



# Srovnání různých typů osobních dozimetrů

Daníčková K.<sup>1</sup>, Chmelová D.<sup>1</sup>,  
Solný P.<sup>2</sup>, Nguyen T.T.<sup>3</sup>

1- KM FN Motol

2- KNME FN Motol

3- FBMI ČVUT



# Obsah sdělení

- Motivace
- Metodika - radiodiagnostika
- Výsledky - radiodiagnostika
- Závěr
- Metodika - nukleární medicína
- Výsledky - nukleární medicína
- Závěr

# Sdělení prof. Čecháka, DRO 2013

- Každoroční srovnávací měření systémů osobní dozimetrie používaných v ČR dle ISO 4037.
- všechny organizace provádějící služby osobní dozimetrie, ČMI-IIZ, (ozařování dozimetrů) a KDAIZ.
- všechny typy dozimetrů používané v ČR v osobní dozimetrii fotonových polí: Filmové dozimetry, OSL, TLD i elektronické dozimetry.

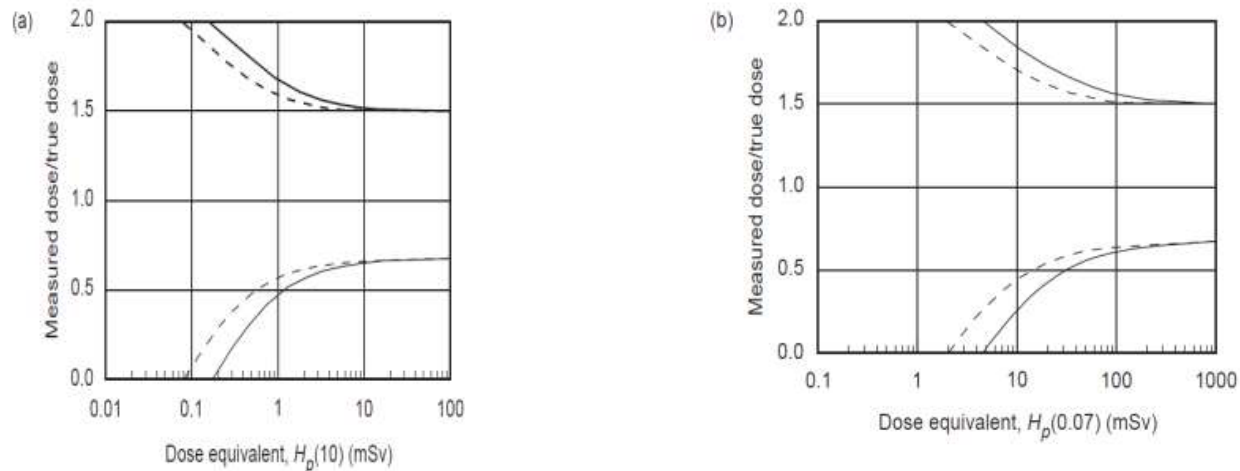


FIG. 2. Acceptable upper and lower limits for the ratio measured dose/conventional true dose as a function of dose: (a) for  $H_p(10)$ ; and (b) for  $H_p(0.07)$ . (Broken lines: monthly monitoring periods; solid lines: two-month monitoring periods.)

# Sdělení prof. Čecháka, DRO 2013

- V posledních letech - změna dozimetrických systémů na lékařských pracovištích → nárůst průměrných hodnot
- Porovnávací měření KDAIZ
- Výsledky - OSL dozimetrický systém nadhodnocuje výsledky v oblasti nízkých energií a velkých úhlů
- To může vést k nadhodnocení změřených hodnot Hp(10) v intervenční radiologii a kardiologii.





# Situace ve FN Motol – intervenční kardiologie a radiologie

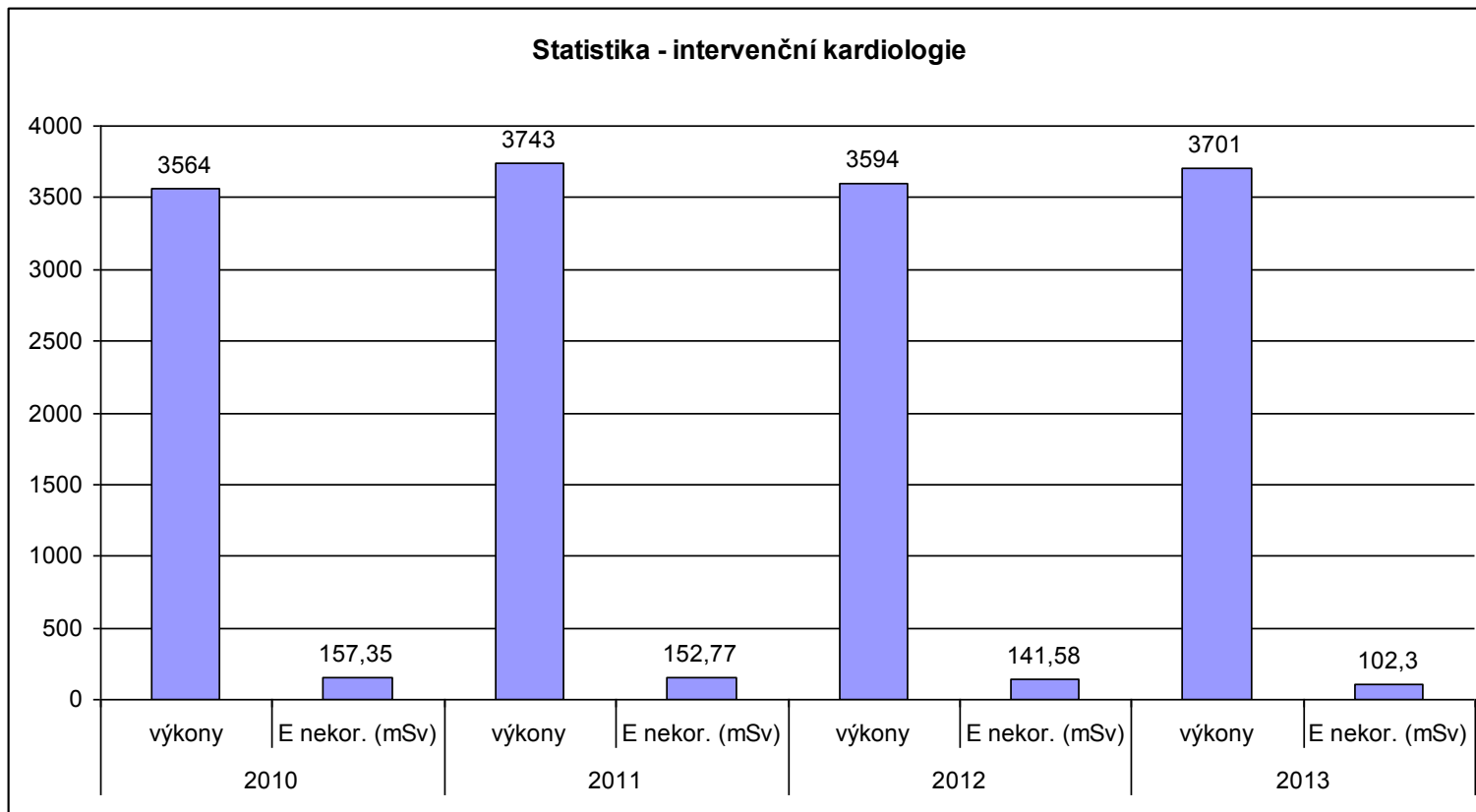
- 3 sály intervenční kardiologie, 1x děti
- 1 sál intervenční radiologie, 2x skiaskopie, 1xděti, 1x ERCP, 1x CT fluoro
- Osobní dávky – nejvyšší, pravidelně přes 20mSv/rok (nekorigované)
- Přejechod na OSL 2009
- Dohlížející osoba zaznamenává nárůst protokolů o přešetření osobní dávky zaslaných na SUJB



