

# Srovnání metod preklinické verifikace VMAT plánů pro Elekta Versa HD

V. Paštyková, M. Šefl, A. Vidiševský, L. Cupal, L. Štelciková, P. Nováková

# Dozimetrická verifikace VMAT

Verifikace v bodě - dávka

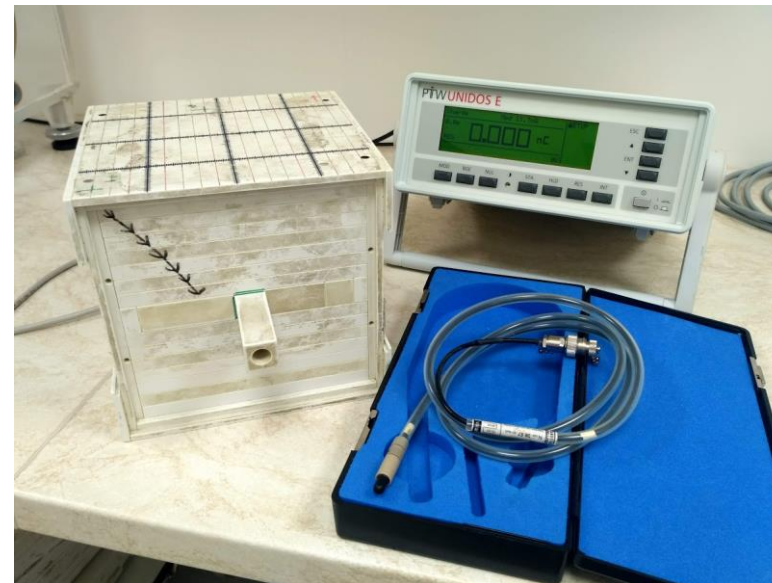
Verifikace externím 2D polem detektorů

Verifikace rotační - Octavius 4D

Integrovaná portálová dozimetrie iViewDose

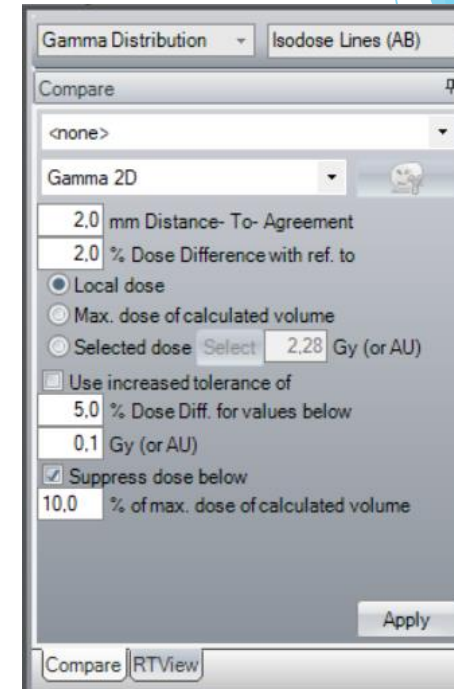
# Měření dávky v bodě

- ▶ Ionizační komora CC13
- ▶ plastový skládací IMRT fantom z vodě ekvivalentního materiálu RW3
- ▶ Přepočet plánu na CT fantomu, odečet v referenčním bodě (mimo oblast dávkového gradientu)
- ▶ Korekce na aktuální kalibraci LU



# Verifikace 2D polem detektorů

- ▶ PTW detector 729 - IK 0,125cm<sup>3</sup>, vzdálenost 10 mm
- ▶ Buildup 9,5 cm RW3
- ▶ VeriSoft
  - ▶ Interpolace nahraných matic na 1 mm v rovině detektoru, zachovává vzdálenost řezů
- ▶ Lokální gama analýza 2%, 2mm
  - ▶ Výpočet dose difference z referenčního bodu
- ▶ Nedostatek metody:
  - ▶ 2D gama analýza pro VMAT



# Octavius 4D



- ▶ 2D pole detektorů
- ▶ 3D metoda verifikace
- ▶ Lokální i globální gama analýza
- ▶ VeriSoft software

