



Porovnání měřičů dávkového příkonu pro klinickou praxi v NM

L. Jonášová, T. Kráčmerová,
P. Solný

KNME 2.LF UK a FN Motol



Úvod



- měřiče dávkového příkonu pro měření
 - uvolňovací mez pacientů
 - radiační ochrana personálu
 - dozimetrie – celotělová dávka, retence
- k dispozici
 - FH40-G
 - Radiagem 2000
 - sonda SVLD





Gama konstanta



- externí radionuklidový zdroj

$$D = \Gamma \cdot \frac{A}{r^2} \cdot t$$

- udává dávkový příkon ve vzdálenosti 1 m od radioaktivního zdroje o aktivitě 1MBq

Radionuklid:	^{99m}Tc	^{131}I	^{137}Cs
Γ -konstanta [$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{GBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$]:	22,4	63,6	91,9



Gama konstanta



^{137}Cs

EXTERNAL EXPOSURE (mSv.h⁻¹) for an activity of 1 MBq or 1 MBq.m⁻² (as appropriate)

Point source (30 cm)



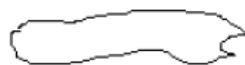
*Betas, electrons
(skin dose)*

2.13E-1

*Gammas, X rays
(deep tissue dose)*

1.07E-3

Infinite plane source



Betas, electrons (skin)

10 cm	9.0E-02
1 m	6.0E-03

Photons (skin)

10 cm	3.9E-03
1 m	2.5E-03

Photons (deep dose)

10 cm	3.7E-03
1 m	2.4E-03

10 ml glass vial



100 cm

9.19E-5

Contact with 50 ml glass beaker



3.30E-1

Contact with 5 ml plastic syringe



1.66E+0

The values above do not include Bremsstrahlung radiation.

¹ Delacroix, D.: Radionuclide and radiation protection data handbook 2002



Použité přístroje



- **FH40-G**
 - gamma 36 keV-1,3 MeV
 - dávkový příkon 10 nSv/h – 1 Sv/h
- **Radiagem 2000**
 - gamma 59 keV-1,5 MeV
 - dávkový příkon 0,1 μ Sv/h – 100 mSv/h
- **SVLD**
 - gamma 59 keV-1,5 MeV
 - dávkový příkon 10 nSv/h – 1 mSv/h



Průběh měření



- **test odezvy** - měření viálky
 - 30-110 cm
 - 10 měření v každé vzdálenosti po dobu 10 s
- **test v praxi** - měření pacientů
 - 100 cm od středu těla po 100 s
 - 7 měření během 3 dnů od aplikace radiofarmaka
 - po terapii (celotělová aktivita)
 - po diagnostice – měření retence pro stanovení exkrece



