

Aspekty kontroli układu kolimującego akceleratora medycznego



Przemysław Kalandyk

**Szpital Specjalistyczny w Brzozowie
Podkarpacki Ośrodek Onkologiczny**

Wyposażenie Zakładu Radioterapii

Przyspieszacze linowe:

- Elekta Synergy MLCi
- 2x Elekta Synergy MLCi2 od 2016 r.



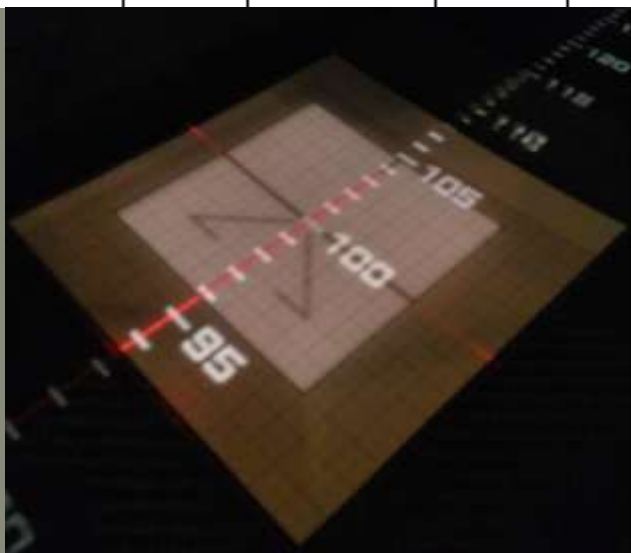
Testy wykonywane w oparciu o:

- Rozporządzenie MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznych,
- Zalecenia krajowe dotyczące kontroli aparatów stosowanych w teleradioterapii,
- Zalecenia producenta/serwisu.

Testy codzienne

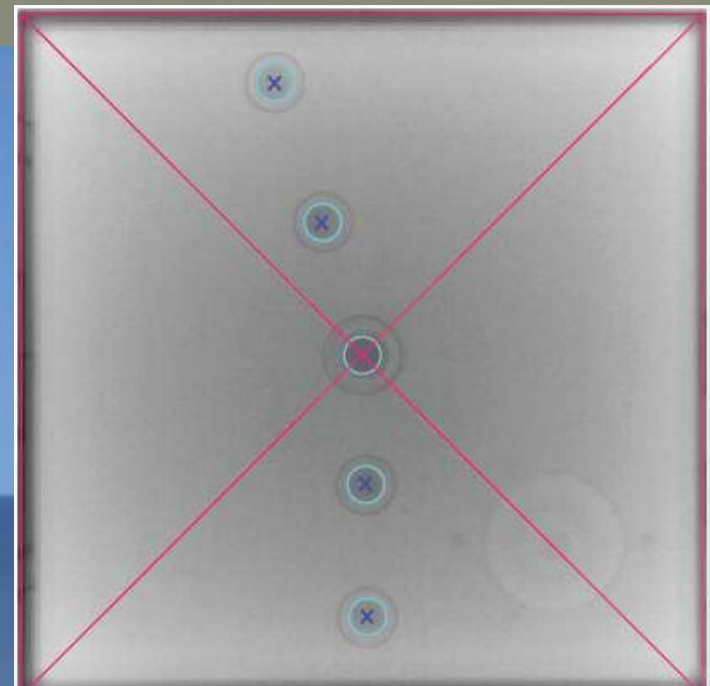
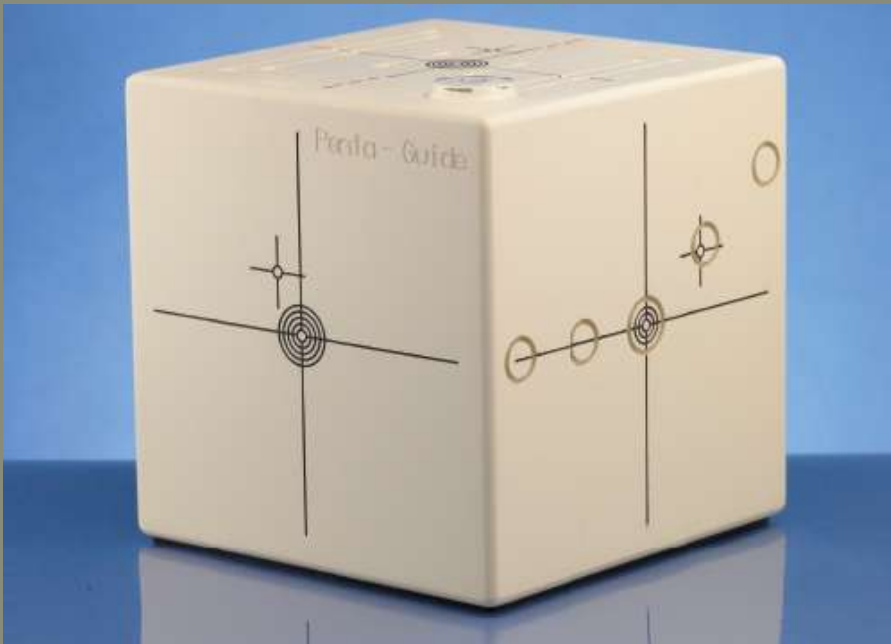
Formularz testów codziennych

Data	Parametr kontrolowany						Podpis fizyka
	Blokada drzwi	Sygnalizacja świetlna i dźwiękowa	Telemetr	Centratory	Symulacja świetlna 10x10 wzdłuż osi	Symulacja świetlna 10x10 poszczeg. krawędzi	
	+/-	+/-	+/-	2mm	+/- 2mm	+/- 2mm	



