

# Virtuální urychlovač TrueBeam na FJFI

- Podpořeno z projektu OPVVV  
*Laboratoře pro špičkové bakalářské a magisterské obory*
- Registrační číslo projektu CZ.02.2.67/0.0/0.0/16\_016/0002357

Tereza Hanušová  
*FJFI ČVUT v Praze*



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# VERT (Vertual Ltd)

- Interaktivní simulátor klinického urychlovače určený k výuce radiologických asistentů, fyziků a techniků
- Dále např. k instruktáži pacientů, propagačním účelům



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



# Využití na FJFI – výuka

- Klinická dozimetrie
- Radioterapie
- Plánování radioterapie
- Aplikace ionizujícího záření v medicíně
- Virtuální praktikum
- Virtuální klinické praxe



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MSMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Využití na FJFI – výzkum

- Spolupráce s firmou Vertual Ltd na vývoji a testování systému (za poskytnutou slevu)



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MSMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

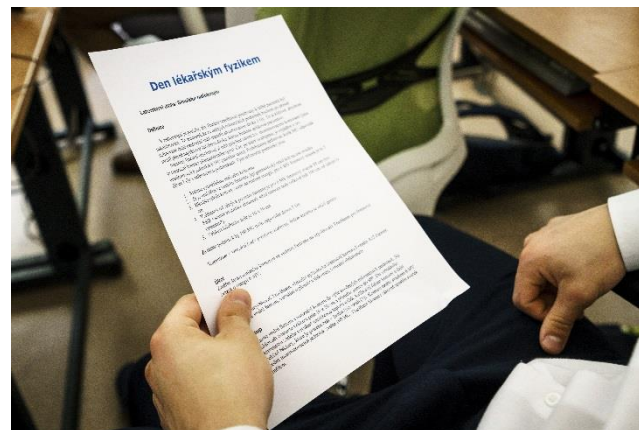
# Využití na FJFI – propagace

## Pro SŠ:

- Den lékařským fyzikem
- Týden částicové fyziky
- Týden vědy
- Exkurze
- Den otevřených dveří

## Pro seniory:

- Univerzita 3. věku



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Využití na FJFI – kurzy

- ATHENS
- NUVIA
- SÚJB
- ...



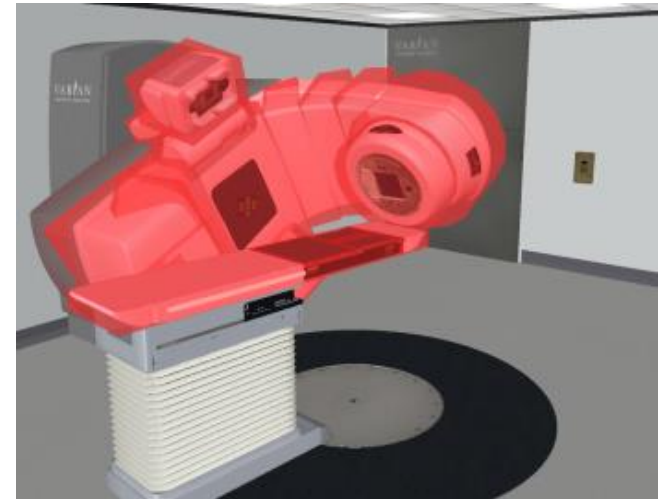
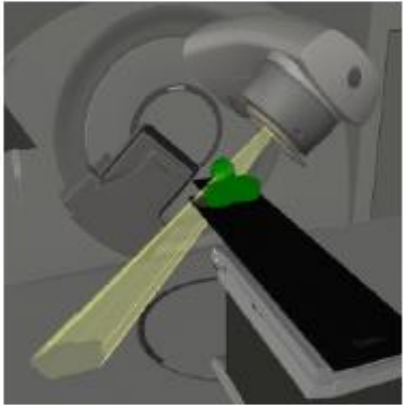
EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Virtuální ozařovna

- počítačová učebna KDAIZ FJFI ČVUT
- na stěně speciální plátno
- projektor + 2 PC, server + sada 3D brýlí
- autentický pendant



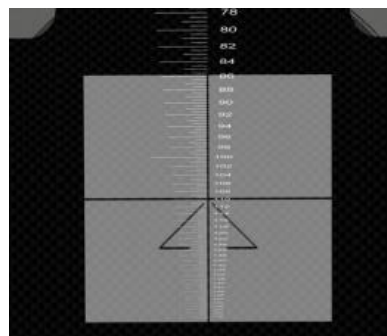
EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Virtuální stroj

- Varian TrueBeam
- 6 MV, 15 MV
- portálový zobrazovací systém
- kV CBCT
- dynamické MLC, 120 listů
- Dozimetrické vybavení
- Sada pacientů





EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov



# Ovládání urychlovače

Couch Lng	<input type="text" value="94"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	cm
Couch Lat	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	cm
Couch Rtn	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	deg
Field Y	<input type="text" value="20.0"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	cm
 Y2	<input type="text"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	cm
Field X	<input type="text" value="20.0"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	cm
 X2	<input type="text"/>	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	cm
<input type="button" value="Home"/>		<input type="button" value="Zero"/>	

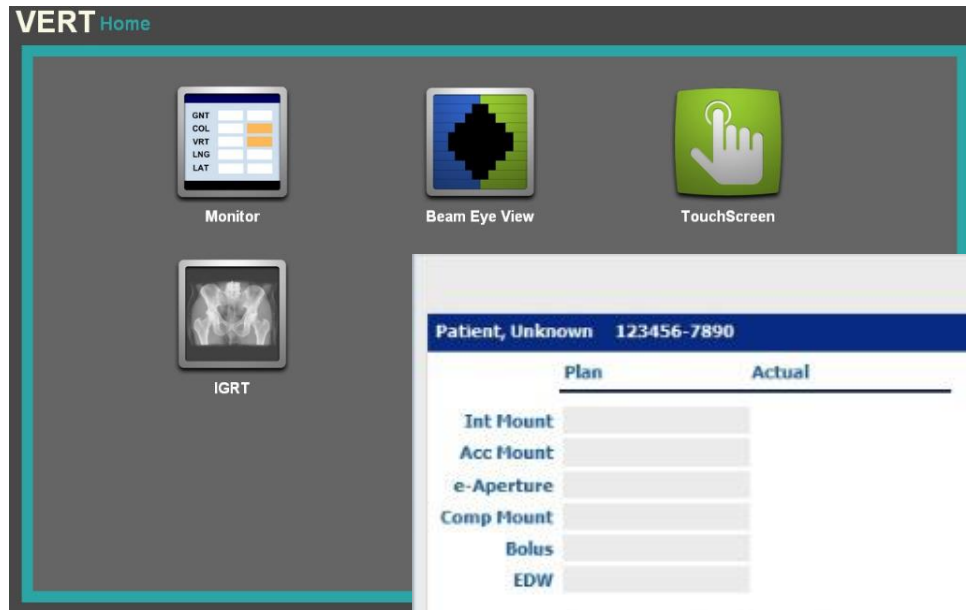


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MSMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Ovládání urychlovače



