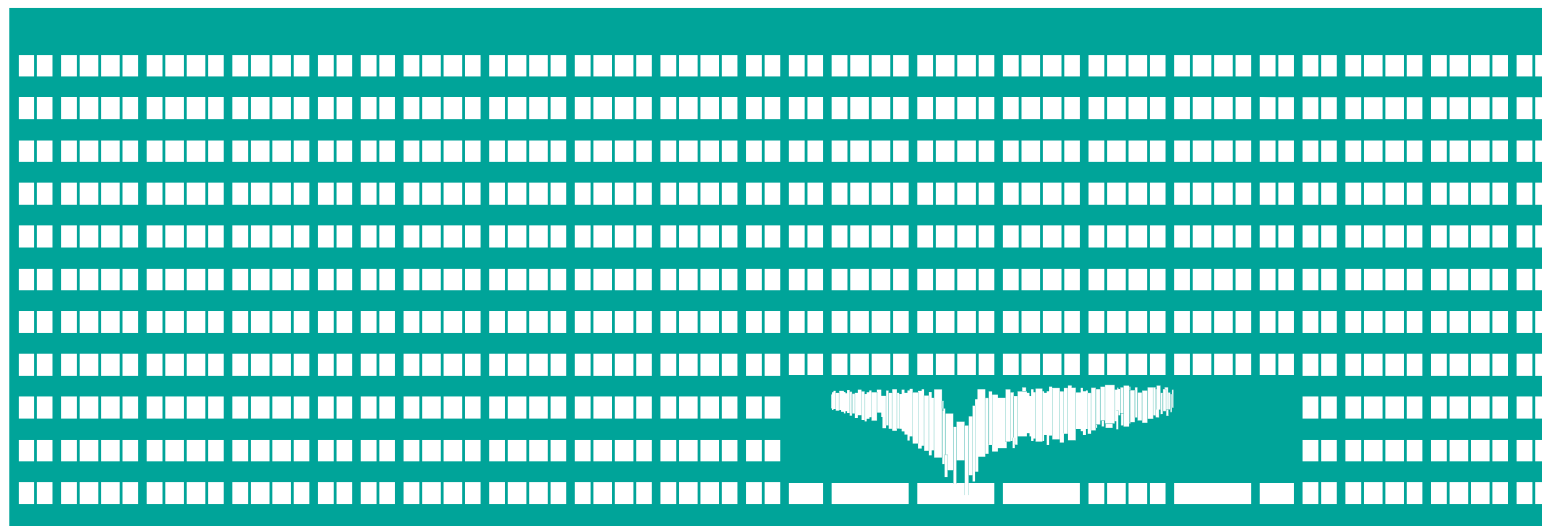


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

Segmentační model pro automatickou detekci sleziny z CT obrazů a kvantifikaci radiofarmaka z PET obrazů

Ing. Jan Kubíček, Ph.D.

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Trendy vývoje SPECT, PET a hybridních zobrazovacích systémů v lékařství

Hlavní cíle a hypotézy studie

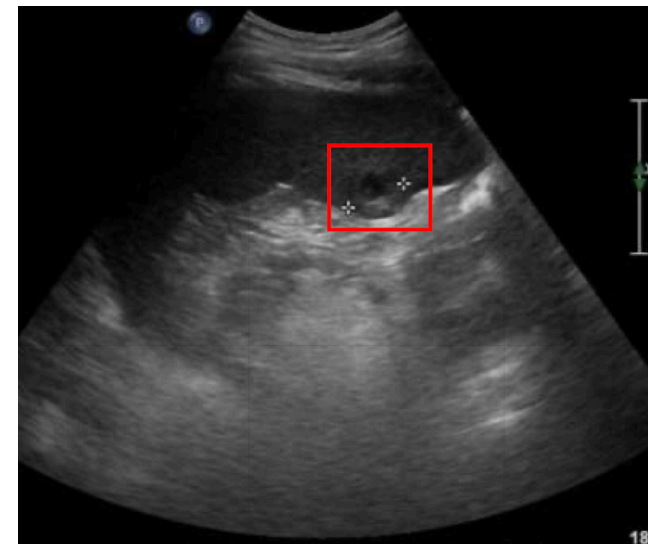
1. Tvorba datové báze **CT a PET obrazů sleziny**.
2. Návrh a realizace **komplexního segmentačního modelu** pro detekci sleziny a fúzování s PET obrázky.
3. Testování algoritmu na reálných CT a PET obrazových datech s cílem posouzení **efektivity segmentace**.
4. Návrh a testování procedur pro **extrakci a kvantifikaci radiofarmaka** z PET obrazů na základě navrženého modelu.

ŠKOLNÍKOVÁ, Simona. Segmentační model pro automatickou detekci sleziny z CT obrazů a kvantifikaci radiofarmaka z PET obrazů. Online, Diplomová práce. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2023. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/150317>.

