



Onkologický ústav
sv. Alžbety



FILMOVÁ DOZIMETRIA POMOCOU RADIOCHROMIC.COM

www.ousa.sk

Ing. Dalibor Lojko, Ústav klinickej fyziky SZU a OÚSA
Bratislava, 26. 11. 2015

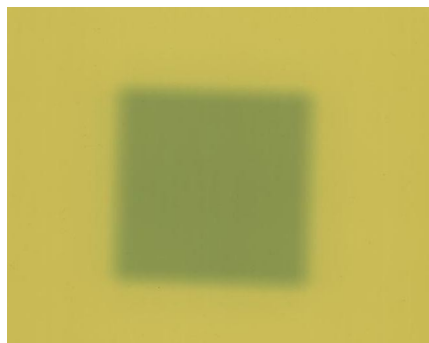
Úvod

- V minulosti sa na OÚSA rutinne používali EDR2 (Kodak) filmy na dozimetrickú verifikáciu IMRT plánov
- Zdĺhavý a náročný proces (nastavenie, vyvolanie, vyhodnotenie)
- V súčasnosti používame “3D” dozimeter ArcCheck a portálovú dozimetriu (Epiq) – jednoduchšie...
- V niektorých špecifických prípadoch ale má filmová dozimetria opodstatnenie (rot. stola, multi IZO CSI plány, malé polia, E2E test)
- RDG. odd. r. 2015 prechod na digitálne filmy, zrušenie vyvol. automatu
- Prechod na radiochromické EBT2 filmy (mechanické QA)
- Overenie možnosti použitia aj na dozimetrickú verifikáciu plánov



Charakteristika EBT filmov

- ❑ Senzitivita: 1cGy – 10Gy (red), 10cGy – 40Gy (green)
- ❑ Nízka energetická závislosť a závislosť na DR
- ❑ Vysoká rozlišovacia schopnosť ~ 25µm
- ❑ Vode odolný (aj do vodného fantómu)
- ❑ Hustota blízka tkanivu
- ❑ Stálosť do 60 °C

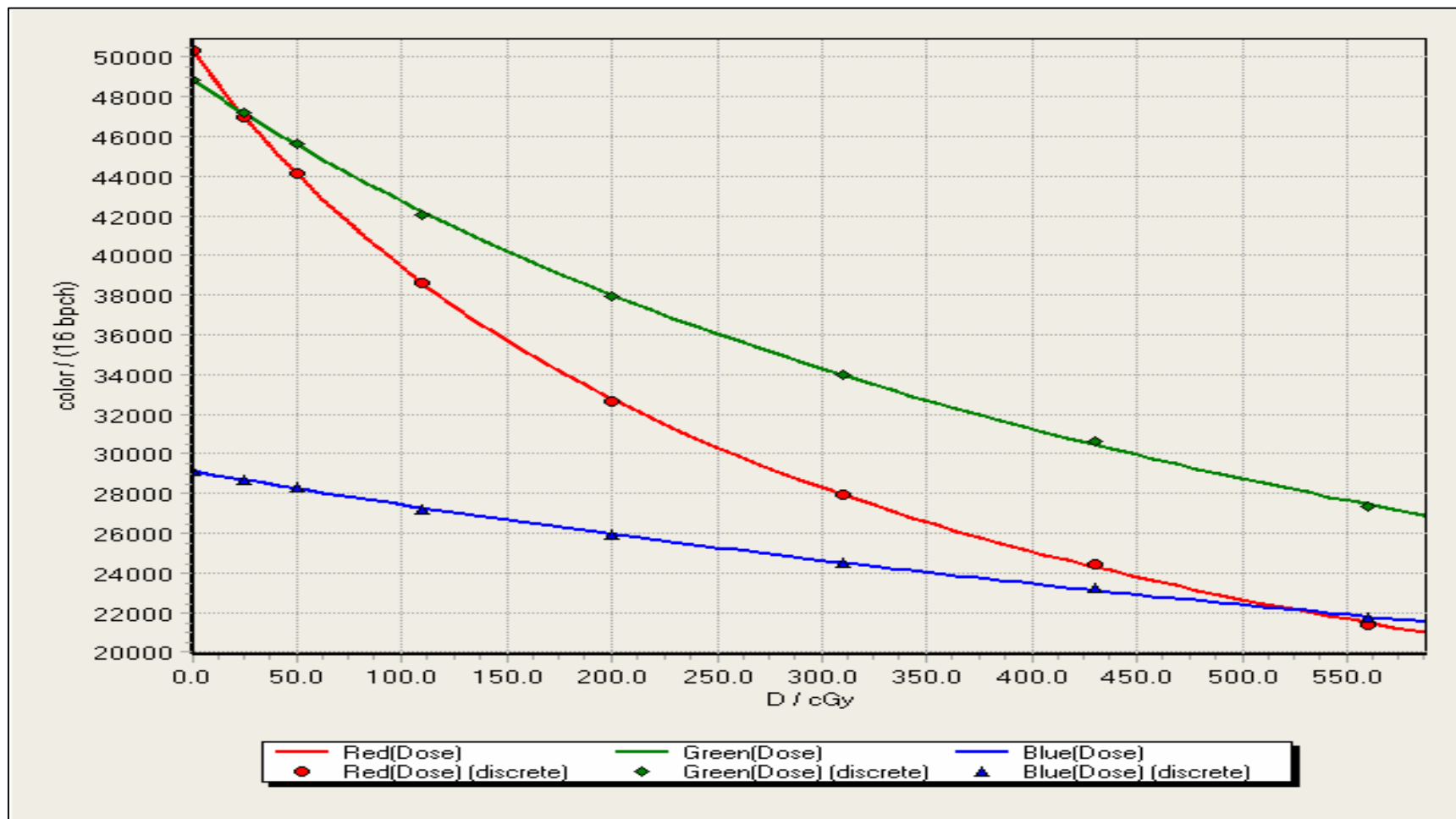


Polyester Laminate - 50 microns
Adhesive Layer - 25 microns
Active Layer - 28±3 microns
Polyester Base - 175 microns

EBT2



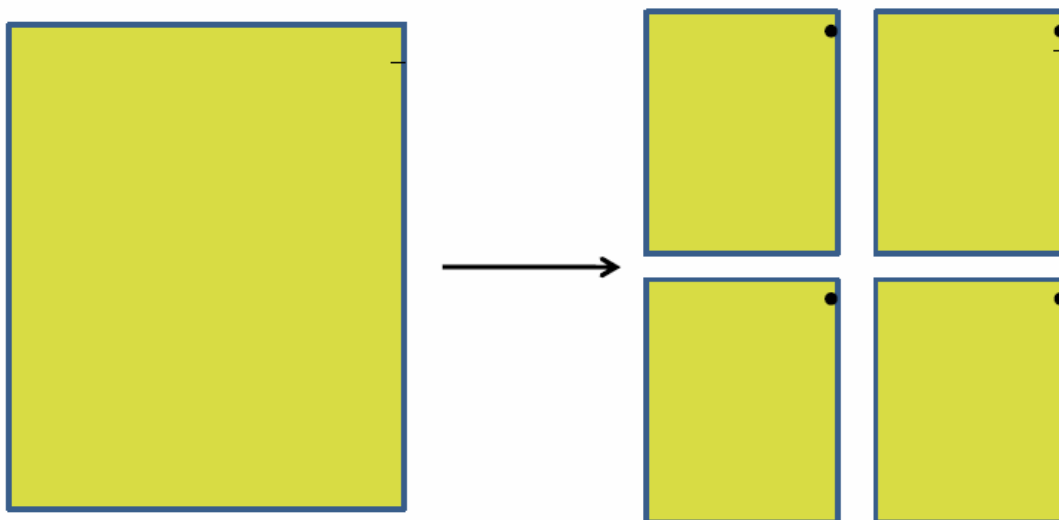
Odozva EBT2 filmov pre jednotlivé kanály



