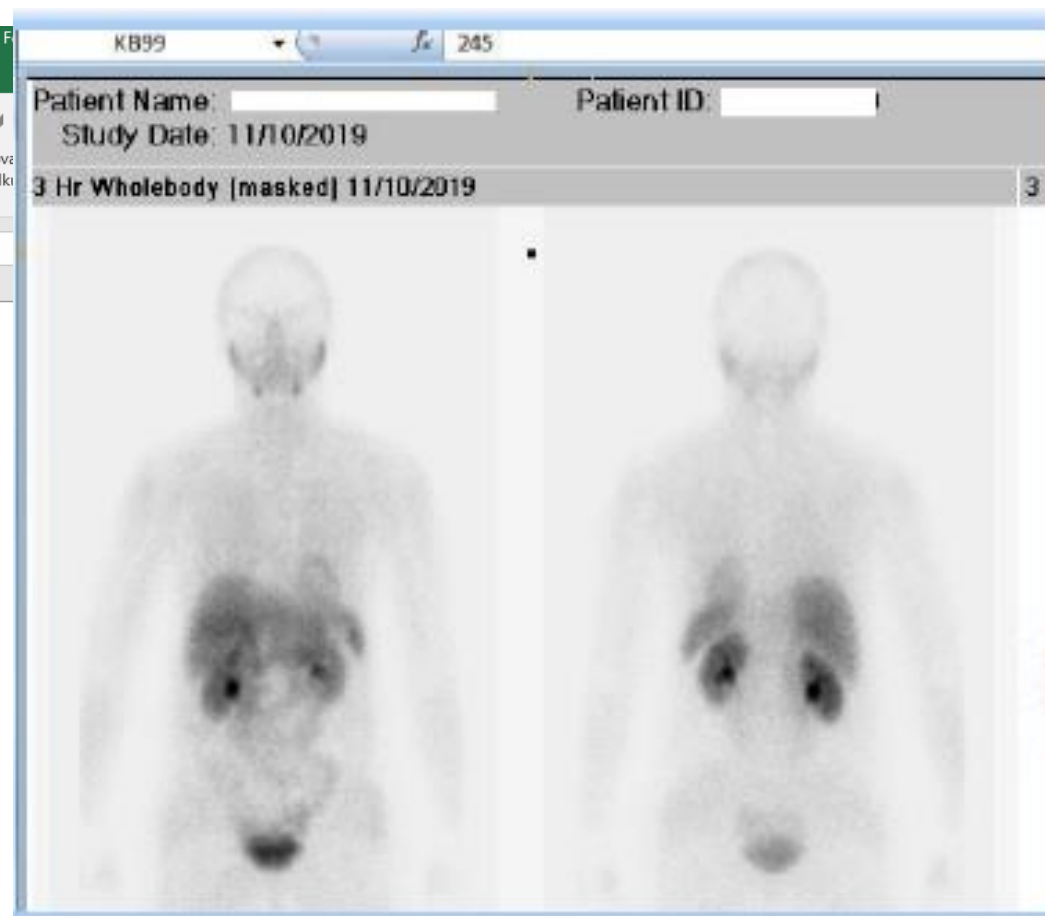
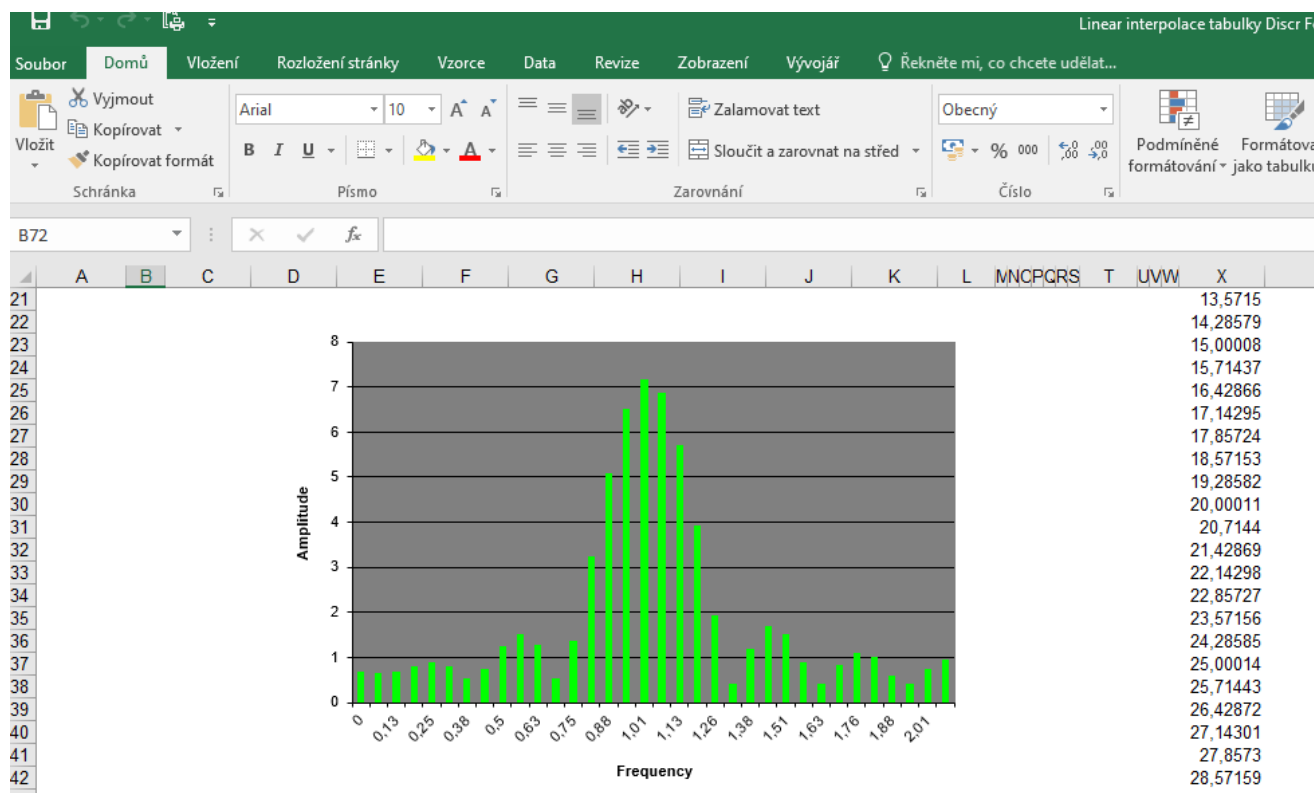


Tabulkové procesory (Excel) v nukleární medicíně a radiodiagnostice



Obsah

- DICOM
- VBA
- Grafika
- Použití TP v RDG
- Použití TP v NM

DICOM



Definuje síťové protokoly, které umožňují propojení jednotlivých zařízení, syntaxi a sémantiku informací v těchto protokolech, strukturu adresářů, souborový formát a další potřebné doplňkové informace.

Dicom soubor standardně obsahuje hlavičku a grafická data.