Výsledky měření vzorků

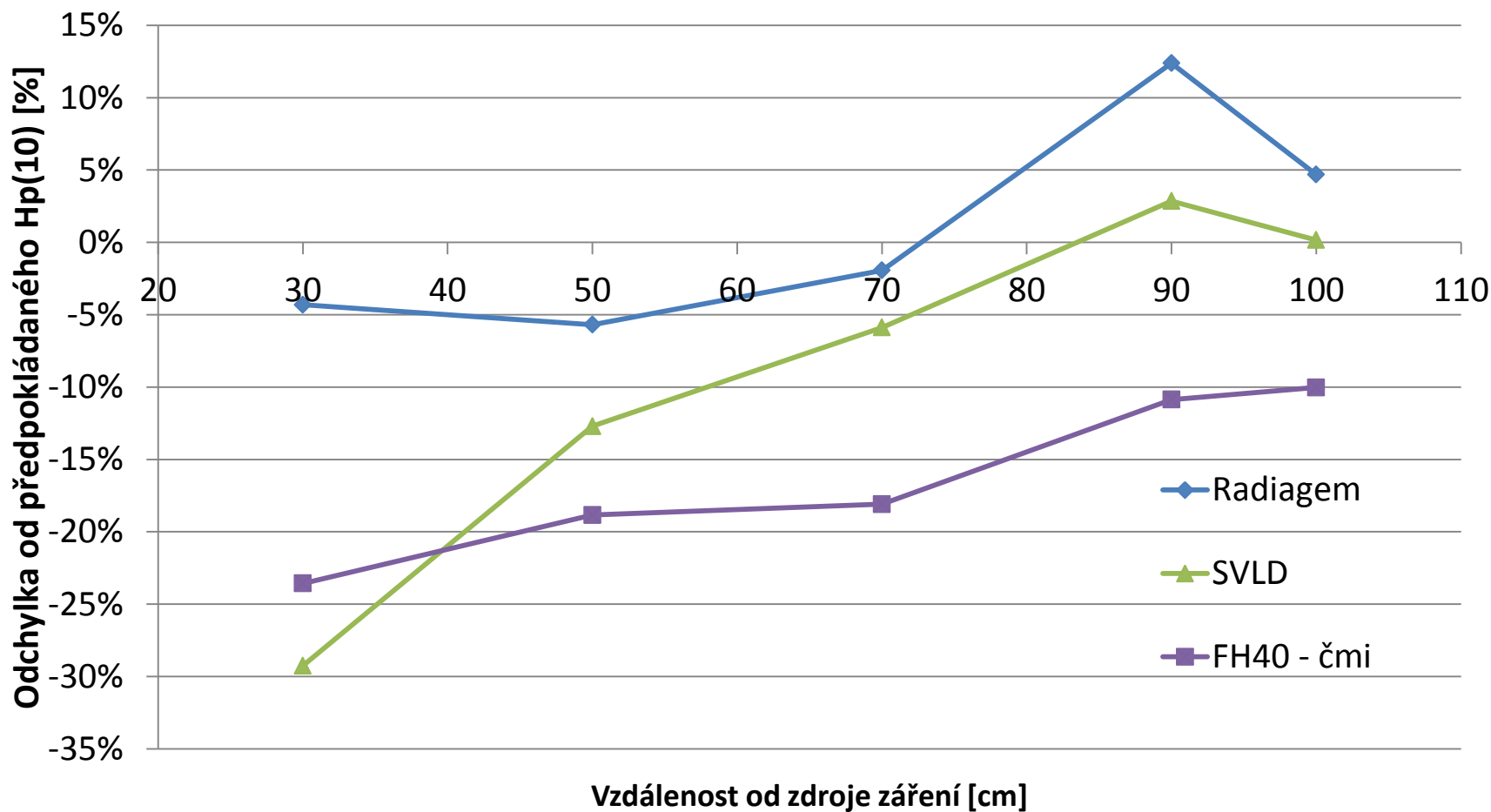


131I - dávkový příkon		FH40 - čmi	Radiagem	SVLD
100 cm	průměr	50,80	59,11	56,55
	sm.odchylka	1,09	3,13	0,20
	očekávaný dávkový příkon	56,46	56,46	56,46
	odchylka od očekávaného Ď	-10,03%	4,69%	0,16%
90 cm	průměr	62,13	78,34	71,70
	sm.odchylka	1,63	2,90	0,53
	očekávaný dávkový příkon	69,71	69,71	69,71
	odchylka od očekávaného Ď	-12,20%	11,02%	2,78%
70 cm	průměr	94,38	113,00	108,45
	sm.odchylka	1,98	3,53	0,31
	očekávaný dávkový příkon	115,23	115,23	115,23
	odchylka od očekávaného Ď	-18,09%	-1,93%	-5,88%
50 cm	průměr	183,30	213,00	197,15
	sm.odchylka	2,31	5,33	0,44
	očekávaný dávkový příkon	225,85	225,85	225,85
	odchylka od očekávaného Ď	-18,84%	-5,69%	-12,71%
30 cm	průměr	479,50	600,30	443,84
	sm.odchylka	9,56	38,49	2,60
	očekávaný dávkový příkon	627,35	627,35	627,35
	odchylka od očekávaného Ď	-23,57%	-4,31%	-29,25%

