



Mgr. Andrej Babič, PhD.
Mgr. Dušan Kamas, PhD.
Mgr. Erik Vanko
Ing. Dušan Šalát, PhD.

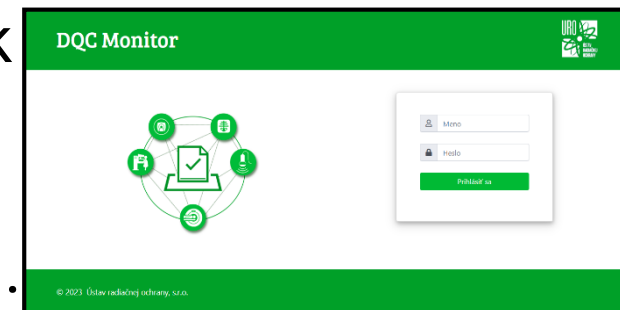
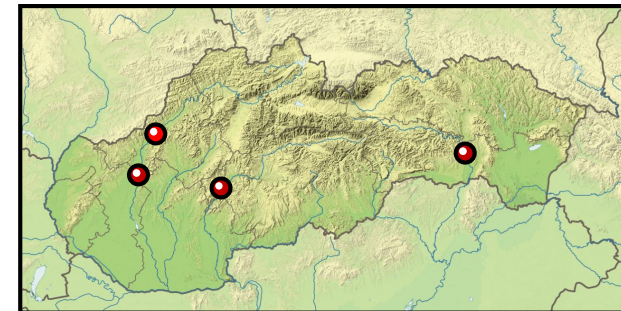
Ústav radiáciej ochrany, s. r. o.
Staničná 1062/24
SK - 911 05 Trenčín
Slovenská republika

Meranie profilov radiáčného poľa lineárnych urýchľovačov

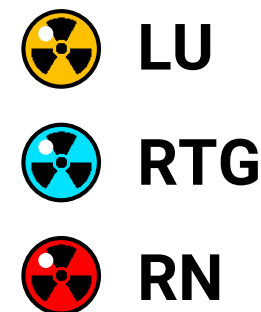
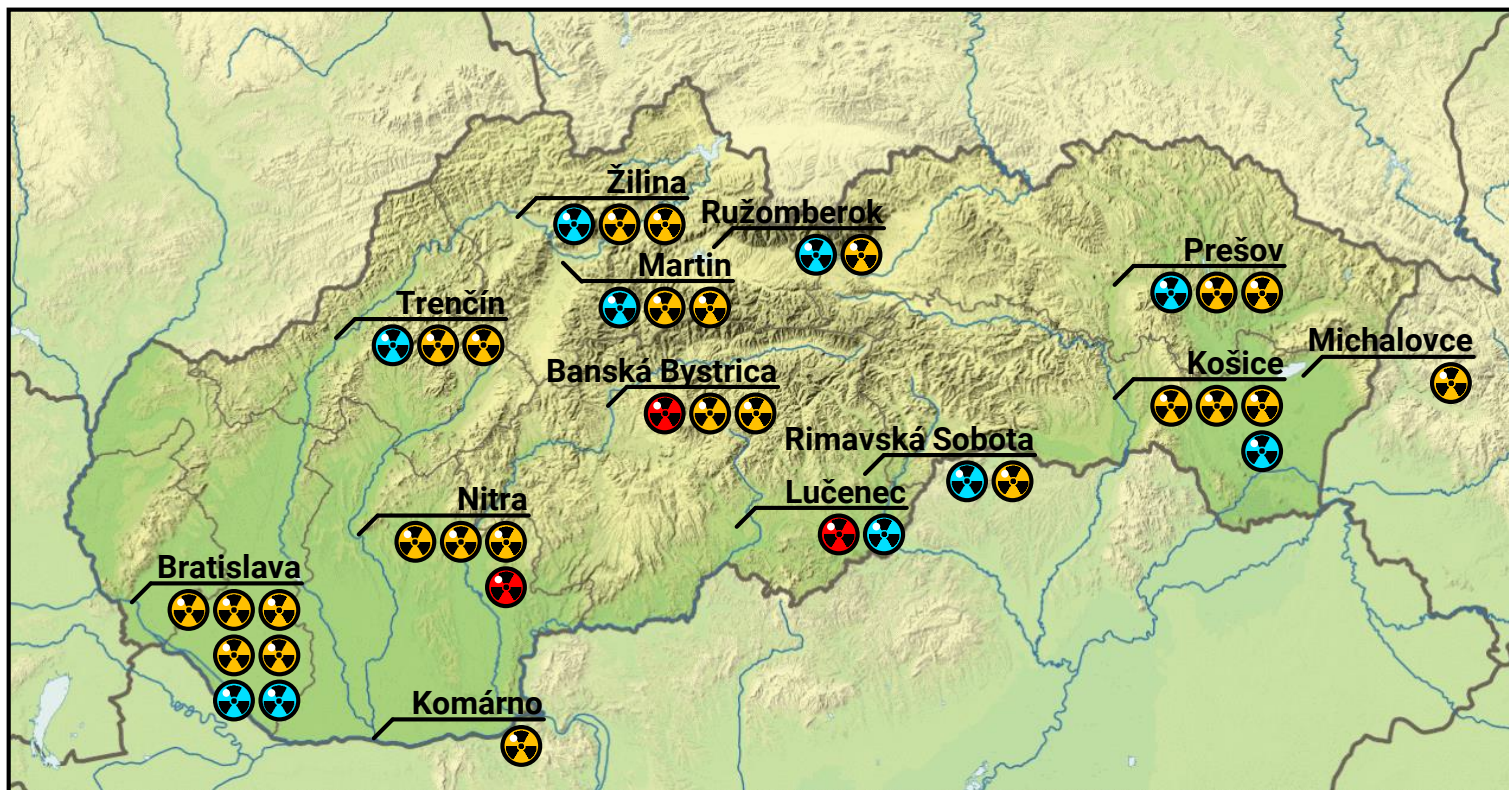
11. Konferencie radiologické fyziky