Filmová dozimetria pomocou EBT filmov

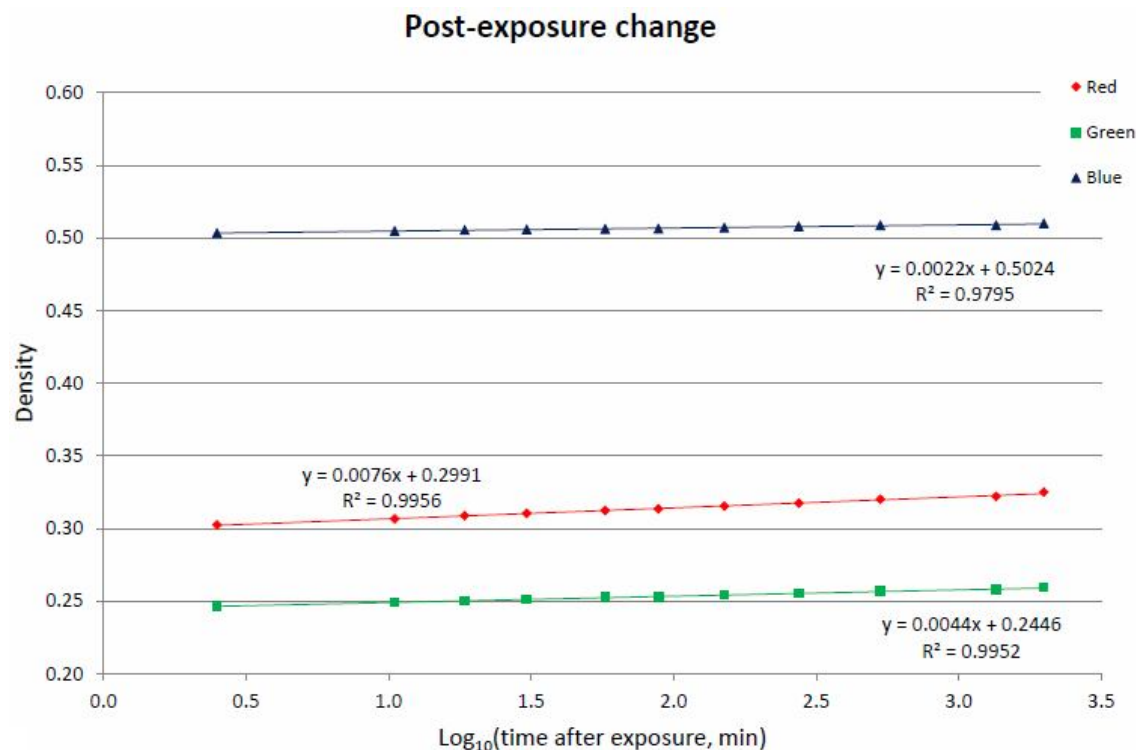
tipy a triky

- ▣ Filmy treba držať v suchu, nevystavovať žiareniu, vysokým teplotám a zbytočnému svetlu
- ▣ Chytať filmy len za hrany, alebo používať rukavice
- ▣ Pri strihaní fimov treba označiť orientáciu (marker)



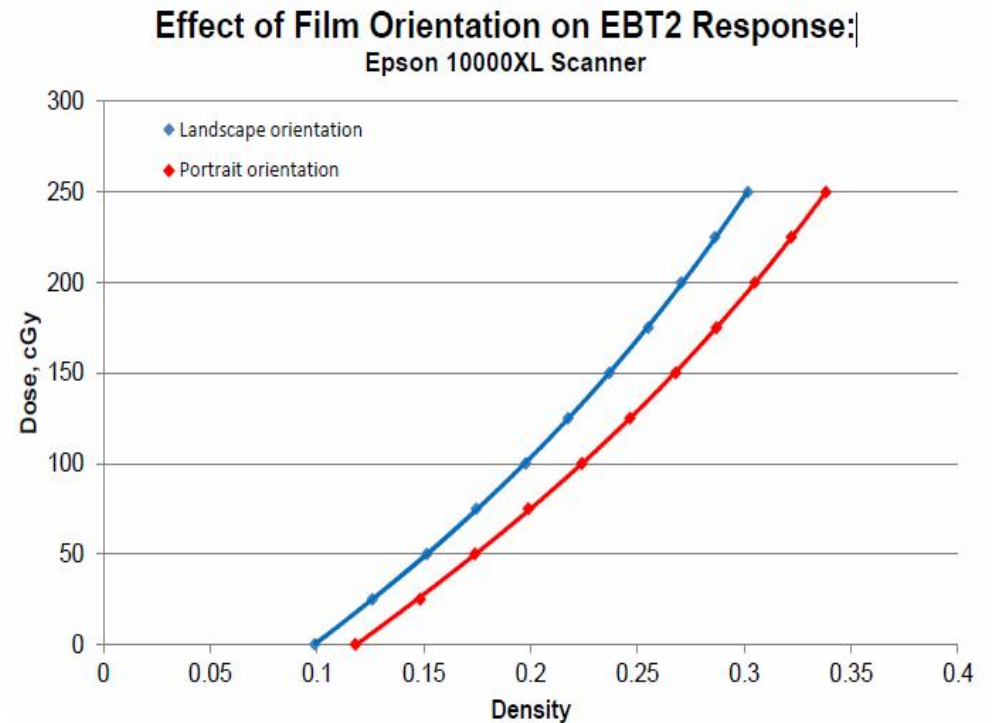
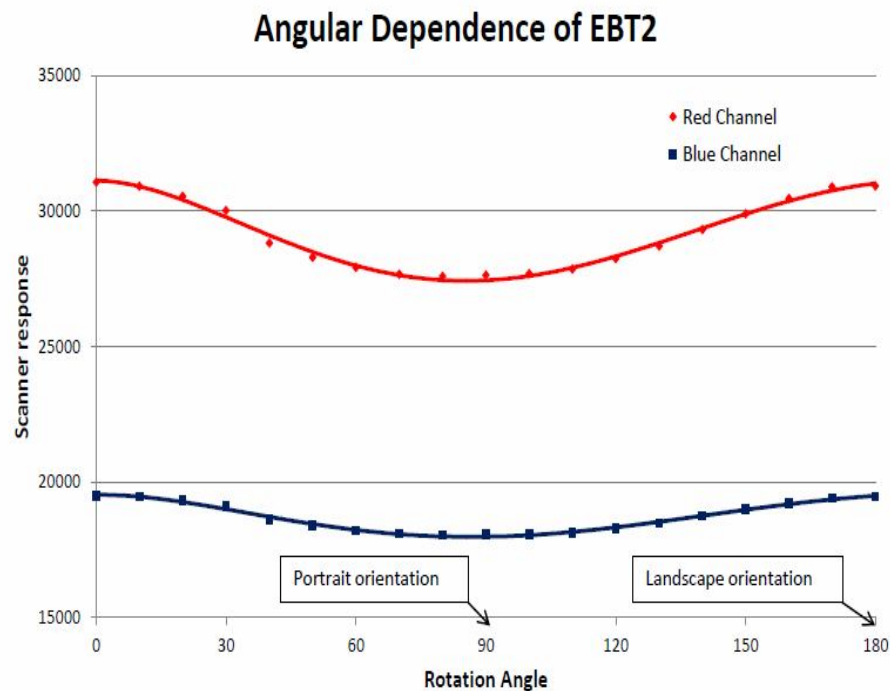
Filmová dozimetria pomocou EBT filmov tipy a triky

- ▣ Zaviest' protokol pre časový odstup: ožiarenie – scan a dôsledne dodržiavať (aj pre kalibráciu)
- ▣ Vhodné je $\Delta t = 16$ hod