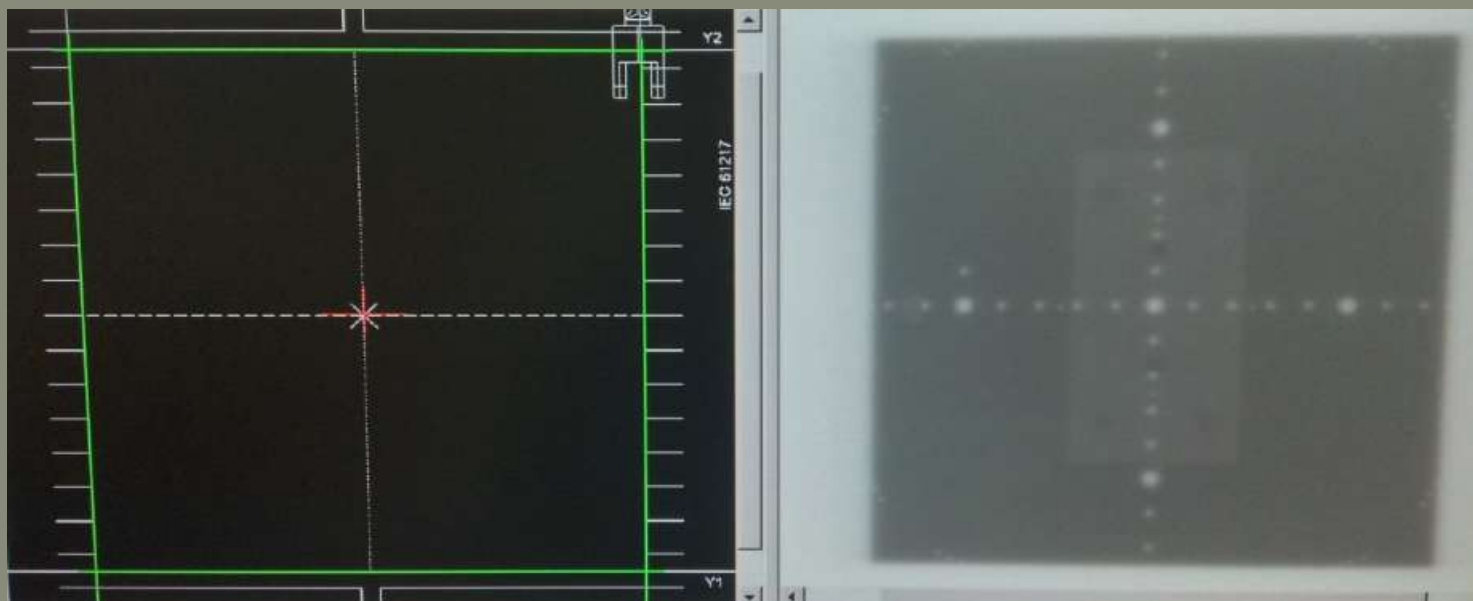
Daily Image-Guided Radiation Therapy QA Software

Kontrola systemów obrazowania przyspieszacza – XVI i portal. Rejestracja obrazu 2D i 3D CBCT. Kontrola zgodności izocentrum kV i MV. Kontrola jakości obrazu 2D i 3D oraz kontrola automatycznego systemu przesunięć stołu terapeutycznego.



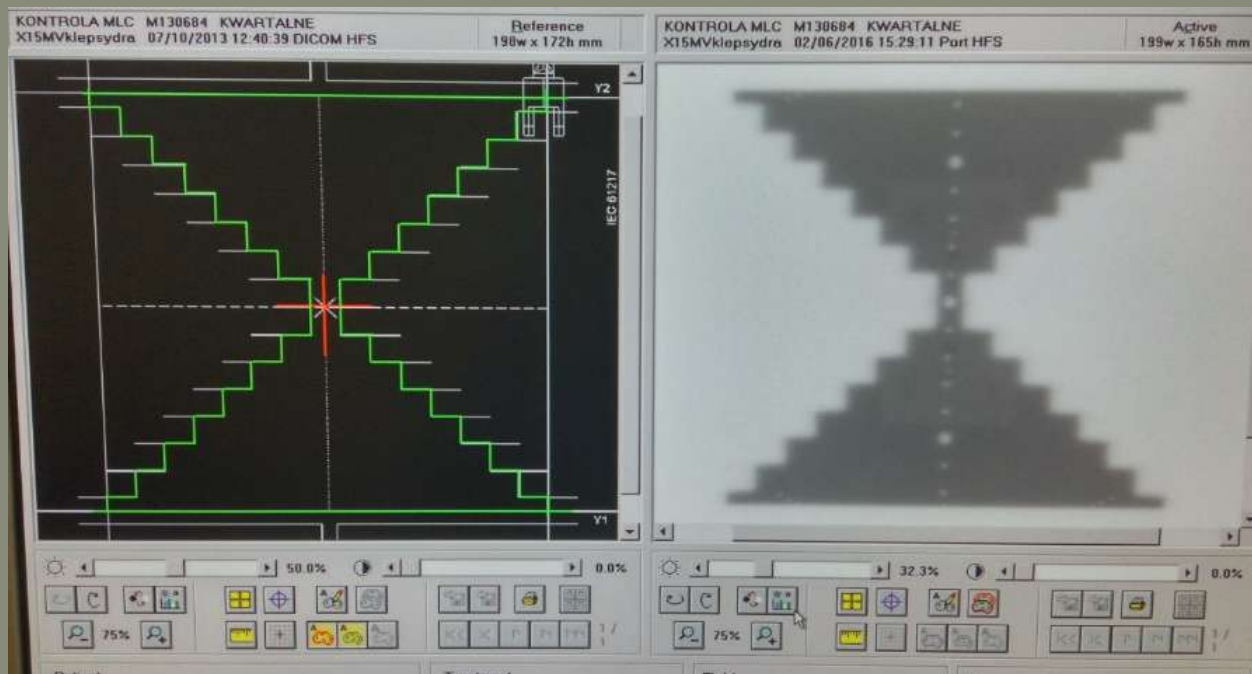
Testy tygodniowe

Sprawdzenie zgodności wymiarów pola świetlnego oraz dokładność ustawienia listków z polem wzorcowym dla pola 15x15 oraz dla pola formowanego przez MLC i szczęki backupowe.



Raz na kwartał

Kontrola zgodności kształtu pola promieniowania przeprowadzona na portalu elektronicznym dla 2 pól i 3 katów gantry.



Kontrola wielkości pola promieniowania – Blue Phantom i komory CC13

Oprócz symetrii i jednorodności wiązek promieniowania X określamy pole promieniowania dla pola małego 10x10 cm i dużego 30x30 cm.

pole, kol	10x10	kol. 0	10x10	kol.180	30x30	kol. 0	30x30	kol.180
	wym.	śr.	wym.	śr.	wym.	śr.	wym.	śr.
L&D (cr) [cm]	9,96	0,02	9,95	0,00	30,10	0,01	30,10	-0,03
L (cr) [cm]	10,10	0,03	10,10	0,00	30,24	-0,03	30,25	0,01
D (cr) [cm]	10,13	-0,01	10,13	0,00	30,28	-0,02	30,27	-0,02
D (in) [cm]	10,02	0,00	10,02	0,02	29,96	-0,03	29,96	-0,01

