

# Interaktivní výukový program pro demonstraci principů tvorby tomografických obrazů

Projekt: FRVŠ 583/2013

Tématický okruh / specifikace: B3 / d

Řešitel: Ing. Jaroslav Ptáček<sup>1,2</sup>

Spoluřešitelé: Mgr. Pavel Karhan<sup>1,2</sup>

Ing. Petr Fiala<sup>2</sup>

MUDr. Lenka Henzlová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika nukleární medicíny Lékařské fakulty Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc

<sup>2</sup>Oddělení lékařské fyziky a radiační ochrany Fakultní nemocnice Olomouc



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



# Cíle projektu

- vytvoření výukového programu a jeho zveřejnění na stránkách Kliniky nukleární medicíny Lékařské fakulty UPOOL
  - obsah výukového programu:
    - teoretické informace o fyzikálních základech tvorby tomografických obrazů se zaměřením na nukleární medicínu
    - návaznost na již dříve řešený projekt FRVŠ 2052/2007
    - **interaktivní aplikace** k simulaci procesů vedoucích k vzniku tomografického obrazu a jeho zpracování
    - trvalá přístupnost na webu KNM LF UPOOL v sekci Pedagogická činnost

<http://www.lf.upol.cz/menu/struktura-lf/kliniky/klinika-nuklearni-mediciny/pedagogicka-cinnost/>



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC

# Postup a způsob řešení

- k vytvoření simulací byl použit software MATLAB
- zveřejnění na webu – **dokoupení MATLAB Compiler a MATLAB Builder JA (java)**
  - kompilované programy spouštěny přes MATLAB Compiler Runtime (MCR) – pro držitele licence MATLAB – zdarma
- MCR nelze instalovat na webové servery UPOL
  - **nákup výkonného PC** pro MATLAB výpočty (server)
    - instalace Linux Ubuntu, VirtualBox s Linux Debian
    - virtuální počítač – MCR výpočty + zdrojová data
    - webové servery FNOL – pouze zobrazení výsledku pomocí „iframe“



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC

# Postup a způsob řešení

- podpůrný výukový text je umístěn přímo na webových stránkách LF UPOL a je automaticky zálohován a udržován
- na výpočetní výkon náročné úkony probíhají na serveru (v pracovně řešitele) – program včetně aplikací je **dostupný i z málo výkonných přenosných zařízení** (chytré telefony, tablety apod.)
- výukový **program rozdělen do čtyř hlavních bloků** (kapitol):
  - akvizice dat, rekonstrukce tomografických řezů, post-processing, kontrola kvality
    - **každý blok rozdělen ještě na řadu modulů**



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC

# Postup a způsob řešení

- v rámci každého **modulu** bylo podle demonstrovanej problematiky umožněno volit **několik vstupních parametrů** – vzájemně nezávislá volba
  - tento přístup vede k obrovskému množství kombinací nastavení modulu a proto je vždy **každý výpočet prováděn od začátku**
    - výhoda = volnost nastavení
    - nevýhoda = při některých nastaveních delší doba výpočtu
- webové stránky slouží jako „**konfigurátor**“ **vstupních parametrů**, které jsou odeslány na server k provedení výpočtu; server vrací výsledek k zobrazení



