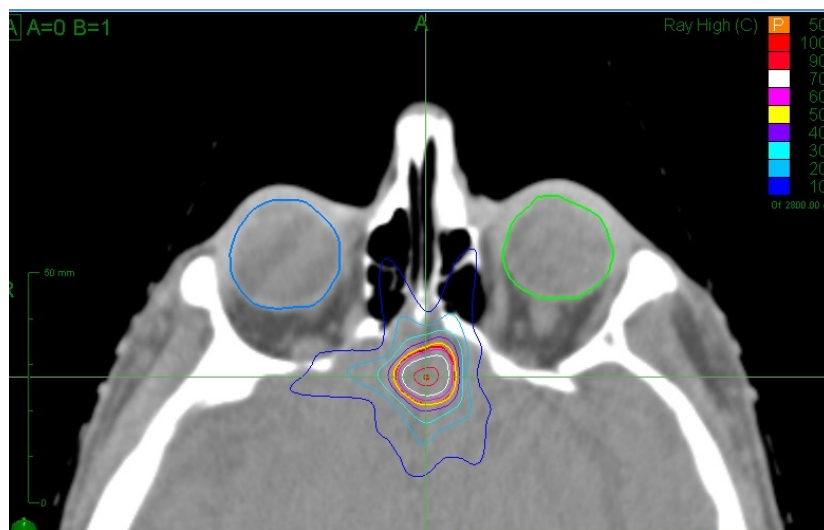
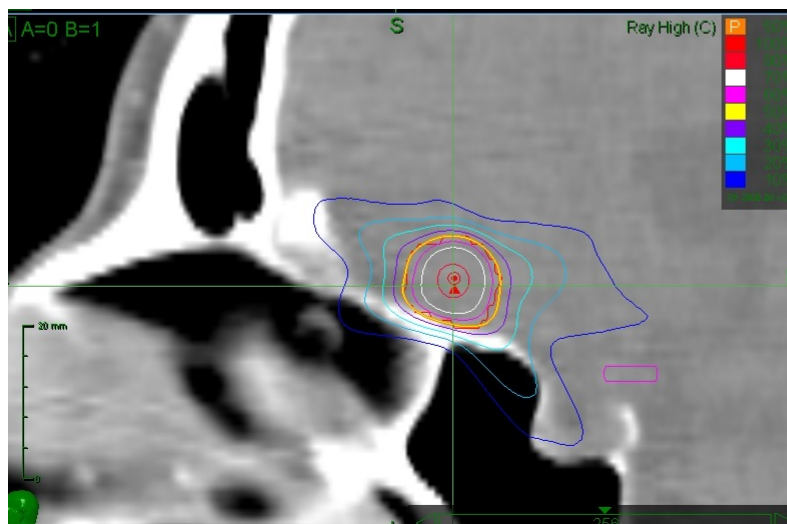
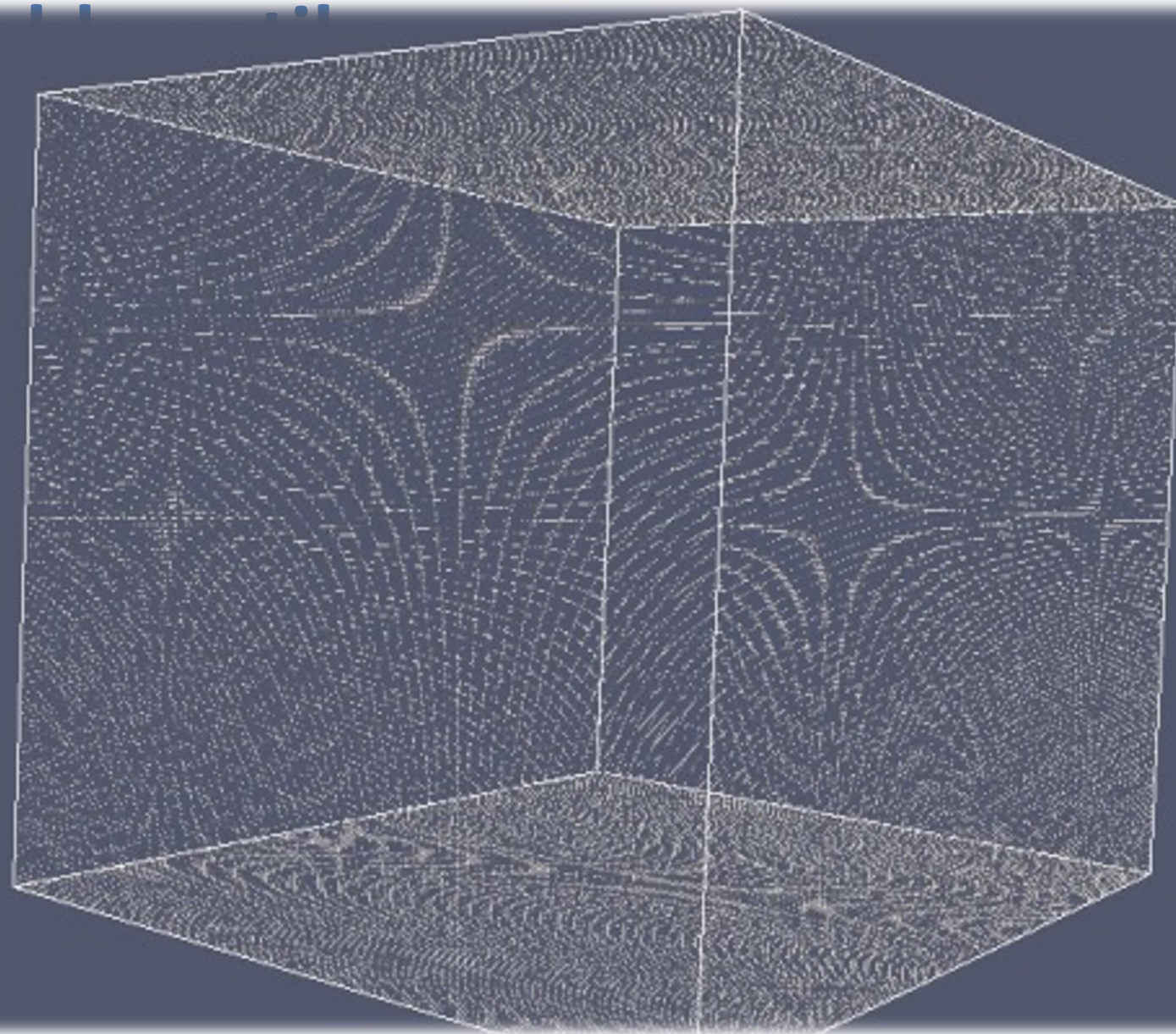




SRS hlavy

- Vysoké jednorázové dávky
- Efektivní šetření kritických orgánů
- Nároky na přesnost $<1\text{mm}$
- Nezbytná fúze CT/MR obrazů





Name

MRI se opírá o techniku, která využívá interakci tří statických a časově proměnlivých magnetických polí s atomárními prvky nacházejícími se v těle, přičemž prostorová přesnost přímo souvisí s magnetickým polem .

První magnetické pole B_0 je hlavním magnetickým polem, které je označeno silou pole (měřeno v Tesla, T) spojeným se systémem MRI

Obecně platí, že při vyšších intenzitách pole se signál MR zvyšuje, ale také se zvyšují různé artefakty obrazu.

Druhé magnetické pole B_1 je pulzní (časově omezené) časově proměnné pole magnetické pole, které odpovídá Larmorově rezonanční frekvenci.

Pole B_1 se aplikuje ortogonálně ke statickému poli B_0

Třetí magnetické pole B_G je tvořeno sérií tří ortogonálních gradientních cívek. které odpovídají kardinálním osám X, Y a Z spojeným se snímky DICOM.

Všichni výrobci magnetické rezonance navrhují gradientní cívky s určitými konstrukčními kompromisy a omezení, která jsou dána náklady a potřebami pacientů.

Není praktické navrhovat MR systémy dostatečně dlouhé s dostatečně malými otvory, aby bylo zajištěno, že gradientní cívky budou optimalizovány bez softwarové korekce, protože by to vedlo k nadměrně těžkým a nákladným, a systémům s malými otvory.

Praktický návrh a požadovaných kompromisů povede k nelinearitě gradientu s větší vzdáleností od izocentra.