Monitor

Patient, Unknown 123456-7890 Field **ARC1**

	Plan	Actual	Plan	Actual	Go to/Resume
Int Mount			Gantry Rtn	<b>181.0</b>	181.0
Acc Mount			Coll Rtn	<b>30.0</b>	30.0
e-Aperture			Y	<b>7.3</b>	7.3
Comp Mount			Y1	<b>-3.7</b>	-3.7
Bolus			Y2	<b>3.6</b>	3.6
EDW			X	<b>8.4</b>	8.4
			X1	<b>-4.3</b>	-4.3
			X2	<b>4.1</b>	4.1
			Couch		
			Vrt	<b>-10.4</b>	-10.4
			Lng	<b>160.0</b>	160.0
			Lat	<b>1.3</b>	1.3
			Rtn	<b>0.0</b>	0.0
			SSD		

Imager Plan Actual Go To

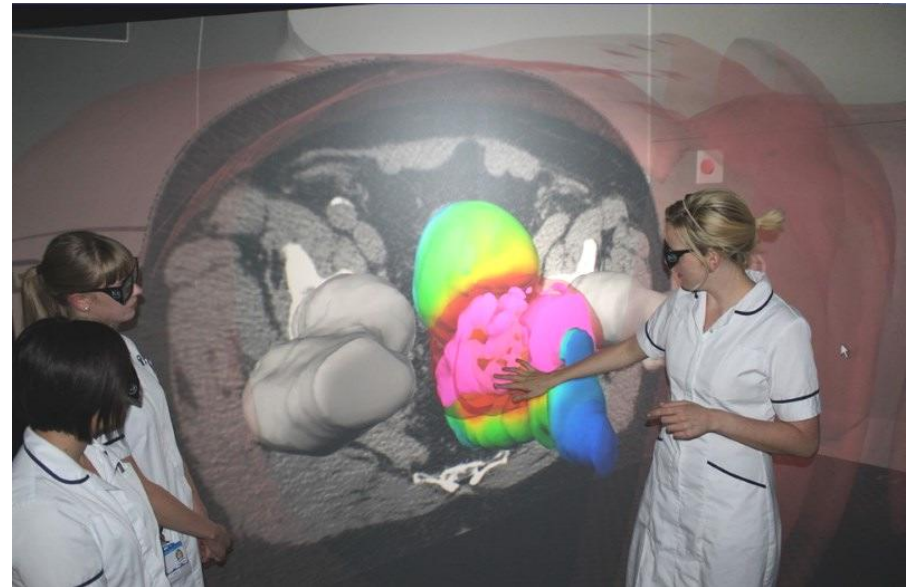
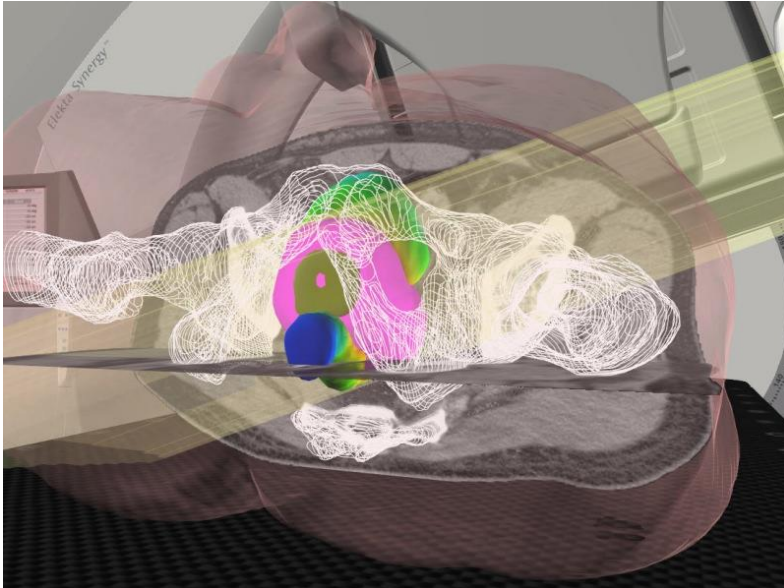
Retract  
Retract  
Retract  
Retract  
Retract  
Retract

Display scale: IEC 61217

10:48 AM  
11-Aug-2014



# Anatomie pacienta



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

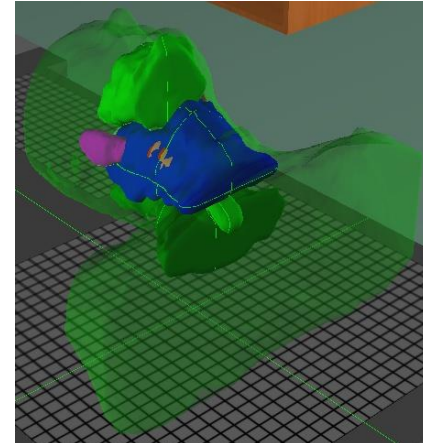
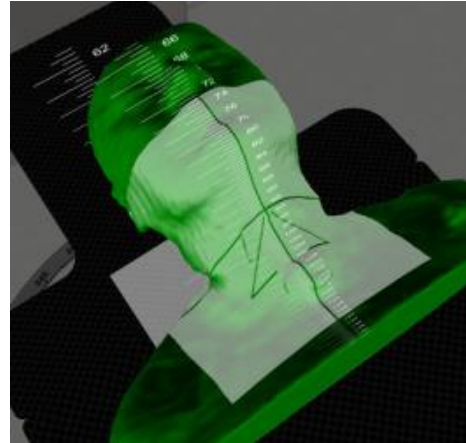
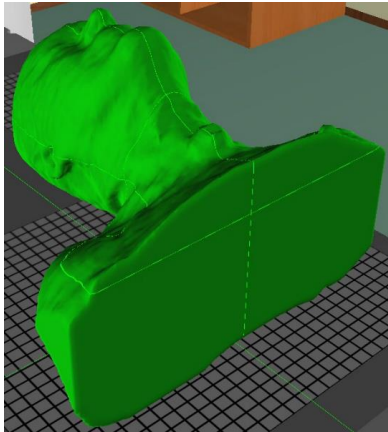


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Anatomie pacienta

- Lze zobrazit po importu DICOM plánu (podporuje dokonce i jiné stroje než TrueBeam)