Symulacja świetlna pola promieniowania

Symulacja świetlna pola promieniowania w odległości izocentrycznej					
wielkość pola	* góra Y2	* prawe X2	* dół Y1	* lewe X1	Tolerancja
5x5 cm					$\leq 2 \text{ mm}$ i $X1+X2 \leq 2 \text{ mm}$ i $Y1+Y2 \leq 2 \text{ mm}$
15x15 cm					$\leq 2 \text{ mm}$ i $X1+X2 \leq 2 \text{ mm}$ i $Y1+Y2 \leq 2 \text{ mm}$
30x30 cm					$\leq 3 \text{ mm}$ i $X1+X2 \leq 3 \text{ mm}$ i $Y1+Y2 \leq 3 \text{ mm}$
Symulacja świetlna pola promieniowania w odległości izocentrycznej dla G					
wielkość pola	* góra Y2	* prawe X2	* dół Y1	* lewe X1	Tolerancja
15x15 cm					$\leq 2 \text{ mm}$ i $X1+X2 \leq 2 \text{ mm}$ i $Y1+Y2 \leq 2 \text{ mm}$

Kontrola położeń: 0° , 90° , 270° , 180° gantry i kolimatora oraz izocentrum symulacji świetlnej

Testy MLC zalecenia producenta

- Brak testów parametrów dynamicznych akceleratora w testach akceptacyjnych,
- Brak zaleceń co do takich testów,
- Program Icom CAT daje użytkownikowi narzędzie do tworzenia i edycji wiązek testowych,

Express QA – Zestaw wiązek dostarczanych do TPS Monaco.

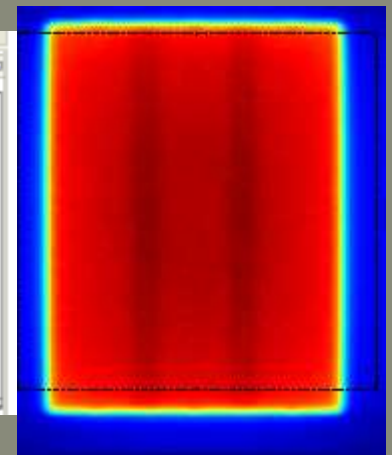
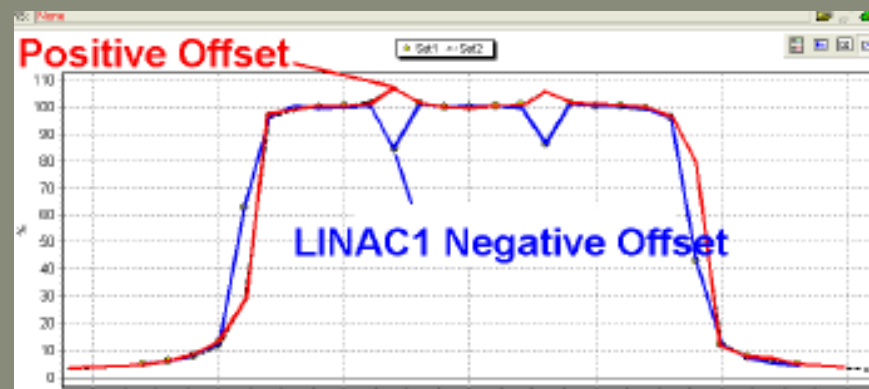
ID	Description	Beam Configuration	Comments
1	3ABUT	Three 6x24cm abutted segments	To check MLC major offset.
6	20x20	MLC + Jaw 20x20cm field	To check field flatness, symmetry, QA device detectors response.
7	10 x 10	MLC + Jaw 10 x 10cm field	To check absolute dose calibration.
14	DMLC1	Jaw20x20, MLC2x20, -10>+10	To check MLC leaves major and minor offset.
26	HIMRT	A 33 segments HN IMRT beam	To check IMRT performance.
27	HDMLC	A 33 segments HN DMLC beam	To check DMLC performance.
30	7SegA	7 segments 2 x 24cm beam	A typical picket fence beam.
33	FOURL	4 "L" MLC Segments, Jaw20x20	To check MLC offset, leaf groove, MLC transmission.

MLC offset

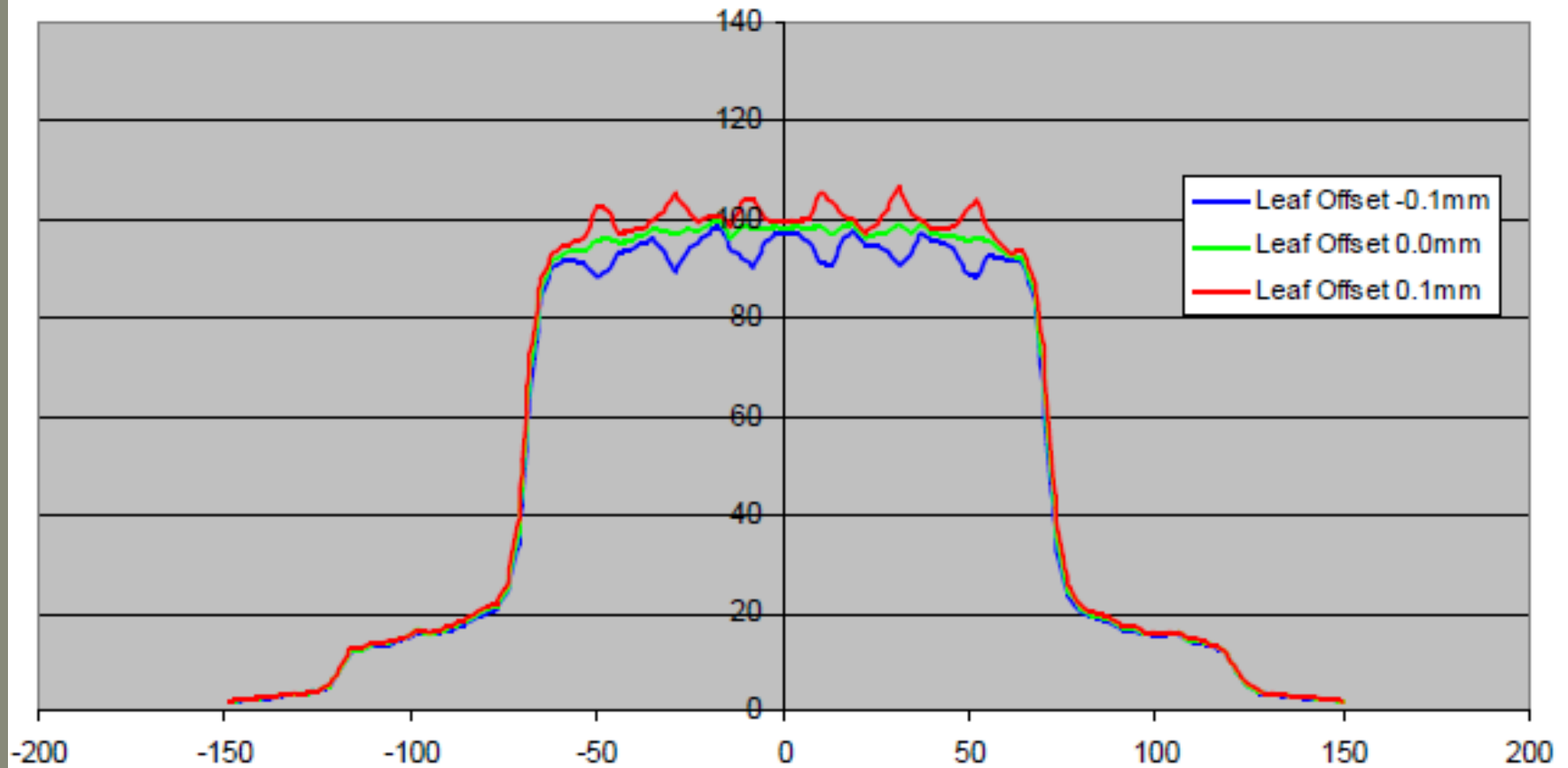
Pole testowe
3ABUT to 3
segmenty o
wymiarach
6x24 cm,
pozwalają na
sprawdzenie
offsetu MLC.

