



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

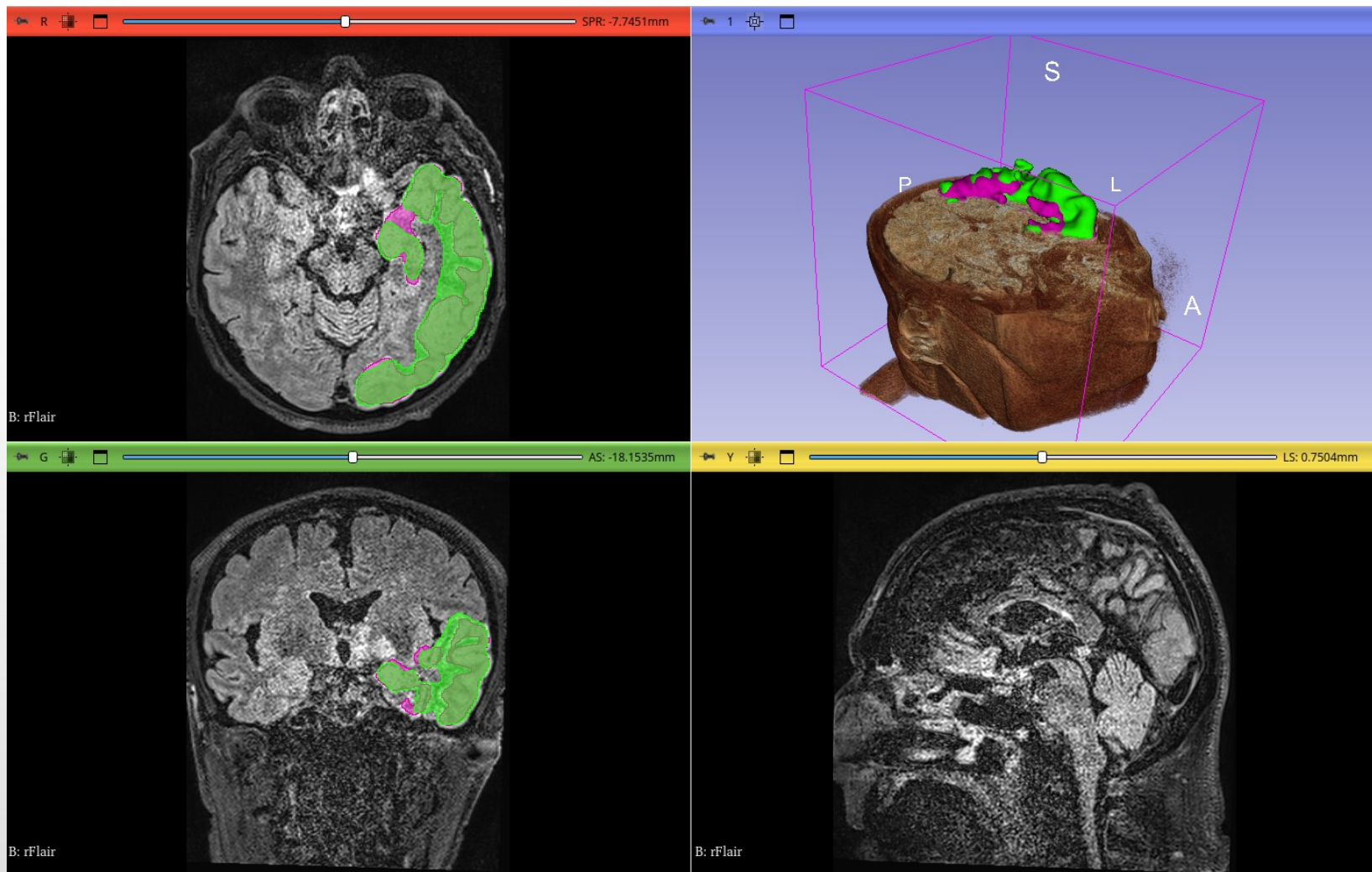
# Automatická segmentace ischemické léze u cévní mozkové příhody