Scan filmov

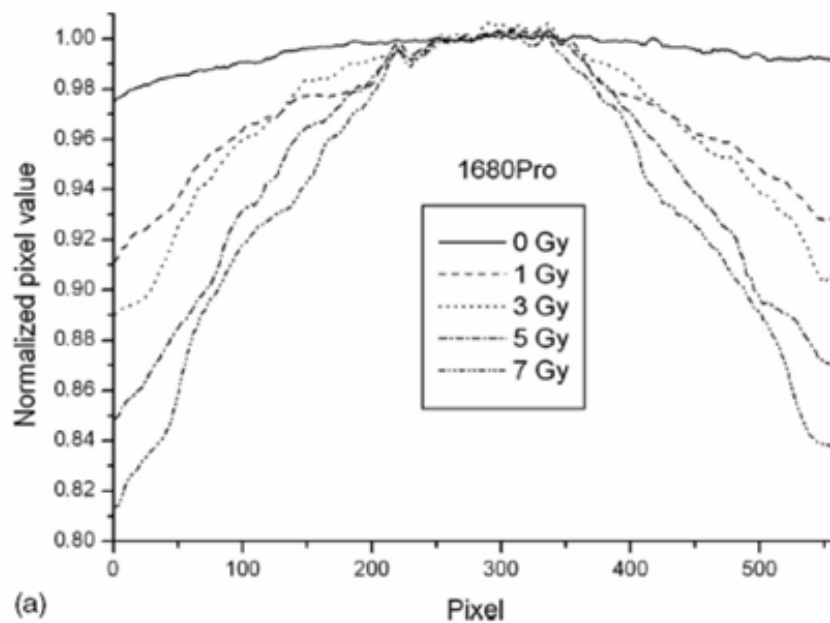
▣ Dodržiavať rovnakú orientáciu scanovania filmov (marker)



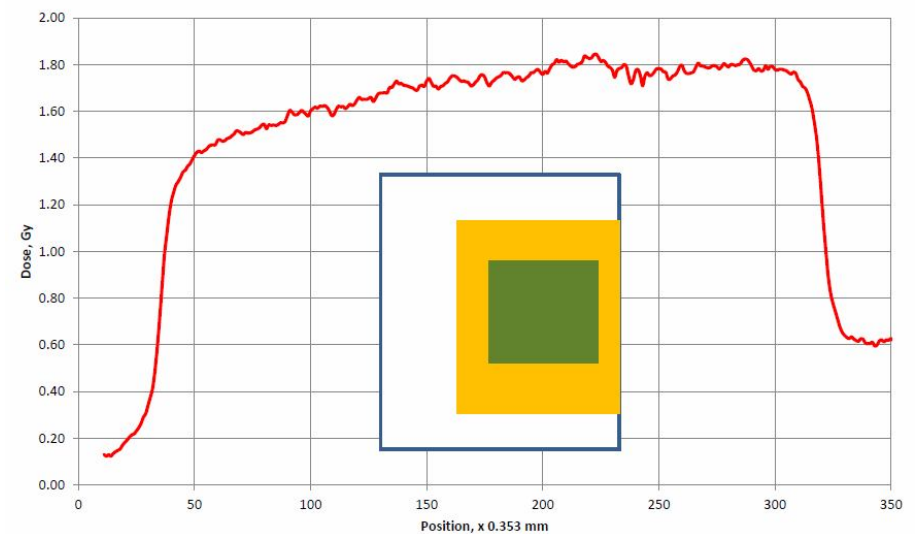
Scan filmov

- ▣ Dodržiavať rovnaké umiestnenie filmov na scanneri (stred)

Lateral response dependence



Single Channel Dosimetry: Lateral Displacement



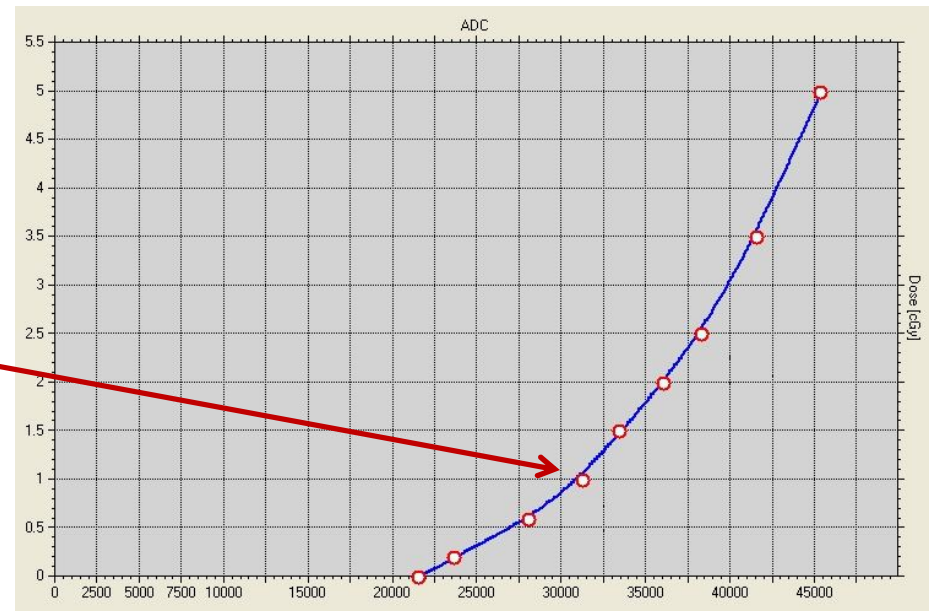
Scan filmov - EPSON 10000XL scanner

- Zahriatie scannera – cca 30 min
- Vypnúť v programe všetky korekcie na farbu
- Odporúčaný je transmisný mód scanovania
- Najprv naskenovať neožiarený film (pozadie)
- Nechať prvé 2-3 cm scannera voľné
- Odporúča sa nascanovať každý film 4-5 krát (preview) až potom uložiť obrázok
- Udržiavať čistý povrch scannera



Výber vyhodnocovacieho programu

- ❑ Výrobca odporúča vyhodnotenie v programe FilmQA Pro (\$\$\$)
- ❑ Na OÚSA skúsenosti s programom OmniPro IMRT (single channel)
- ❑ Problém s kalibráciou ($\Delta 6\%$ pri 1Gy)
- ❑ www.radiochromic.com










www.radiochromic.com

Radiochromic.com is made by Medical Physicists for Medical Physicists.

We apply sophisticated and compute-intensive algorithms to make radiochromic dosimetry easy, fast and accurate.

Features:

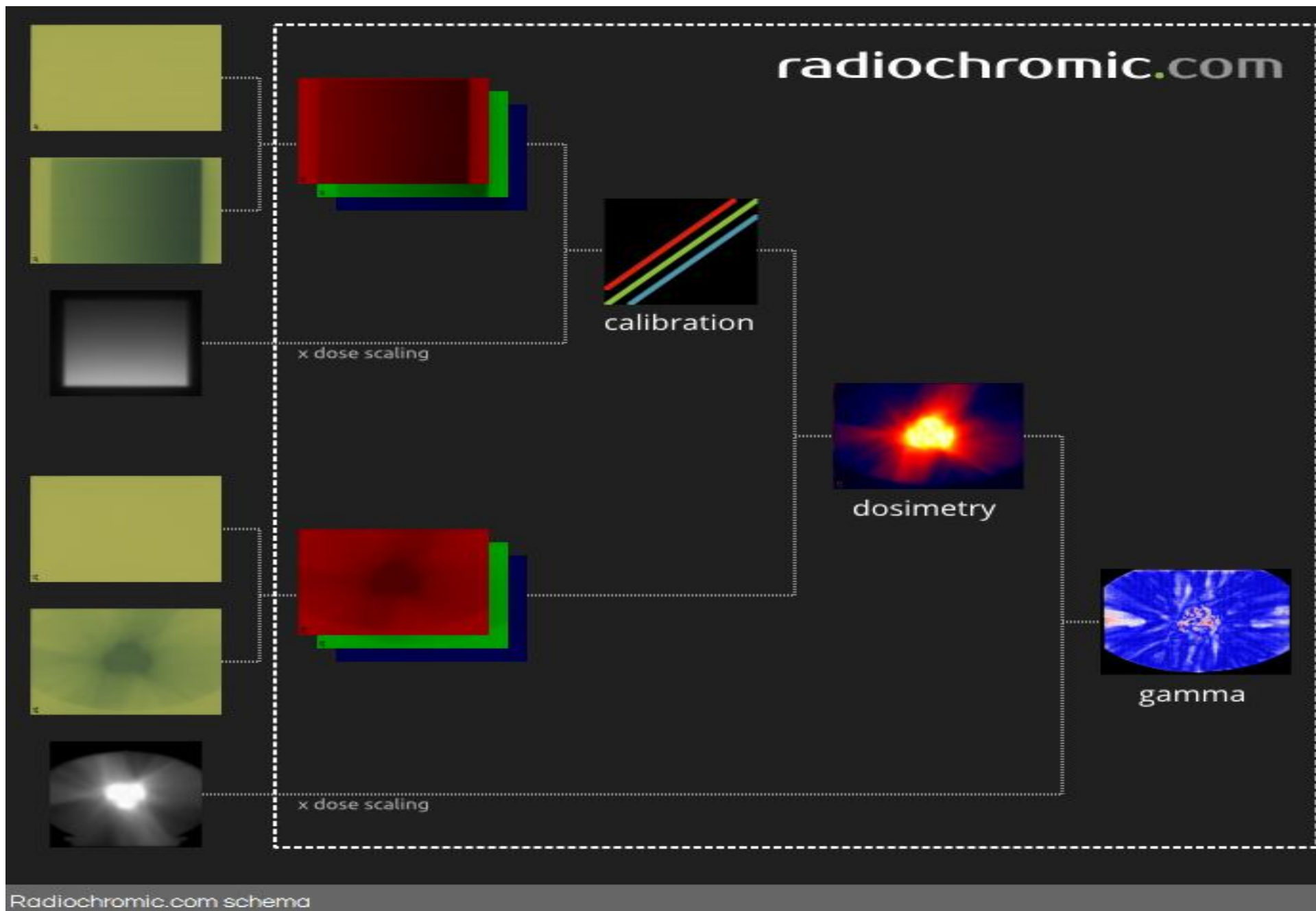
- Radiochromic.com is a web service: access your personal account anytime, anywhere.
- Radiochromic.com is a cloud computing application: you have the power of a supercomputer in your browser.
- Scan radiochromic films and upload them easily to your account.
- Import dose planes from your TPS or 2D detectors array.
- Calibrate film lots in a matter of minutes.
- Select the most accurate models for multichannel dosimetry.
- Convert film pixel values to dose distributions with only a few clicks.
- Compare dose distributions using the 2D gamma index.
- Take advantage of the machine learning algorithms implemented for automatic registration and ROI selection.
- Download your results and analyze them with the software of your choice.

- I. Mendez, "Model selection for radiochromic film dosimetry," Phys. Med. Biol. 60, 4089 (2015)  
- I. Mendez, P. Peterlin, R. Hudej, A. Strojnik, and B. Casar, "On multichannel film dosimetry with channel-independent perturbations," Med. Phys. 41, 011705 (2014)   
- I. Mendez, V. Hartman, R. Hudej, A. Strojnik, and B. Casar, "Gafchromic EBT2 film dosimetry in reflection mode with a novel plan-based calibration method," Med. Phys. 40, 011720 (2013)  



Onkologický ústav
sv. Alžbety





Radiochromic.com schema



Onkologický ústav
sv. Alžbety

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Radiochromic.com – popis procesu

radiochromic.com **FILM UPLOAD** DOSE UPLOAD CALIBRATION DOSIMETRY GAMMA

FILM UPLOAD

FILM DATA

Study

ID

Comments (optional)


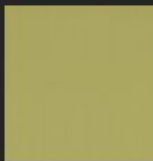
Scanner

FILM SCANS

Irradiated

Non-irradiated (recommended)

Horizontal axis perpendicular to the scanner lamp

	IMRT1 film.tif	1.8MB	<input type="button" value="x"/>		IMRT1 BKG.tif	1.8MB	<input type="button" value="x"/>
---	----------------	-------	----------------------------------	---	---------------	-------	----------------------------------



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Radiochromic.com – popis procesu

radiochromic.com FILM UPLOAD **DOSE UPLOAD** CALIBRATION DOSIMETRY GAMMA

DOSE PLANE UPLOAD

DOSE PLANE DATA

Study IMRT1

ID IMRT1 Eclipse dose

Comments (optional)

Import from Eclipse (Varian)

DOSE PLANE

Upload **Add files...**

IMRT1 Eclipse davka.dcm 1.0MB

Import from Select TPS / 2D dosimeter...
Select TPS / 2D dosimeter...
ADAC Pinnacle (Philips)
Comma-separated values
DICOM-RT dose map
Eclipse (Varian)
iPlan (Brainlab)
OmniPro I'mRT (IBA) - ASCII .opg file
Radiochromic.com dose map
XiO and Monaco (Elekta)



Radiochromic.com – popis procesu

radiochromic.com FILM UPLOAD DOSE UPLOAD **CALIBRATION** DOSIMETRY GAMMA

CALIBRATION

CALIBRATION DATA

Study OUSA L2

ID kalib klin

Comments (optional)

Calibration type Plane-based

Response Net optical density

Lateral correction ☒

Advanced options

Color channels ☒ ☒ ☒

Dosimetry model Truncated Normal

Robust statistics ☒

Dose threshold (% Dmax) 10

CALIBRATION SETS

Film study OUSA L2

Film item EDW130-new2

Dose plane study OUSA L2

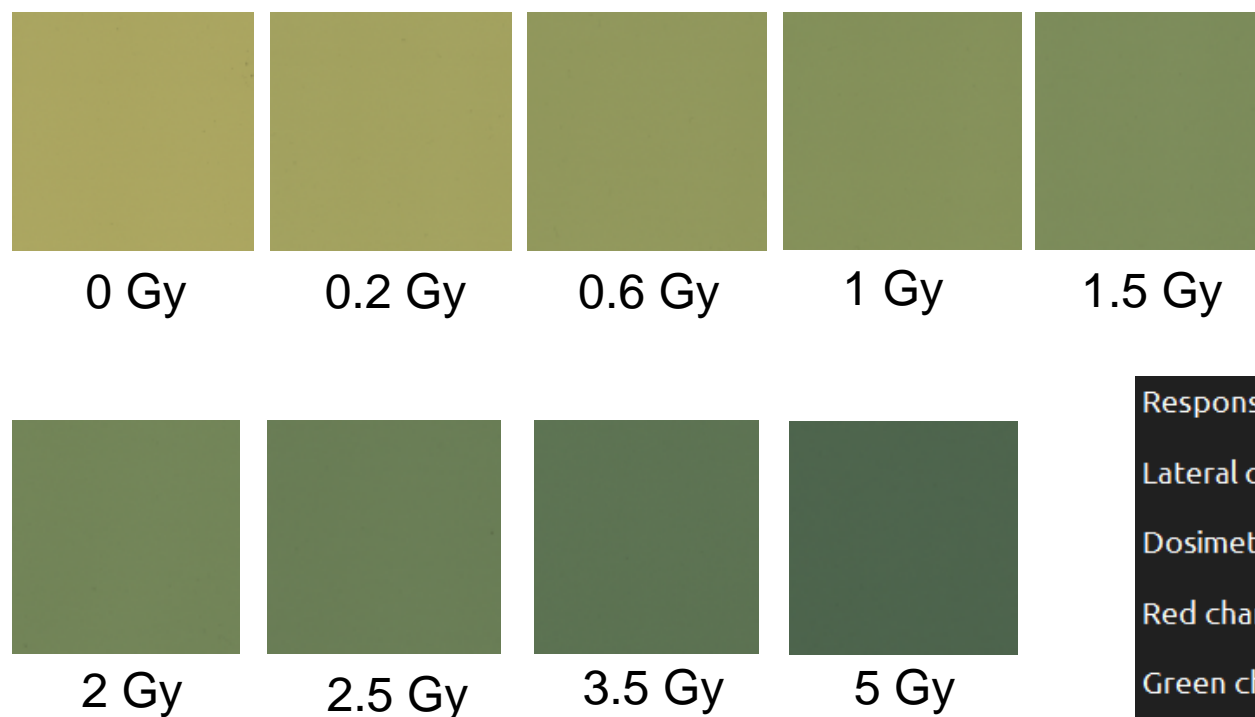
Dose plane item EDW 45-130MU



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Kalibrácia pomocou fixných MU (1D/2D)



