



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC

Vyhodnocení konformity plánu pomocí skriptovacích technik

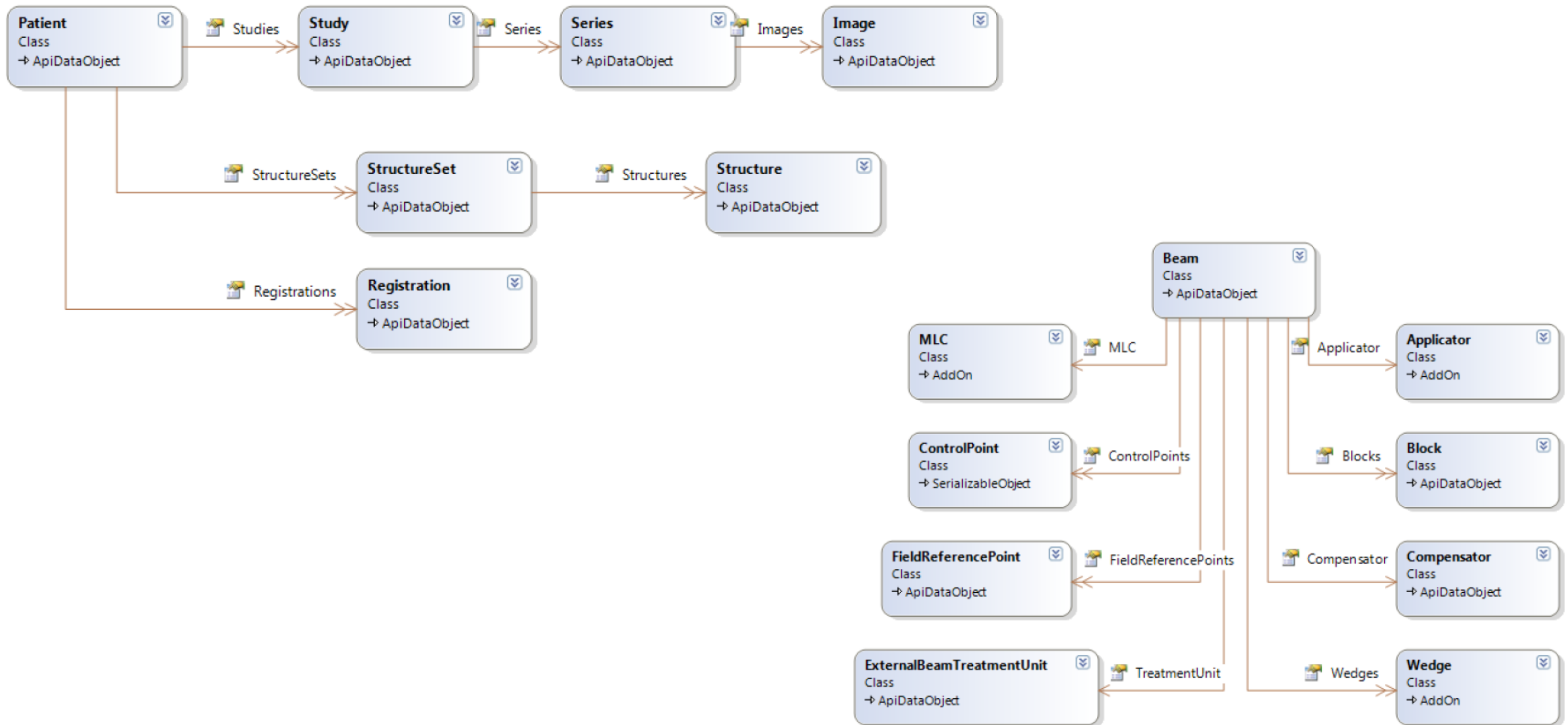
Alexi Voutilainen

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

Co znamená skriptování?

- Skript = program v plánovacím systému Eclipse
- Programovací jazyk C# (možné použít i Python)
- Pomocí Eclipse Scripting API (ESAPI) mají skripty přístup k datům pacienta: například snímky, struktury, plány a jejich součásti

Co znamená skriptování?



Co znamená skriptování?

- Skript = program v plánovacím systému Eclipse
- Programovací jazyk C# (možné použít i Python)
- Pomocí Eclipse Scripting API (ESAPI) mají skripty přístup k datům pacienta: například snímky, struktury, plány a jejich součásti
- Skript může nejen číst a analyzovat existující data, ale také modifikovat a vytvořit položky – nové plány a optimalizace plánů, nové struktury

Příklady skriptů

HelpStructures

Structures to be created SIB

Structure ID	Operation
CTV_70-GTV	CTV_70 - GTV
CTV_54eval	CTV_54 - (PTV_70 + 0.2 cm)
PTV_70-CTV_70	PTV_70 - CTV_70
PTV_54-CTV_54	PTV_54 - CTV_54
PTVall POM	
ShellVelky	
Shell	

Existing structures

Structure ID
BODY
SpinalCanal_PRV
SpinalCanal
NS_Artifact
GlnD_Thyroid
Brainstem_PRV
PTV_70
PTV_54
GTV
CTV_70
CTV_54
CouchInterior

Create structures

PlanCheck v1.5.0.2

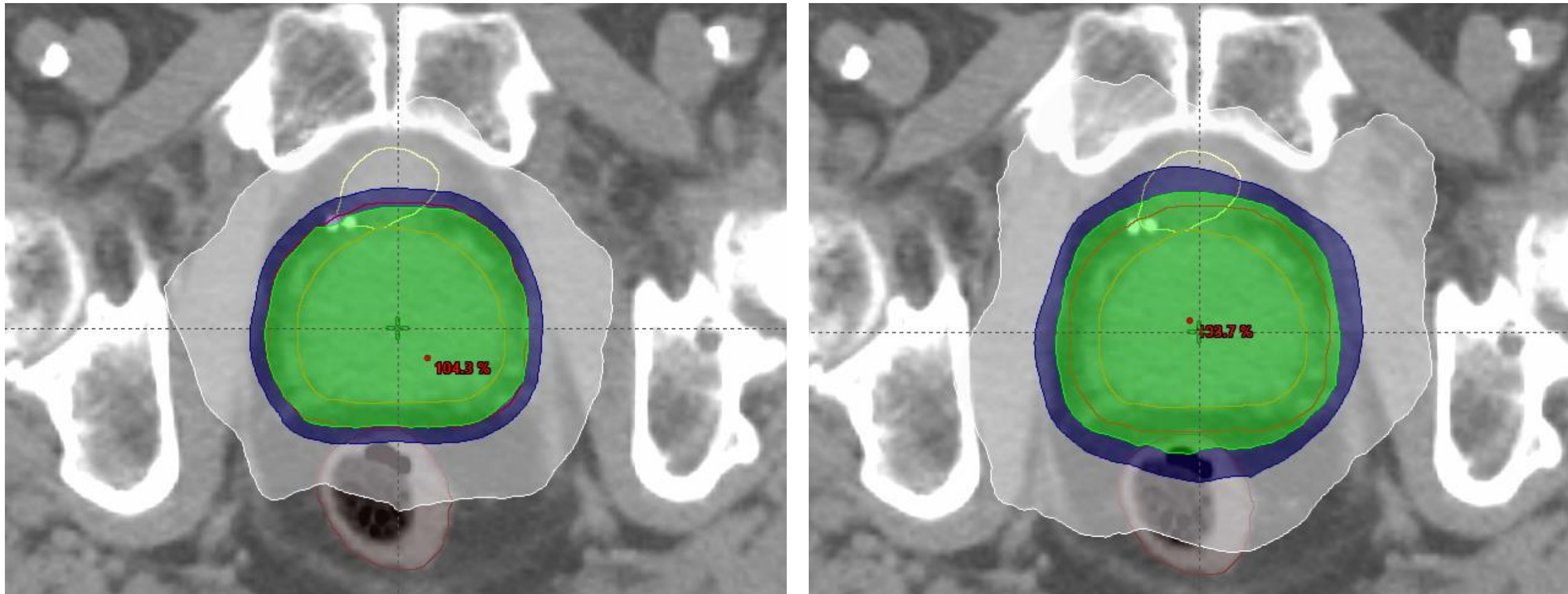
Plan ID	Course ID	# fr.	Dose/fr.	RT Prescription	Plan Sum	QA
ARC HaN SIB	I. ARC HaN SIB	33	2.120 Gy	Hlava+krk SIB 69,96 / 54,12 Gy		

Selected plan is recognized as VMAT

Description	Status	Details
PTV_54 contains 2 separate parts	FAILED	
Structures with assigned HU values	WARNING	NS_Artifact (7992 HU)
Couch structures with correct properties found (Exact IGRT Couch, thin)	OK	
No couch rotations	OK	
Counts of coplanar CCW and CW arcs are equal	OK	
Plan, Course and RT Prescription have the same intent (radical/curative)	OK	
Plan and RT Prescription doses are equal (33 x 2.120 Gy)	OK	
All fields have the same treatment machine (TB1)	OK	
One isocenter and coordinates are properly rounded	OK	
Setup fields: DX or a centrally located target	OK	
Fields have less than 2000 MU	OK	
Collimator is rotated by at least 5 °	OK	
Field IDs are in correct format	OK	
Primary reference point PTV_70 is virtual	OK	
Plan is normalized to Target Mean	OK	
Reference point Total Dose and plan Total Dose are equal (69.96 Gy)	OK	
Reference point Session Dose and plan Dose Per Fraction are equal (2.12 Gy)	OK	
Treatment percentage is 100 %	OK	
Dose maximum is 105.46 % (at most 110 %)	OK	
Dose maximum is located inside the target volume PTV_70	OK	
95 % dose (66.462 Gy) covers entire CTV_70	OK	
95 % dose (51.414 Gy) covers entire CTV_54	OK	
QA plan not found in list of plans (in script)	FAILED	

Konformita

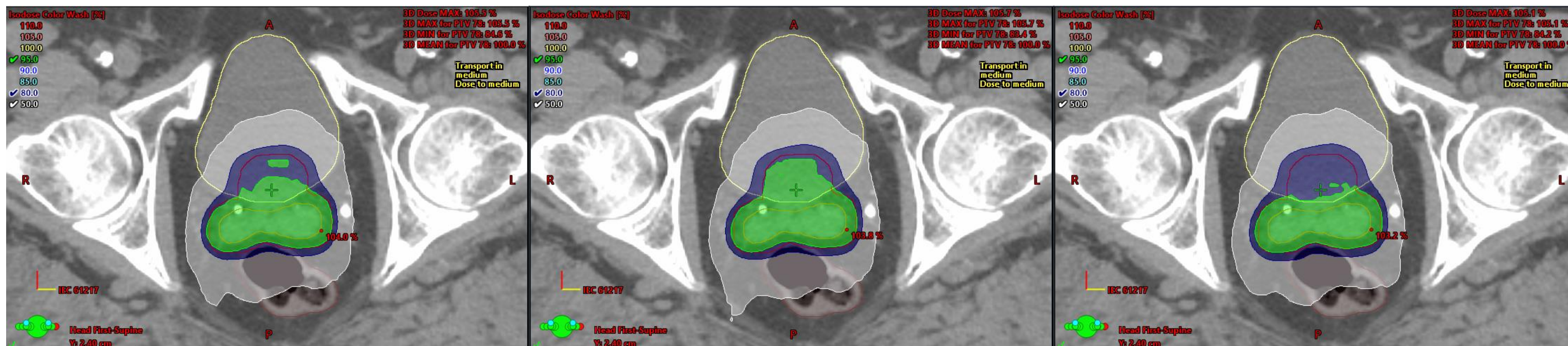
- Jak těsně dávky „obepínají“ cílový objem



- Ve FNOL jsou nejvýznamnější isodózy 80 % a 50 %

Jak vyhodnotit konformitu

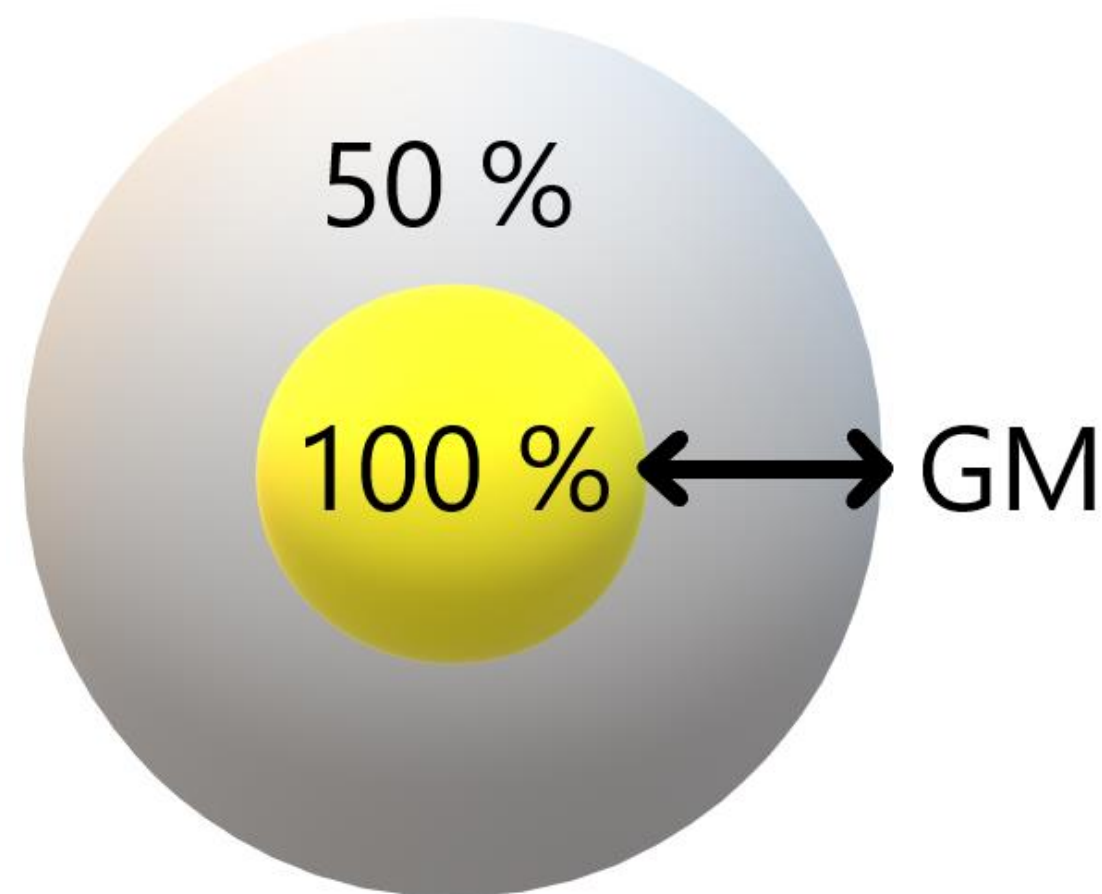
- Vizuální hodnocení: záleží na hodnotiteli



Jak vyhodnotit konformitu

- Gradient Measure (GM) v Eclipsu: rozdíl ekvivalentních poloměrů koule mezi 100%-ní a 50%-ní isodózou:

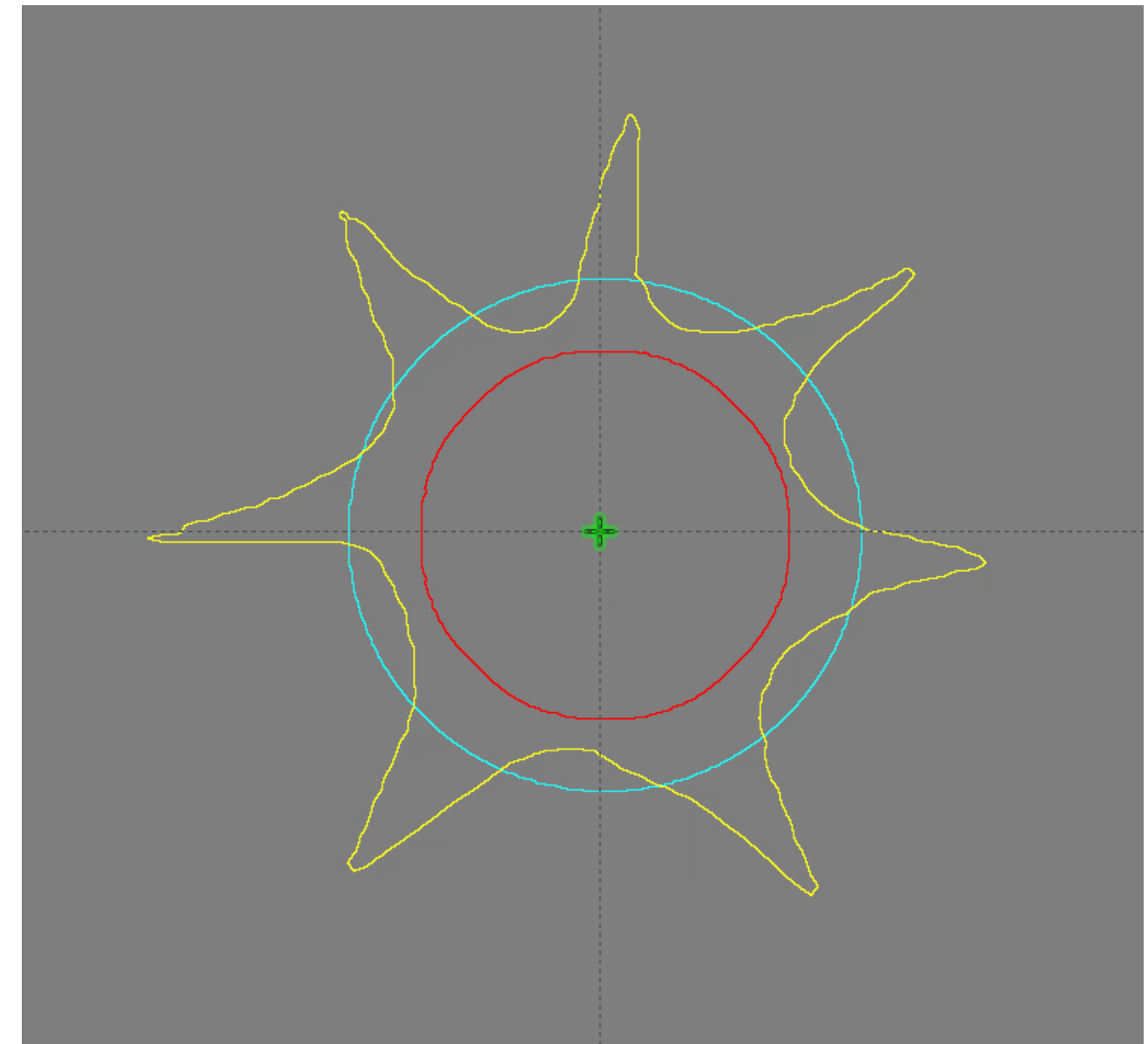
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Leftrightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} \rightarrow GM = r_{50\%} - r_{100\%}$$



