



CERTIFIKÁT O OVERENÍ

podľa § 15 zákona č. 142/2000 Z. z. v znení zákona č. 431/2004 Z. z.

č.: **ccc/250/44/rr**

Predmet overenia:	meradlo kvality zväzkov a zdrojov röntgenového žiarenia (podľa bodu 8.9 Prílohy č. 1 Vyhlášky č. 210/2000 Z. z.)
Obchodný názov:	Unfors ThinX RAD
Typ:	ThinX RAD
Výrobné číslo:	<i>výrobné číslo</i>
Výrobca:	Unfors, Švédsko
Značka schváleného typu:	–
Žiadateľ:	<i>Obchodné meno a adresa žiadateľa</i>
Číslo požiadavky:	<i>číslo</i>
Miesto a dátum overenia:	Bratislava, <i>dátum</i>
Overenie platí do:	<i>dátum</i>
Počet strán:	6

Výsledok overenia:

Meradlo nepodlieha schváleniu typu.

Meracia časť meradla určená na meranie kerry vo vzduchu **spĺňa** metrologické požiadavky na daný druh meradla ustanovené predpisom STN EN 61674: 2002 a STN EN 61674/A1: 2004.

Meracia časť meradla určená na neinvazívne meranie napätia na röntgenke **spĺňa** metrologické požiadavky na daný druh meradla ustanovené predpisom STN EN 61676: 2004 a STN EN 61676/A1: 2009.

Etalóny použité na meranie sú nadviazané na národné etalóny Slovenskej republiky.

Miesto a dátum vydania:

Pečiatka:

Riaditeľ centra:

Bratislava, dátum

meno riaditeľa centra

Informácie o predmete overenia:

Základné údaje o technických a metrologických charakteristikách a zoznam jednotlivých častí, a prídavných zariadení, ktoré môžu byť k uvedenému typu pripojené, alebo sú jeho súčasťou:

Podľa údajov technickej dokumentácie meradla od jeho výrobcu, ktorá bola predložená jeho užívateľom spolu s meradlom, meradlo Unfors ThinX RAD je plne automatické kompaktné multifunkčné meracie zariadenie pre kontrolu rádiografickej kvality, napájané vlastnou batériou typu CR 2450, ktoré sa pri detekcii žiarenia automaticky zapne, vykoná meranie a pri prekročení spodnej úrovne efektívneho meracieho rozsahu aj zobrazí výsledky meraní nasledujúcich veličín a parametrov charakterizujúcich kvalitu rtg. zväzkov a zdrojov rtg. žiarenia rádiografických kvalít:

- Praktické špičkové (vrcholové) napätie na rtg. trubici rtg. zdroja (v užívateľskej príručke označené ako „kVp“) v rozsahu od 45 kVp do 150 kVp s rozlíšením 0,5 kVp a s neistotou 3 %
- Kerma vo vzduchu (v užívateľskej príručke k meradlu označené ako „Dose“) v rozsahu od 20 μGy (pre napätie väčšie ako 70 kVp) a min. od 100 μGy (pre napätie 50 kV) do 999 mGy s rozlíšením 1 μGy a s neistotou 5 %
- Príkion Kermy vo vzduchu (v užívateľskej príručke označené ako „Dose rate“) v rozsahu od 0,1 $\text{mGy}\cdot\text{s}^{-1}$ (pre napätie väčšie ako 70 kVp) a min. od 0,5 $\text{mGy}\cdot\text{s}^{-1}$ (pre napätie 50 kV) do 100 $\text{mGy}\cdot\text{s}^{-1}$ s rozlíšením 0,01 $\text{mGy}\cdot\text{s}^{-1}$ a s neistotou 5 %
- Prvá polhrúbka energetickej filtrácie rtg. zväzku (v užívateľskej príručke k meradlu označené ako „HVL“) v rozsahu od 1,0 mm Al do 10,0 mm Al s rozlíšením 0,1 mm Al a s neistotou 10 % alebo 0,2 mm Al
- Čas expozície (v užívateľskej príručke označené ako „Exposure time“) v rozsahu od 10 ms do 10 s s rozlíšením 1 ms a s neistotou 0,5 ms
- Počet pulzov (v užívateľskej príručke k meradlu označené ako „Pulses“) v rozsahu od 3 do 999 pulzov s rozlíšením 1 pulzu a s neistotou 1 pulzu pri mŕtvom čase medzi pulzmi max 375 ms

Meradlo je vybavené detektormi a senzormi na pevnej báze s aktívnou energetickou kompenzáciou pre meranie dávok i praktického špičkového napätia a ním indikované výsledky meraní namerané sú konečné, bez potreby aplikácie dodatočných korekcií na rôzne podmienky ožiarovania alebo prostredia.