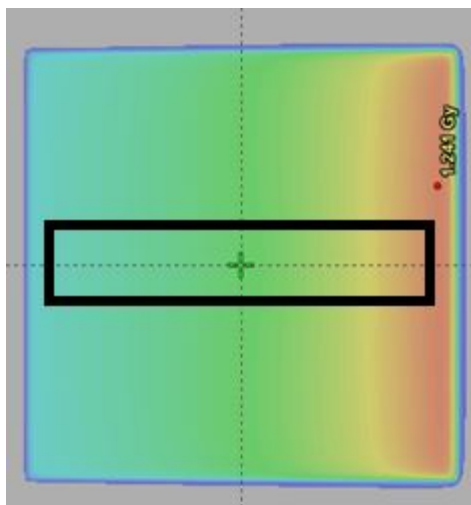
Response Net optical density
Lateral correction Applied
Dosimetry model Truncated Normal
Red channel uncertainty 6.9 cGy
Green channel uncertainty 9.3 cGy
Blue channel uncertainty 27 cGy
Dose uncertainty 6.2 cGy
Dose uncertainty (%) 8.8 %



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Kalibrácia pomocou EDW (2D)



pozadie

0.2 – 0.5 Gy

0.5 – 1.2 Gy

1.2 – 3.1 Gy

Response Net optical density

Lateral correction Applied

Dosimetry model Truncated Normal

Robust statistics 10% Dmax threshold

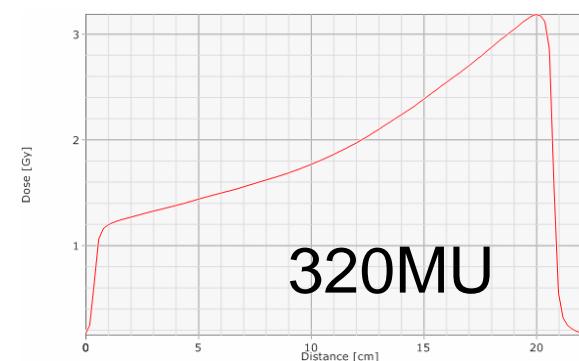
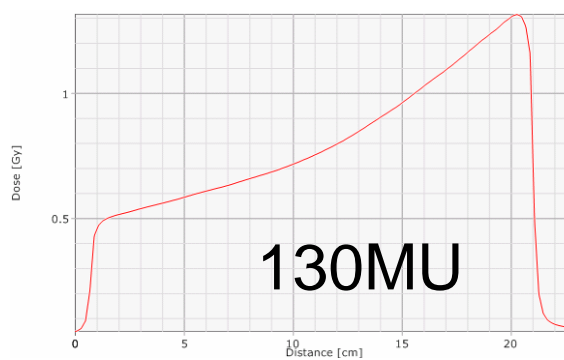
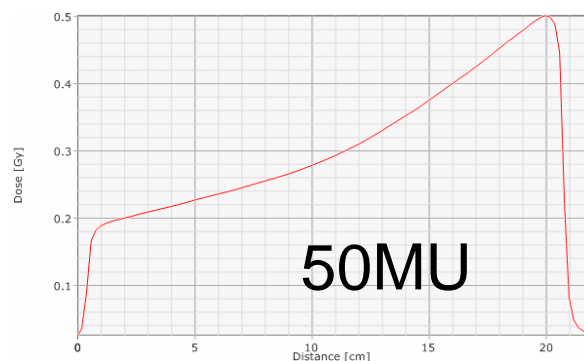
Red channel uncertainty 3.9 cGy

Green channel uncertainty 5.7 cGy

Blue channel uncertainty 15.1 cGy

Dose uncertainty 3.6 cGy

Dose uncertainty (%) 7.2 %



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Radiochromic.com – popis procesu

radiochromic.com FILM UPLOAD DOSE UPLOAD CALIBRATION **DOSIMETRY** GAMMA

DOSIMETRY

DOSIMETRY DATA

Study IMRT1

ID Film DOSE IMRT1

Comments (optional)

Film study IMRT1

Film item IMRT1

Calibration study OUSA L2

Calibration item CAL edw-new2

Advanced options ^

Noise reduction Median filter (window px) 3

Response correction

Request



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Radiochromic.com – popis procesu

radiochromic.com FILM UPLOAD DOSE UPLOAD CALIBRATION **DOSIMETRY** GAMMA

DOSIMETRY

DOSIMETRY DATA

Study IMRT1

ID Film DOSE IMRT1

Comments (optional)

Film study IMRT1

Film item IMRT1

Calibration study OUSA L2

Calibration item CAL edw-new2

Advanced options ^

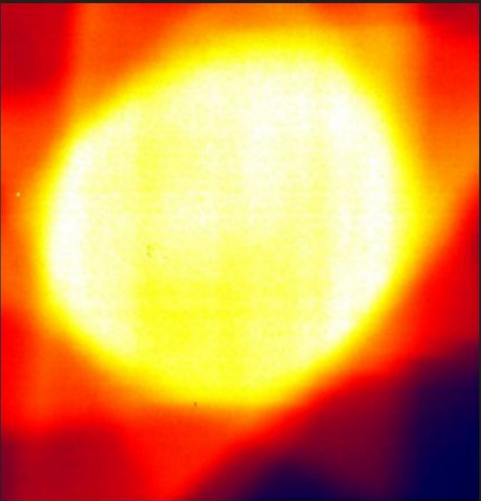
Noise reduction Median filter (window px) 3

Response correction

Request

MY WORK

IMRT1 / DOSIMETRY / IMRT1 DOSE



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Radiochromic.com – popis procesu

radiochromic.com FILM UPLOAD DOSE UPLOAD CALIBRATION DOSIMETRY **GAMMA**

GAMMA INDEX

GAMMA DATA

Study IMRT1

ID IMRT1 gamma

Comments (optional)

Reference study IMRT1

Reference item IMRT1 dose

Evaluation study IMRT1

Evaluation item IMRT1 Eclipse davka

TOLERANCES

Normalization Global

Dose tol. (%) 3

Distance tol. (mm) 3

Threshold (% Dmax) 10

Advanced options

Prepare set



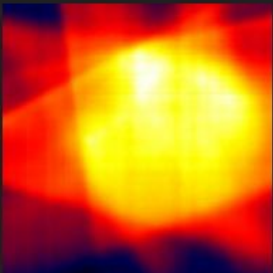
Onkologický ústav
sv. Alžbety




Radiochromic.com – popis procesu


PREPARE SET

EVALUATION DISTRIBUTION



Transformation 


Flip ☐


Registration 

Automatic fine registration ☒


X (mm)

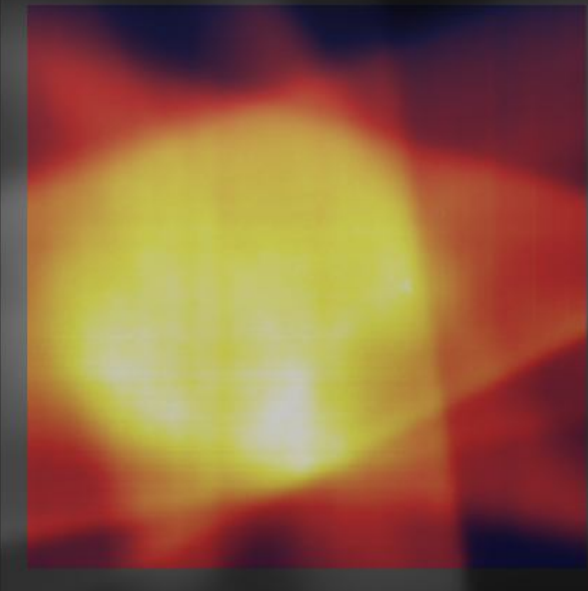
Y (mm)

Rot (°) 