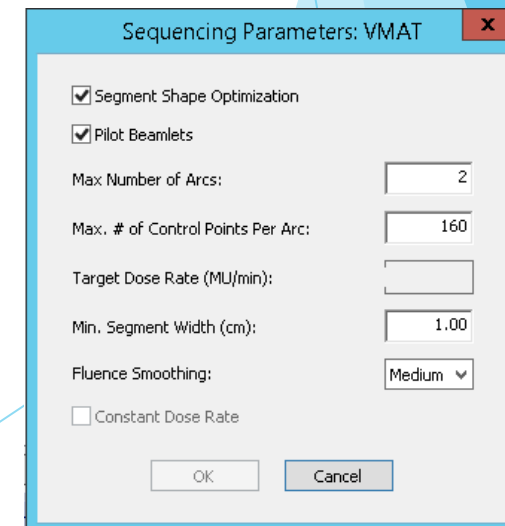
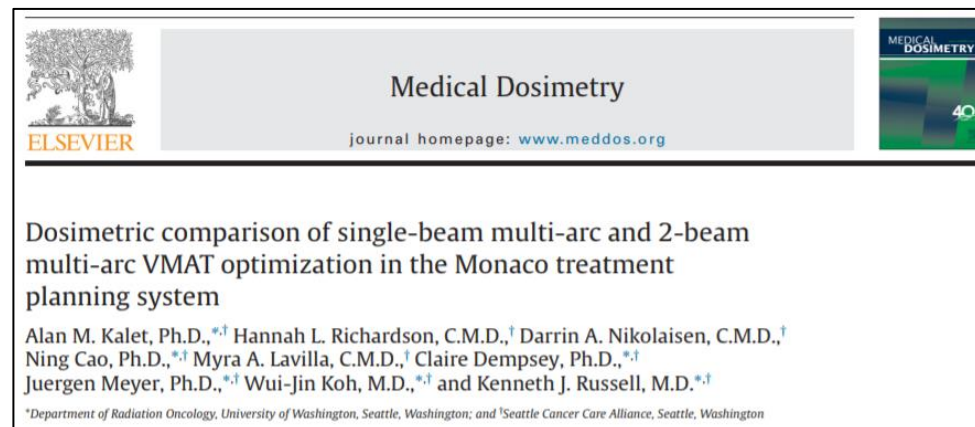
# iViewDose

- ▶ Tranzitní portálová dozimetrie
  - ▶ EPID kalibrace pro ozařovací stůl + 20 cm RW3 desek
- ▶ 3D gama analýza
  - ▶ Globální
  - ▶ DD specifikován v návaznosti na maximální dávku v objemu 3D (resp. Rekonstrukční rovině 2D)
  - ▶ Objem vymezený 50% izodózou  $D_{max}$
- ▶ 2D gama analýza
  - ▶ Oblast vymezená 20% izodózou  $D_{max}$  v rovině rekonstrukce
- ▶ Potenciálně rychlejší způsob verifikace - přímé nazáření plánu na EPID



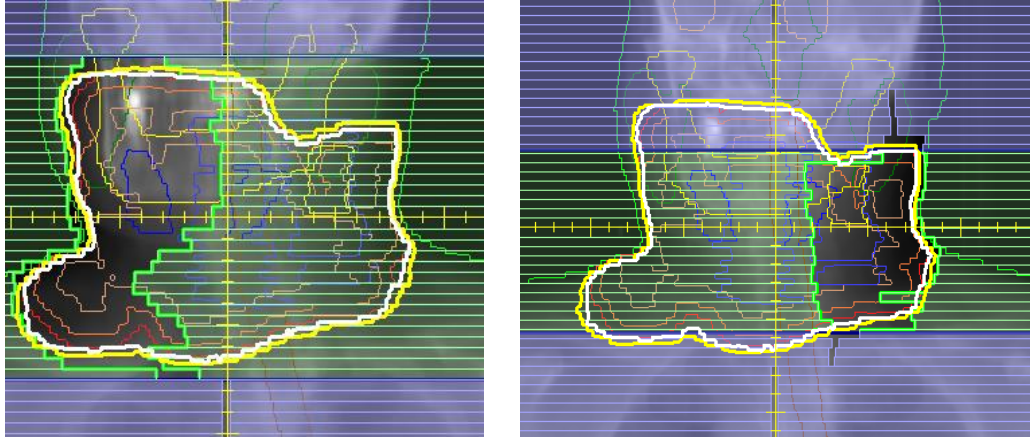
# iViewDose s využitím TPS MONACO

- ▶ 1 Arc gantry
  - ▶ U složitějších plánů a větších objemů nelze dosáhnout dostatečného pokrytí PTV
- ▶ 2 Arcs - 1 Beam vs. 2 a více Beamů
- ▶ Volba ovlivní celkový počet MU, ozařovací čas, pohyb lamel, pokrytí velkých objemů a „vykouslých“ PTV
- ▶ Obecně preferovanější je metoda 2 Arcs per Beam než více Beamů