Ostrava, 21. 4. 2023

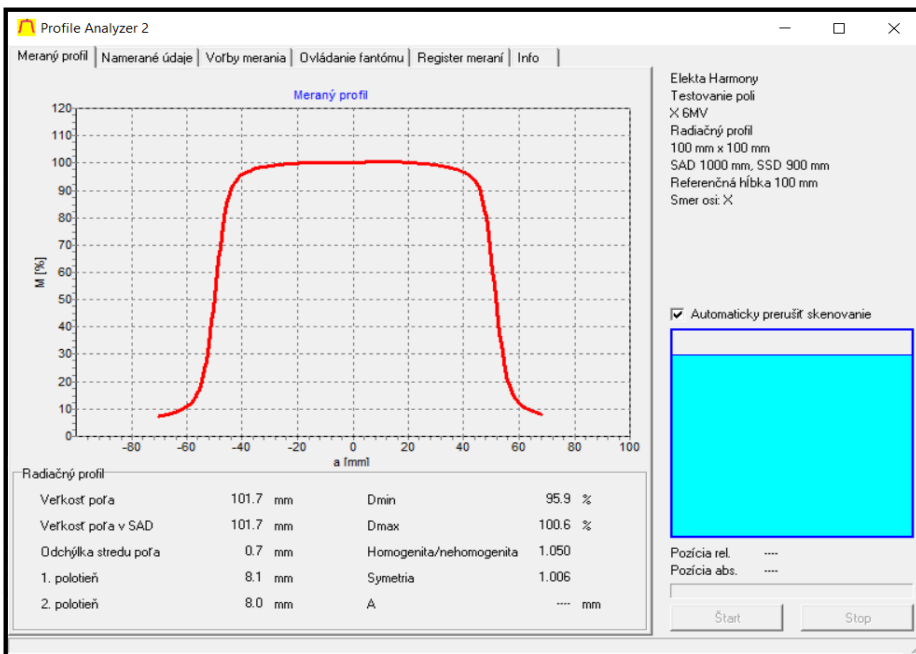
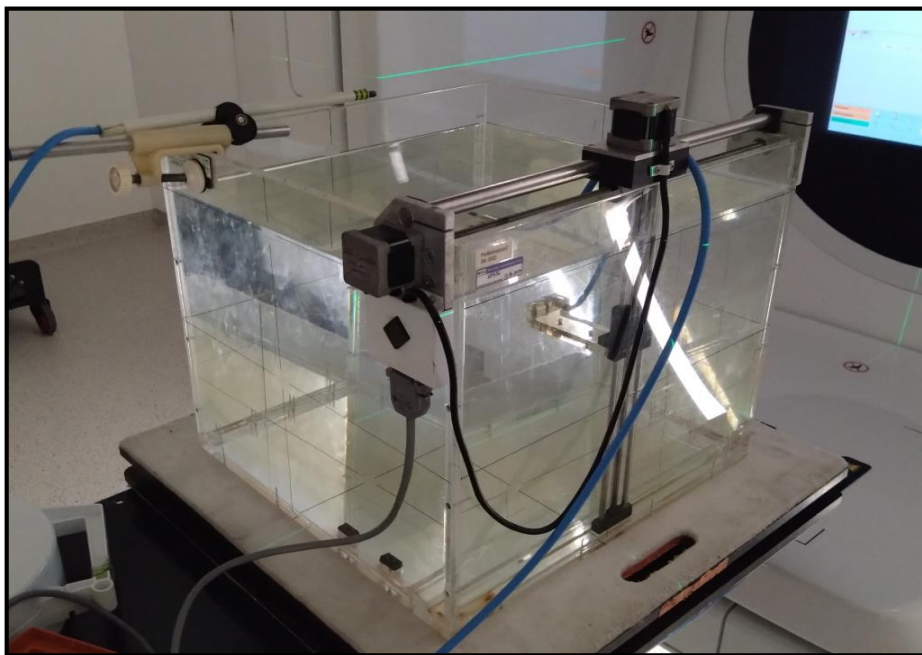
- **Vznik:** MEDICONTROL (1991) → ÚRO (2005): www.uro.sk
- **HQ:** Trenčín, Piešťany, Žarnovica, Košice (19 zamestnancov)
- **Legislatíva:**
 - Zákon č. 87/2018 Z. z. o RO
 - Vyhláška MZ SR č. 101/2018 Z. z.
- **Školenia:** Odborná príprava (expert RO)
- **Databáza ožiarenia pacientov:** [DQC](#)
- **Skúšky zdrojov IŽ:** PS, SDS, SPS
- **Dokumentácia:** Monitorovanie pracovísk
- **Výskum:** Radiobiologické laboratórium
 - Chromozómové aberácie (krv), plod...



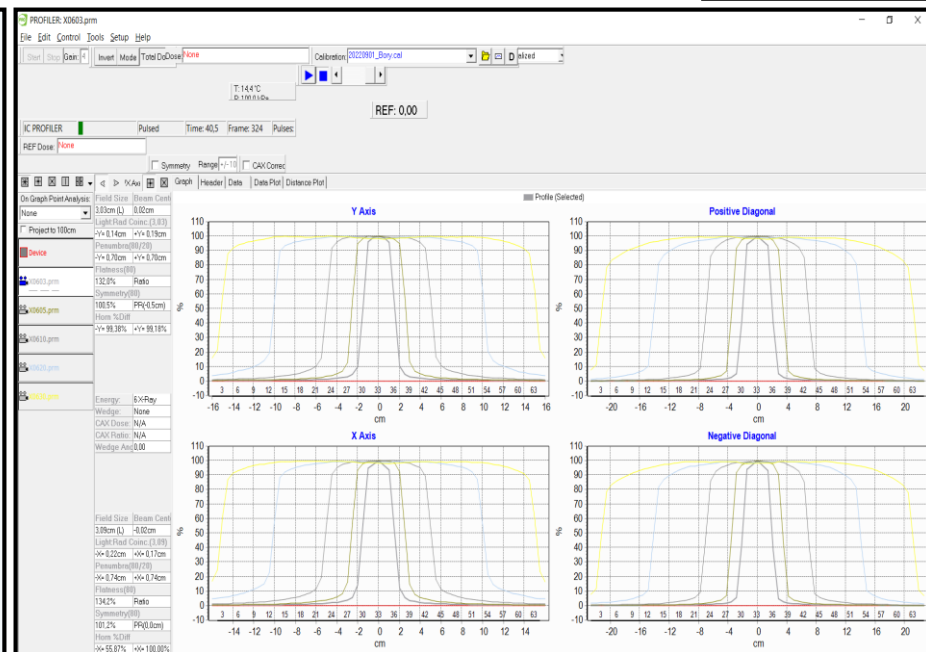
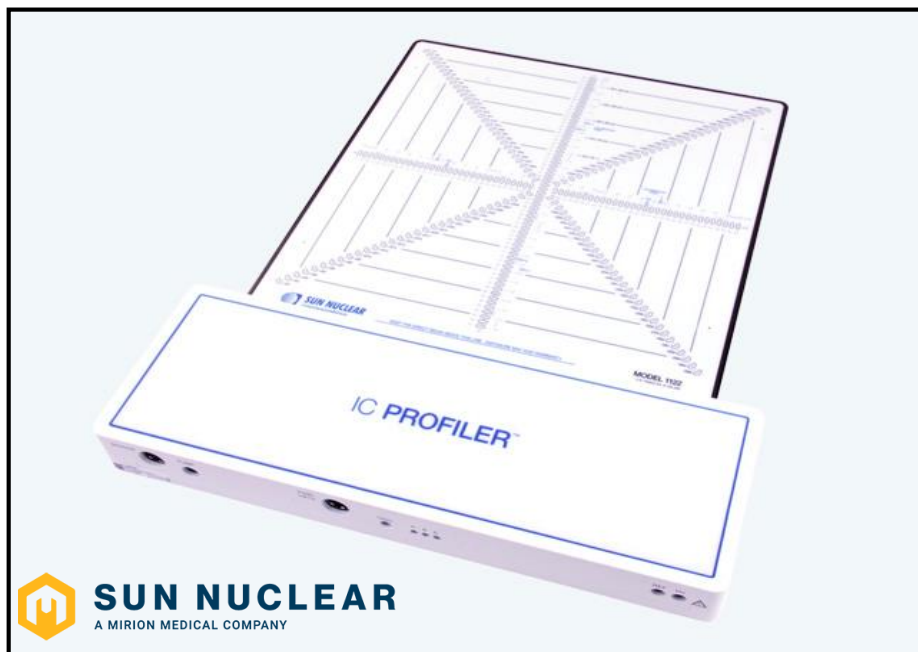
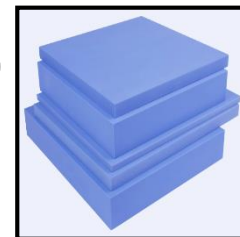
- **RT:** 38 zariadení na onko. klinikách v SR
- **Povolenie ÚVZ SR:** č. 00ZPŽ/7777/2010
- **Vybavenie:** fantómy, IK, dozimetre, káble...
- **Protokoly:** PS, SDS (platnosť 6 mesiacov)