Jak vyhodnotit konformitu

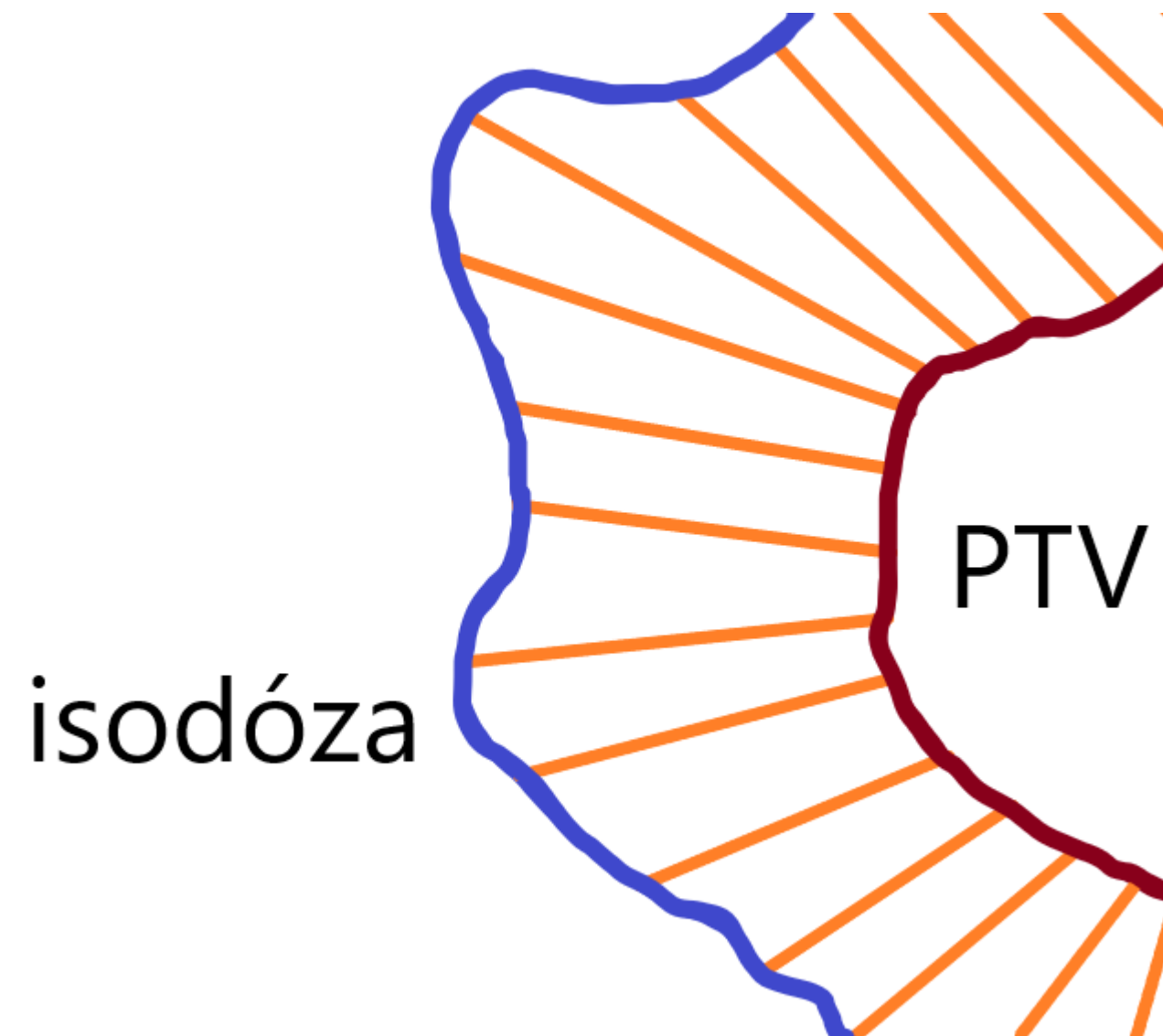
Nevýhody GM:

- Nelze libovolně vybrat isodózy
- Vzdálenost není od PTV
- Hodnota záleží jenom na velikosti objemu



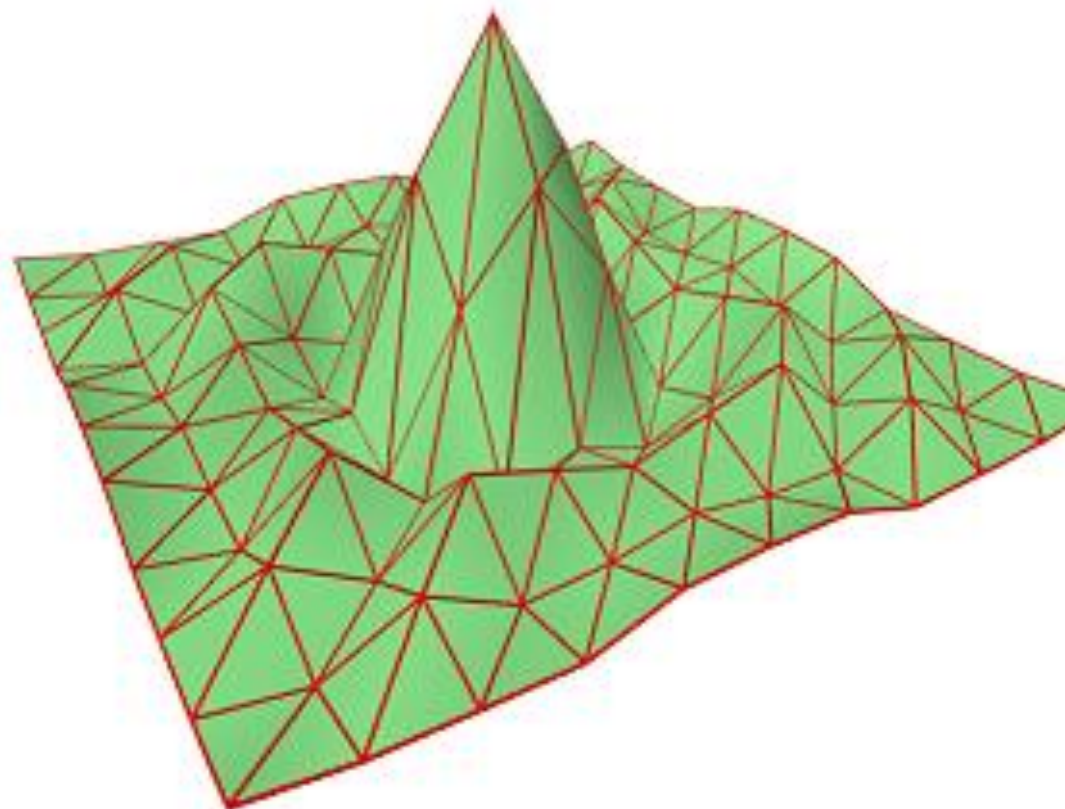
Jak vyhodnotit konformitu

- Skriptem? Přímou odhadnout vzdálenosti mezi PTV a isodózou (numerické informace)



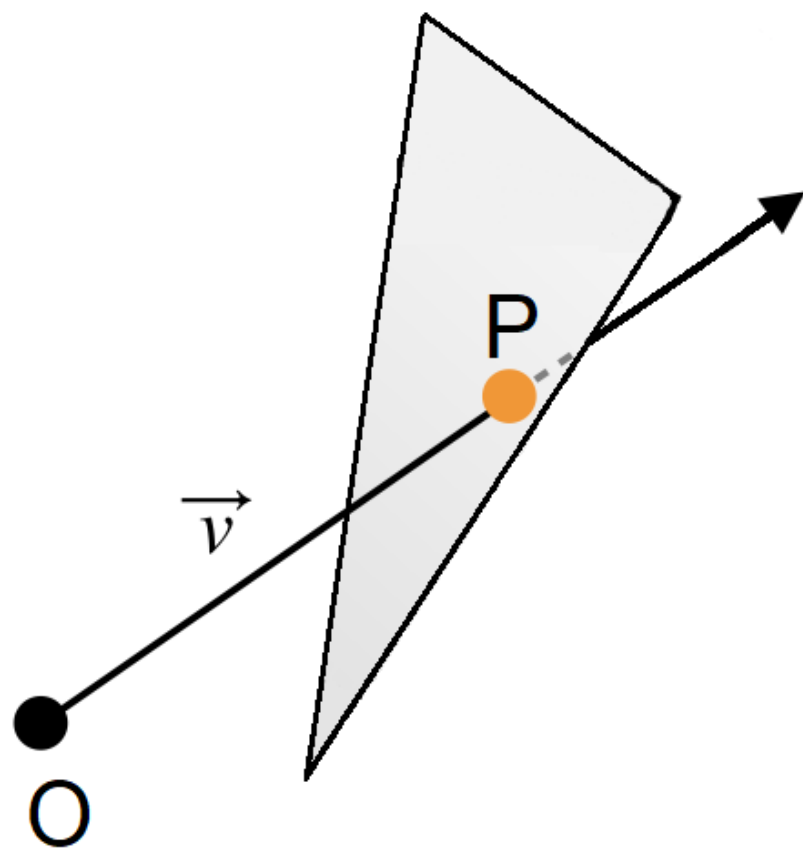
Jak skript funguje

- Pro každý řez, který obsahuje PTV, se vektor otočí kolem výchozího bodu se zvoleným úhlovým rozlišením
- Struktury jsou tvořeny z trojúhelníků



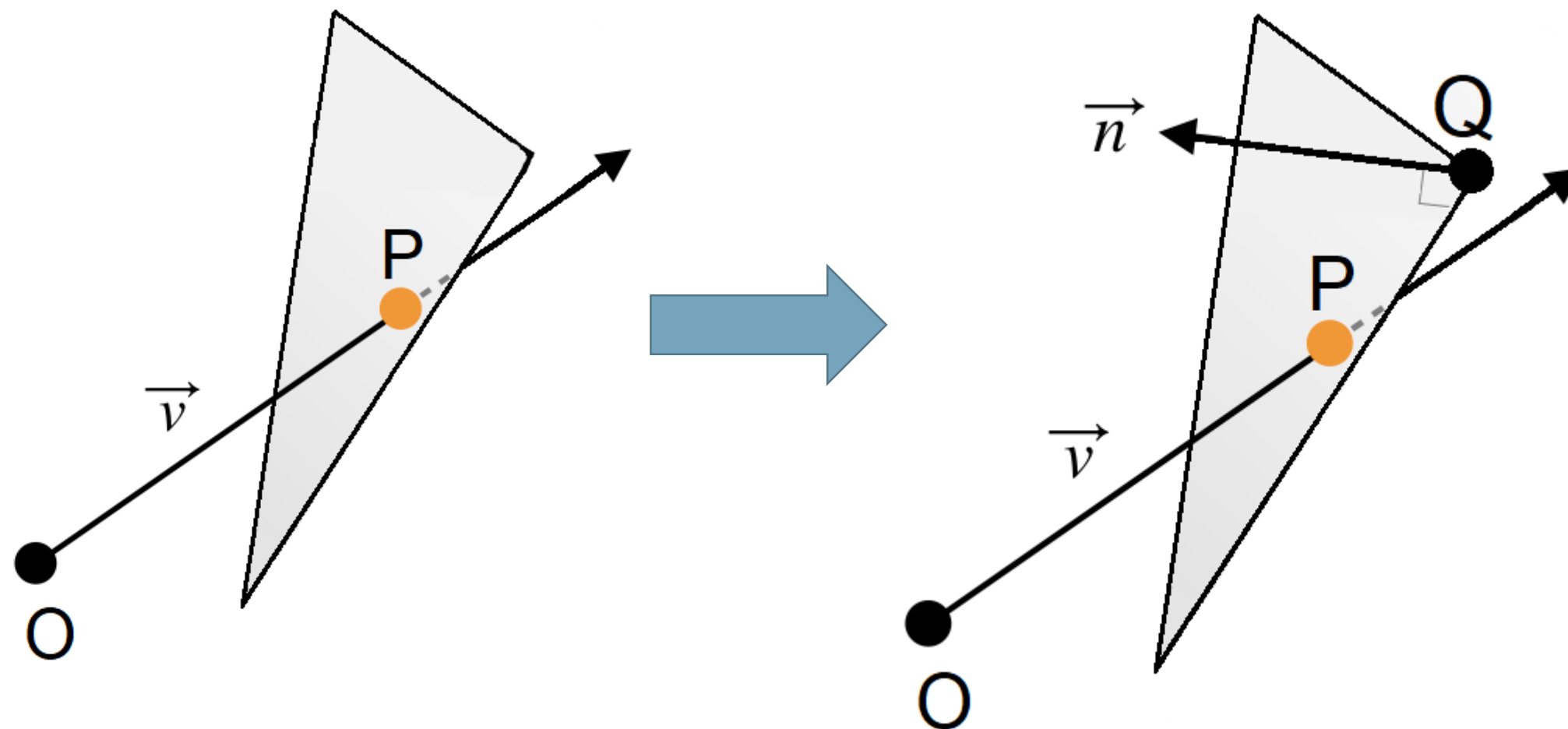
Jak skript funguje

- Potřeba matematicky vypočítat vzdálenosti od bodu ke struktuře (k průsečíku)



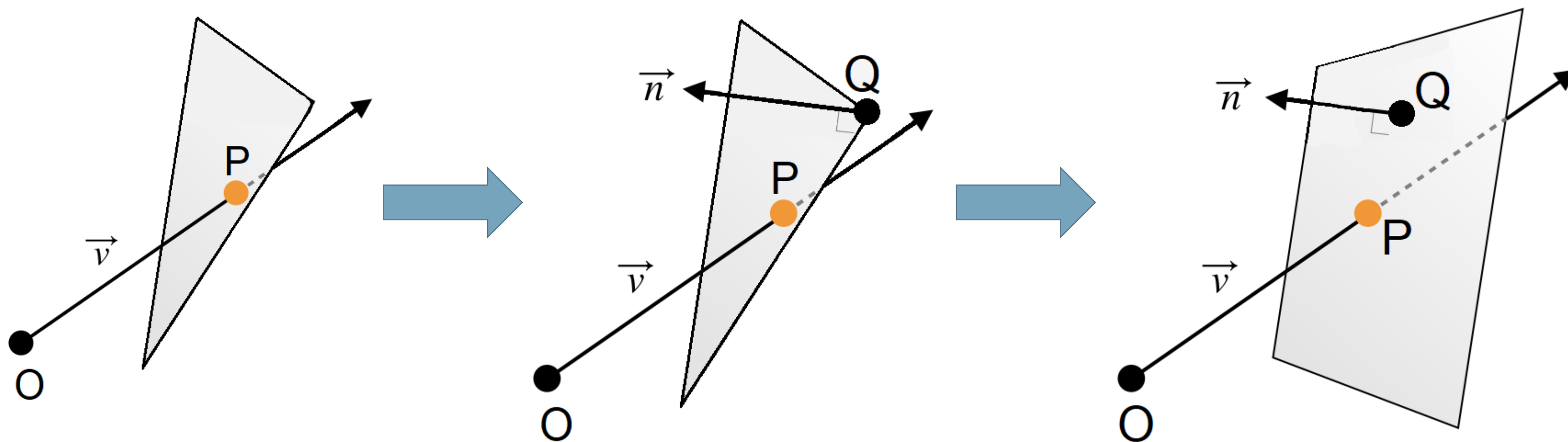
Jak skript funguje

- Potřeba matematicky vypočítat vzdálenosti od bodu ke struktuře (k průsečíku)