A = 880 MBq



Výsledky měření vzorků





Výsledky měření vzorků



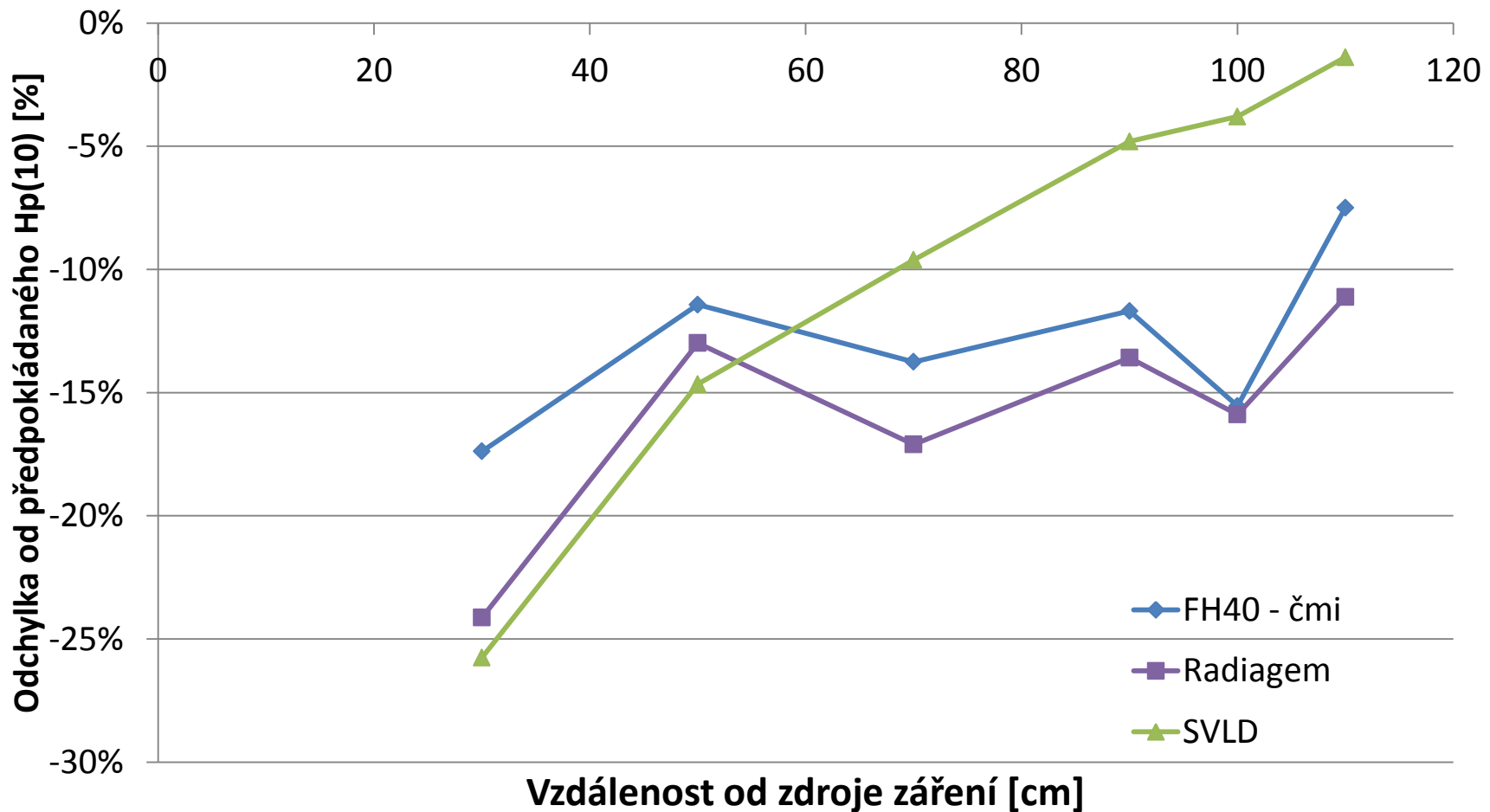
99mTc - dávkový příkon		FH40 - čmi	Radiagem	SVLD
110 cm	průměr	12,33	11,85	8,85
	sm.odchylka	0,39	0,07	0,05
	očekávaný dávkový příkon	13,33	13,33	8,98
	odchylka od očekávaného Ď	-7,49%	-11,12%	-1,39%
100 cm	průměr	56,86	56,63	10,35
	sm.odchylka	0,78	0,16	0,15
	očekávaný dávkový příkon	67,33	67,33	10,76
	odchylka od očekávaného Ď	-15,55%	-15,89%	-3,80%
90 cm	průměr	30,04	29,40	12,60
	sm.odchylka	0,70	0,35	0,09
	očekávaný dávkový příkon	34,02	34,02	13,23
	odchylka od očekávaného Ď	-11,69%	-13,59%	-4,81%
70 cm	průměr	17,48	16,80	19,69
	sm.odchylka	1,22	0,41	0,145
	očekávaný dávkový příkon	20,27	20,27	21,79
	odchylka od očekávaného Ď	-13,75%	-17,11%	-9,62%
50 cm	průměr	14,40	14,15	36,30
	sm.odchylka	1,25	0,42	0,14
	očekávaný dávkový příkon	16,26	16,26	42,54
	odchylka od očekávaného Ď	-11,43%	-12,99%	-14,66%
30 cm	průměr	156,00	143,26	87,40
	sm.odchylka	3,48	1,89	0,26
	očekávaný dávkový příkon	188,84	188,84	117,71
	odchylka od očekávaného Ď	-17,39%	-24,13%	-25,75%