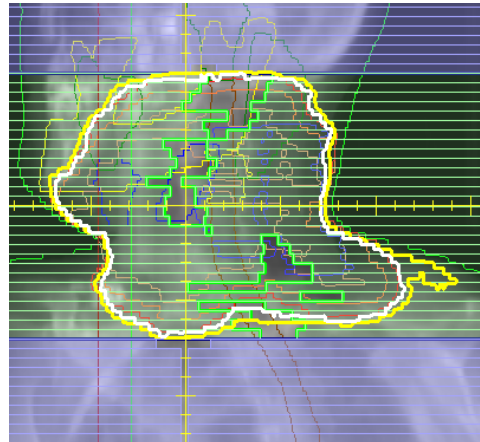




2 Arcs per Beam



1 Arc per Beam

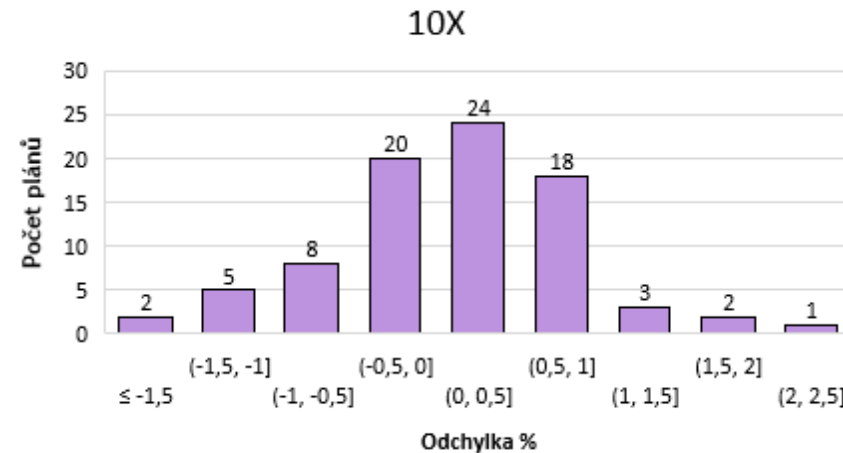
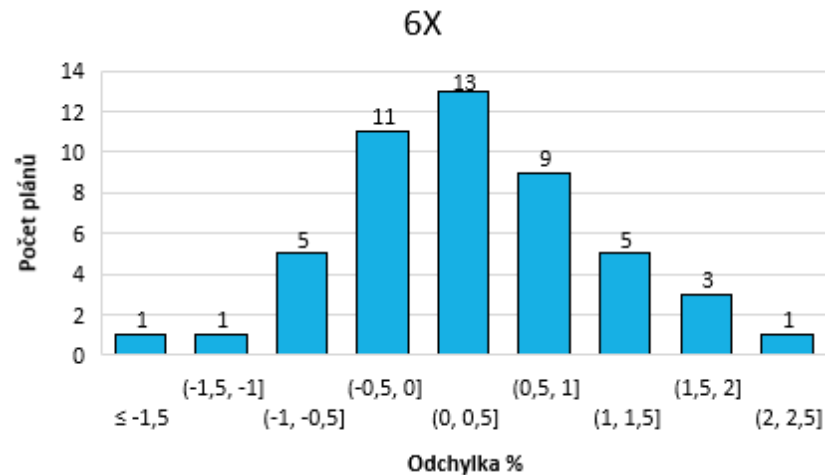