# Statistika – intervenční kardiologie

	2010				2011				2012				2013			
	Výkony			E (nekor.)	Výkony			E (nekor.)	Výkony			E (nekor.)	Výkony			E (nekor.)
	CA	PCI	Angio +PTA	mSv	CA	PCI	Angio +PTA	mSv	CA	PCI	Angio +PTA	mSv	CA	PCI	Angio +PTA	mSv
1	473	116		25,54	454	105		22,64	88	21		2,14				
2	440	103		11,06	493	179		43,71	413	133		25,53	575	213		26,98
3	149	109		31,59	391	194		25,83	145	95		23,43	284	173		29,85
4	475	20	417	61,64	387	21	632	43,46	601	29	412	53,18	519	18	659	33,47
5	558	189		16,62	137	44		6,9	265	104		7,93	413	190		8,06
6	389	126		10,9	394	175		8,63	245	125		8,44	393	196		3,94
7					47	20		1,6	606		312	20,93				
8					50	20		0					50	18		0
$\Sigma$	2484	663	417	157,4	2353	758	632	152,77	2363	507	724	141,6	2234	808	659	102,3

# Výkony vs. Dávky - kardiologie



rok	2010	2011	2012	2013
<b>E nekorigovaná (mSv) /výkon</b>	<b>0,044</b>	<b>0,041</b>	<b>0,039</b>	<b>0,027</b>