- **H₂O:** „Zlatý štandard“ pre absolútnu dozimetriu v rámci PS
- **Určenie:** meranie 1D profilov a hĺbkových kriviek
- **Využitie:** –17 cm až +17 cm (horizontálne), 25 cm (vertikálne)
- **Príslušenstvo:** IK PTW Semiflex 31010 (0,125 cm³)
- **Software:** Profile Analyzer 2 (ovládanie, meranie, analýza)

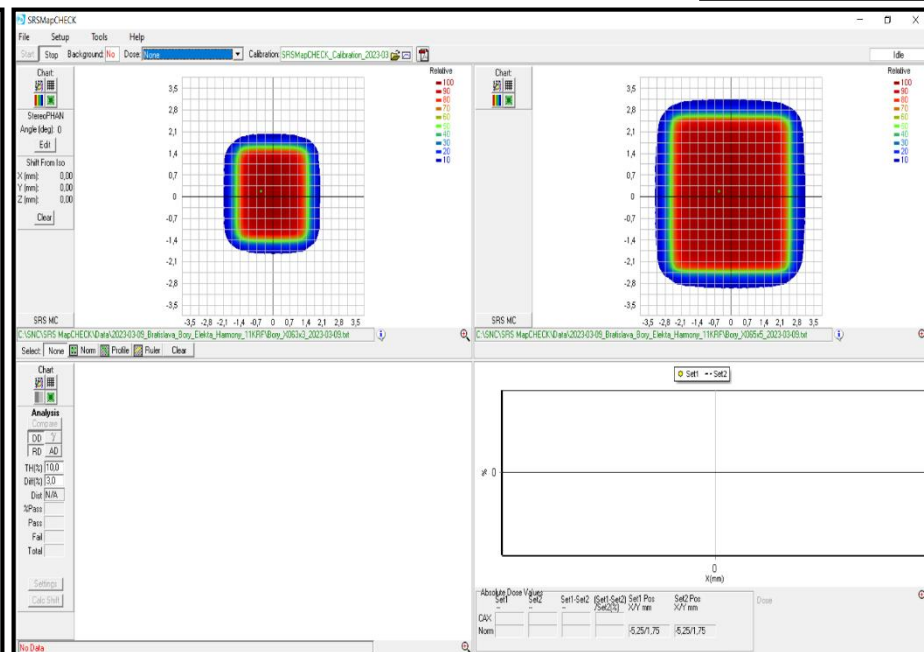


- **2D array:** 251 IK, $\Delta = 5$ mm, 32×32 cm²
- **Určenie:** Commissioning, ATP, QA
- **Využitie:** meranie naraz v 4 osiach (X, Y, /, \) bez H₂O
- **Príslušenstvo:** Solid Water® HE (H₂O ekvivalent 0,5%)
- **Software:** PROFILER (meranie a analýza profilov)