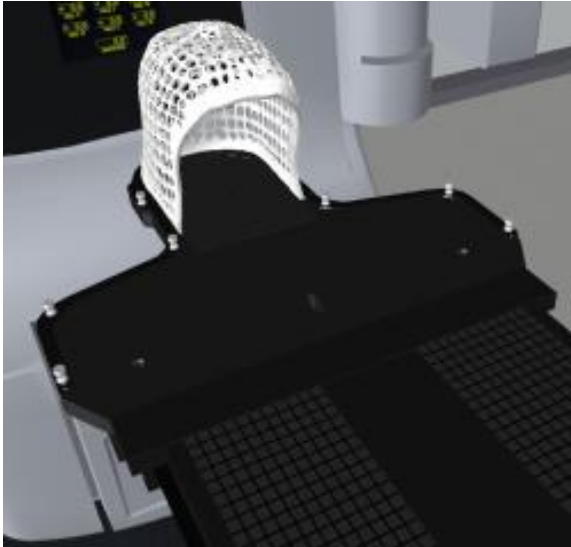


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

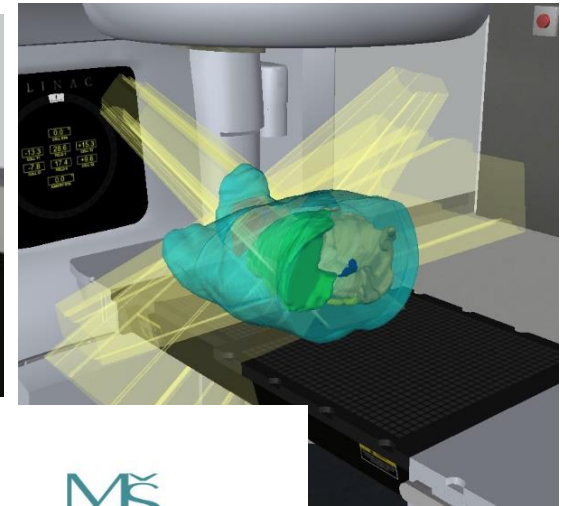
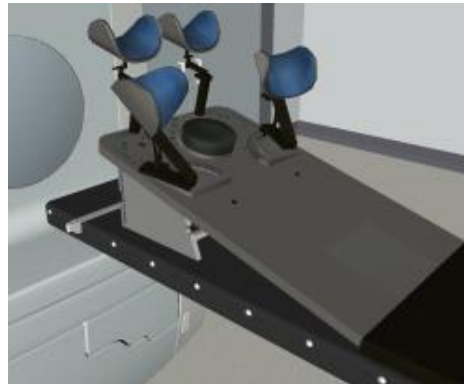


Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Anatomie pacienta



- Fixační pomůcky
- Ozařovací pole



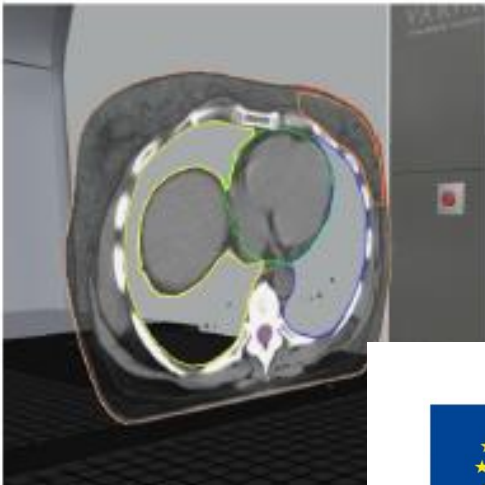
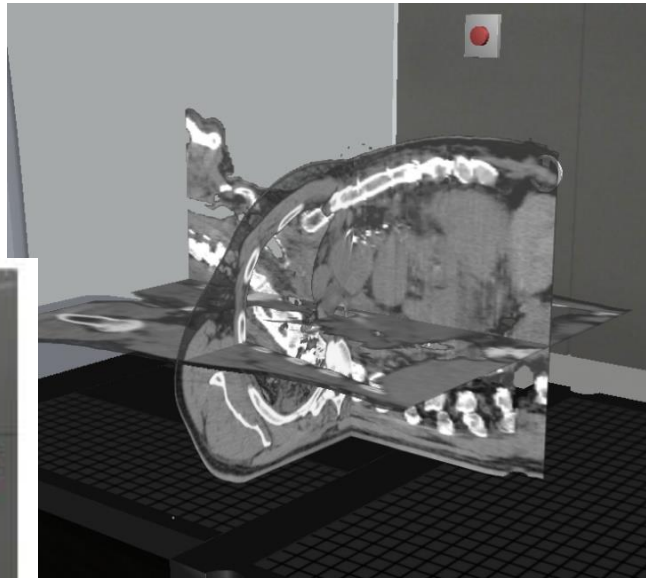
EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MS  
MT  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Anatomie pacienta

- CT řezy
- DRR

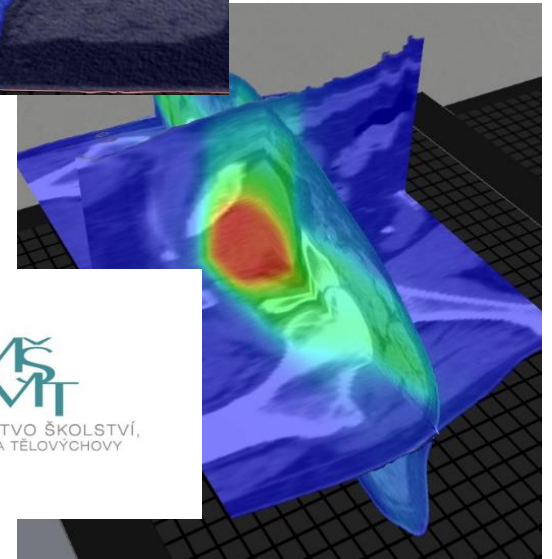
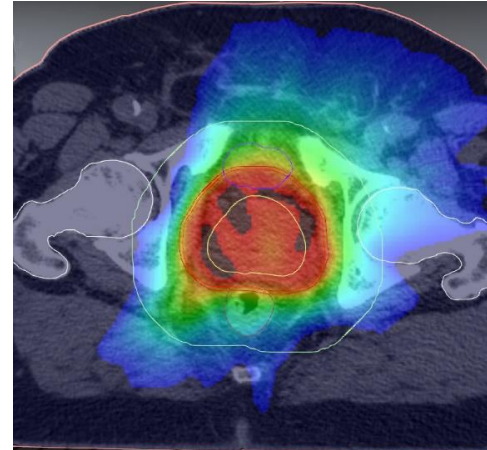
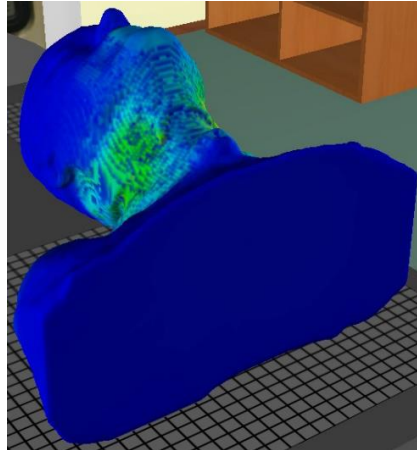
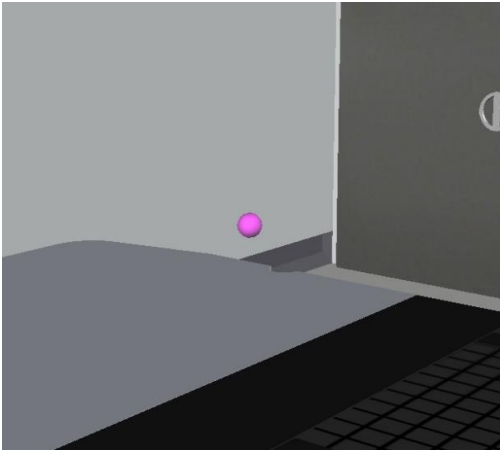