Baldwin L N, Wachowicz K, Thomas S D, Rivest R and Fallone B G 2007

Characterization, prediction, and correction of geometric distortion in MR images

Medical Physics 34 388-99

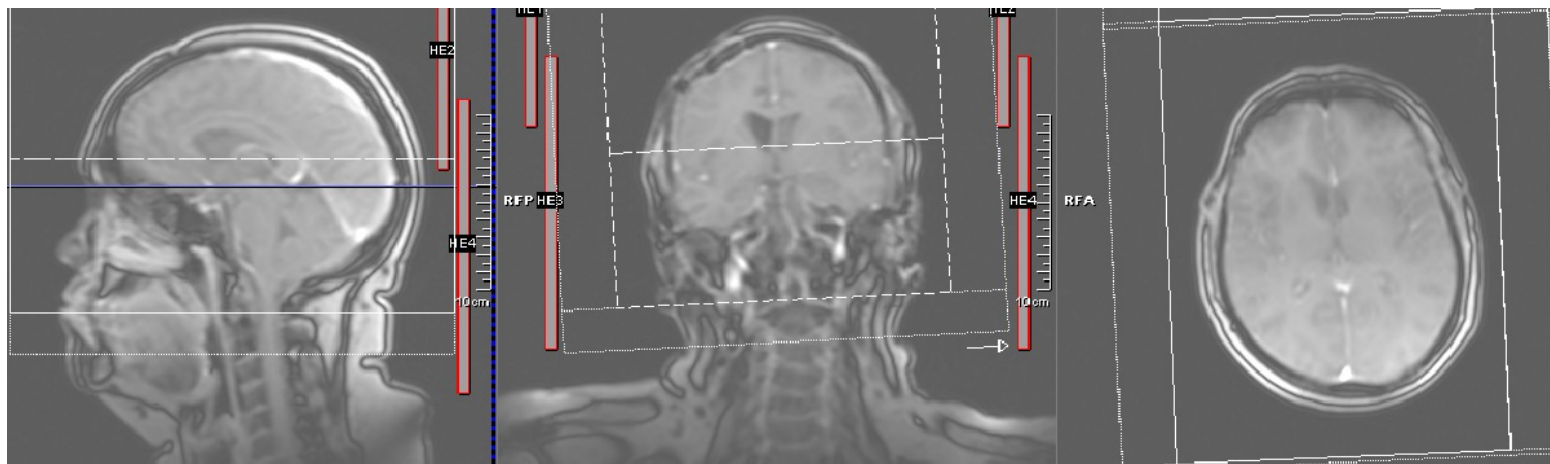
Distorze geometrie obrazu

- Nejpresnější je MR obraz v okolí isocentra MR

Zobecněná centrace:

ISO je u MR hlavy nastavené centrací na glabelu a na horní okraj boltce

Nevhodná pro navigační MR



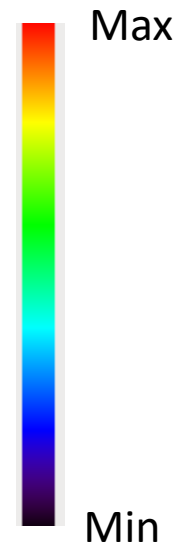
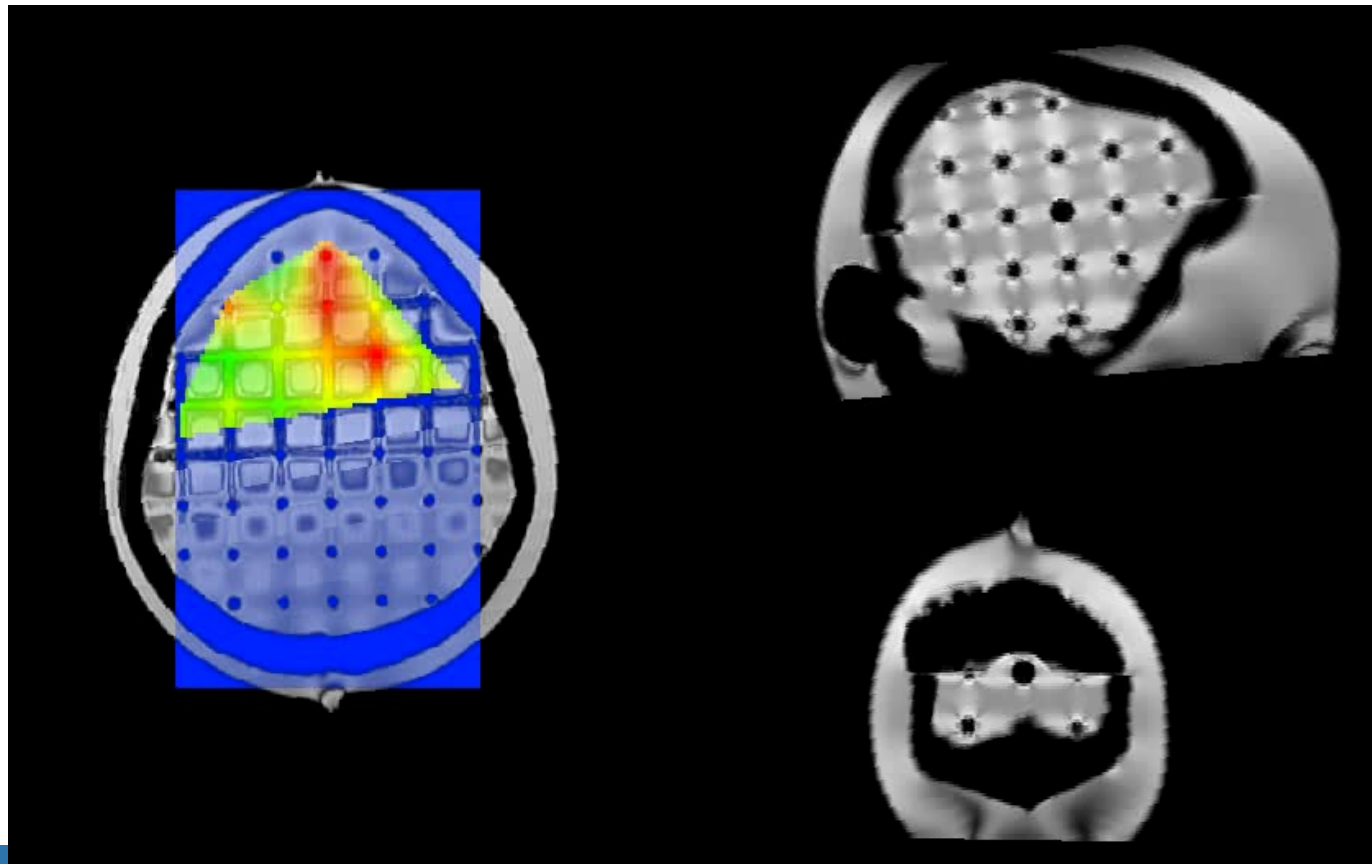
Distorze geometrie obrazu- měření

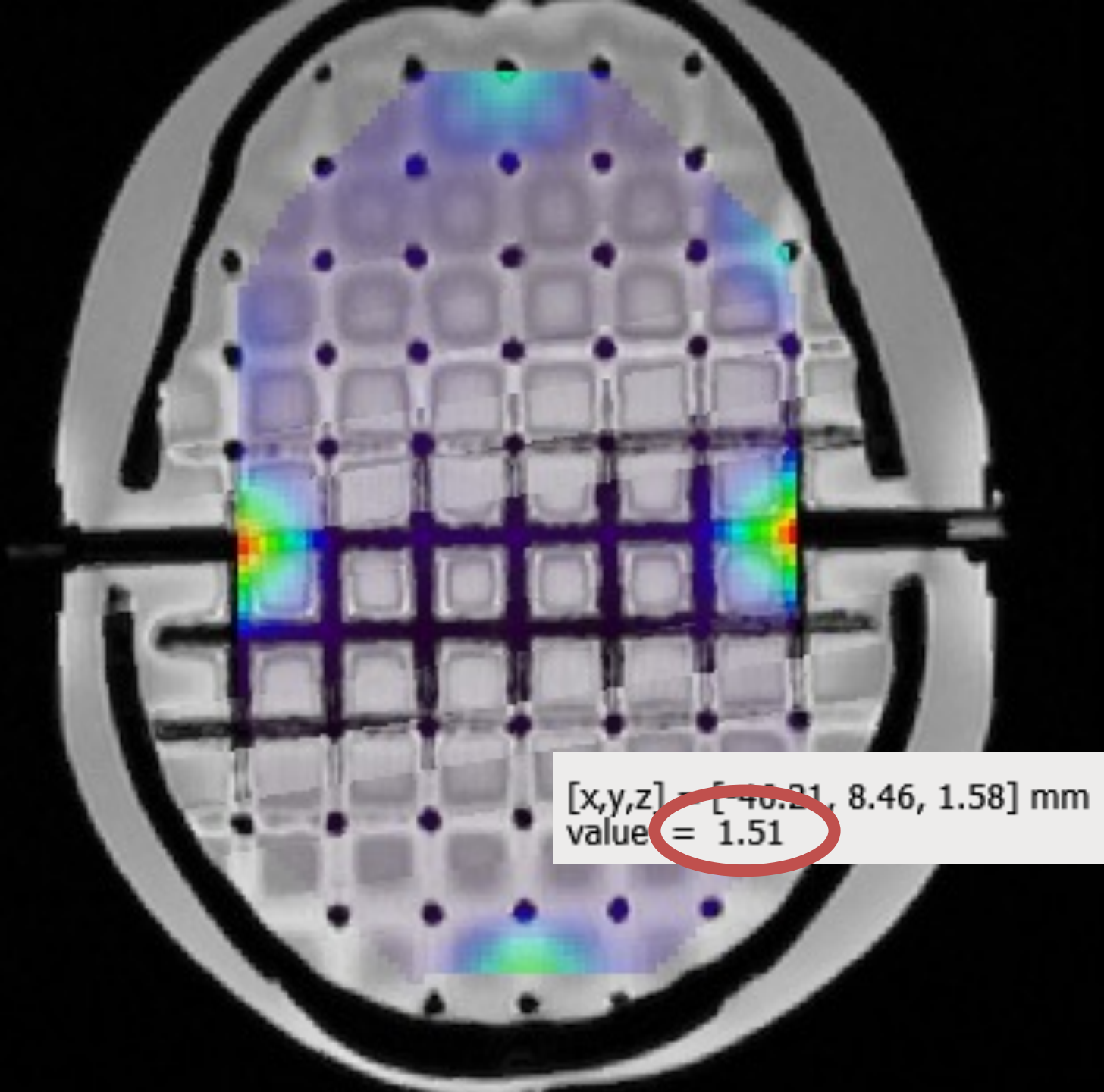
- Siemens Avanto 1.5T
- Fantom CIRS 603A
 - 335 bodů mřížky k hodnocení
 - Obsahuje „zvukovody“ – oblast, kde se distorze nejčastěji vyskytuje v klinické praxi
- Pořízení hlavních sekvencí používaných pro MR mozku a SRS (T1 a T2)
 - MPR - T1 s kontrastem
 - CISS - stimulovaná T2 (vysoké rozlišení)
 - TOF - kontrastní zobrazení cév (pohybu)
 - VIBE – T1 GRE sekvence
 - SPC – spin echo, T2