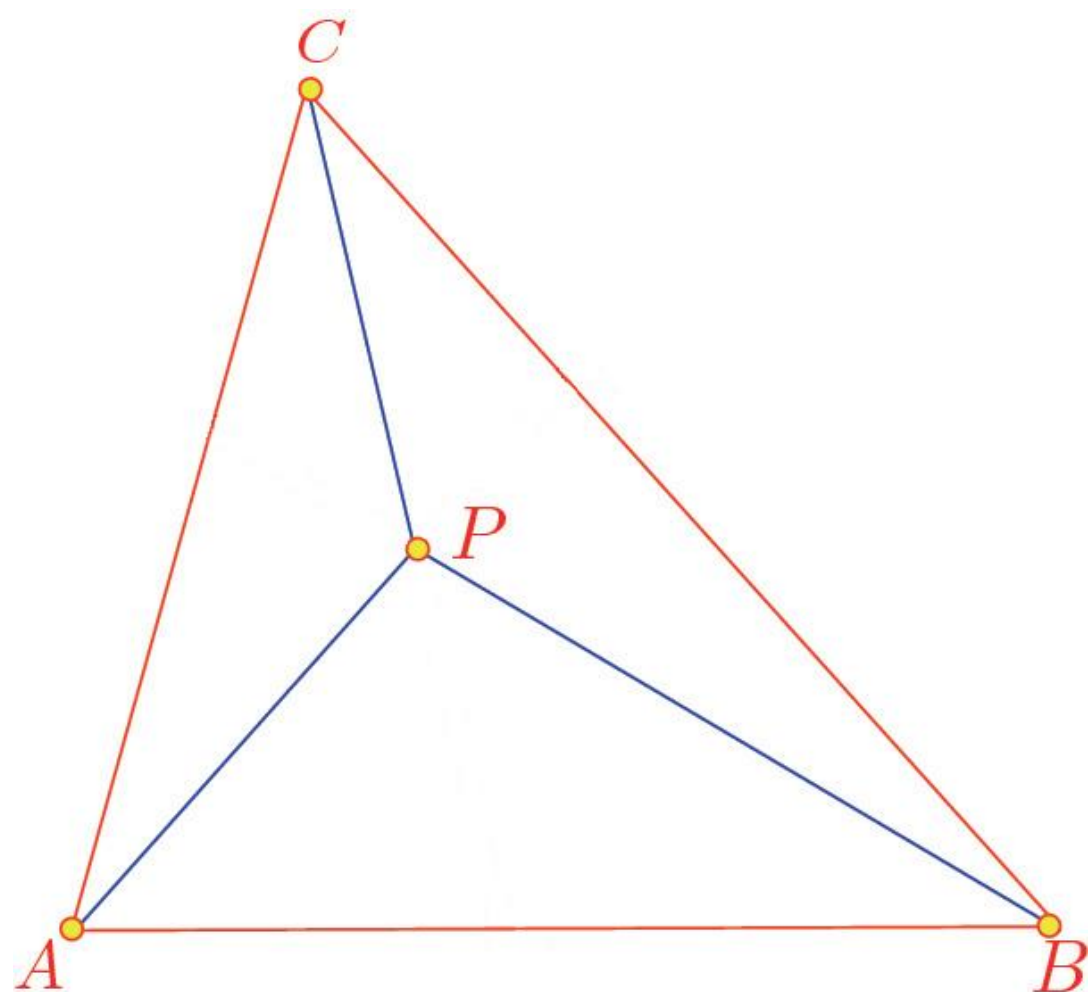
Jak skript funguje

- Potřeba matematicky vypočítat vzdálenosti od bodu ke struktuře (k průsečíku)



Jak skript funguje

- Bod P v ploše je v trojúhelníku? Použití barycentrických souřadnic:



// Vektory

$$v0 = C - A$$

$$v1 = B - A$$

$$v2 = P - A$$

// Skalární součiny

$$dot00 = dot(v0, v0)$$

$$dot01 = dot(v0, v1)$$

$$dot02 = dot(v0, v2)$$

$$dot11 = dot(v1, v1)$$

$$dot12 = dot(v1, v2)$$

// Barycentrické souřadnice

$$invDenom = 1 / (dot00 * dot11 - dot01 * dot01)$$

$$u = (dot11 * dot02 - dot01 * dot12) * invDenom$$

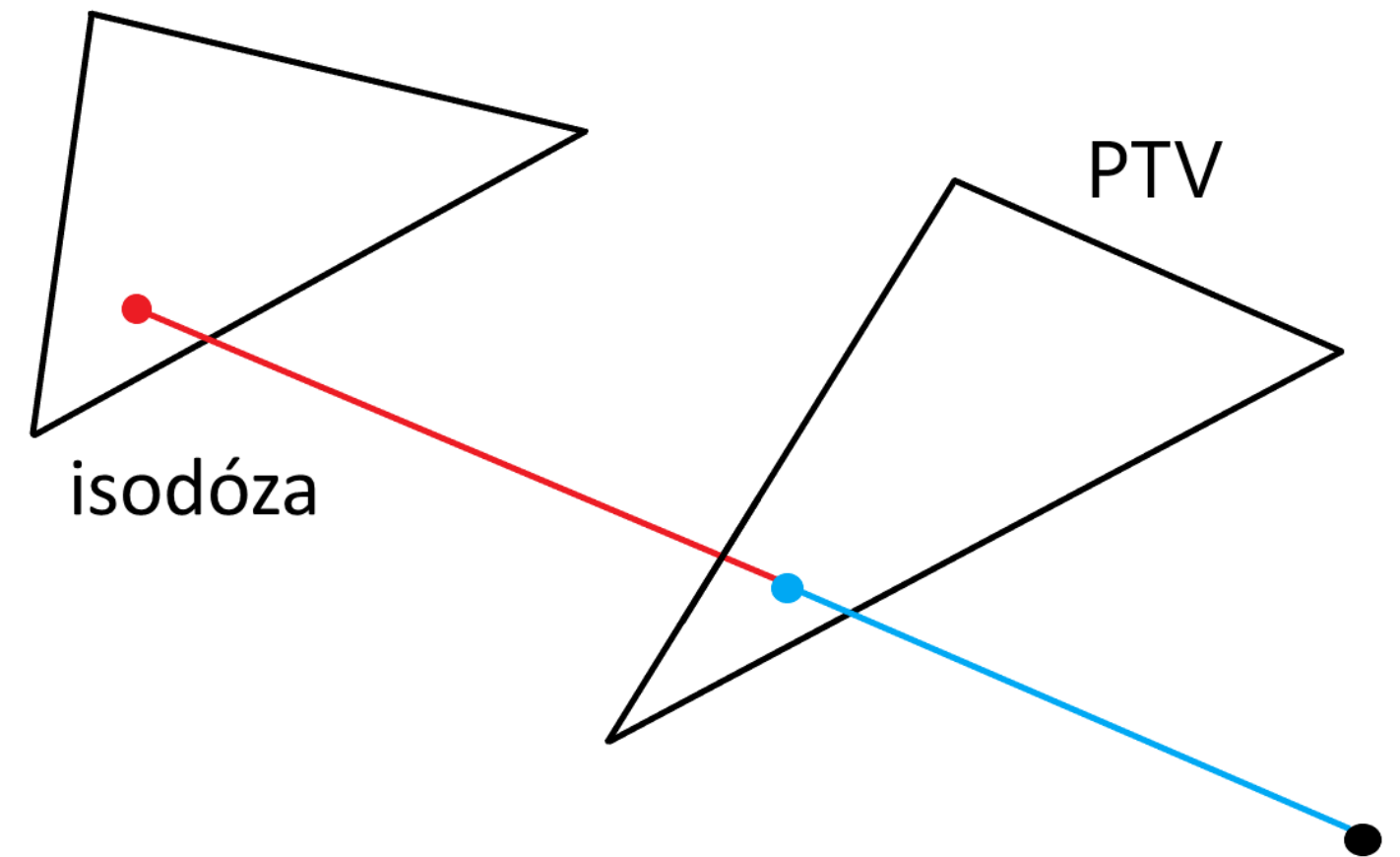
$$v = (dot00 * dot12 - dot01 * dot02) * invDenom$$

// Bod P je v trojúhelníku jestli

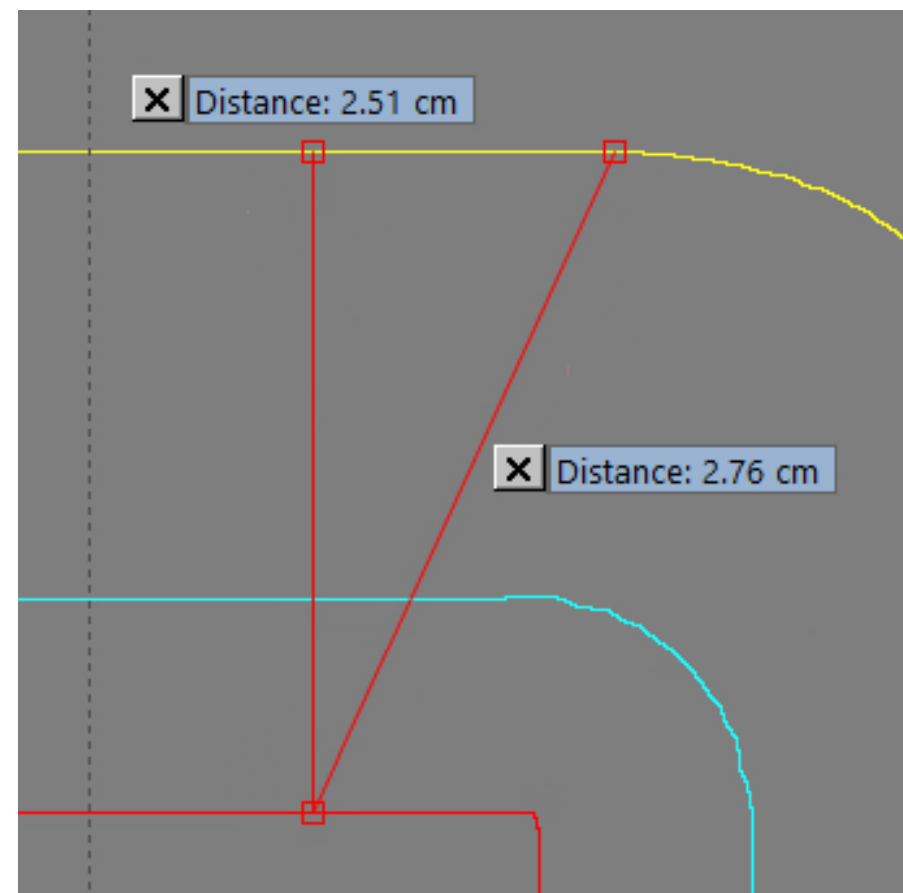
$$(u \geq 0 \ \&\& \ v \geq 0 \ \&\& \ u + v < 1)$$

Jak skript funguje

- 1. verze skriptu: vzdálenost podél vektoru:

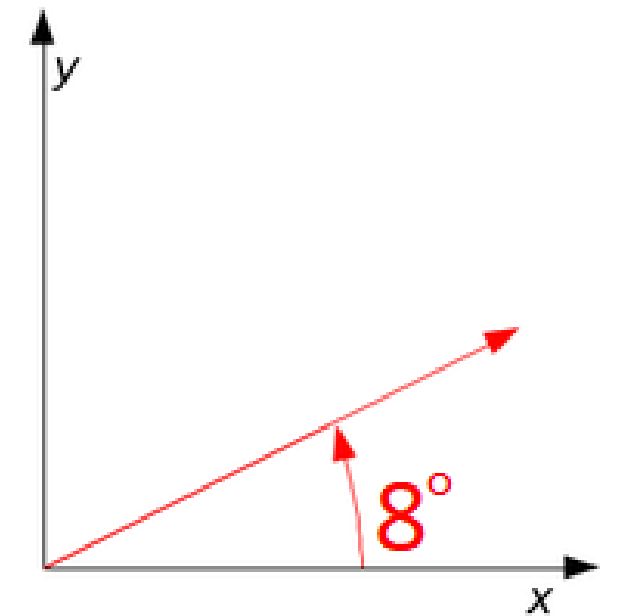
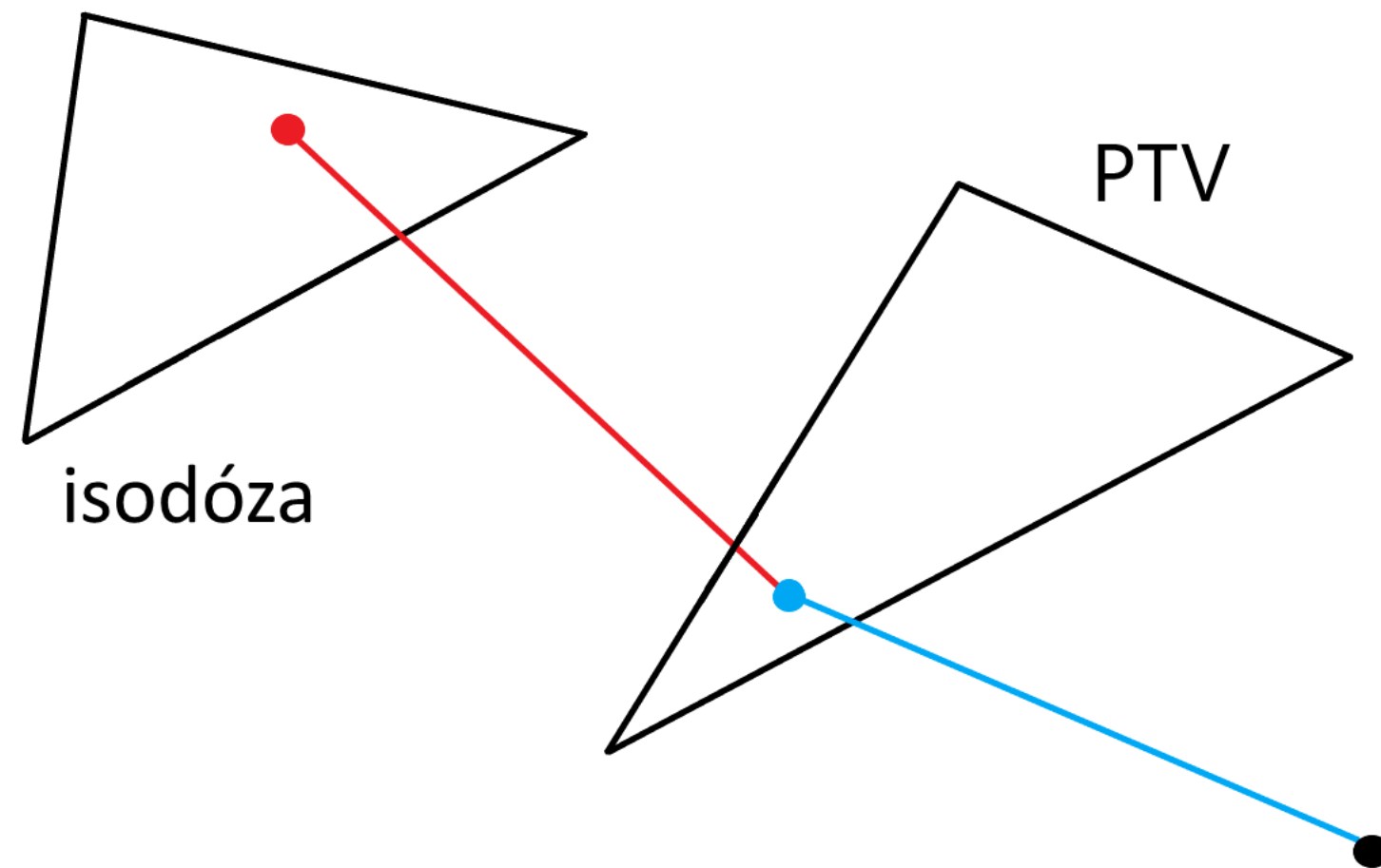


- Nahodnocoval ale vzdálenosti:



Jak skript funguje

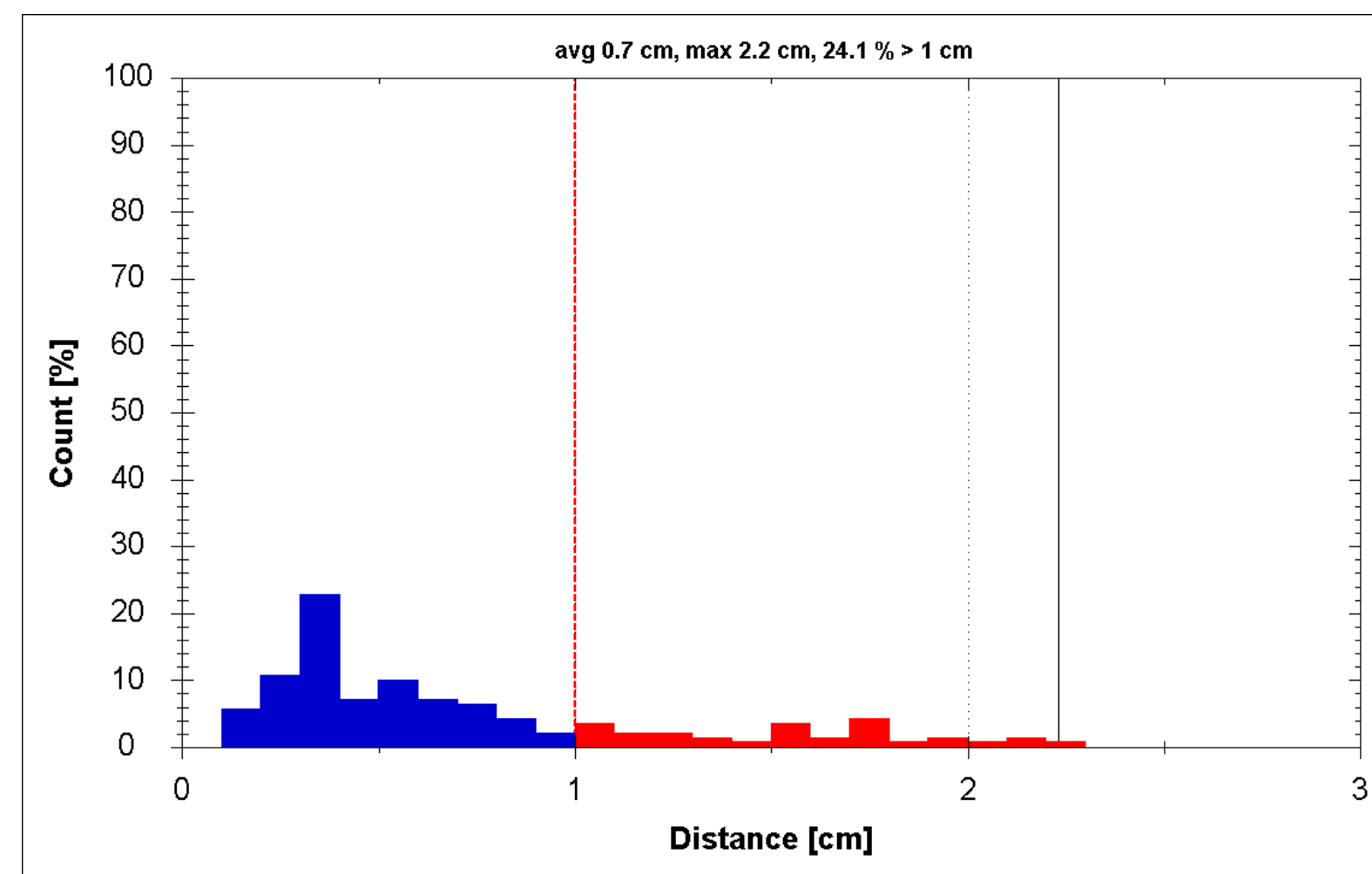
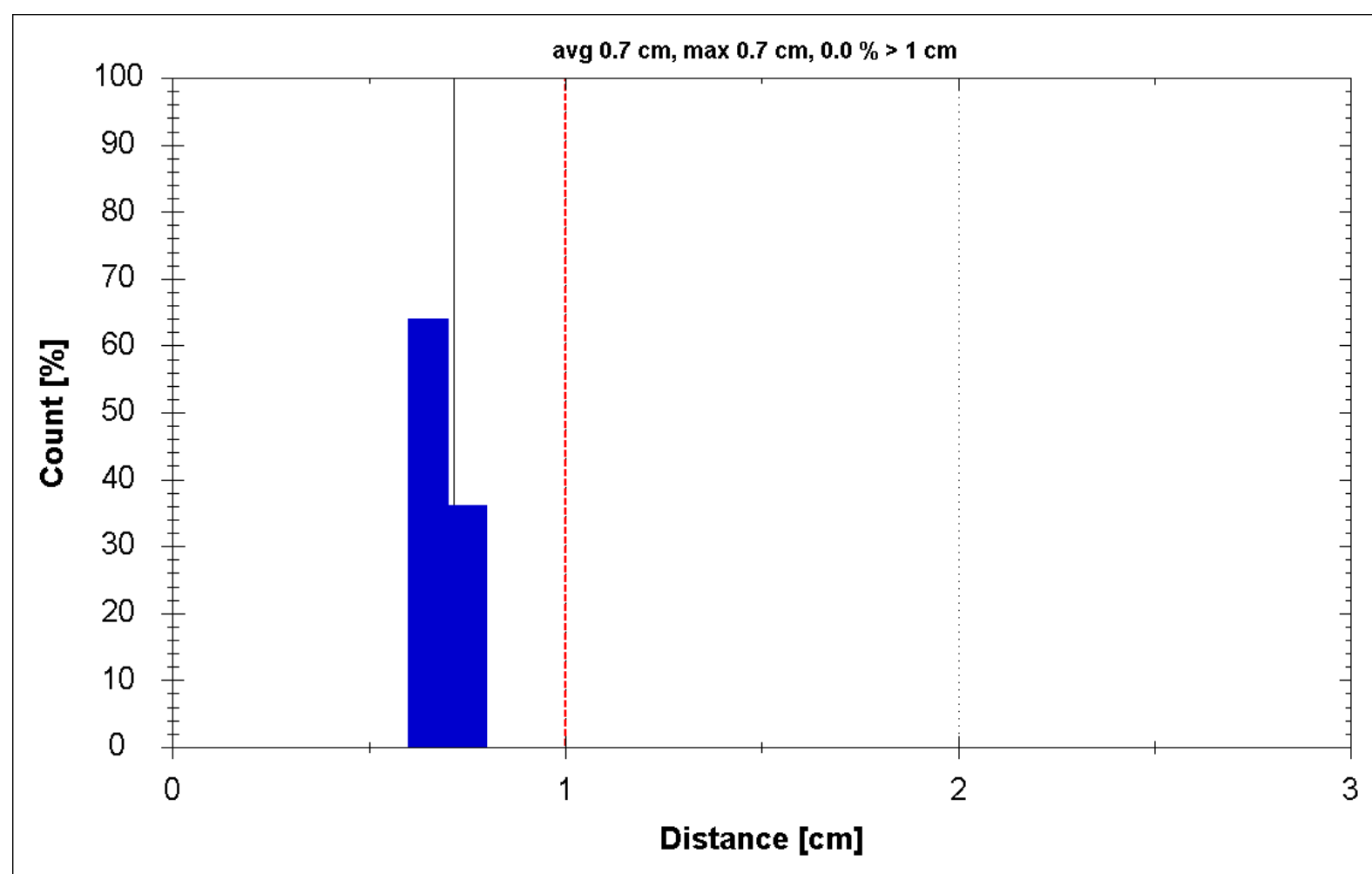
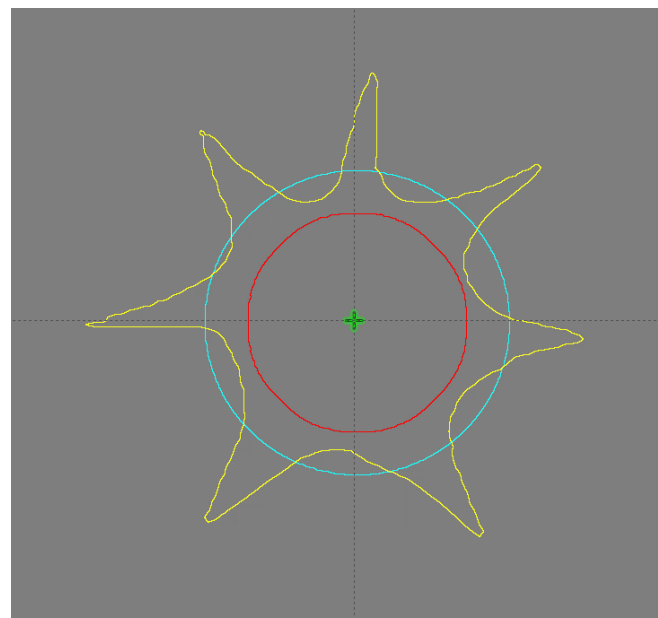
- 2. verze skriptu: vzdálenost mezi PTV a isodózou kolmo k povrchu PTV:



- Rotující vektor měří vzdálenost pro každý úhel - úhlové rozlišení 8°

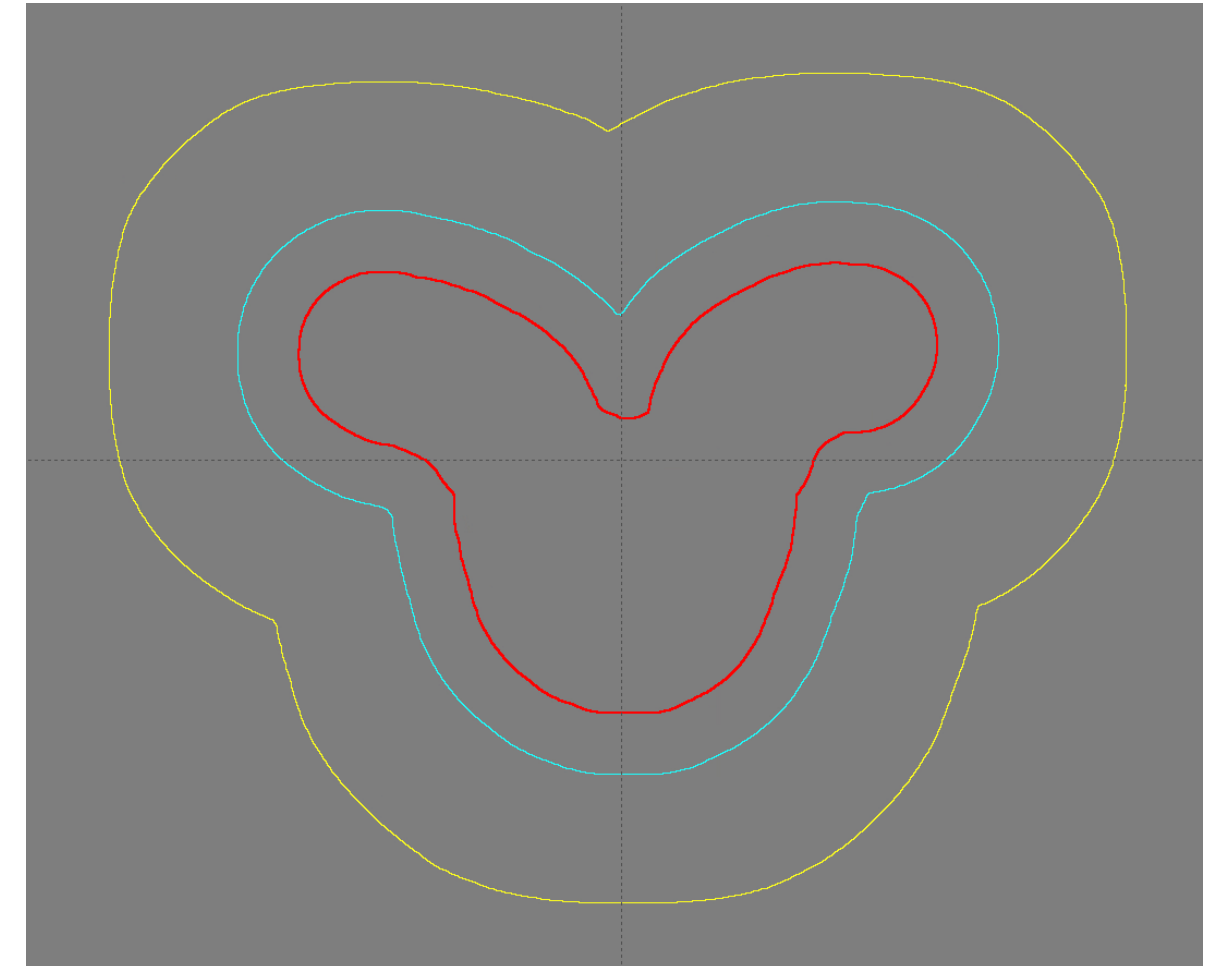
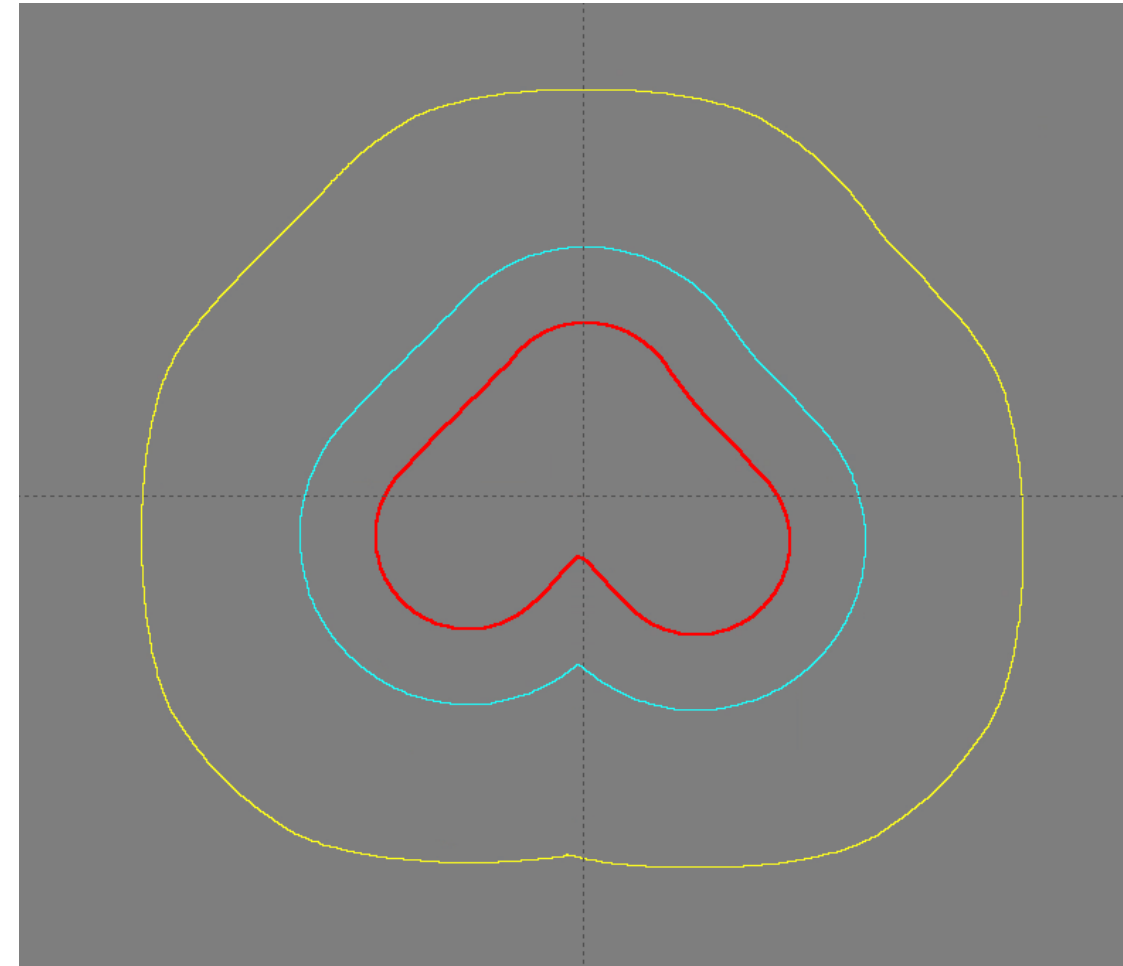
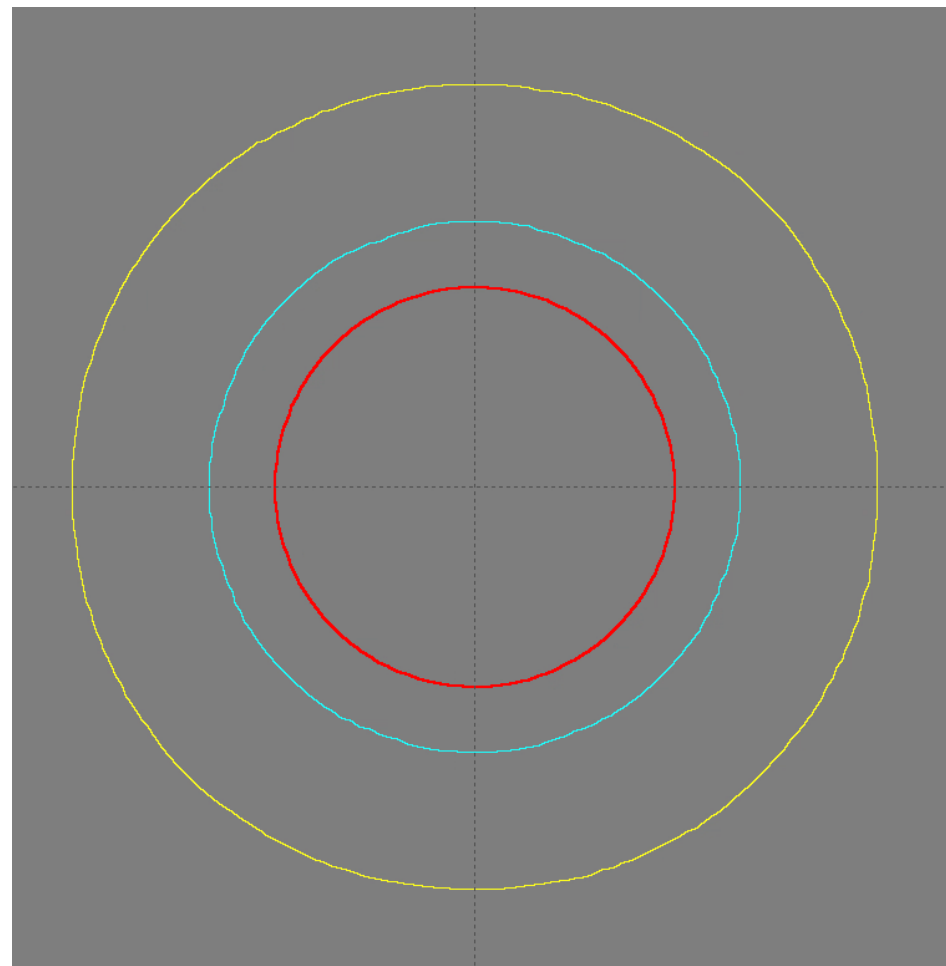
Jak skript funguje

