

Měřič intenzity radioaktivního záření (intenzimetr, aktinometr, dozimetr)

HS-040



<http://www.hupra.com>

Přístroj není určen pro použití v průmyslových prostorách

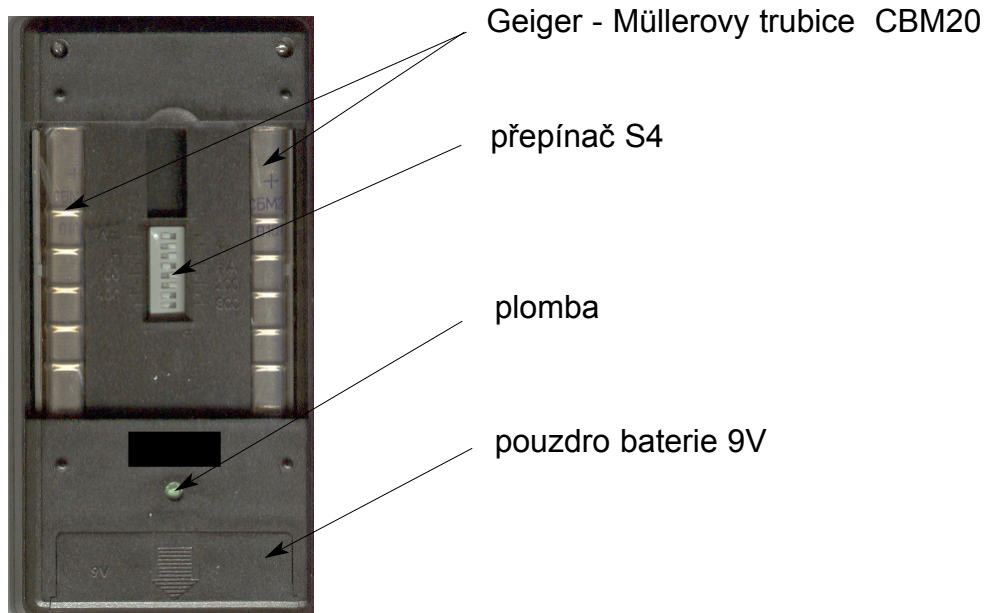
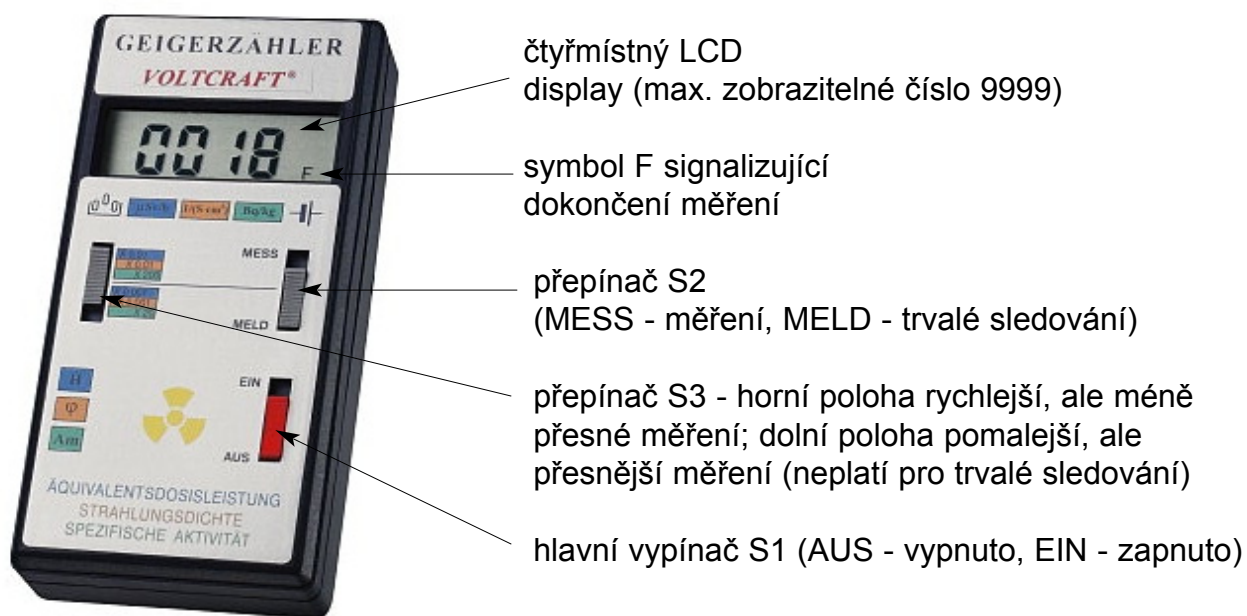


Dovozce do ČR
Conrad - obj. č. 10 06 15
(<http://www.conrad.cz>)

Tento návod je přeložen z německého originálu od firmy Conrad, jelikož česká verze není k dispozici, a bez návodu je tento přístroj pro uživatele NEPOUŽITELNÝ!

Návod jsem doplnil o praktické postřehy, vyobrazení přístroje, některé teoretické výpočty a převody fyzikálních jednotek se vztahem k intenzitě radiace.

Verze 1.9B



Zadní strana odkrytovaného přístroje

Měření ekvivalentní dávky Gama záření

Přístroj měří sílu ekvivalentní dávky v $\mu\text{Sv/h}$ (mikro Sievertch za hodinu).

Rozsah měření : **0,1 až 99,99 $\mu\text{Sv/h}$ (10 - 9999 mR/h)**

energie Gama záření v rozsahu 0,06 až 1,2 MeV (Mega elektron Volt)

Časy měření : **28s** (přepínač S3 v horní poloze) **nebo 280s** (S3 v dolní poloze)

Nastavte přepínače **S2 na MESS** a **S3 do horní polohy**.

Otevřte zadní kryt přístroje, kde je umístěn přepínač S4.

Nehtem nebo tužkou nastavte na přepínači následující :

S4.5 na 1, S4.6 na 1, S4.7 na 0 a S4.8 také na 0.

(1 znamená zapnuto, 0 znamená vypnuto)

Nastavení S4.1 až S4.4 je pro toto měření nepodstatné.

Uzavřete pečlivě zadní kryt přístroje, který překrývá GM trubice a přepínač S4.

Zapněte přístroj. Na displeji se objeví čtyři nuly. Přístroj začne počítat.

Asi po 27-28 sekundách se ozve nepřetržitý tón.

V pravém dolním okraji displeje se zobrazí znak F oznamující ukončení měření.

K zjištění ekvivalentní dávky záření musíme zobrazené číslo vynásobit převodní konstantou 0,01.

Teprve pak získáme výsledek měření v $\mu\text{Sv/h}$.

Pokud je výsledek měření menší než 10 $\mu\text{Sv/h}$, přepněte přepínač S3 do spodní polohy pro zvýšení přesnosti. Opakujte měření. Měření trvá asi 270-280s. Po ukončení měření (zazní oznamovací tón a zobrazí se znak F) musíme zobrazené číslo vynásobit převodní konstantou 0,001 pro získání výsledku v $\mu\text{Sv/h}$.

Měření kontaminace (hustoty Beta záření)

Přístroj měří hustotu záření paprsků Beta z povrchů (zamořených radionuklidy Stroncium-90 a Yttrium-90) v částicích na 1 centimetr čtverečný za 1 sekundu, zkráceně : $1/(\text{s} \times \text{cm}^2)$.

Rozsah měření : **6 až 6000 částic na 1cm^2 za minutu (0,1 - 99 částic za sekundu)**

energie Beta záření v rozsahu od 0,5 až 3 MeV (Mega elektron Volt)

Časy měření : **18s** (přepínač S3 v horní poloze) **nebo 180s** (S3 v dolní poloze)

Při tomto měření bude přístroj nejprve zakrytovaný a přiložený asi 1cm od měřeného objektu, při dalším měření bude již kryt senzorů (GM trubice) sejmutý.

Nastavte přepínače **S2 na MESS** a **S3 do horní polohy**.

Otevřte zadní kryt přístroje, kde je umístěn přepínač S4.

Nehtem nebo tužkou nastavte na přepínači následující :

S4.5 na 1, S4.6 na 0, S4.7 na 1 a S4.8 na 0.

(1 znamená zapnuto, 0 znamená vypnuto)

Nastavení S4.1 až S4.4 je pro toto měření nepodstatné.

Uzavřete pečlivě zadní kryt přístroje, který překrývá GM trubice a přepínač S4.

d) Zapněte přístroj. Na displeji se zobrazí 4 nuly. Přístroj začne počítat a ukončí měření asi za 18 sekund. Dokončení měření oznámí akustickým tónem a zobrazením znaku F.

Poznamenejte si zobrazenou hodnotu a **opakujte měření s odstraněným krytem GM trubic.**



**Při odstranění zadního krytu jsou GM trubice nechráněné.
Dbejte vždy na to, že plastová folie nechrání trubice před poškozením !**

K určení hodnoty kontaminace povrchu (případně hladiny) musíme hodnotu naměřenou při uzavřeném krytu odečíst od naměřené hodnoty při otevřeném krytu senzorů a výsledek vynásobit převodním faktorem 0,01.

Pokud je výsledek měření menší než $10/(s \times cm^2)$, měli bychom měření opakovat pro zvýšení přesnosti měření. **Nastavte** proto přepínač **S3 do dolní polohy.**

Měření se prodlouží asi na 175-185s. Opakujte měření jako se zakrytými GM trubicemi. Vzniklý rozdíl (naměřená hodnota "odkrytovaného" přístroje **mínus** naměřená hodnota "uzavřeného") musíme nyní vynásobit převodním faktorem 0,001.

Měření specifické aktivity (Cesium 137)

Přístroj měří specifickou aktivitu Beta záření v Bq/kg (Becquerelech na kilogram).

Rozsah měření : **6 až 6000 částic na 1cm² za minutu (0,1 - 99 za sekundu)**

Časy měření : **40s** (přepínač S3 v horní poloze) **nebo 400s** (S3 v dolní poloze)

Při tomto měření musí zůstat odkryty GM trubice !

Nastavte přepínač **S2 na MESS** a **S3 do spodní polohy.**

Otevřte zadní kryt přístroje, kde je umístěn přepínač S4.

Nehtem nebo tužkou nastavte na přepínači následující :

S4.5 na 1, S4.6 na 0, S4.7 na 0 a S4.8 na 1.

(1 znamená zapnuto, 0 znamená vypnuto)

Nastavení S4.1 až S4.4 je pro toto měření nepodstatné.

Naplňte miskou čistou nekontaminovanou vodou 2-3mm pod okraj. Položte přístroj napříč na naplněnou miskou, aby odkryté trubice přesně zakrývaly prohlubeň. Zapněte přístroj a proveďte 5 měření (trvání jednoho měření je cca 400s). Po dokončení každého měření (zobrazení znaku F a signálního tónu) si poznamenejte zobrazenou hodnotu. Sečtěte výsledky měření a vydělte ho 5-ti. Vypočtený výsledek je střední hodnota měření. Toto číslo si poznamenejte. K ukončení měření přístroj vypněte, plnou miskou vyprázdněte a vysušte.

Rozprostřete nyní potravinu (ovoce, zeleninu, houby apod.) nebo jinou zkoumanou látku v hluboké suché misce až asi 2-3mm pod její okraj. Dbejte na to, aby žádná potravina nepřečnívala a nepoškodila ochrannou folii chránící GM trubice na zadní straně měřícího přístroje. Proveďte nyní znovu měření jako v předchozím odstavci (kromě vody). Střední hodnota měření s vodou bude vztažná hodnota pozadí pro zeleninu. Vypočtený rozdíl hodnot (naměřená hodnota **minus** naměřená střední hodnota vody) musí být nyní vynásoben převodní konstantou 20. Výsledkem je specifická aktivita zkoumané zeleniny (ovoce, hub) v Bq/kg.

Při přesazení rozsahu (naměřeno více než 9999) se zobrazí na displeji symbol ÷. V tomto případě musíme celé měření opakovat s nastaveným vyšším rozsahem. Přepněte přepínač S3 do horní polohy, a proveďte celé měření znovu podle obou předchozích bodů. Jednotlivé měření bude trvat nyní asi jen 40 sekund místo 400 sekund. Přesnost měření se však zhorší. Po ukončení měření (10 jednotlivých měření: 5 s vodou, 5 s testovanou látkou) musíme rozdíl vynásobit převodním faktorem 200.

Trvalé sledování s nastavením prahové hodnoty alarmu

Nastavení prahové hodnoty (od 0,1 do 16 $\mu\text{Sv/h}$) umožňuje nasazení přístroje jako hlásič přesažení mezní hodnoty, k trvalému sledování radiační aktivity.

Nastavte přepínač **S2 na MELD** a **S3** do odpovídající polohy **dle tabulky**.

Otevřete kryt přístroje pod kterým je přepínač S4.

Nehtem nebo tužkou nastavte přepínače do následujících poloh:

S4.5 na 1, S4.6 na 1, S4.7 na 0, a S4.8 na 0.

Nastavení přepínačů S4.1 až S4.4 je uvedeno v tabulce.

Vybraná prahová hodnota se nastaví kombinací přepínačů S4.1 až S4.4 a přepínačem S3. V případě potřeby změnit prahovou hodnotu vyhledejte odpovídající nastavení v následující tabulce:



Prahová hodnota		Odpovídající zobrazení prahové hodnoty	Ekvivalentní dávka		Pozice přepínače S3	Přepínač S4			
μSv/hod	μR/hod		mSv/rok	mR/rok		S4.1 800	S4.2 400	S4.3 200	S4.4 100
0,1	10	0100	0,876	87,6	dole	1	1	1	1
0,2	20	0200	1,752	175,2	dole	1	1	1	0
0,3	30	0300	2,628	262,8	dole	1	1	0	1
0,4	40	0400	3,504	350,4	dole	1	1	0	0
0,5	50	0500	4,38	438	dole	1	0	1	1
0,6	60	0600	5,256	525,6	dole	1	0	1	0
0,7	70	0700	6,132	613,2	dole	1	0	0	1
0,8	80	0800	7,008	700,8	dole	1	0	0	0
0,9	90	0900	7,884	788,4	dole	0	1	1	1
1,0	100	1000	8,76	876	dole	0	1	1	0
1,1	110	1100	9,636	963,6	dole	0	1	0	1
1,2	120	1200	10,512	1051,2	dole	0	1	0	0
1,3	130	1300	11,388	1138,8	dole	0	0	1	1
1,4	140	1400	12,264	1226,4	dole	0	0	1	0
1,5	150	1500	13,14	1314	dole	0	0	0	1
1,6	160	1600	14,016	1401,6	dole	0	0	0	0
1	100	0100	8,76	876	nahoře	1	1	1	1
2	200	0200	17,52	1752	nahoře	1	1	1	0
3	300	0300	26,28	2628	nahoře	1	1	0	1
4	400	0400	35,04	3504	nahoře	1	1	0	0
5	500	0500	43,8	4380	nahoře	1	0	1	1
6	600	0600	52,56	5256	nahoře	1	0	1	0
7	700	0700	61,32	6132	nahoře	1	0	0	1
8	800	0800	70,08	7008	nahoře	1	0	0	0
9	900	0900	78,84	7884	nahoře	0	1	1	1
10	1000	1000	87,6	8760	nahoře	0	1	1	0
11	1100	1100	96,36	9636	nahoře	0	1	0	1
12	1200	1200	105,12	10512	nahoře	0	1	0	0
13	1300	1300	113,88	11388	nahoře	0	0	1	1
14	1400	1400	122,64	12264	nahoře	0	0	1	0
15	1500	1500	131,4	13140	nahoře	0	0	0	1
16	1600	1600	140,16	14016	nahoře	0	0	0	0

Uzavřete pečlivě zadní kryt přístroje, který překrývá GM trubice a přepínač S4.

Přístroj zapněte. Při překročení nastavené prahové hodnoty se rozezní nepřetržitý signální tón.



Doporučená hodnota alarmu pozadí dle dlouhodobějších zkušeností při používání je 0,4 μSv/hod (mikro Sievertů za hodinu).
Při teoreticky vypočtené hodnotě cca 0,28 μSv/hod. a nastavení prahu alarmu na 0,3 μSv/hod. docházelo vlivem nerovnoměrných rozpadů částic v měřeném časovém intervalu k přetečení hodnoty čítače a vzniku falešného alarmu. Proto doporučuji nastavit hodnotu 0,4 μSv/hod.
V režimu trvalého hlídání úrovně radioaktivního pozadí se na displeji zobrazuje přírůstková hodnota počtu rozpadů za jednotku času. Po ukončení měřicího intervalu dojde k vynulování interního čítače a započne nový čítací cyklus!



Specifikace

<i>Zobrazovač</i>	4-místný LCD displej (max. číslo 9999)
<i>Překročení rozsahu</i>	signalizováno znakem ÷ v levé části displeje nad symbolem přeplnění
<i>Pracovní teplota</i>	+10°C až +35°C při relativní vlhkosti vzduchu nižší než 75% (nekondenzující)
<i>krátkodobě</i>	+10°C až +40°C při relativní vlhkosti vzduchu nižší než 95% (nekondenzující)
<i>Napájení</i>	baterie nebo akumulátor 9V (NEDA 1604 nebo 9F22)
<i>Životnost baterie</i>	Alkalická 12-14 dní nepřetržitého provozu (odběr proudu cca 1,5mA/h), vybití signalizováno v pravém dolním rohu displeje písmenem V vedle symbolu F
<i>Váha</i>	350g včetně baterie
<i>Rozměry (VxŠxH)</i>	153 x 77 x 39 mm

Tolerance měření

Měřicí rozsah

Tolerance

Gama záření (ekvivalentní dávka)

0,1 - 1,0 $\mu\text{Sv/h}$	$\pm 35\%$
1,0 - 10 $\mu\text{Sv/h}$	$\pm 25\%$
10 - 99,99 $\mu\text{Sv/h}$	$\pm 25\%$

0,1 - 99,99 $\mu\text{Sv/h} = 10 - 9999 \mu\text{R/h}$

Hustota Beta záření z povrchů (radionuklidů Stroncium 90 + Yttrium 90)

0,1 - 1,00 $1/(\text{s} \times \text{cm}^2)$	$\pm 50\%$
1,0 - 10,00 $1/(\text{s} \times \text{cm}^2)$	$\pm 35\%$
10 - 99,99 $1/(\text{s} \times \text{cm}^2)$	$\pm 35\%$

0,1 - 99,99 $1/(\text{s} \times \text{cm}^2) = 6 - 6000 \text{ } 1/(\text{min} \times \text{cm}^2)$

Specifická aktivita (radionuklidu Cesium 137)

$2 \times 10^3 - 2 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$	$\pm 50\%$
$2 \times 10^4 - 2 \times 10^5 \text{ Bq/kg}$	$\pm 35\%$
$2 \times 10^5 - 2 \times 10^6 \text{ Bq/kg}$	$\pm 35\%$

$2 \times 10^3 - 2 \times 10^6 \text{ Bq/kg} = 5,4 \times 10^{-3} - 5,4 \times 10^{-5} \text{ Ci/kg}$



1 Sv (Sievert) = 1000 mSv (mili Sievertů) = 1 000 000 μ Sv (mikro Sievertů)
1 R (Rentgen) = 1000 mR (mili Rentgenů) = 1 000 000 μ R (mikro Rentgenů)
1 μ Sv (mikro Sievert) = 100 μ R (mikro Rentgenů)
1 Bq (Becquerel) = rozpad 1 jádra radionuklidu za 1 sekundu
1 Ci (Curie) = 37×10^9 Bq (Becquerelů) = 37 GBq (Giga Becquerelů)



Přírodní pozadí naměřené v Praze = 0,17 μ Sv/h (1,49 mSv/rok)



Nejvyšší hodnota přirozené radioaktivity je 2,4 mSv/rok = 0,27 μ Sv/h.
K tomuto číslu se podle nových norem EU ještě připočítává 1mSv/rok
z tzv. "průmyslového znečištění"

MAXIMÁLNÍ dávka je tedy 3,4 mSv/rok (mili Sievertů za rok = 340 mR/rok [mili Rentgenů za rok]), přepočteno na celoroční působení = 0,39 μ Sv/h (mikro Sievertů za hodinu = 39 μ R [mikro Rentgenů za hodinu]).

MAXIMÁLNÍ dávka za život je 250 mSv (mili Sievertů = 25 R [Rentgenů]).



365 dní x 24 hodin = 8760 hodin za rok



Záření Gamma NIKDY neexistuje samostatně, ale vždy se zářením Alfa nebo Beta.

Radioaktivita vzniká při přeměně nestabilního izotopu určitého prvku (radionuklidu) na prvek jiný. Při této přeměně se uvolňují částice.

Gama záření působí na **KAŽDÝ** živý organismus bez výjimky, poškozuje (případně zcela ničí - záleží na dávce záření) **genetickou informaci v buňkách (DNA) => způsobuje mutace buněk.**

Popis některých radioaktivních látek

Stroncium 90 - podobné vápníku -> ukládá se v kostech, poločas rozpadu : cca 28 let

Cesium 137 - podobné draslíku, struktura jako pudr, poločas rozpadu : cca 30 let

Jód 131 - ukládá se ve štítné žláze - poločas rozpadu : 8 dní

Plutonium - poločas rozpadu : cca 24 000 let

Praktické zkušenosti při používání přístroje

1) Posuvné přepínače jsou uzpůsobeny pro snadné ovládání přístroje v ochranném obalu (průhledném plastovém pytlí - ochrana přístroje před zamořením), i při použití ochranných prostředků (rukavic).

2) Ideální je provoz přístroje na akku 9V/250mA/h Conrad Energy (*obj.č. 25 00 24*) = více než 1 týden nepřetržitého dozorování (přístroj začne nepřetržitě pískat při vybití baterie/akumulátoru na napětí cca 4,5V.)

Pokud možno střídat 2 akumulátory, druhý mezitím nabít v procesorové nabíječce Voltcraft P9-2 (*obj.č. 51 20 97*). Nabíjením v "klasické" nabíječce akumulátor vůbec nedosáhne kapacity udávané výrobcem.

3) přepínač S4.5 (BD) je vždy zapnutý.

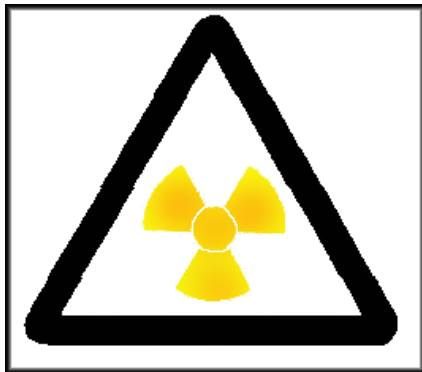
Rizika rakoviny: celoroční dávka (přepočtená ekvivalentní hodnota působení za hodinu)

3 mSv/rok (0,34 μ Sv/hod) = **1:1000**

18 mSv/rok (2 μ Sv/hod) = **1:100** = zvýšené riziko rakoviny

240 mSv/rok (27,4 μ Sv/hod) = **1:7** = **jistota**

Hodnoty pro posouzení nebezpečnosti radiace jsem získal z dokumentu BBC Špinavá bomba (Dirty bomb) vysílaném na ČT 2. Výsledky jsem přepočítal na hodnoty pro praktické použití. Mojí snahou bylo zpřístupnit zájemcům o účinky radiace hodnověrné údaje, aby si sami mohli změřit úroveň zamoření potravin a terénu v případě teroristického útoku nebo průmyslové havárie, nikoliv v někom vyvolat pocit paniky z radiace. Dle mého názoru je lepší tzv. "vědět na čem jsem", než být v nejistotě a ve strachu z neznámého, protože bez měřicího přístroje pro detekci radiace nelze lidskými smysly zjistit přítomnost radioaktivního zamoření potravin a okolí. V případě extrémní radiace např. výbuchu atomové bomby by člověk samozřejmě účinky radiace pocítil (spáleniny a pod.), ale to už by měření kontaminace nemělo moc význam. Toto měření má smysl pouze při kontaminaci z průmyslové havárie, vzdáleném výbuchu atomové bomby nebo útoku teroristy "špinavou bombou". Pak je velmi významné zjistit, zda naše potrava nebo okolí není kontaminováno, neboť riziko rakovinného bujení stoupá s úrovní radiace, která na nás působí z našeho okolí a hlavně z požitých potravin a vody! Důležité je též vědět, jak je označen zamořený terén, budovy aj. a proto níže uvádím značku radioaktivní kontaminace. V případě, že se ve svém životě setkáte s radiací např. při průmyslové havárii nebo útoku teroristů dbejte velmi důsledně na rady Civilní ochrany a státních sdělovacích prostředků. Tyto rady Vám mohou zachránit zdraví a život, protože **radiaci, kterou do sebe dostanete ve formě třeba zamořené potravy, z Vás už nikdo nikdy nedostane!**



Mezinárodní značka radioaktivního zamoření



Porovnání velikosti rozsahů s měřičem radioaktivity Griff 1

5 $\mu\text{Sv/hod}$ (Griff1) = 43,8 mSv/rok => 30x přesažená dávka přirozené radioaktivity 1,5 mSv/rok (= 0,17 $\mu\text{Sv/rok}$), (12,9x přesažená maximální povolená dávka 3,4 mSv/rok)

99,99 $\mu\text{Sv/hod}$ (HS040) = 876 mSv/rok => 584x přesažená dávka přirozené radioaktivity 1,5 mSv/rok (= 0,17 $\mu\text{Sv/rok}$), (257,6x přesažená maximální povolená dávka 3,4 mSv/rok)

Tento přístroj je dle poznatků získaných při rozebrání vyroben někde v bývalém SSSR, ale neznamená to, že by byl méně hodnotný a nepřesný!

Do západní Evropy jej dováží německá firma Hupra (<http://www.hupra.com>).

U nás v republice jej prodává firma Conrad (<http://www.conrad.cz>) za cca 4500 Kč včetně DPH pod objednacím číslem **10 06 15**.

V sortimentu má tato firma také přístroj Griff 1 za cca 1500 Kč včetně DPH, který je velmi zjednodušenou verzí dozimetru, a přístroj Gama Scout za cca 10 000 Kč včetně DPH, který je asi to nejlepší, co lze vůbec u nás pro soukromé použití sehnat.

Součástky (Ruské výroby) použité v tomto přístroji:

2x GM trubice CBM 20

3x K561TM2 (4013 = 2x klopný obvod D)

1x K176IE12 (binární čítač + dělič kmitočtu)

1x K561LE5 (4001 = 4x 2vstup NOR)

1x K176IE2 (?)

5x K176IE4 (4026 = desítkový čítač + sedmisegmentový dekodér)

1x K176LP2 (4030 = 4x 2vstup EX-OR) - pravděpodobně vf buzení LCD displaye)

Šíření tohoto dokumentu je vřele doporučeno.

(a o to všechny jeho čtenáře žádám!), s výjimkou komerčního využití.

Kontaktní E-mail na autora tohoto dokumentu : malik040@weballey.zzn.com