Podmienky merania:*1. metódy skúšania pri overovaní:*

Overenie meradla bolo vykonané v SMU v súlade so zákonom č. 142/2000 Z. z. v znení zákona č. 431/2004 Z. z., Vyhláškou ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z. a ich prílohami, v ich aktuálne platnom znení, podľa pracovného postupu SMU PP 09/250 a odporúčaní slovenských technických noriem STN EN 61674: 2002, STN EN 61674/A1: 2004, STN EN IEC 61676: 2004, STN EN 61676/A1: 2009 a STN EN 61267: 2007, len pre časti meradla merajúce veličiny kerma vo vzduchu a praktické špičkové napätie na rtg. trubici.

2. podmienky vykonania overenia:

Skúška meradla sa uskutočnila v rtg. zväzkoch príslušnými normami požadovaných kvalít, vytváraných generátorom vysokofrekvenčného pulzného rtg. žiarenia CREOS typ XHF-30, výr. č. 687 s rtg. lampou typ RAD-8, výr. č. 85813-3U, s rotačnou anódou s wolfrám-rhenium-molybdénovým terčikom, s pomocou príslušných energetických filtrov, clôn a ďalších pomocných zariadení a meradiel, substitučnou metódou, porovnaním s etalónovými meradlami, resp. meraciami zostavami, príslušných veličín, a to Diagnostickým dozimetrom PTW UNIDOS typ T10002, výr. č. 20599, s ionizačnou komorou PTW typ TM34069, výr. č. 166 a Multimetrom Fluke typ 8845A, výr. č. 9418019, s VN deličom Parker typ H917/PM2000, výr.č. 10324-1-1, s príslušným meracím softwarom, naviazanými na slovenské národné etalóny a zahraničné národné etalóny, realizujúce meracie jednotky v súlade s Medzinárodnou sústavou jednotiek SI.

Merania boli vykonávané za podmienok stanovených v príslušných technických normách a návodoch na používanie príslušných meradiel a zariadení.

Podmienky prostredia:

Skúšky boli vykonané v medziach normálnych skúšobných podmienok, podľa požiadaviek príslušných technických noriem, t.j. STN EN 61674: 2002, STN EN 61674/A1: 2004, STN EN IEC 61676: 2004, STN EN 61676/A1: 2009 a STN EN 61267: 2007, v rozsahu nasledujúcich hodnôt ovplyvňujúcich veličín okolitého prostredia, ktoré mali vplyv na výsledky meraní:

Teplota:	(18,53 ± 0,01) °C
Atmosférický tlak:	(100,75 ± 0,01) kPa
Vlhkosť vzduchu:	(42,0 ± 1,0) %

Pozn.: Vyššie uvedené veličiny okolitého prostredia ovplyvňovali len výsledky meraní etalónovej zostavy na meranie kermy vo vzduchu, ktorej súčasťou bola do vzduchu otvorená ionizačná komora. Podľa údajov technickej dokumentácie meradla od jeho výrobcu, ktorá bola predložená jeho užívateľom spolu s meradlom, výsledky meraní indikované meradlom sú konečné, bez potreby aplikácie dodatočných korekcií na rôzne podmienky ožiarovania alebo prostredia.

Teplota a tlak ovzdušia okolitého prostredia meradla boli merané priebežne s meraním hodnôt overovaných veličín pomocou etalónovej ionizačnej komory, ktoré boli následne prepočítané na hodnoty pri referenčných podmienkach prostredia, t.j. pri teplote 20,0°C, tlaku 101,3 kPa a vlhkosti 50 %.

Metóda skúšania:

Overenie meradla prebiehalo podľa pracovného postupu PP 09/250 a odporúčaní slovenských technických noriem STN EN 61674: 2002, STN EN 61674/A1: 2004, STN EN IEC 61676: 2004, STN EN 61676/A1: 2009 a STN EN 61267: 2007.

U overovaného meradla sa overovalo splnenie nasledujúcich požiadaviek:

- u meracej časti meradla určenej na meranie kermu vo vzduchu:
 - splnenie vybraných požiadaviek pre prevádzkové charakteristiky podľa kapitoly 5 STN IEC 61674: 2002, a to pre:
 1. relatívnu základnú chybu meradla kermu vo vzduchu podľa čl. 5.1 STN IEC 61674: 2002;
 2. závislosť odozvy meradla kermu vo vzduchu pri rôznych príkonoch kermu vo vzduchu podľa čl. 6.2 STN IEC 61674: 2002.

Kritériami pre kladný výsledok overenia časti meradla kvality diagnostických rtg. zväzkov, určenej na meranie kermu vo vzduchu, je splnenie nasledujúcich požiadaviek článkov 5.1 a 6.2 STN IEC 61674, ktoré musia platiť súčasne:

1. Relatívna základná chyba I meradla spĺňa kritériá podľa nasledujúcej tabuľky:

	Rozsah merania	Relatívna základná chyba I
a) v nezoslabenom zväzku	$K < 100 \mu\text{Gy}$ $K \geq 100 \mu\text{Gy}$	$ I \leq 10 - 0,05 \cdot K \% \text{ } ^{1)}$ $ I \leq 5 \%$
b) v zoslabenom zväzku	$K \geq 1,0 \mu\text{Gy}$	$ I \leq 5 \%$
¹⁾ K je hodnota kermu vo vzduchu v μGy		

2. Závislosť odozvy meradla kermu vo vzduchu od rôznych príkonov kermu vo vzduchu v celom pracovnom rozsahu príkonov kermu vo vzduchu vyhovuje vzťahu:

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max} + R_{\min}} \leq 0,02$$

kde: R_{\max} je maximálna odozva skúšaného meradla pri meraní kermu a R_{\min} je minimálna odozva skúšaného meradla pri merní kermu pri rôznych prúdoch rtg. lampou referenčného zdroja rtg. žiarenia pri rovnakom referenčnom napätí i pri rovnakej hodnote expozície, t.j. rovnakej hodnote súčinu prúdu rtg. lampou a času jeho pôsobenia, ktorý pri rovnakom napätí, filtrácii a ostatných podmienkach v rovnakej vzdialenosti vytvára rovnaké hodnoty kermu vo vzduchu.

Overenie meradla kermu vo vzduchu bolo vykonané v nezoslabenom i v zoslabenom zväzku rtg. žiarenia s kvalitou RQR5 a RQA5 podľa STN IEC 61267 pri napätí približne 70 kV (konvenčne pravá hodnota napätia bola stanovená etalónovým meradlom počas ožarovania overovaného meradla) a prúdoch v rtg. trubici približne 50 mA, 160 mA a 300 mA pri nezoslabenom zväzku a 64 mA, 160 mA a 300 mA v zoslabenom zväzku, s fixne nastavenou rovnakou hodnotou expozície (50 mAs), v nezoslabenom zväzku v referenčnej vzdialenosti 600 mm od ohniska rtg. zdroja a v zoslabenom zväzku v referenčnej vzdialenosti 1000 mm, pričom pre každú hodnotu sa meranie zopakovalo päťkrát.

Pred začatím meraní boli meradlá pripravené a samotné merania s nimi boli vykonávané v súlade s ich užívateľskými príručkami a návodmi na ich použitie.

Výsledky meraní:

Výsledky meraní a ich vyhodnotení sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách:

A)1.a) Výsledky meraní a vyhodnotení pre overenie meradla kerry vo vzduchu v nezoslabenom rtg. zväzku:

Q	h_f	U_{rtgc}	I_{rtg}	X_{exp}	K_{ax}	$U(K_{ax})$	K_{aref}	$U(K_{aref})$	R_K	$I(K_{ax})$	$\frac{(R_{max} - R_{min})}{(R_{max} + R_{min})}$
	[mm] Al	[kV]	[mA]	[mAs]	[mGy]	[%]	[mGy]	[%]	[]	[%]	[]
RQR5	2,5	69,5	160	50	5,820	5,0	6,006	5,0	1,032	3,10	-0,002
RQR5	2,5	69,5	50	50	5,972	5,0	6,129	5,0	1,026	2,57	
RQR5	2,5	69,5	300	50	5,736	5,0	5,866	5,0	1,023	2,21	
Výsledok skúšky:										vyhovuje	vyhovuje

A)1.b) Výsledky meraní a vyhodnotení pre overenie meradla kerry vo vzduchu v zoslabenom rtg. zväzku:

Q	h_f	U_{rtgc}	I_{rtg}	X_{exp}	K_{ax}	$U(K_{ax})$	K_{aref}	$U(K_{aref})$	R_K	$I(K_{ax})$	$\frac{(R_{max} - R_{min})}{(R_{max} + R_{min})}$
	[mm] Al	[kV]	[mA]	[mAs]	[μ Gy]	[%]	[μ Gy]	[%]	[]	[%]	[]
RQA5	23,5	69,5	160	50	85,0	5,0	88,552	5,0	1,042	4,01	0,002
RQA5	23,5	69,5	64	50	87,6	5,0	91,674	5,0	1,047	4,44	
RQA5	23,5	69,5	300	50	81,0	5,0	84,509	5,0	1,043	4,15	
Výsledok skúšky:										vyhovuje	vyhovuje

Legenda:

- Q typ spektra rtg. žiarenia podľa STN EN 61267: 2007
- h_f celková hrúbka energetickej filtrácie primárneho zväzku v mm Al
- U_{rtgc} konvenčne pravá hodnota napätia privádzaného na rtg. trubicu zdroja rtg. žiarenia počas expozície overovaného meradla
- I_{rtg} nastavená nominálna hodnota prúdu rtg. trubicou zdroja rtg. žiarenia počas expozície
- X_{exp} nominálna hodnota celkovej expozície, t.j. súčinu prúdu rtg. lampou a času jeho pôsobenia, nastavená na generátore rtg. žiarenia
- t_{exp} nominálna hodnota času expozície, nastavená na generátore rtg. žiarenia
- K_{ax} stredná hodnota meranej veličiny (kerry vo vzduchu) stanovená overovaným meradlom
- $U(K_{ax})$ relatívna rozšírená kombinovaná neistota strednej hodnoty kerry vo vzduchu stanovenej overovaným meradlom
- K_{aref} konvenčne pravá hodnota kerry vo vzduchu
- $U(K_{aref})$ relatívna rozšírená kombinovaná neistota konvenčne pravej hodnoty kerry vo vzduchu

$I(K_{ax})$	relatívna základná chyba (odchýlka indikovanej hodnoty meranej veličiny od konvenčne pravej hodnoty) meradla kerry vo vzduchu
R_K	odozva skúšaného meradla voči konvenčne pravej hodnote
R_{max}	maximálna odozva skúšaného meradla voči konvenčne pravej hodnote pri maximálnom prúde
R_{min}	minimálna odozva skúšaného meradla voči konvenčne pravej hodnote pri minimálnom prúde

Uvedené rozšírené neistoty merania sú stanovené vynásobením štandardnej neistoty merania koeficientom rozšírenia $k=2$, ktorý pre normálne rozdelenie zodpovedá pravdepodobnosti pokrytia približne 95%. Štandardné neistoty merania boli určené v zhode s publikáciou EA-4/02 a GUM (Guide to the Expression of uncertainty in measurement. BIPM/IEC/ISO/OIML, 1993, 1995) ako kombinované neistoty, kombináciou neistôt typu A a typu B.

Výsledok overenia:

Overované meradlo podľa aktuálne platných znení Vyhlášky č. 210/2000 Z. z. a jej príloh nepodlieha schváleniu typu.

Meracia časť meradla určená na meranie kerry vo vzduchu metrologické požiadavky na relatívnu základnú chybu meradla kerry vo vzduchu ustanovené článkom 5.1 STN EN61674: 2002 **spĺňa**.

Meracia časť meradla určená na meranie kerry vo vzduchu metrologické požiadavky na závislosť odozvy meradla kerry vo vzduchu pri rôznych príkonoch kerry vo vzduchu ustanovené článkom 6.2 STN EN61674: 2002 **spĺňa**.

Overovacia značka: ccc/250/44/rr

Overenie vykonal: *meno vykonávateľa overenia*