Distorze geometrie obrazu- výsledky

- Medián distorze obrazu nízký u všech sekvencí: 0.2- 0.4mm
- Maximální distorze: 1.5mm – 1.8mm v oblasti neurocrania
- Problematická oblast v okolí zvukovodu

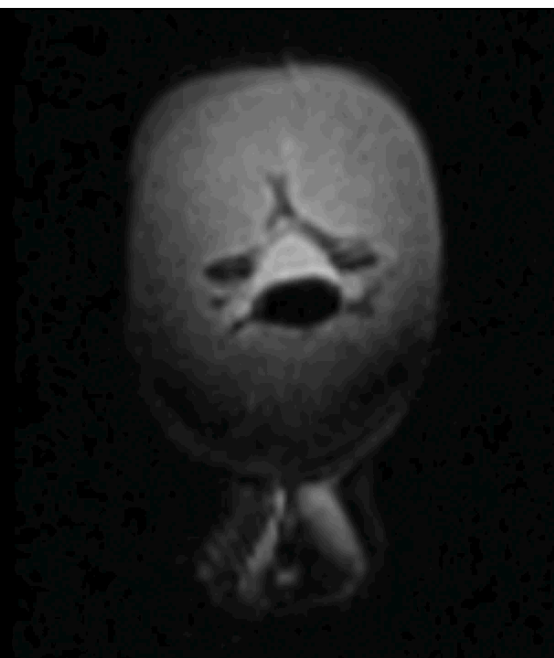




$[x,y,z] = [40.21, 8.46, 1.58]$ mm
value = 1.51

Závěr 1.5T

- Ověření vlivu distorze na přesnost SRS v oblasti hlavy
- Identifikace potencionálních rizik (chyba > 1mm)
 - Zvukovod
 - Velká vzdálenost od isocentra MR
 - „Ty snímky půjdou použít, ještě to tam vidím...“
- Zpřesnění centrace MR pro dané diagnózy



Nová problematika – 3T MRI

- $>T >$ distorze
- Bezpečnostní lemy pro SRS 1mm ($<1\text{mm}$)
- Obměna přístroje → nutnost využít 3T na přechodné období



Fakultní nemocnice Ostrava ✓

12 h · 🌐

⚠️ Z důvodu plánované přístrojové obměny je ode dneška do konce června 2023 ve FN Ostrava v provozu pouze **1** magnetická rezonance. Pacienty proto prosíme o trpělivost při objednávání. Děkujeme za pochopení 🙏.
[#fajnaufakultka](#)



Nová problematika – 3T MRI

Doporučené navigační MRI sekvence před CyberKnife			
Mozek			
meta	MPR tra		
meningeom	MPR tra	CISS tra (v případě vztahu k optické dráze)	
melanom oka	MPR tra	CISS tra	VIBE tra Centrace isocentra MR do očníce
neurinom akustiku	MPR tra	CISS tra	Centrace isocentra MR na pontocerebrální úhel
adenom hypofýzy	MPR tra	CISS tra	VIBE tra
AV malformace	MPR tra	CISS tra	TOF tra
kraniofaryngeom	MPR tra	CISS tra	
neuralgie trigeminu	MPR tra	CISS tra	
Páteř (v případě LS páteře zvážit premedikaci buscopanem)			
meta	MPR tra	SPC cor	STIR cor,sag,tra
meningeom	MPR tra	SPC cor	STIR cor,sag,tra
AV-malformace	CISS sag	VIBE tra	CEAg cor v případě možností také T2 tra+sag, STIR tra
gliom	MPR tra	SPC cor	STIR cor,sag,tra
ORL	MPR tra	VIBE sag	STIR cor,sag,tra
Páneř			
karcinom prostaty	med3D tra		
karcinom čípku děložního	med3D tra	T2 tra+sag	
Břicho (zadržení dechu ve výdechu)			
meta jater	VIBE	DWI	
hepatocelulární ca	VIBE	DWI	
ca pankreatu	VIBE	DWI	

Průběh práce

- Výběr nutných sekvencí
- Nastavení parametrů na MR pro navigace
 - Ověření distorze
 - Modifikace parametrů
 - » Ověření distorze

Table 1: Comparison of an isotropic T2 SPACE sequence parameters for diagnostic purposes and the adaptations made for radiation therapy purposes in our department

PURPOSE	Diagnostic radiography	Radiation therapy planning
SEQUENCE	T2 SPACE	T2 SPACE
MATRIX SIZE	Isotropic 0.5 x 0.5 x 0.5mm	Isotropic 0.8 x 0.8 x 0.8mm
FOV READ (mm)	160	240
TR (ms)	1400	1400
TE (ms)	155	150
FLIP ANGLE (degrees)	120	130
BASE RESOLUTION	320	320
DISTORTION CORRECTION	None	3D
READOUT BANDWIDTH (Hz)	289	601
FAT/WATER SHIFT (px/440Hz)	1.4	0.7
ACQUISITION TIME	4:44	4:02

Table 2: Distortion measures of alternating phase direction and resulting B0 inhomogeneity and

– Předpoklad- Axiální sekvence budou nejlepší

- Nutná kooperace s radiodiagnostickým odd.!!!
 - Diagnostika vs navigace
 - Kreativita vs realita
 - Nečekané rozdíly/komplikace oproti předchozím měření na 1,5 T (vyhodnocení a hotovo)

T1 MPR tra a také T1 Vibe byly
pořízeny stejné sekvence 19/2
i 27/2.

Obě zmíněné vyšly lépe 19/2

Ke kvalitě, 27.2. byla zapnuta
korekce tekoucí krve

Vidím krční páteř
uprostřed hlavy

Promítání řezů na začátek je otázka
úpravy nastavení, to umíme zlepšit,

Isovoxel 1mm bude
lepší než 0,9.

Perfektní za 1mm,
to je pro mne lépe
nachystat

Lazení

- Nutné samostudium k sjednocení jazyka 😊

Všechny série
DWI jsou
nečitelné

Zkusili jsme tam i DWI formou **resolve**

No to je právě ten problém, ty DWI v
dutině břišní jsou na 3T v epi technice
problém.

Potřebujeme mít
zapnutou korekci
distorze

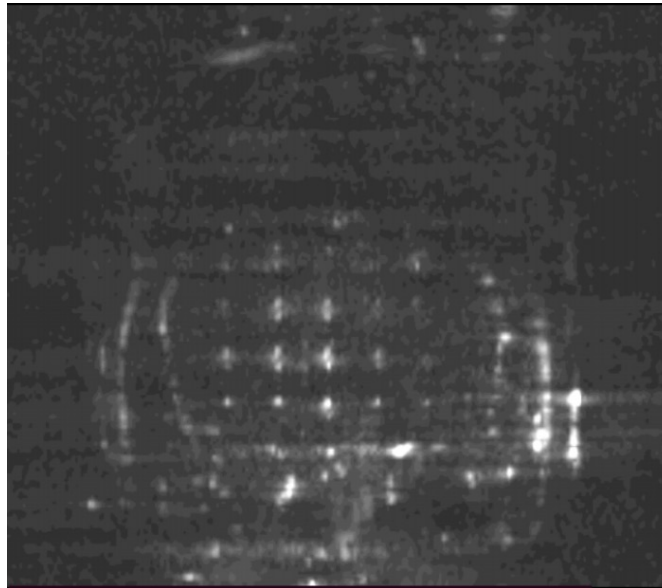
Běžně nepoužíváme, protože je to
smoothing, který může defigurovat
obraz.