A = 788 MBq

A = 446 MBq



Výsledky měření vzorků





Výsledky měření vzorků



99mTc - dávkový příkon		FH40 - čmi	Radiagem	FH40	SVLD
50 cm	průměr	30,42	42,69	27,84	31,62
	sm.odchylka	0,66	2,59	0,60	0,16
	odchylka od FH40G - čmi	0,00%	40,34%	-8,48%	3,95%
	očekávaný dávkový příkon	40,81	40,81	40,81	40,81
	odchylka od očekávaného Ď	-25,47%	4,60%	-31,79%	-22,52%

A = 444 MBq



Výsledky měření vzorků

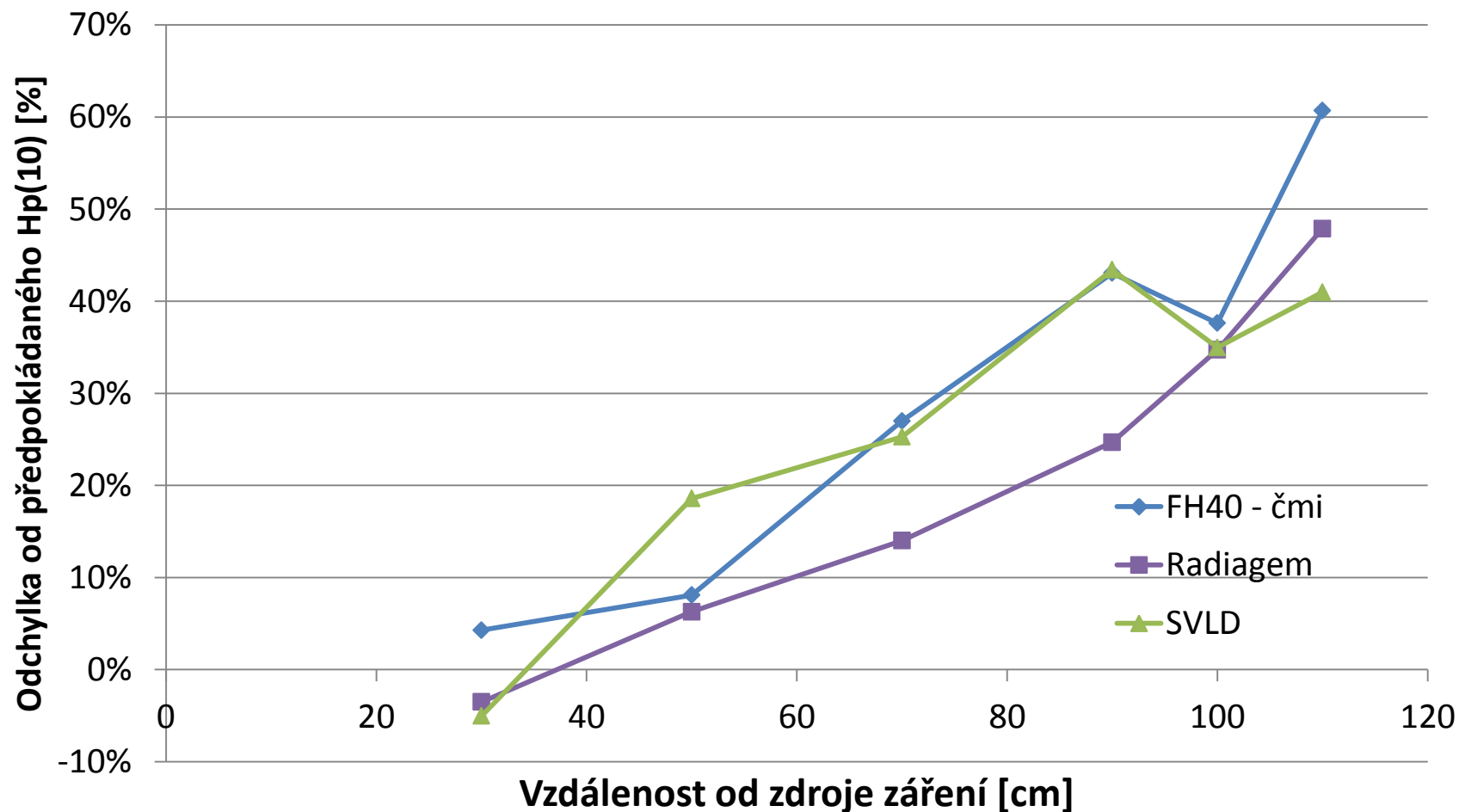


137 Cs - dávkový příkon		FH40 - čmi	Radiagem	SVLD
110 cm	průměr	0,60	0,55	0,52
	sm.odchylka	0,04	0,04	0,03
	očekávaný dávkový příkon	0,37	0,37	0,37
	odchylka od očekávaného \dot{D}	60,71%	47,89%	40,98%
100 cm	průměr	0,62	0,61	0,61
	sm.odchylka	0,05	0,03	0,03
	očekávaný dávkový příkon	0,45	0,45	0,45
	odchylka od očekávaného \dot{D}	37,62%	34,73%	34,97%
90 cm	průměr	0,80	0,69	0,80
	sm.odchylka	0,05	0,04	0,01
	očekávaný dávkový příkon	0,56	0,56	0,56
	odchylka od očekávaného \dot{D}	43,06%	24,69%	43,42%
70 cm	průměr	1,17	1,05	1,15
	sm.odchylka	0,07	0,04	0,00
	očekávaný dávkový příkon	0,92	0,92	0,92
	odchylka od očekávaného \dot{D}	26,99%	14,00%	25,27%
50 cm	průměr	1,95	1,91	2,14
	sm.odchylka	0,06	0,05	0,01
	očekávaný dávkový příkon	1,80	1,80	1,80
	odchylka od očekávaného \dot{D}	8,09%	6,27%	18,57%
30 cm	průměr	5,22	4,83	4,75
	sm.odchylka	0,34	0,07	0,01
	očekávaný dávkový příkon	5,00	5,00	5,00
	odchylka od očekávaného \dot{D}	4,27%	-3,52%	-5,04%