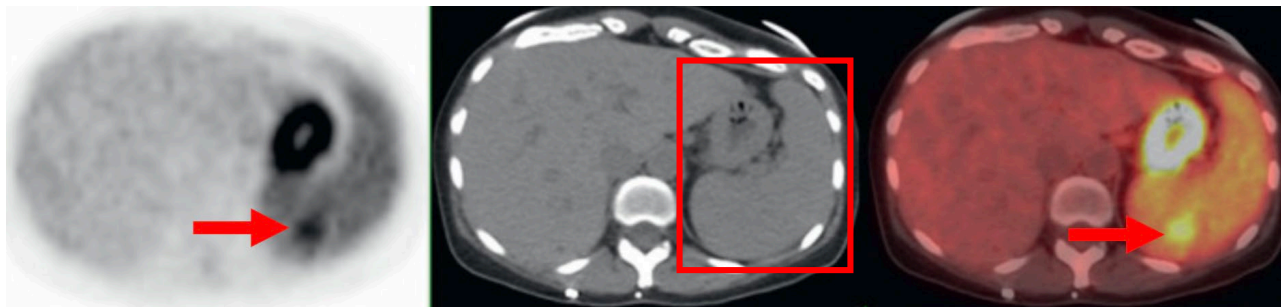
Zobrazovací metody sleziny

Invazivní a neinvazivní metody:

- Invazivní-> aortografie, angiografie a splenoportografie
- Neinvazivní-> RTG, UZ, CT, MRI, PET popř. PET/CT



Ultrazvuk (UZ) patologie sleziny.

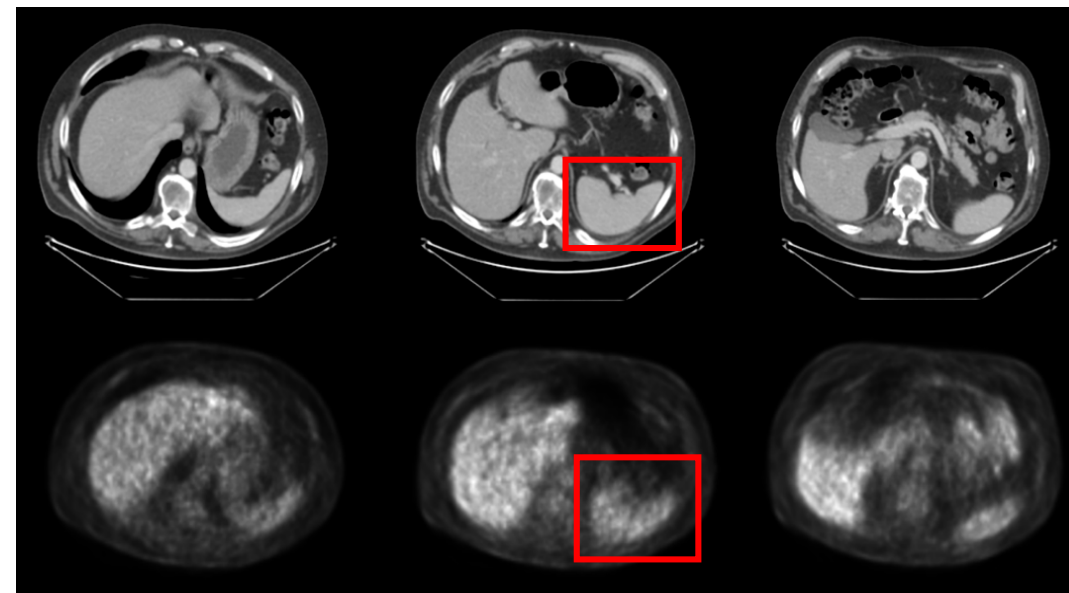


Axiální PET

Nekontrastní CT

Fúzované PET/CT

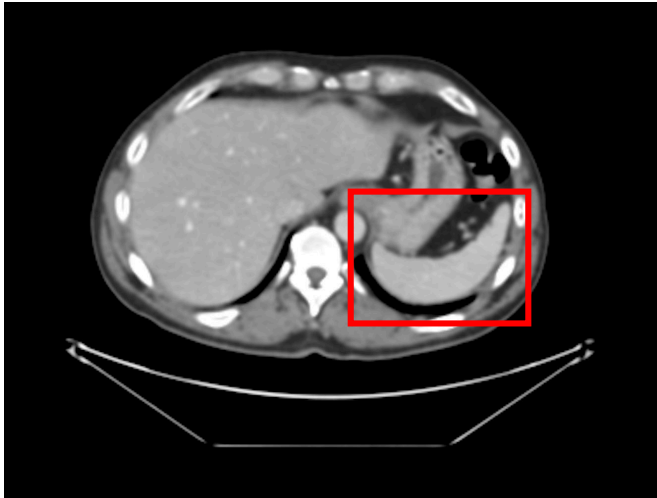
Patologie sleziny zobrazená pomocí FDG na PET/CT.