Být isocentrem blízko
vyšetřované oblasti je
zásadní

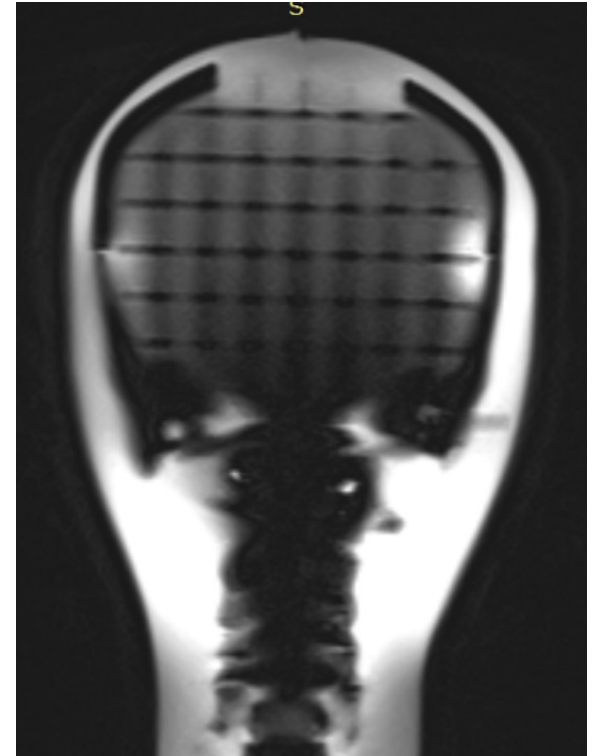
Ale jen centrace
přímo na cívce...už
se automaticky
vztahovalo
dle shimboxu

Lazení

CT s viditelnou mřížkou

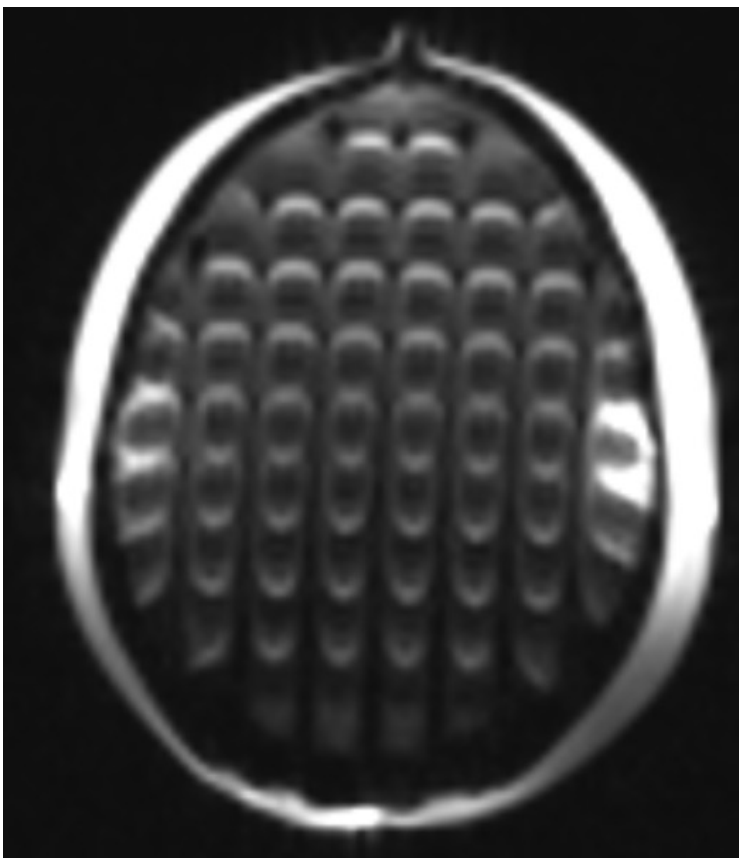


MR – neúspěšné nastavení

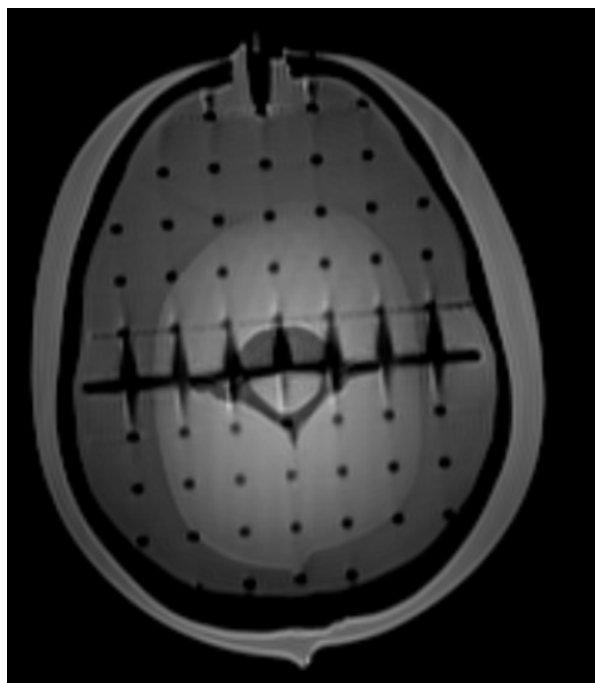


Series Number	Series Description	Modality	Series Date and Time
2	t2_tse_sag_p2_352_blade	MR	06.03.2023 6:55:25
4	ep2d_diff_zoomit_b50_800_tra_ADC	MR	06.03.2023 6:58:23
5	ep2d_diff_zoomit_b50_800_tra_CALC...	MR	06.03.2023 6:58:23
6	t2_me2d_tra	MR	06.03.2023 7:02:23
7	t2_me3d_we_ax_1.5mm	MR	06.03.2023 7:09:28

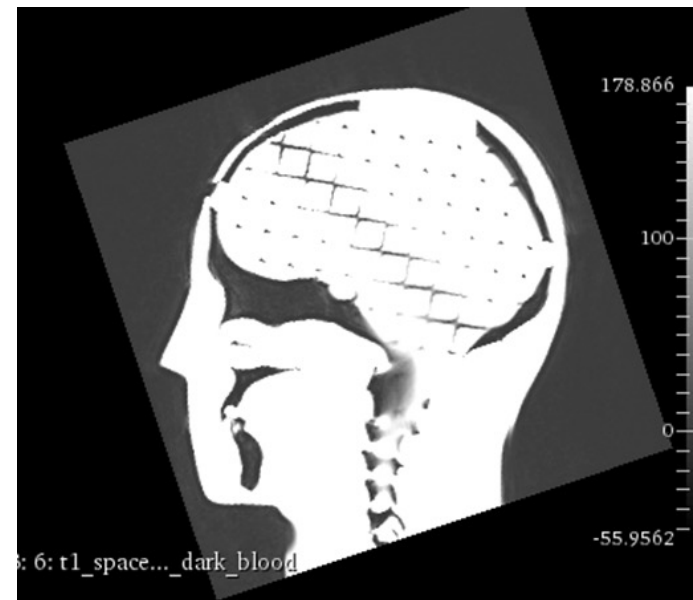
1,5Gb vs 50-100Mb



Distorze viditelná -extrém



Nečekané artefakty



Rotace „pozadí“ (souřadnic)

Nastavení Intrakraniální

- **T1 MPR**
- Nejhorší výsledek má T1 mpr rekonstruovaná do sag řezů.
- Výsledky jinak srovnatelné s 1,5T kromě lokálních maxim.
- **NonDistortion (ND) rekostrukce žádoucí**
- **T1 VIBE**
- **NonDistortion (ND) přináší horší výsledky s rostoucí vzdáleností.**
- **T2 SPACE**
- Jediná akceptovatelná t2_space_sag_p3_iso_MPR_cor

Nastavení Extrakraniální – modifikace parametrů a fantomu

- Nejméně 1 ověřená sekvence pro každou lokalitu (dg)

Páteř

- T1 MPR- **nejlepší výsledek ze všech T1 MPR, dokonce lepší než 1,5T !**
 - Nebylo to zadarmo 😊
- T2_space_cor_iso_mpr a další T2 **kromě SAG**- velká distorze, obraz "rozmazán" signifikantně ve směru LR.