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Dávka, body zájmu



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

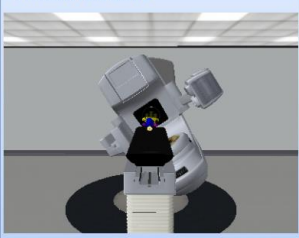
# CBCT

**Scan Parameters**

Acquisition mode: Full Scan

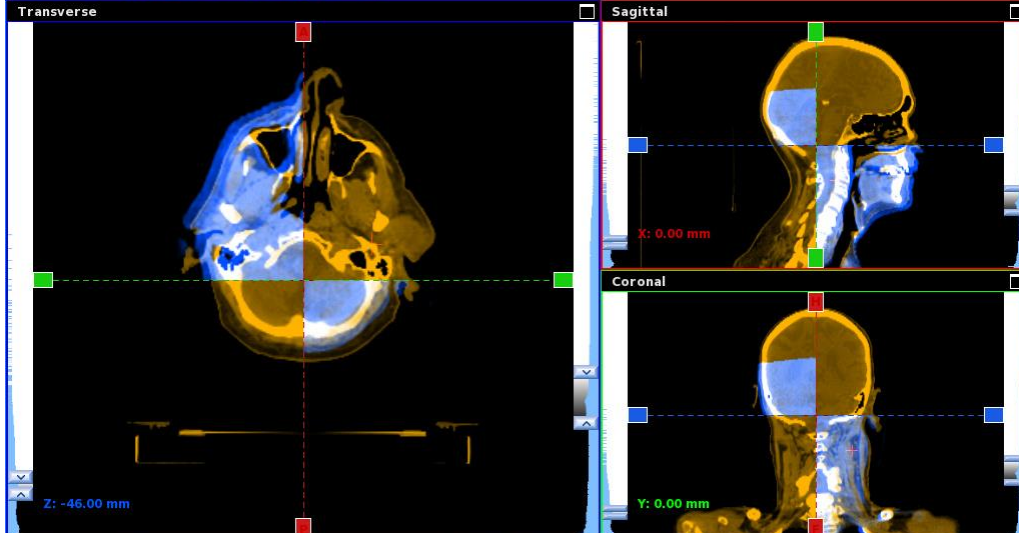
Start Stop

Treatment room camera



Next

**CBCT Image Matching Module**



**Raw Shift Values**

	SHIFT		SHIFT
Couch Vrt	+0.0	Couch Pitch	+0.0
Couch Lng	+0.0	Couch Roll	+0.0
Couch Lat	+0.0	Couch Rtn	+0.0

**Machine Values**

	TARGET	ACTUAL	SHIFT	
Couch Vrt	-13.9	-13.9	-0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Include
Couch Lng	68.5	68.5	-0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Include
Couch Lat	-3.5	-3.5	+0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Include
Couch Rtn	0.0	0.0	+0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Include

Reset Shift Apply Shift

**Auto Matching**

Auto Match Axes

Lat  Rot

Lng  Roll

Vrt  Pitch

Start

Reset

Close

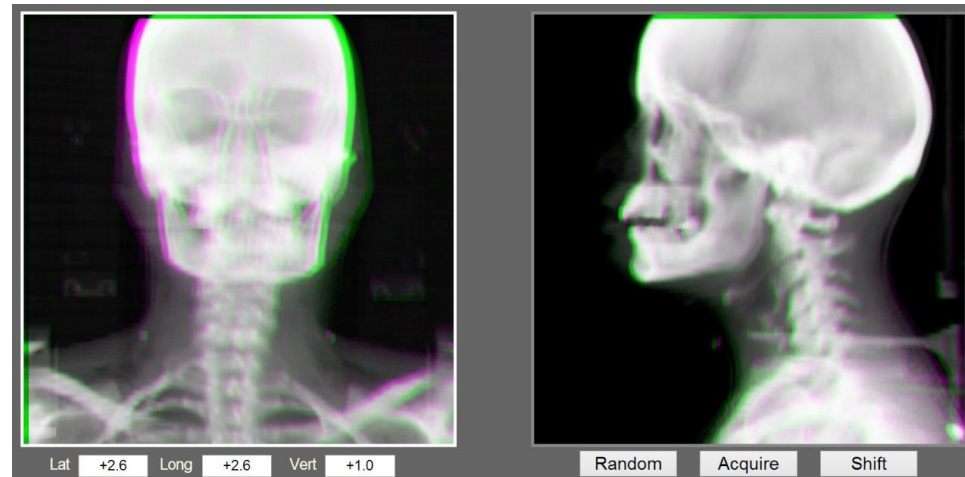
Raw Shift Values				Machine Values				
	SHIFT		SHIFT	TARGET	ACTUAL	SHIFT		
Couch Vrt	+1.4	Couch Pitch	+0.0	-15.5	-15.4	-0.1	<input checked="" type="checkbox"/> Include	
Couch Lng	-6.3	Couch Roll	+0.0	94.6	94.0	+0.6	<input checked="" type="checkbox"/> Include	
Couch Lat	-0.1	Couch Rtn	+0.0	2.3	2.3	-0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Include	
				0.0	0.0	+0.0	<input checked="" type="checkbox"/> Include	