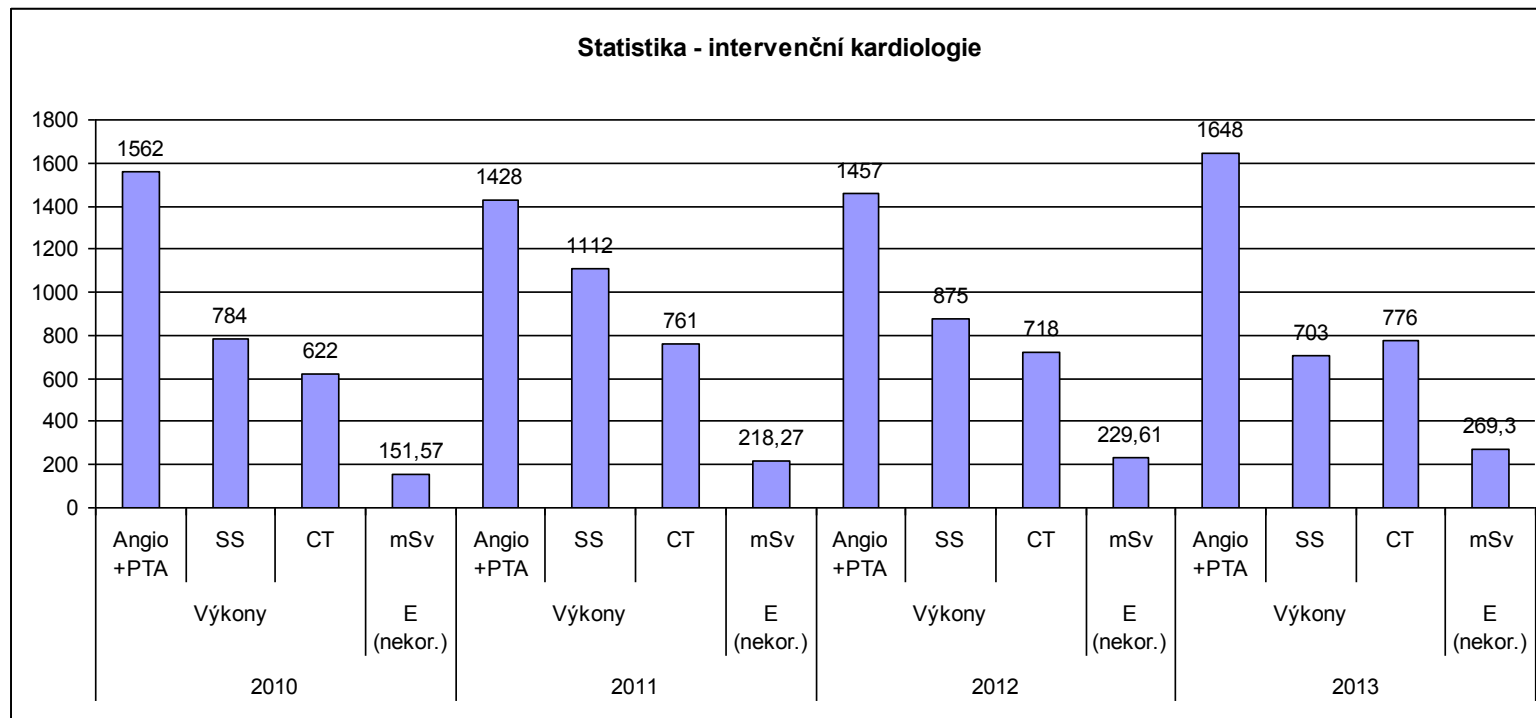


# Statistika – intervenční radiologie

	2010				2011				2012				2013			
	Výkony			E nekor. mSv	Výkony			E nekor. mSv	Výkony			E nekor. mSv	Výkony			E nekor. mSv
	Angio +PTA	SS	CT		Angio +PTA	SS	CT		Angio +PTA	SS	CT		Angio +PTA	SS	CT	
1	229	17	42	16,86	214	23	78	24,47	194	11	57	30,1				
2	13	434	223	15,54		303	233	24,49		510	261	17,66		186	252	21,68
3	731	255	329	42,87	517	313	412	52,55	450	89	338	64,97	396	27	336	79,85
4	236	65	28	32,25	336	25	38	29,76	457	61	38	55	544	34	50	70,77
5	353	13		44,05	179			31,66	141			22,72	116		2	13,1
6						357		19,43	9	94		10,5	119	230	10	11,03
7					182	91		35,91	195	85	24	28,66	407	151	108	62,11
8									11	25			66	75	18	10,76
Σ	1562	784	622	151,57	1428	1112	761	218,27	1457	875	718	229,61	1648	703	776	269,3



# Výkony vs. Dávky - radiologie



rok	2010	2011	2012	2013
E nekorig (mSv)/výkon	0,051	0,066	0,075	0,086

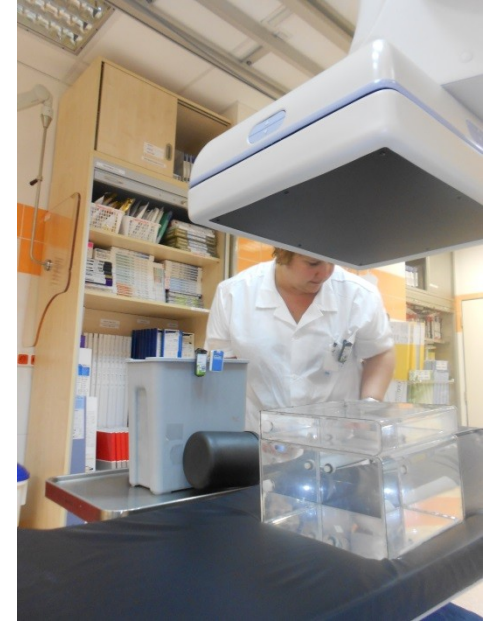


# Metodika - radiodiagnostika

- K dispozici 12 filmových dozimetrů
- 5 intervečních radiologů, 5 kardiologů, 1 RA asistent, 1x pozadí
- Měsíční vyhodnocení Hp(10)
- OSL monitorování rutinně
- Ruční výměna vždy obou typů ve stejný den ráno (před počátkem práce)

# Metodika - radiodiagnostika

- Dozimetry nošeny vedle sebe na referenčním místě
- Lékaři na zástěrách
- Experimentální ozáření na fantomu – simulace opravdových podmínek na angiografickém sále (projekce)





# Výsledky – intervenční kardiologie

Kardio	3.1.-27.1.2014					3.1.-27.1.2014			
Pracovník/ výkon	CA	PCI	Ang	Součet	Hp(10) [mSv]		Rozdí [mSv]	Rozdíl (%)	Rozdíl (%)
					Film	OSL			
20	49	19		68	3,37	5,36	1,99	159	159
15	16	10	2	28	0,47	3,03	2,56	645	
24	39	1	18	58	3,08	6,03	2,95	196	196
19	23	13	1	37	0,74	1,56	0,82	211	211
18	38	1	1	40	0,48	1,02	0,54	213	213
<b>Součet</b>	<b>165</b>	<b>44</b>	<b>22</b>	<b>231</b>			<b>Průměr</b>	<b>285</b>	<b>195</b>

Kardio	28.1.-27.2.2014					28.1.-27.2.2014			
Pracovník/ výkon	CA	PCI	Ang	Součet	Hp(10) [mSv]		Rozdí [mSv]	Rozdíl (%)	Rozdíl (%)
					Film	OSL			
20	45	14		59	0,90	1,2	0,3	133	133
15	28	19		47	0,62	3,94	3,32	635	
24	47	2	43	92	2,83	4,32	1,49	153	153
19	67	36	1	104	0,69	1,33	0,64	193	193
18	20	8		28	0,36	0,51	0,15	142	142
<b>Součet</b>	<b>207</b>	<b>79</b>	<b>44</b>	<b>330</b>			<b>Průměr</b>	<b>251</b>	<b>155</b>



# Výsledky – intervenční radiologie

KZM	3.1.-27.1.2014												3.1.-27.1.2014					
Pracovník/výkon	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Součet	Hp(10) [mSv]		Rozdíl [mSv]	Rozdíl (%)	Rozdíl (%)
	film		OSL															
21			1	1	4	13	7	9					35	0,79	0,67	-0,12	85	85
23	29								14	1			44	1,51	3,23	1,72	214	214
22	23			1					9	1			34	1,57	4,3	2,73	274	274
25	2								1			1	4	0,00	6,35	6,35		
17	15	2		8	2	12			10			1	50	1,29	1,97	0,68	153	153
16													0	0,09	0,05	-0,04	56	56
<b>Součet</b>	<b>69</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>167</b>			<b>Průměr</b>	<b>156</b>	<b>156</b>

Výkon	název
3	Angiografie DK (80%)
4	Pasáž trávicí trubici
5	Enteroklýza
6	Polykací akt
7	Irrigografie
8	ERCP
9	PRT na CT
10	CT biopsie
11	Angioplastika(PTA)
12	Flebografie HK
13	Perkutánní transhepatitická cholangografie (PTC)
14	Cystouretrografie (CUG)

# Výsledky – intervenční radiologie

KZM	28.1.-27.2.2014													28.1.-27.2.2014				
Pracovník/výkon	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Součet	Hp(10) [mSv]		Rozdíl [mSv]	Rozdíl (%)	Rozdíl (%)
	Film		OSL															
21		2			6	1	16	13					38	1,39	2,14	0,75	154	154
23	14								5		3		22	1,24	3,06	1,82	247	247
22	24			6			12	10	10		2		64	1,64	8,69	7,05	530	
25	9								8				17	0,91	1,67	0,76	184	184
17	20	1							12			2	35	0,99	1,46	0,47	147	147
16													0	0,04	0,05	0,01	125	125
<b>Součet</b>	<b>67</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>176</b>			<b>Průměr</b>	<b>231</b>	<b>171</b>