Dose scaling 

Factor


 Request gamma





Horizontal axis perpendicular to the scanner lamp

Balance

REFERENCE DISTRIBUTION



ROIs 

Automatic ROI selection 



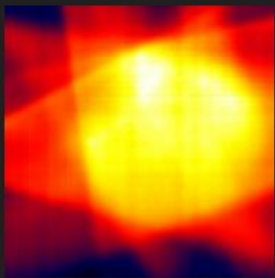
Onkologický ústav
sv. Alžbety



Radiochromic.com – popis procesu

PREPARE SET

EVALUATION DISTRIBUTION



Transformation

Flip ☐

Registration

Automatic fine registration ☒

X (mm)

Y (mm)

Rot (°)

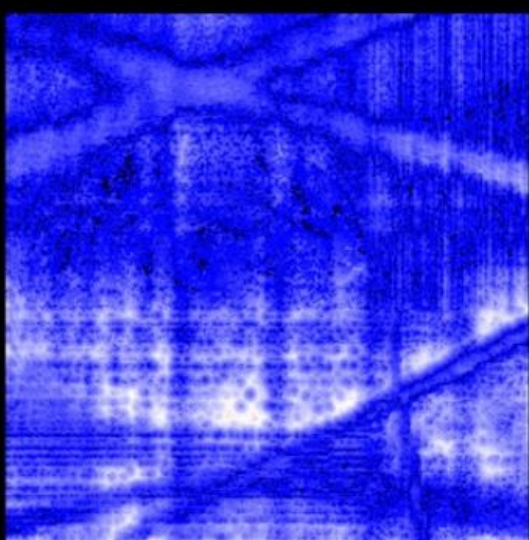
Dose scaling

Factor


Request gamma

MY WORK

/ GAMMA / IMRT DO G 3-3



REFERENCE DISTRIBUTION



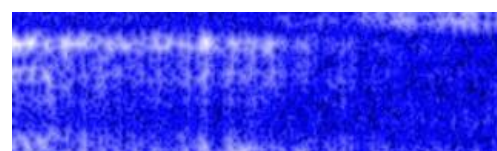
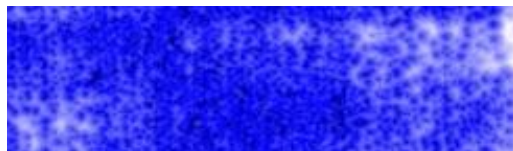
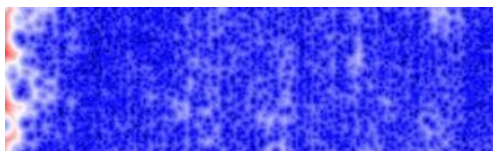
Automatic ROI selection



Onkologický ústav
sv. Alžbety



Overenie kalibrácie – gamma analýza



Dose tolerance 3 % of Dmax
Distance tolerance 3 mm
Threshold dose 10 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.33
Points with $\gamma < 1$ 94.6 %

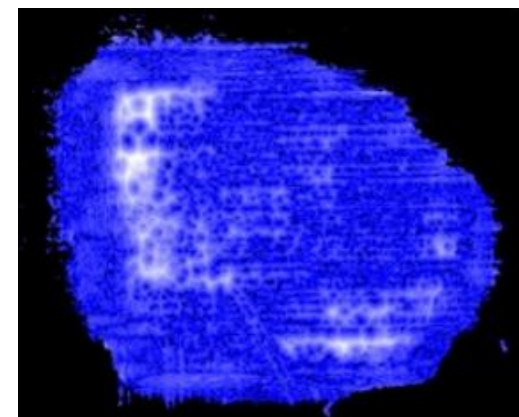
Dose tolerance 3 % of Dmax
Distance tolerance 3 mm
Threshold dose 10 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.26
Points with $\gamma < 1$ 98.7 %

Dose tolerance 3 % of Dmax
Distance tolerance 3 mm
Threshold dose 10 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.2
Points with $\gamma < 1$ 99.9 %

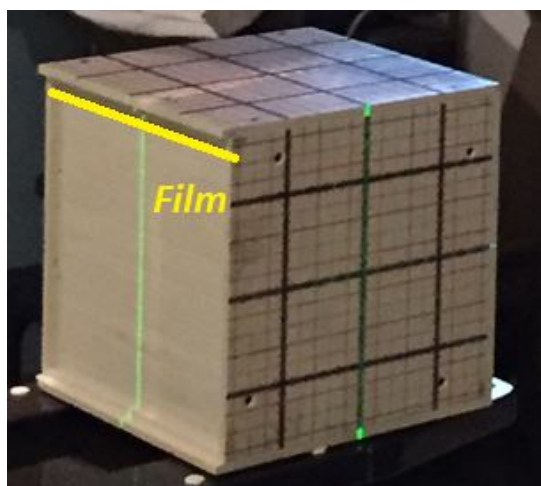


Výsledky gamma analýzy “field by field”

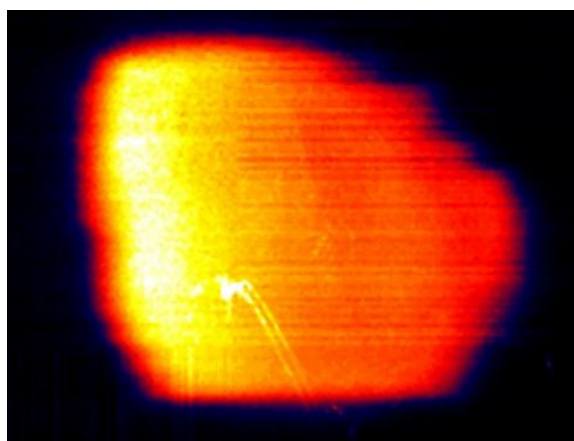
Eclipse 2D
dávka



Dose tolerance 3 % of Dmax
Distance tolerance 3 mm
Threshold dose 5 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.2
Points with $\gamma < 1$ 100 %



Film 2D
dávka

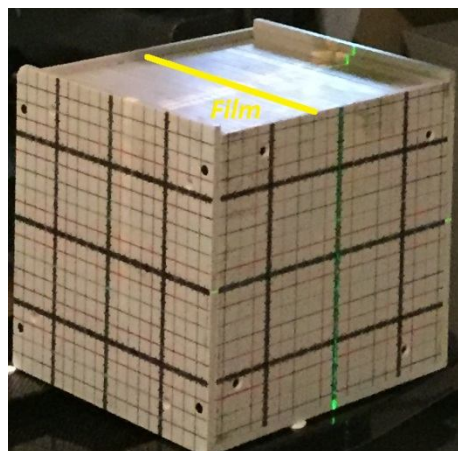
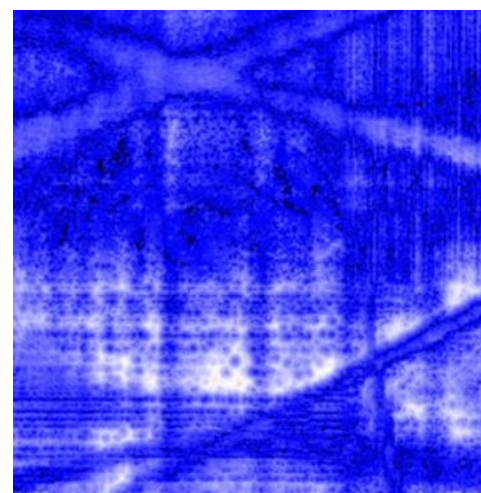
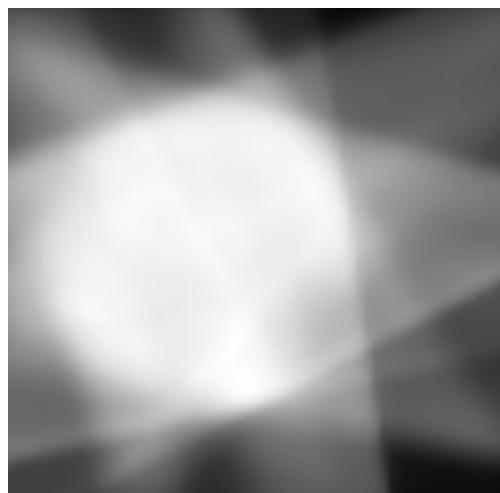