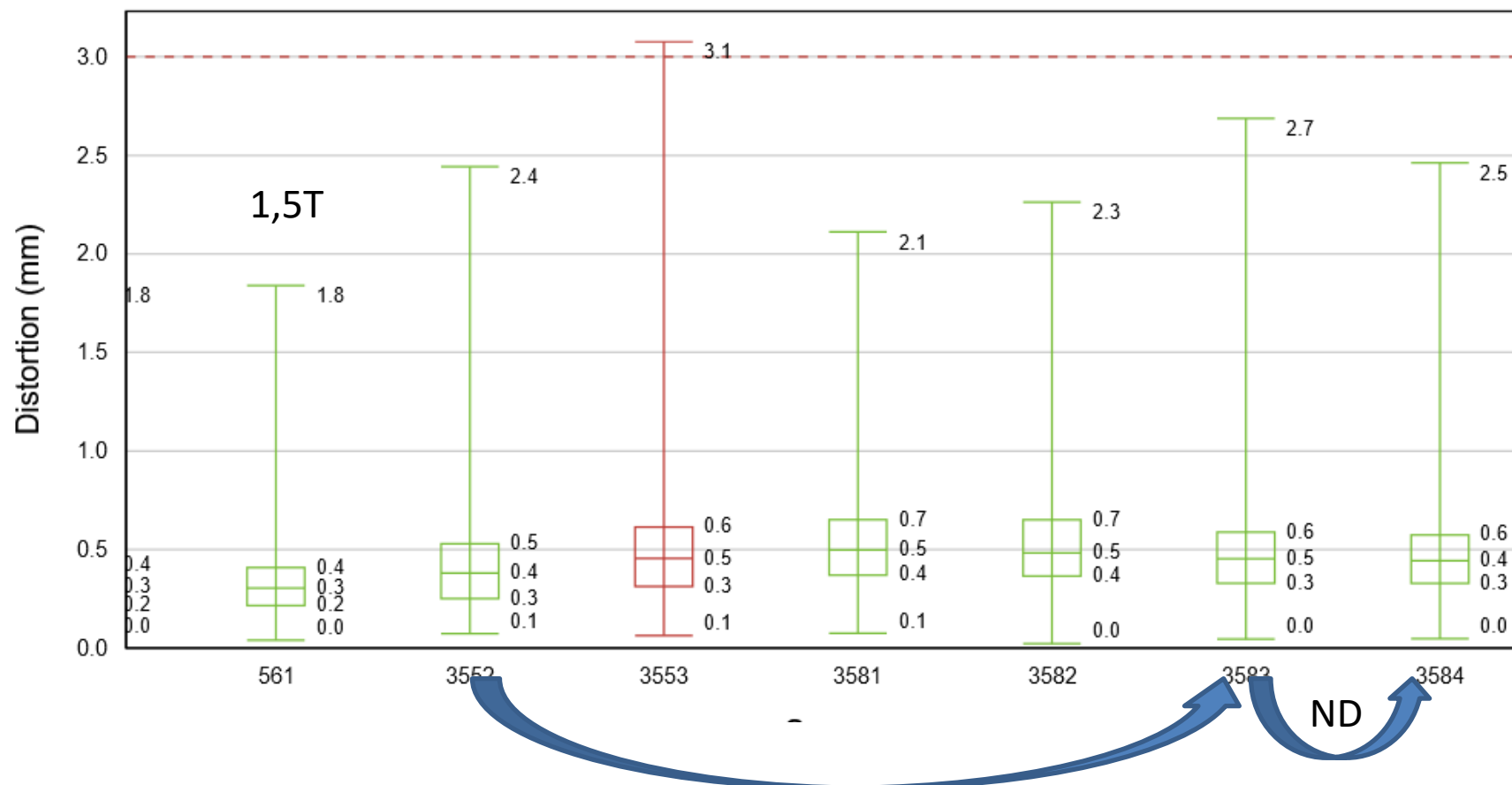
Břicho

- T1vibe (t1_vibe_fs_cor_p4_bh_320)
- Nebudou na 3T dostupné sekvence DWI

Prostata

- t2_me3d – distorze do 1mm

Výsledky- T1 MPR



561 T1 mpr na 1,5Tesla

3552 t1_mprage_tra_p2_iso

3553 t1_mprage_sag_p2

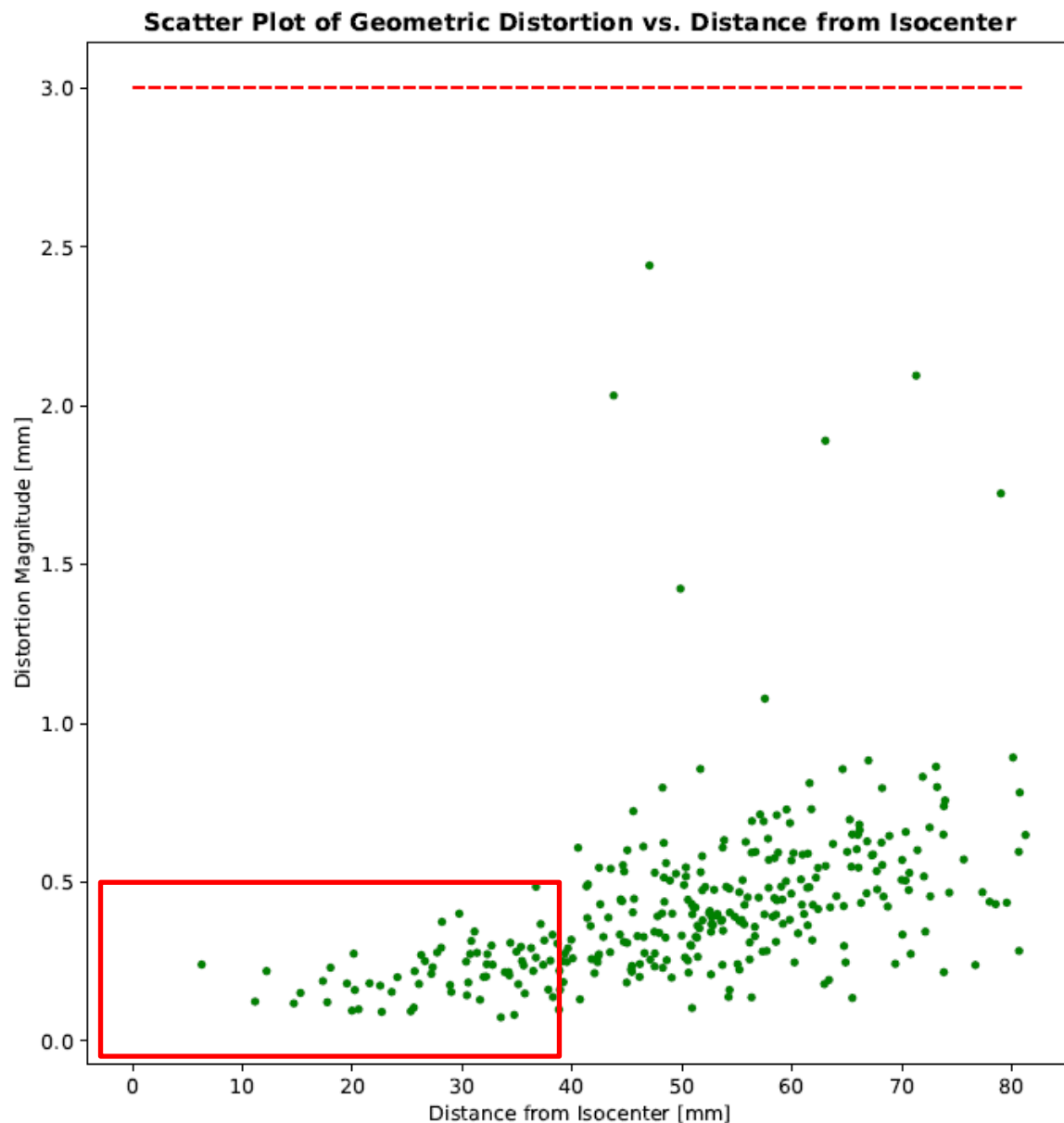
3581 T1 mprage sag p2 dark blood

3582 3581 T1 mprage sag p2 dark blood

3583 t1_mprage_tra_p2_iso (druhé nastavení)