- Výsledky ve formě histogramu:

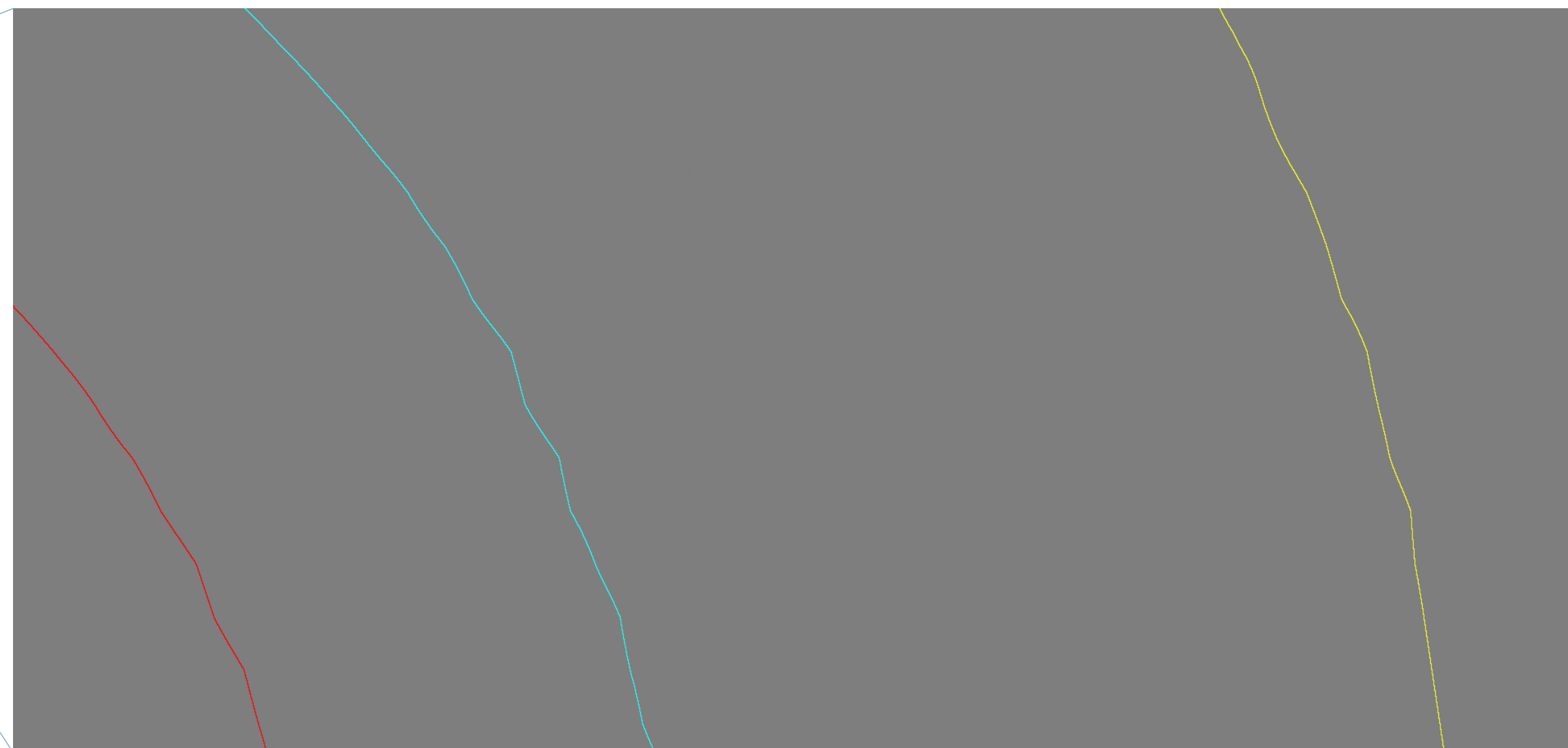
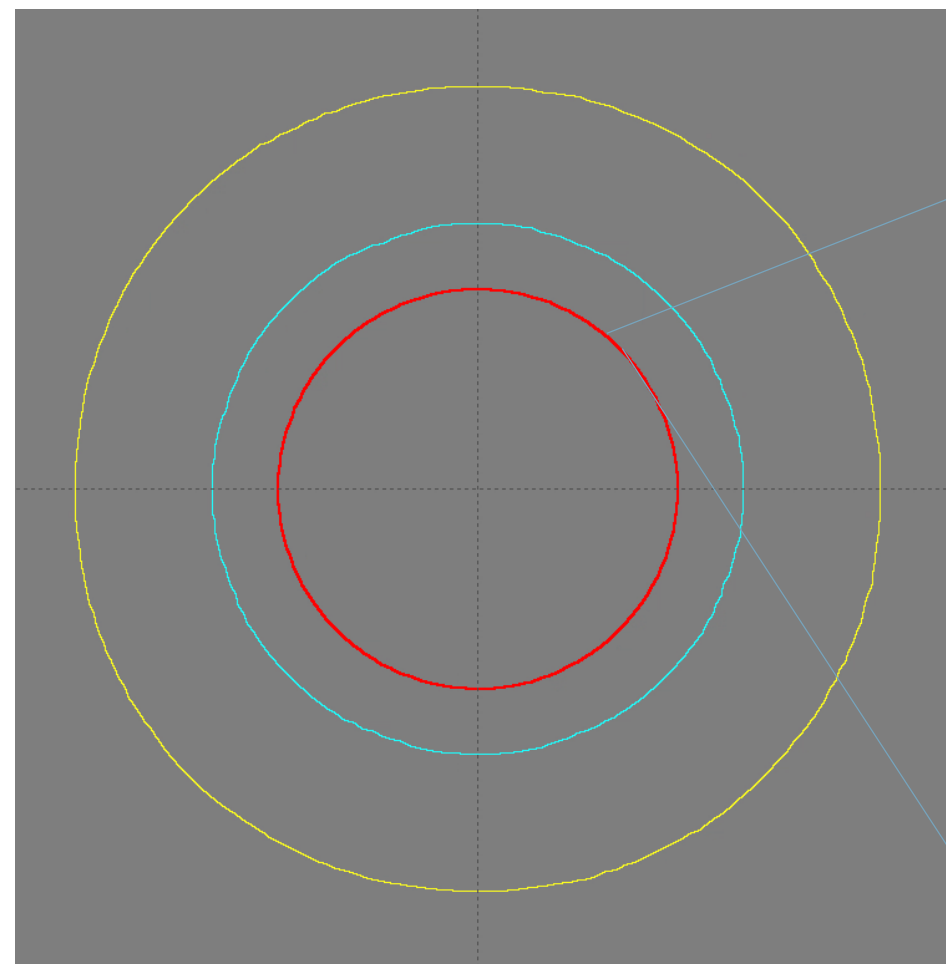