Jakub Šmíd  
Kybernetika a robotika  
2025

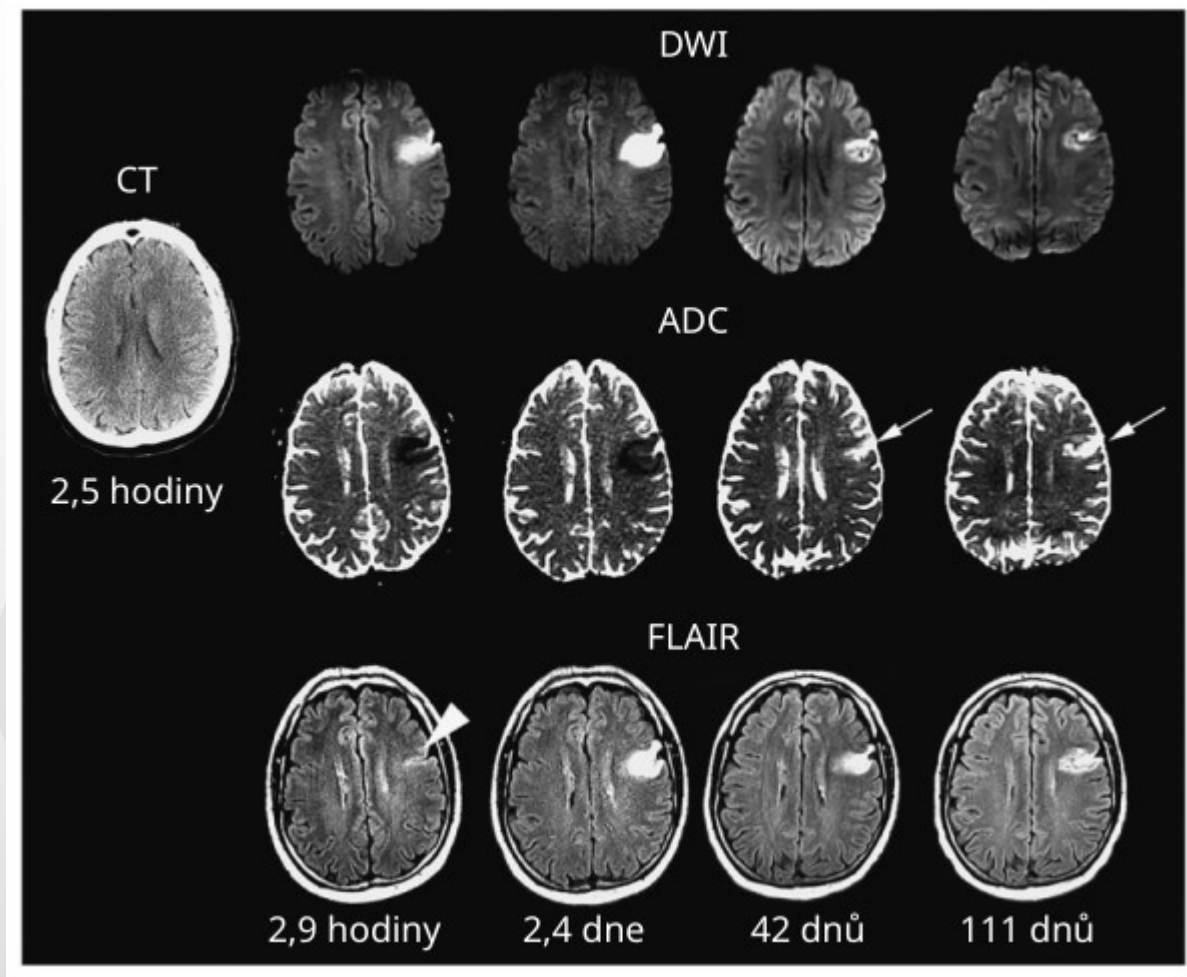
# Cíle práce

- Analýza segmentačních metod.
- Možnosti rozšíření datasetu FN Motol.
- Experimentální ověření metod.
- Zvolení nejlepší architektury.
- Optimalizace na základě modifikace fúze dat.
- Srovnání výsledků s literaturou.

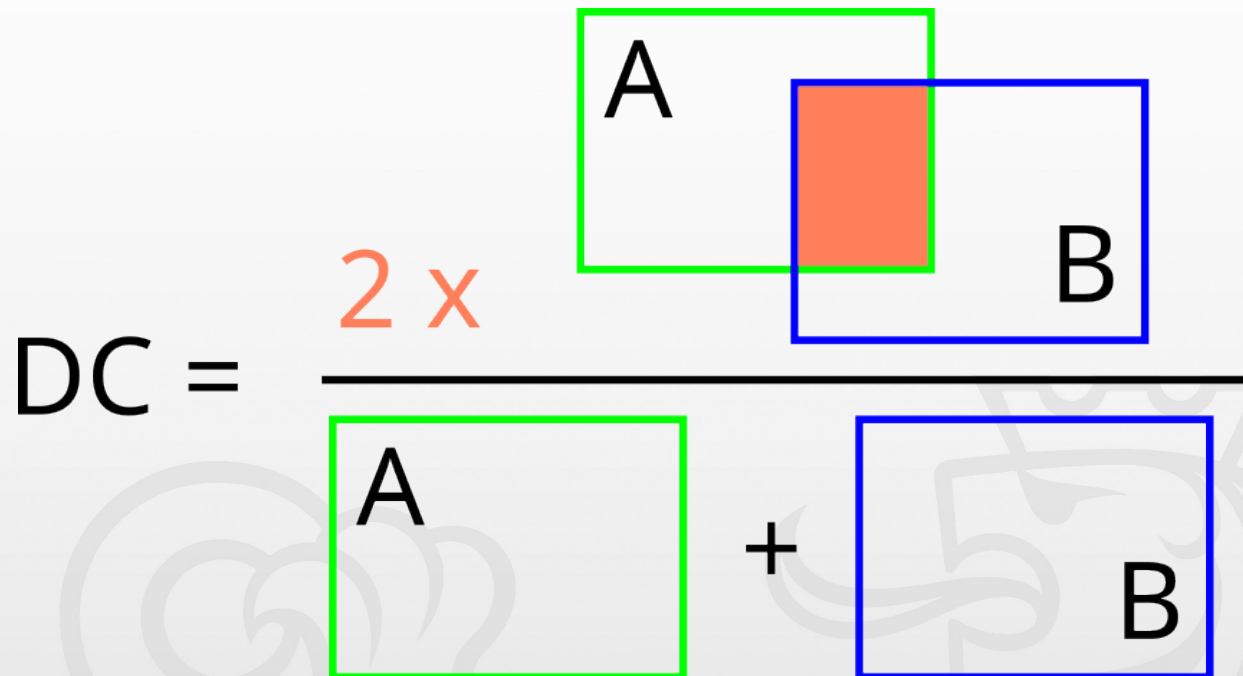
# Definice problému



# Definice problému



# Dice koeficient


$$DC = \frac{2 \times \text{Intersection}}{\text{A} + \text{B}}$$

## ISLES 2015

- 14 týmů v soutěži

Metoda	Dice koef.
UK-Imp2	$0,59 \pm 0,31$
CN-Neu	$0,55 \pm 0,30$
FI-Hus	$0,47 \pm 0,32$
US-Odu	$0,43 \pm 0,27$
BE-Kul2	$0,43 \pm 0,30$
inter-rater	$0,70 \pm 0,20$