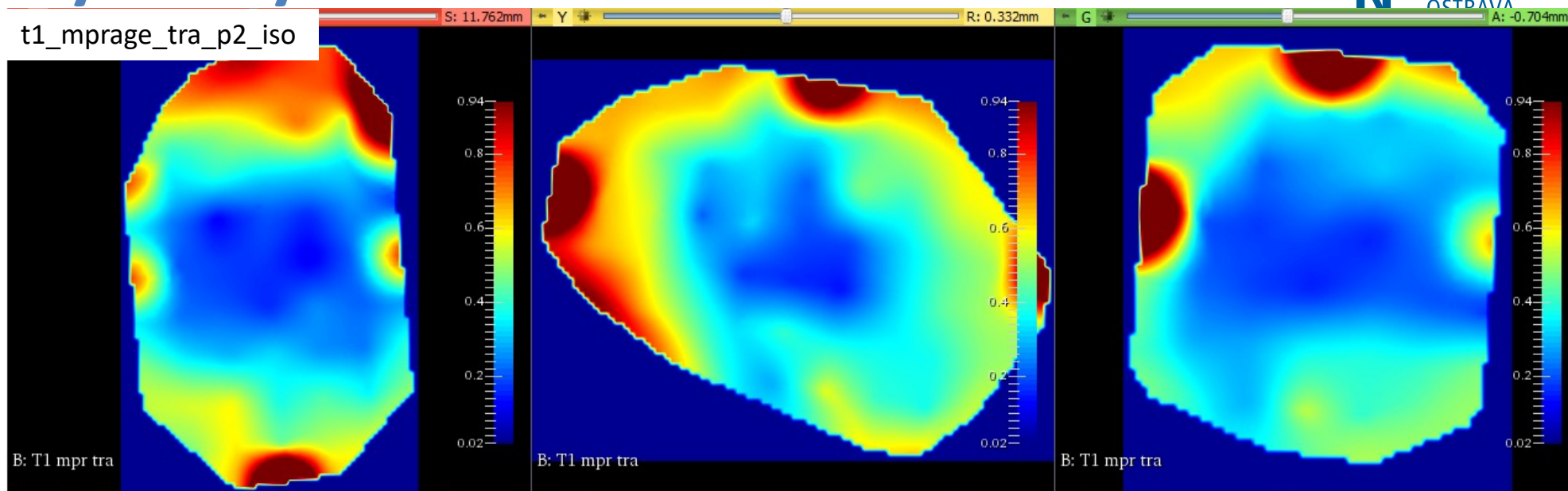
3584 t1_mprage_tra_p2_iso **ND**

Výsledky- T1 MPR

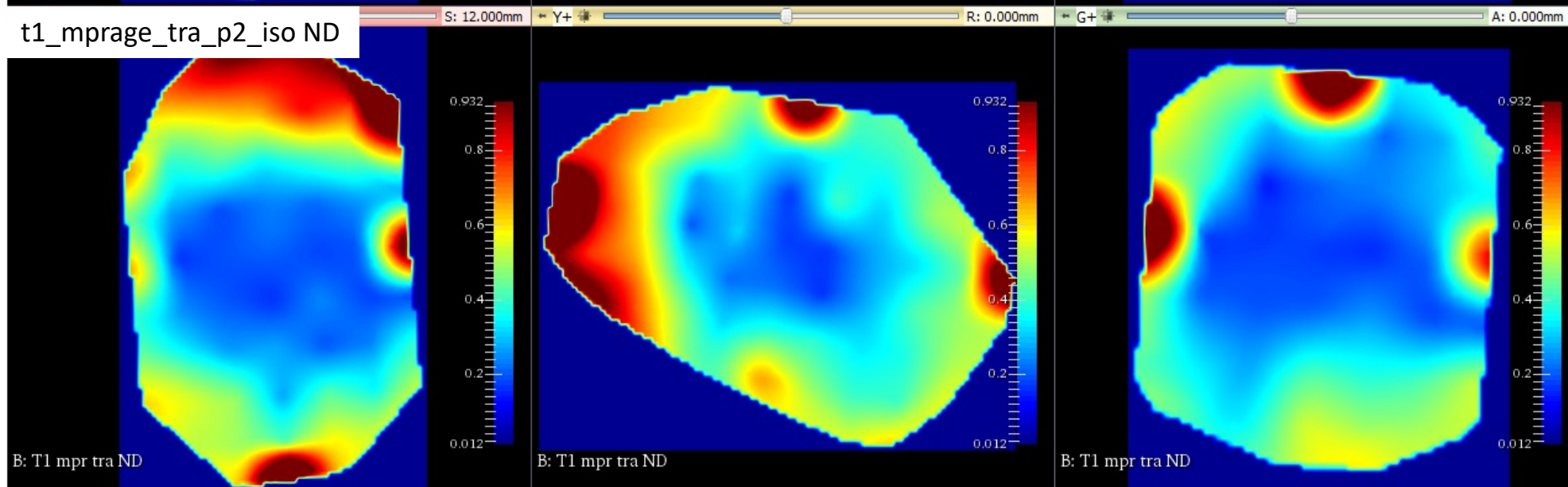


Výsledky- T1 MPR

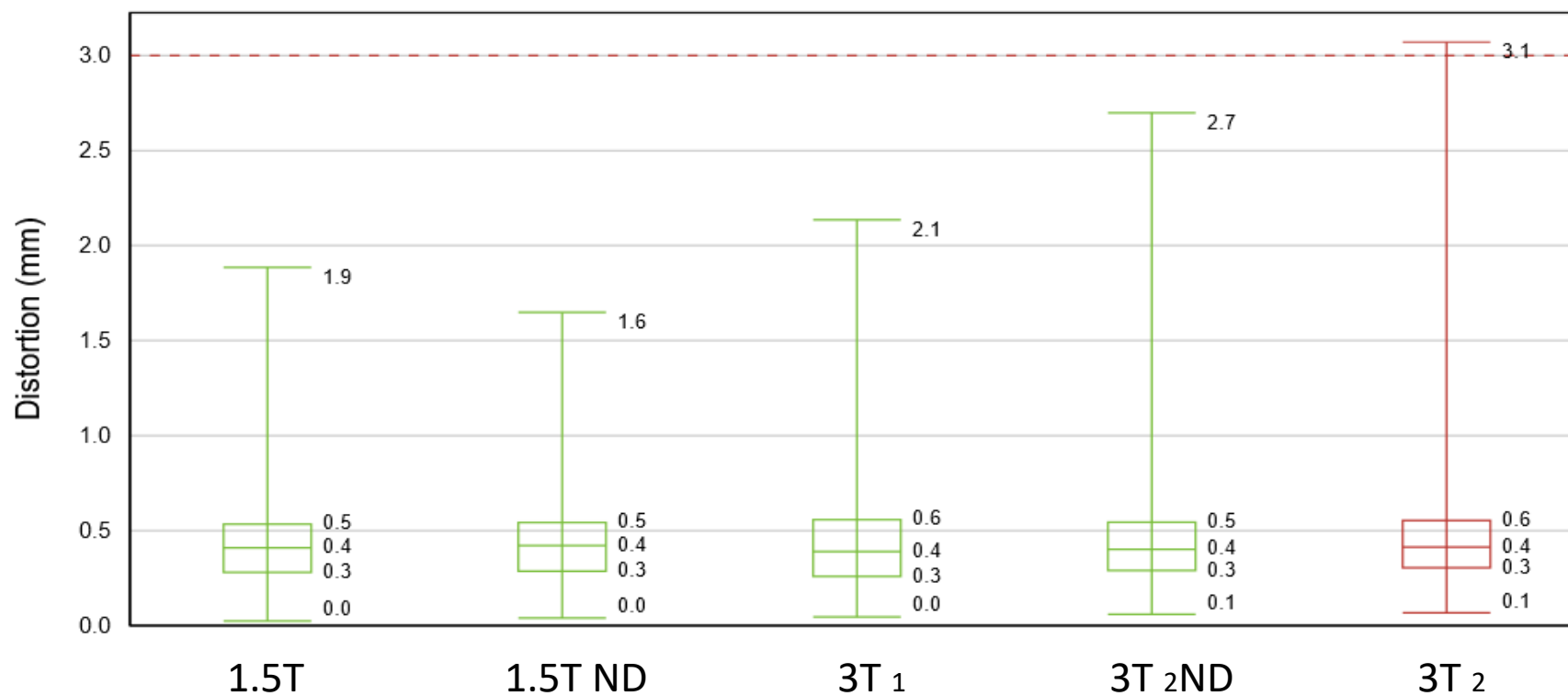
t1_mprage_tra_p2_iso



t1_mprage_tra_p2_iso ND



Výsledky- T1 vibe



257 – výsledek z 1,5T

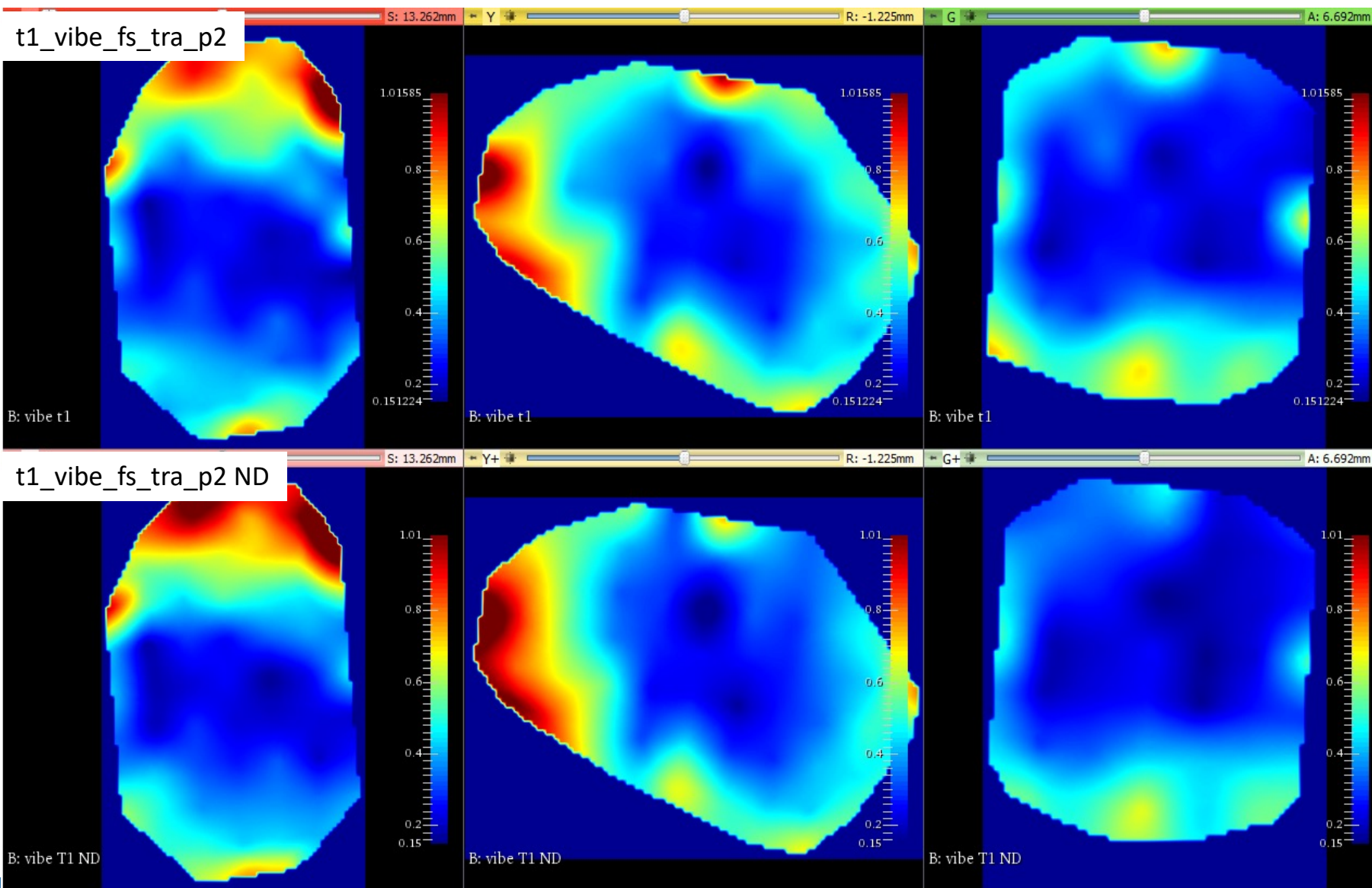
258 - výsledek z 1,5T s ND

3555 t1_vibe_fs_tra_p2 první měření

3588 t1_vibe_fs_tra_p2 ND (druhé měření)