Výkon	název
3	Angiografie DK (80%)
4	Pasáž trávicí trubcí
5	Enteroklyza
6	Polykací akt
7	Irrigografie
8	ERCP
9	PRT na CT
10	CT biopsie
11	Angioplastika(PTA)
12	Flebografie HK
13	Perkutánní transhepatická cholangografie (PTC)
14	Cystouretrografie (CUG)



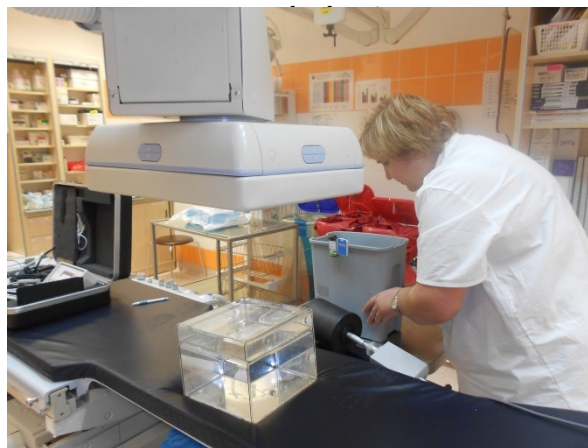
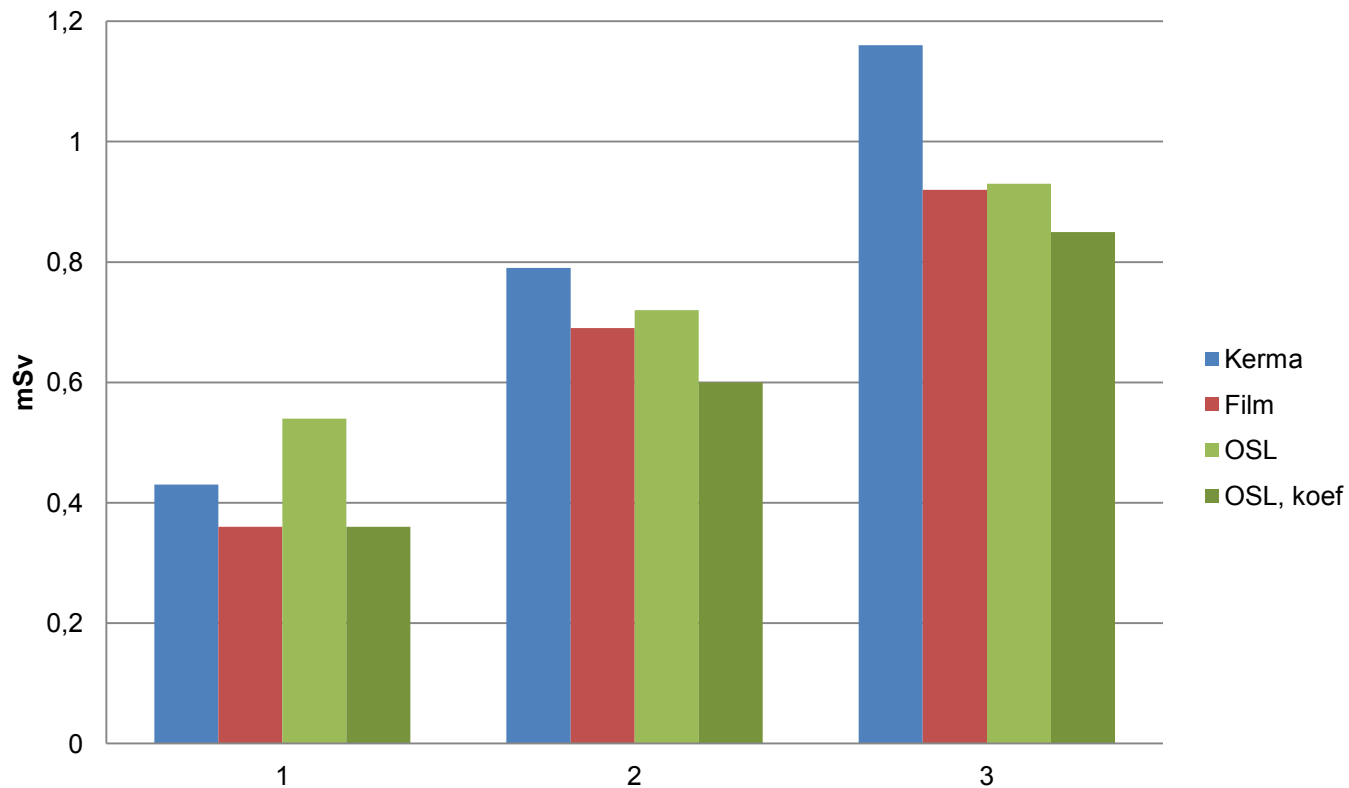
# Výsledky – fantom

Experiment							Vyhodnocení dozimetrů		
Měření	č. FILM	č. OSL	v (cm)	d (cm)	Projekce	Změřená kerma (mGy)	FILM	OSL	OSL , VF
1	26	4	118	63	AP/PA	<b>0,43</b>	<b>0,36</b>	<b>0,54</b>	0,36
2	27	1	118	63	AP/PA	<b>1,16</b>	<b>0,92</b>	<b>0,93</b>	0,85
3	28	2	118	63	AP/PA	<b>0,79</b>	<b>0,69</b>	<b>0,72</b>	0,6
4	29	3	118	76	LAO 50, CC 0	<b>0,42</b>	<b>0,69</b>	<b>0,51</b>	0,54
5	30	5	118	76	RAO 50, CC 0	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>0,63</b>	0,43
6	31	6	118	76	LAO 31, CC 20	<b>0,39</b>	<b>0,5</b>	<b>0,65</b>	0,63