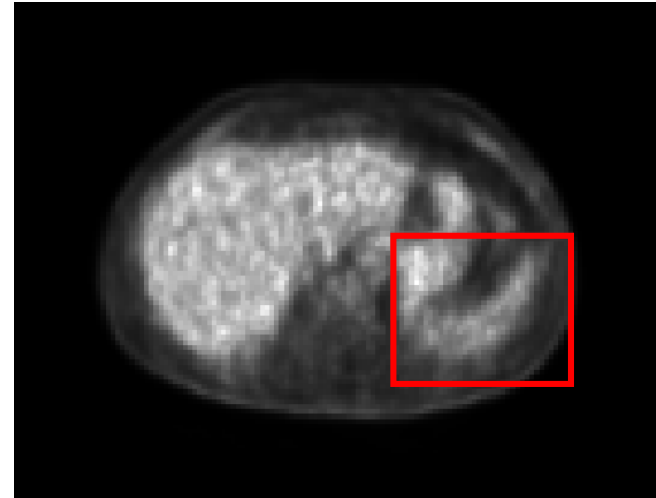
Zobrazení sleziny na CT a PET obrazech.

Analýza databáze klinických obrazů sleziny

- **Počet CT snímků:** 1135 (50 probandů)
- **Velikost řezu:** 3,75mm
- **Rozlišení:** 512x512 pixelů
- **Formát:** bmp; **Bitová hloubka:** 8 bitů
- **Počet PET snímků:** 1135 (50 probandů)
- **Velikost řezu:** 3,75mm
- **Rozlišení:** 192x192 pixelů
- **Formát:** bmp; **Bitová hloubka:** 8 bitů

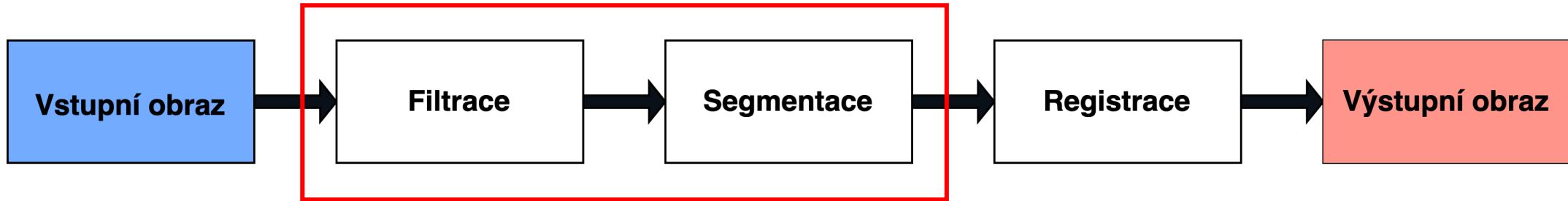


Axiální řez CT obrazu.



Axiální řez PET obrazu.

Návrh modelu pro detekci sleziny z CT obrazů



Vývojový diagram postupu zpracování obrazu.

- **Filtrace:** Úprava kontrastu obrazu

2D mediánový filtr- odstranění šumu

Gaussův filtr- odstranění šumu pomocí konvoluce-> 29

Filtrování vícerozměrných obrazů

- **Segmentace bez hran:**

Velikost filtračního jádra-> 7, iterace-> 200-800, definice inicializační kružnice-> 8-13

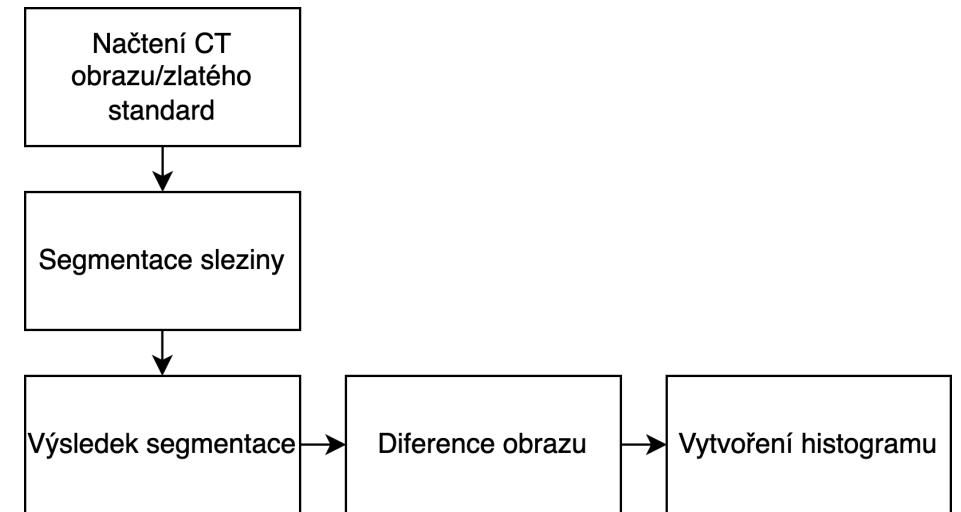
- **Segmentace s hranami:**

Velikost inicializační kružnice-> 5-7, iterace-> 150-500, citlivost aktivní kontury na hrany-> 0,3-0,4

