Splňuje
4	140	10,5	96,95	99,456	97,48	100	0,24	99,5	100	95,000	98,000	Splňuje
5	180	-29,5	58,74	98,458	59,66	100	0,21	100	100	95,000	98,000	Splňuje
6	220	-70,5	50,71	95,23	53,25	100	0,3	98,01	99,5	95,000	98,000	Splňuje
7	240	-90,5	6,5	83,44	7,79	100	0,34	100	100	95,000	98,000	Splňuje



- Výhody
- Rychlý výpočet → v budoucnu využití GPU a možnost se věnovat např. Robustní optimalizaci
- Mnoho moderních vychytávek usnadňujících plánování/konturování

- Nevýhody
- PB algoritmus není použitelný pro pole s RS

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST



Nádory u dětí



Prostata



Hlava a krk



Plíce



Zažívací trakt



Prsa



Mozek a CNS



Lymfomy



Diagnostika