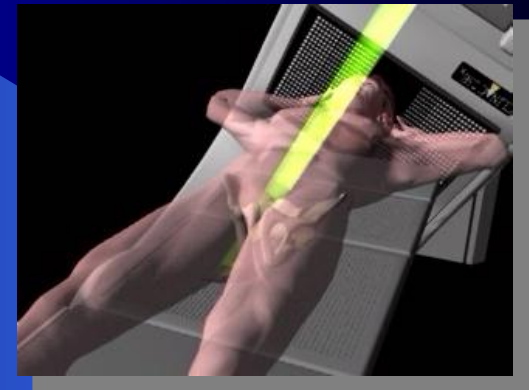


Naše zkušenosti s portálovou dozimetrií

MACHALA S., ŠEVČÍKOVÁ L., RICHTEROVÁ H.



Úvod

V posledním období dochází k masívnímu rozvoji maticových detektorů pro měření fluence či absorbované dávky. Mezi takovéto 2D dozimetrické plošné matice se řadí i elektronické portálové detektory (EPID), které jsou využívány zejména pro verifikaci polohy pacienta.

Oba naše urychlovače vždy byly a doposud jsou vybaveny portálovým detektorem (EPID), proto jsme se rozhodli využít jej k dozimetrickým měřením.

Od roku 2004, kdy jsme zavedli techniku se svazky s modulovanou intenzitou (ImRT, VMAT) jsme EPID využívali především pro předléčebné ověření ozařovacích plánů. Doposud jsme ozářili touto technikou více než cca 4000 pacientů a ověřili jsme více než 5000 ozařovacích plánů.

Později jsme začali využívat EPID i pro zkoušky provozní stálosti. Což vedlo k výrazné redukci časové náročnosti a zvýšení efektivity měření.

Výhody a nevýhody EPID

EPID má několik výhod proti jiným detektorům používaných pro verifikaci dávky:

- je umístěn přímo na lineárním urychlovači,
- rychlé snímání obrázku,
- nepotřebuje vyvolávání jako v případě filmové dozimetrie,
- nasnímané obrázky jsou v digitální formě s vysokým rozlišením,
- umožňuje bodové i 2D měření,
- možnost využití i pro in-vivo dozimetrii
- okamžité vyhodnocení nasnímaných obrázků,
- jednoduché uchovávání nasnímaných obrázků.

Nevýhody EPID

- limitace kontroly správné rychlosti rotace ramene urychlovače
- využití pouze pro fotonové svazky
- omezené použití pro in-vivo dozimetrii,

EPID – Li-Fi

První komerčně dostupný portálový detektor byl vyvinut v 80-tých letech 20. století

Li-Fi (liquid-filled ionisation chamber)

- matice 256x256 IK vyplněných organickou tekutinou,
- aktivní plocha 32cm x 32cm
- relativně vyšší dávka na snímek
- nižší kvalita obrazu
- nevhodný pro dozimetrii

EPID - aSi

V posledních letech se objevují portálové detektory na bázi amorfního křemíku (aSi 500, aSi 1000 a aSi 1200).

aSi 1000

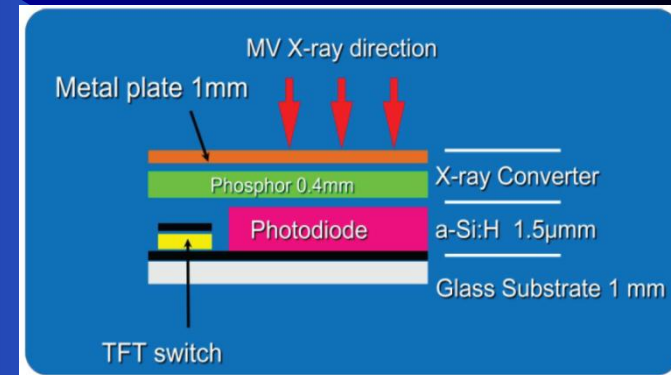
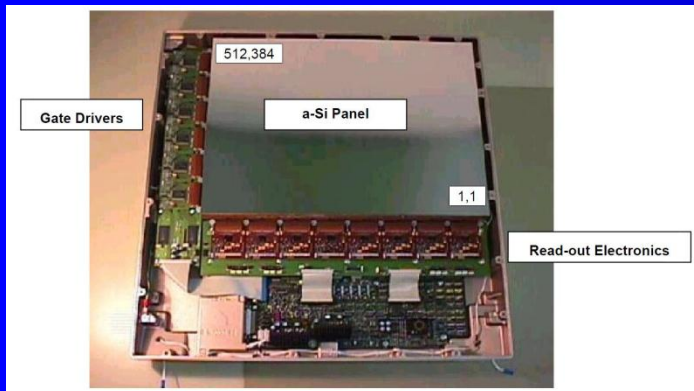
matice 1024x768 pixlů

rozměr pixlu 0,39mm x 0,39mm

aktivní plocha 40cm x 30cm (aSi1200 – 40cm x 40cm)

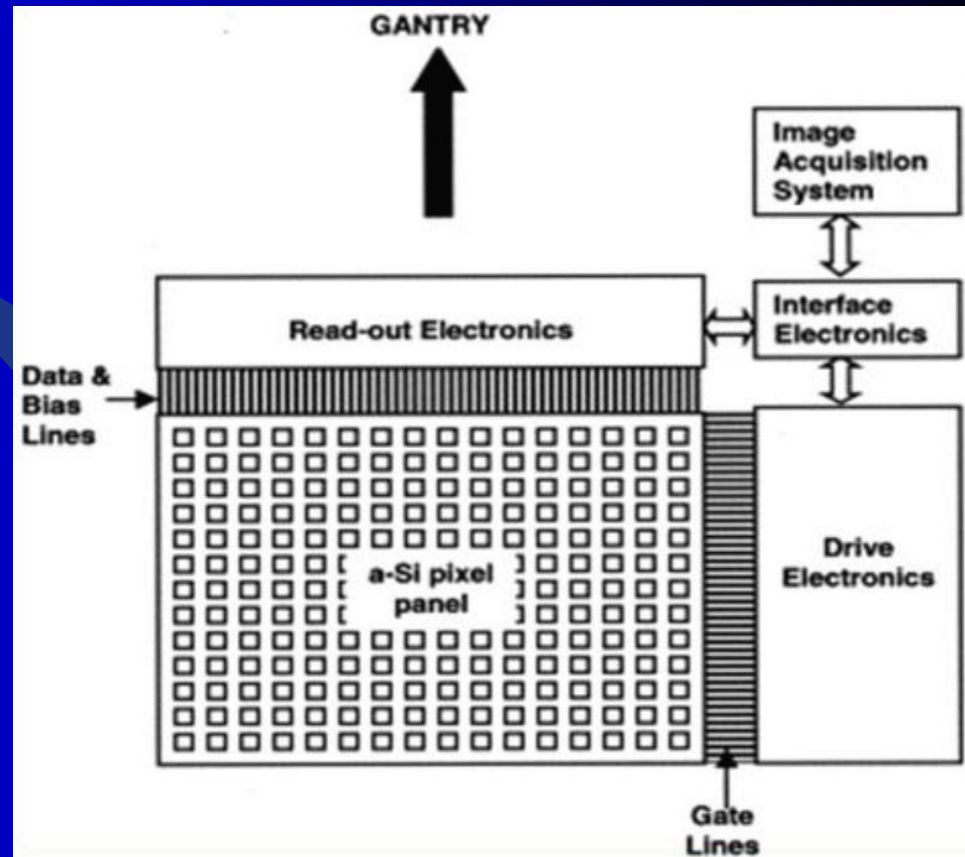
nižší dávka na snímek, lepší kvalita obrazu

vhodný pro dozimetrii, nezávislý na DR (aSi1200 – FFF svazky)