The Relative Dose Change (%) with different MLC Leaf Offset (mm)

Offset(mm)	3ABUT	10 x 10	DMLC1	7SegA	FOURL
-0.50	0.996	0.994	0.844	0.943	0.939
-0.25	1.006	1.008	0.924	0.966	0.968
-0.15	1.004	1.005	0.949	0.976	0.979
-0.10	1.004	1.003	0.966	0.980	0.986
-0.05	1.002	1.000	0.983	0.991	0.995
0.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.05	1.006	0.999	1.013	1.003	1.004
0.10	1.008	1.000	1.038	1.009	1.006
0.15	1.008	1.000	1.055	1.015	1.010
0.25	1.006	1.001	1.072	1.026	1.017
0.50	1.021	1.000	1.139	1.059	1.036

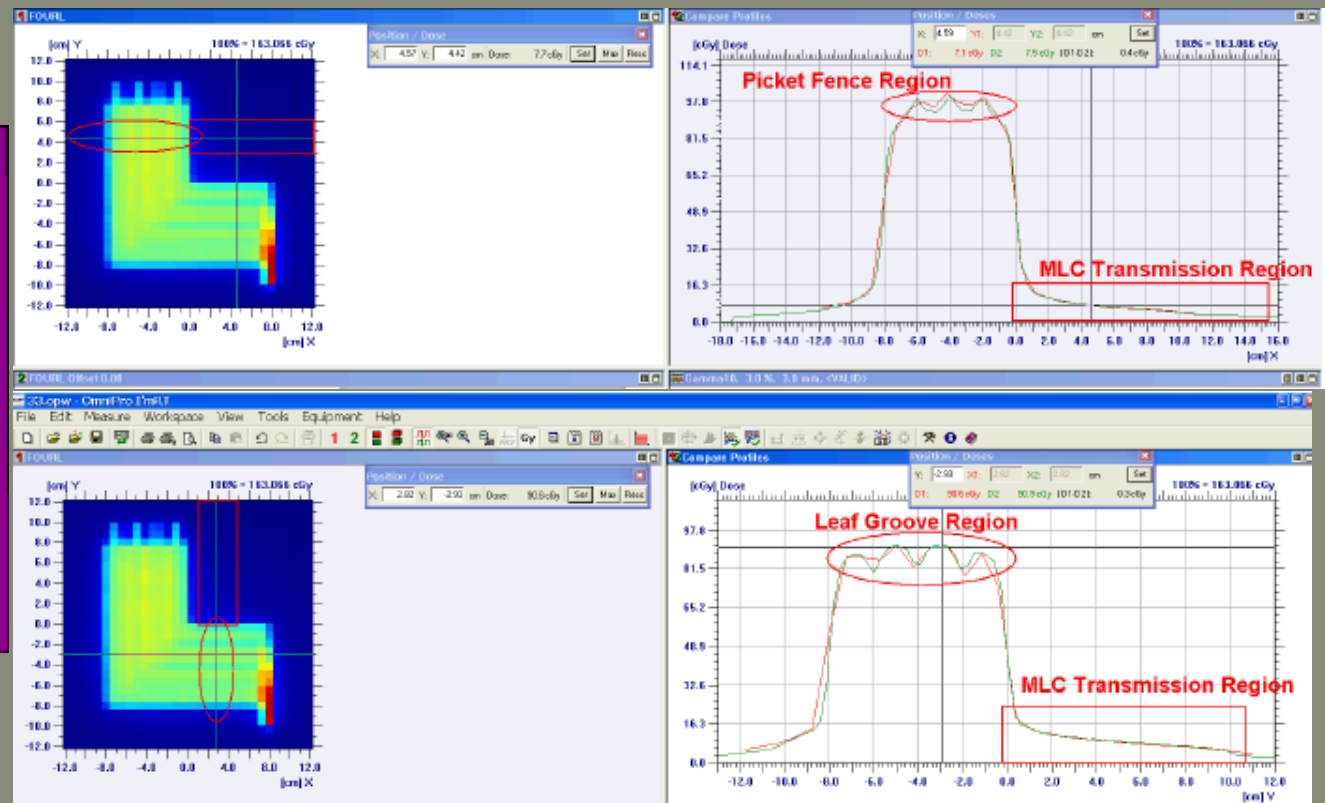
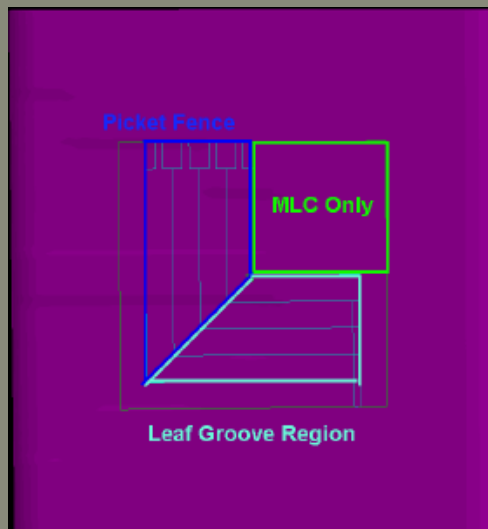