## ISLES 2022

- 12 týmů v soutěži
- 8 metod vychází z nnU-Net nebo U-Net

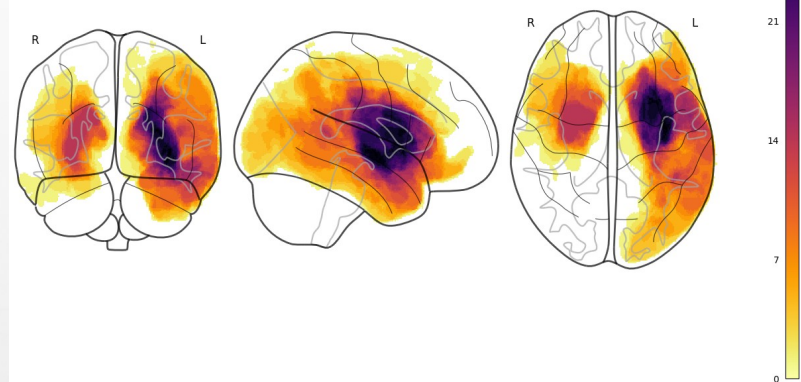
Metoda	Dice koef.
SEALS	$0,82 \pm 0,12$
NVAUTO	$0,82 \pm 0,12$
SWAN	$0,81 \pm 0,15$
PAT	$0,82 \pm 0,15$
CTRL	$0,80 \pm 0,14$
inter-rater	0,83



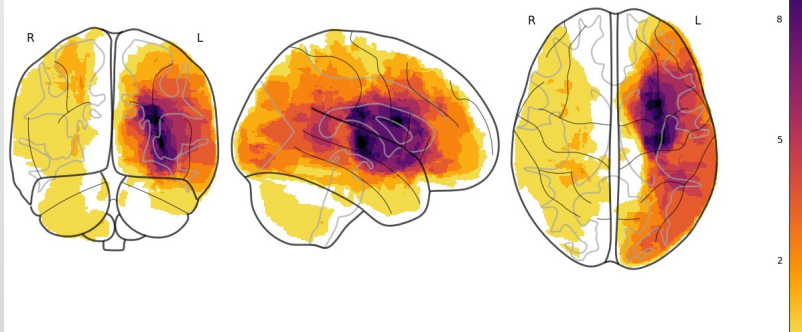
# Datasets

- Motol: 19 pacientů v 56 skenech
- ISLES 2015: 28 skenů
- ISLES 2022: 250 skenů

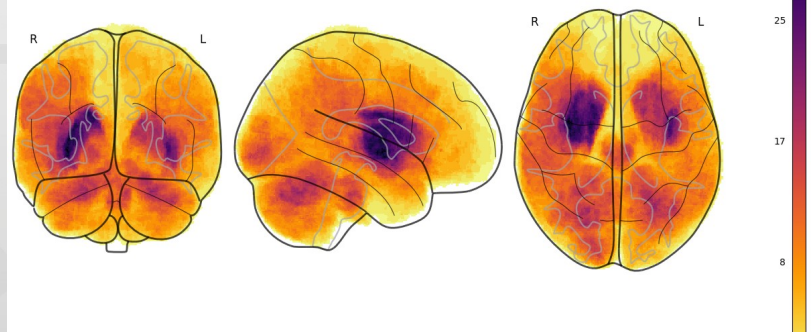
Výskyt léze u daného počtu pacientů  
Dataset Motol



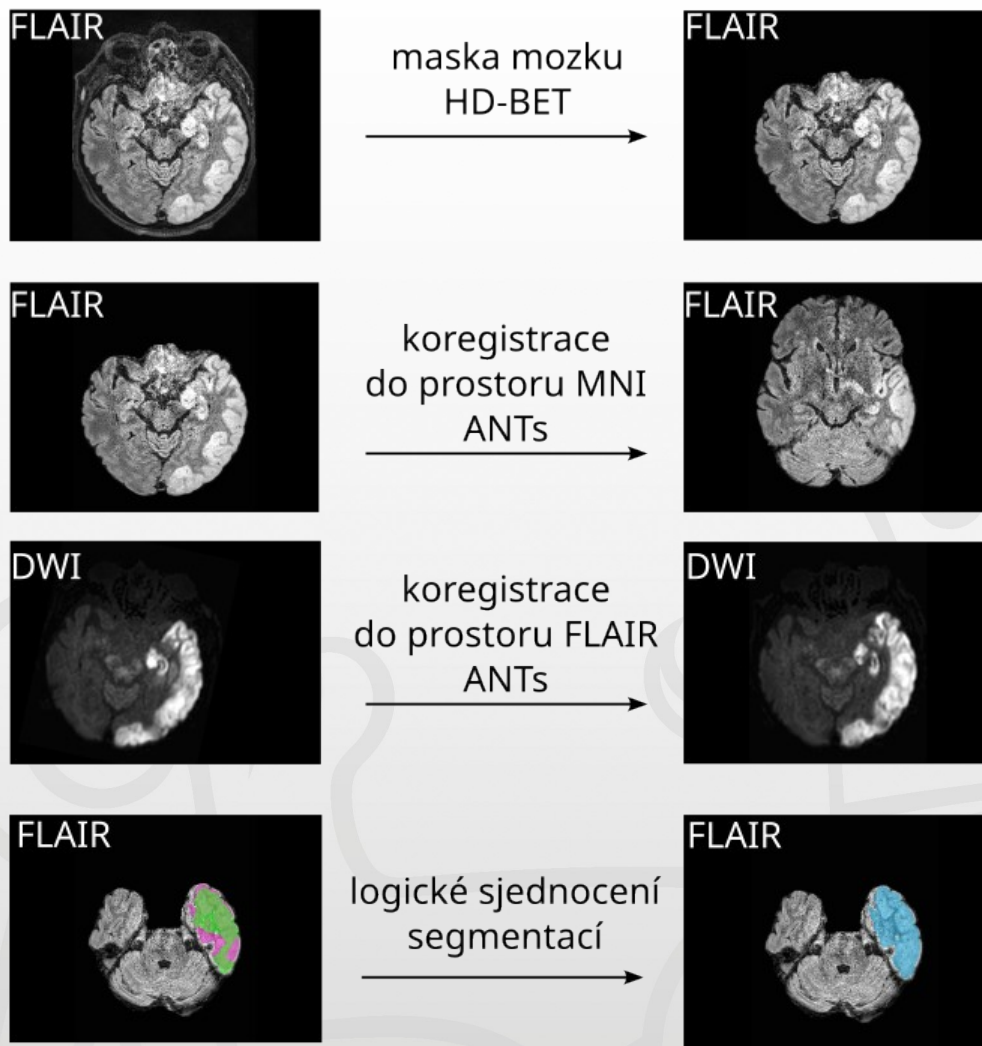
Výskyt léze u daného počtu pacientů  
Dataset ISLES 2015