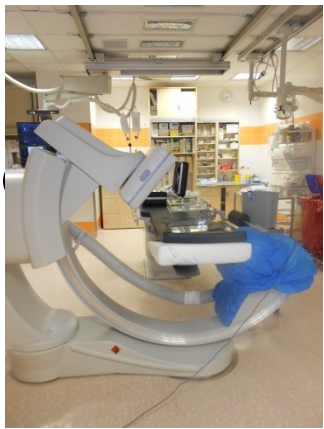
v = vzdálenost dozimetrů od země

d = vzdálenost dozimetrů od pacienta

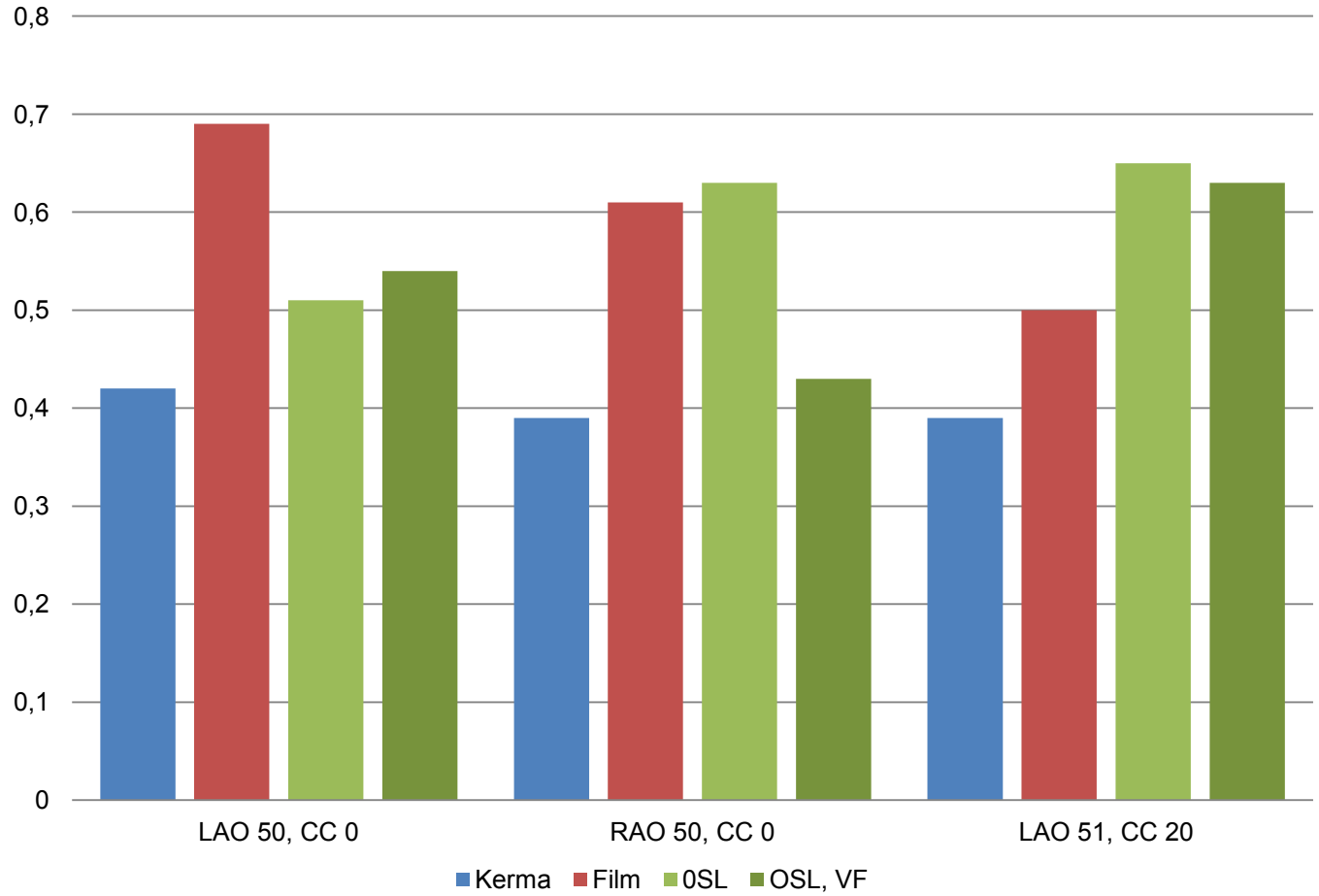
# Srovnání dozimetrů PA-projekce







## Srovnání dozimetrů - šikmé projekce



# Závěr - radiodiagnostika

- Rozdíly mezi dozimetrickými systémy   
**100% !!!**
- Který systém lépe odpovídá skutečnému ozáření ?
  - Fantom – OSL ~ 75% filmu
  - Pracovníci – OSL ~ 150% filmu
- Možná kombinace obou typů...





# Situace ve FN Motol KNME

- Ambulance KNME – vyšetřovny, aplikační místnosti, RAFA laboratoř
- Lůžková stanice – terapie  $^{131}\text{I}$  a  $^{131}\text{I}$  MIBG
- Osobní dávky – nejvyšší  $< 7$  mSv rok
- **Přechod na OSL 2009**



# Ambulance NM

- Příprava RAFA – 2x týdně MoTc generátor (cca 60GBq/týdně)
- Vyšetření pacientů a standardní diagnostické aplikace a vyšetření NM
- Terapeutické aplikace  $^{153}\text{Sm}$  – kostní metastázy,  $^{90}\text{Y}$  – klouby



# Lůžková stanice

- -2 LS
  - Zajištění diagnostického a terapeutického podání  $^{131}\text{I}$  (roztok)
  - 70-90 GBq / týden
  - umístění pacientů bezprostředně po terapii
  - Odpady a lůžkoviny s vyšší kontaminací
- -1 LS
  - Umístění pacientů po diagnostice
  - 4 den i pacienti po terapii



# Výkony vs. dávky

- Nepozorován žádný výrazný nárůst hodnot při vyhodnocování osobních dozimetrů (profesní ozáření)
- ( $H_p(10) < 0,05 \text{ mSv}$ )
- Záznamy jen pro personál radioiodové laboratoře



# Metodika – KNME

- K dispozici 13 filmových dozimetrů
- Ambulance KNME
  - Pracovníci RAFA (2), radiologičtí asistenti (2), 1x pozadí
- Lůžkové stanice KNME
  - Laboranti pracující s  $^{131}\text{I}$  (2), sestry (3), úklid (3)



# Metodika KNME

- Měsíční vyhodnocení Hp(10)
- OSL monitorováno rutinně
- Ruční výměna vždy obou typů ve stejný den ráno (před počátkem práce)
- Kontrola kontaminace dozimetrů





# Metodika - KNME

- Dozimetry nošeny vedle sebe na referenčním místě
- Lékaři jen OSL (minimální zátěž)
- Experimentální ozáření na fantomu – simulace opravdových podmínek na -2LS – pacienti po terapii  $^{131}\text{I}$
- Vodní fantom, ampule s  $^{131}\text{I}$
- Porovnání s měřením  $H(x)$