Onkologický ústav
sv. Alžbety

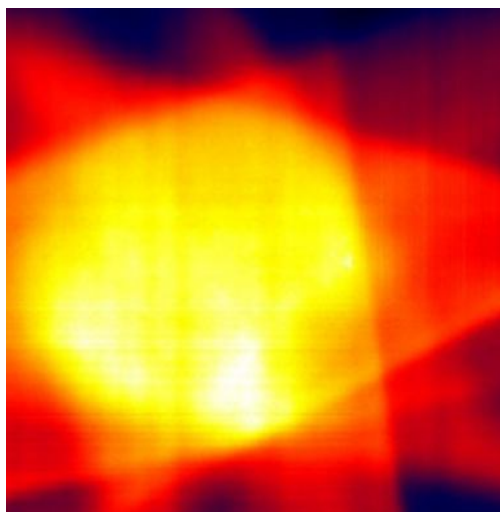


Výsledky gamma analýzy “kompozitný plán”

Eclipse 2D
dávka



Film 2D
dávka



Dose tolerance 3 % of Dmax
Distance tolerance 3 mm
Threshold dose 10 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.24
Points with $\gamma < 1$ 99.9 %

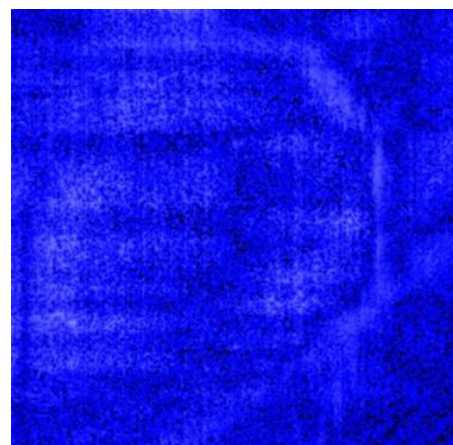
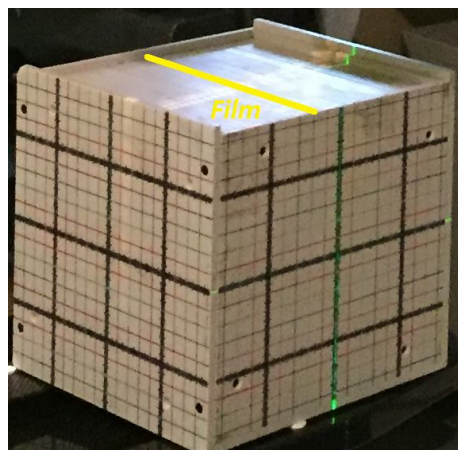


Onkologický ústav
sv. Alžbety



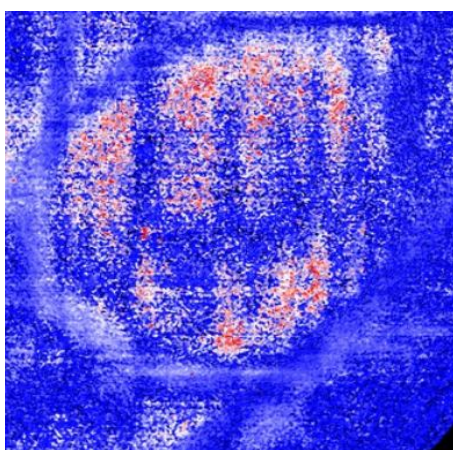
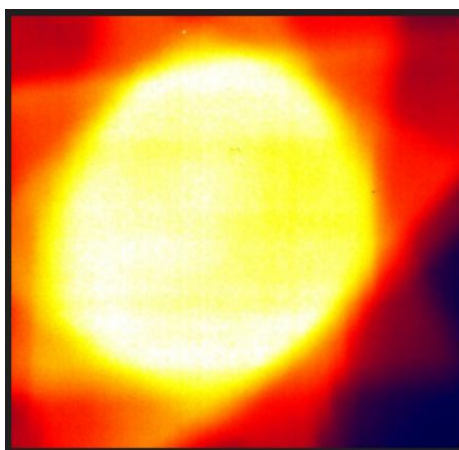
Výsledky gamma analýzy “kompozitný plán”

Eclipse 2D
dávka



Dose tolerance 3 % of Dmax
Distance tolerance 3 mm
Threshold dose 10 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.07
Points with $\gamma < 1$ 100 %

Film 2D
dávka



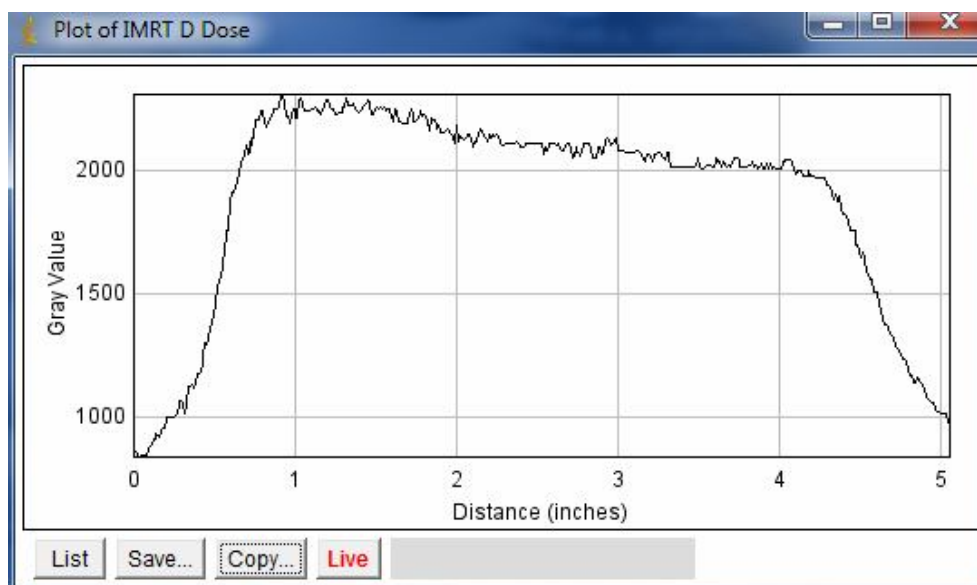
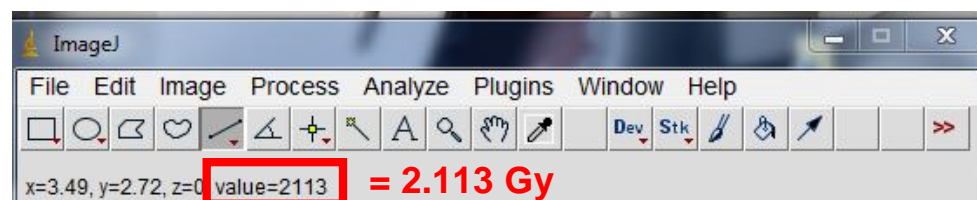
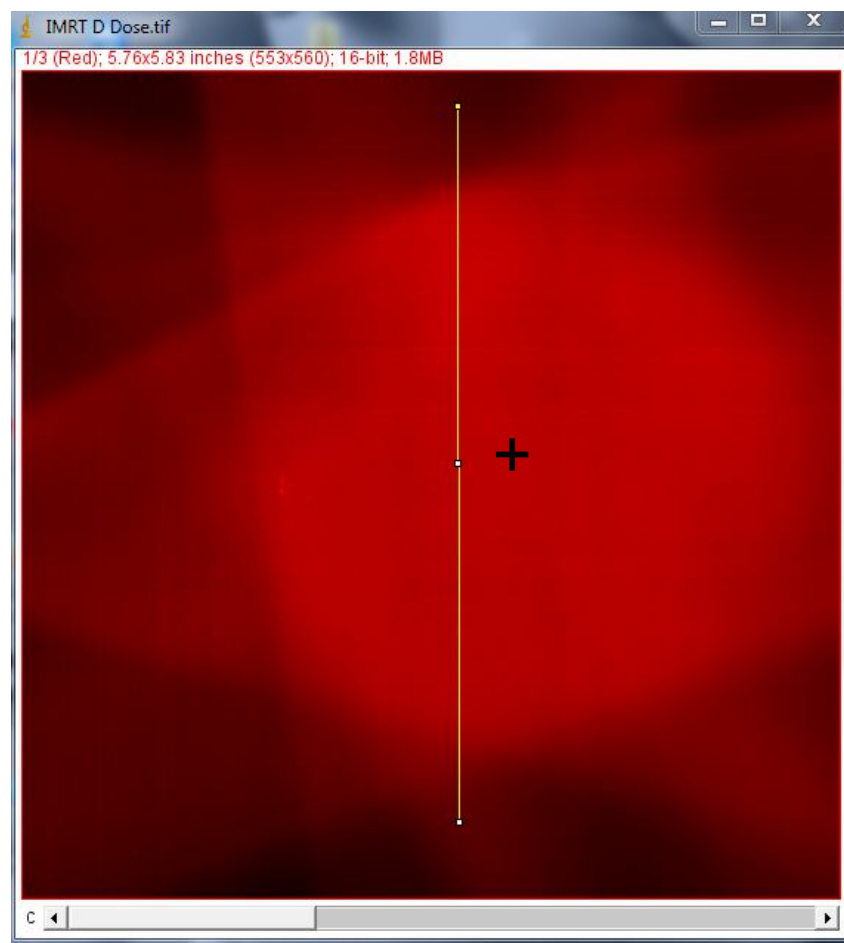
Dose tolerance 2 % of Dmax
Distance tolerance 2 mm
Threshold dose 20 % of Dmax
Normalization Global
Tol. distribution Evaluation
 γ mean 0.37
Points with $\gamma < 1$ 90.2 %



