

Projekt s názvem: **Centrum pro podporu obyvatelstva pro případ skutečného
nebo domnělého vzniku mimořádných jaderných a
radiačních událostí**

s identifikačním kódem: **VJ01010116:**

Název předkládaného výsledku:

Funkční vzorek : Detektor pro občanská měření I-131 ve štítné žláze

Typ výsledku dle UV č. 837/2017	Evidenční číslo (příjemce)	Rok vzniku
(G funk) Funkční vzorek	10/2024	2024
ISBN-ISSN	Webový odkaz na výsledek	Kde a kdy publikováno
-	bude vyvěšena na: https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/	Po odsouhlasení aplikačním garantem SÚJB

Anotace k výsledku:

Byl vyvinut funkční vzorek detektoru pro občanská měření I-131 ve štítné žláze , a to jako další funkce přístroje CzechRad. Měření I-131 ve štítné žláze vychází sice de facto z měření dávkového příkonu v kontaktu se štítnou žlázou (po odečtení pozadí), ale díky tomu, že CzechRad detekuje jednotlivé impulsy po volitelnou dobu měření, je možné přesnost měření volitelně zvýšit. Funkční vzorek je koncipován tak, aby byl dostupný pro měření zejména neprofesionály (občané, obce, dobrovolní hasiči) a navazuje na předchozí výzkum podpořený i projektem EU FP7 .

Manažer: Jaroslava Merunková

Řešitelský tým:

Jiří Hůlka, Marek Helebrant, Jan Helebrant, Pavel Fojtík, Irena Malátová (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i., Praha), Ivan Štekl (ÚTEF ČVÚT)

Obsah:

- 1. Úvod**
- 2. Oblast techniky a její stav, Rozbor otázky smyslu občanských měření**
- 3. Popis funkčního vzorku**
- 4. Použití přístroje pro měření I-131 ve štítné žláze**
- 5. Vlastní výpočet aktivity I-131 štítné žlázy**
- 6. Literatura**

Přílohy :

Příloha 1: Vztahy mezi ekvivalentní dávkou ve štítné žláze a aktivitou I-131 ve štítné žláze

Příloha 2: Jak interpretovat výsledky občanských „samo-měření“

1. Úvod

V rámci projektu byl vyvinut funkční vzorek detektoru pro občanská měření I-131 ve štítné žláze, a to jako další funkce přístroje CzechRad. Měření I-131 ve štítné žláze vychází sice de facto z měření dávkového příkonu v kontaktu se štítnou žlázou (po odečtení pozadí), ale díky tomu, že CzechRad detekuje jednotlivé impulsy po volitelnou dobu měření, je možné přesnost měření volitelně zvýšit. Funkční vzorek je koncipován tak, aby byl dostupný pro měření zejména neprofesionály (občané, obce, dobrovolní hasiči) a navazuje na předchozí výzkum podpořený i projektem EU FP7 (OPERRA, 5.4.Cathymara (Monitorování štítné žlázy u dětí a dospělých po havárii reaktoru)), kde byl proveden výzkum aktuálního stavu různých detekčních zařízení ve světě pro měření I-131 ve štítné žláze zahrnující jak profesionální, tak občanská měření v případě rozsáhlé jaderné havárie.

2. Oblast techniky a její dosavadní stav a důvody pro použití a rozbor otázky smyslu občanských měření

Pro stanovení obsahu I-131 v lidské štítné žláze se používá metoda přímého měření štítné žlázy. Aktivita I-131 ve štítné žláze se s výhodou měří pomocí gama spektrometrie. Pro nouzové monitorování je praktická/užitečná méně citlivá a přesná, ale snadno dostupná technika založená na měření dávkového příkonu štítné žlázy pomocí ručního měřiče nebo detekce impulsů. Tuto praxi předpokládají i mezinárodní a národní doporučení [IAEA 2017], [SSK 2015], [TMT Handbook] pro rozsáhlé havarijní monitorování a třídění. Vzhledem k tomu, že technika měření dávkového příkonu nevyžaduje zvláštní odborné znalosti, může ji provádět i veřejnost, která vlastní vhodné ruční přístroje pro vlastní měření záření gama. Hodnocení potenciálu občanských měření z hlediska schopnosti reakce na mimořádné události by mělo vzít v úvahu také následující:

Zájem veřejnosti o „měření radioaktivity“ se objevuje při mimořádných událostech týkajících se jaderné bezpečnosti jaderných elektráren [MAAE 2014]. Iniciativa veřejnosti v měření expozice lidí ionizujícím záření zesílila po havárii JE Fukušima I v roce 2011. Pokročilé sociální sítě, dostupnost a cenová dostupnost měřicích přístrojů a také problémy v oblasti komunikace s veřejností zvýšily zájem veřejnosti a aktivistů o získání vlastních dat [Brown 2016]. Udržitelnost tohoto přístupu do značné míry závisí na úsilí občanské vědecké komunity. Zájem veřejnosti se týkal měření povrchové kontaminace a radiačního mapování. Měření štítné žlázy prováděná občany nebyla dosud hlášena.