A= 4,9 MBq



Výsledky měření vzorků





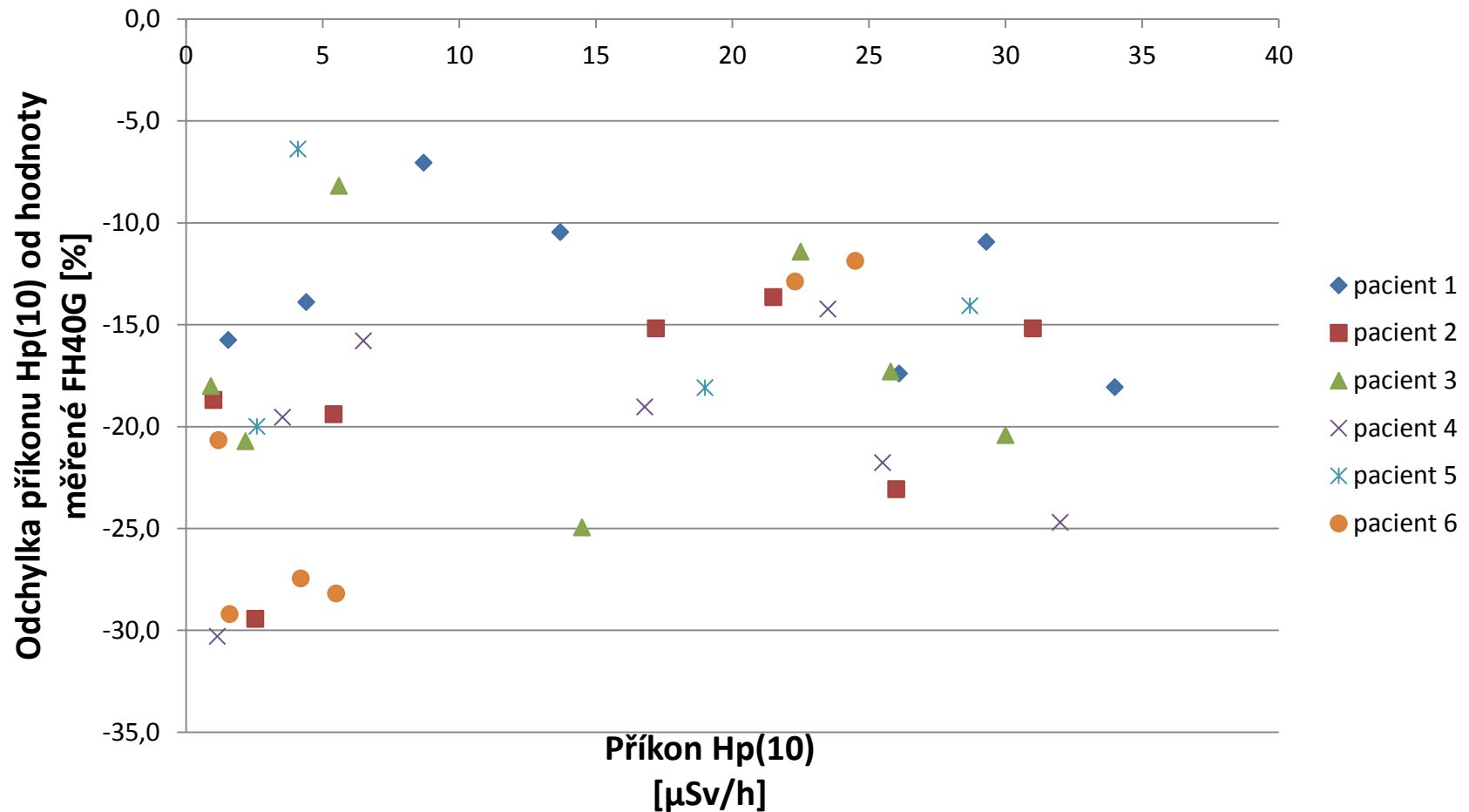
Výsledky měření pacientů



- pouze 6 pacientů
- nelze přesně stanovit reziduální aktivitu v těle pacienta
- diference průměrně 15 - 20%
- za použití SVLD vyšší hodnoty