IAS 3

IAS3 (Image Acquisition Systém) - systém pro zpracování obrazu
detektor aSi1000
elektronika (snímání, zobrazení a ukládání obrázků)
kalibrace detektoru
synchronizace s LU

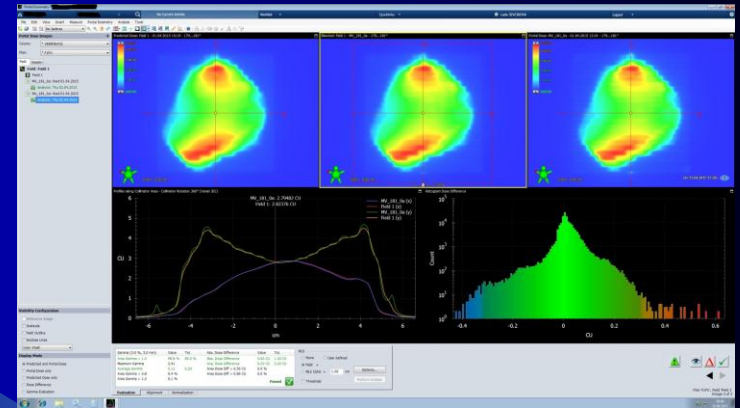


SW pro zpracování EPID snímků

Pro zpracování EPID snímků používáme následující programy.

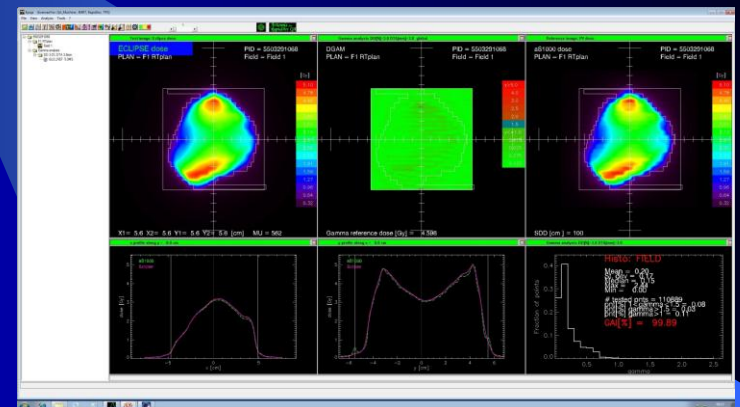
Portal Dosimetry (Varian Medical System)

- PDIP algoritmus
- integrováno do TPS
- QA ImRT a VMAT plánů
- Kontrola stability LU



EPIQA (EPIdos, s.r.o.)

- GLAaS algoritmus
- nezávislý SW – export/Import
- 4 moduly pro QA (TPS, LU, ImRT, VMAT)



SW pro zpracování EPID snímků

EPIQA

- k výpočtu 2D dávkové matice využívá stejný algoritmus jako pro výpočet klinických plánů
- absolutní hodnoty uvedeny v Gy
- vázána na hardwarový klíč (přístupná jen na stanicích kde je nainstalován, časová náročnost s importem a exportem, možná záměna importovaných dat)
- QA urychlovače (output faktory, klínové faktory, analýza profilů, PDD, FF i FFF svazky, kontrola TPS)

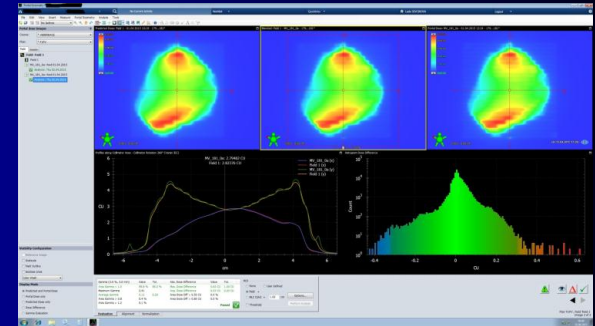
Portálová dozimetrie

- pro výpočet prediktivních obrazů se využívá PDIP algoritmus, který se nevyužívá pro výpočet 3D dávky u klinických ozařovacích plánů.
- absolutní hodnoty uvedeny v CU
- zaintegrována do ARIE (odpadají importy a exporty, součástí ARIA systému spolu s ozařovacím plánem, přístupná na všech stanicích, časová výhoda)
- je možné sledovat stabilitu některých parametrů urychlovače na kontrolních plánech (constancy trend)

Možné využití EPID

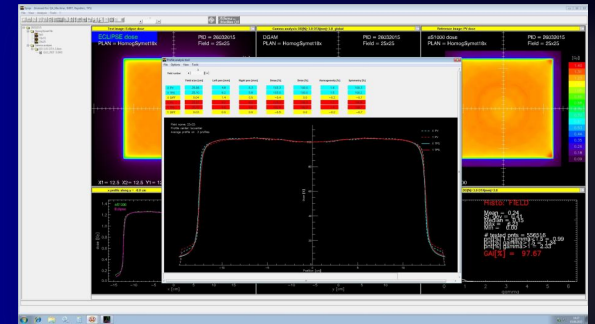
QA pacienta

- předléčebná verifikace plánů
- in-vivo dozimetrie



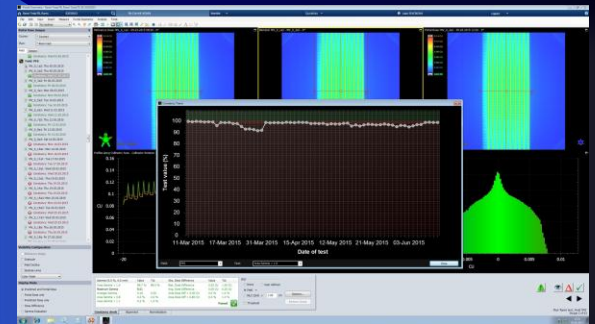
QA lineárního urychlovače

- stabilita homogenity, symetrie
- velikost radiačního pole
- stabilita energie, OF, WF, MLC
- stabilita profilů (otevřená i klínová pole)
- přesnost polohování lamel MLC