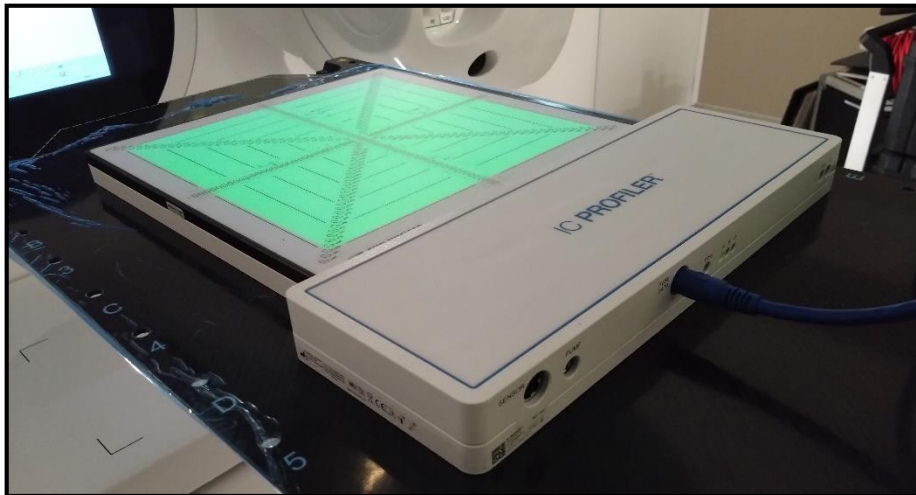
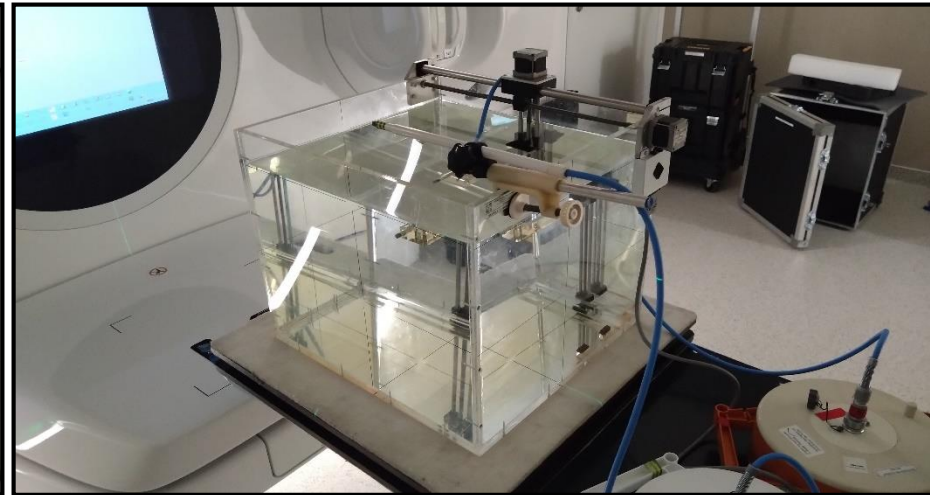
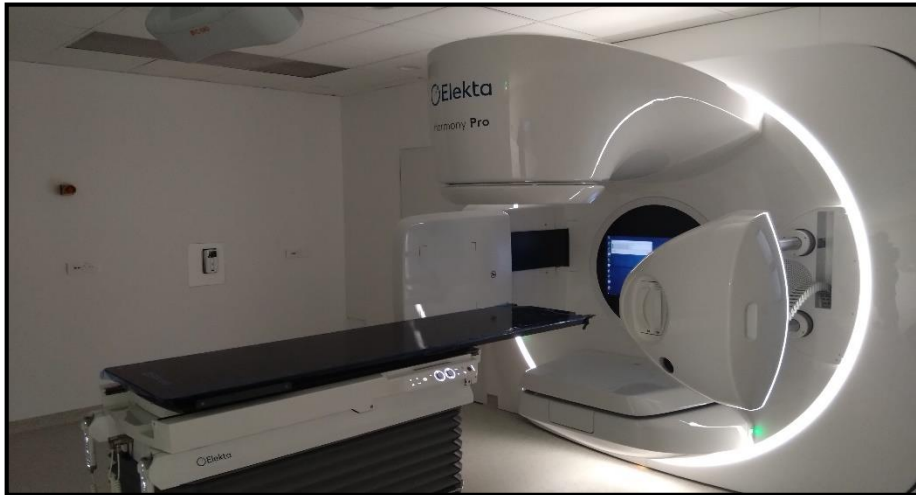


SUN NUCLEAR
A MIRION MEDICAL COMPANY

- **2D array:** 1 013 diód, $\Delta = 2,47 \text{ mm}$, $7,7 \times 7,7 \text{ cm}^2$
- **Určenie:** SRS/SBRT QA bez RTG filmu, end-to-end testy, SIMT
- **Využitie:** husté meranie malých polí ($3 \times 3 \text{ cm}^2$, $5 \times 5 \text{ cm}^2$)
- **Príslušenstvo:** rotačný fantóm StereoPHAN™
- **Software:** SNC Patient + podpora pre CyberKnife®



- **LU:** Elekta Harmony, Nemocnica Bory (Bratislava, 8. 3. 2023)
- **Setup:** X-ray 6 MV (FF), SAD = 100 cm, SSD = 90 cm (buildup)

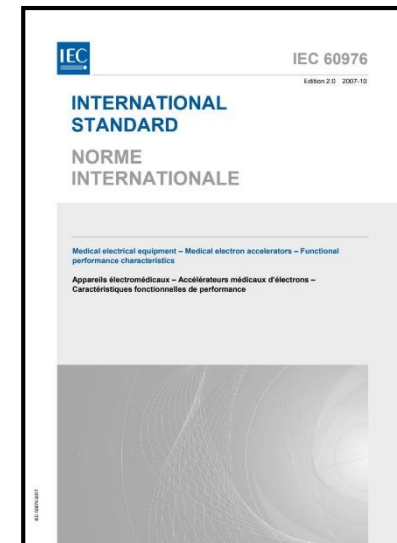


- **Norma:** IEC 60976
- **Stred zväzku [Beam Center]:** BC
- **Veľkosť poľa [Field Size]:** FS = FWHM
- **Polotieň [Penumbra]:** P: $20\% < \frac{D(x)}{D(BC)} < 80\%$
- **Homogenita [Flatness]:** $x \in 80\%$ FWHM