Segmentace s hranami a bez hran

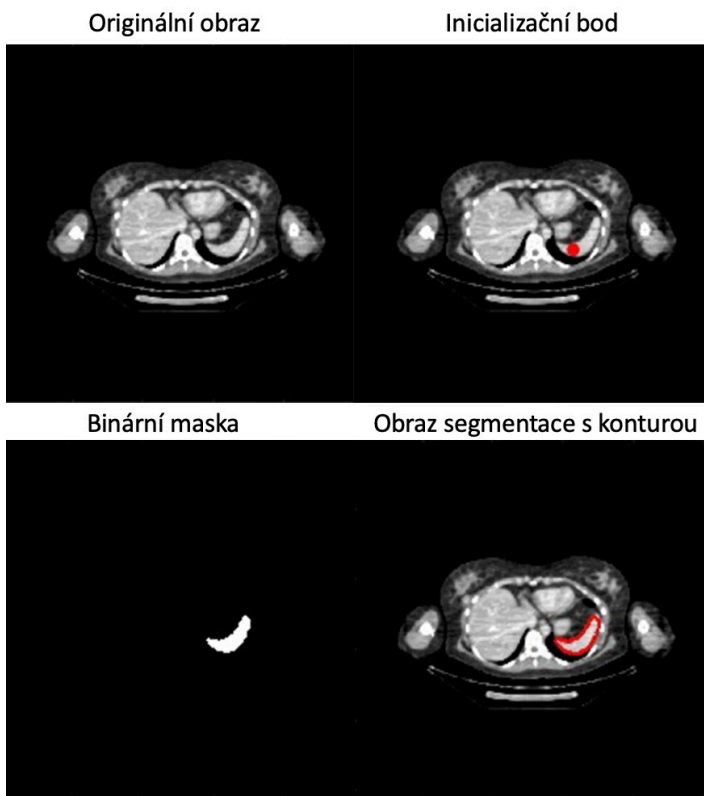
- **Segmentace na základě metody s hranami:**
 - Metoda tvarování kontur na základě detekce hran objektu.
 - Inicializační křivka-> oblast zájmu sleziny
 - Nevýhody: Segmentace okolních tkání (žeber, cév)
- **Segmentace na základě metody bez hran:**
 - Metoda postupného rozpínání kontury, až po změnu intenzity v obraze.
 - Inicializační křivka-> postupná segmentace

Postup MATLABu:

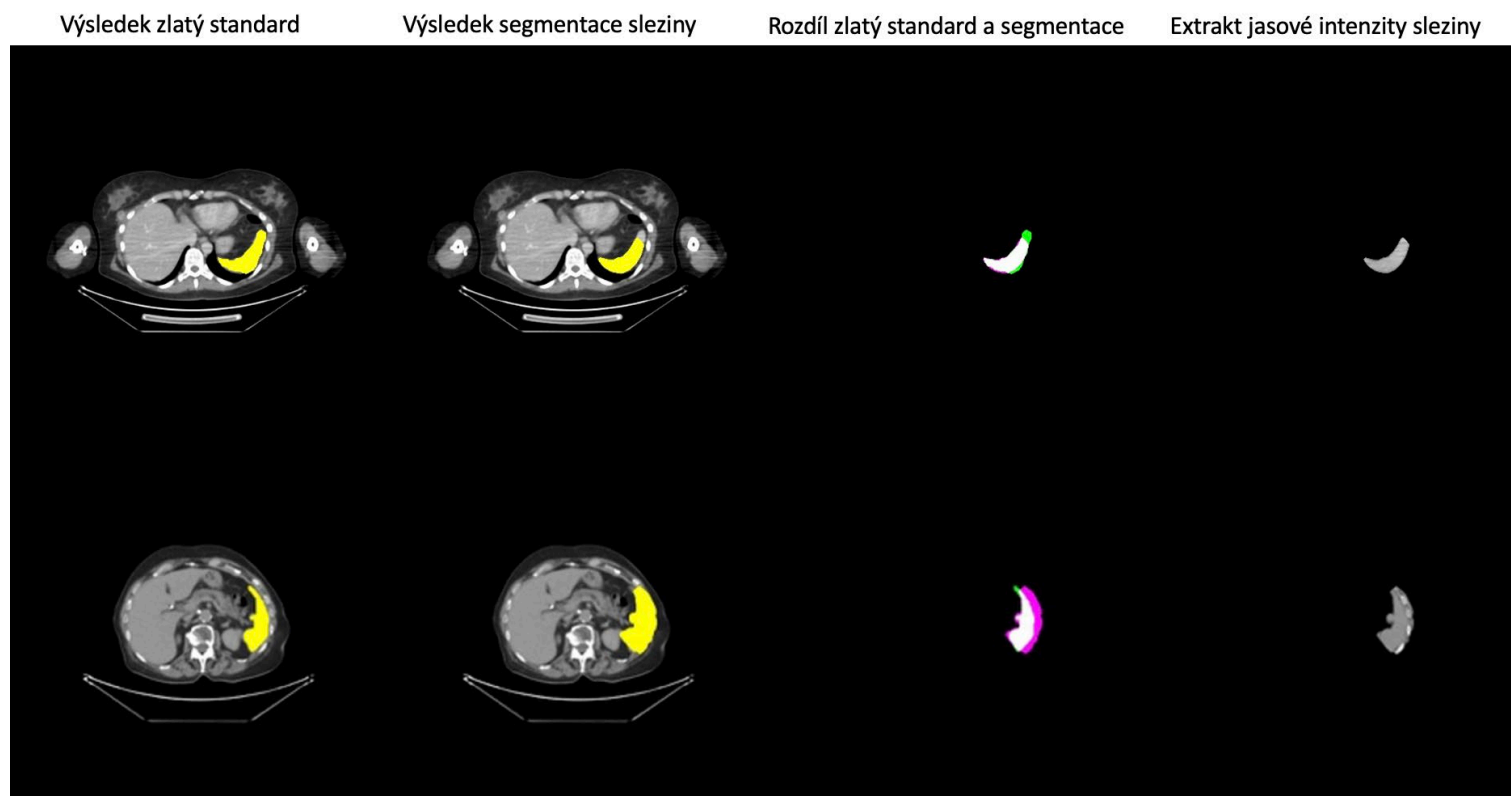


Vývojový diagram postupu MATLABu.

Segmentace na základě metody s hranami

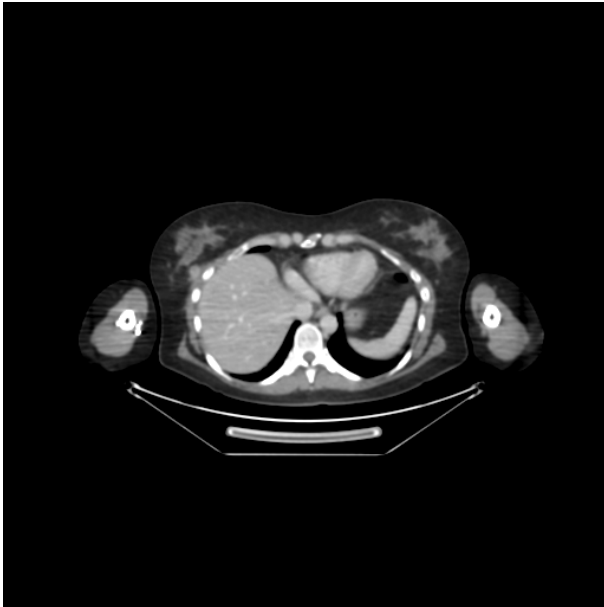


Postup segmentace s hranami.

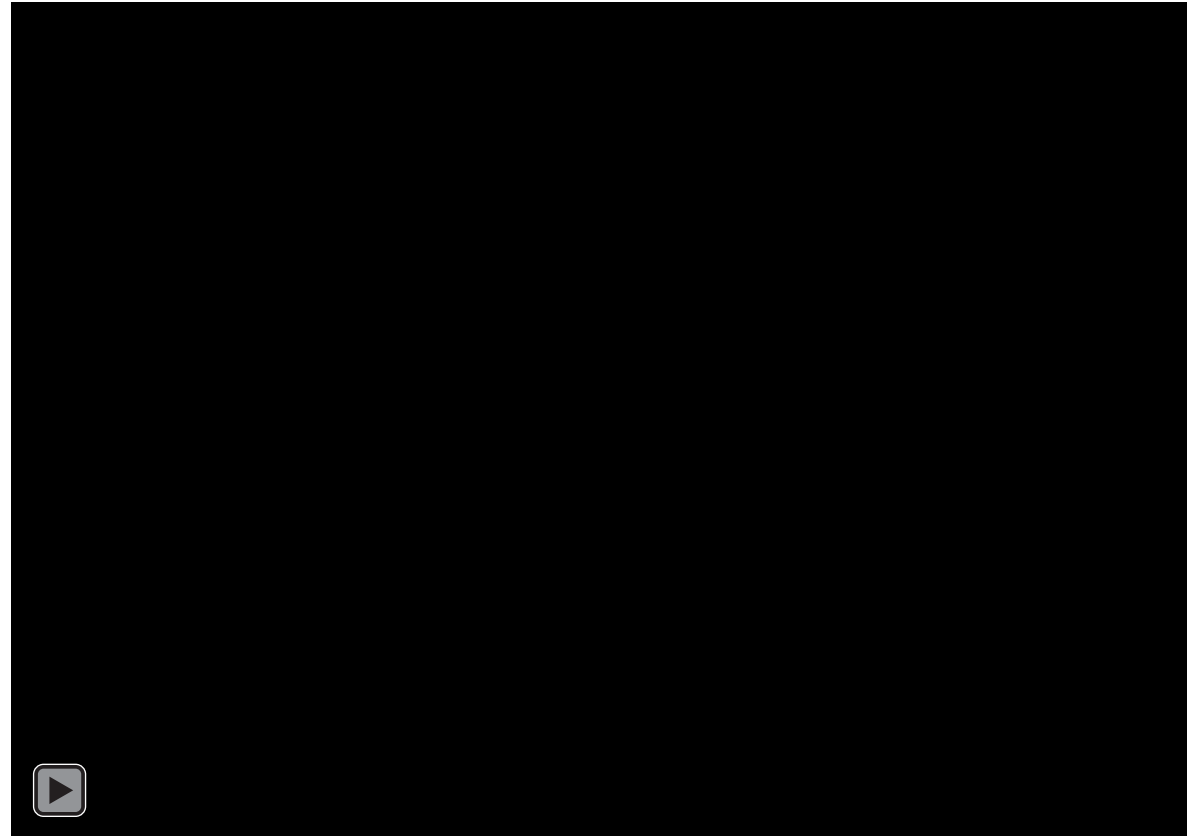


Výsledky správné a špatné segmentace s hranami.