Ve srovnání s měřeními a průzkumy prováděnými službami radiační ochrany [Bratilova 2003], [Kim 2012], [Tokonami 2012], [MAAE 2013] mohou mít měření prováděná veřejností určitá specifika. Veřejnost by prováděla měření ve svůj vlastní prospěch, s použitím různých nástrojů se stěží kontrolovanou jakostí, s omezenou okamžitou zpětnou vazbou a technickou podporou, na množství

osob, které nelze předem předvídat ani kontrolovat a v místech, která mají různý význam pro potřeby sledování na postiženém území. Nelze vyloučit nesprávnou interpretaci výsledků. Během jednotlivých fází havarijní expoziční situace, jak jsou definovány mezinárodními orgány [ICRP 103], [IAEA 2015], lze však na druhou stranu využít výhod měření prováděných občany: lze získat údaje o monitorování osob pro území, které není pokryto službou radiačního monitorování, údaje o ozáření získané „vlastním měřením“ jsou pro občany důvěryhodné a může vést ke zmírnění obav lidí díky jejich vlastním měřením, zjednodušený a srozumitelný návod lze na interpretaci doručit veřejnosti komunikačními prostředky.

V projektu EU Cathymara byly provedeny experimenty s několika typy jednoduchých přístrojů (primárně nespektrometrických). Konsorcium řešitelů zahrnuje patnáct evropských institucí, instituce zapojené do sdružení EURADOS a do platformy NERIS spolu s ukrajinským institutem spolupracujícím s EU a multidisciplinární poradenskou společností. Pracovní balíčky CaThyMARA pokryli teoretické a praktické aspekty rozsáhlého monitorování radiojódů ve štítné žláze v případě rozsáhlé jaderné havárie. Jedním z cílů je „vyhodnotit stávající schopnosti reakce na monitorování štítné žlázy v Evropě v případě rozsáhlé jaderné havárie, včetně potenciálu občanských měření. Výzkum detektorů a metodik z hlediska použitelnosti občanských měření pro odhad obsahu I-131 ve štítné žláze ukázal, že k občanské detektory jsou ke screeningovým účelům použitelné, byť takováto měření vyžadují pečlivé dodržování pracovních postupů a podmínek měření. Přitom se ukázalo, že přístroj Safecast využívající GM detektor bGeigy-nano požadavkům vyhovuje. Proto po zkonstruování českého analogu CzechRad k mapování dávkového příkonu byl zahájen vývoj funkčního vzorku umožňujícího měřit aktivitu I-131 ve štítné žláze. Velkou výhodou přístroje CzechRad je, že hardware i software je plně v rukou SURO a software umožní nastavit optimalizovanou dobu měření (pozadí i čistého signálu) a přímý, jednoduchý a pro občany srozumitelně podaný výsledek. SURO již nabyli zkušenosti s aplikací pro měření občanů (dávkový příkon v prostředí), který ukázal na stále rostoucí zájem o tuto problematiku ze strany občanů i různých zájmových uskupení (posun v zapojení veřejnosti je patrný zejména od havárie JE Fukušima po zavedení systému občanských měření SAFECASST)

Podstatné poznatky a závěry pro vývoj českého monitoru CzechRad pro stanovení aktivity I-131 ve štítné žláze lze shrnout takto: propracovaný CzechRad je robustní s GM detektorem ve formě „pancake“ s tenkým okénkem, cenově dostupný, spolehlivě funkční a s jednoduchou obsluhou, jeví se jako optimální, na základě několikaleté zkušenosti s ovládáním přístroje je vhodné technické prvky a software upravit tak, aby byl vhodný i pro použití neprofesionálními týmy (občané, obce, dobrovolní hasiči) a pro měření I-131 ve štítné žláze.

3. Popis funkčního vzorku

Funkční vzorek využívá „hardware CzechRad“, který je doplněn o software ovládaný přidaným tlačítkem FN2. Pro úplnost jsou shrnuty i základní technické parametry.

3.1. Základní technické údaje CzechRad shrnuje následující tabulka 1

Tabulka 1:

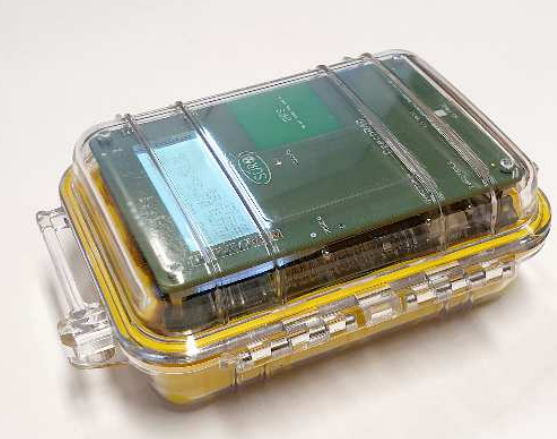
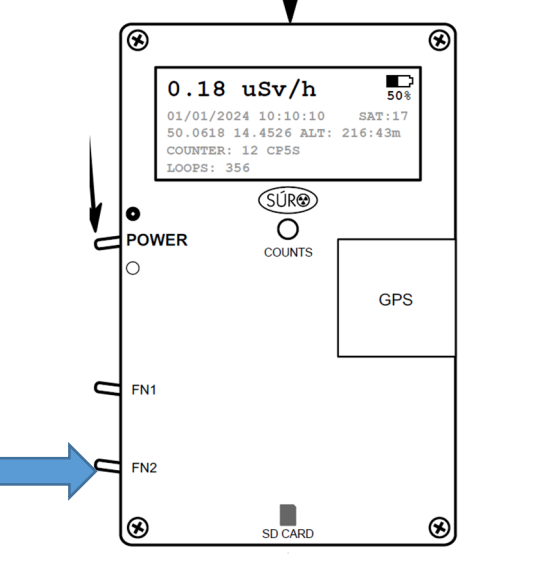
Detektor	GM trubice LND 7317 https://www.Indinc.com/products/geiger-mueller-tubes/7317/
Citlivost soustavy	5.8 cps/ μ Gy/h (tj cca 350 CPM/ μ Gy/h)
Čítač impulsů:	
Kapacita	4294967295 impulsů
VN zdroj	
• Polarita výstupního napětí	Kladná
• Rozsah napětí	500V ($\pm$ 1%)
• Výstupní proud	max. 1mA, omezeno na 152 μ A
Paměť dat	
• Kapacita	SD 2 GB (cca 1000 dní měření)
Komunikační rozhraní	USB (virtual COM), SD karta
Rychlost	115200 bps
Hodiny reálného času	NE (synchronizace z GPS)
Napájení	5 VDC; 500 mA (mini USB)
Baterie a spotřeba	vestavěná baterie Li-Ion 4,2 V; cca 120 mA (max 0,6 W)

	provoz na cca 20 hodin
Pouzdro	Micro Case 1010 výrobce PELI CASE
Rozměry	14.9 x 10.3 x 5.4 cm
Krytí	IP67
Hmotnost zařízení	501 g

Elektronická část je popsána u funkčního vzorku CzechRad pro měření a mapování dávkového příkonu (úplná dokumentace je uložena elektronicky v SURO)

3.2. Obrázky přístroje

Obr.1 CzechRad : celkové a vybrané detailní pohledy na funkční vzorek

	
	
Střed GM detektoru	Ovládací prvky, páčka FN2 určena pro měření štítné žlázy

4. Použití přístroje pro měření I131 ve štítné žláze

Měření dávkového příkonu štítné žlázy se provádí přístrojem umístěným blízko štítné žlázy, nejlépe v kontaktu s kůží krku (viz obrázek 1). Velikost detektoru CzechRad (šířka 10 cm) umožňuje detektor těsně do kontaktu s krkem umístit. Pro zpřesnění měření byl vytvořen fixační držák (2 velikosti podle velikosti krku) který umožňuje přesnější fixaci detektoru na krku a snížení chyby měření (obr 1 vpravo).



Obrázek 2: Měření dávkového příkonu štítné žlázy v kontaktu s kůží krku (zdroj: [IAEA 2017] vlevo nahoře) a uspořádání měření s CzechRad (vlevo dole) a odnímatelný fixační držák (vpravo)

Teorie měření

Pro výpočet aktivity I-131 ve štítné žláze je třeba pro daný přístroj (a velikost osoby – dospělý, mladistvý, předškolní dítě) stanovit kalibrační faktory CF tzn. vztáhnout aktivitu I-131 ve štítné žláze (kBq) na měřenou veličinu, kterou může být dávkový příkon ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$) nebo počet impulsů za zvolený interval (např. za sekundu (CPS) nebo za minutu (CPM)).

V případě přístroje CzechRad není třeba vázat kalibraci na dávkový příkon, jak je tomu u přístrojů, které nemají možnost výstupu v impulsích a jejich integraci. Díky vlastnímu software máme v případě funkčního vzorku CzechRad možnost měřit impulsy za libovolně definovaný čas.