Výsledky měření pacientů





Závěr



- **FH40-G** nedostačuje klinické praxi (15 let starý)
- **Radiagem 2000** nejlepší hodnoty, ALE vysoká směrodatná odchylka
- **SVLD sonda** nejvhodnější pro měření ^{131}I na oddělení (desetiny $\mu\text{Sv/h}$ až desítky $\mu\text{Sv/h}$), použitelná s Radiagemem 2000
- ověření ČMI sondy SVLD



Jak jsme se občas cítili? 😊





Ověření FH40-G



POTVRZENÍ O OVĚŘENÍ STANOVENÉHO MĚŘIDLA

List 2 ze 2 listů

Metoda měření: Ve svazcích záření ^{137}Cs byla ověřována základní citlivost a linearita odezvy měřidla. Měřidlo bylo na všech dekádách měřicího rozsahu vystaveno různým úrovním příkonu kermu ve vzduchu, která byla přepočtena na veličinu, v níž je zobrazován údaj měřidla. Z naměřených hodnot byly stanoveny hodnoty δ :

$$\delta = \frac{R_{\text{mer}} - R_{\text{ref}}}{R_{\text{ref}}} * 100 \%$$

kde R_{ref} je konvenčně pravá hodnota měřené veličiny,
 R_{mer} je údaj měřidla

Měřidlo při ověření splnilo požadavek, aby hodnoty δ ležely v intervalu $\pm 25 \%$.

(Konvenčně pravá hodnota je realizovaná s nejistotou 3,5% ($k=2$))

Výrok o výsledku: Na základě provedených měření a zkoušek je výše uvedené měřidlo

ověřeno

ve smyslu zákona č. 505/1990 Sb. v platném znění.

Ověření je potvrzeno vystavením tohoto potvrzení a opatřením měřidla úřední značkou. Doba platnosti ověření je stanovena v souladu s § 9 odst. 2 zákona č. 505/1990 Sb. ve znění pozdějších předpisů a § 7 odst. 1 vyhlášky MPO č. 262/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a končí dne

31.12. 2015

Doba platnosti ověření zaniká rovněž v případech uvedených v § 7 písm. a) až e) odst. 2 vyhlášky MPO č. 262/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů.





Ověření dozimetrů



J 61.ETE.15.OLR.0045

Výsledky měření:

Etalon Nuklid	Měřená veličina	Konvenčně pravá hodnota Nejistota	Naměřená hodnota Nejistota	Kalibrační faktor / koeficient Nejistota
OG8-2 Cs137	Hp(10)	7,00E-06 Sv 2,7E-07 Sv 3,9 %	6,00E-06 Sv Sv %	1,17E+00
OG8-3 Cs137	Hp(10)	7,00E-05 Sv 1,5E-06 Sv 2,2 %	6,80E-05 Sv Sv %	1,03E+00
OG8-3 Cs137	Hp(10)	7,00E-04 Sv 1,5E-05 Sv 2,2 %	6,94E-04 Sv Sv %	1,01E+00
OG8-4 Cs137	Hp(10)	7,00E-03 Sv 1,1E-04 Sv 1,6 %	6,88E-03 Sv Sv %	1,02E+00
OG8-4 Cs137	Hp(10)	7,00E-02 Sv 1,1E-03 Sv 1,6 %	7,09E-02 Sv Sv %	9,87E-01
OG8-4 Cs137	Hp(10)	7,00E-01 Sv 1,1E-02 Sv 1,6 %	7,06E-01 Sv Sv %	9,9E-01
OG8-4 Cs137	Hp(10)	2,500E+00 Sv 3,9E-02 Sv 1,6 %	2,48E+00 Sv Sv %	1,01E+00



FN MOTOL



Děkuji za pozornost



Porovnání měřičů dávkového příkonu pro
klinickou praxi v NM