$$F = \frac{\max D(x)}{\min D(x)} \times 100\%$$

- **Symetria [Symmetry]:** $x \in 80\%$ FWHM

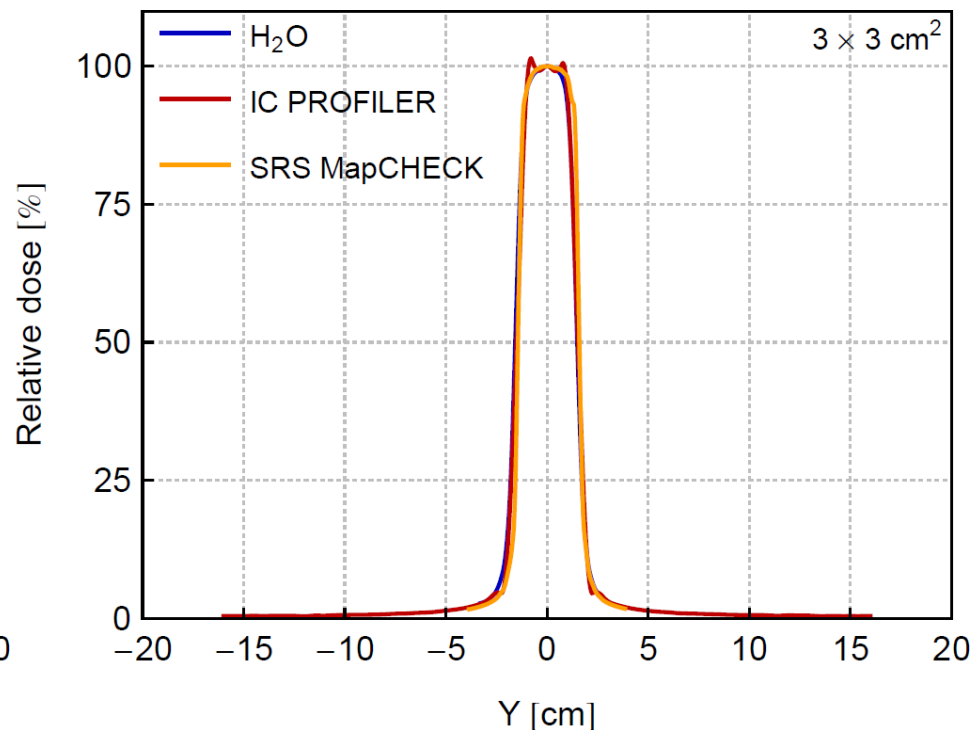
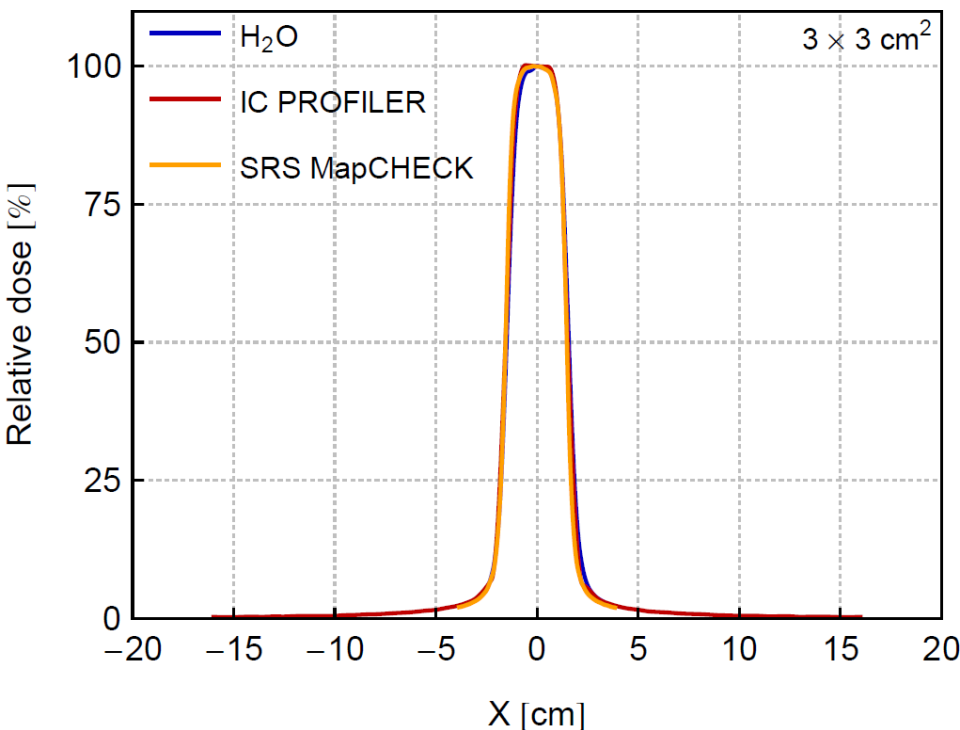
$$S = \max \frac{\max[D(x), D(-x)]}{\min[D(x), D(-x)]} \times 100\%$$



Parameter	Kritérium
BC	2 mm od osi
FS	2 mm od ind.
P	2 mm od ref.
F	106 %
S	103 %

Profily radiačného poľa $3 \times 3 \text{ cm}^2$

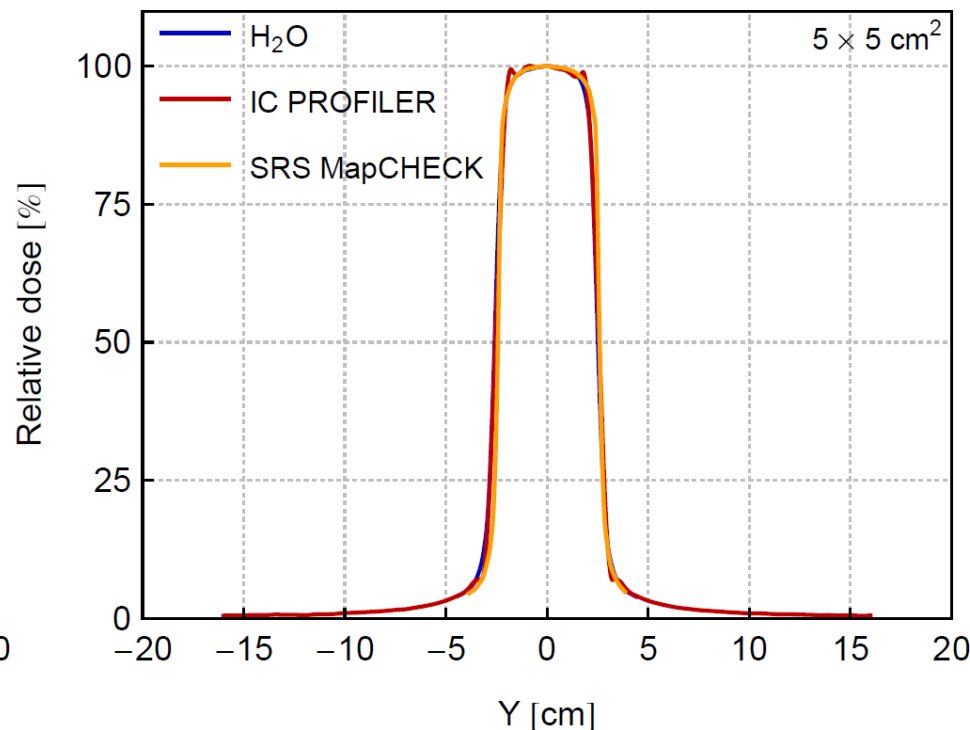
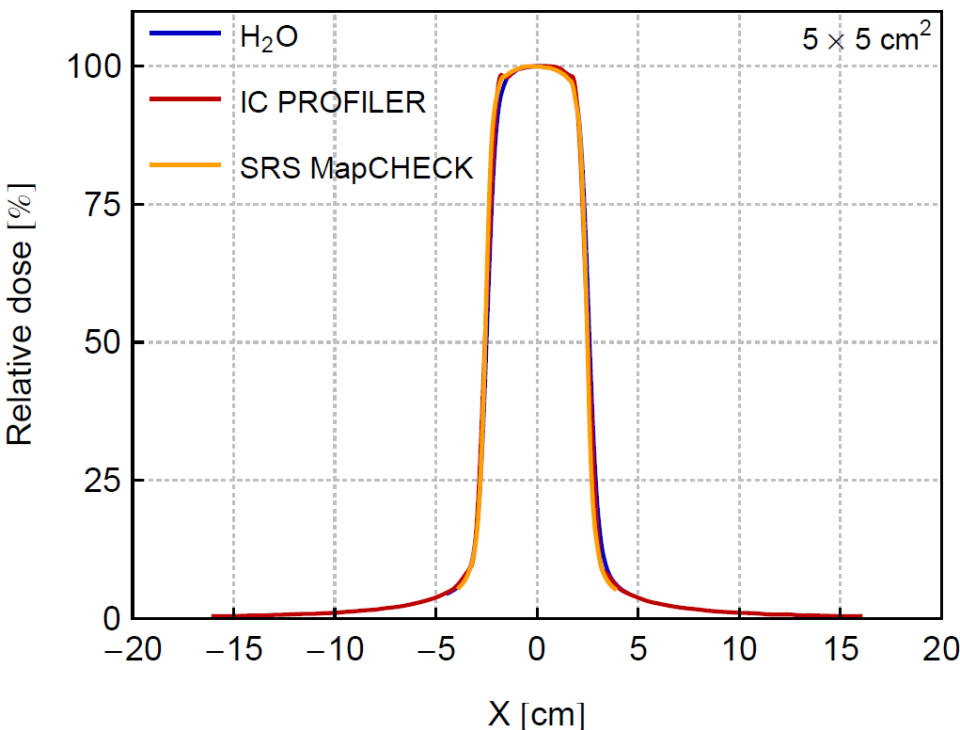
8