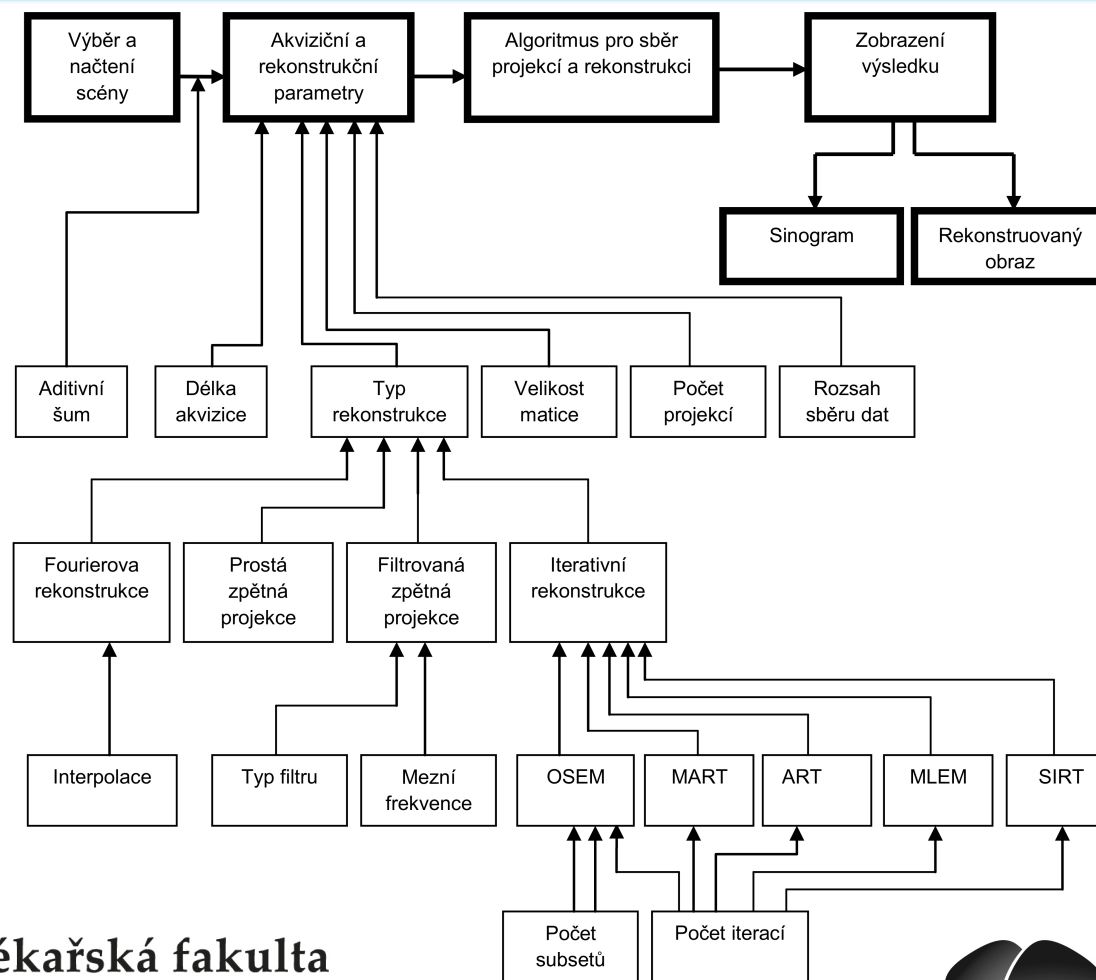
Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC

# Postup a způsob řešení

Schéma bloku rekonstrukce obrazu s jednotlivými moduly a jejich vstupními parametry.