Výskyt léze u daného počtu pacientů  
Dataset ISLES 2022



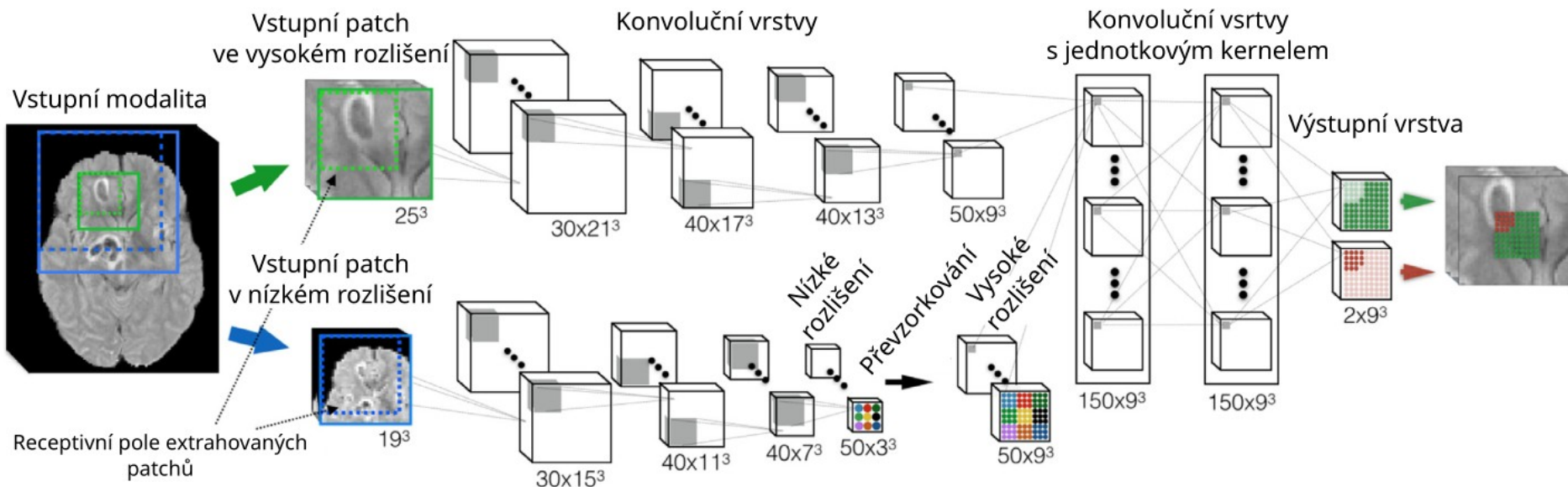
# Preprocessing



■ segmentace FLAIR  
■ segmentace DWI



# DeepMedic



Model	Dice koef.	Prec	Sens	F
Vstupní fúze	$0,427 \pm 0,276$	0,422	0,626	10
Výstupní fúze	$0,510 \pm 0,259$	0,602	0,545	4