Detektor	BC [mm]	FS [cm]	P ₋ [cm]	P ₊ [cm]	F [%]	S [%]
X						
H ₂ O	0,4	3,07	0,67	0,67	101,2	100,7
IC PROFILER	-0,2	3,09	0,68	0,68	102,6	100,5
SRS MapCHECK	-0,4	3,03	0,52	0,50	100,7	100,3
Y						
H ₂ O	-0,4	3,07	0,56	0,56	101,0	100,3
IC PROFILER	0,2	3,03	0,63	0,64	100,9	100,3
SRS MapCHECK	0,9	3,04	0,32	0,32	100,5	100,3

Profily radiačného poľa $5 \times 5 \text{ cm}^2$

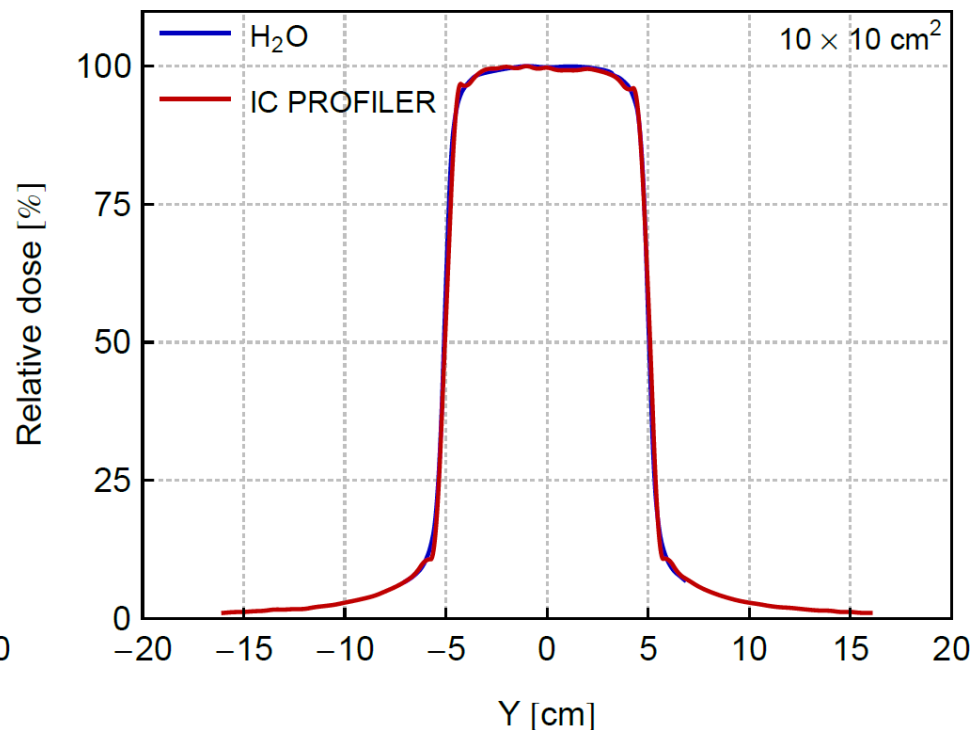
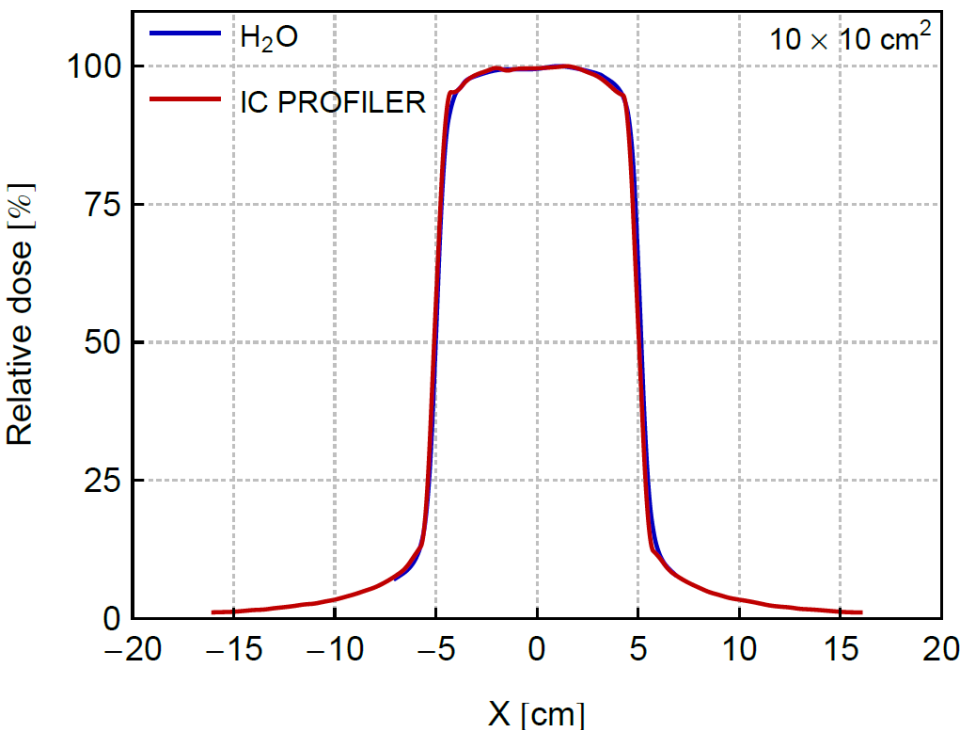
9



Detektor	BC [mm]	FS [cm]	P ₋ [cm]	P ₊ [cm]	F [%]	S [%]
X						
H ₂ O	0,5	5,10	0,72	0,73	102,2	100,3
IC PROFILER	-0,3	5,11	0,71	0,72	102,3	100,9
SRS MapCHECK	-0,4	5,06	0,55	0,55	102,1	100,3
Y						
H ₂ O	-0,3	5,11	0,60	0,61	101,9	100,3
IC PROFILER	0,2	5,15	0,67	0,66	102,0	100,9
SRS MapCHECK	0,9	5,03	0,35	0,34	101,8	100,3