Vliv tvaru struktury

- Tři tvary: kruh, „prostata“ a „pánev“ + jejich rozšíření o 0,8 / 2,5 cm

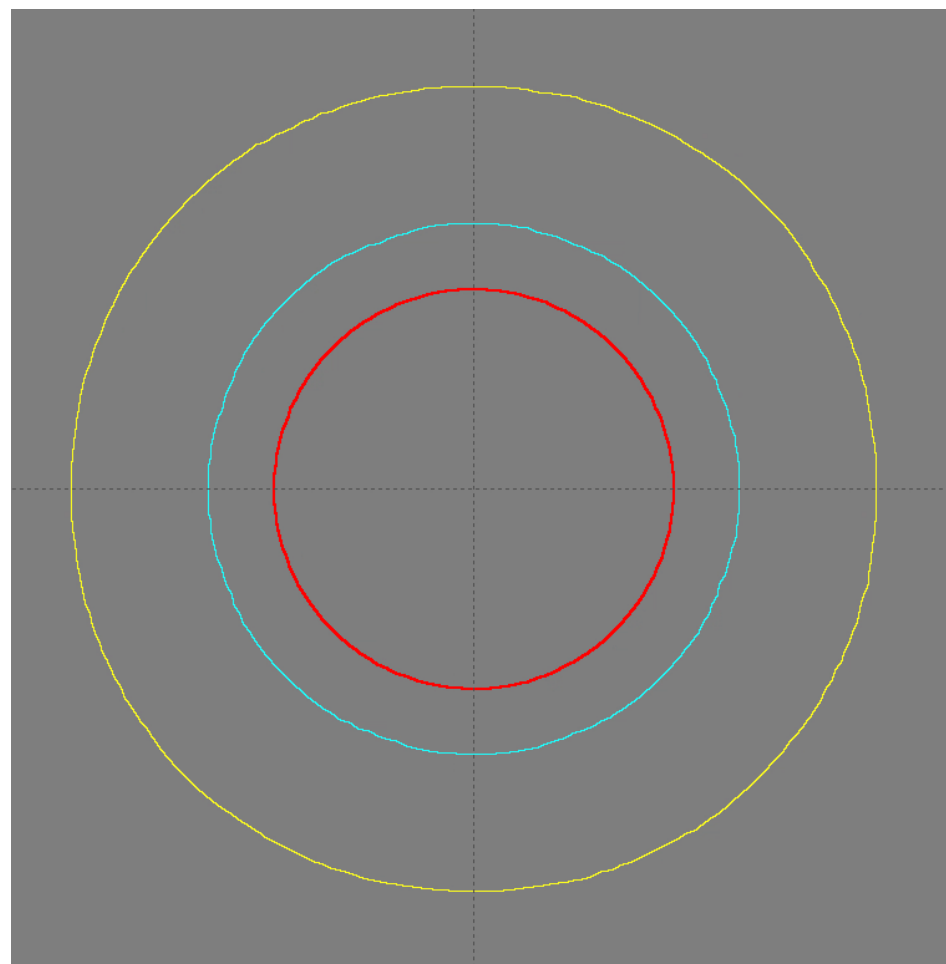


Výsledky

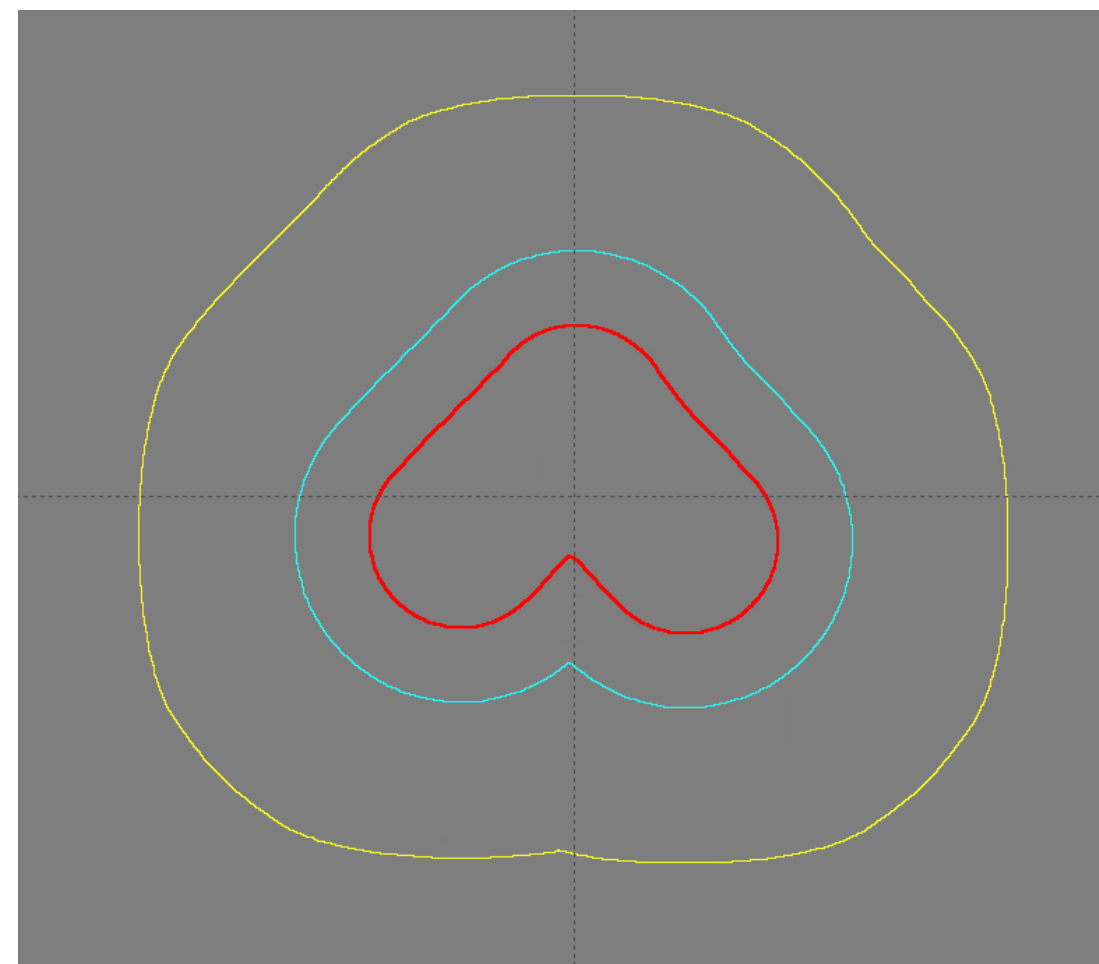


	Průměr (cm)	Max. (cm)
80 %	0,8	1,2
50 %	2,6	3,2

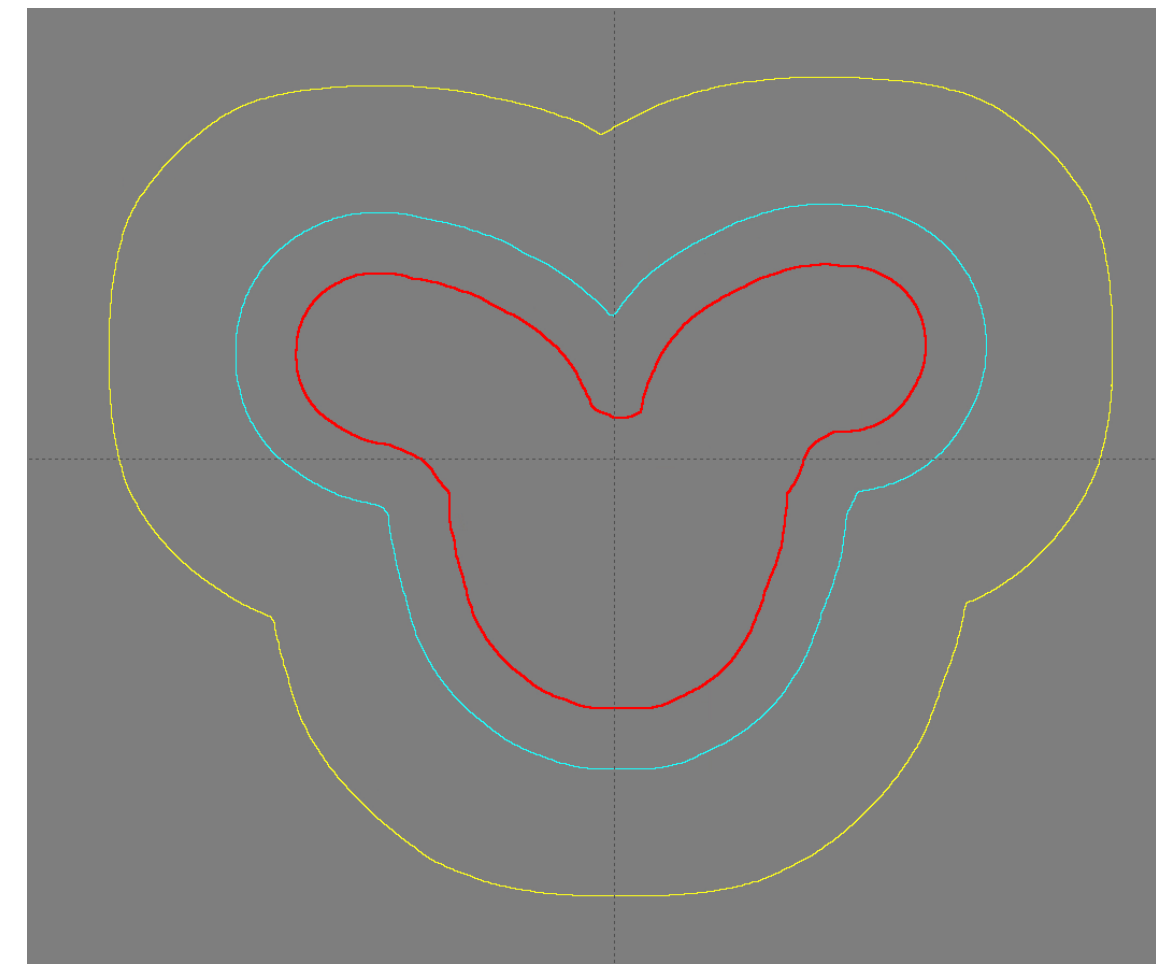
Výsledky



	Průměr (cm)	Max. (cm)
80 %	0,8	1,2
50 %	2,6	3,2

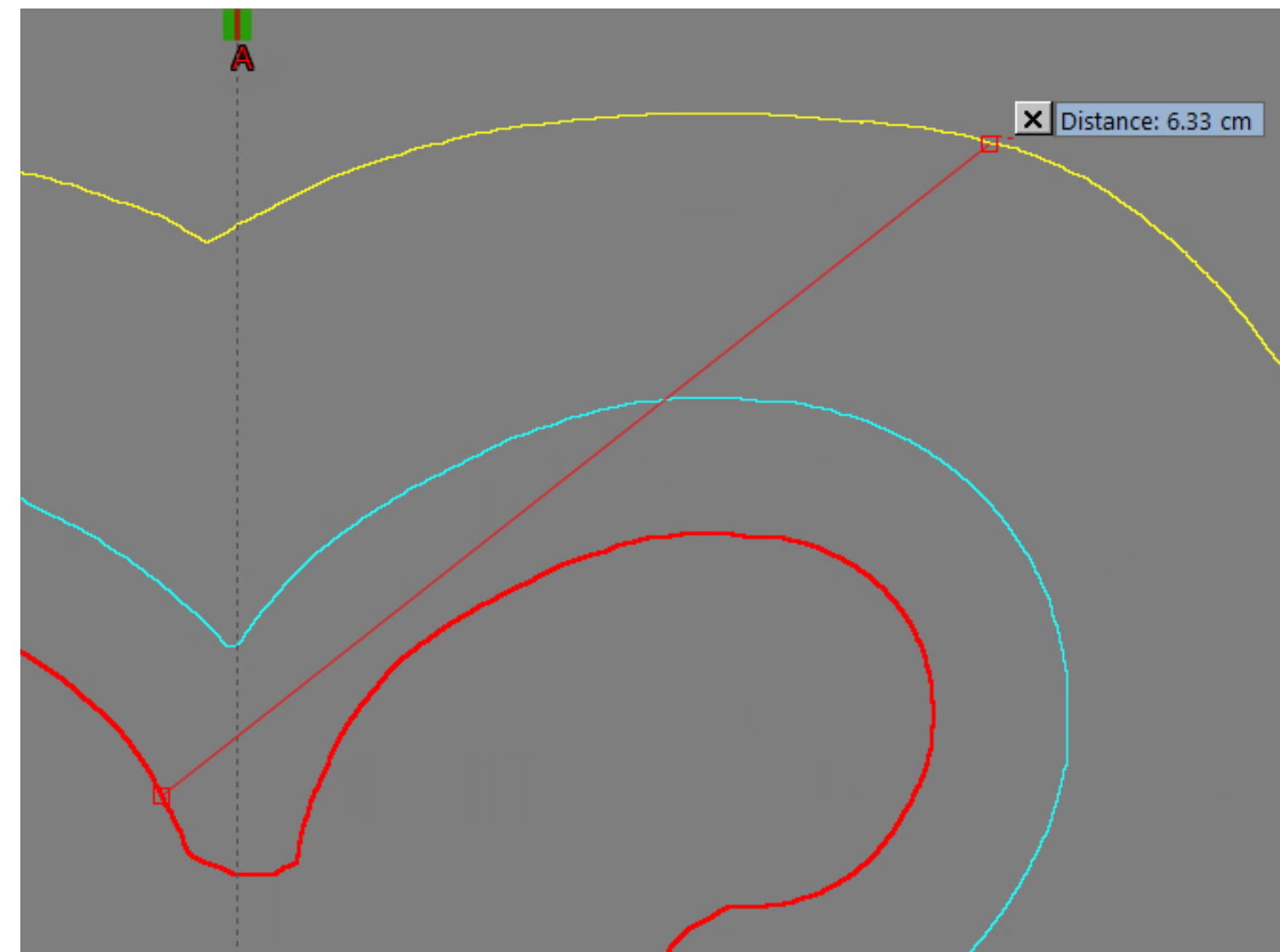
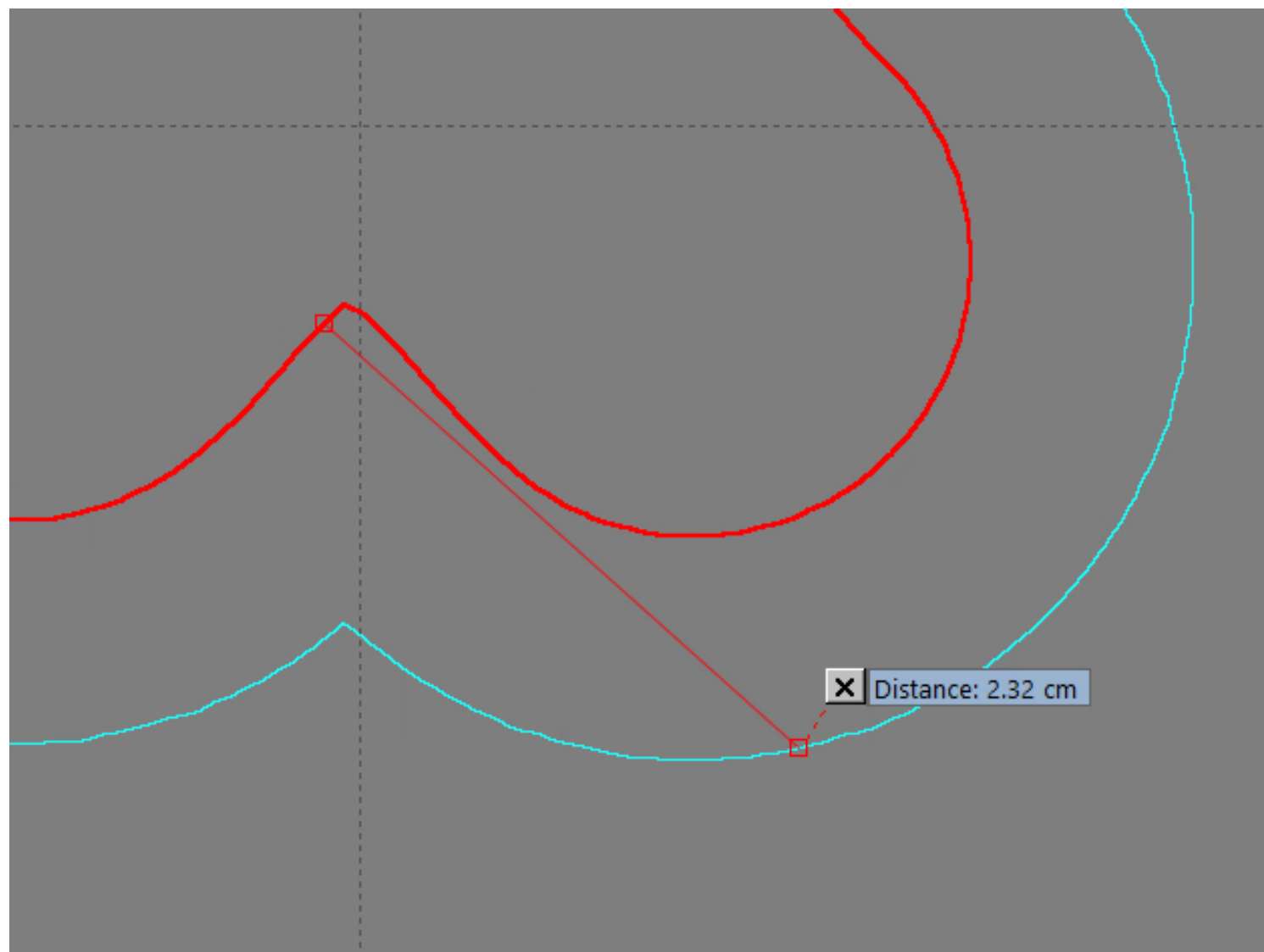