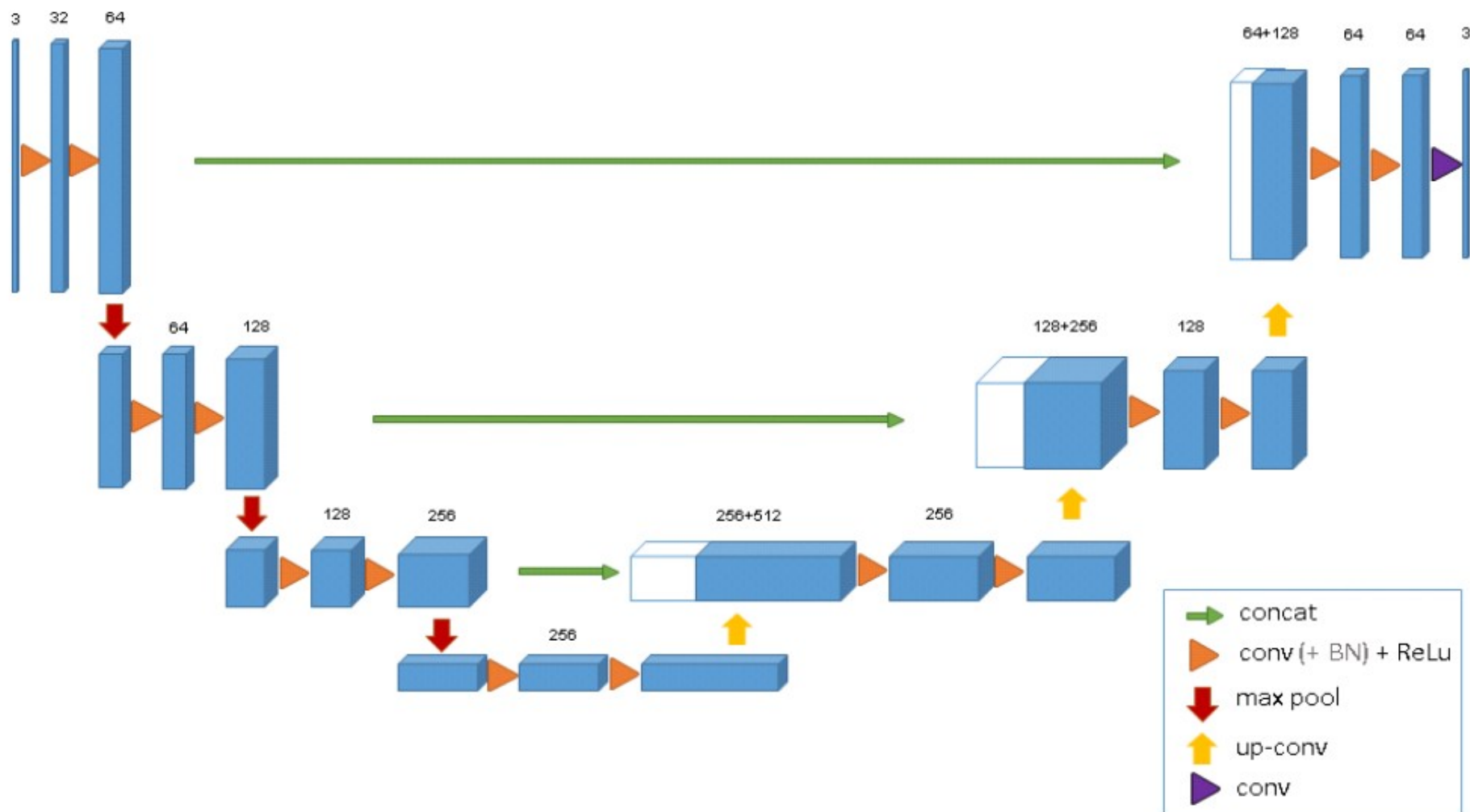
# nnU-Net

- 3D U-Net s využitím residuálních bloků v enkodéru
- 6 úrovní s počty filtrů [32, 64, 128, 256, 320, 320]

Model	Dice koef.	Prec	Sens	F
MNI Vstupní fúze	$0,559 \pm 0,265$	0,650	0,609	5
MNI Výstupní fúze	$0,646 \pm 0,238$	0,783	0,631	1
Kříž. valid.	$0,745 \pm 0,182$	0,804	0,763	0