Reset Shift Apply Shift



# IGRT

- Snímkuje aktuálně ležícího pacienta
- Ale AP i LL snímek najednou ☹️

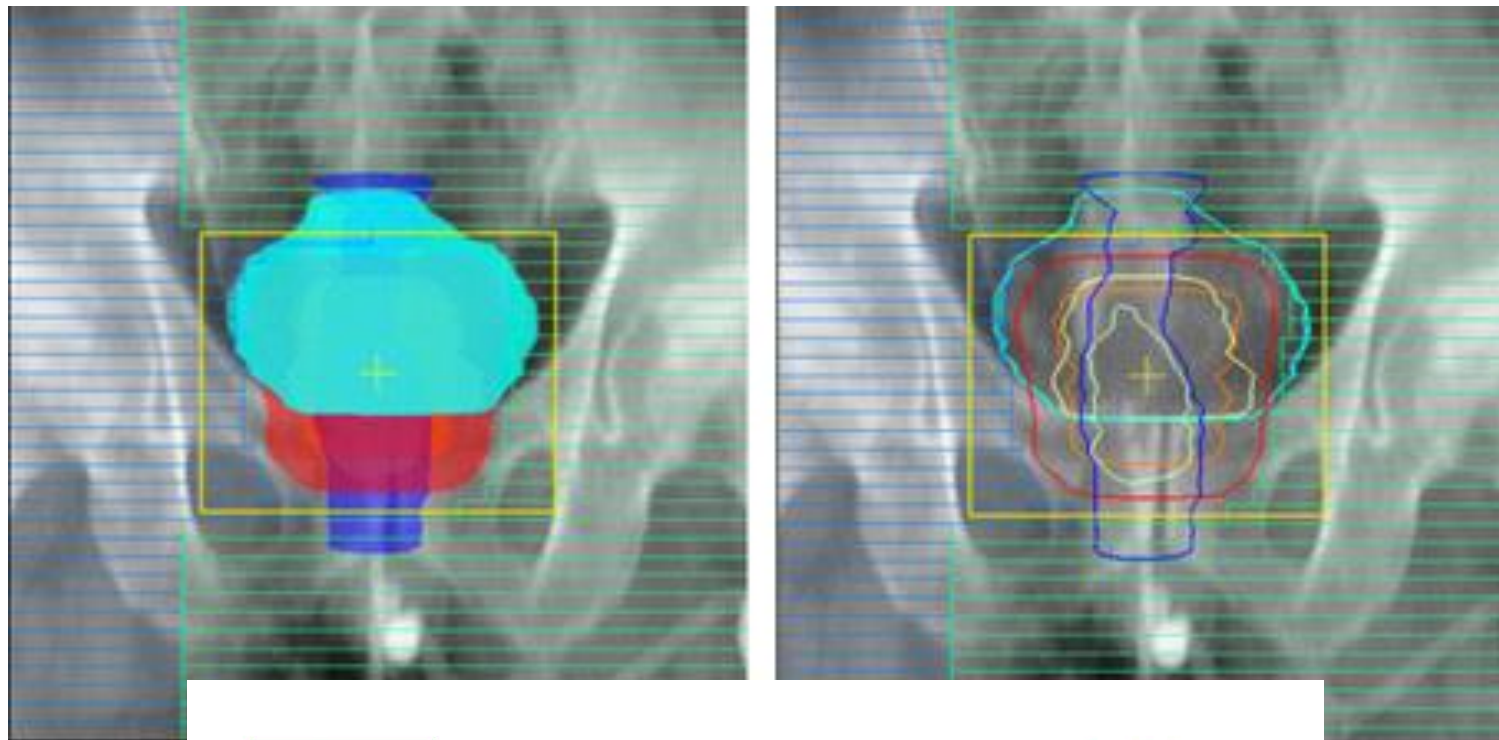


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MS  
MT  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Beam's Eye View

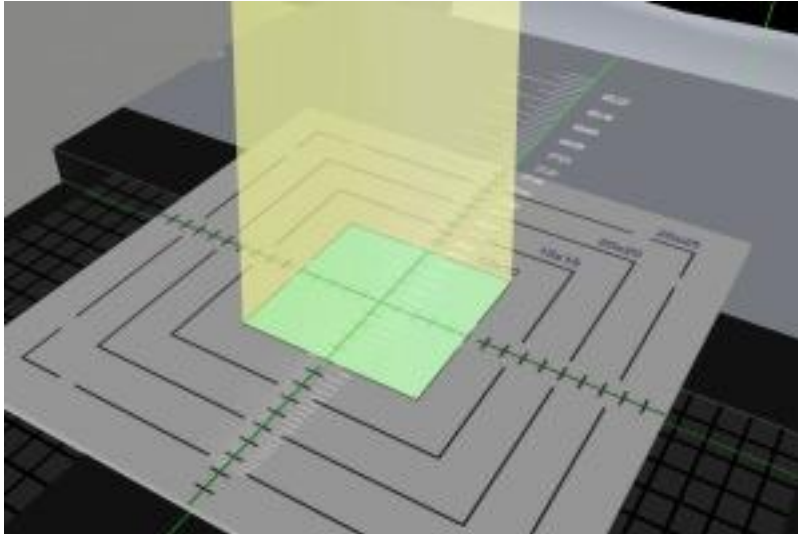


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Fyzikální modul



- Nemá vše, co bychom si přáli

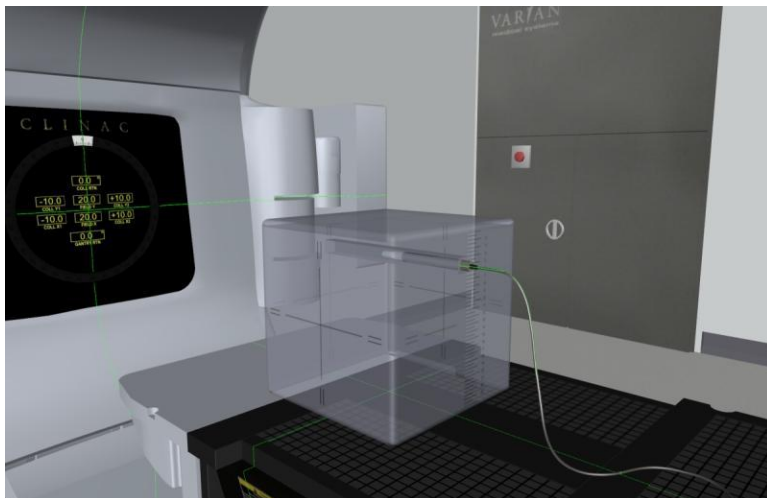


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

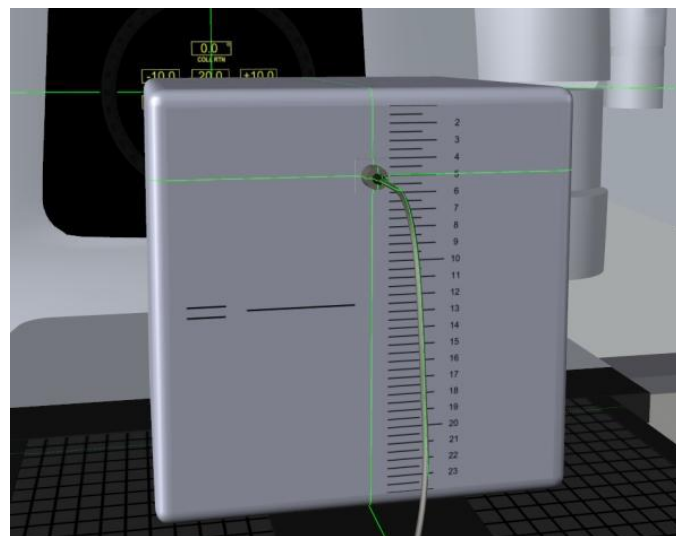
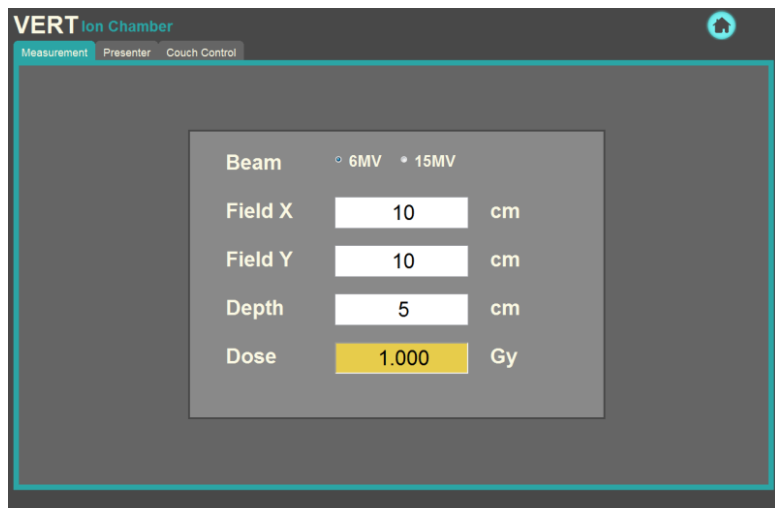
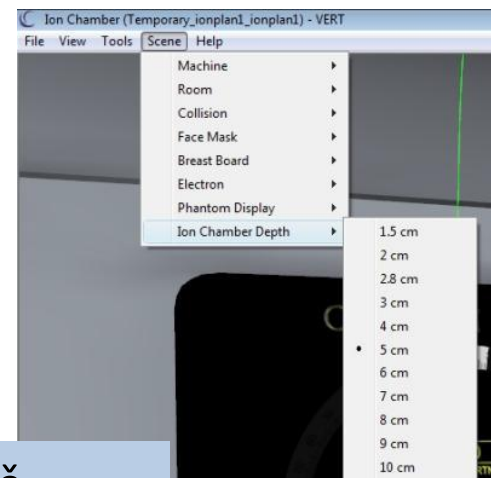
**MSMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Ionizační komora