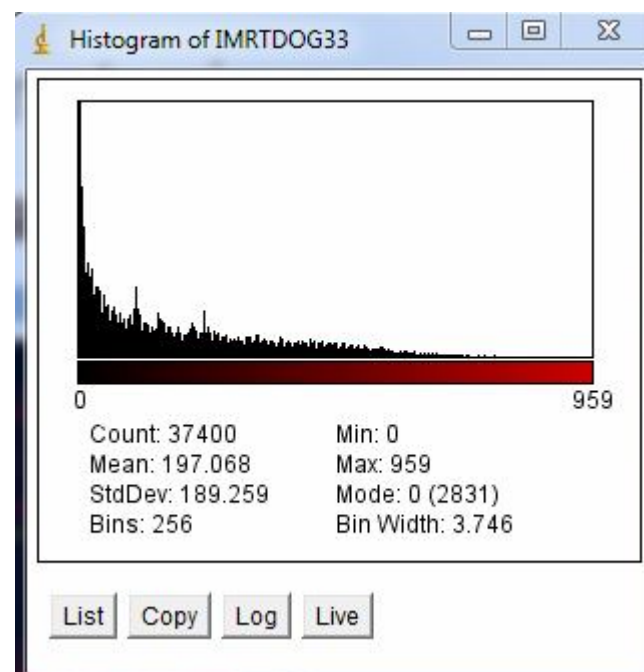
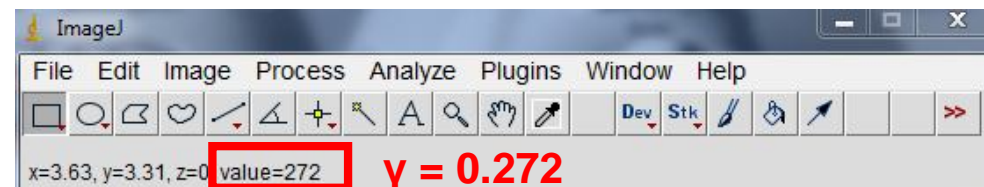
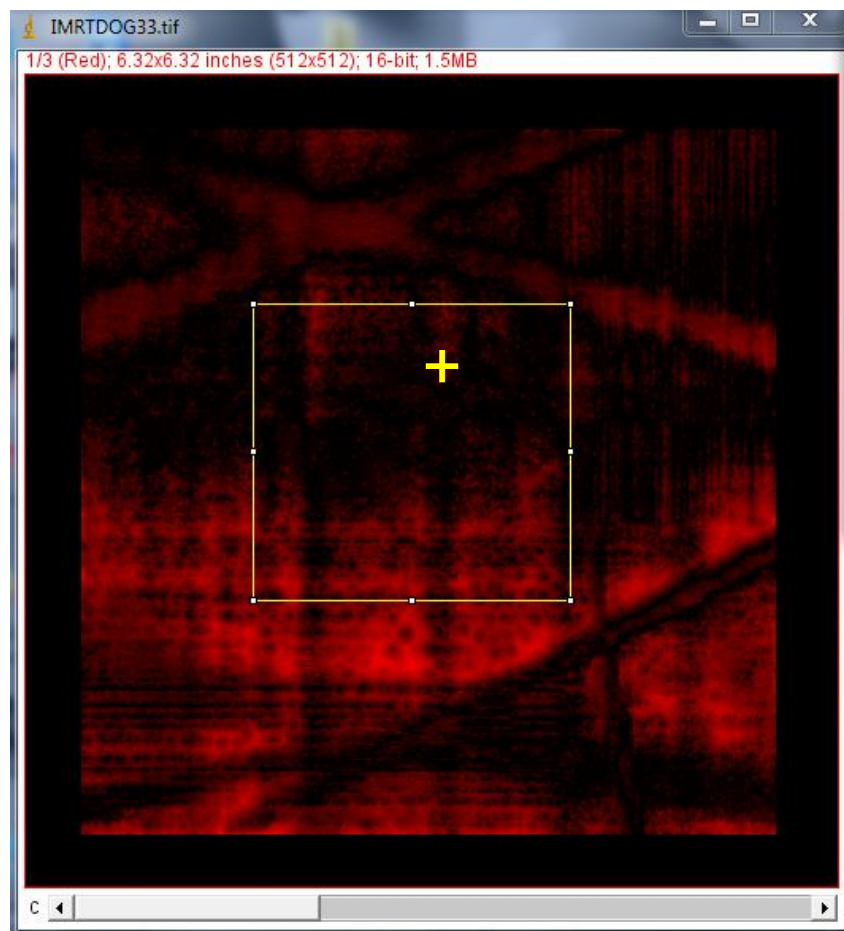
Onkologický ústav
sv. Alžbety



Vyhodnotenie dávky v *Image J*



Vyhodnotenie gamma v *Image J*



Výhody a nevýhody radiochromic.com

Výhody:

- ▣Cena (zadarmo)
- ▣Okamžitý prístup k dátam z prehliadača (cloud)
- ▣Aplikuje sofistikované a najnovšie algoritmy filmovej dozimetrie
- ▣Veľmi jednoduchý, s návodmi a on-line helpom
- ▣Nahrané dáta sú hneď anonymizované (ochrana osobných údajov)

Nevýhody:

- ▣Nemožnosť priameho vyhodnocovania (napr. profily TPS vs. film)
- ▣Chýba výpis normalizačnej dávky (D_{\max} ref. distribúcie)
- ▣Žiadny protokol, tlač výsledkov
- ▣Oficiálne nie je určený na klinické použitie, len na výskumné účely



Záver

- ▣ Robiť dobrú a presnú filmovú dozimetriu nie je jednoduché
- ▣ Prísne dodržiavať stanovené protokoly
- ▣ Nutná častá recalibrácia (1x / mesiac, min. každý balík)
- ▣ Cena radiochromických EBT2 filmov je relatívne vysoká
- ▣ Napriek tomu filmová dozimetria má svoje opodstatnenie, hlavne v špeciálnych prípadoch
- ▣ Možnosť vyhodnocovať filmy pomocou radiochromic.com, aj keď má niektoré nevýhody oproti iným komerčným programom





Onkologický ústav
sv. Alžbety



Ďakujem za pozornosť

www.ousa.sk

Ing. Dalibor Lojko, Ústav klinickej fyziky SZU a OÚSA
Bratislava, 26. 11. 2015