Profily radiačného poľa $10 \times 10 \text{ cm}^2$

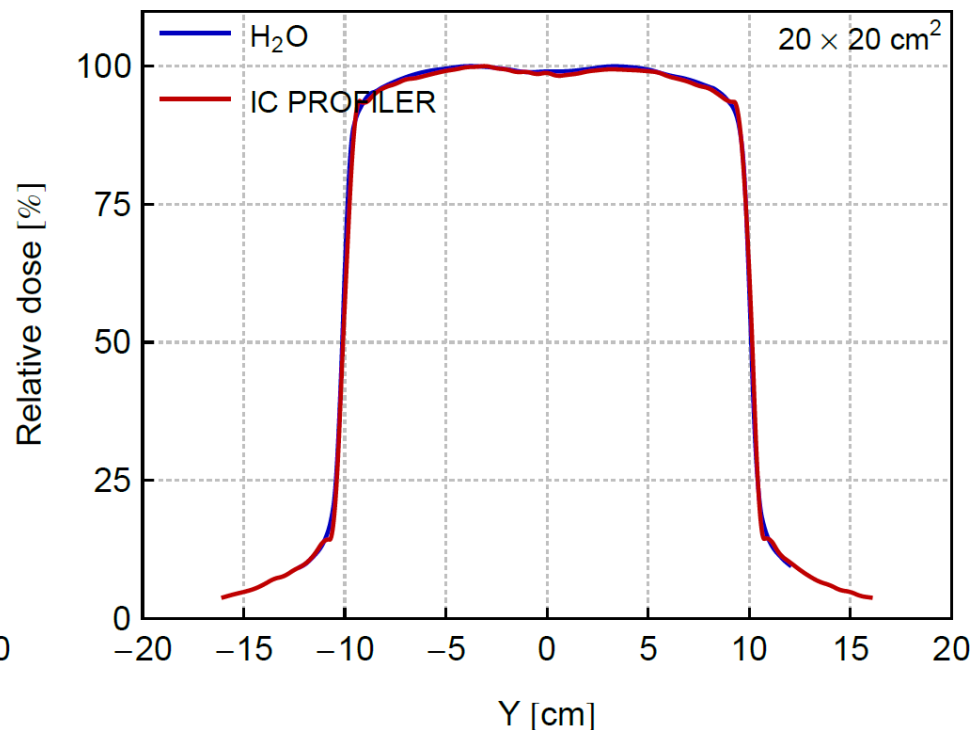
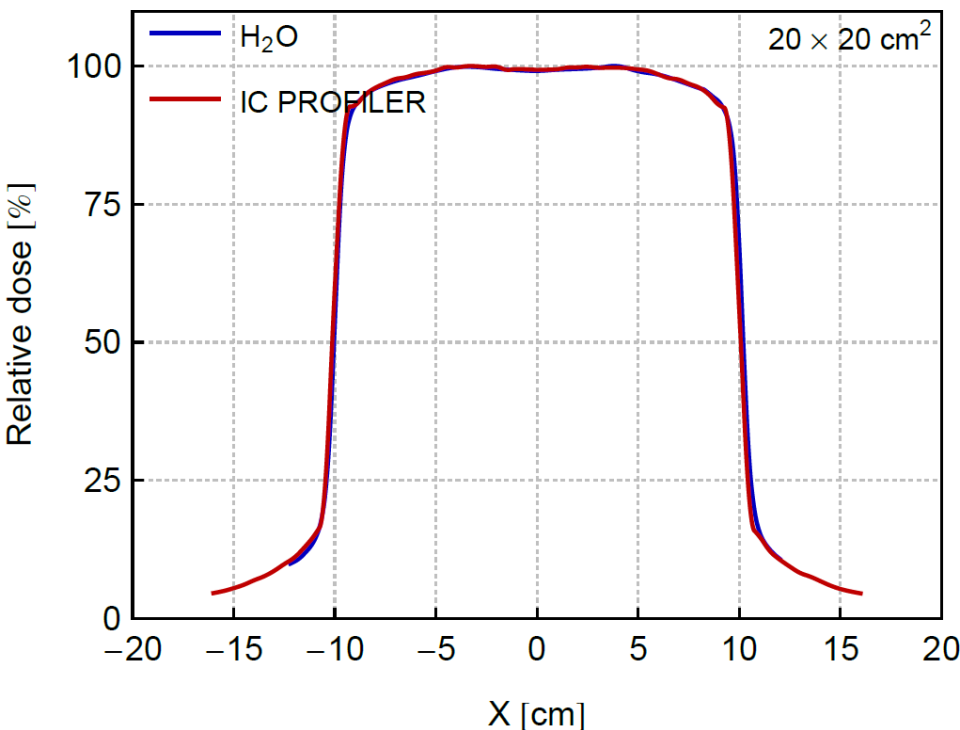
10



Detektor	BC [mm]	FS [cm]	P ₋ [cm]	P ₊ [cm]	F [%]	S [%]
X						
H ₂ O	0,7	10,17	0,81	0,80	105,0	100,6
IC PROFILER	-0,2	10,14	0,79	0,79	105,2	100,8
Y						
H ₂ O	-0,2	10,14	0,68	0,68	104,0	100,4
IC PROFILER	0,3	10,16	0,73	0,72	104,5	101,0