Demonstrace procesu segmentace sleziny



Vstupní CT obraz pro segmentaci.



Názorná ukázka postupu pro segmentaci bez hran.

Výsledky segmentace sleziny

- Průměr a medián-> 90% úspěšnost segmentace bez hran
- Rozptyl a směrodatná odchylka-> Homogenní data (málo rozptýlené), kromě parametru MSE

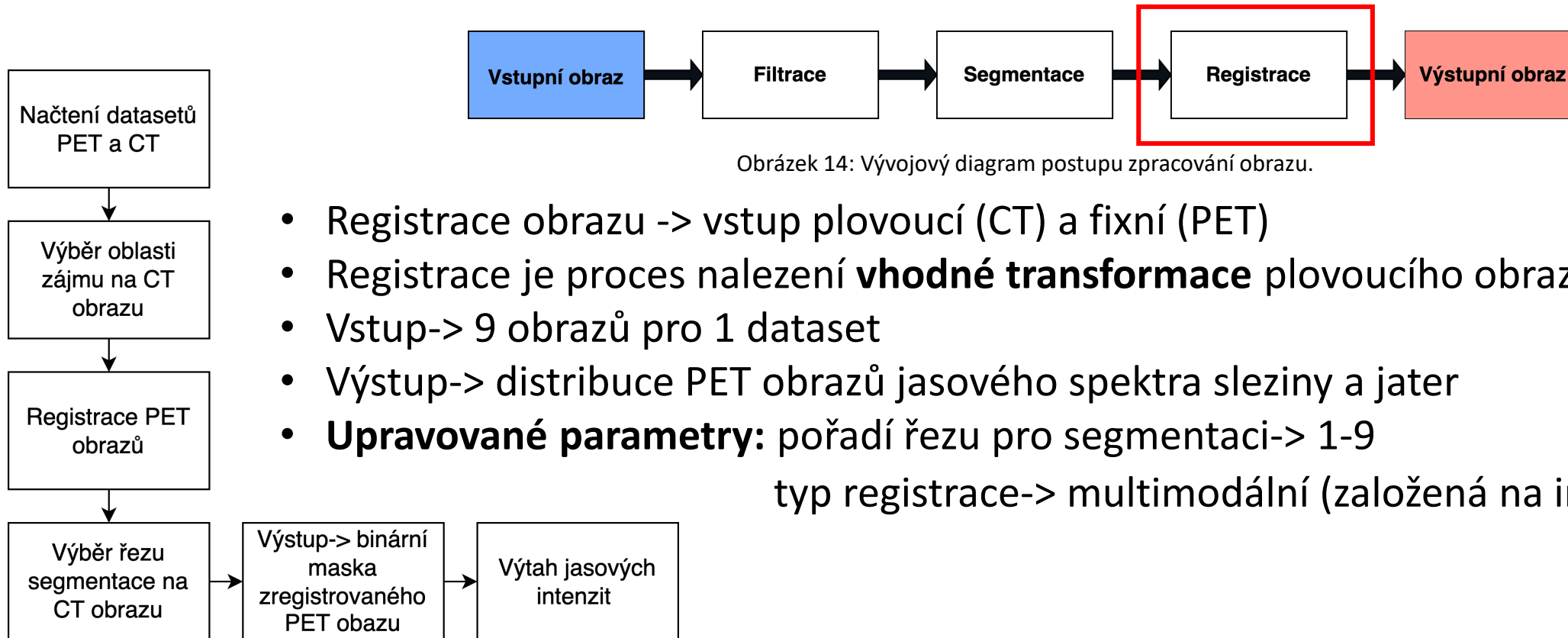
Parametry	průměr_s hranami	průměr_bez hran	medián_s hranami	medián_bez hran
corr binární masky	0,8614	0,9034	0,8756	0,9256
corr intenzity sleziny	0,8824	0,9229	0,8914	0,9495
SSIM binární masky	0,9927	0,9939	0,9936	0,9946
SSIM intenzity sleziny	0,9922	0,9933	0,9934	0,9941
MSE binární masky	0,0022	0,0013	0,0017	0,0011
MSE intenzity sleziny	52,7822	27,5969	33,1036	18,9791
Accuracy	0,9978	0,9987	0,9983	0,9990
Sensitivity	0,9312	0,9184	0,9457	0,9274
Precision	0,8037	0,8959	0,8183	0,9337
MCC	0,8615	0,9039	0,8756	0,9256
Dice	0,8587	0,9020	0,8751	0,9246
Jaccard	0,7566	0,8275	0,7755	0,8593
Specificity	0,9981	0,9992	0,9987	0,9996

Výsledné hodnoty segmentací s hranami a bez hran pro parametry průměru a mediánu.