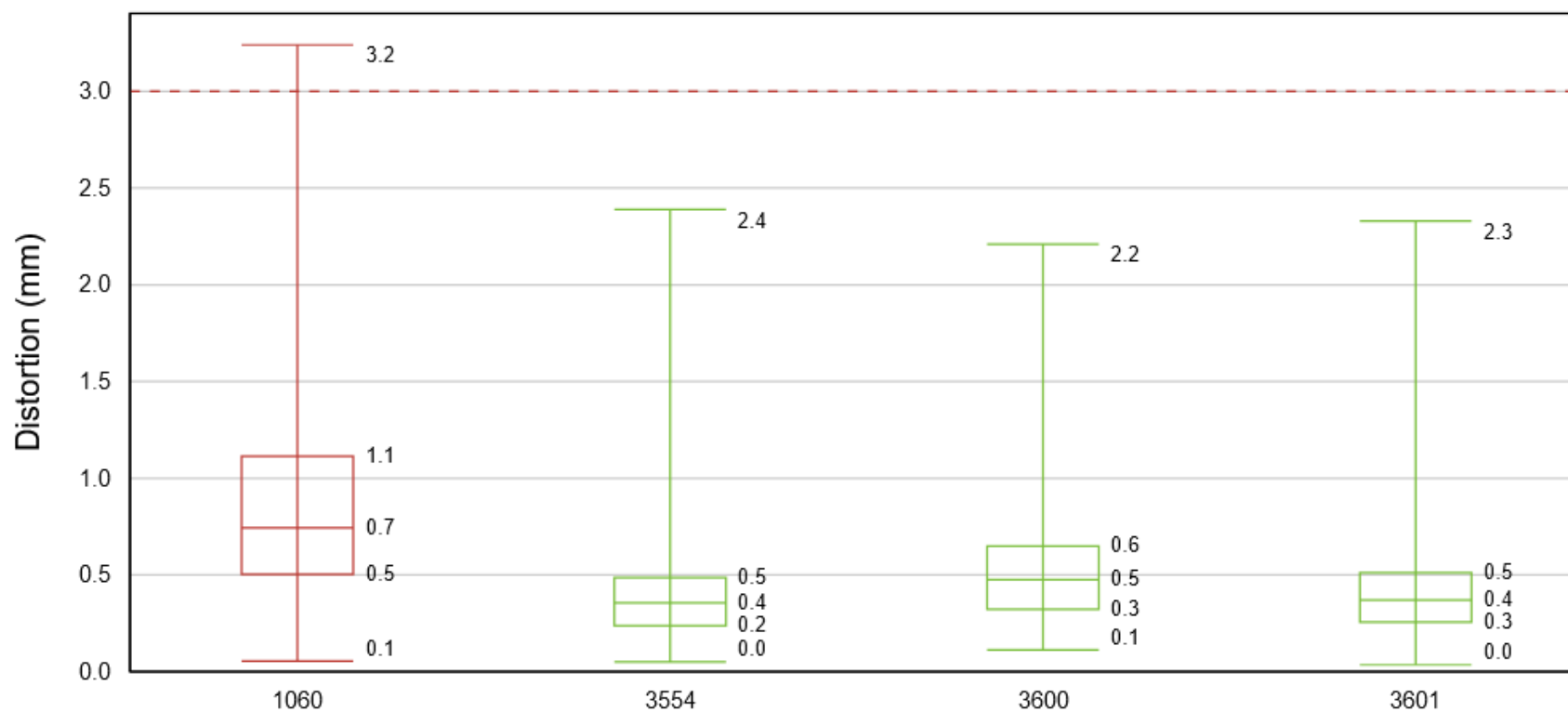
3589 t1_vibe_fs_tra_p2 druhé měření

Výsledky- T1 vibe



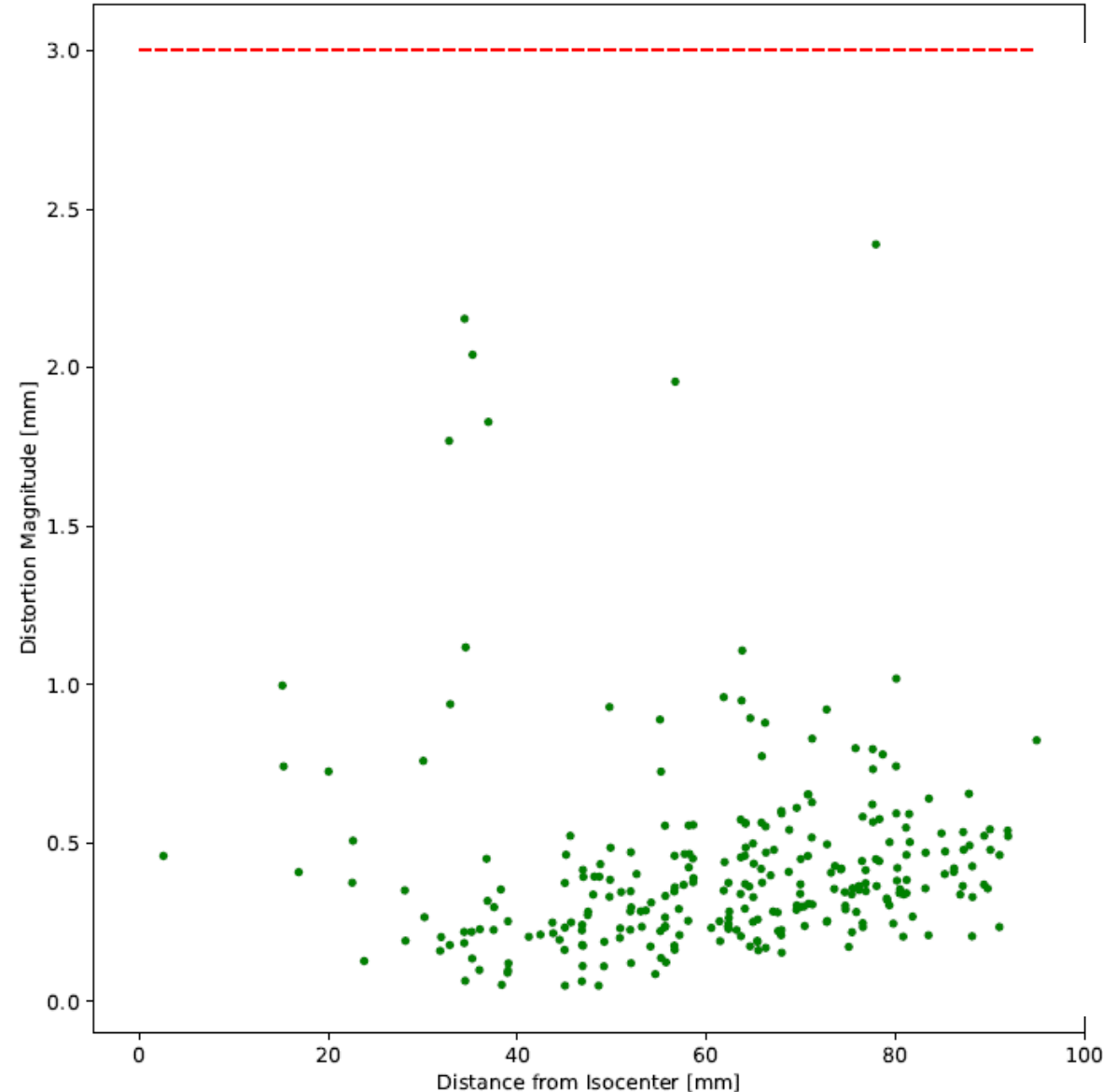
Výsledky- T2 space

Performance over Time



Výsledky- T2 space

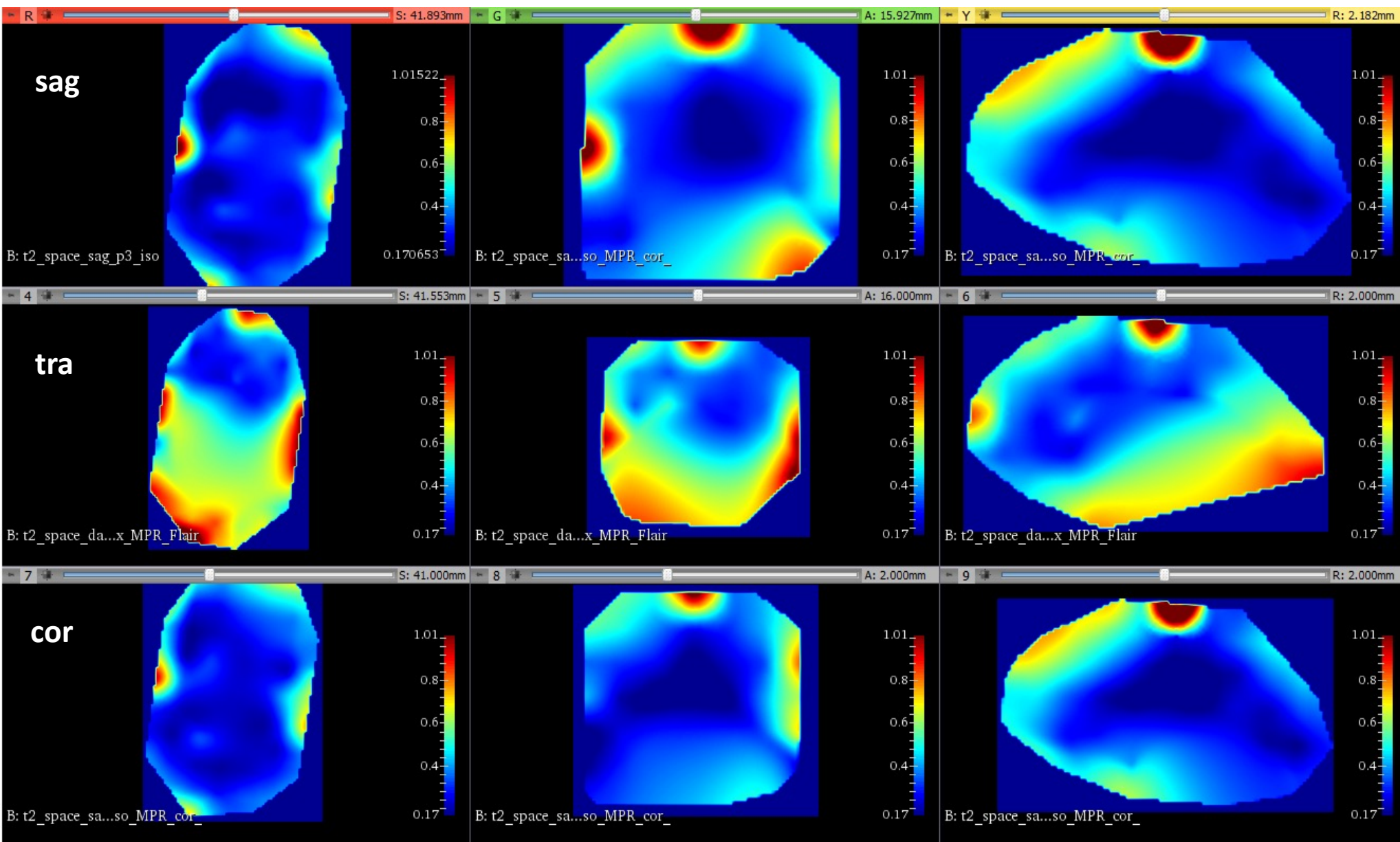
Scatter Plot of Geometric Distortion vs. Distance from Isocenter



Error Table

Outer Radius of Spherical Band [mm]	Maximum Error [mm]	Average Error [mm]	Num Points
5	0.459	0.459	
10	-	-	
15	-	-	
20	0.997	0.716	
25	0.726	0.434	
30	0.351	0.271	
35	2.154	0.668	
40	2.041	0.426	
45	0.249	0.206	