# Nedostatky iViewDose

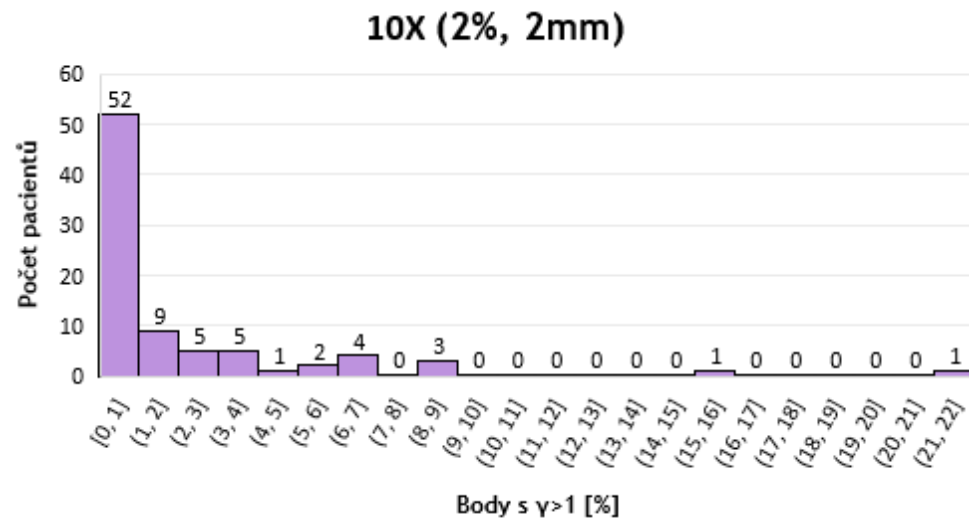
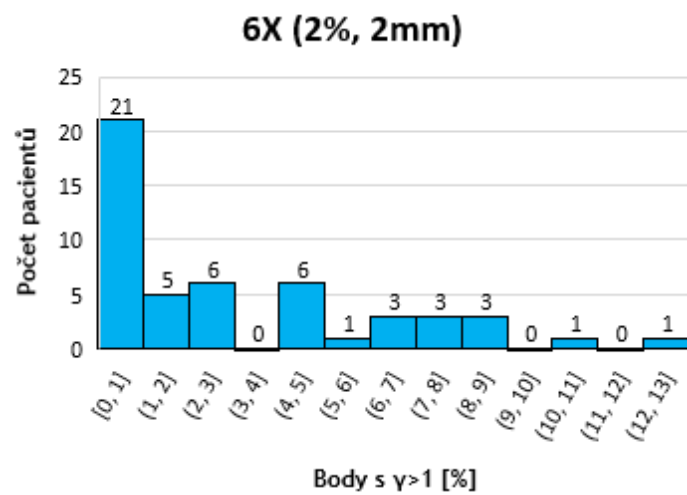
- ▶ Chybné vyhodnocování při použití plánovacího systému MONACO - VMAT plány pro více Arcs per Beam
- ▶ Při plánování VMAT 1 Arc per Beam téměř vždy nutnost více Beamů
- ▶ Náročnější pohyb lamel MLC, mírné prodloužení ozařovacích časů
- ▶ Omezení velikosti pole 24 x 24 cm
- ▶ Použitelné pouze pro energie 6 a 10 MV

# První výsledky - ionizační komora



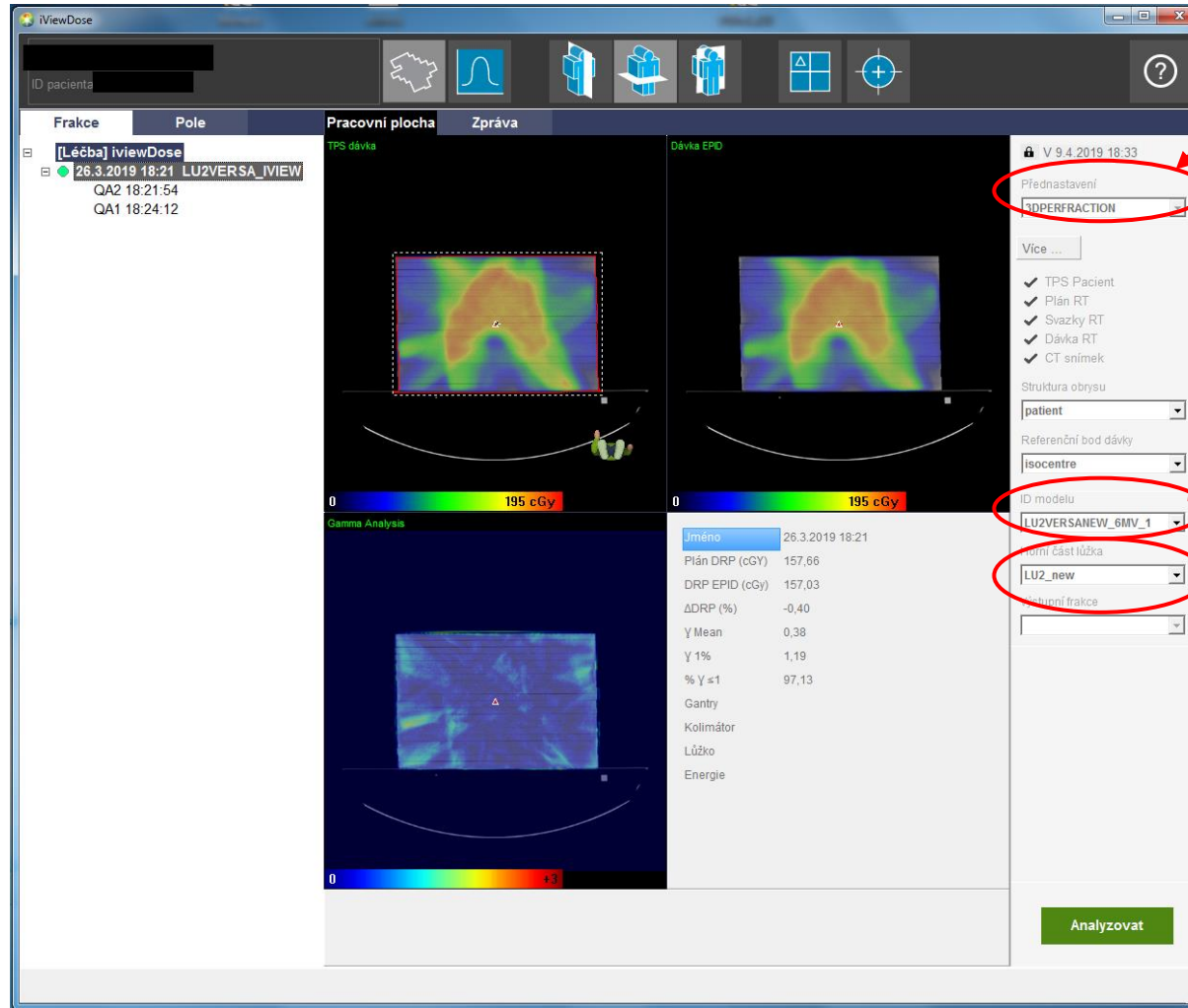
- ▶ Tolerance 2%
- ▶ Splněno pro 131/133 plánů
- ▶ 2 plány - měřící bod v oblasti vysokého gradientu + kritéria verifikace 2D polem detektorů splněna