- V hlavičce jsou tagy, které obsahují základní informace o vyšetření
- 0008,xxxx typ vyšetření, datum a čas, výrobce přístroje
- 0010,xxxx údaje o pacientovi
- 0018,xxxx přístroj, technické parametry
- 0020,xxxx poloha pacienta
- 0028,xxxx vlastnosti grafiky
- 0040,xxxx průběhy akvizic
- ...
- 0019,xxxx privátní tagy výrobce k nastavení přístroje
- 0029,xxxx privátní tagy výrobce k nastavení grafiky
- ...

DICOM pojmy

- Jednotlivé tagy, metadata jsou umístěny postupně v souboru, následuje grafika
- Tagy – více než 4200 definovaných i firemně privátně definovaných tagů
- Každý typ vyšetření má specifický způsob uložení dat hlavičky a grafiky
- Value representation – formát dat tagu
 - Code string, date, time, floating point double, sequence of items, ... celkem 34 typů

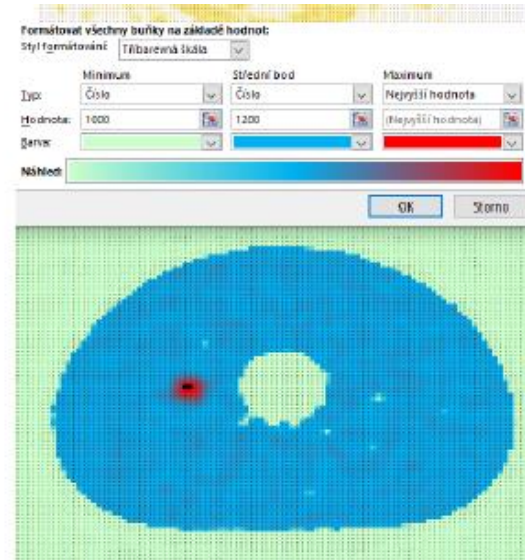
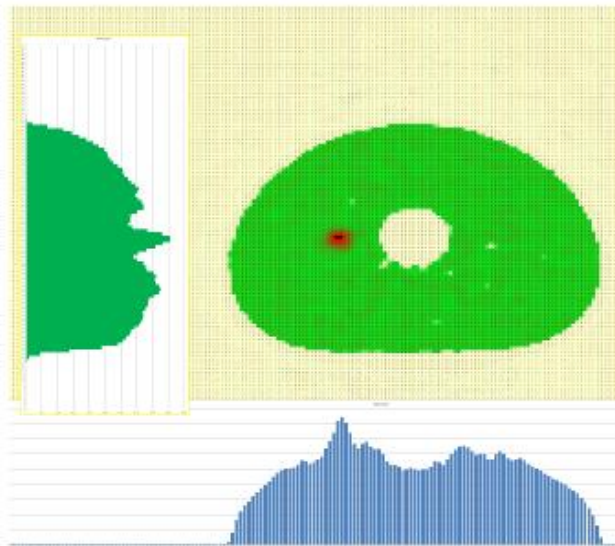
DICOM ukázka části hlavičky

A	B	C	D	E	F	G	H
	Popis tagu	Tag	VR	Délka	Byty	Obsah dat	Byt č.
	FileMetaInformationGroupLength	0002,0000	UL	4	190,0,0,0	190	133
	FileMetaInformationVersion	0002,0001	OB	2		OB	145
	MediaStorageSOPClassUID	0002,0002	UI	26	49,46,50,	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7	159
	MediaStorageSOPInstanceUID	0002,0003	UI	54	49,46,51,	1.3.12.2.1107.5.6.1.1108.30540	193
	TransferSyntaxUID	0002,0010	UI	20	49,46,50,	1.2.840.10008.1.2.1	255
	ImplementationClassUID	0002,0012	UI	28	49,46,51,	1.3.6.1.4.1.20468.0.1.1.6.3	283
	ImplementationVersionName	0002,0013	SH	8	84,77,68,	TMDTK163	319
	SpecificCharacterSet	0008,0005	CS	10	73,83,79,	ISO_IR 100	335
	ImageType	0008,0008	CS	18	79,82,73,	ORIGINAL\SECONDARY	353
	SOPClassUID	0008,0016	UI	26	49,46,50,	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7	379
	SOPInstanceUID	0008,0018	UI	54	49,46,51,	1.3.12.2.1107.5.6.1.1108.30540	413
	StudyDate	0008,0020	DA	8	50,48,49,	20191011	475
	SeriesDate	0008,0021	DA	8	50,48,49,	20191011	491
	ContentDate	0008,0023	DA	8	50,48,49,	20191011	507
	StudyTime	0008,0030	TM	14	48,56,52,	084900.500000	523
	SeriesTime	0008,0031	TM	14	48,56,49,	081511.000000	545
	ContentTime	0008,0033	TM	14	48,56,49,	081511.000000	567
	AccessionNumber	0008,0050	SH	8	51,50,56,	3281924	589
	Modality	0008,0060	CS	2	78,77,	NM	605
	ConversionType	0008,0064	CS	4	87,83,68,	WSD	615
	Manufacturer	0008,0070	LO	10	83,73,69,	SIEMENS NM	627

V různých verzích DICOMu, v různých modalitách, na různých přístrojích různých výrobců jsou údaje, které jsou často velice dobře využitelné jak z hlediska konkrétního pacienta, tak pro statistické vyhodnocování nebo třeba stanovování MDRU.

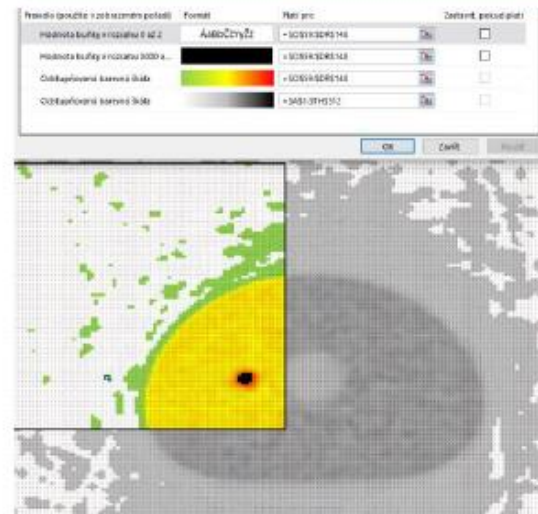
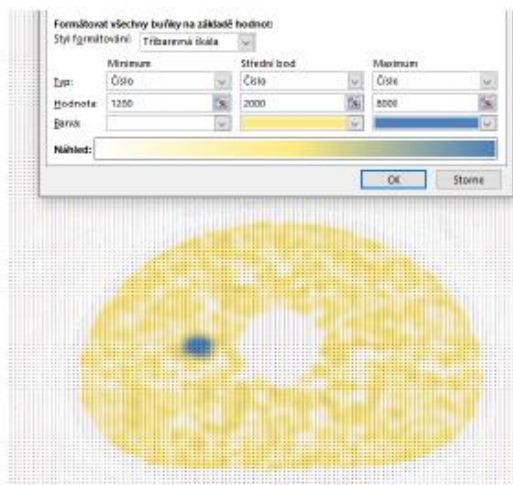
Velkou výhodou zobrazování dat z hlavičky v tabulkovém procesoru je zejména možnost načtení velkého počtu DICOM souborů současně, uložení jejich dat do datových polí, zpracování pomocí VBA a vložení výsledků do listů TP, případně využití grafického zobrazení pomocí podmíněného formátování, grafických knihoven API atd.