# 3D U-Net



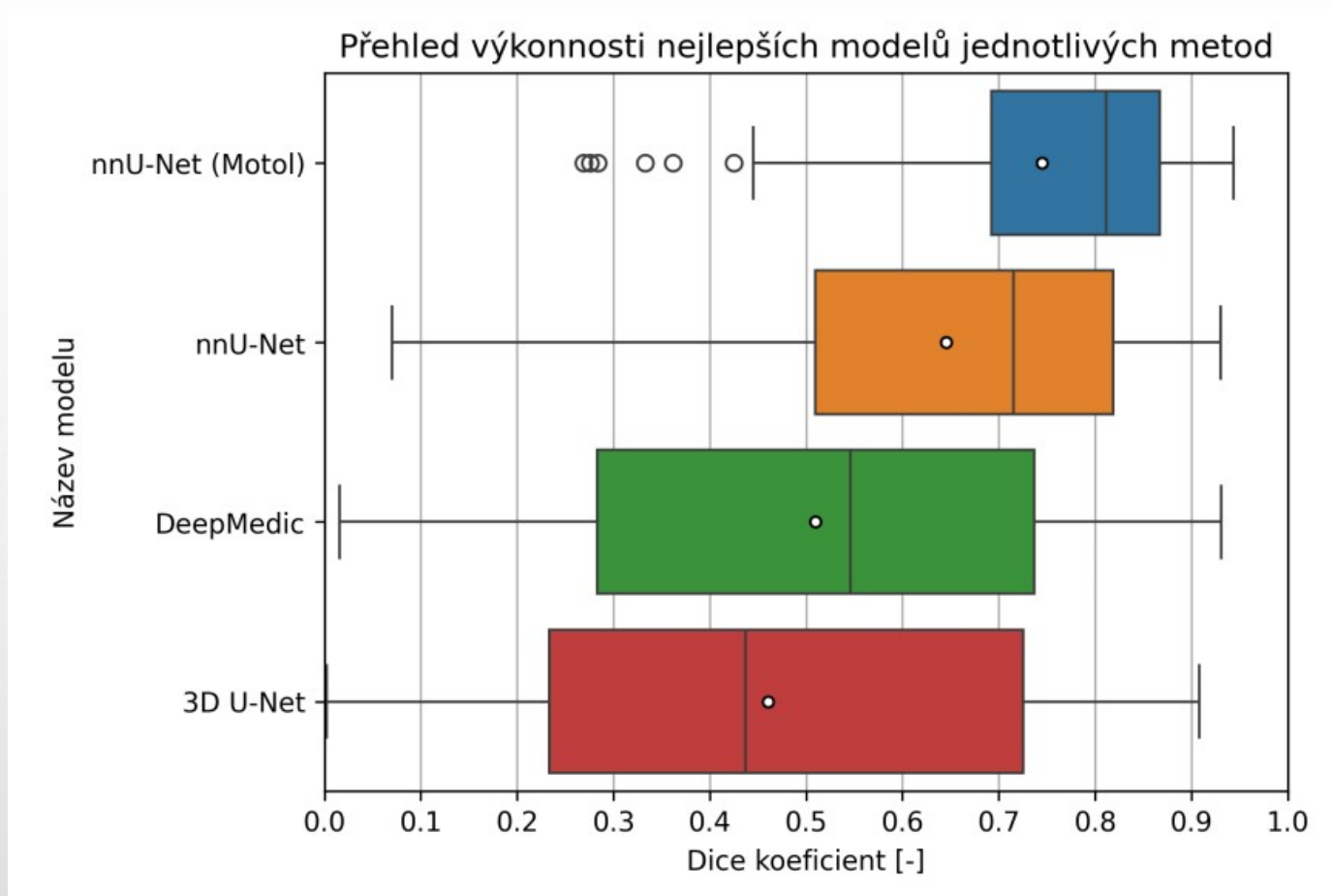


# 3D U-Net

Model	Dice koef.	Prec	Sens	F
Vstupní fúze	$0,453 \pm 0,281$	0,447	0,645	10
Výstupní fúze	$0,461 \pm 0,288$	0,511	0,560	11
In-layer fúze	$0,446 \pm 0,251$	0,662	0,396	4



# Souhrn

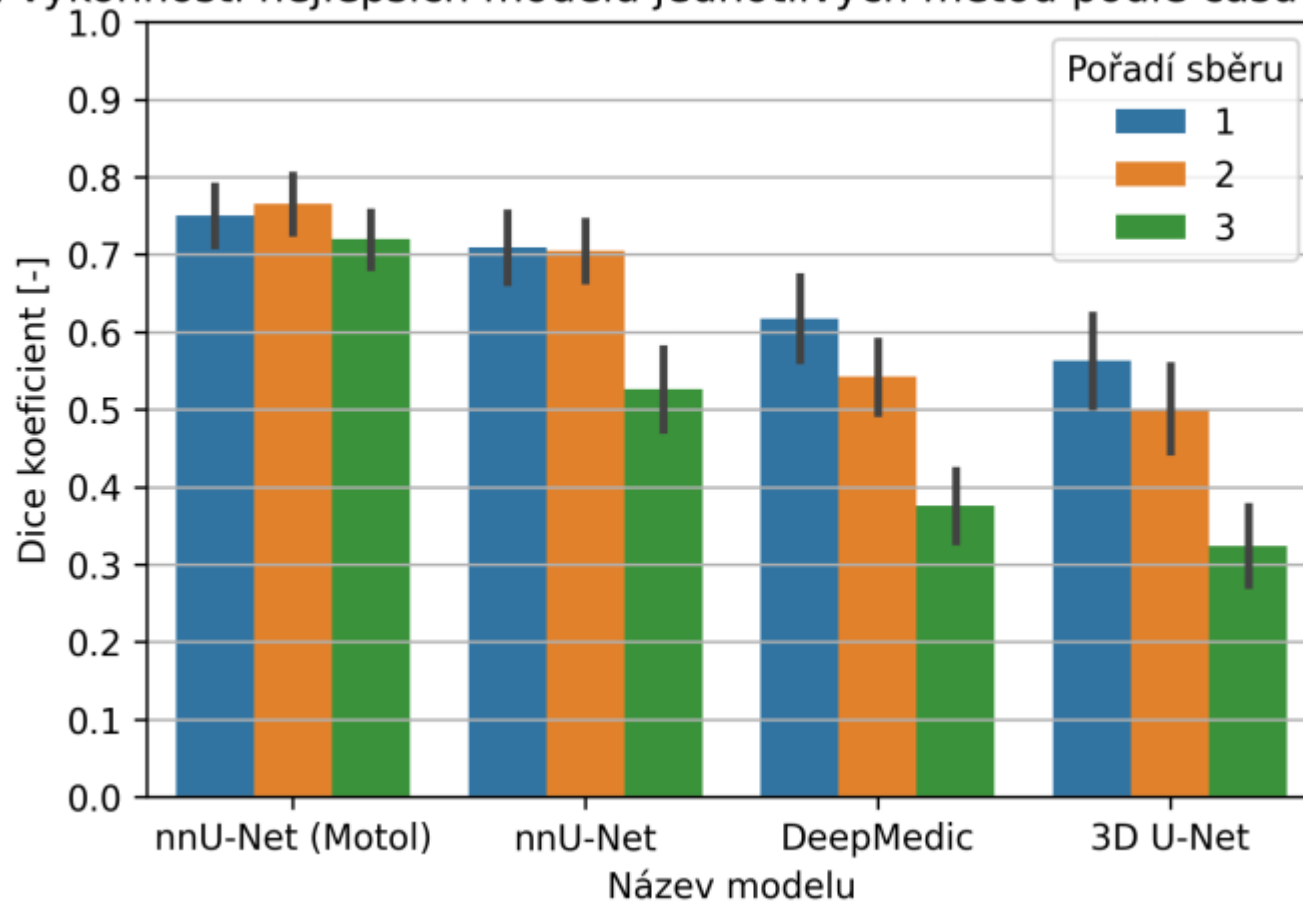






# Souhrn

Přehled výkonnosti nejlepších modelů jednotlivých metod podle času pořízení skenu





# Závěr

- Proběhlo ověření tří metod na základě rešerše.
- Byly vybrány nejlepší modely z uvedených metod na základě Dice koeficientu.
- Bylo dosaženo DC 0,51 pro DeepMedic, 0,65 pro nnU-Net a 0,46 pro 3D U-Net.
- Byl natrénován model pomocí křížové validace pouze na datasetu Motol (DC 0,75).
- Zlepšení při použití výstupní fúze.
- Důležitější, než architektura je nastavení celého procesu.