# První výsledky - 2D pole detektorů



Energie	Celkem pacientů	DD/DTA	Mean $\gamma$	$\sigma_{\text{Mean } \gamma}$	Max $\gamma$	$\sigma_{\text{Max } \gamma}$	Median $\gamma$	$\sigma_{\text{Median } \gamma}$
6X	50	2%, 2mm	0,429	0,102	1,769	1,199	0,373	0,130
		3%, 3mm	0,290	0,066	1,144	0,474	0,263	0,074
10X	83	2%, 2mm	0,434	0,089	1,631	1,635	0,369	0,129
		3%, 3mm	0,287	0,035	1,010	0,116	0,254	0,032

# První výsledky pro iViewDose



- 2D per beam
  - 2D gama analýza v rovině DRP
- 3D per beam
  - 3D gama analýza pro vybrané léčebné pole
- 3D per fraction
  - 3D gama analýza pro frakci

- Model použitý pro rekonstrukci dávky v objemu
  - Pro 2D v rovině DRP
  - Pro 3D v ekvidistantních rovinách kolmých k ose svazku pro daný úhel gantry

- Korekce na ozařovací stůl - příslušná použité energii

# iViewDose - výsledky

Diagnóza/ energie	1 Arc per Beam				2 Arcs per Beam			
	% $\gamma \leq 1$	Mean $\gamma$	Max dose difference	$\gamma$	% $\gamma \leq 1$	Mean $\gamma$	Max dose difference	$\gamma$
Prostata 10X	99,7	0,33	0,4	0,06	54,3	1,16	12,0	1,50
	91,8	0,46	5,8	0,94	96,6	0,38	-5,6	0,74
	98,9	0,37	1,7	0,52	99,8	0,23	0,3	0,11
	97,5	0,37	1,9	0,28	99,7	0,28	0,0	0,05
Pánev 10X	93,6	0,41	1,0	0,20	92,3	0,44	0,2	0,05
	93,9	0,46	1,2	0,33	57,6	0,98	24,2	2,33
	99,3	0,33	1,2	0,36	86,9	0,55	-2,3	0,63
	94,6	0,43	0,4	0,13	94,1	0,44	1,2	0,35
Krk 6X	97,9	0,32	0,3	0,08	85,9	0,57	2,5	0,63
	97,1	0,36	1,1	0,33	39,9	1,34	-3,5	0,89
	97,1	0,38	-0,4	0,11	63,8	0,87	-3,7	0,87
	95,1	0,4	-3,2	0,59	85,1	0,59	-0,2	0,04
Mozek 6X	92,9	0,5	-1,9	0,52	49,7	1,12	0,4	0,11
	95,2	0,52	-1,5	0,42	95,3	0,47	-1,1	0,35
	94,3	0,44	0,7	0,18	80,5	0,65	-4,0	1,15
	97,3	0,4	-1,7	0,49	88,2	0,57	-2,7	0,54
	99,8	0,32	4,8	0,50	-	-	-	-
<b>Průměr</b>		0,400	0,694	0,355		0,665	1,107	0,646
<b>Směrodatná odchylka</b>		0,062	2,238	0,228		0,331	7,326	0,621