7SegA – picket-fence 2x24 cm

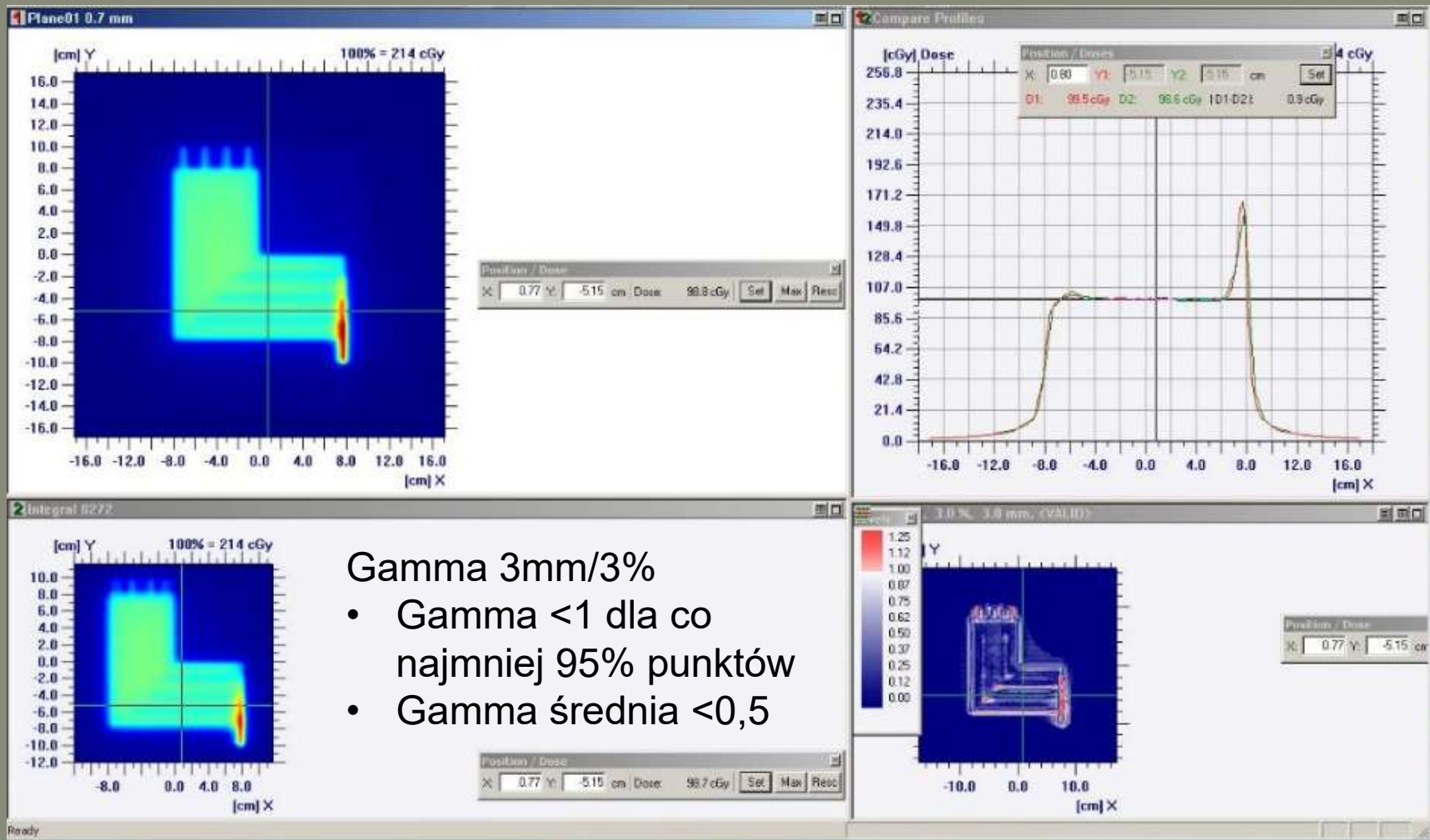


FourL to 4 przylegające do siebie segmenty w kształcie litery L

Sprawdzamy: MLC offset – picket fence, Leaf Groove i przeciekanie – MLC only. Różnice między kolimatorami MLCi/MLCi2.



Kontrola kalibracji MLC – porównanie rozkładów dawki zmierzonych z rozkładami z Monaco.

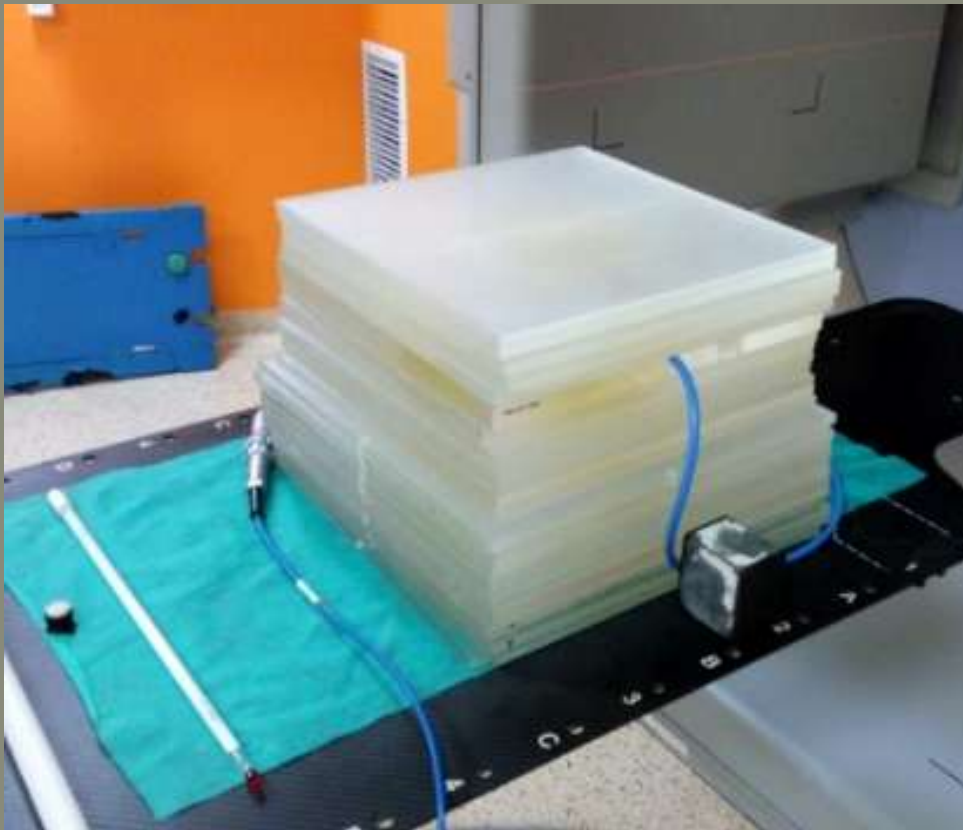


Gamma 3mm/3%

- Gamma <1 dla co najmniej 95% punktów
- Gamma średnia <0,5

Patient QA

Podstawowe sprawdzenie planu leczenia - wykorzystujemy do pomiarów dawkomierz z komorą jonizacyjną.