# Seznam všech simulací

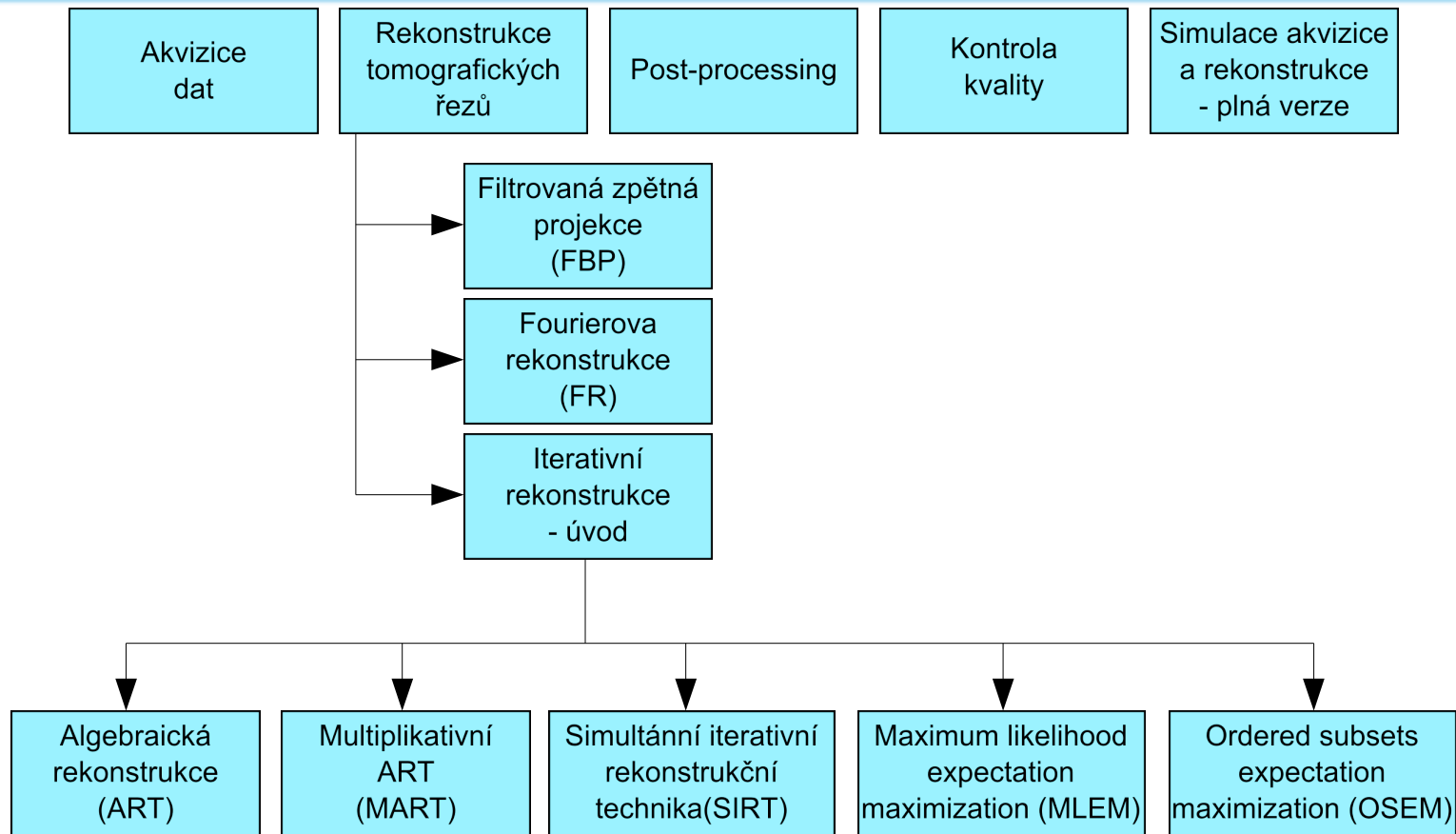
- **Akvizice dat** – tvorba projekcí, tvorba sinogramu, šířka energetického okna, vliv velikosti akviziční matice, vliv délky projekce, vliv počtu projekcí, vliv rozsahu snímání, rozdíl mezi zoom a magnify
- **Rekonstrukce obrazu** – filtrovaná zpětná projekce (prostá zpětná projekce, použití Ram-Lak filtru, použití různých filtrů a jejich cut-off), Fourierova rekonstrukce (FFT obrazu a FFT projekcí, použití různých interpolačních metod), iterativní rekonstrukce (ART, MART, SIRT, MLEM, OSEM)
- **Post-processing** – vliv zeslabení, vliv volby LUT a prahů, kontrast obrazu a kontrast objektu, změna kontrastu, MPR, MIP, VRT, vlnková transformace
- **Kontrola kvality** – homogenita, FWHM, artefakt – výpadek funkce detektoru, nastavení centra rotace



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



# Ukázky výsledků projektu



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC



# Ukázky výsledků projektu

- veškeré **simulace probíhají vždy „od začátku“** - umožňuje použít libovolné nastavení zadané uživatelem – nejsou využívány žádné předem napočtené hodnoty
- velká uživatelská volnost, ale .....  
.....  
..... výpočty .....  
..... mohou .....  
..... trvat .....  
..... velmi .....  
..... dlouho !
- Simulace akvizice a rekonstrukce – plná verze



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



# Výstup projektu – množství odvedené práce

- vytvoření výukového textu a komentářů k jednotlivým simulacím
  - **30 stran čistého textu** (11 tisíc slov, 79 tisíc znaků)
- 213 výpočetních **skriptů v MATLAB** čítajících dohromady přibližně **15 tisíc řádků**
- přibližně **14 tisíc řádků kódu v jazyce Java** k zobrazení simulací na webových stránkách



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



# Dostupnost programu

**Výukový program je volně dostupný a může být použit pro demonstraci principů tvorby tomografických obrazů.**

**V případě jakýchkoli technických problémů prosím pište na [lfro@fnol.cz](mailto:lfro@fnol.cz).**



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci



# Závěr

## Poděkování kolegům:

**Ing. Petr Fiala** – programování MATLAB

**Mgr. Pavel Karhan** – programování Java

**MUDr. Lenka Henzlová** – spolupráce při tvorbě a úpravách textové části projektu



Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého  
v Olomouci