- ▶ Gama analýza 3%, 3mm porovnání počtu Arc per Beam
- ▶ Mean  $\gamma$  = průměrná hodnota pro všechny analyzované body
- ▶  $\gamma$  = hodnota v rekonstrukčním bodě

# iViewDose - výsledky

Diagnóza + energie	3%, 3mm				2%, 2mm			
	% $\gamma \leq 1$	Mean $\gamma$	Max dose difference	$\gamma$	% $\gamma \leq 1$	Mean $\gamma$	Max dose difference	$\gamma$
Prostata 10X	99,7	0,33	0,4	0,06	91,3	0,50	0,4	0,09
	91,8	0,46	5,8	0,94	82,6	0,69	5,8	1,14
	98,9	0,37	1,7	0,52	91,5	0,55	1,6	0,76
	97,5	0,37	1,9	0,28	90,6	0,55	1,8	0,41
Pánev 10X	93,6	0,41	1,0	0,20	83,7	0,61	1,0	0,29
	93,9	0,46	1,2	0,33	81,6	0,68	1,2	0,49
	99,3	0,33	1,2	0,36	93,2	0,49	1,1	0,52
	94,6	0,43	0,4	0,13	84,3	0,63	0,4	0,18
Krk 6X	97,9	0,32	0,3	0,08	92,5	0,49	0,3	0,12
	97,1	0,36	1,1	0,33	89,0	0,54	1,1	0,49
	97,1	0,38	-0,4	0,11	88,2	0,57	-0,4	0,16
	95,1	0,40	-3,2	0,59	85,2	0,60	-3,2	0,89
Mozek 6X	92,9	0,50	-1,9	0,52	73,1	0,75	-1,9	0,78
	95,2	0,52	-1,5	0,42	74,1	0,78	-1,5	0,64
	94,3	0,44	0,7	0,18	78,3	0,67	0,6	0,26
	97,3	0,40	-1,7	0,49	87,1	0,60	-1,7	0,75
	99,8	0,32	4,8	0,50	96,0	0,48	4,7	0,74
<b>Průměr</b>		0,400	0,694	0,355		0,599	0,665	0,512
<b>Směrodatná odchylka</b>		0,062	2,238	0,228		0,091	2,219	0,305

- ▶ Mean  $\gamma$  = průměrná hodnota pro všechny analyzované body
- ▶  $\gamma$  = hodnota v rekonstrukčním bodě

► Hodnocení změny ozařovacích časů

Plán		MU celkem	t <sub>celkem</sub> (min)	t <sub>beam on</sub> (min)	Δ (%)
Prostata po RAPE	1 Beam (2 Arc)	525,5	2:26	2:26	8,2
	2 Beam (2 Arc)	518,2	3:07	2:38	
Krk - SIB	1 Beam (2 Arc)	575,9	2:46	2:46	20,5
	2 Beam (2 Arc)	679,7	3:58	3:20	



# Závěr

- ▶ Verifikace klinických plánů v NNB:
  - ▶ verifikace dávka v bodě + 2D pole detektorů - prozatím 133 patientských plánů
- ▶ Dávka v bodě: tolerance 2%, splněno pro 131 plánů,
- ▶ 2D pole detektorů - gama analýza pro 3%, 3mm - kritéria 95% bodů  $\gamma \leq 1$  (Metodika NNB) splněna pro 100% plánů
  - ▶ 2%, 2mm - 90% bodů s  $\gamma \leq 1$  splněno pro 97% plánů
- ▶ iViewDose v režimu ověřování
  - ▶ Omezení využití energie 15 MV
  - ▶ Omezení z hlediska plánování v TPS Monaco - nelze používat více Arcs per Beam
  - ▶ Omezení velikosti pole - 24x24 cm
  - ▶ Při splnění podmínek pro TPS - tolerance 3%, 3mm, 90% bodů  $\gamma \leq 1$  - splněno pro všechny plány

Děkuji za pozornost