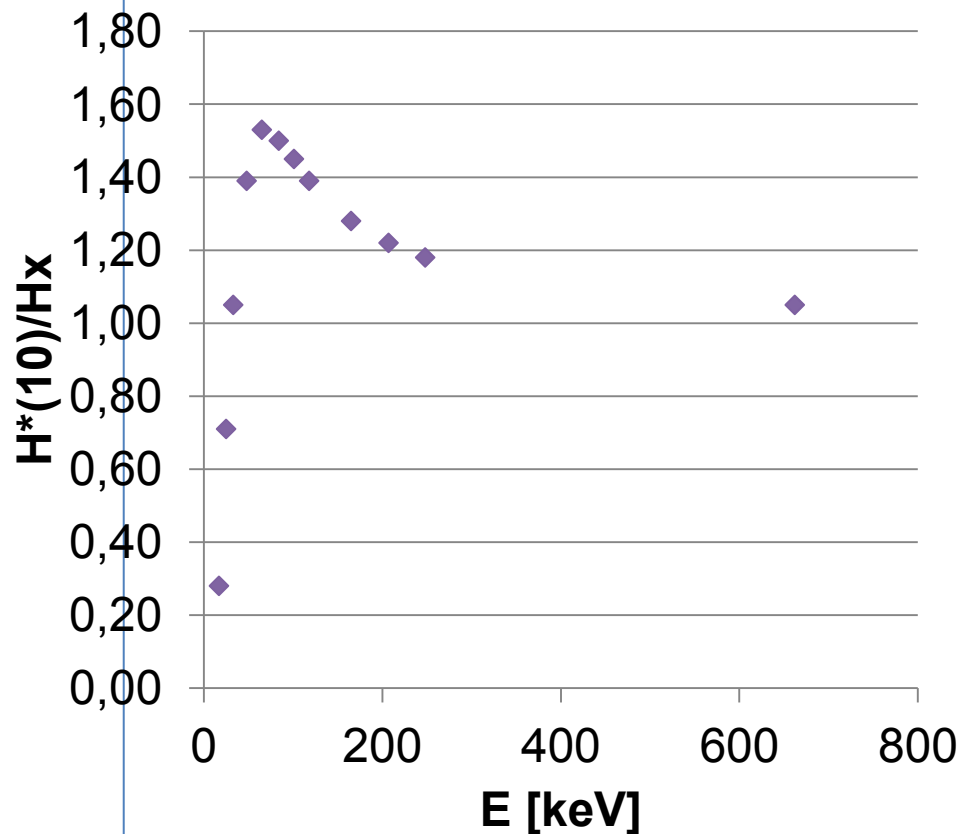
# Metodika - EXPERIMENT



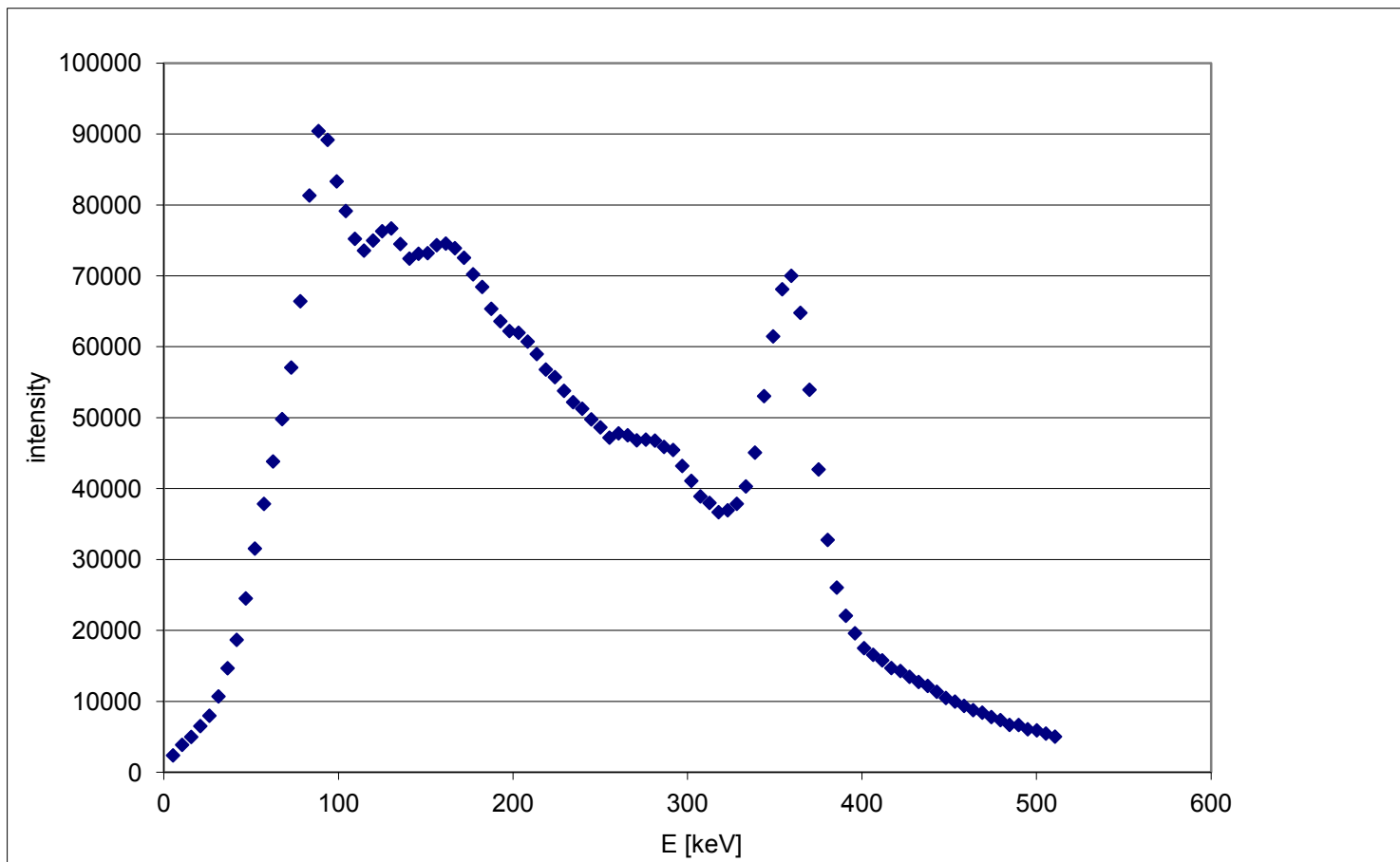


# Metodika - EXPERIMENT

- Dozimetry umístěny na vodní fantom
- Vzdálenost volena „vhodně“
  - 1,25 m pro první ozařování
  - 0,6 m při druhém
- Co je Hx (měřeno FH40G)
- Porovnatelnost výsledků s měřením?