DICOM obrazová data



Excel umožňuje několik způsobů zobrazení obrazových dat.

Na příkladu je řez fantomem NEMA za použití několika možných rozsahů zobrazení s různými variantami hraničních hodnot a barev podle hodnot jednotlivých pixelů – podmíněné formátování.



Visual Basic for Applications

je objektově orientovaný jazyk odvozený z programovacího jazyka Visual Basic a je součástí aplikací MS Office. Jeho použití je možné také v dalších kancelářských aplikacích (např. Libre Office).

Z hlediska standardního uživatele je znalost VBA výhodná z mnoha důvodů, jedná se o použitelnou část Excelu, Wordu a pro jeho užití není třeba instalovat další software. Výsledky běhu makra jsou ihned patrné a ladění je relativně snadné, během zadávání příkazů jsou výrazné chyby ihned indikovány a brání překladu.

```
dalsig: ' iterace sigmy
    sumg = 0
    sigma = sigma + koefg * sigma
    For i = 1 To dlk
        polebg(i, 1) = ag * Exp(-((poleg(i, 1) - mug) ^ 2) / (2 * sigma ^ 2)) ' výpočet Gaussovy fce
        sumg = sumg + ((polebg(i, 1) - poleg(i, 2)) ^ 2)
    Next i
    Delta = (sumg - sum1) ^ 2 ' kvadrát ochylen
    If Delta < deltamin Then koefg = 0.1: GoTo dala ' prechod na iteraci A
If sumg < sum1 Then sum1 = sumg: GoTo dalsig
    koefg = -koefg * 0.5
    sum1 = sumg
    GoTo dalsig 'dalsi krok iterace sigma

dala:
```

$$f(x) = A \cdot e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2 \cdot \sigma^2}}$$

Kontrola dodržování MDRÚ během skiagrafických vyšetření

Dodržování NDRÚ pro skiagrafická vyšetření různých částí těla lze kontrolovat pomocí hodnot P_{KA} a K_e . V pravidelných intervalech je třeba stanovovat typické dávky podle platné metodiky a sledovat a případně korigovat hodnoty MDRÚ a hodnotit jejich velikost s ohledem na NDRÚ. Pokud není NIS, nebo některá jeho část k tomuto účelu přímo určena, jedná se o poměrně zdlouhavý úkol. Použití VBA a TP může v případě možnosti exportu většího počtu DICOM souborů z těchto vyšetření práci výrazně usnadnit. Pro tento účel byl použito makro VBA, které z dostupných DICOM souborů načetlo vybrané tagy.

StudyDate	SeriesDate	StudyTime	StudyDesc	ProcedureC	BodyPartEx	KVP	ExposureT	X-RayTubeC	Exposure	Exposurein	AreaDoseProduct
20200319	20200319	60134,514	INT	PLICE,AP LU	PLICE,AP LU	74	10	392	4	3920	2,1
20200319	20200319	61417,734	INT	PLICE,AP LU	PLICE,AP LU	74	10	392	4	3920	1,89
20200319	20200319	71409,156	INT	PLICE,LAT	CHEST	109	32	192	6	6144	2,91
20200319	20200319	71409,156	INT	PLICE,PA	CHEST	109	20	185	4	3700	1,75
20200319	20200319	80031,126	INT	PLICE,PA	CHEST	109	25	189	5	4725	2,39
20200319	20200319	80810,476	INT	PLICE,PA	CHEST	109	32	192	6	6144	2,39
20200319	20200319	81924,855	INT	PLICE,AP LU	PLICE,AP LU	74	10	391	4	3910	2,10
20200319	20200319	83405,821	INT	KYCELNÍ KL	KYCELN KL	74	87	400	35	34800	8,04
20200319	20200319	85233,251	INT	PLICE,PA	CHEST	109	32	192	6	6144	3,35
20200319	20200319	85618,176	INT	PLICE,LAT	CHEST	109	32	193	6	6176	2,15
20200319	20200319	85618,176	INT	PLICE,PA	CHEST	109	20	186	4	3720	1,47
20200319	20200319	90213,106	INT	PLICE,PA	CHEST	109	20	186	4	3720	2,43
20200319	20200319	91347,627	INT	PLICE,PA	CHEST	109	20	186	4	3720	1,71
20200319	20200319	93956,341	INT	PLICE,LAT	CHEST	109	32	193	6	6176	2,84
20200319	20200319	93956,341	INT	PLICE,PA	CHEST	109	20	186	4	3720	1,71
20200319	20200319	94119,669	INT	PLICE,LAT	CHEST	109	32	192	6	6144	2,78
20200319	20200319	94119,669	INT	PLICE,PA	CHEST	109	20	186	4	3720	1,68
20200319	20200319	95811,113	INT	PLICE,LAT	CHEST	109	32	192	6	6144	2,78

Kontrola dodržování MDRÚ během CT vyšetření

Také pro vyšetření CT obsahuje Vyhláška MZ v příloze č. 22 národní diagnostické referenční úrovně. Jedná se o C_{VOL} ($CTDI_{VOL}$) a P_{KL} (DLP).

Obě tyto hodnoty by měl obsahovat záznam z vyšetření. Nejstarší používané přístroje neukládají tyto informace automaticky, je třeba je zaznamenat manuálně. Novější mají samostanou obrazovou informaci obsahující tyto hodnoty, v nejnovějších bývá tag pro $CTDI_{VOL}$, DLP součástí privátních tagů.

Privátní tag v případě tohoto výrobce pro DLP je 00E1,1021.

Pokud jsou informace $CTDI_{VOL}$ a DLP v DICOM hlavičce obsaženy, lze i zde s výhodou použít možnost rychlého zpracování více DICOM souborů v TP, například pro urychlení kontroly MDRÚ.

V případě „černých“ obrázků s uloženými hodnotami $CTDI_{VOL}$, DLP lze použít makra TP alespoň pro rychlý výběr a zobrazení těchto dávkových reportů, v případě potřeby by bylo možné použít OCR algoritmy z knihoven API.

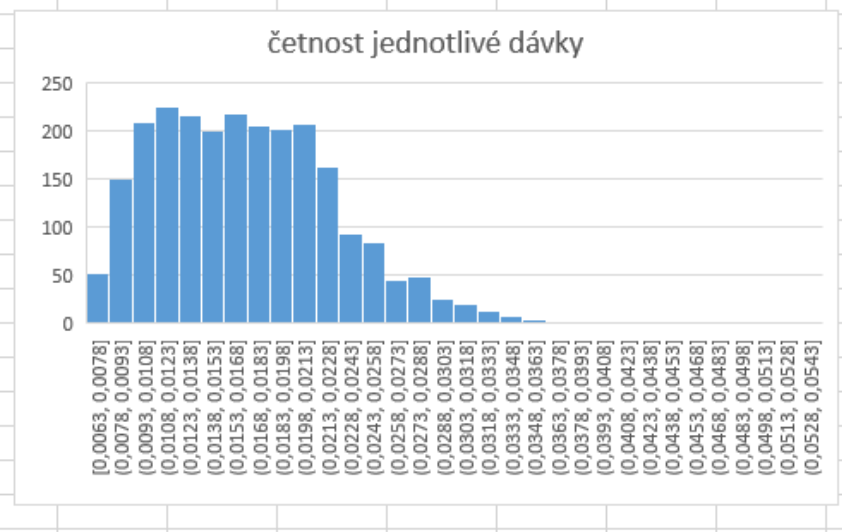
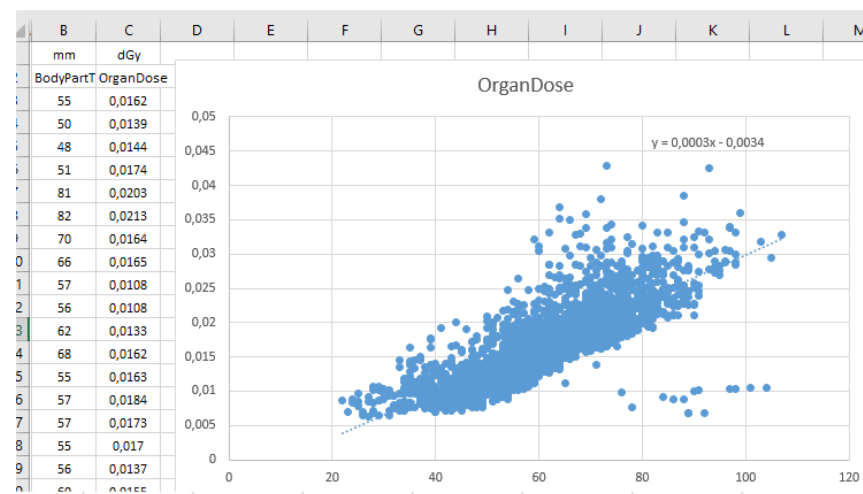
Výpočet střední dávky D_G v mléčné žláze

Mamografický screening je významným pomocníkem při vyhledávání jednoho z nejčastějších karcinomů.

Pro zjišťování typických dávek během tohoto vyšetření je vhodné pokrýt větší počet pacientek, zpracování standardním postupem je časově náročné s rizikem chyb.

Pro zpřesnění výpočtu orgánové dávky je vhodné použít přepočítání K_i z měření během přijímacích zkoušek a následných ZDS. I zde se s výhodou použije rychlý výpočet lineárních interpolací vstupních tabulek.

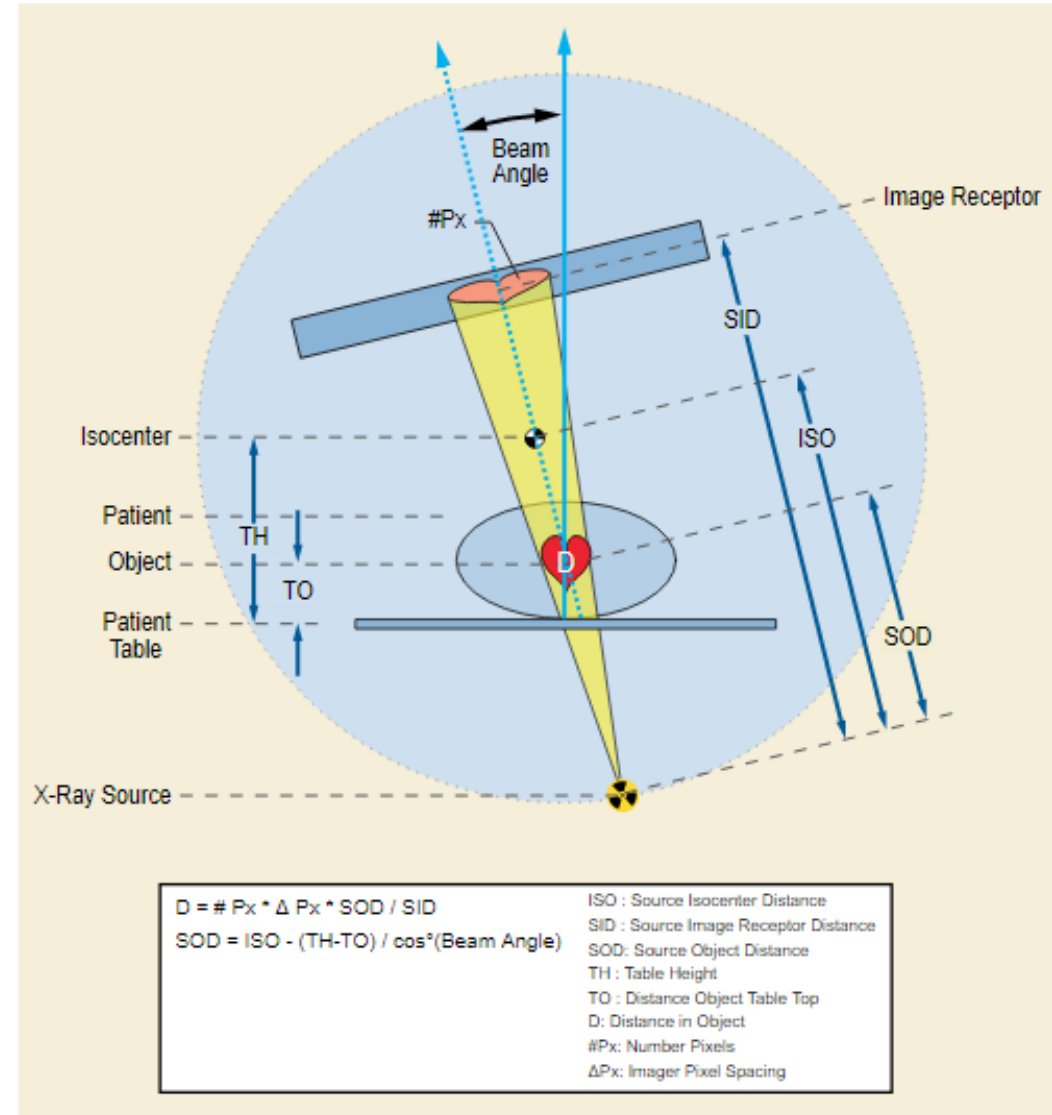
Graf závislosti orgánové dávky na tloušťce prsu



Výpočet dávky na kůži během kardiologických výkonů

Během těchto výkonů (katetrizace, angioplastika, stenty, ...) je třeba sledovat zejména následující hodnoty - Dávka v intervenčním referenčním bodě ≥ 5 Gy, součin kermy a plochy PKA ≥ 500 Gy.cm² a skiaskopický čas ≥ 60 min.

V případě překročení některé z těchto hodnot je třeba získat odhad maximální dávky na kůži pacienta a také přibližnou polohu tohoto místa.



Výpočet dávky na kůži během kardiologických výkonů

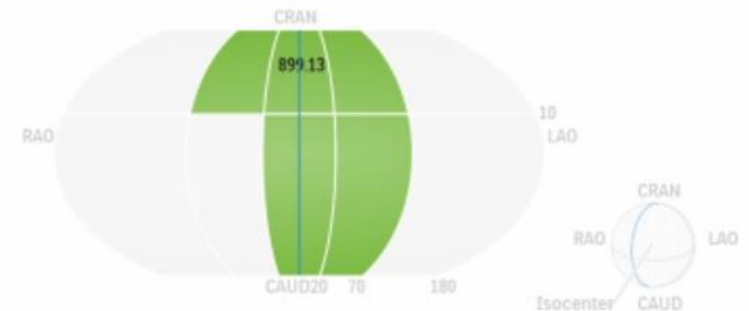
- Některé angiografické systémy již poskytují tuto informaci ihned po ukončení výkonu automaticky. U systémů, u kterých není odhad maximální dávky na kůži k dispozici, je nutné, aby radiologický fyzik provedl rekonstrukci dávkové distribuce na základě strukturovaného dávkového reportu (Radiation Dose Structured Report).

Dose Report | ClarityIQ

Dose exposure table*

Series	Date & Time	Description	DAP Gy·cm ²	K [mGy]	No of images	Rot	Ang	fps	mA	ms	mAs	kV	SID [Cm]	Prefilter	
1	28/06/2021 3:10 PM	Right Coronary 15 fps Medium	0.651	7.97	36	LAO 33°	CAUD 5°	15.0	773	6		74	115	0.1 mm Cu + 1 mm Al	
2	3:12 PM	Right Coronary 15 fps Medium	0.425	5.54	29	LAO 10°	CRAN 22°	15.0	715	6		73	115	0.1 mm Cu + 1 mm Al	
3	3:13 PM	Right Coronary 15 fps Medium	0.251	4.21	20	LAO 19°	CRAN 22°	15.0	739	6		73	115	0.1 mm Cu + 1 mm Al	
Total DAP			74.860 Gy·cm²												
4	3:15 PM	Right Coroi Med	Exposure Cumulative DAP											9.013	Gy·cm ²
5	3:15 PM	Right Coroi Med	Exposure Series											26	
6	3:15 PM	Right Coroi Med	Exposure Images											622	
7	3:16 PM	Right Coroi Med	Fluoroscopy Cumulative DAP											65.847	Gy·cm ²
			Total Fluoroscopy Time											25.6	min
Total Air Kerma (K)*												Below Threshold (2000 mGy)		973	mGy

Projections map. No individual zones exceed the threshold. The highest value is indicated in mGy

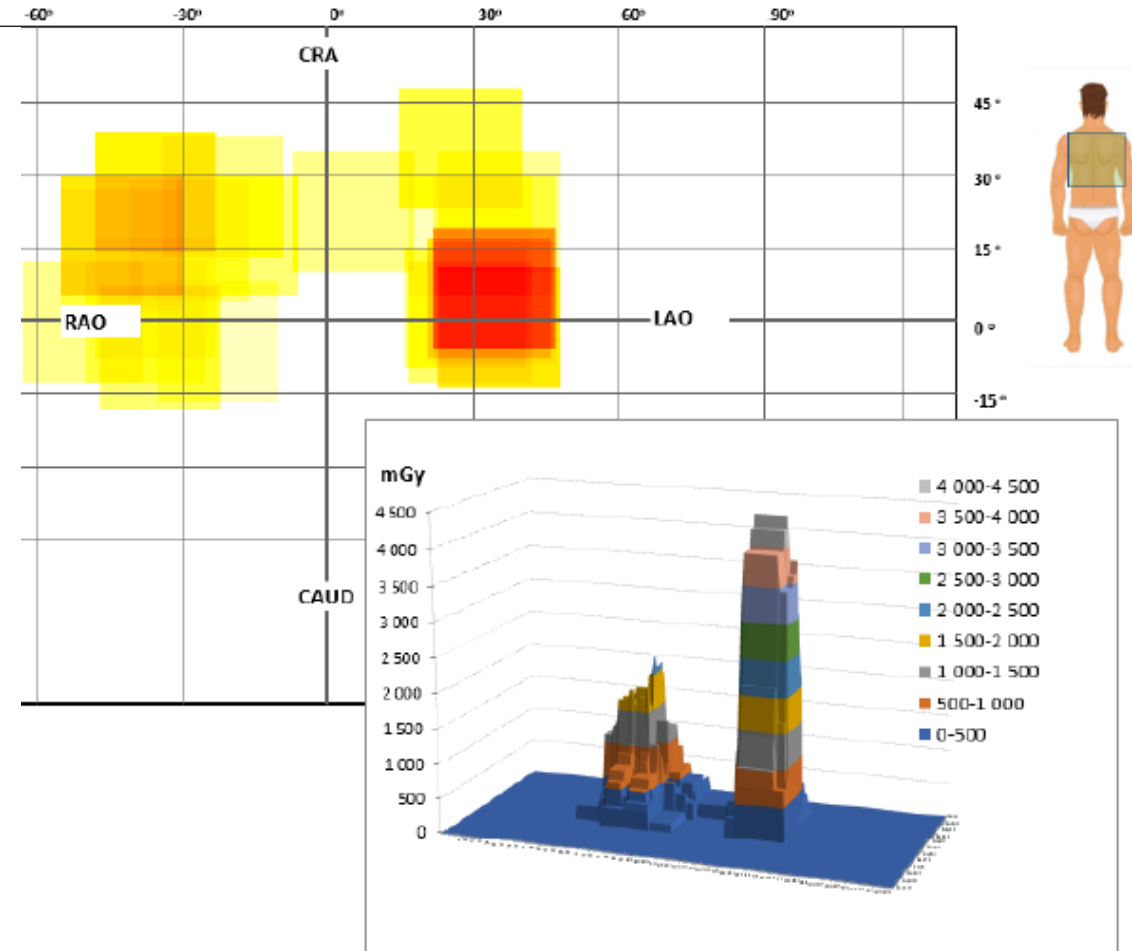


Výpočet dávky na kůži během kardiologických výkonů

Makro VBA načte hodnoty jednotlivých akvizic ze vstupního listu (nebo DICOM souborů) do matice vstupních hodnot a provede s jejich úhly a dávkami při daných vzdálenostech přenos do příslušných buněk pole.

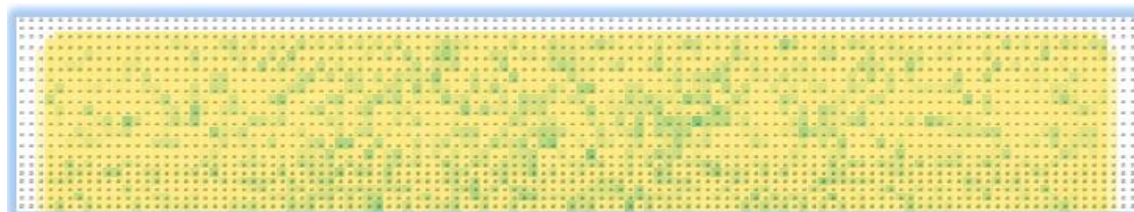
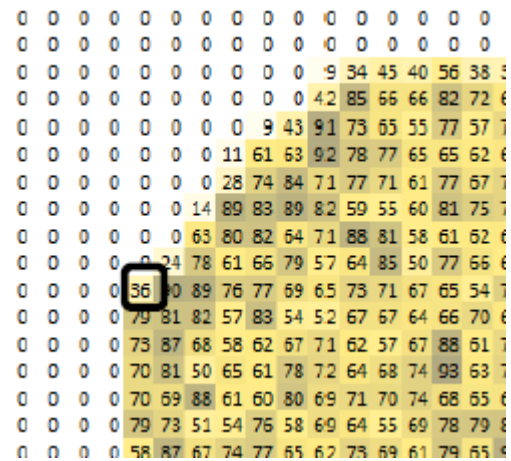
Postupně se dávkové distribuce na překrývajících se částech sčítají a výsledkem je dvourozměrné pole kumulovaných dávek. Celková skiaskopická dávka je rozpočtena podle dávek jednotlivých akvizic a navýší úměrně dávky výsledného pole.

Výstupní pole je vloženo do listu TP, nastavené formáty buněk zobrazí barevně hodnoty postupně od bezpečných nejnižších až po rizikové dávky (od bílé přes žlutou k červené).

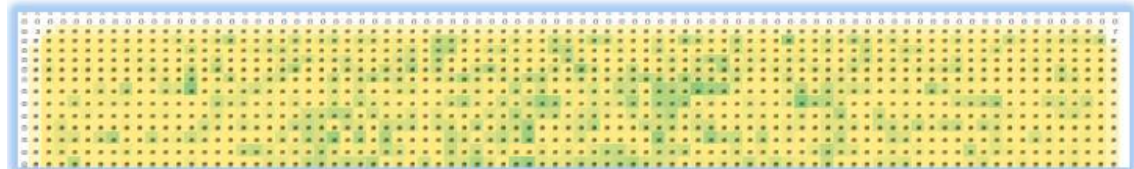


Výpočet planární homogenity scintilační kamery podle NEMA standardu

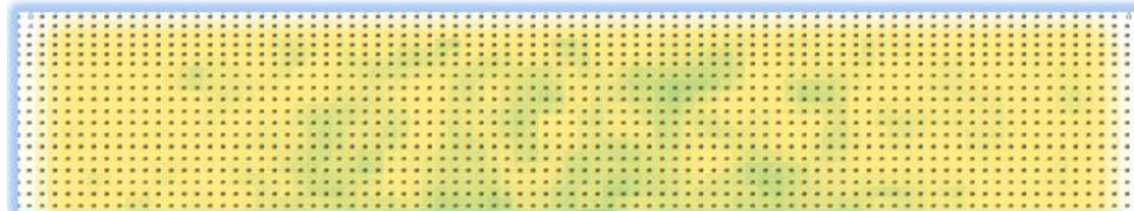
Performance Measurements of Gamma Cameras (NU 1 -2007). Homogenita se podle tohoto standardu určuje při velikosti pixelu 6,4 mm +/- 30%, což výchozí snímky nesplňují. Nejprve je třeba původní obrazy o rozlišení 1024 x 1024 převést na 128 x 128, poté interpolovat na 96 x 96 a nakonec provést konvoluci obrazové matice pomocí 9 - bodového filtru 1 2 1 / 2 4 2 / 1 2 1 .



Obrázek 11 Homogenita v rozlišení 128x128 pixelů



Obrázek 12: Přepočtená homogenita v rozlišení 96 x 96 pixelů



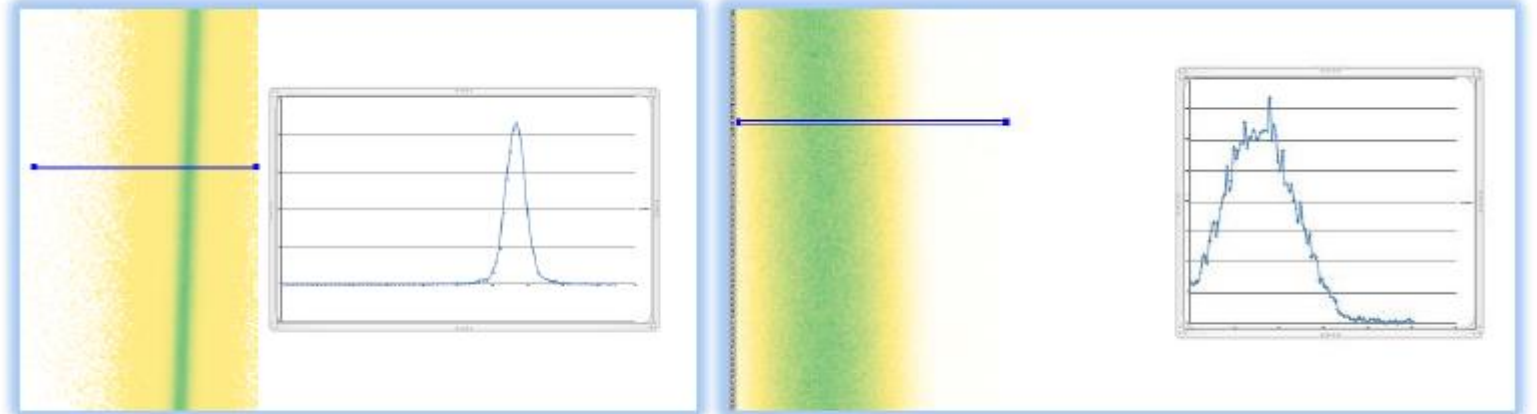
Obrázek 13: Homogenita v rozlišení 96 x 96 pixelů po konvoluci

Kontrola prostorové rozlišovací schopnosti scintilační kamery

Kontrolu lze provádět kvantitativně pomocí tenké kapiláry a roztoku radionuklidu. Kapilára naplněná roztokem se ve výsledném snímku zobrazí jako „rozmazaná“ čára. Pro vyhodnocení polohové rozlišovací schopnosti se snímek kapiláry vede kolmý řez a počty impulzů v jednotlivých pixelech se vynesou do grafické závislosti.

FWHM lze přímo změřit v polovině výšky grafického zobrazení této závislosti.

Průběh této závislosti odpovídá Gaussově funkci. Přesněji lze potom FWHM určit zjištěním hodnot parametrů této funkce.

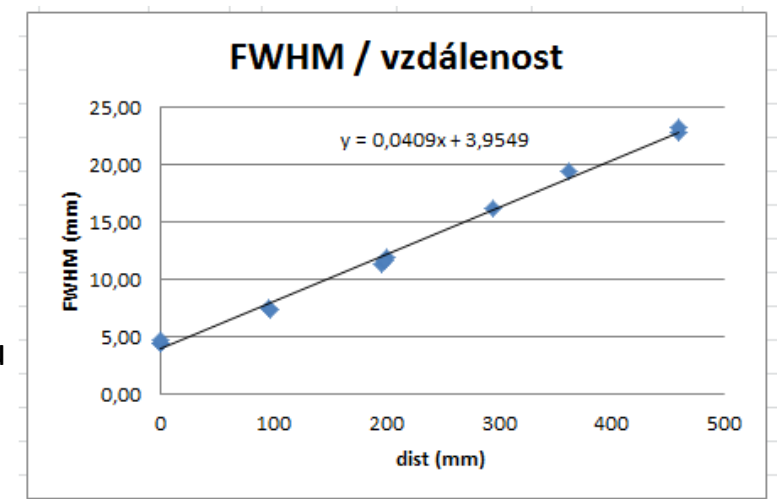


Průběhy počtu impulzů v řezech čárového zdroje v různých vzdálenostech

$$f(x) = A \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2 \cdot \sigma^2}}$$

$$FWHM = \sigma * 2 * \sqrt{2 \ln 2}$$

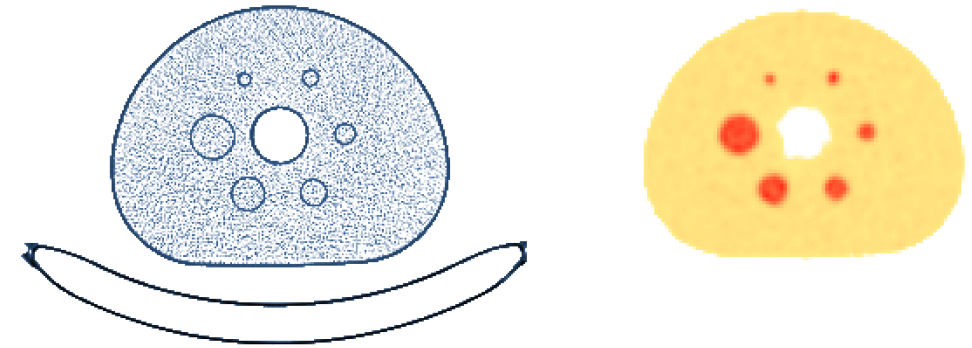
Parametr A je maximum, μ je hodnotou x odpovídající maximu a σ odpovídá „šířce kopce“.



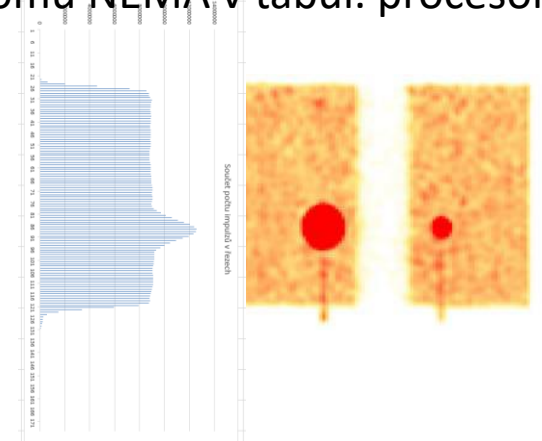
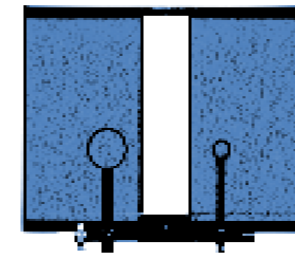
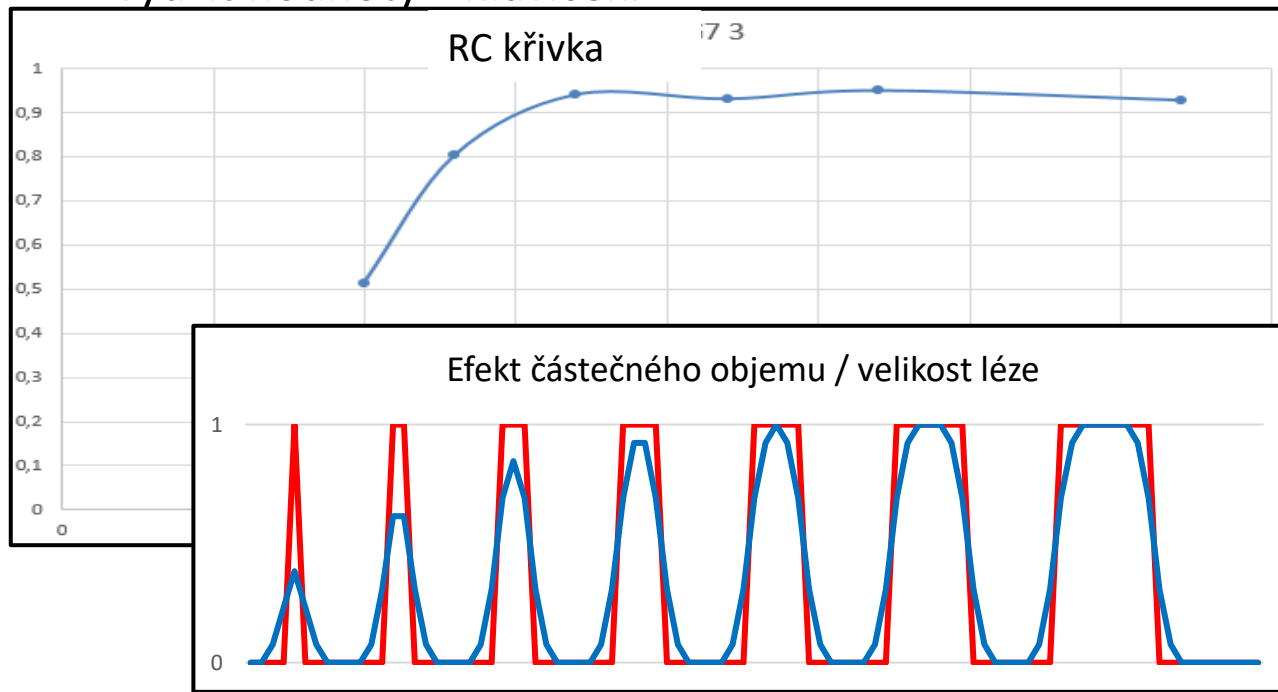
Výpočet RC křivky během PET / CT vyšetření

Pro tento výpočet se používá NEMA fantom s 6 plnitelnými kulovými lézemi. PVE efekt částečného objemu.

Výpočet RC křivky je složitější zpracování DICOM souborů, je třeba načíst CT soubory mající v hlavičce parametry snímání a v obrazové části vlastní grafická data. Obdobně je třeba načíst PET soubory a opět pro zpracování grafiky využít hodnoty z hlaviček.



CT a PET řez fantomu NEMA v tabul. procesoru

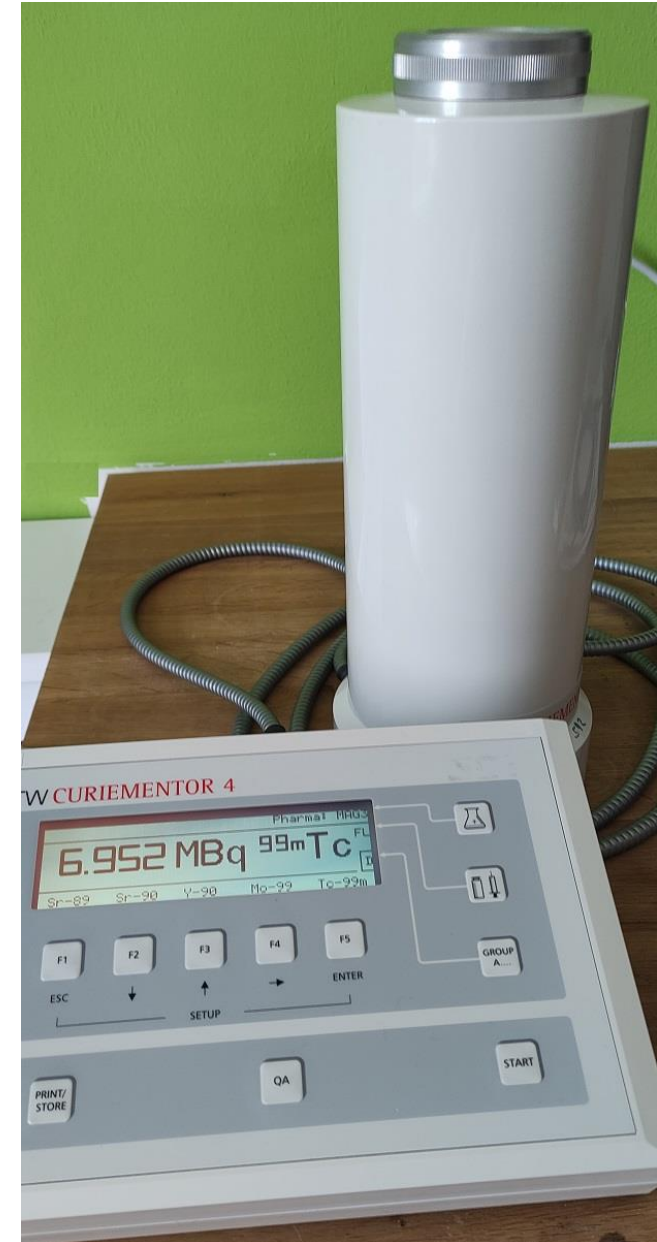


Kontrola měřidel aplikované aktivity

U těchto přístrojů je třeba pravidelně sledovat pozadí, krátkodobou a dlouhodobou stabilitu.

Tento proces zahrnuje přepnutí kalibračního faktoru na 137-Cs, změření pozadí, vložení etalonu, opakované měření. Nakonec se přepne na původní používaný kalibrační faktor (99-Tc, 131-I, ...). Deset změřených hodnot se zapíše (na papír), pak se přepíše do PC, spočte se průměr a směrodatná odchylka, kontroluje se shoda s možnou odchylkou.

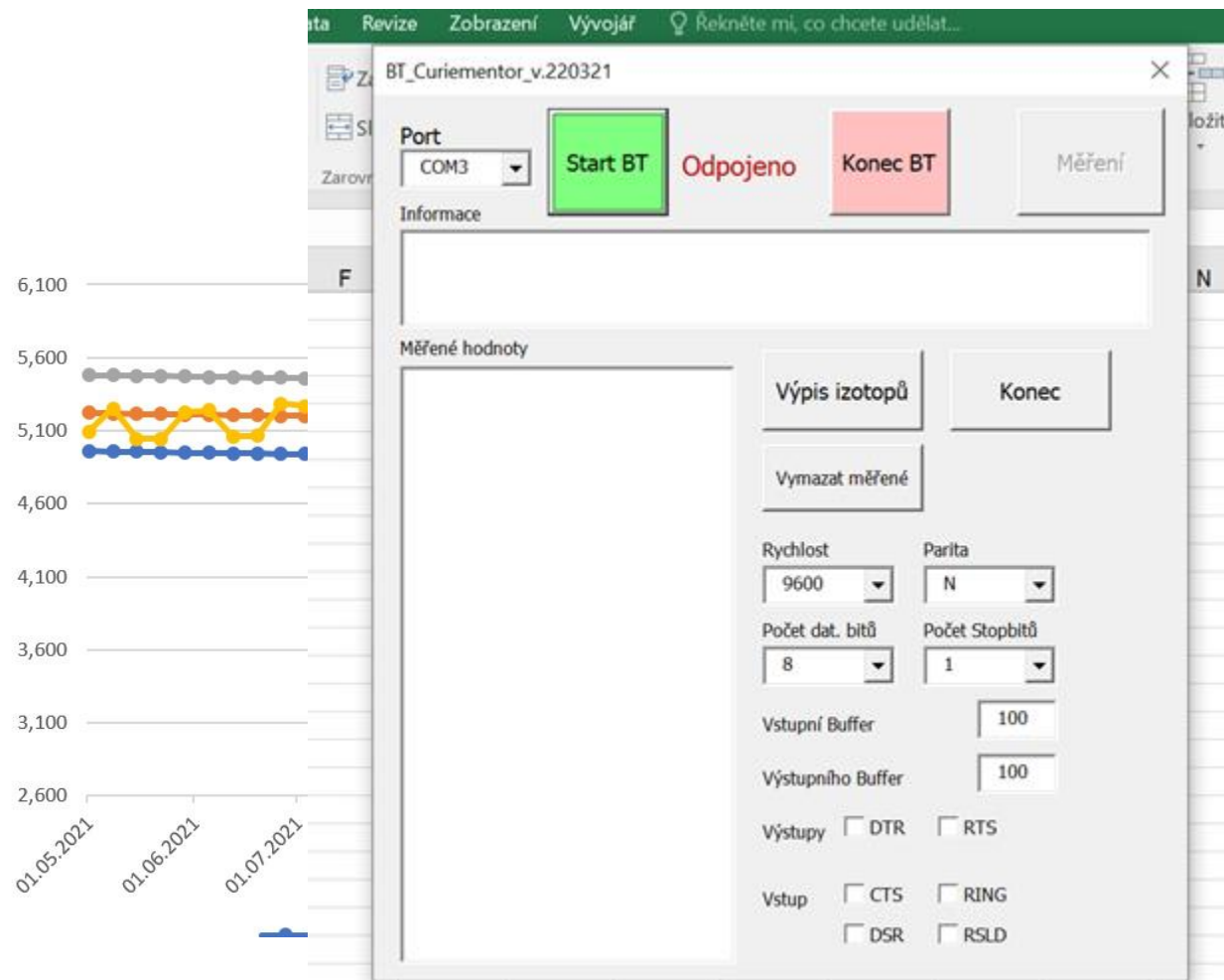
Jde o poměrně časově náročný postup, během přepisování mohou vznikat chyby.



Kontrola měřidel aplikované aktivity

Pro Curiementor 3,4 byl vyvinut převodník RS232/Bluetooth a VBA makro umožňující automatizaci tohoto rutinního procesu.

Používaný tablet s instalovaným W10 a Excelem rychle a spolehlivě načítá hodnoty měření s Cs etalonem. Následně probíhá zpracování a vyhodnocení pro jednotlivé přístroje. Okamžitě lze sledovat případné odchylky od přípustných hodnot, pro nově kontrolovaný přístroj se automaticky vytvoří list se záznamy měření, nastavením kalibračních faktorů a výstupním grafem.



Výhody a nevýhody použití TP

Nevýhody

- Nutnost zvládnutí programu VBA v určitém rozsahu = počáteční časová náročnost
- Nutnost přístupu k DICOM souborům
- Zatím bez odladěných veřejně dostupných kódů pro zpracování DICOMu
- Chybějící optimálně odladěná metoda grafiky rozsáhlých obrazů

Výhody

- Možnost rychlého zpracování a vyhodnocení libovolných požadavků, které jsou dohledatelné v DICOM nebo i dalších souborech
- Získání přístupu k informacím v tazích, vč. privátních
- Rychlá tvorba modulů, okamžité sledování průběhu během ladění
- Možnost snadného vložení dat z DICOMu nebo mezivýpočtů do listu TP a jejich manuální zpracování a kontrola
- Výhoda pro opakovatelné postupy (ZPS, statistiky,...)
- Využití standardních možností TP - grafické zobrazení akvizic pomocí podmíněného formátování, grafy na základě hodnot, numerické zpracování výstupních dat, kontingenční tabulky a grafy pro přehledy

Děkuji za pozornost