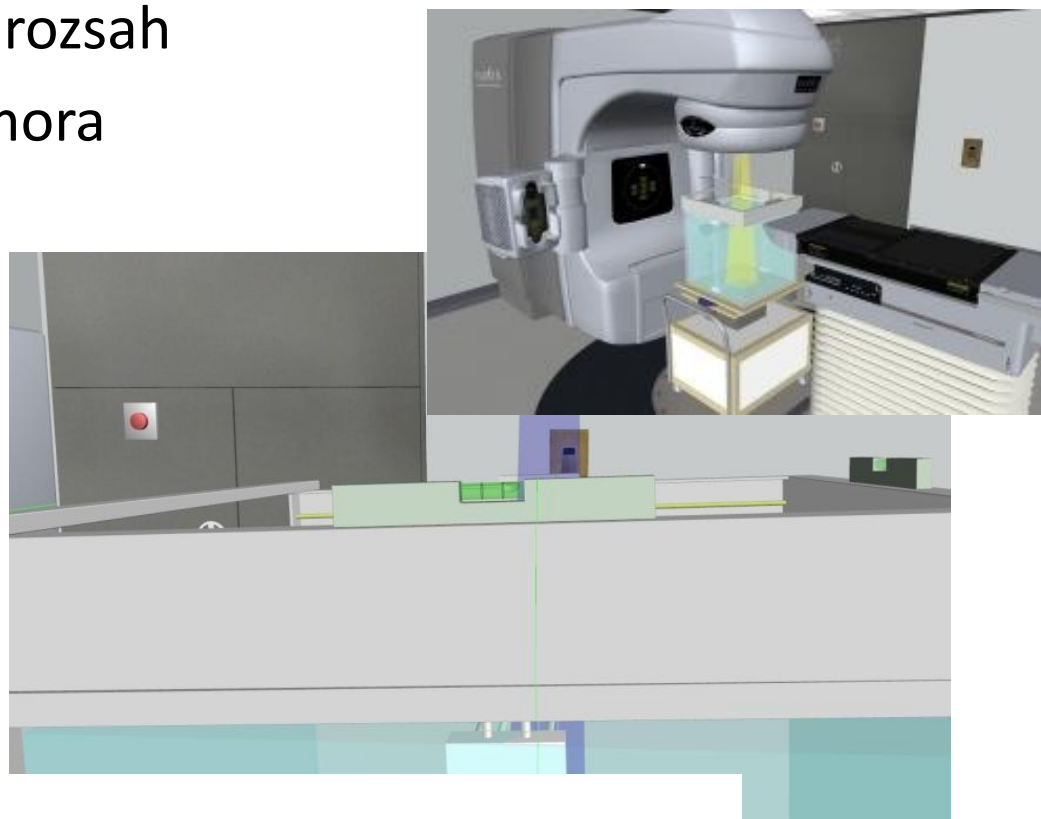
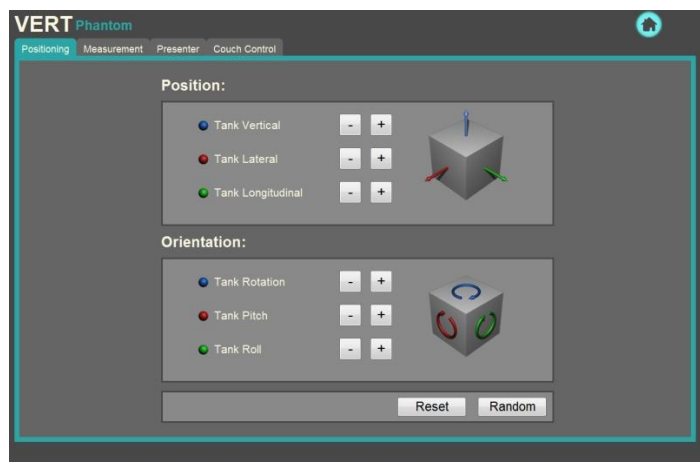


- Fantom je 100% vodě-ekvivalentní
- Některé parametry nelze nastavit (úhel gantry...)



# Vodní fantom

- Nastavení na lasery, do vodováhy, na SSD (?)
- Nelze libovolně, malý rozsah
- Špatně nastavená komora

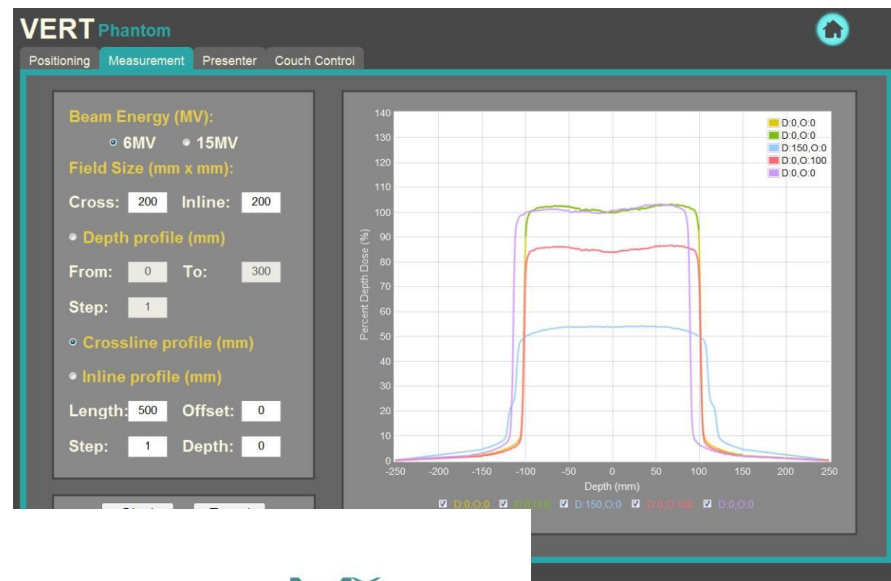
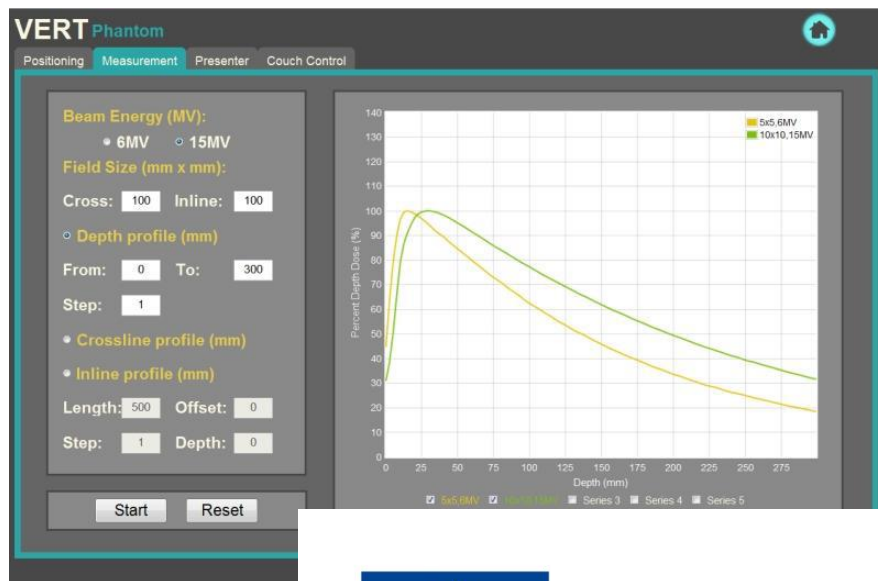