QA TPS

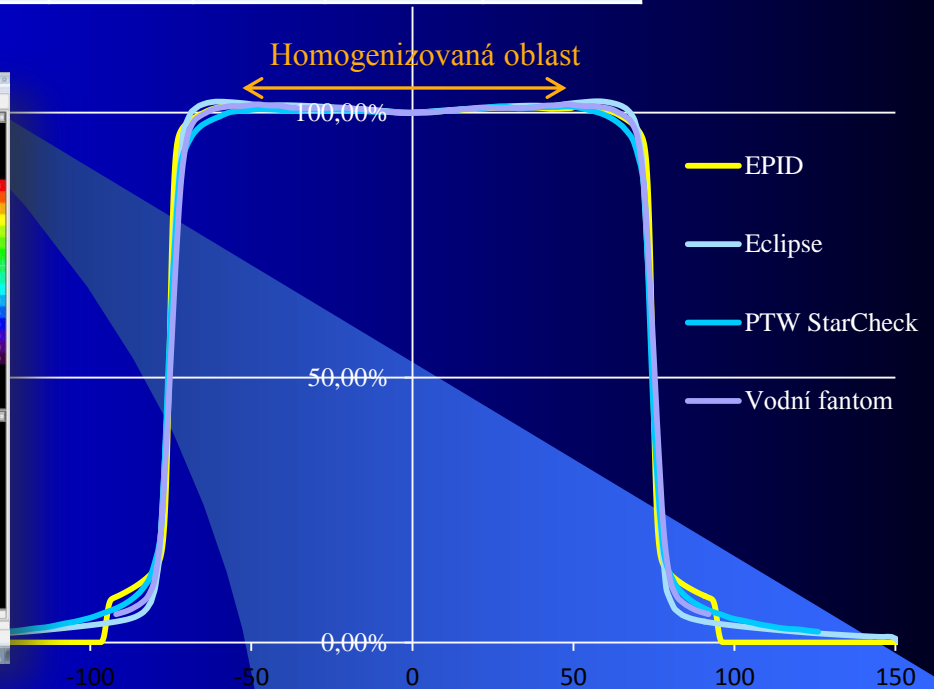
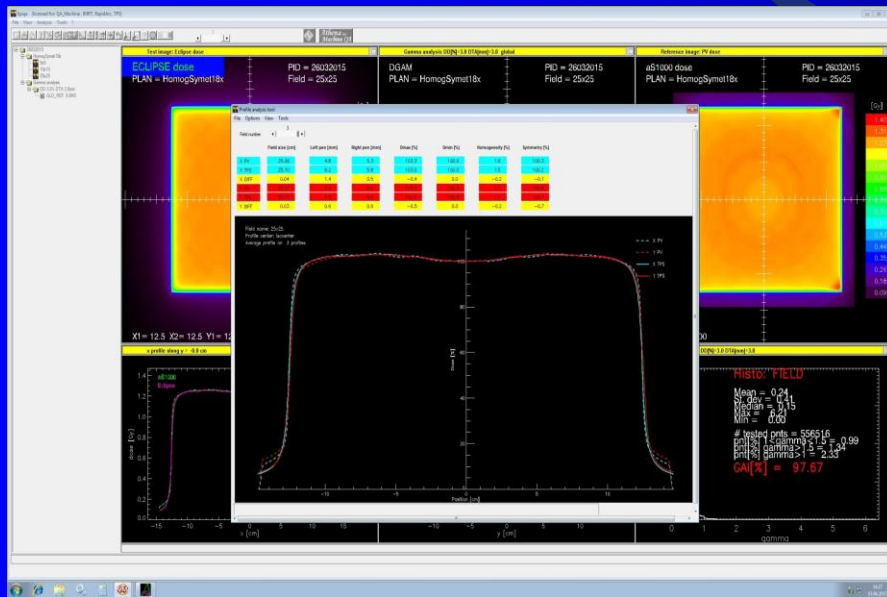
- ověření výpočetních algoritmů
- správnost konfigurace svazků
- správnost parametrů urychlovače



QA lineárního urychlovače

Měření a analýza profilů radiačního pole:

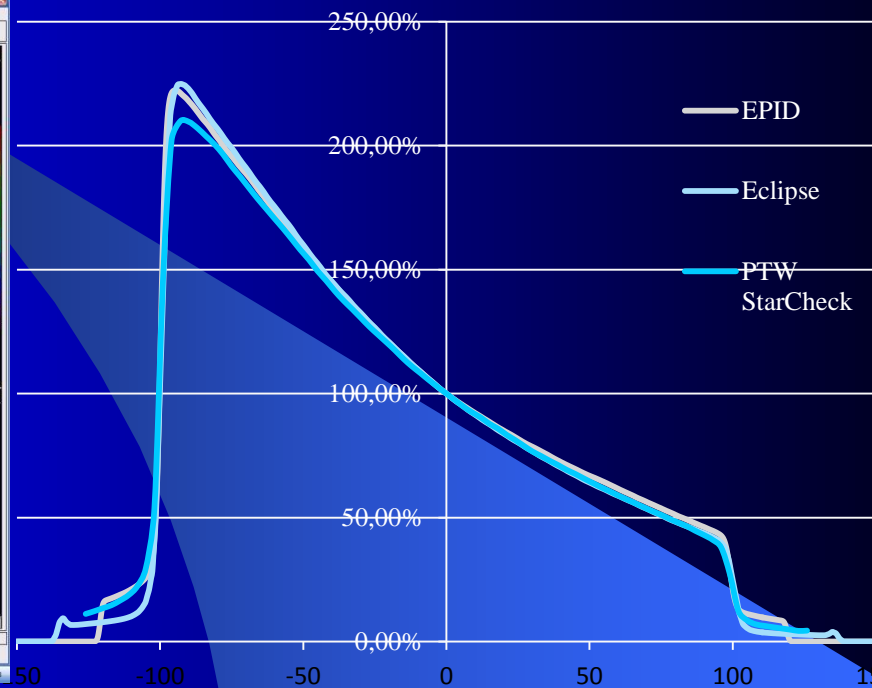
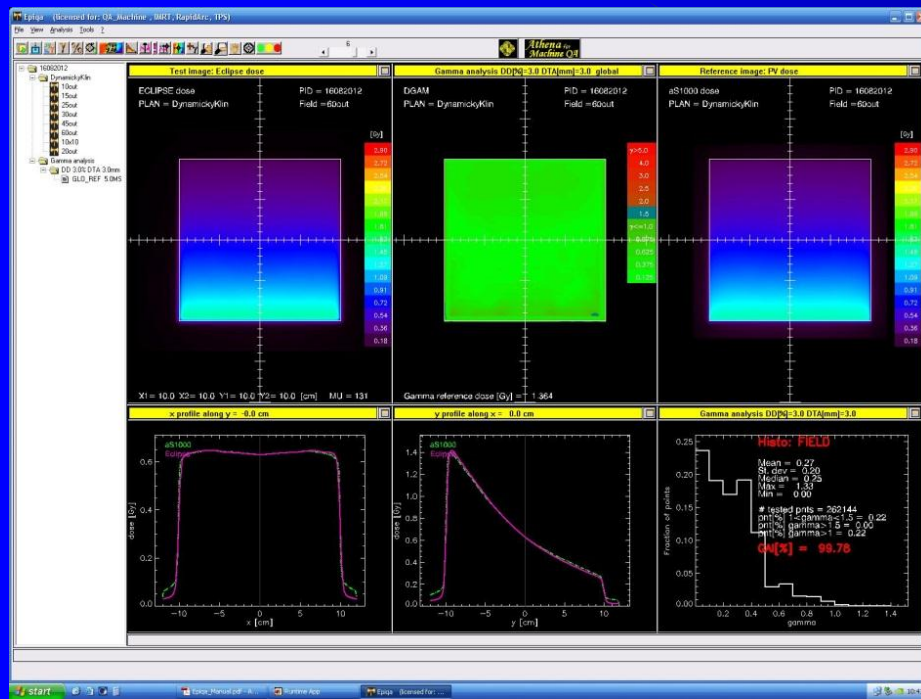
15x15	Velikost pole	Polostín	Polostín	Dmax	Dmin	Homogenita	Symetrie
	[cm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[%]	[%]
Eclipse	15.06	4.60	5.30	102.2	100.0	102.2	100.2
EPID	15.07	2.90	2.60	101.6	100.0	101.6	100.4
StarCheck	15.04	5.40	5.30	102.2	99.0	102.2	100.6
Vodní fantom	15.03	4.80	5.50	102.3	99.8	102.5	100.1