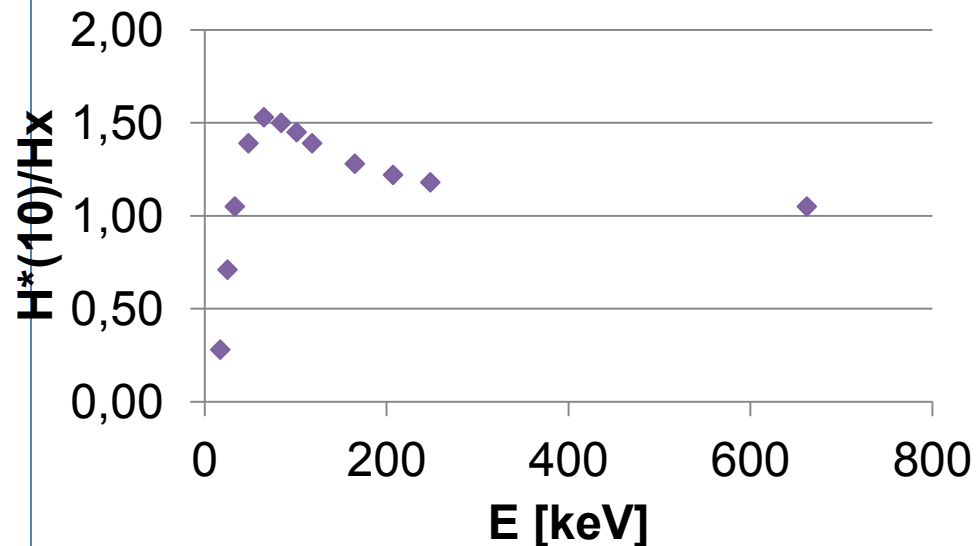


# Spektrum záření (vodní fantom JKA 300)



# Metodika - EXPERIMENT

- Dozimetry umístěny na vodní fantom
- Vzdálenost volena „vhodně“
  - 1,25 m pro první ozařování
  - 0,6 m při druhém
- Co je  $H_x$  (měřeno FH40G)
- Porovnatelnost výsledků s měřeními?
- Vážený koeficient  $H^*(10)/H_x = 1,29$ 
  - Stejně to nepomůže





# Výsledky

Ambulance 31.1.-28.2.2014

Pracovník	Činnost	Hp(10) [mSv]	
		Film	OSL
2	RAFA	0,00	□0,05
3	RAFA	0,00	□0,05
4	Aplik	0,03	□0,05
5	Aplik	0,02	□0,05

Ambulance 31.1.-28.2.2014

Pracovník	Činnost	Hp(10) [mSv]	
		Film	OSL
2	RAFA	0,00	<0,05
3	RAFA	0,02	0,07
4	Aplik	0,03	0,12
5	Aplik	0,02	<0,05

Lůžkové oddělení 3.1.-31.1.2014

Pracovník	Činnost	Hp(10) [mSv]	
		Film	OSL
6	Aplik	0,05	0,39
7	Aplik	0,03	0,32
8	Sestra	0,00	0,13
9	Úklid	0,00	□0,05
10	Úklid	0,00	□0,05

Lůžkové oddělení 31.1.-28.2.2014

Pracovník	Činnost	Hp(10) [mSv]	
		Film	OSL
6	Aplik	0,00	0,26
7	Aplik	0,00	0,37
8	Sestra	0,00	□0,05
9	Úklid	0,00	□0,05
10	Úklid	0,00	□0,05