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Vodní fantom

- PDD, profily
- nelze určit velikost pole (prakticky), nelze data vyexportovat



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

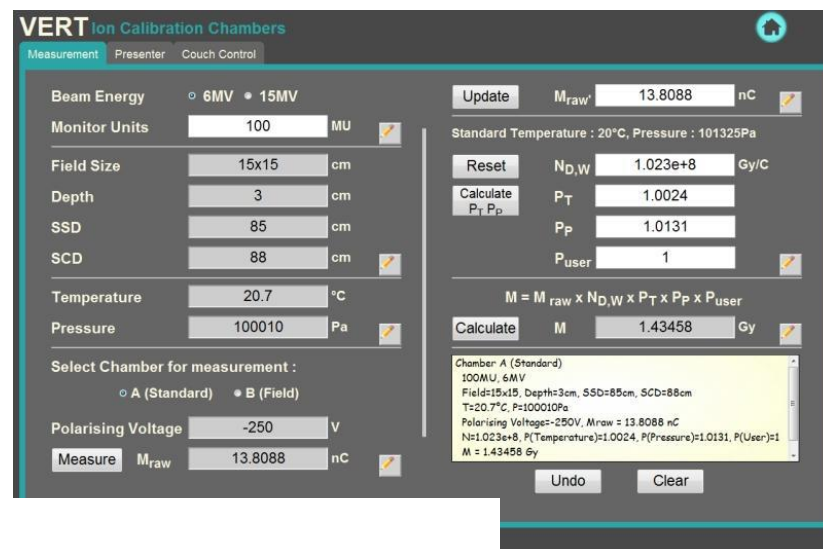
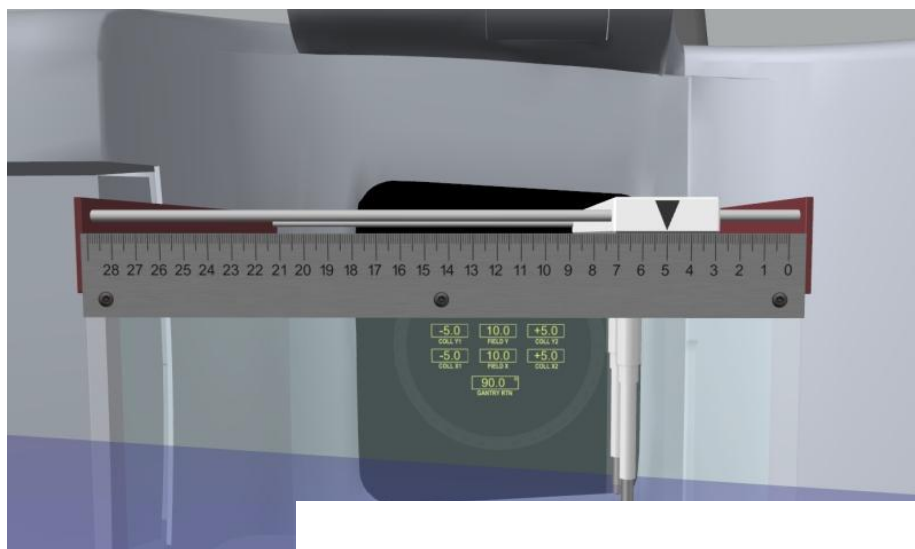


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Křížová kalibrace

- Podle britského doporučení

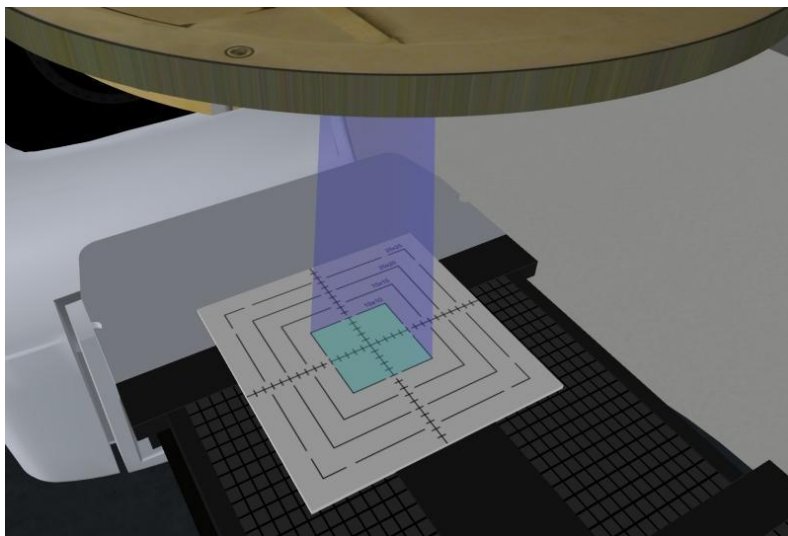


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

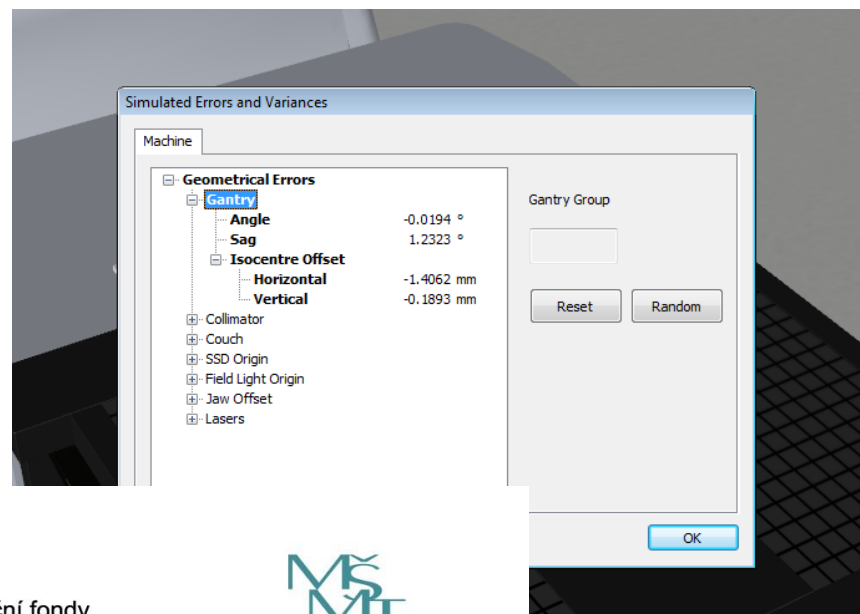
  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# QA destička