50	0.929	0.307	
55	0.471	0.269	
60	1.956	0.428	
65	1.107	0.425	
70	0.879	0.389	
75	0.921	0.445	
80	2.389	0.498	

Výsledky- T2 space



3T MRI lze využít k navigaci SRS s omezeními

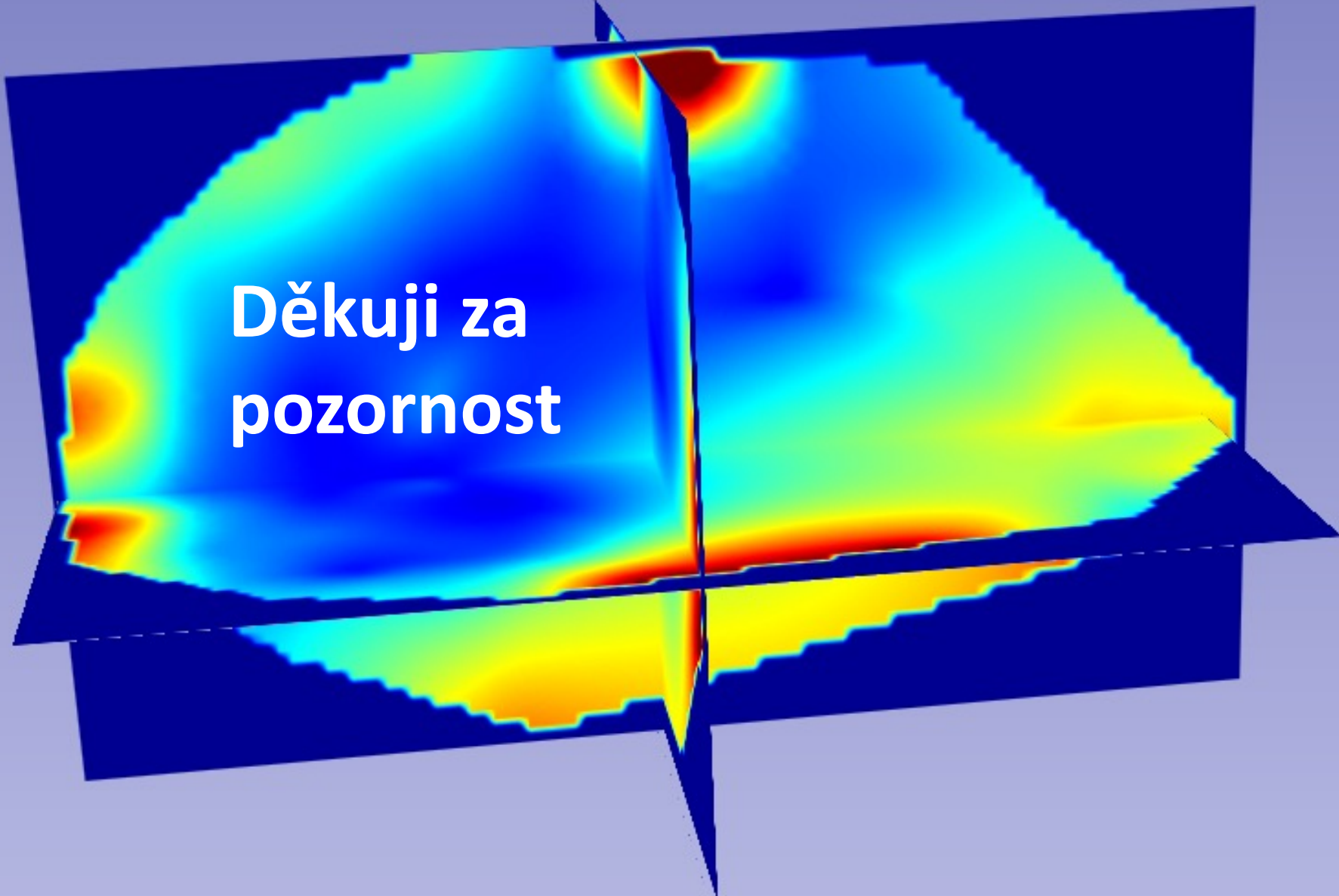
Nelze využít všechny sekvence

Komerční SW selhává pokud je FOV malé (nutné vlastní řešení)

Nezbytné - ověření distorze

- dobrá spolupráce s diagnostickým oddělením
- centrace vyšetření dle místa výkonu

Vícečetné ložiska mozku – nutné individuální posouzení dle umístění ložisek



**Děkuji za
pozornost**