QA TPS

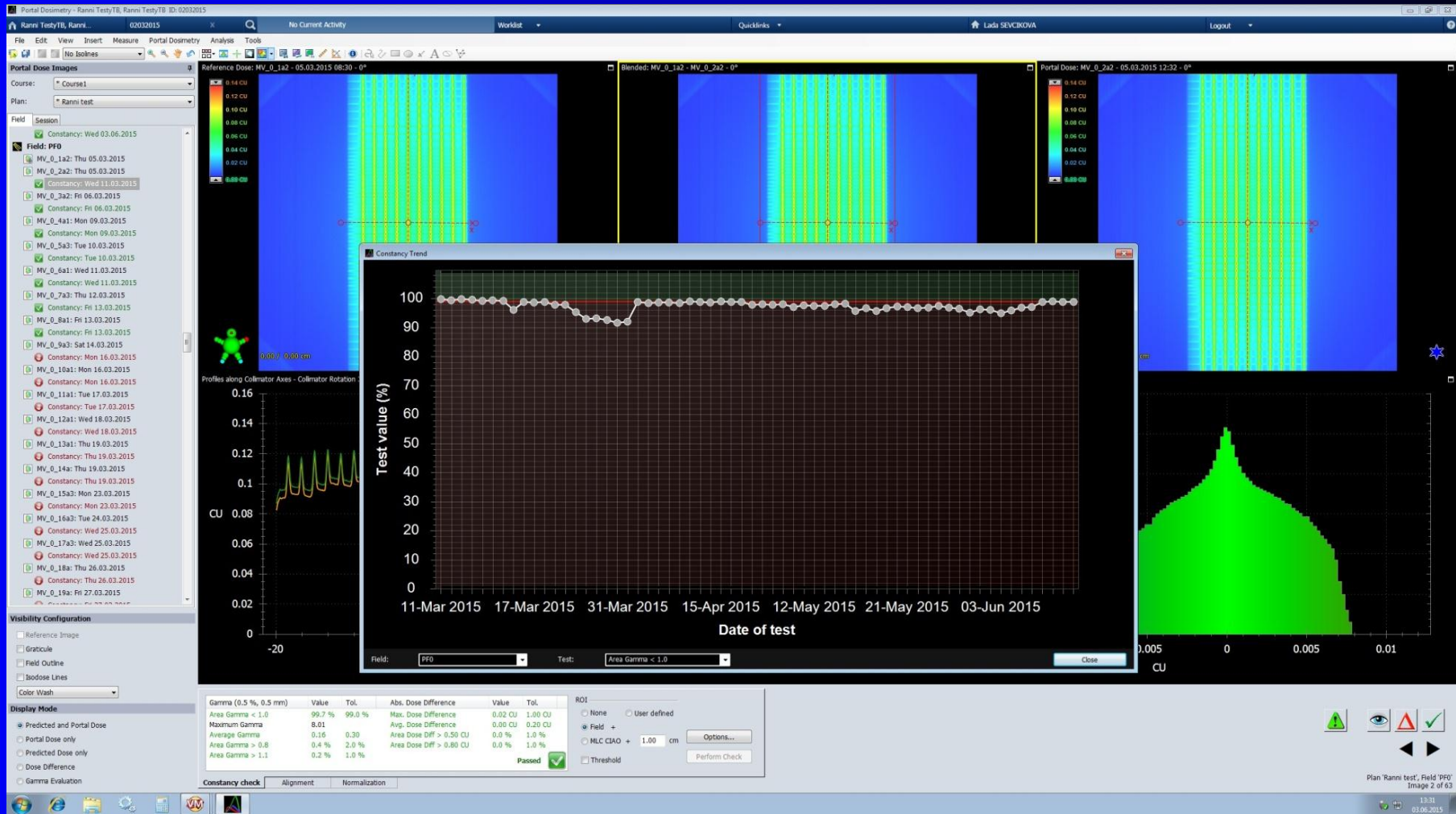
Měření a analýza radičního pole s klínovým filtrem:

- ověření orientace klínu (HW, EDW)
- sklon izodózy
- hodnota klínového faktoru



QA lineárního urychlovače

Kontrola přesnosti polohování lamel MLC – trend („Picket Fence test“)



QA pacienta

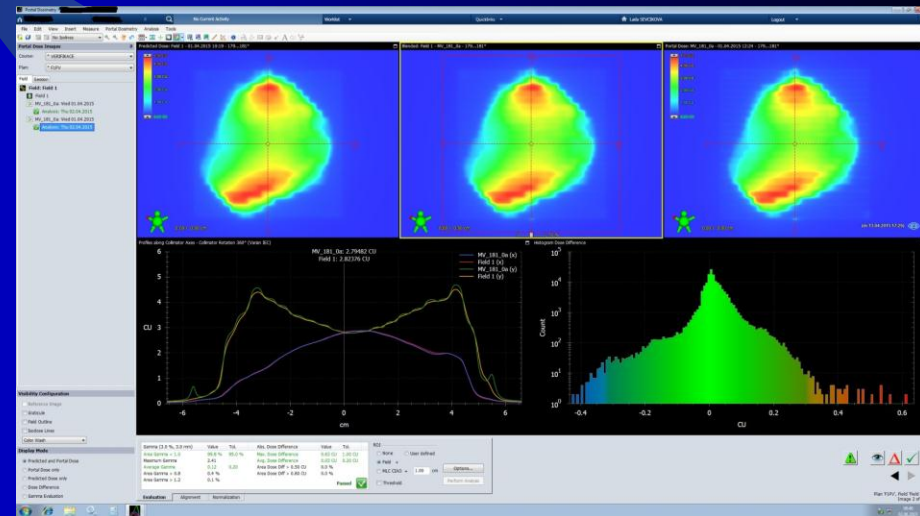
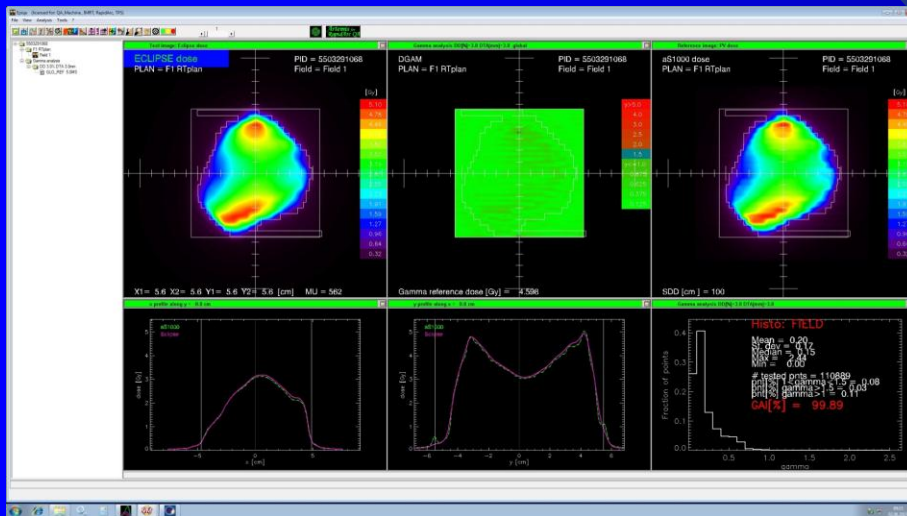
Srovnání SW pro zpracování EPID obrázků „PD“ vs. „EPIQA“)

Na souboru 36 RapidArc plánů jsme provedli vyhodnocení verifikačních plánů pomocí programu Epiqa a zároveň PD.

- Kritéria 3% / 3mm
- ROI field + 1cm
- absolutní normalizace

EPIQA

Portálová dozimetrie



QA pacienta

CLINAC 2100 CD + TRUEBEAM			PD			EPIQA		
OZAŘOVANÁ OBLAST	počet plánů	počet kyvů	Area Gamma<1 ROZSAH [%]	Area Gamma < 1 PRŮMĚRNÁ HODNOTA [%]	Average Gamma ROZSAH	Area Gamma<1 ROZSAH [%]	Area Gamma < 1 PRŮMĚRNÁ HODNOTA [%]	Average Gamma ROZSAH
hlava a krk	5	2-3	96,80-99,90	98,85	0,14 -0,28	87,81-99,91	95,12	0,18-0,51
mozek	2	4	95,60-98,80	97,36	0,19-0,26	99,60-100,00	99,80	0,15-0,18
prostata	13	1-2	96,40-99,70	98,61	0,12-0,27	99,06-100,00	99,82	0,12-0,2
rectum	10	2	93,00-99,90	96,25	0,16-0,38	86,86-100,00	95,7	0,13-0,55
gynekologická oblast	6	2	90,20-99,30	96,89	0,17-0,33	92,30-99,98	97,34	0,16-0,48

Stabilita portálové dozimetrie

Předpokladem pro využití EPID pro dozimetrická měření:

- ❑ Mechanická přesnost ramena EPID
- ❑ Stabilita dozimetrických charakteristik EPID (kalibrační faktor, *nezávislost na dávkovém příkonu*, linearita a reprodukovatelnost)

Literatura:

- Pasma KL, Kroonwijk M, de Boer JCJ, Visser AG, Heijmen BJM. Accurate portal dose measurement with a fluoroscopic electronic portal imaging device for open and wedged beams and dynamic multileaf collimation. *Phys Med Biol.* 43, 1998
- McCurdy BMC, Luchka K, Pistorius S. Dosimetric investigation and portal dos image prediction using an amorphous silicon electronic portal imaging device. *Med Phys.* 28(6), 2001
- Greer PB, Popescu CC. Dosimetric properties of an amorphous silicon electronic portal imaging device for verification of dynamic intensity modulated radiation therapy. *Med Phys.* 30, 2003
- Wartekin B, Steciw S, Rathee S, Fallone Dosimetric IMRT verification with a flat-panel EPID. *Med Phys.* 30, 2003
- VanEsch A, Depuydt T, Huyskens DP. The use of an aSi-based EPID for routine absolute dosimetric pre-treatment verification of dynamic IMRT fields. *Radiother Oncol.* 71, 2004
- Van Elmpt, W., Ezzell, G.A.: EPID dosimetry must soon become an essential component of IMRT quality assurance, *Med. Phys.* 36 (10), October 2009

Stabilita portálové dozimetrie

Doporučené požadavky na EPID

Mechanická přesnost ramena EPID

Clinac iX ≤ 2.0 mm

TrueBeam ≤ 0.5 mm

Stabilita kalibračního faktoru EPID

pole 10x10cm na CP $\leq 2\%$

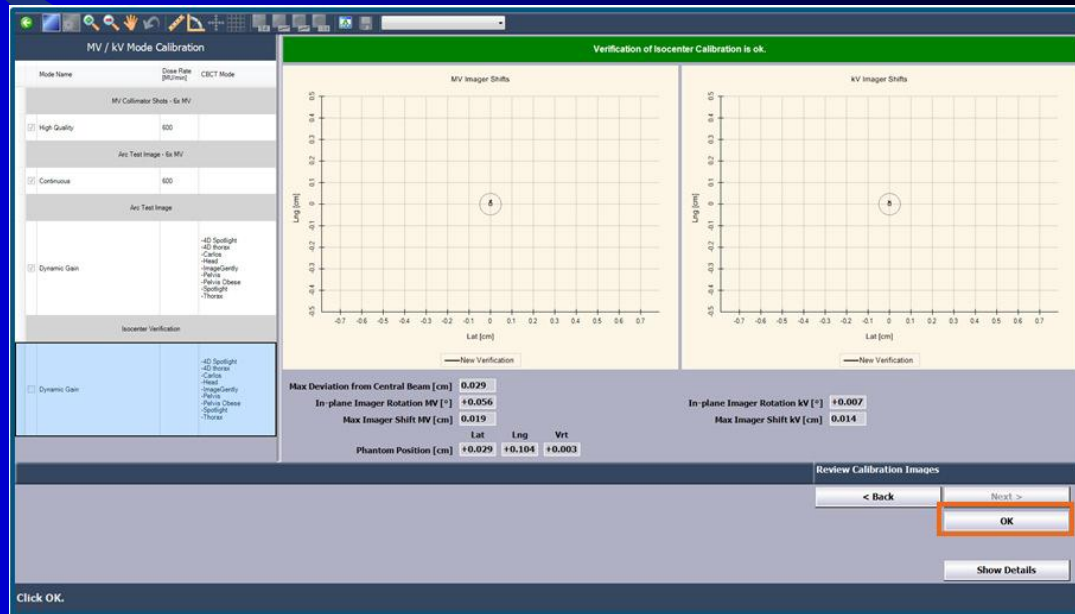
Linearita a reprodukovatelnost

(10 ... 800 MU) $\leq 2\%$

Závislost na dávkovém příkonu $\leq 2\%$

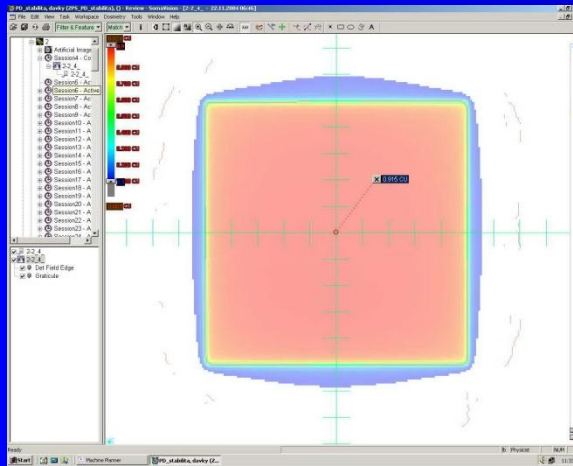
Stabilita portálové dozimetrie

- Mechanická přesnost ramena EPID
 - Měření přesnosti dojezdu kazety do předepsané polohy
 - Tuhost ramene (vliv gravitace)
 - SID = 100cm, X = 0,0cm, Y = 0,0cm
 - Tolerance ≤ 2.0 mm, resp. ≤ 0.5 mm pro TrueBeam
 - Frekvence: týdenní zkouška

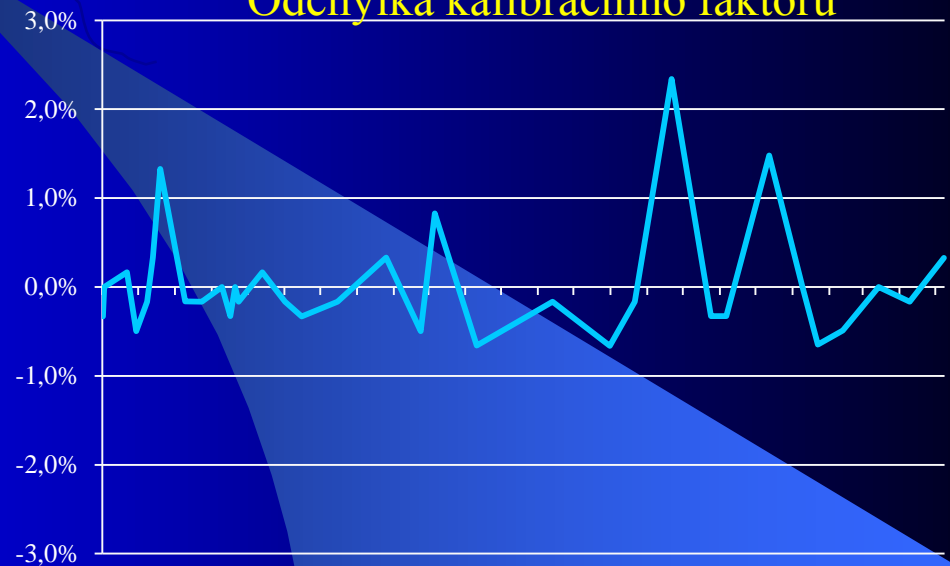


Stabilita portálové dozimetrie

- Stabilita kalibračního faktoru EPID
 - pole 10x10cm SID = 100cm
 - počet MU = 100
 - odezva na CP = 1,000
 - odchylka $\leq 2\%$
 - frekvence: měsíční zkouška



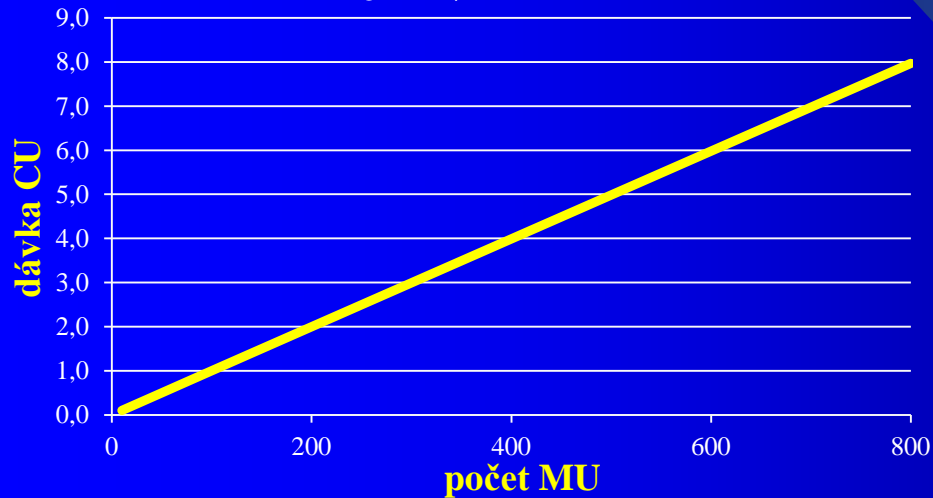
Odchylka kalibračního faktoru



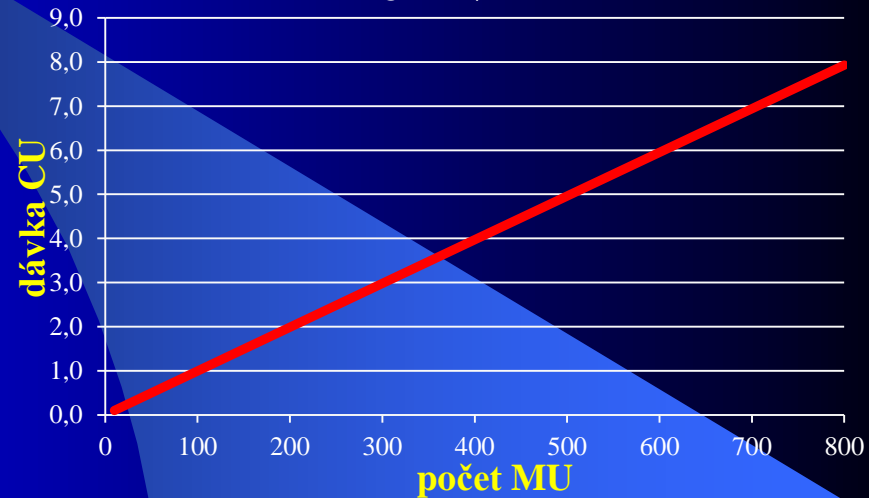
Stabilita portálové dozimetrie

- Linearita EPID
 - pole 10x10cm SID = 100cm
 - Dávka 10 – 800MU
 - Maximální DR

10 MV - FFF

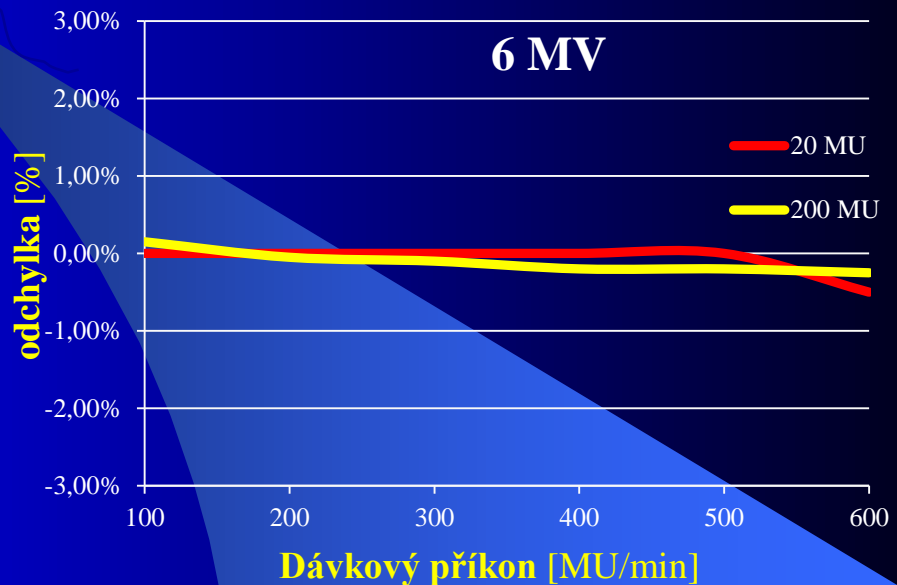
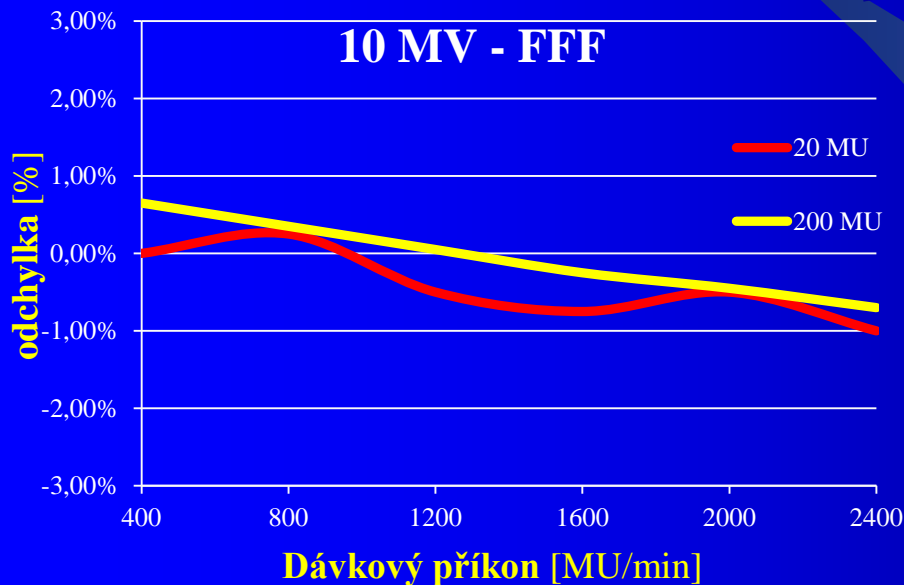


6 MV



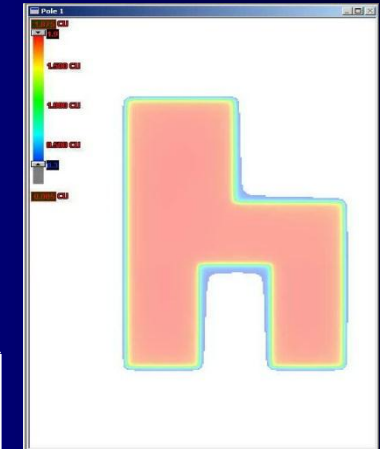
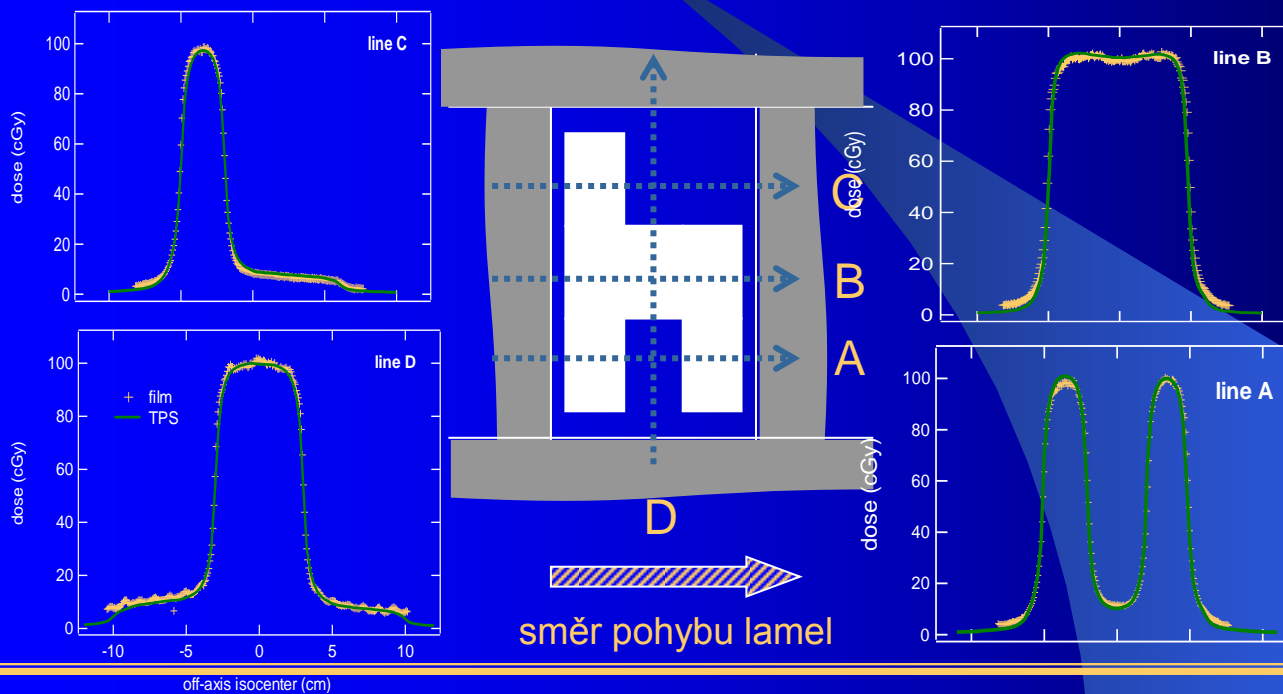
Stabilita portálové dozimetrie

- Nezávislost odezvy EPID na dávkovém příkonu
 - pole 10x10cm SID = 100cm
 - Dávka 20 MU a 200 MU
 - Dávkový příkon v celém rozsahu

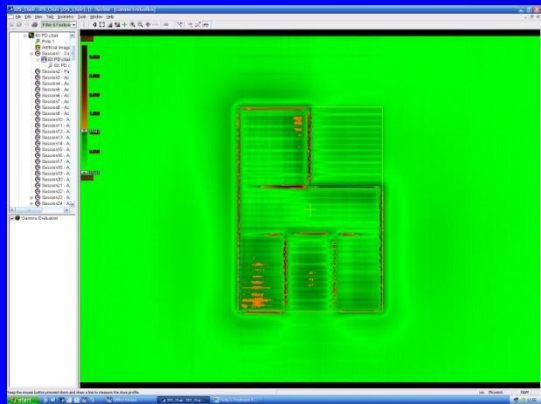
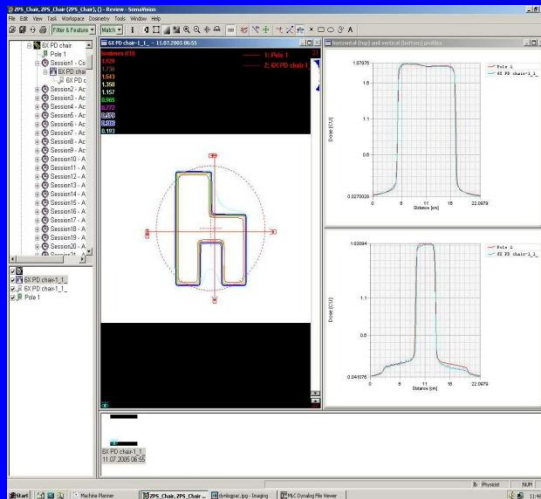


Stabilita portálové dozimetrie

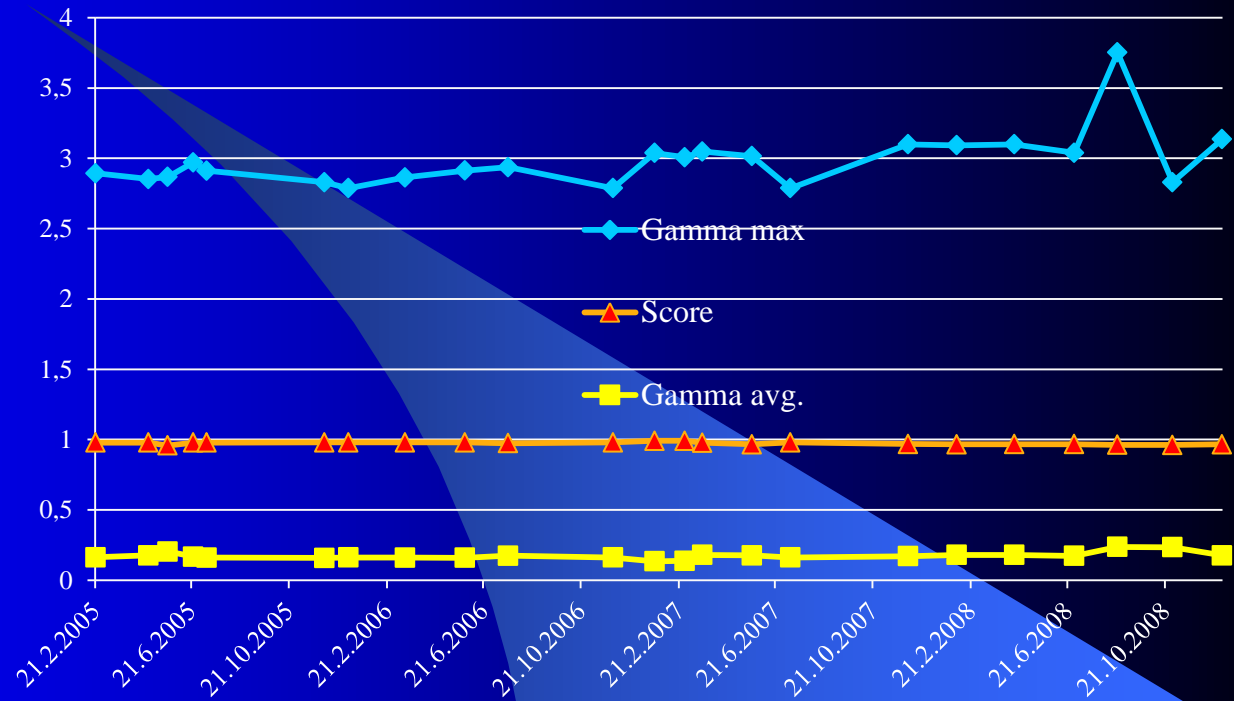
- Stabilita a funkčnost EPID
 - opakované ozáření stejného kontrolního plánu
 - kritéria: 3% resp. 3mm
 - Gamma analýza, srovnání profilů
 - Frekvence: týdenní zkouška



Stabilita portálové dozimetrie



Hodnoty Gamma analýzy



ZÁVĚR:

Z našich dosavadních zkušeností vyplývá, že EPID je možné využít nejen pro kontrolu správné polohy pacienta při ozařování, ale i pro před-léčebné ověření ozařovacích plánů (ImRT, VMAT) a zkoušek provozní stálosti lineárního urychlovače či jeho součástí.

Praktické zkušenosti ukazují, že jde o spolehlivý a efektivní dozimetrický systém. Jeho hlavní předností jsou jednoduchost, rychlost a vysoké prostorové rozlišení.

Tento systém může zjednodušit a nahradit řadu pracných a časově náročných testů.

Děkuji za pozornost