Profily radiačného poľa 20 × 20 cm²

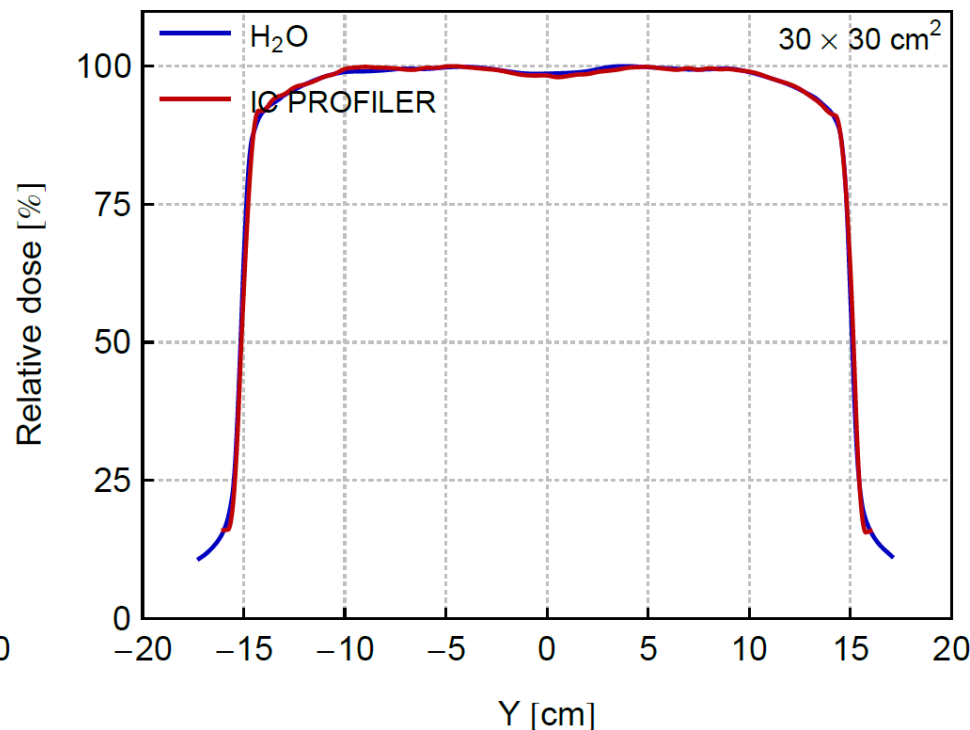
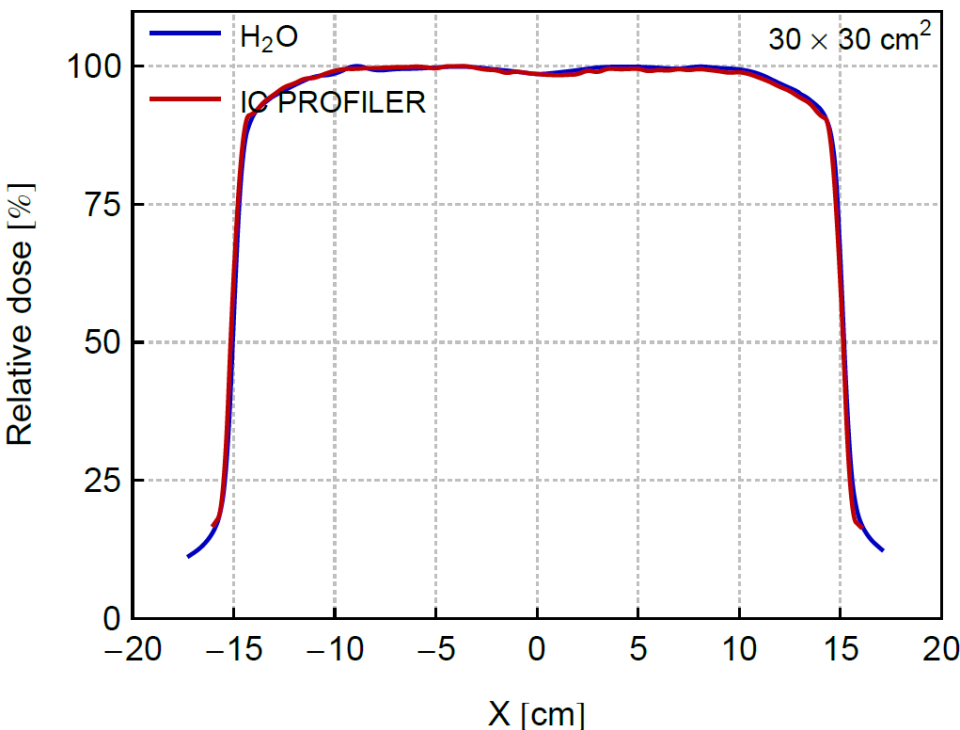
11



Detektor	BC [mm]	FS [cm]	P ₋ [cm]	P ₊ [cm]	F [%]	S [%]
X						
H ₂ O	0,8	20,25	0,91	0,92	104,3	100,3
IC PROFILER	-0,2	20,22	0,89	0,88	104,4	100,4
Y						
H ₂ O	-0,1	20,23	0,78	0,78	104,0	100,6
IC PROFILER	0,3	20,25	0,80	0,77	104,5	100,6

Profily radiačného poľa 30 × 30 cm²

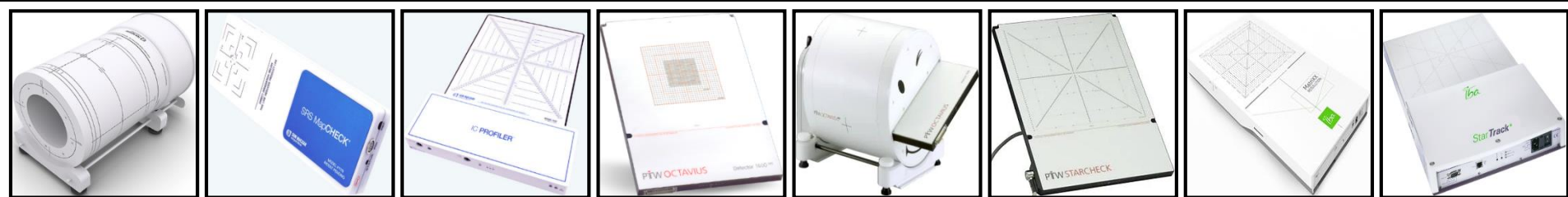
12



Detektor	BC [mm]	FS [cm]	P ₋ [cm]	P ₊ [cm]	F [%]	S [%]
X						
H ₂ O	0,7	30,25	0,99	1,00	103,7	100,7
IC PROFILER	-0,1	30,32	0,93	0,91	104,1	100,7
Y						
H ₂ O	-0,3	30,26	0,88	0,87	103,7	100,5
IC PROFILER	0,2	30,30	0,85	0,81	103,7	100,5

- Zjednodušenie a zrýchlenie merania bez straty kvality?
- Vodný fantóm/RTG filmy (~ 2 – 3 hod) vs. 2D arrays (~ 1 hod)
- Zhoda profilov dostačujúca pre všetky praktické účely

Detektor	Typ	Počet	Δ [mm]	Rozmer [cm ²]
Sun Nuclear ArcCHECK	Diódy	1 386	10	21 × 21
Sun Nuclear SRS MapCHECK	Diódy	1 013	2,47	7,7 × 7,7
Sun Nuclear IC PROFILER	IK	251	5	32 × 32
PTW OCTAVIUS Detector 1600 SRS	IK	1 521	5	15 × 15
PTW OCTAVIUS Detector 1500	IK	1 405	7,1	27 × 27
PTW STARCHECK	IK	527	3	26 × 26
IBA MatriXX Resolution	IK	1 521	6,5	25,3 × 25,3
IBA StarTrack Detector	IK	453	5	27 × 27



Ďakujem za pozornosť!