- Svítí i po vypnutí svazku



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



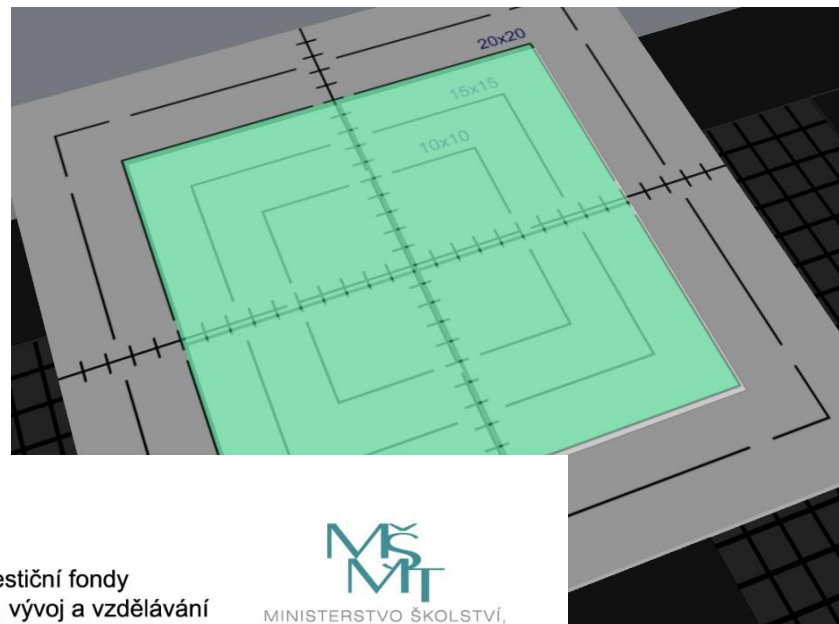
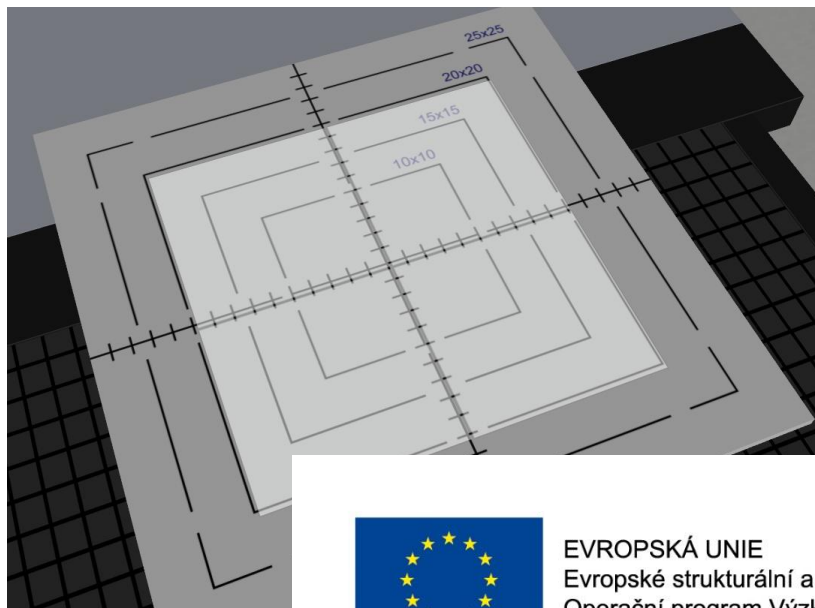
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov



# QA destička

- Lze demonstrovat špatnou velikost pole (světelného i radiačního), rotaci kolimátoru...

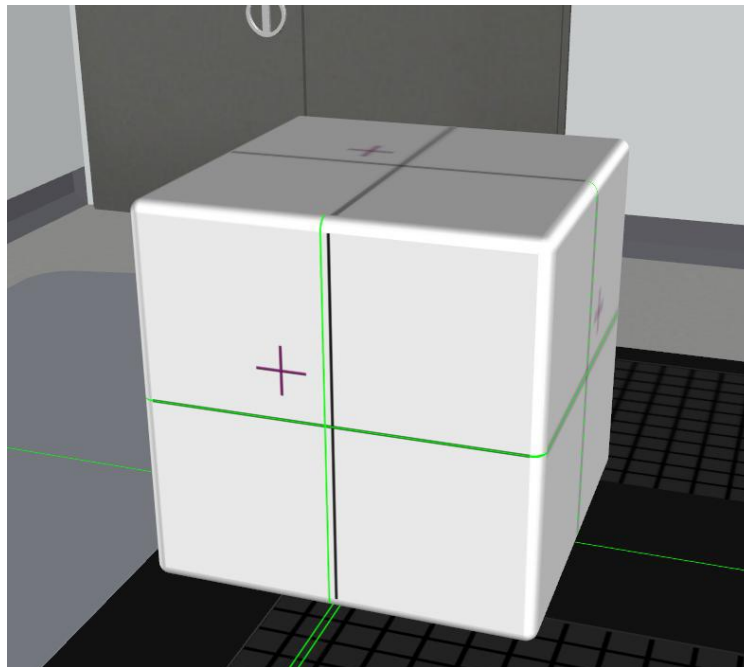


EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Fantom pro geometrické testy



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Výhody

- Bez ionizujícího záření
- Přístup přes den
- V naší budově
- Ukázka chybného nastavení stroje
- Ukázka chybného ozáření pacienta
- Vidíme dovnitř pacienta



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Nevýhody

- Dávku lze zobrazit jen v color wash
- Fyzikální modul umožňuje jen něco
  - zdaleka nepokryje vše, co se na linacu měří
  - komora je vždy na povrchu vodního fantomu, i při měření profilů
  - s naměřenými daty (PDD, profily) nelze dobře pracovat
  - nezobrazuje se světelné pole a SSD na hladině vodního fantomu (nemůžu si do vody hodit papírek 😊)



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Nevýhody

- Chyby v softwaru
  - poloha gantry  $0^\circ$  a  $360^\circ$  sobě neodpovídá (fyzikální modul)
  - nefunkční vyjíždění kV a MV zobrazovacích ramen pomocí pendantu
- **Ztráta představivosti studentů**



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konference radiologické fyziky 2019 - Harrachov

# Návrhy na využití ?

- *Všechny obrázky linacu pocházejí z printscreen a návodu k systému VERT (Vertual Ltd.)*
- *Foto studentů – archiv ČVUT (Jiří Ryszawy)*



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY