



Protokol o výsledku projektu

Poskytovatel podpory	Ministerstvo průmyslu a obchodu
Účastníci projektu	ADVACAM s.r.o. Radalytica a.s. Univerzita Karlova, 1. LF
ID projektu	FV 30413
Název projektu	Plně spektrální zobrazovací systém malých zvířat
Program	FV – TRIO
Termín zahájen a ukončení projektu	01/2018 – 12/2020
Název výsledku	Kalibrační fantomy
Typ výsledku	Funkční vzorek
Odpovědný účastník	Radalytica a.s.
Termín dosažení	06/2018
Etapa a podetapa	E01, D2.1
Umístění výsledku	Radalytica a.s., U Pergamenky 1145/12, Praha 7, 170 00
Webová stránka výsledku	

Vypracoval Ing. Richard Kadeřábek

.....

Podpis

Datum: 10.7.2018

1 Účel výsledku

Výroba speciálních kalibračních fantomů o známé geometrii a uspořádání pro optimalizaci výstupů zobrazovacího systému, pro testování zobrazovacích vlastností, měření fyzikálních parametrů PET/SPECT (zejména prostorové rozlišovací schopnosti) a kalibraci prototypů skeneru. Získaná data z měření těchto kalibračních fantomů budou využita při korekcích získaných dat reálných vzorků a dále budou využita pro korekce v průběhu rekonstrukčních algoritmů.

2 Ověření vlastností výsledku

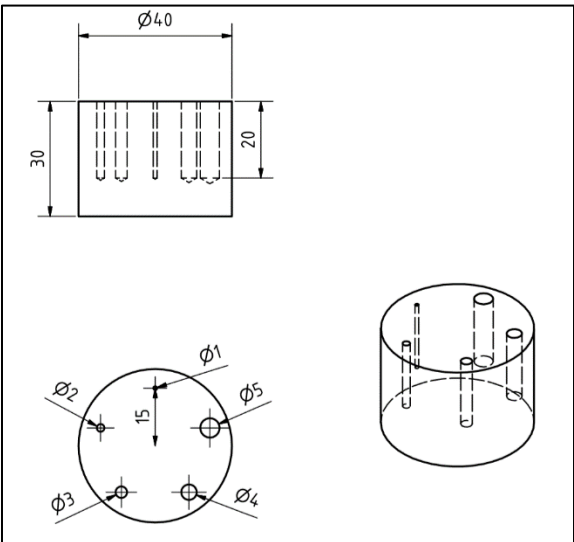
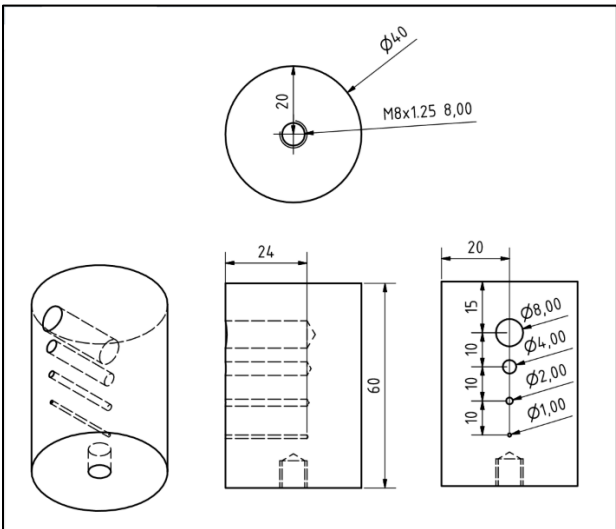
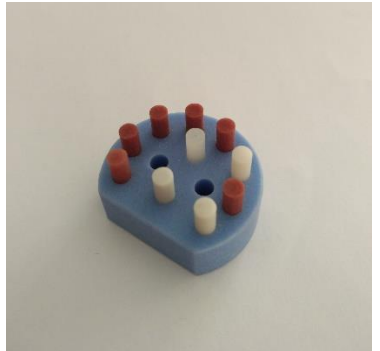
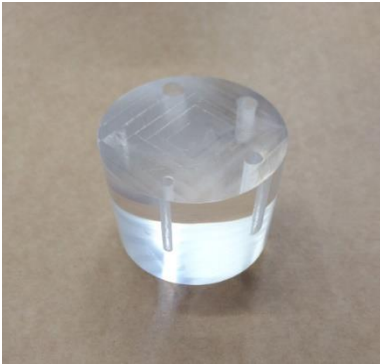
Pro experimentální zobrazování a verifikaci transmisních metod byla využito stávající laboratorní vybavení umístěné v R&D centru spol. Radalytica vybavené rentgenkou a generátorem Oxford Instruments o max. energii 50 keV a výkonu 50 W s rotačním stolem a detektorem WidePIX 1x5 s CdTe senzorem. Celý komplet byl umístěn ve stíněném boxu a ovládán z proprietárního SW integrujícího ovládání RTG generátoru, pohybů rotačního stolku, nastavení akvizičních parametrů detektoru. Pro zobrazování a verifikaci emisních metod bylo využito vybavení a zázemí partnera projektu CAPI UK, jmenovitě pak přístroj Bruker Albira a radionuklidy Tc^{99m} o známých aktivitách.

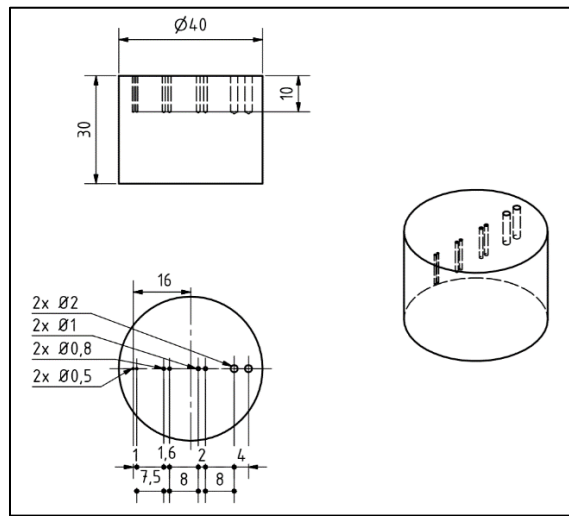
3 Popis výsledku

Kalibračním fantomem je zamýšlena jednoduchá a reprodukovatelná pomůcka. Jedná se o válcové nádoby z poly-methyl-metakrylátu o přesně dané geometrii, které uvnitř obsahují soustavu dutinek různých velikostí, vhodných k naplnění radionuklidem o dané aktivitě nebo kontrastní látkou. Pro testování CT tomografických zobrazovacích vlastností systému byl použit akreditovaný fantom typu gammex pro mikro-CT. Jedná se o válcový fantom, který obsahuje inserty simulující svým složením a zastoupením různých prvků jednotlivé typy tkání v patřičných hustotách.

Pro testování vlastností kalibračních fantomů bylo pro transmisní metody využito plného 50 W výkonu RTG generátoru, byla provedena prostá 2D zobrazení i 3D akvizice z celých 360°. Pro emisní metody byly aplikovány standardní akviziční parametry přístroje Bruker Albira pro získání co nejporovnatelnějších výsledků se standardním kalibračním vybavením tohoto zobrazovacího přístroje.

4 Detailní specifikace výsledků





5 Praktické použití výsledku

5.1 Transmisní 2D radiografie

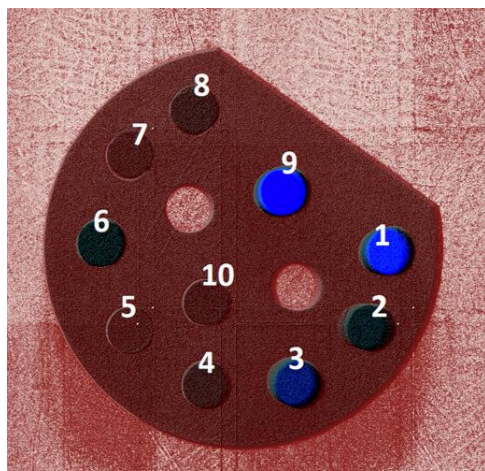
Jako první testovací měření systému byla provedena 2D transmisní radiografie fantomu gammex, který obsahuje inserty simulující různé typy tkání.











Cílem tohoto měření byla identifikace různých typů tkání na základě spektrální odezvy měřené pomocí řádkového CdTe detektoru. Parametry nastavení detektoru a rentgenky specifikuje tabulka:

Parametry měření 2D radiografie

Detektor	WidePIX _{1x5}
Senzor	Timepix
Materiál senzoru	CdTe
Tloušťka	1000 um
Energie	5-25 keV, step 2.5 keV
Rentgenka	
Napětí a proud	50 kV @ 1mA

Měření fantomu proběhlo spektrálně na energiích 5–25 keV po 2.5 keV ve statické AP projekci a analýzou naměřených dat byl získán obraz fantomu, kde jsou jednotlivým inzertům představující různé tkáně přiřazeny barvy na základě spektrální informace.

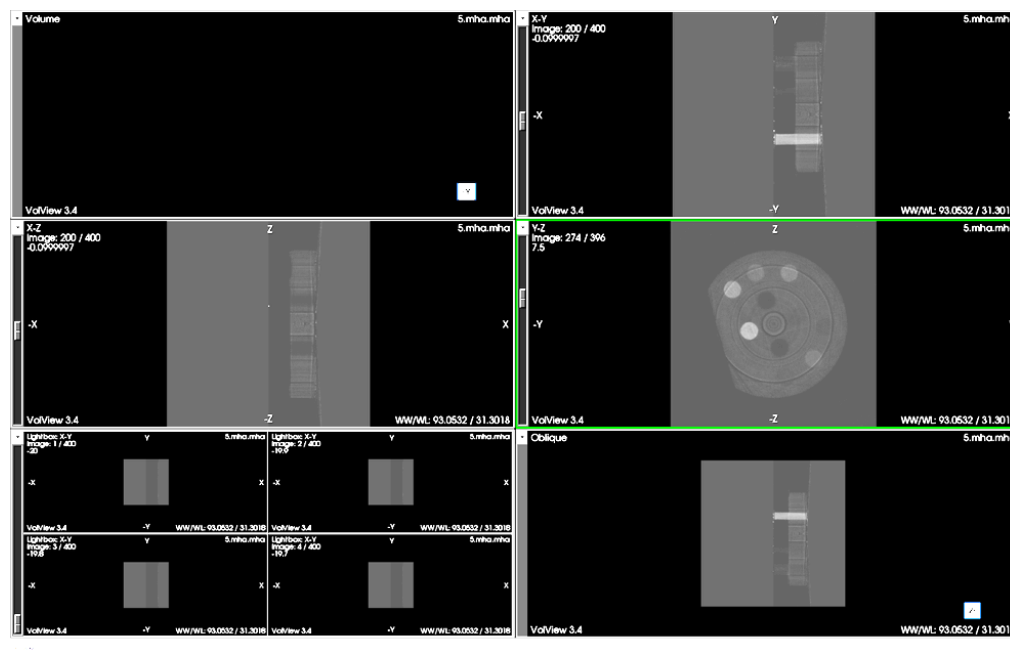


Inzertem reprezentovaná tkáň	Poloha	Atom. číslo	Hustota materiálu
Mozek	 10	6.09	1.04
Tuk	 5	6.21	0.93
Prs	 7	6.93	0.96
Voda	 4	7.74	0.99
Játra	 8	7.74	1.06
Kostní dřevina	 6	10.42	1.09
Kostní minerál	 2	10.42	1.10
Kortikální kost 30 % CaCO ₃	 3	10.90	1.28
Kortikální kost 50 % CaCO ₃	 1	12.54	1.47
Obratel	 9	13.64	1.69

2D spektrální radiografie fantomu gammex

5.2 CT

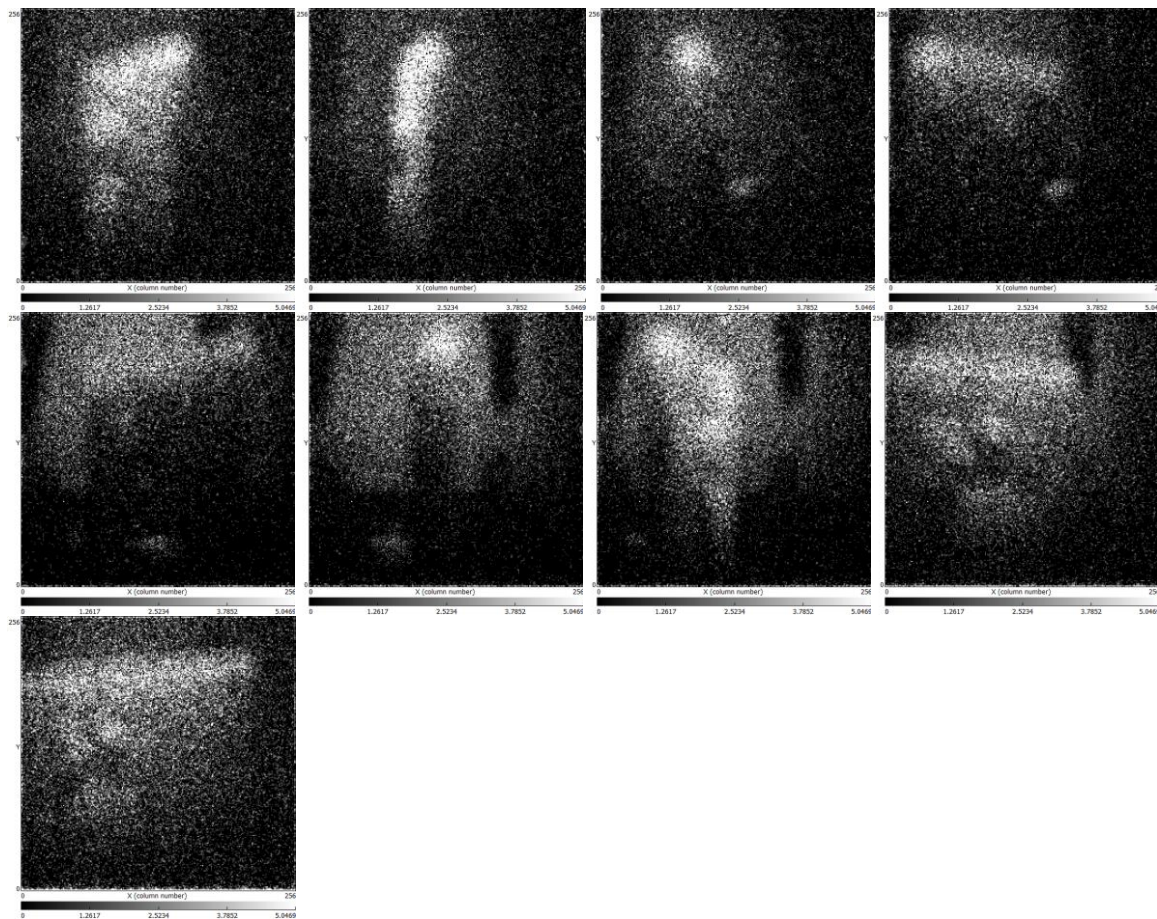
Data pro CT rekonstrukci fantomu gammex byla získána s těmito expozičními parametry: napětí na rentgence – 50 kVp, proud 1 mA, projekce odpovídající rotaci o 360°, detektor WidePIX_{1x5}, materiál CdTe.



CT rekonstrukce fantomu gammex

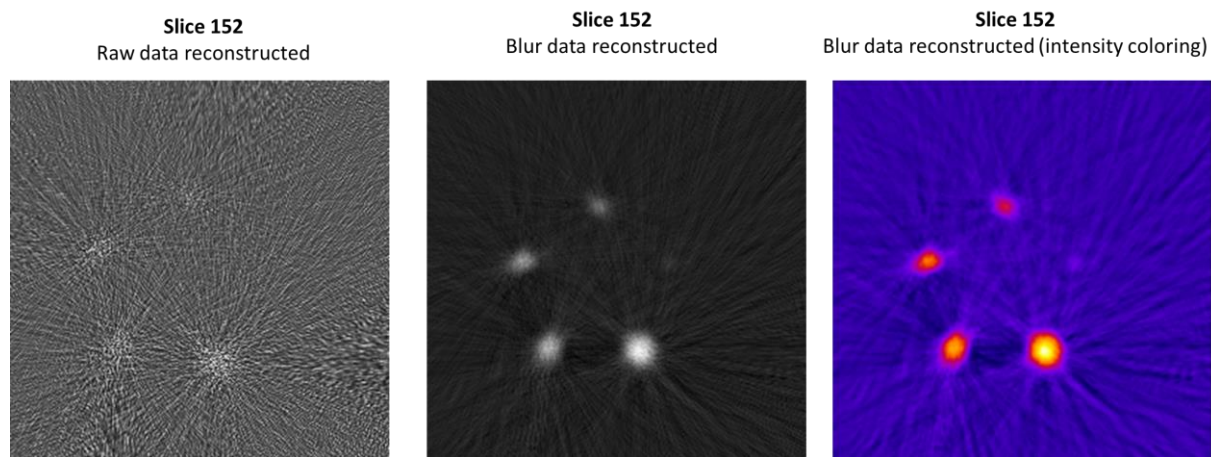
5.3 XRF

Jako vzorek pro prvotní experimenty metodou XRF posloužila malá PCB destička, která byla ozářena rentgenkou s nastavenými expozičními parametry: napětí 50 kVp, proud 150 μ A, krok 1°. Akvizice probíhala prostřednictvím detektorů AdvaPIX_{TPX3} a kolimátoru pinhole.



5.4 PET/SPECT

Pro akvizici SPECT dat byl použit fantom SPECT 2 s kavitami naplněnými komerčně dodávaným Tc^{99m} , energie 140keV a aktivitě 14,4 MBq. Data byla měřena v rozsahu 360° a použit byl detektor AdvaPIX_{TPX3} s kolimátorem pinhole.



SPECT fantomu SPECT 2

Data byla rekonstruována softwarovým nástrojem připraveným firmou Radalytica. Další měření se budou soustředit na vylepšování metod měření a rekonstrukce. Na základě výsledků testů a

před-zpracování dat vyvinuté firmou ADVACAM pro PET se bude testovat i tento zobrazovací mód, s využitím vhodných radionuklidů umístěných do fantomů popsaných výše.

Geometrie a uspořádání bylo verifikováno výše zmíněnými modalitami a dalšími měřicími metodami a byl shledán 100% soulad s návrhem fantomů a technickou dokumentací. Data získaná proměřením vyhotovených kalibračních fantomů mohou být využita ke kalibraci vyvíjeného zobrazovacího přístroje.

6 Literatura

- [1] DEWARAJA, Y. K., M. LJUNGBERG a K. F. KORAL. Accuracy of ¹³¹I tumor quantification in radioimmunotherapy using SPECT imaging with an ultra-high-energy collimator: Monte Carlo study. *Journal Of Nuclear Medicine: Official Publication, Society Of Nuclear Medicine* [online]. 2000, **41**(10), 1760-7 [cit. 2020-04-07]. ISSN 01615505.
- [2] <https://imagej.net/Deconvolution>
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Point_spread_function