Weryfikacja planów leczenia 3D-IMRT



Nr ID Pacjenta

Nazwisko i imię Pacjenta

F-202-044-001

Lekarz prowadzący

Plan

PL1-QA2

Pomiary matrycy:

$D_{0.1}(14,14)$ [cGy]	D_{TPS} [cGy]	δ [%]	Tolerancja [%]	Uwagi
Z	Z	Z	± 5.0	Z

1. Pomiar dawki w punkcie:

Dawkomierz/ komora	k_{pt}	$N_{D,w}$ [cGy/nC]	Odczyt [nC]	β	D_{TPS} [cGy]	D_{pom} [cGy]	δ [%]	Tolerancja [%]	Uwagi
Undos2/PinPoint	1.0410	241.1	0.6970	1.0255	178.90	179.40	0.28	± 5.0	ok

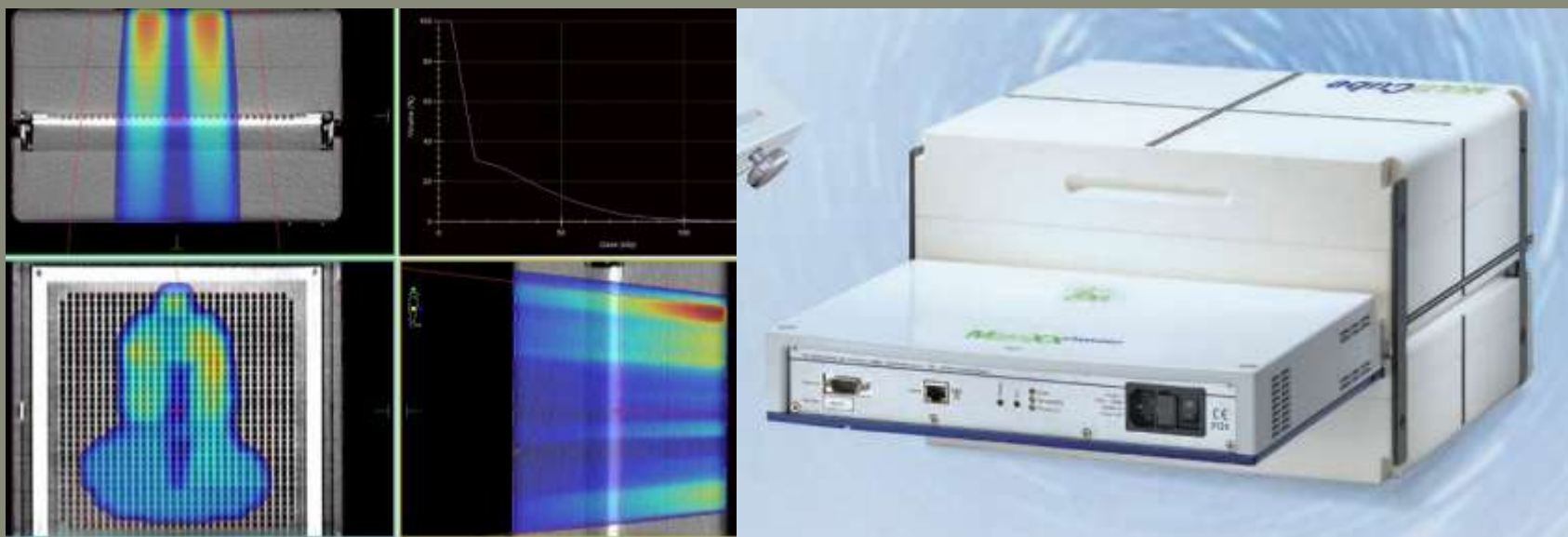
Data wykonania pomiarów:

8-9-2016

Podpis fizyków wykonujących pomiary:

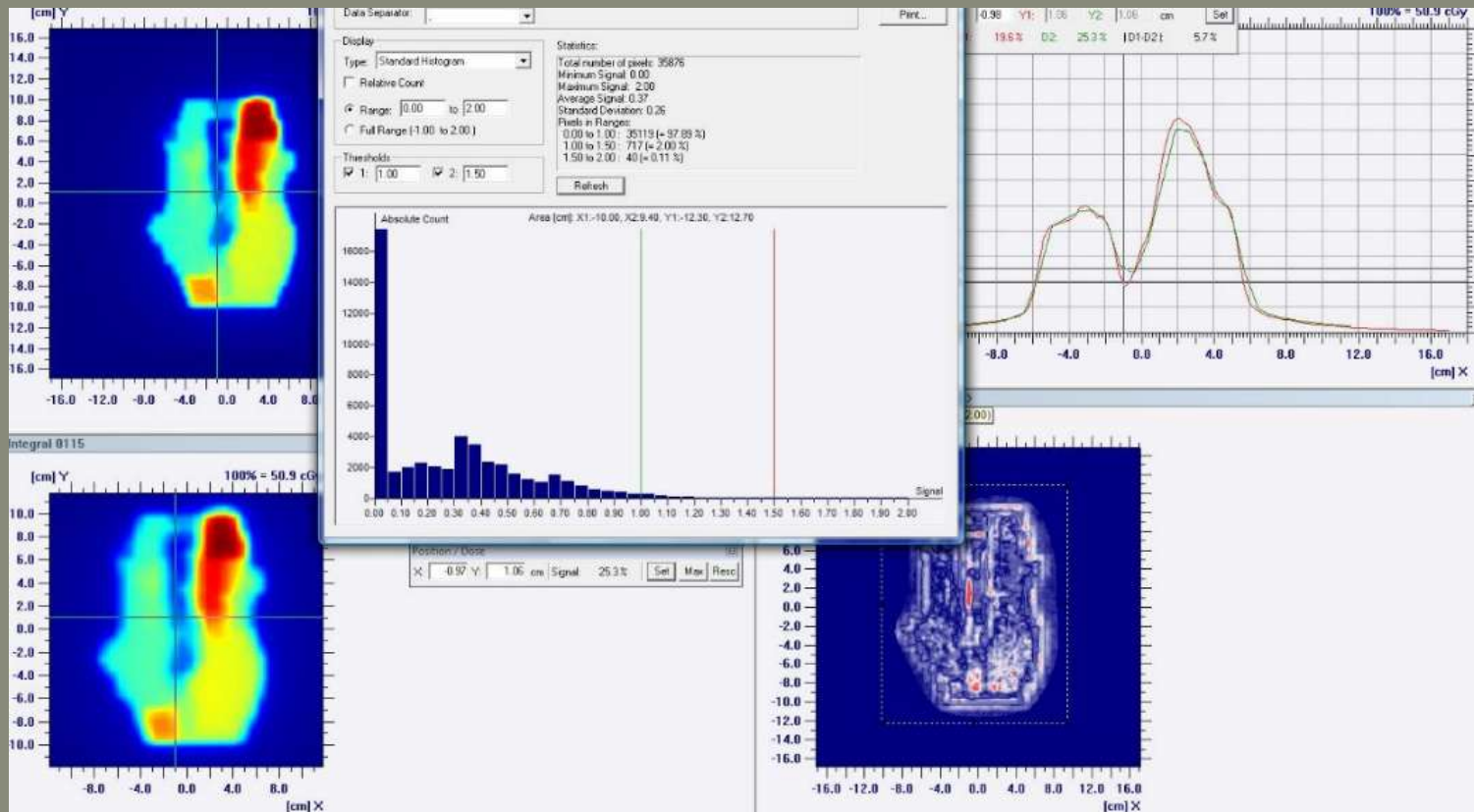
Średni błąd względny na poziomie 2,2% - tolerancja do 5%.
Pomiary w izocentrum planu leczenia – chyba że duży gradient dawki.