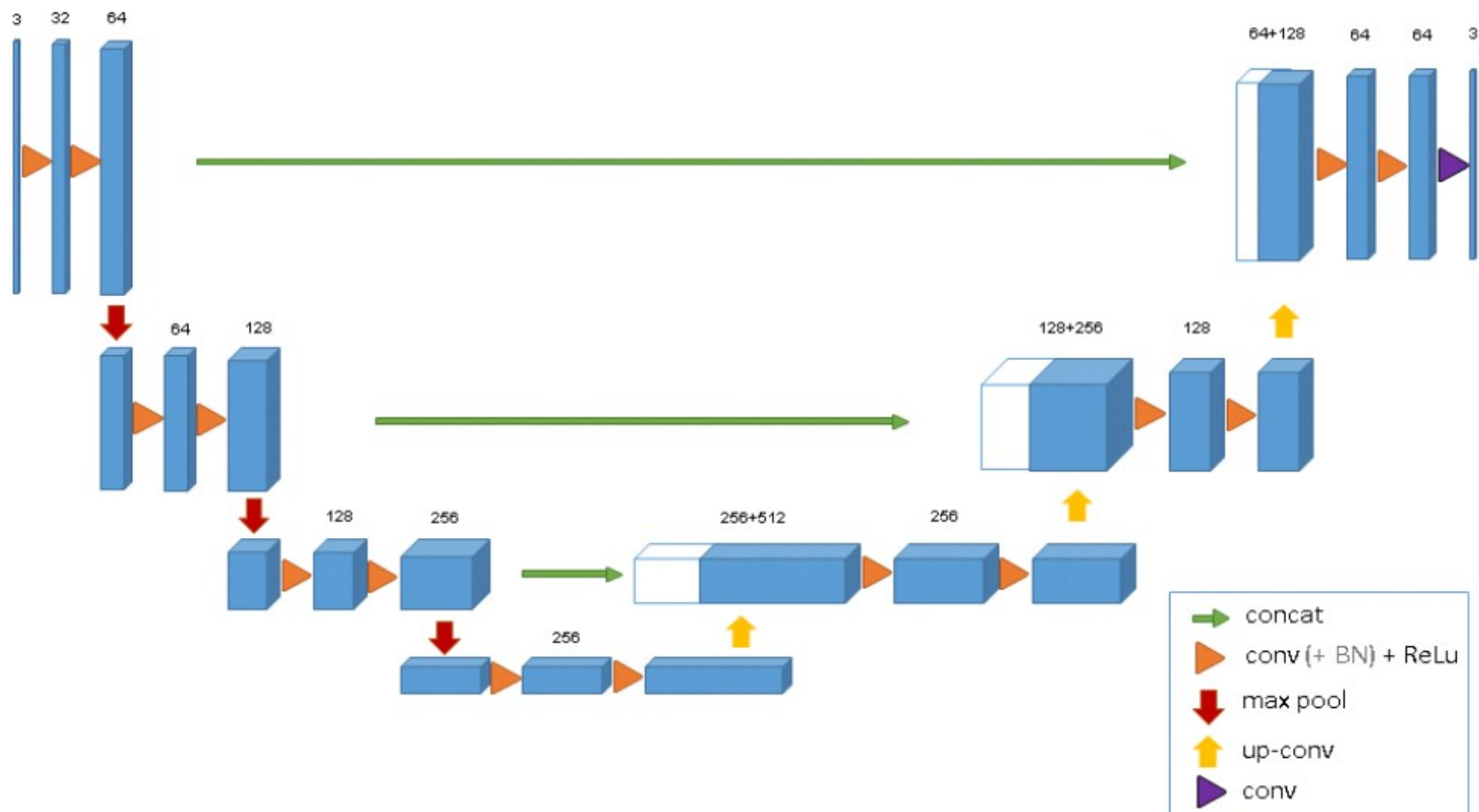
# Děkuji za pozornost

# Modifikace 3D U-Net

## A) Padding

- strana 70, odst. 2  
(132, 132, 116)

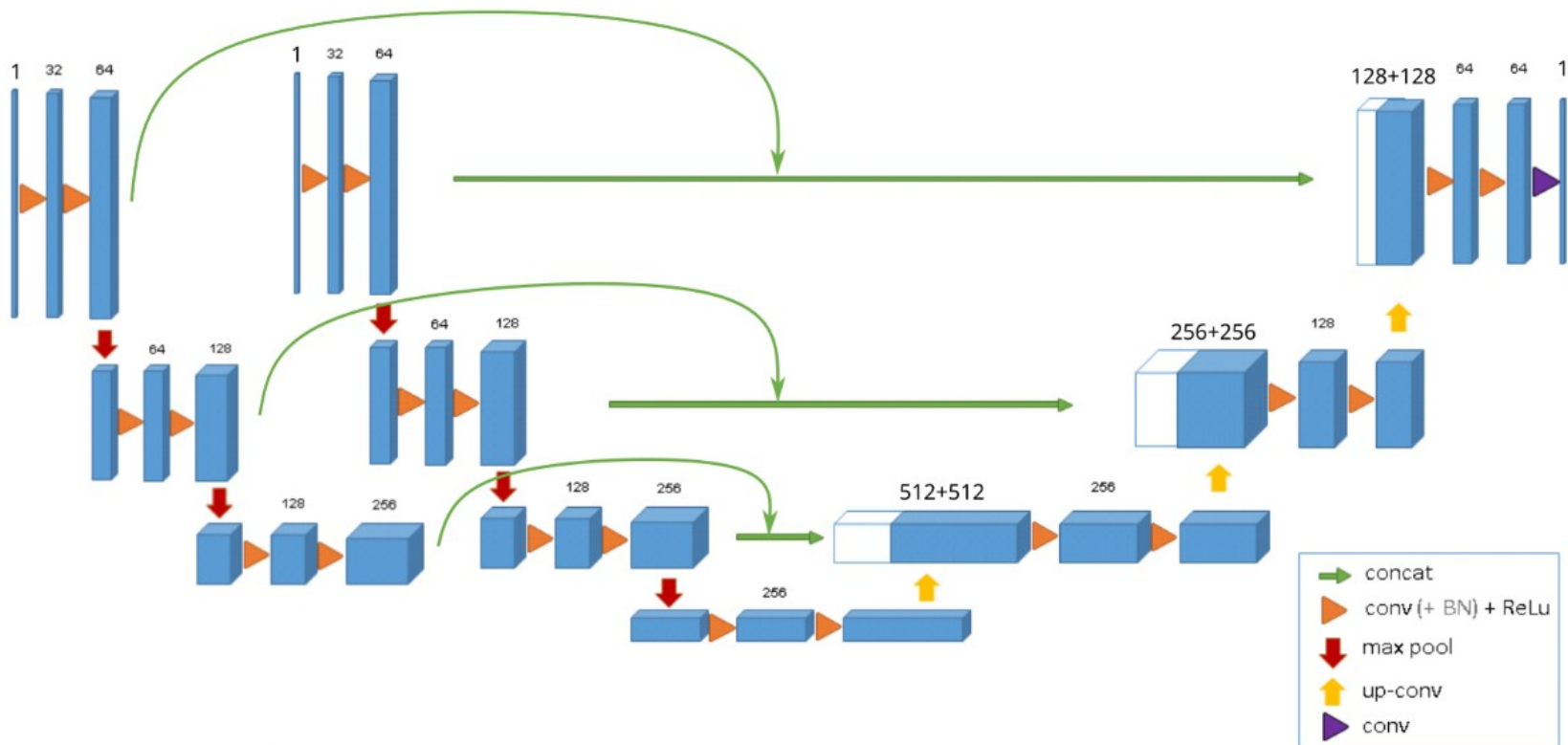
(44, 44, 28)