	Průměr (cm)	Max. (cm)
80 %	1,0	2,2
50 %	2,9	4,6

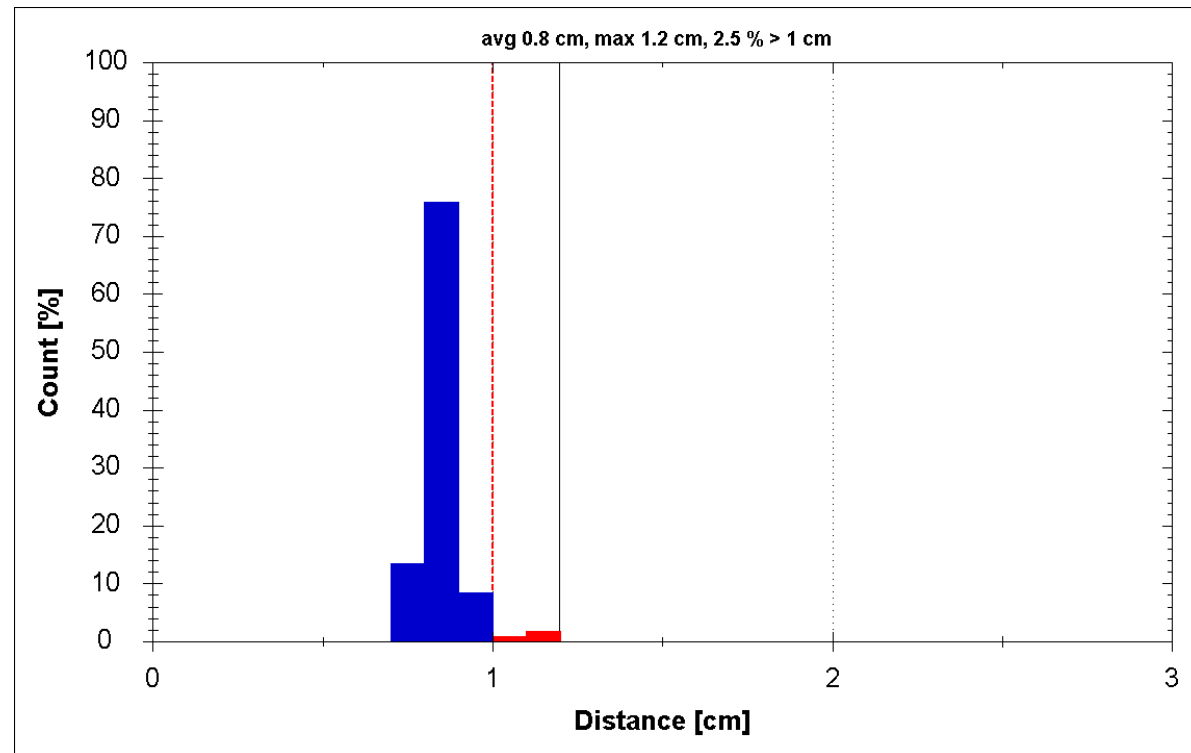


	Průměr (cm)	Max. (cm)
80 %	1,0	2,7
50 %	3,1	6,3

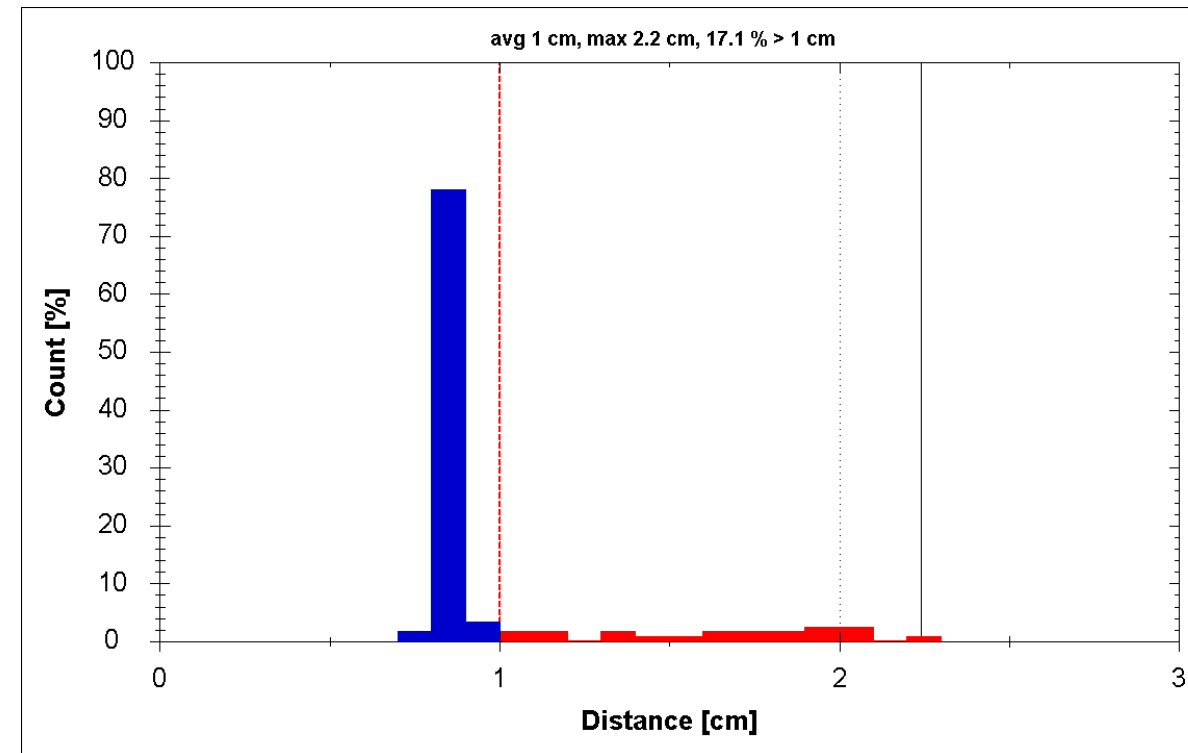
Výsledky



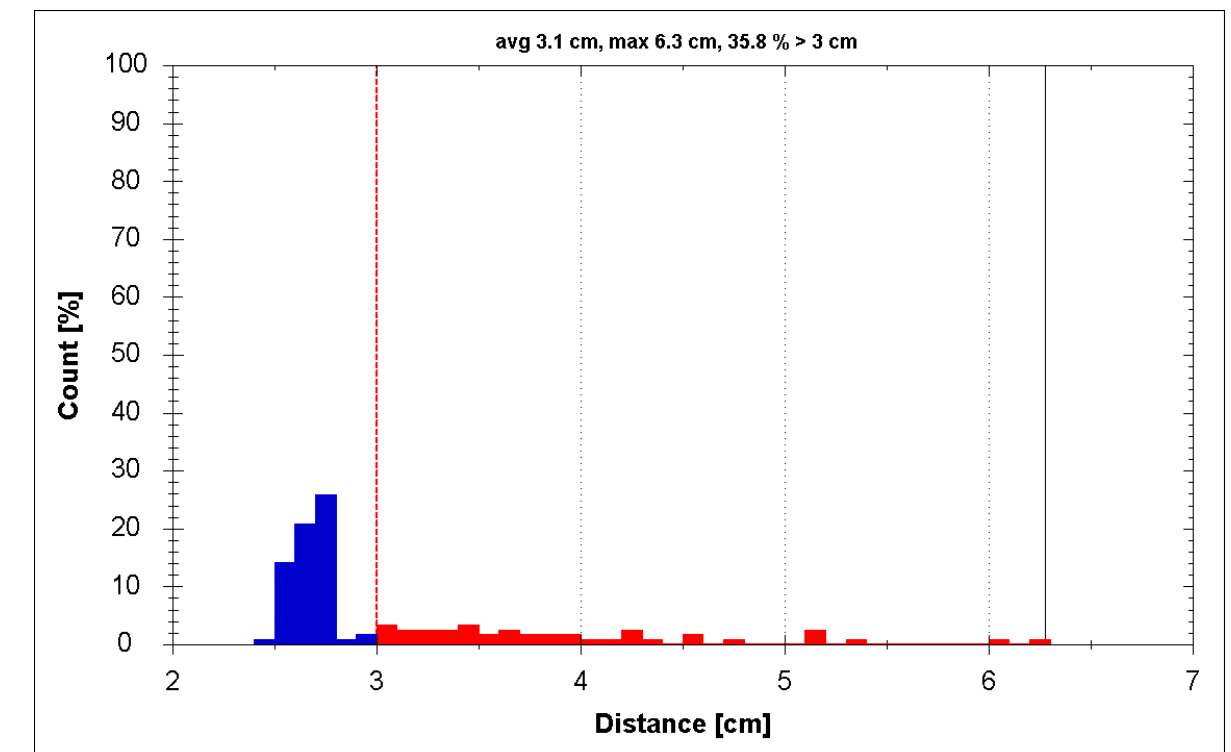
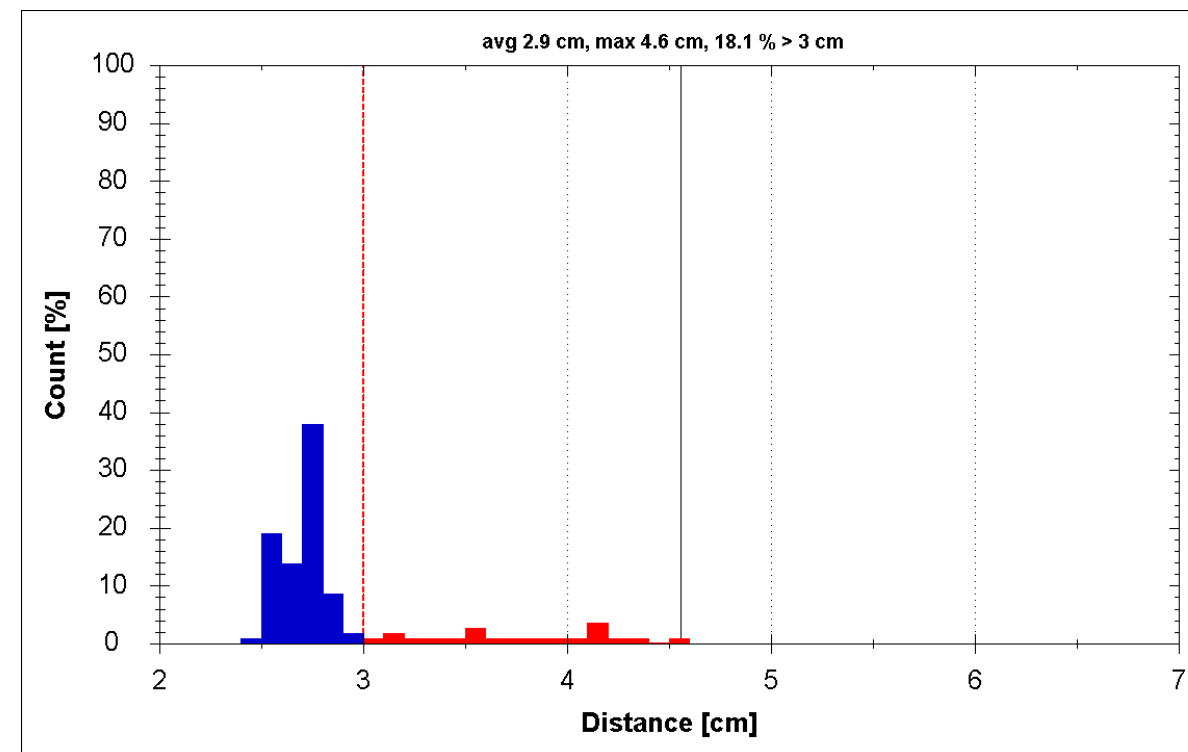
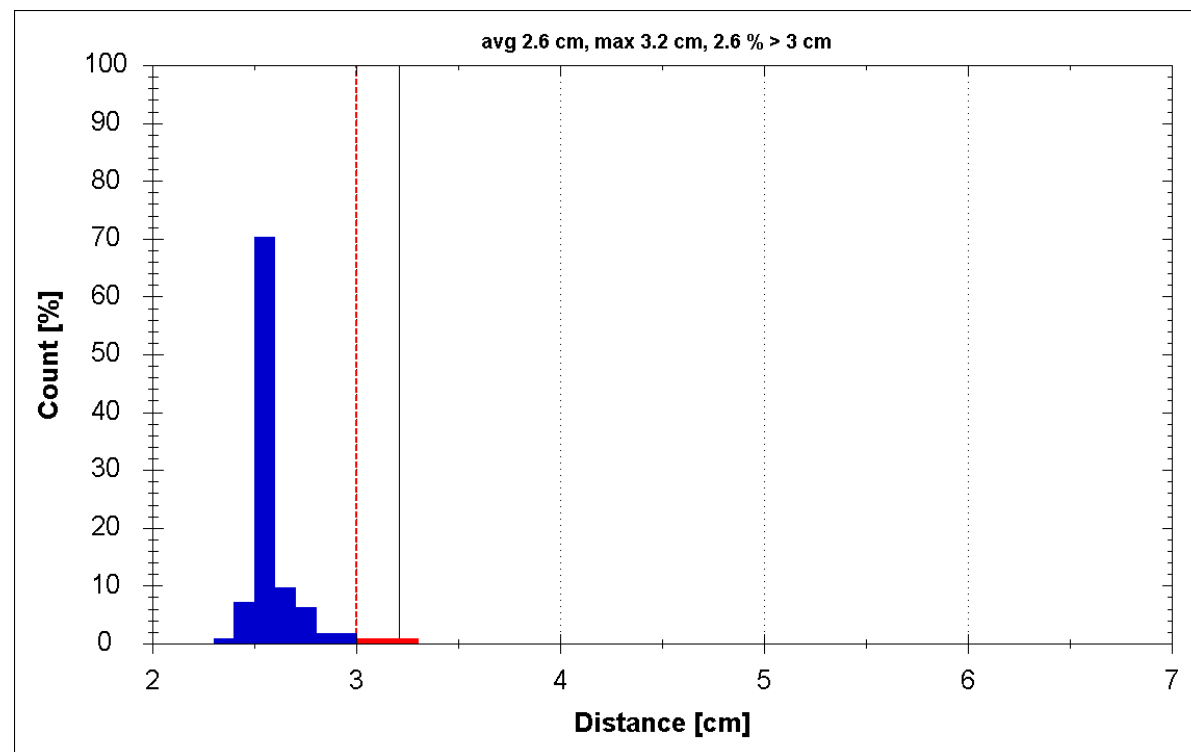
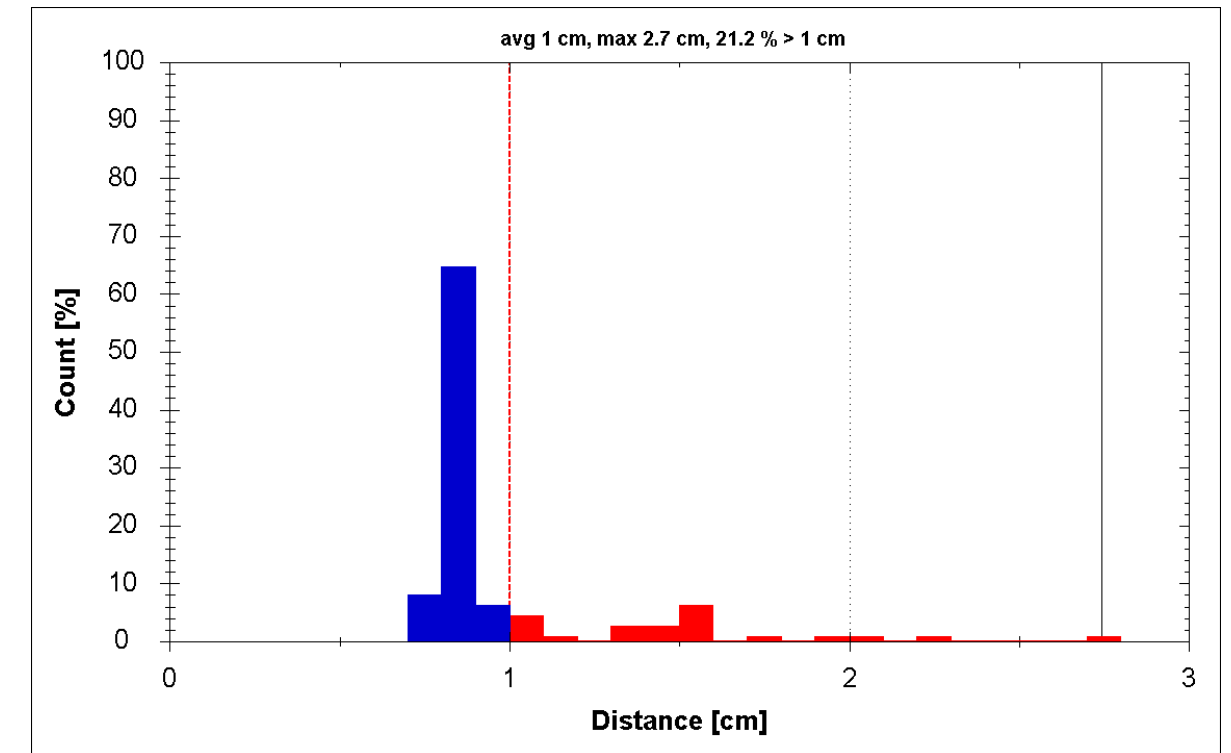
Kruh



„Prostata“



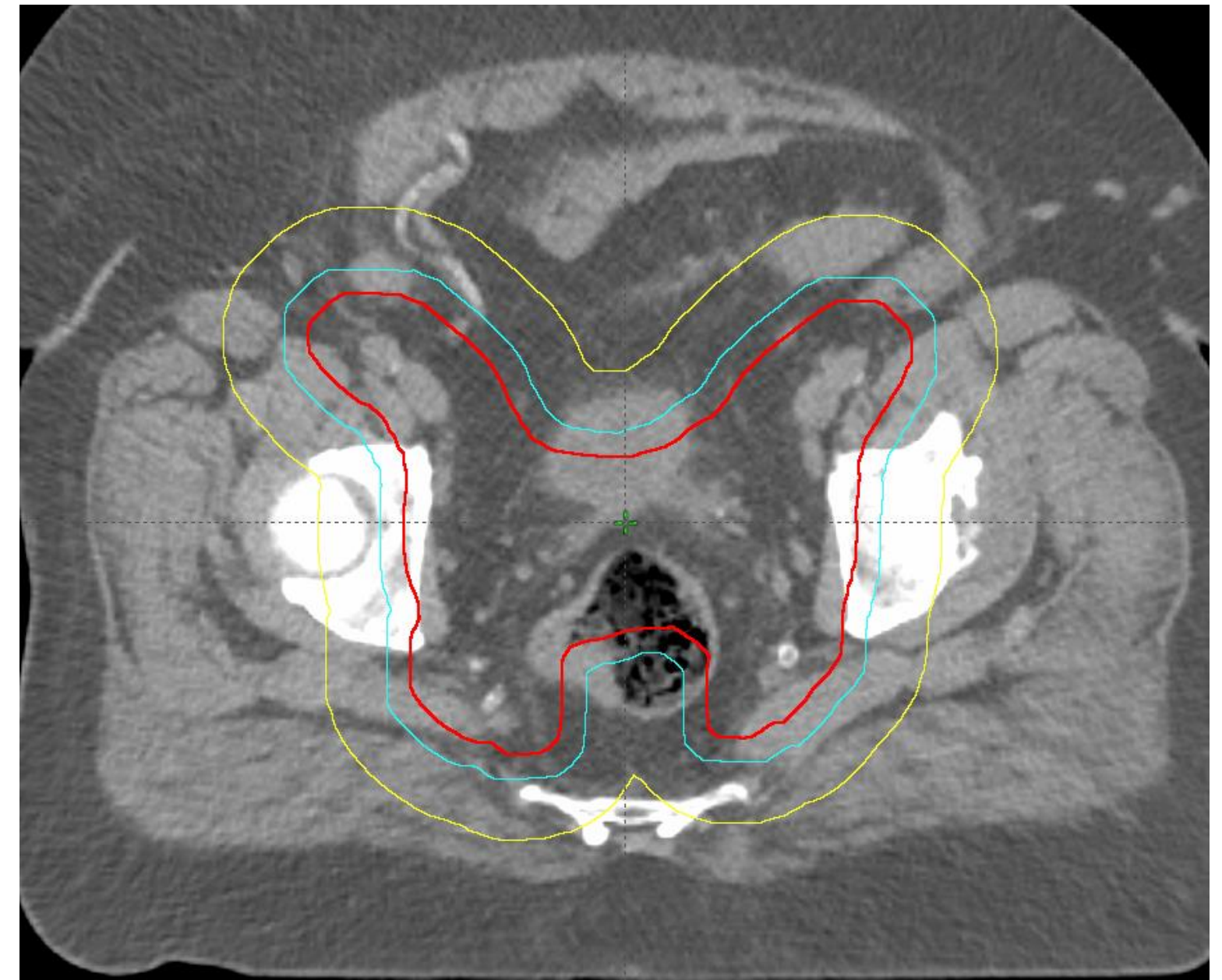
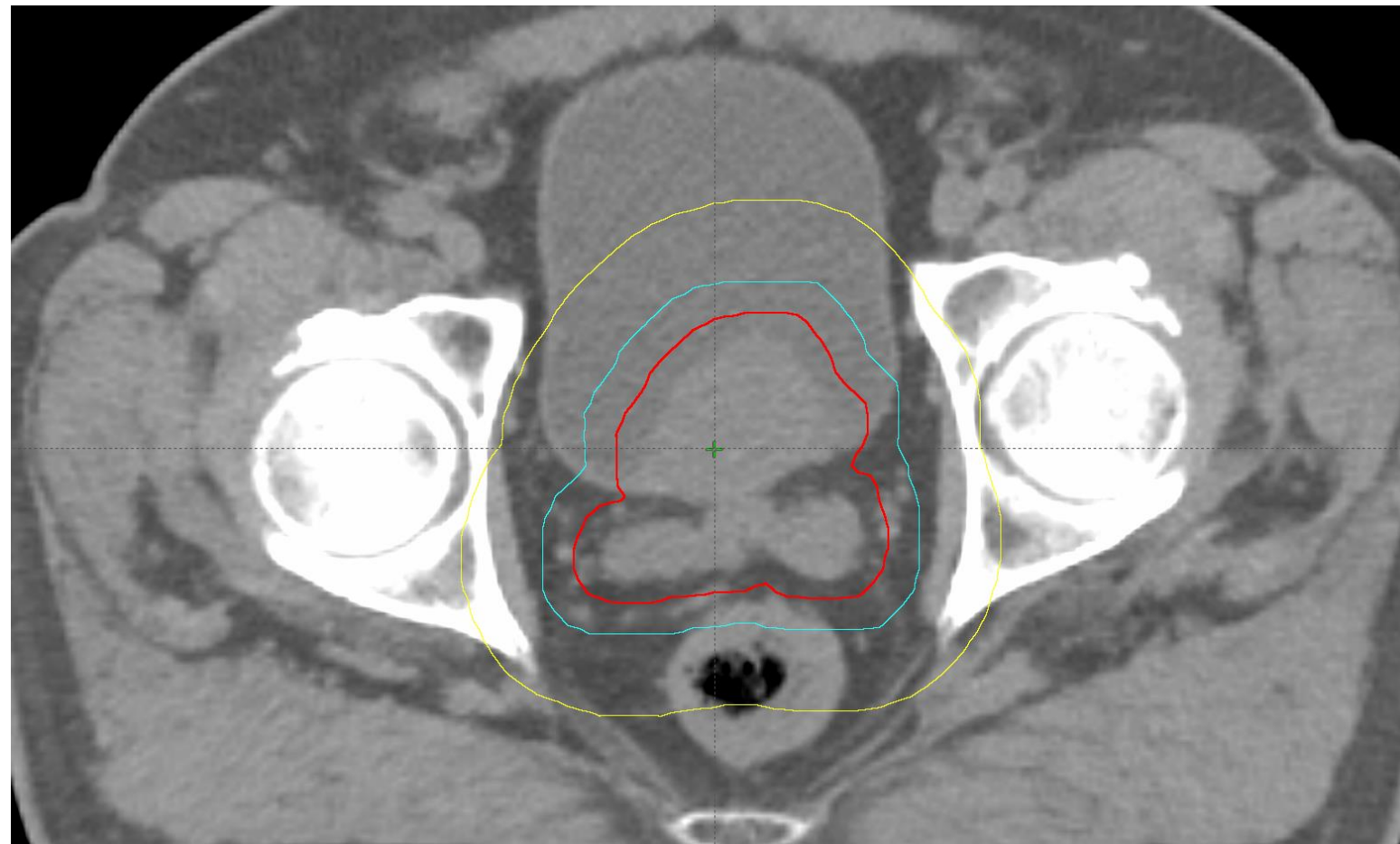
„Pánev“



➔ Čím komplexnější tvar, tím skript méně správně odhaduje vzdálenosti

Skutečné objemy a vliv úhlového rozlišení

- Prostata a pánev + jejich rozšíření o 0,8 / 2,5 cm
- Různé úhlové rozlišení: 8 °, 4 ° a 2 °