Weryfikacja planów leczenia na matrycy IBA Matrixx



Matryca posiada 1020 komórek jonizacyjnych pokrywających maksymalny obszar 24,4x24,4 cm. Odległość między komorami to 7,62 mm. Pomiary w fantomie stałym Multicube.

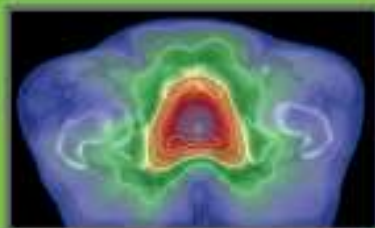
OmniPro I'mRT



Pomiar z matrycy porównywany jest z rozkładem dawki wygenerowanym przez TPS Monaco z parametrami DTA = 3mm i DD = 3% Gamma <1 dla co najmniej 95% punktów, gamma średnia <0,5

IBA Compass – Niezależny system obliczania i rekonstrukcji dawki

Option 1 Calculation-based TPS Check



- ✓ Highest QA Efficiency for standard cases eg. Prostate

Verify Your TPS Plan

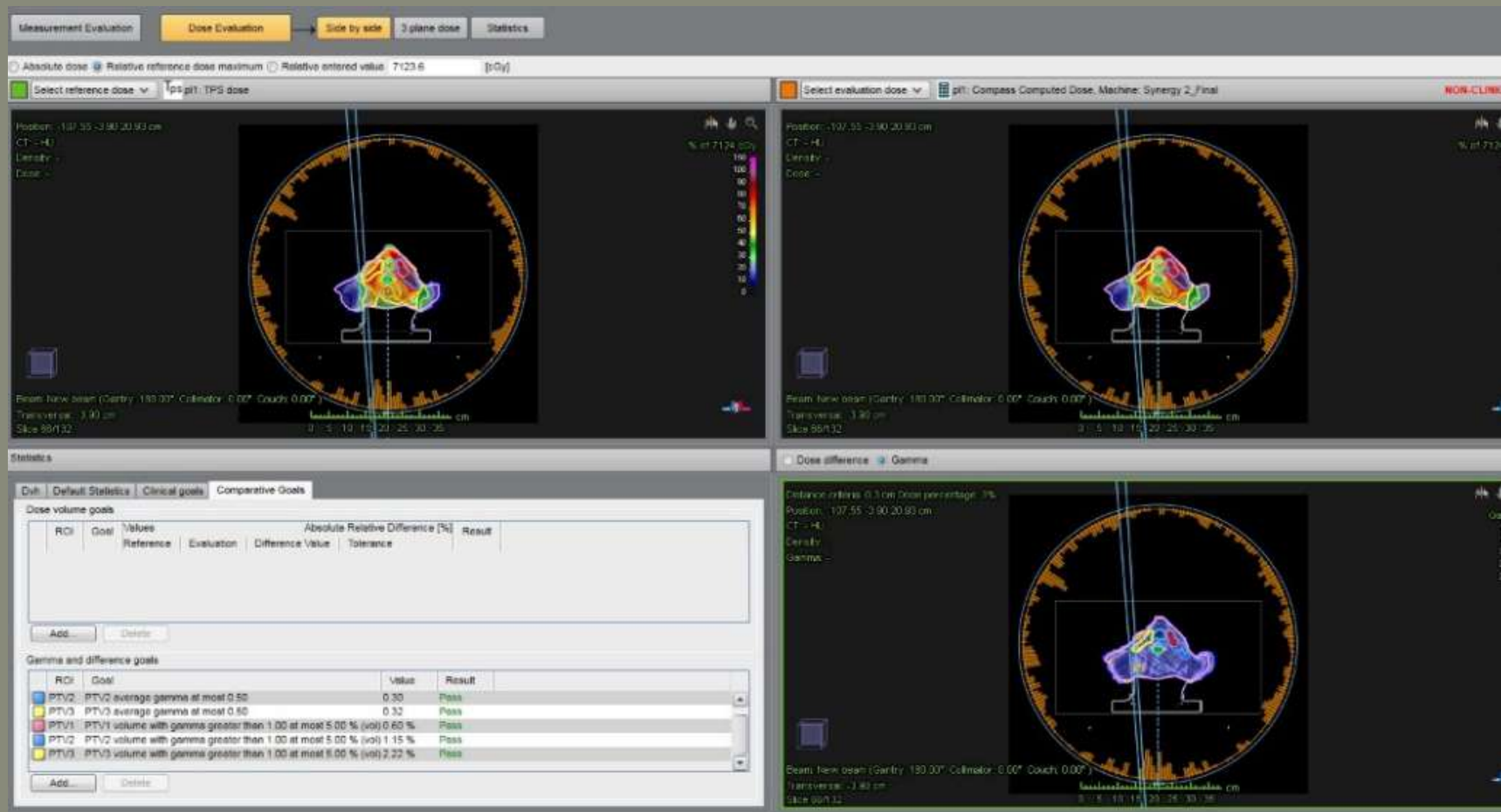
Calculation Efficiency:

- ✓ Save time as no hybrid/phantom plan is required
- ✓ Save measurement time and speed up verification
- ✓ Rapid computation times: 7 beam IMRT in less than 1 min & VMAT Arc in 2-3 min

Calculation Accuracy:

- ✓ TPS class Collapsed Cone algorithm
- ✓ More powerful than simple MU checks
- ✓ Full 3D dose calculation on actual patient CT
- ✓ Template based linac model, fully customizable