Parametry	rozptyl_s hranami	rozptyl_bez hran	SD_s hranami	SD_bez hran
corr binární masky	0,0040	0,0038	0,0630	0,0619
corr intenzity sleziny	0,0052	0,0043	0,0722	0,0656
SSIM binární masky	0,0001	0,0001	0,0034	0,0031
SSIM intenzity sleziny	0,0001	0,0001	0,0037	0,0037
MSE binární masky	0,0001	0,0001	0,0016	0,0001
MSE intenzity sleziny	2242,9000	594,1434	47,3594	24,3751
Accuracy	0,0001	0,0001	0,0016	0,0001
Sensitivity	0,0034	0,0017	0,0581	0,0411
Precision	0,0120	0,0130	0,1071	0,1117
MCC	0,0040	0,0038	0,0631	0,0619
Dice	0,0045	0,0045	0,0674	0,0673
Jaccard	0,0098	0,0097	0,0991	0,0987
Specificity	0,0001	0,0001	0,0017	0,0001

Interpretované hodnoty segmentací s hranami a bez hran pro parametry rozptylu a směrodatné odchylky.

Komplexní systém pro analýzu CT/PET obrazů

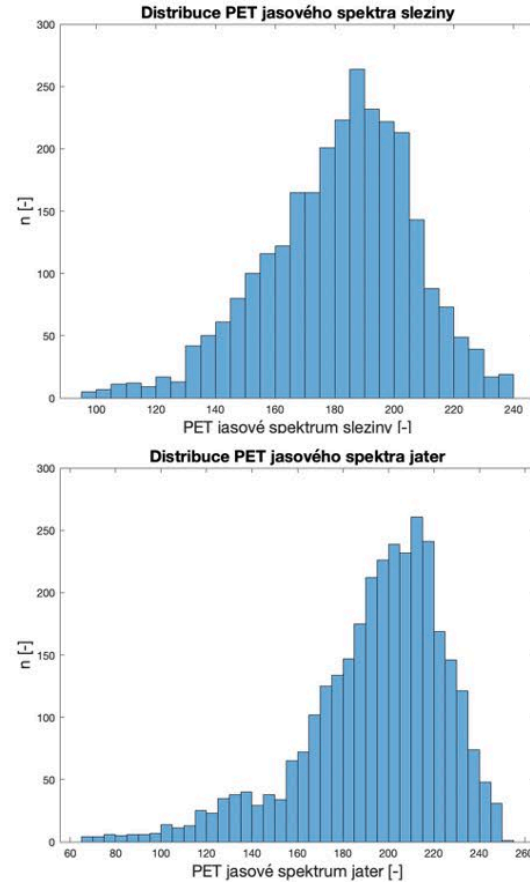
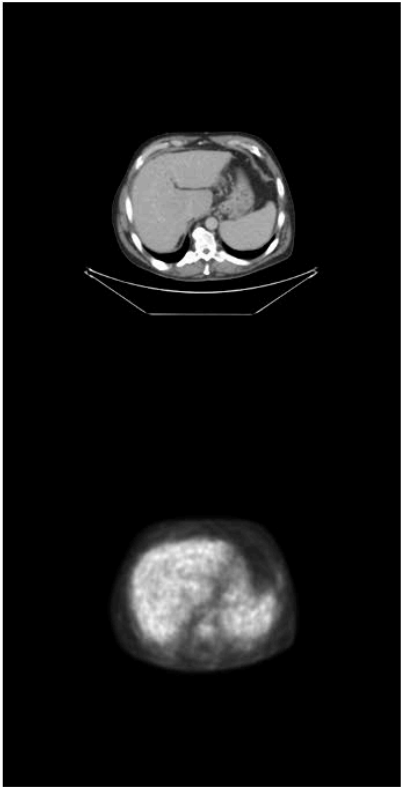


Obrázek 14: Vývojový diagram postupu zpracování obrazu.

- Registrace obrazu -> vstup plovoucí (CT) a fixní (PET)
- Registrace je proces nalezení **vhodné transformace** plovoucího obrazu
- Vstup-> 9 obrazů pro 1 dataset
- Výstup-> distribuce PET obrazů jasového spektra sleziny a jater
- **Upravované parametry:** pořadí řezu pro segmentaci-> 1-9
typ registrace-> multimodální (založená na intenzitě)

Vývojový diagram komplexní segmentační procedury CT/PET obrazů.