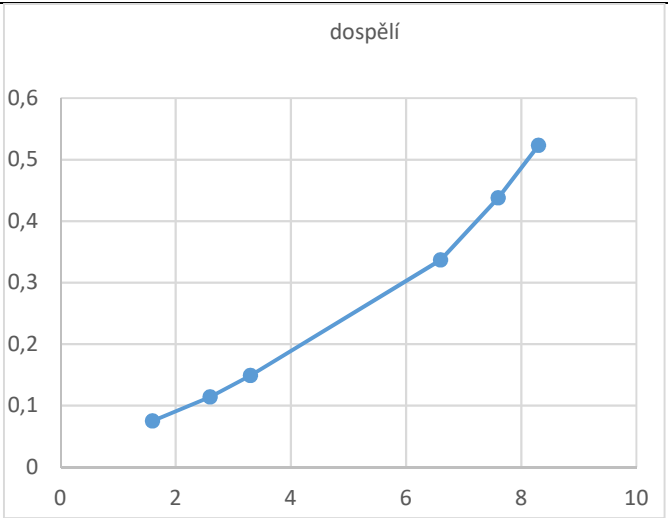
Kalibrační faktor CF je proto stanoven takto :

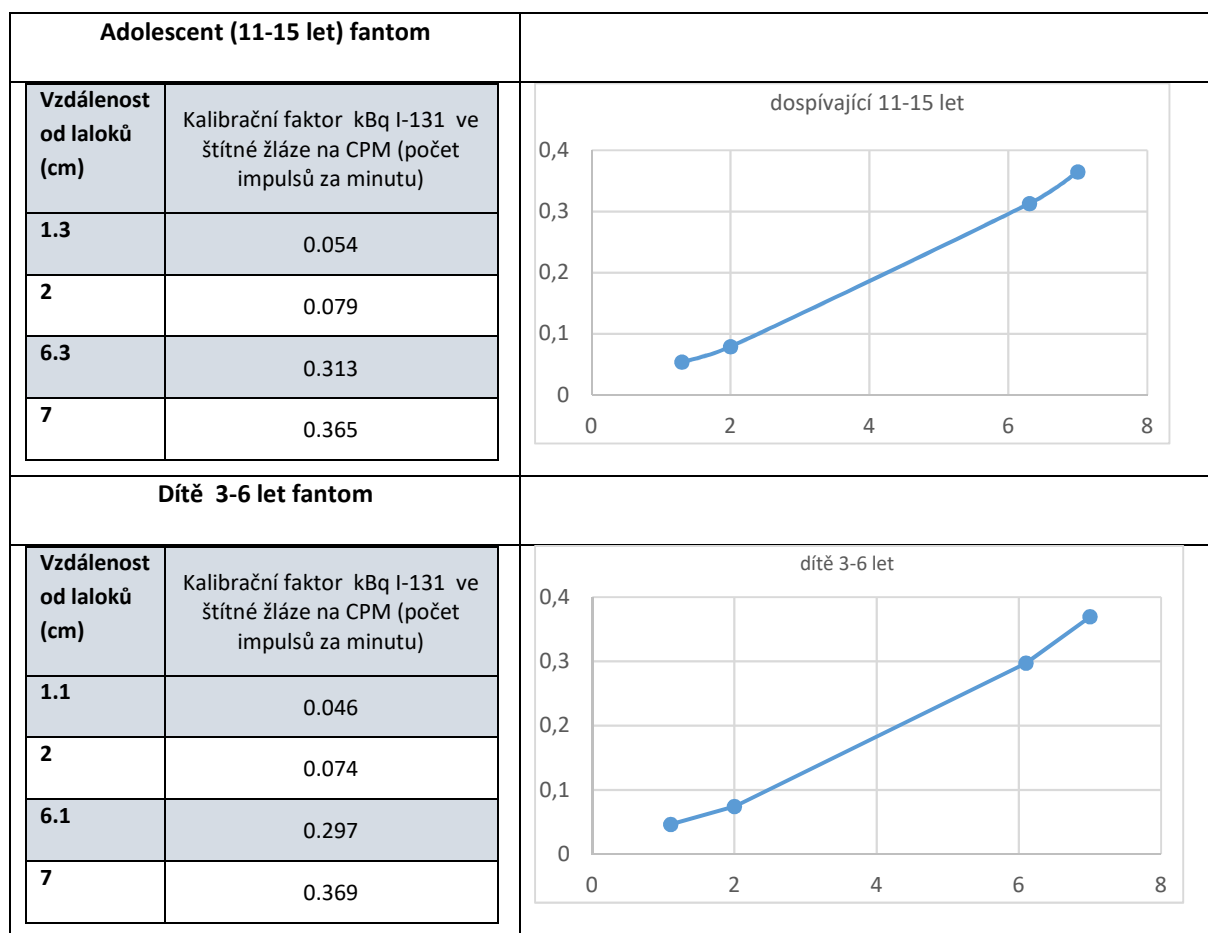
$$\text{CF} = \text{aktivita I-131 ve štítné žláze (v kBq)} / \text{změřený čistý CPM (tj. počet impulsů za minutu po odečtu pozadí)}$$

Výsledky stanovení odezvy přístroje a kalibračního faktoru

Testování odezvy přístroje proběhlo na fantomech simulujících hlavu a krk člověka, kde byl zářič umístěn v místě laloků štítné žlázy a to pro různé vzdálenosti od povrchu krku tak, aby se zjistila závislost účinnosti detekce a odpovídající změny v kalibračním faktoru na vzdálenosti. Vypočtené kalibrační faktory jsou v tabulce 2 vč. grafů závislosti na vzdálenosti přístroje od laloků štítné žlázy pro dospělého člověka, adolescenta (11-15) a dítě (3-6).