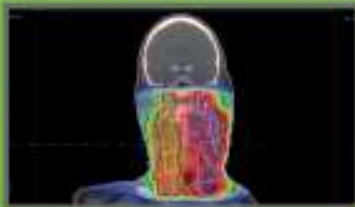




ROI	Goal	Value	Result
PTV2	PTV2 average gamma at most 0.50	0.30	Pass
PTV3	PTV3 average gamma at most 0.50	0.32	Pass
PTV1	PTV1 volume with gamma greater than 1.00 at most 5.00 % (vol) 0.60 %		Pass
PTV2	PTV2 volume with gamma greater than 1.00 at most 5.00 % (vol) 1.15 %		Pass
PTV3	PTV3 volume with gamma greater than 1.00 at most 5.00 % (vol) 2.22 %		Pass

Iba Compass

Option 2 Measurement -based Delivery Check

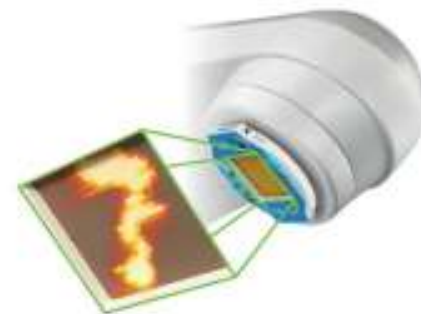


- ✓ Highest QA Safety for complex cases eg. Head & Neck

Verify Your Entire Treatment Chain

Measurement Accuracy

- ✓ High-resolution ionization chamber detectors with 20ms sampling time
- ✓ Avoid vendor dependencies by using a completely independent measurement
- ✓ High-resolution treatment output measurements with Dolphin® or MatriXX detector.



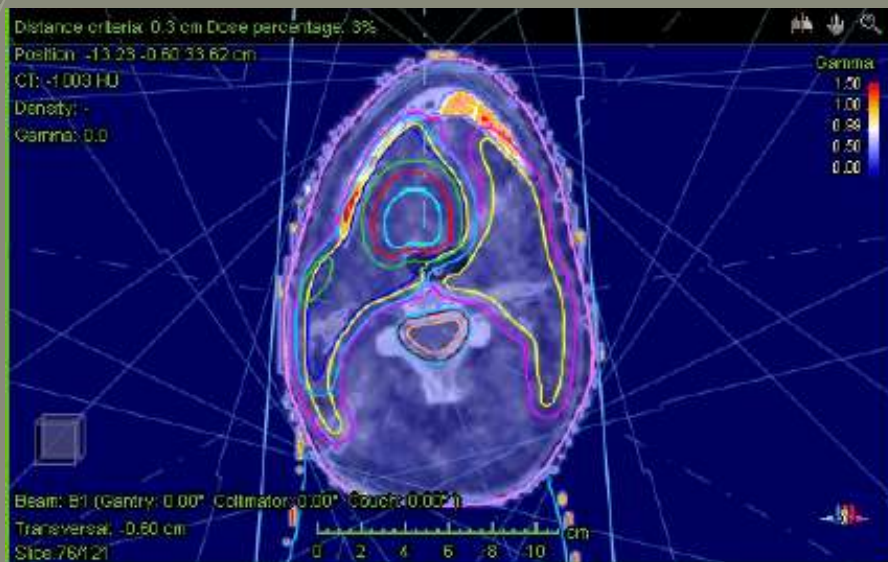
Dolphin® Transmission Detector

Measurement Efficiency

- ✓ Fast & easy detector setup with auto alignment
- ✓ Use your measured data for an instant automatic check or a full 3D dose reconstruction on the patient CT



Gantry based 360° measurements optimized for rotational cases.

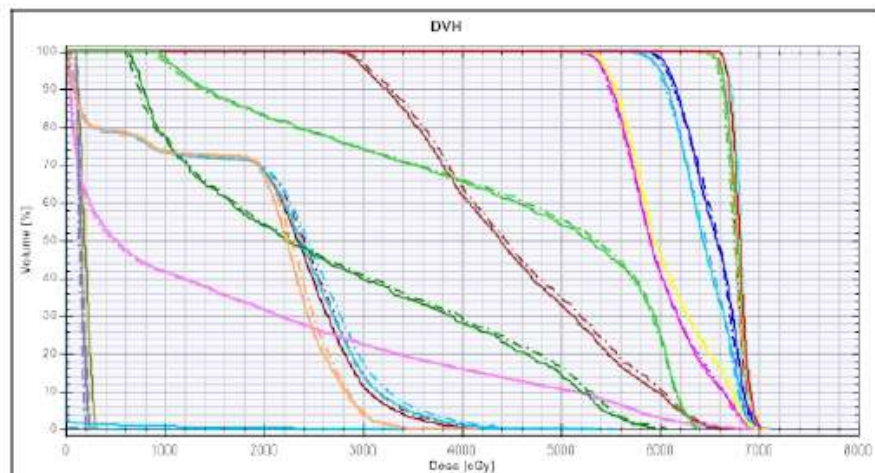


Gamma and difference goals

ROI	Goal	Value	Result
PTV3	PTV3 average gamma at most 0.50	0.25	Pass
PTV2	PTV2 average gamma at most 0.50	0.25	Pass
PTV1	PTV1 average gamma at most 0.50	0.23	Pass
PTV1	PTV1 volume with gamma greater than 1.00 at most 5.00 % (vol)	0.27 %	Pass
PTV2	PTV2 volume with gamma greater than 1.00 at most 5.00 % (vol)	0.84 %	Pass
PTV3	PTV3 volume with gamma greater than 1.00 at most 5.00 % (vol)	0.60 %	Pass

Reference Dose: = pl2: TPS dose Evaluation Dose: = pl2: Compass Computed Dose, Machine: Synergy 2_Final-
Uncommissioned

DVH



pl2: TPS dose = :
pl2: Compass Computed Dose, Machine: Synergy 2_Final- Uncommissioned = :

Default Statistics

ROI	D99 [cGy]				Average [cGy]				D1 [cGy]			
	Ref	Eval	Diff	Diff %	Ref	Eval	Diff	Diff %	Ref	Eval	Diff	Diff %
GTV	6586.7	6640.2	53.5	0.8 %	6772.2	6820.3	48.1	0.7 %	6956.3	6989.8	33.5	0.5 %
CTV1	6570.8	6626.9	56.1	0.9 %	6765.3	6806.7	40.7	0.6 %	6976.7	6993.5	16.8	0.2 %
CTV2	5941.9	5968.7	26.8	0.5 %	6526.7	6535.1	8.4	0.1 %	6942.5	6963.3	20.5	0.3 %
CTV3	5366.4	5365.6	-0.8	0.0 %	6047.9	6056.2	8.3	0.1 %	6887.4	6918.4	31.0	0.4 %
krtan	2901.7	2862.5	-39.1	-1.3 %	4557.7	4495.5	-62.2	-1.4 %	6499.9	6458.9	-40.9	-0.6 %

Dziękuję za uwagę