Ukázka reportu výsledků aktivity radiofarmaka



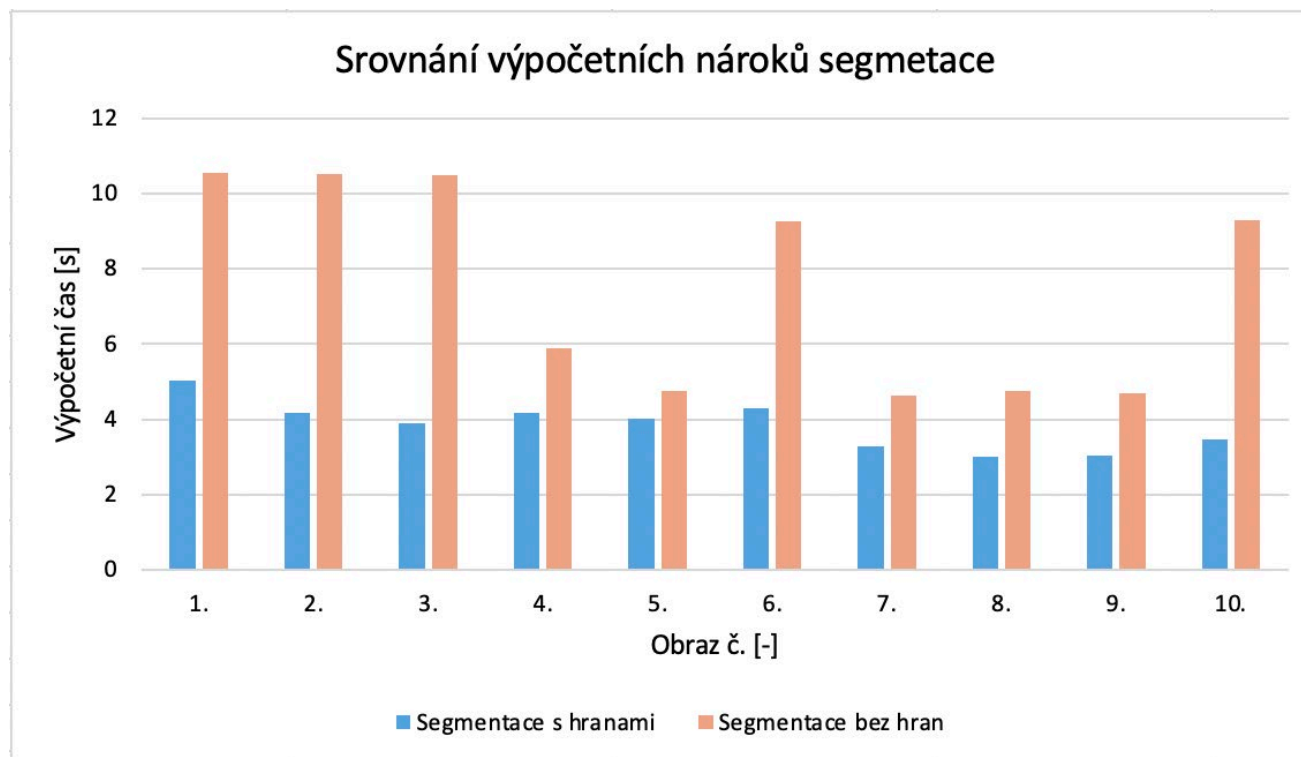
Probandi	medián	SD	rozptyl	CV	poměr
2p_slezina_1	185	23,79	566,19	13,07	1,04
2p_slezina_2	169	22,76	518,01	13,65	1,14
2p_slezina_3	171	23,57	555,77	14,02	1,13
2p_slezina_4	168	21,56	465,94	13,06	1,15
2p_slezina_5	169	26,58	706,72	15,98	1,14
2p_slezina_6	166	21,8	475,3	13,36	1,16
2p_slezina_7	177	23,17	536,85	13,36	1,09
2p_slezina_8	163	25,19	634,37	15,53	1,18
2p_slezina_9	161	26,03	677,52	16,41	1,2
2p_játra_1	193	25,4	644,87	13,18	
3p_slezina_1	164	27,14	736,71	16,91	1,01
3p_slezina_2	167	25,85	668,45	15,72	1
3p_slezina_3	177	26,24	688,31	15,06	0,94
3p_slezina_4	190	29,82	889,37	16,02	0,87
3p_slezina_5	172	29,25	855,46	17,26	0,97
3p_slezina_6	158	25,83	667,18	16,5	1,05
3p_slezina_7	164	27,1	734,76	16,8	1,01
3p_slezina_8	172	29,85	891,01	17,73	0,97
3p_slezina_9	148	24,93	621,32	17,21	1,12
3p_játra_1	167	24,51	600,81	14,82	

Celkový průběh segmentace, následné registrace sleziny a jater.

Limitace: výpočetní nároky segmentace

Pořadí obrazu	Segmentace s hranami	Segmentace bez hran
1.	5,0388	10,5377
2.	4,1776	10,5320
3.	3,8884	10,4989
4.	4,1689	5,8796
5.	4,0254	4,7599
6.	4,2987	9,2538
7.	3,3013	4,6460
8.	3,0239	4,7527
9.	3,0488	4,6928
10.	3,4757	9,2965
Průměr	3,8448	7,4850

Výpočetní náročnost segmentace s hranami a bez hran.



Srovnání výpočetní náročnosti segmentace s hranami a bez hran.

Děkuji za pozornost