Tabulka 2 - Kalibrační faktory pro Czechrad a jejich závislost na vzdálenosti od laloků štítné žlázy.

Dospělý		závislost CF na vzdálenosti od laloků štítné žlázy
Vzdálenost od laloků (cm)	Kalibrační faktor kBq I-131 ve štítné žláze na CPM (počet impulsů za minutu)	dospělí 
1.6	0.075	
2.6	0.114	
3.3	0.149	
6.6	0.337	
7.6	0.438	
8.3	0.523	



"Vzdálenost (cm)" znamená vzdálenost přední části nástroje od laloků štítné žlázy. První tři vzdálenosti (u dospělých, u mladistvých a dětí první dvě) odpovídají různě hluboko uložené štítné žláze, další jsou po oddálení přístroje 5 cm od povrchu kůže.

Detekční limit pro stanovení aktivity I-131 ve štítné žláze

Detekční limit (MVA a MDA) závisí na velikosti pozadí. Pro výpočet detekčního limitu, MDA, pro aktivitu I-131 ve štítné žláze je použit Currieho přístup [Currie 1968]. Na základě těchto úvah lze pro práh detekce MVA (minimální významná aktivita podle Currieho přístupu), a pro detekční limit MDA (minimální detekovatelná aktivita) odvodit (přičemž pravděpodobnost chyb typu I a typu II je menší než 0,05) :

Pro detekční limit počtu impulsů četnosti platí:

$$MVI = 2.33 \times s_B \quad (\text{impulzů}) \quad (1)$$

$$MDI = 2.71 + 4.65 \times s_B \quad (\text{impulzů}) \quad (2)$$

kde s_B je směrodatná odchylka měření pozadí vyjádřená počtem impulsů v intervalu měření (prakticky CPS, CPM) a MVI a MDI jsou prahové a limitní hodnoty v počtu impulsů za interval měření (CPS, CPM). Často lze rovnici (2) vidět v následující podobě (na základě určitých Currieho úvah):

$$MDI = 3 + 4.65 \times s_B \quad (\text{impulzů}) \quad (3)$$

Aby byl práh a limit detekce vyjádřen v aktivitě štítné žlázy I-131, musí být do rovnice zahrnut kalibrační faktor CF pro kombinaci metody měření (např. vzdálenost detektoru od krku) a použitého přístroje (CF vyjádřeno např. v kBq/CPS nebo kBq/CPM) (viz tabulka 3):

$$MVA = CF \times 2.33 \times s_B \quad (\text{kBq}) \quad (4)$$

$$MDA = CF \times (2.71 + 4.65 \times s_B) \quad (\text{kBq}) \quad (5)$$

Kde CF je normalizován na stejný časový interval (CPS nebo CPM) jako stanovená směrodatná odchylka s_B .

Často je konstanta "2.71" zanedbána a výsledek je

$$MDA = CF \times 4.65 \times s_B \quad (6)$$

Na detekční limit MVI a MDI (resp MVA a MDA) má vliv výše radiačního pozadí. Ta se běžně pohybuje pro CzechRad v rozmezí 30-60 CPM (odpovídá běžnému radiačnímu pozadí cca 0,05-0,1 $\mu\text{Gy/h}$).

Z uvedené teorie lze pro uvedené alternativy radiačního pozadí a kalibrační faktory odvodit minimální významnou aktivitu (MVA) a minimální detekovatelnou aktivitu MDA (tabulka 3) pro jednominutová měření.

Tabulka 3 : Kalibrační faktory, minimální významné aktivity (MVA) a minimální detekovatelné aktivity MDA I-131 ve štítné žláze v závislosti na vzdálenosti detektoru od laloků štítné žlázy. Vypočteno pro dvě alternativy radiačního pozadí 0,1μSv/h a 0,2μSv/h

		předpokládané pozadí CPM= 30 (tj.cca 0,1μSv/h), Sb=5,5)		předpokládané pozadí CPM= 60 (tj.cca 0,2μSv/h) , Sb=7,5	
vzdálenost od laloků ŠZ (cm)	CF: (kBq I-131 ve štítné žláze/ CPM)	MVA I-131 v ŠZ 1 min měření (kBq)	MDA I-131 v ŠZ 1 min měření (kBq)	MVA I-131 v ŠZ 1 min měření (kBq)	MDA I-131 v ŠZ 1 min měření (kBq)
dospělý					
1,6	0,075	1,0	1,9	1,3	2,6
2,6	0,114	1,5	2,9	2,0	4,0
3,3	0,149	1,9	3,8	2,6	5,2
6,6	0,337	4,3	8,6	5,9	11,8
7,6	0,438	5,6	11,2	7,7	15,3
8,3	0,523	6,7	13,4	9,1	18,2
Adolescent 11-15 let					
1,3	0,054	0,7	1,4	0,9	1,9
2	0,079	1,0	2,0	1,4	2,8
6,3	0,313	4,0	8,0	5,5	10,9
7	0,365	4,7	9,3	6,4	12,7
dítě 3-6 let					
1,1	0,046	0,6	1,2	0,8	1,6
2	0,074	0,9	1,9	1,3	2,6
6,1	0,297	3,8	7,6	5,2	10,4
7	0,369	4,7	9,4	6,4	12,9

Z tabulky je zřejmé, že detekční limit (MVA) při 1 minutovém měření je na úrovni, která je dostatečná pro screeningové posouzení závažnosti kontaminace štítné žlázy.

5. Vlastní výpočet aktivity I-131 štítné žlázy

Výpočet aktivity je jednoduchý a provede se podle vzorce :

$$A = CF \times (CPM - CPMB)$$

kde je :

A... aktivita štítné žlázy I-131 (v kBq)

CF.. kalibrační faktor (kBq/ CPM)

CPM počet impulsů při měření štítné žlázy za minutu

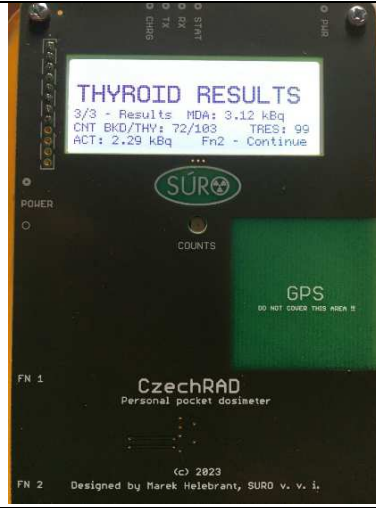
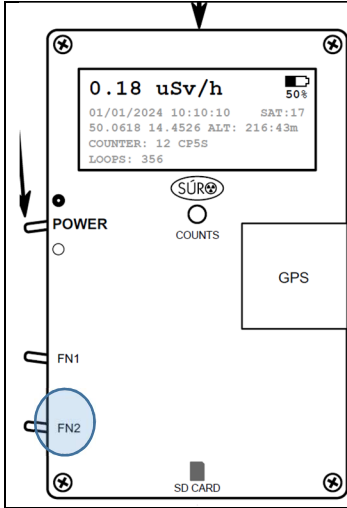
CPMB.... počet impulsů při měření pozadí za minutu

Postup měření a software

- 1) Tlačítkem (FN2) spustíte měření radiačního pozadí (bude trvat 1 min) – držte přístroj dále od těla (na displeji se objeví „měření radiačního pozadí pro štítnou žlázu“)
- 2) Ujistěte se, že je výsledek v pořádku (na displeji OK), tj. radiační pozadí není příliš zvýšené (na displeji se objeví „radiační pozadí je OK“)
- 3) Tlačítkem (FN2) opět spustíte měření štítné žlázy (bude trvat 1 min), (na displeji se objeví „probíhá měření štítné žlázy“)
- 4) Ihned po spuštění přiložte CzechRad ke štítné žláze (viz obrázek) aby vyznačený střed detektoru byl v místě ŠŽ,
- 5) sledujte na hodinkách čas 1 min, (měření se po minutě zastaví samo, po skončení za 1 min se objeví „ Ukončeno, výsledek .. viz níže))

Na displeji se poté objeví jedna ze dvou zpráv:

- ☐ Nebyla detekována významná aktivita I131 (tj nebyla překročena MVA)
- ☐ Naměřená hodnota je **NNN** kBq



7. Literatura

- [Bratilova 2003] Bratilova, A. A. et al.: ^{131}I Content in the Human Thyroid Estimated from Direct Measurements of the Inhabitants of Russian Areas Contaminated Due To the Chernobyl Accident. *Radiat Prot Dosim* 105(1–4), 2003, pp. 623–626
- [Brown 2016] Brown, A., et al.: Safecast: successful citizen-science for radiation measurement and communication after Fukushima. *J. Radiol. Prot.* 36 (2016) S82–S101.
- [CaThyMARA 2017] Report of WP4 about inter-comparison results for non-trained responders. CATHyMARA report. OPERRA Deliverable D5.26, 2017.
- [Currie 1968] Currie, L.A.: Limits for qualitative detection and quantitative determination. Application to radiochemistry. *Anal. Chem.*, 40 (3), 1968, s. 586–593.
- [Fojtík 2019] Pavel Fojtík et al. .Technical recommendations for thyroid dose rate measurements made by members of the public2019. *Radiation Measurements*, Volume 128, September 2019,
- [Fojtík 2022] Metodika hromadného měření radiojodu ve štítné žláze a odhadu dávky obyvatelstva za použití monitorovacího systému JodDet. SURO Praha 2022
- [IAEA 2013] EPR-NPP Public Protective Actions 2013: Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor. International Atomic Energy Agency, Vienna 2013
- [IAEA 2014] IAEA: International Experts' Meeting on Radiation Protection after the Fukushima Daiichi Accident: Promoting Confidence and Understanding. Vienna, Austria, 17 – 21 FEB 2014. Presentations available at: <http://www-pub.iaea.org/iaeameetings/46522/International-Experts-Meeting-on-Radiation-Protection-after-the-Fukushima-Daiichi-Accident-Promoting-Confidence-and-Understanding>". Date last access 23-FEB-2017.
- [IAEA 2015] IAEA: General Safety Requirements. No. GSR Part 7. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2015.
- [IAEA 2017] IAEA EPR-NPP-OILs 2017: Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies. International Atomic Energy Agency, Vienna 2017
- [ICRP 2007] ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* 37 (2-4).
- [ISO 4730-3] ISO 4037-3:1999. X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy. Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence
- [Kaidanovsky 1997] Kaidanovsky, G.N., Dolgirev, E.I.: Calibration of Radiometers for Mass Control of Incorporated ^{131}I , ^{134}Cs and ^{137}Cs Nuclides with the Help of Volunteers. *Radiat Prot Dosim* 71(3), 1997, pp. 187–194

- [Kim 2012] Screening survey on thyroid exposure for children after the Fukushima Daiichi nuclear power station accident. In: Proceedings of the 1st NIRS Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident. National Institute of Radiological Sciences. Chiba, Japan, July 2012. NIRS-M-252, 59–66 (2012). Available on http://www.nirs.go.jp/publication/irregular/pdf/nirs_m_252.pdf (Date last access 11 DEC 2014).
- [SSK 2015] Strahlenschutzkommission (Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit): Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima. Empfehlung der Strahlenschutzkommission. SSK 2015
- [TMT Handbook] TMT Handbook: Triage, Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act. (Carlo-Rojas Palma *et al* eds.) NRPA, 2009.
- [Tokonami 2012] Tokonami, S. et al. Thyroid doses for evacuees from the Fukushima nuclear accident. Sci. Rep. 2, 507; DOI:10.1038/srep00507 (2012).
- [Ulanovsky 1997] Ulanovsky, A.V., Minenko, V.F., Korneev, S.v.: Influence of Measurement Geometry on the Estimate of ¹³¹I Activity in the Thyroid: Monte Carlo Simulation of a Detector and a Phantom. Health Phys. 72(1):34-41; 1997
- [Youngman 2013] Youngman, M.J.: Practical Guidance on Thyroid Monitoring for Radioiodine Using Hand-held Instruments. HPA-CRCE-044. HPA, 2013.

Příloha 1: Vztahy mezi ekvivalentní dávkou ve štítné žláze a aktivitou I-131 ve štítné žláze

Tato část je zde uvedena pouze jako výkladový doplněk, není předmětem popisu funkčního vzorku.

(uvedené vztahy jsou velmi podrobně jsou popsány v dokumentu SURO : „Metodika hromadného měření radiojodu ve štítné žláze a odhadu dávky obyvatelstva za použití monitorovacího systému JodDet“, a jde o ODHAD DÁVKY VE ŠTÍTNÉ ŽLÁZE METODOU „DOSE PER CONTENT“. Ten vychází z výpočtů provedených v rámci projektu EU OPERRA/CaThyMARA (Child and Adult Thyroid Monitoring After Reactor Accident) a koncept vychází z prací Berkovského)

Na obrázku P1 je vidět graf pro přepočtový koeficient, tj 30denní úvazek absorbované dávky ve štítné žláze vztažený na jednotkovou aktivitu I-131 ve štítné žláze vypočtený pro inhalaci aerosolu I-131 typu F a AMAD 1 μm . Vypočteno pro jednotlivce z obyvatelstva různých věkových skupin.

Odhad úvazku absorbované dávky ve štítné žláze lze provést pomocí funkce „dose per content“ (dávky na jednotkový obsah), která dává do přímého vztahu naměřenou hodnotu aktivity ve štítné žláze A a dávku ve štítné žláze D.

$$D_T = A_T \times z$$

kde : D je 30denní absorbovaná dávka ve štítné žláze osoby v čase T po příjmu radiojodu

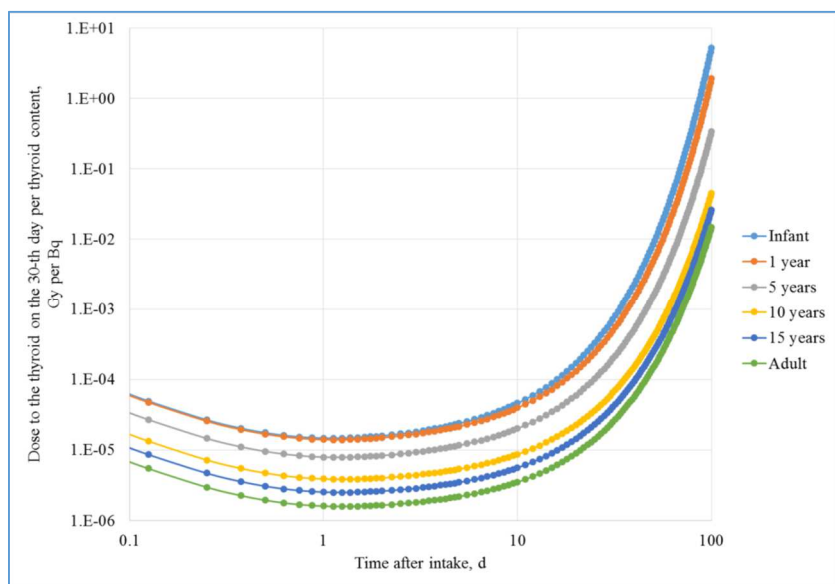
A_T je naměřená aktivita ve štítné žláze osoby v čase T po příjmu radiojodu

z.... tabelovaná hodnota funkce „dose per content“ pro výpočet absorbované dávky.

Pro základní orientaci postačí tento odhad:

Vztah mezi aktivitou I131 ve štítné žláze den po příjmu a ekvivalentní dávkou 100 mGy (to je doporučená dávka dle vyhlášky pro KJ profylaxi)

Příklad: kojenec 1 rok : 100 mGy ~10 kBq, dospělý člověk 100 mGy ~100 kBq



Obrázek P1 :

Graf závislosti absorbované dávky (30denní úvazek) ve štítné žláze vztažený na jednotkovou aktivitu I-131 ve štítné žláze (vypočtený pro inhalaci aerosolu I-131 typu F a AMAD 1 μ m). Vypočteno pro různé věkové skupiny (jednotlivce z obyvatelstva).

Příloha 2: Návrh jak interpretovat výsledky občanských „samo-měření“

Tato část je zde uvedena pouze jako výkladový doplněk, není předmětem popisu funkčního vzorku.

Interpretace výsledků měření:	Poznámky (odůvodnění):
Pokud je měření provedeno do týdne od uvolnění radiojódů do prostředí (důvod: poločas I-131 je cca 8 dní):	Tento časový okamžik nebo časové rozmezí by měl být srozumitelně vyjádřen pomocí nějaké zveřejněné instrukce/informace: např. "do týdne od doby, kdy byla veřejnost instruována, aby užívala KJ (jódové pilulky)"
Není třeba žádná akce, pokud: - Naměřená hodnota aktivity I-131 ve štítné žláze je nižší než detekční mez tj. MVA (tj. 3 kBq) * (pokud měření bylo na běžném radiačním pozadí tj. do cca 60CPM). - Pokud výsledek měření pozadí vyšší než 60 CPM, přístroj upozorní na vyšší hodnotu pozadí a doporučí zopakovat měření jinde.	Pro nepříliš zvýšené pozadí to představuje relativně malé ekviv.dávky ve štítné žláze (během prvního týdne od příjmu). Pro významně zvýšené radiační pozadí v místě měření může být MVA vyšší a mohla by představovat odpovídající dávku ve štítné žláze, kterou není vhodné zanedbávat. Proto je doporučeno opakovat/provést měření na méně kontaminovaném místě. Současně očekáváme, že na území s vysokým okolním radiačním pozadím by pravděpodobně probíhala oficiální (spektrometrická) měřicí kampaň ŠŽ.
B. „Kontaktujte službu radiační ochrany pro další pokyny“, pokud naměřená hodnota aktivity I-131 ve štítné žláze je vyšší než MVA (tj. 3 kBq)*. Uveďte jakékoli další informace, jako je těhotenství, kojení nebo onemocnění štítné žlázy.	Uvažujeme, že doporučení rozdělíme na intervaly podle výsledku: 1-10 kBq. Aktivita I-131 ve štítné žláze je malá (odpovídá ekvivalentní dávce ve štítné žláze 1-10 mSv pro dospělého), a 10-100 mSv pro malé děti (3-6let) - Více než 10 kBq. <u>Doporučujeme provést podrobnější měření u dětí a adolescentů</u>
Pokud měření proběhlo až po týdnu od zastavení uvolňování radiojódů , je sice měření aktuální aktivity ve štítné žláze v pořádku, ale interpretace dávky je obtížnější. (Nutno počítat že již došlo k rozpadu části aktivity):	Podobný jednoduchý časový údaj jako výše by měl být poskytnut veřejnosti, jak zjistit, kdy bylo uvolňování radiojódů zastaveno.

*) Bude třeba uvážit, zda není vhodnější z psychologických důvodů uvádět raději vyšší MVA (např. 5kBq, která by odpovídala ekvivalentní dávce cca 50 mSv u dětí)