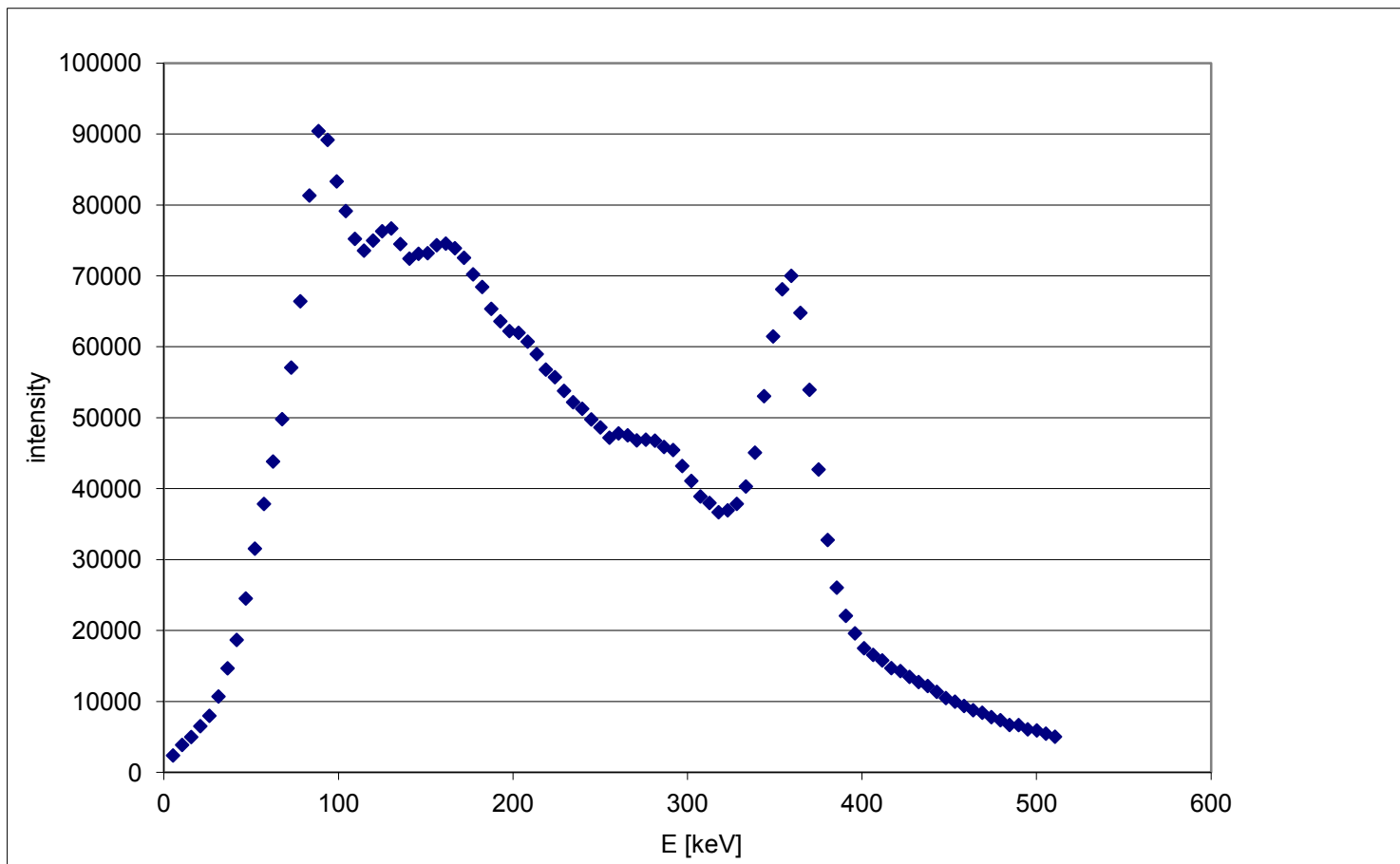
# Porovnání experimentu

Dozimetr	Odhad z Hx	Hp(10) [mSv]	
		Film	OSL
1	0,35	0,09	0,4
2	0,55	0,17	0,94
3	1,44	0,40	2,51
4	0,35	0,09	0,49
5	0,55	0,17	0,85
6	1,44	0,40	2,52

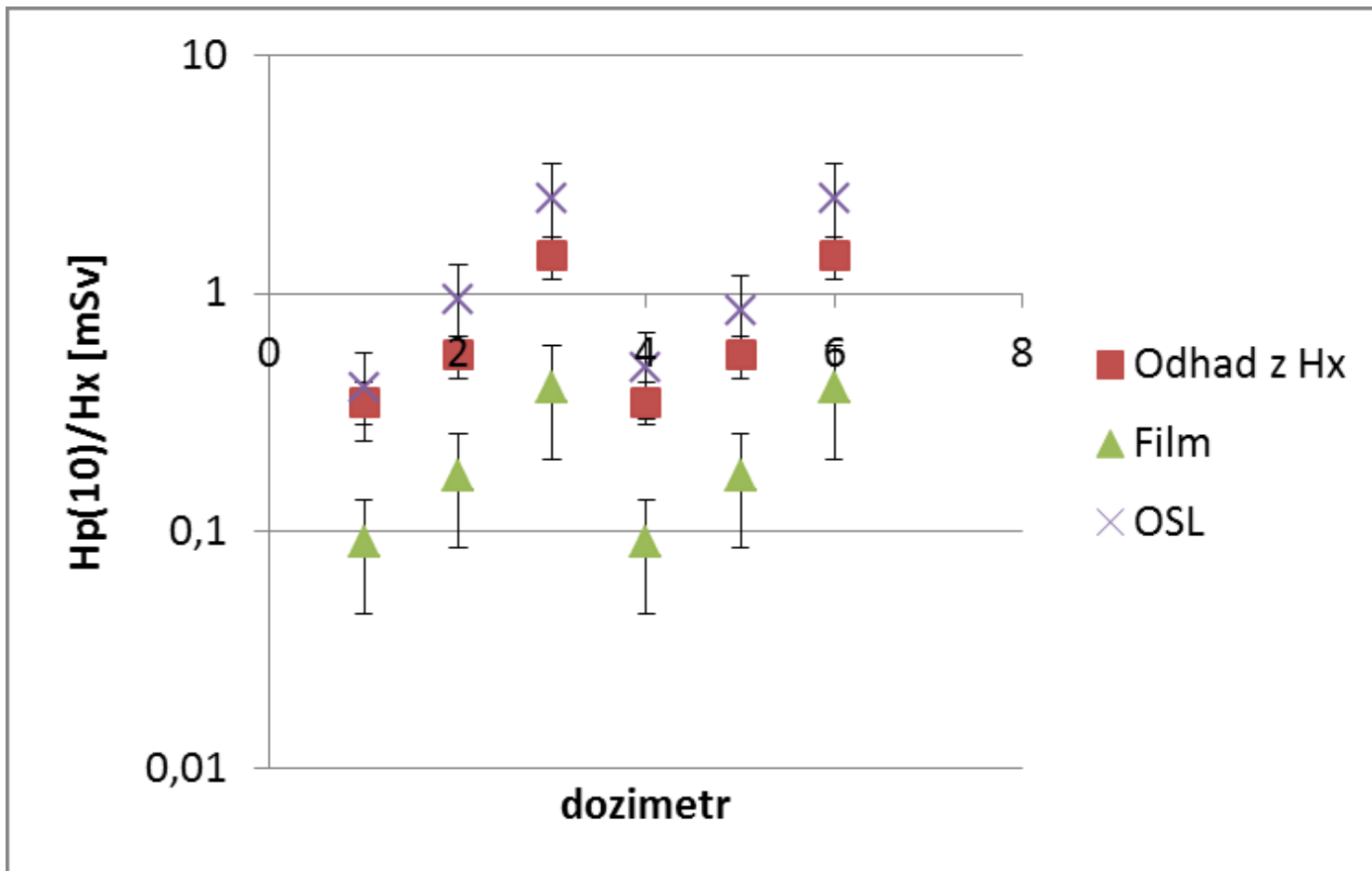
- Rozdíly v měření - energetické spektrum?



# Spektrum záření (vodní fantom)



# Porovnání experimentu





# Závěr – nukleární medicína

- Rozdíly mezi dozimetrickými systémy □ 100%
- Který systém lépe odpovídá skutečnému ozáření?
  - Porovnání s Hx
  - Simulace MCNP . . . Někdy jindy
- Pro pracoviště NM OSL nadhodnocuje
- Skutečná radiační zátěž – zvážit vlastnosti dozimetrů vzhledem k použití

# Děkujeme za pozornost



"He's been kind enough to stand in for us,  
until we can afford a new x-ray machine."