# Modifikace 3D U-Net

## B) Modifikace pro in-layer fúzi

- strana 76, obr. 11.4
- reference [75]



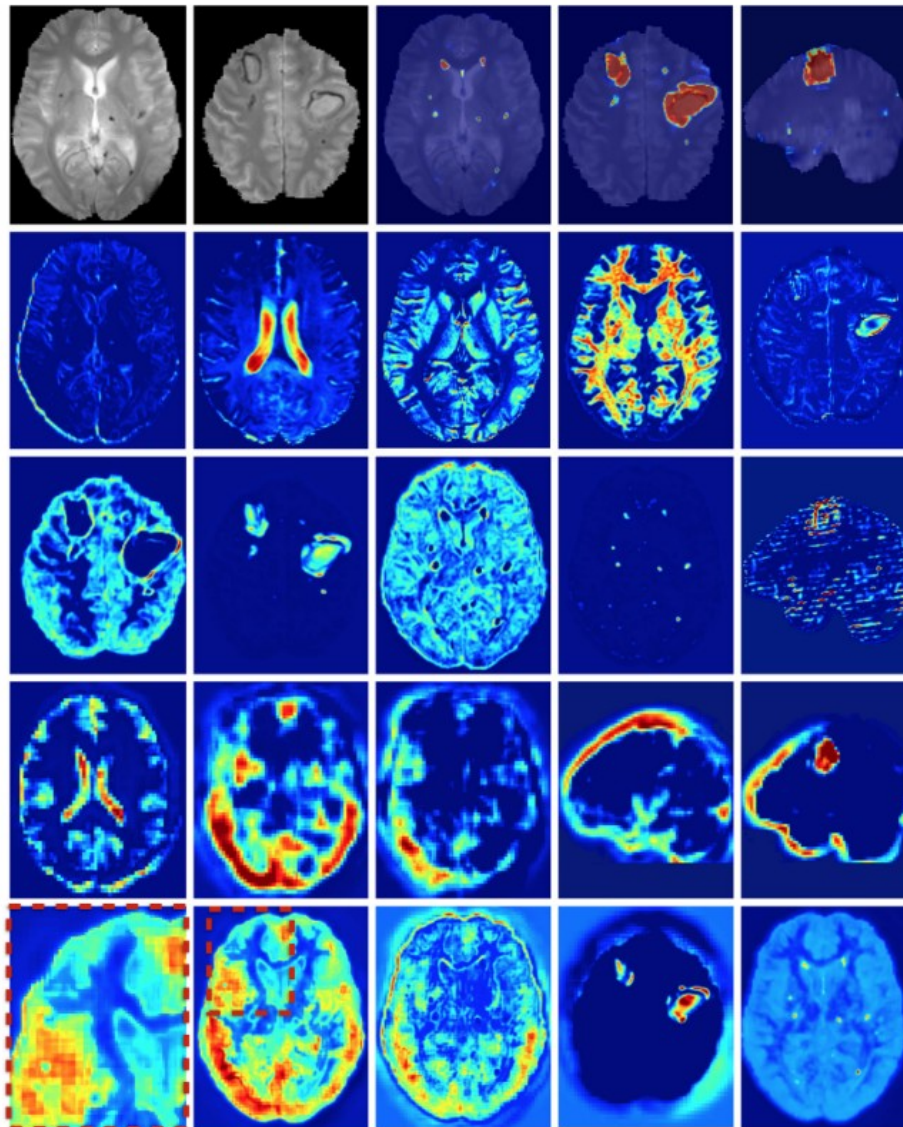


# Infrastruktura

- Aktuálně: lokálně na PC, shell skript.
- Pro interní použití: GPU server a uživ. rozhraní.
- Pro klinické použití: **Nařízení (EU) 2017/745 o zdravotnických prostředcích (MDR).**

# Explainable AI

*K. Kamnitsas et al./Medical Image Analysis 36 (2017) 61–78*



# Explainable AI

- Grad-Cam