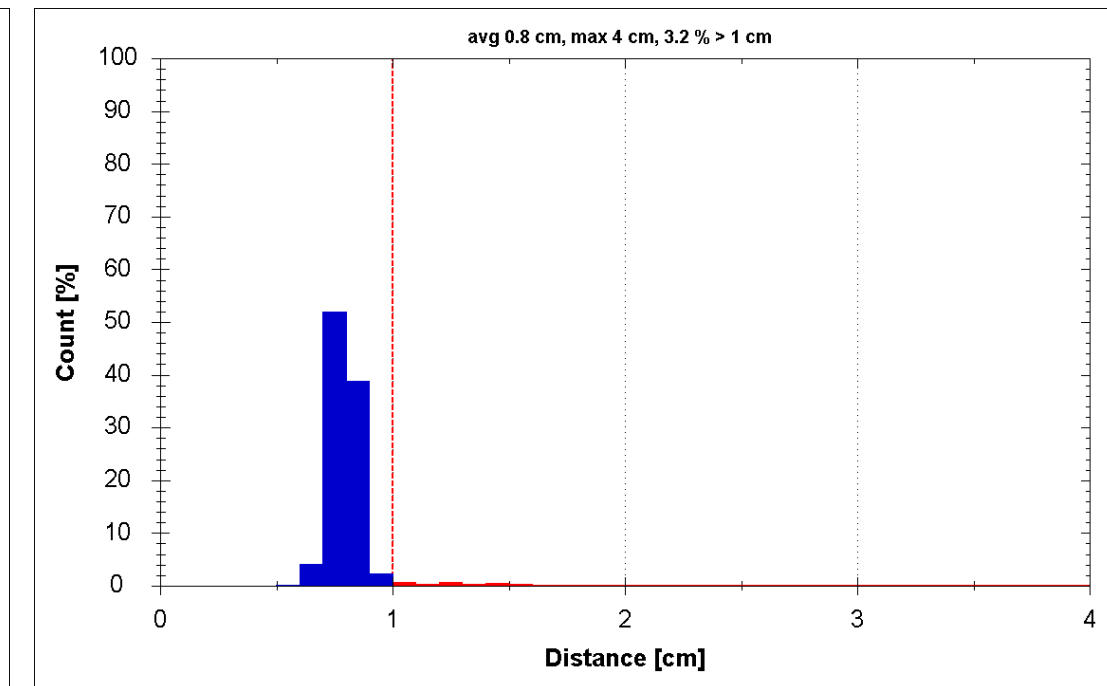
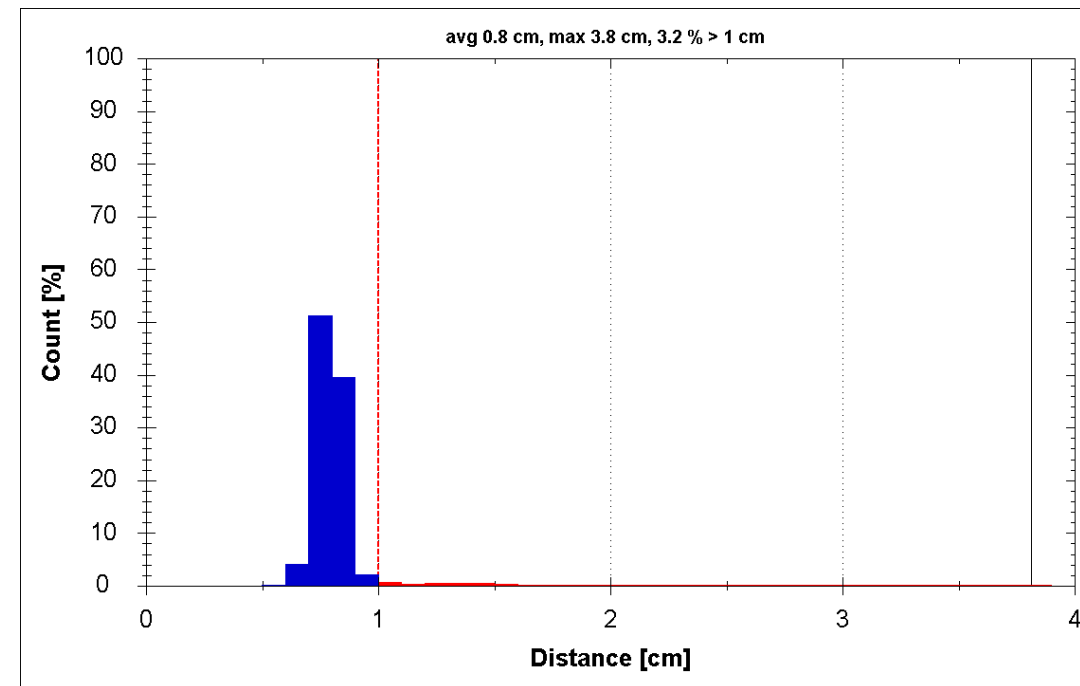
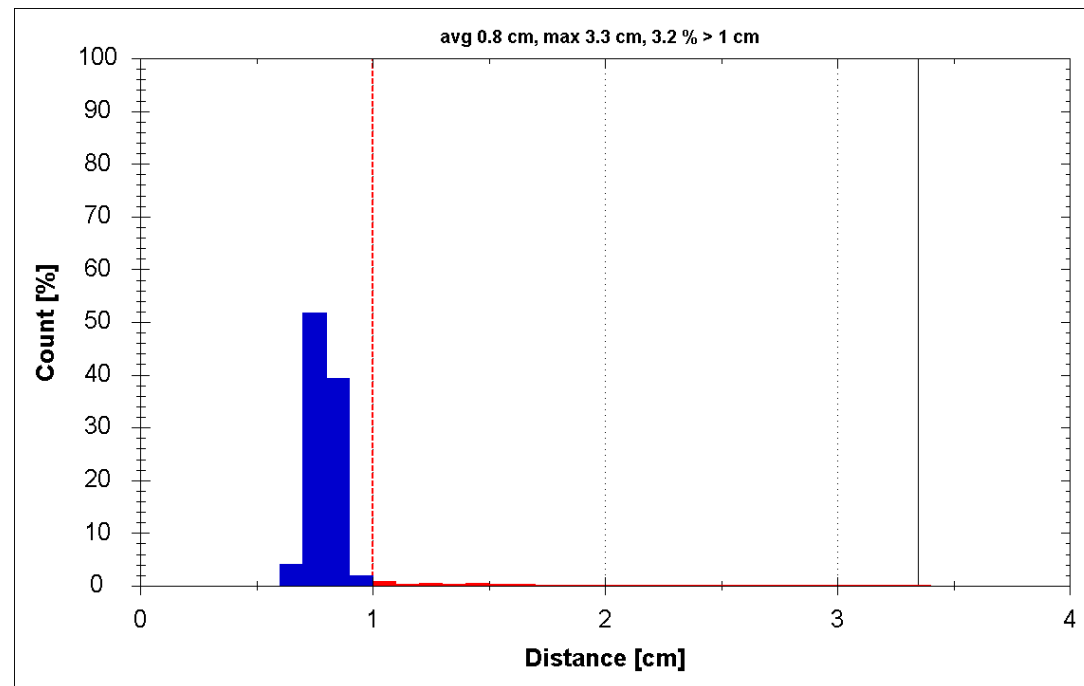
Prostata

8°

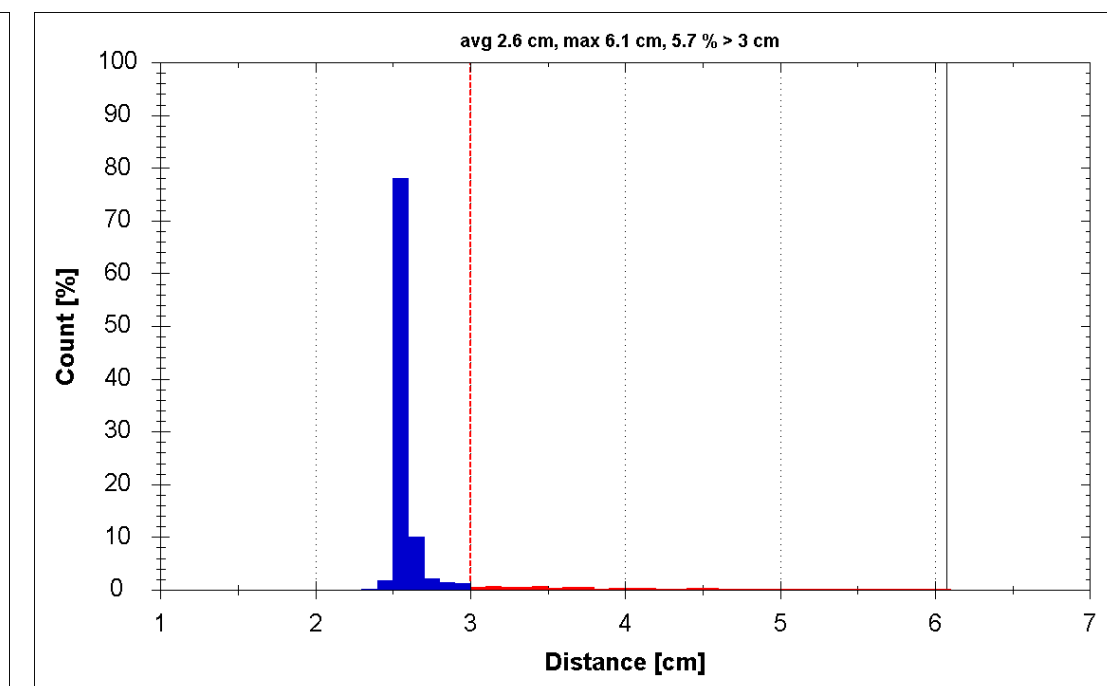
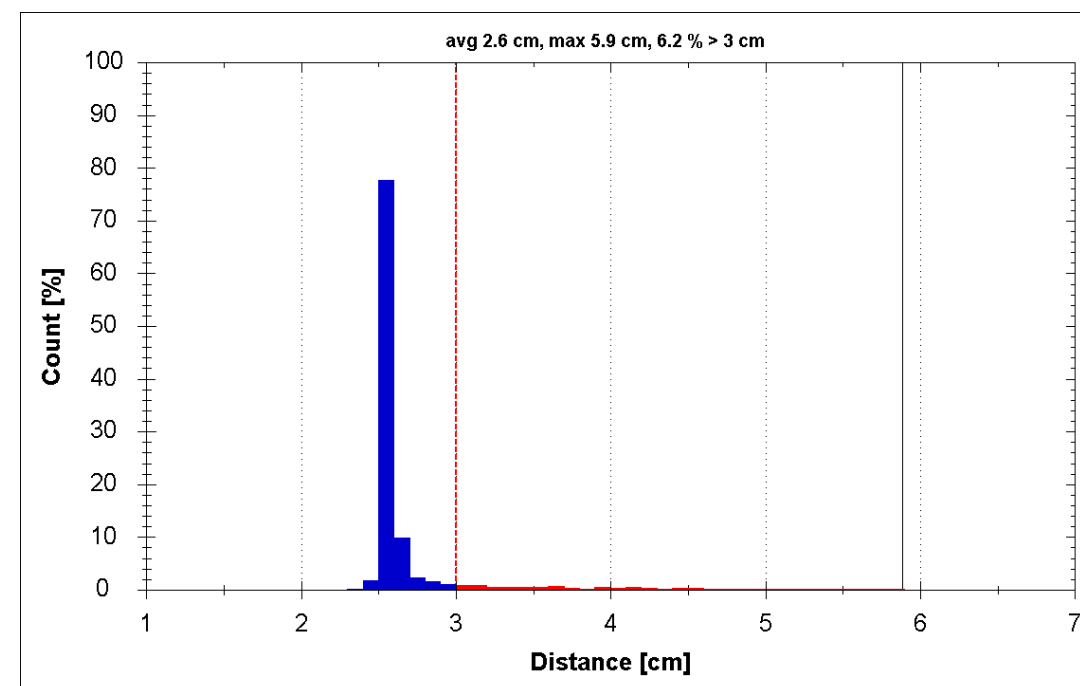
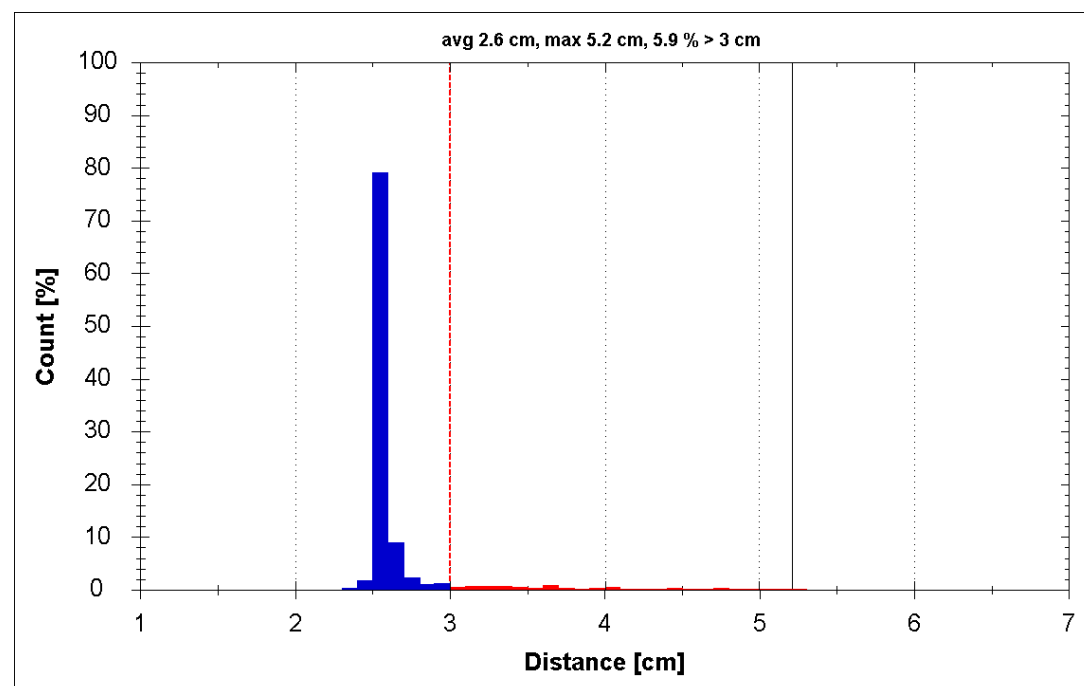
4°

2°

0,8 cm



2,5 cm



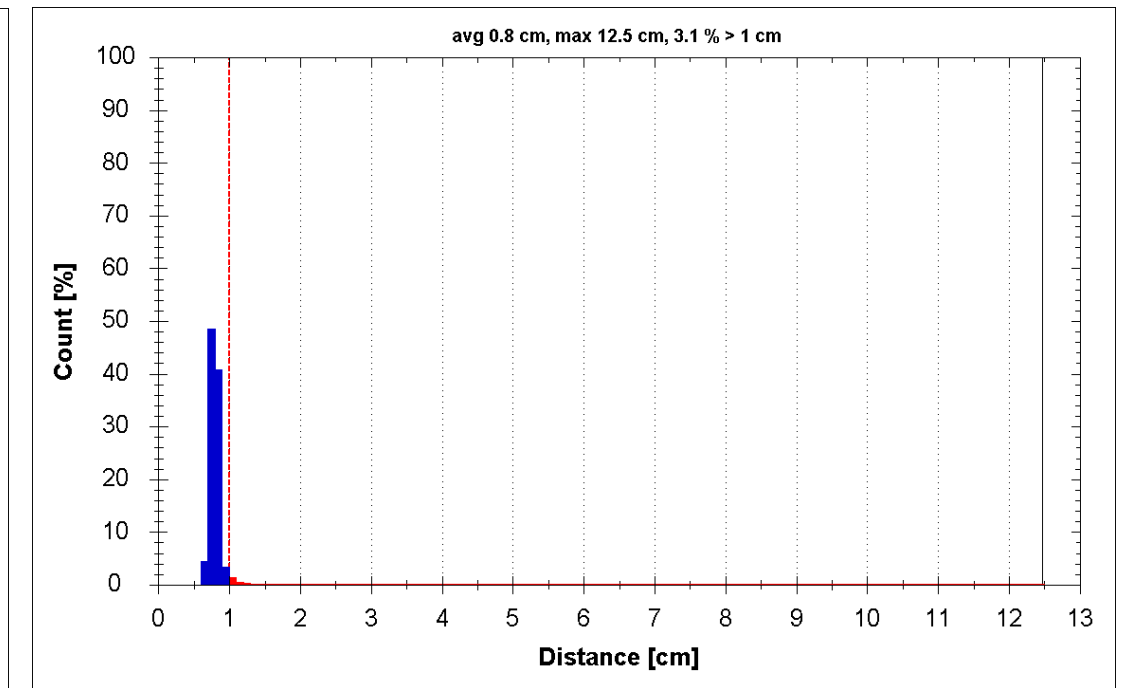
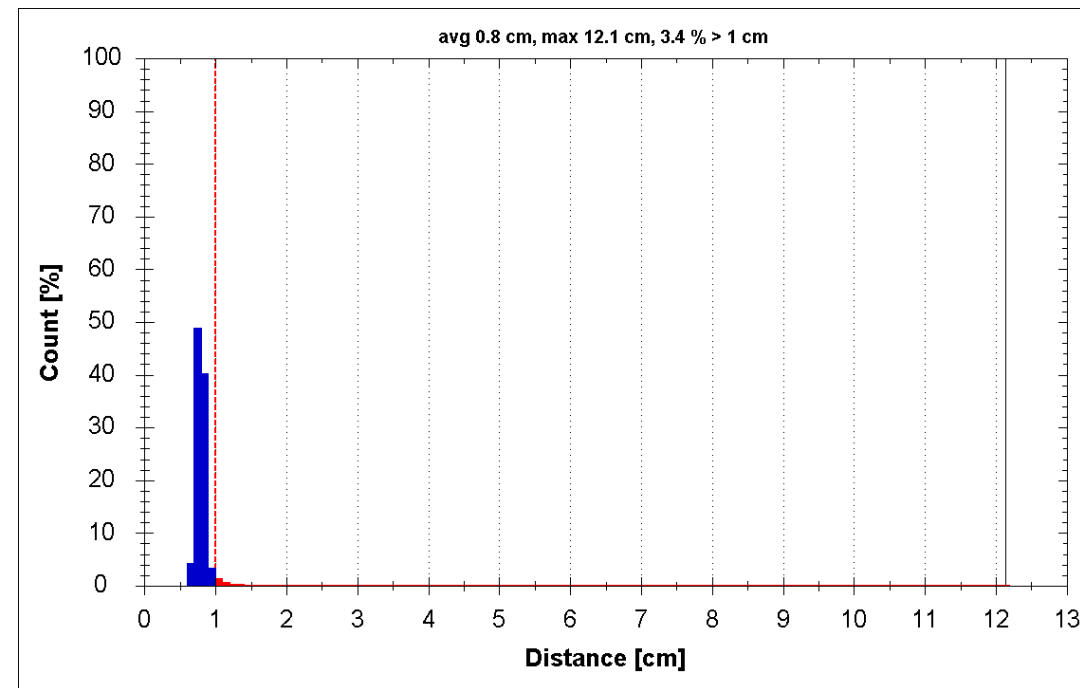
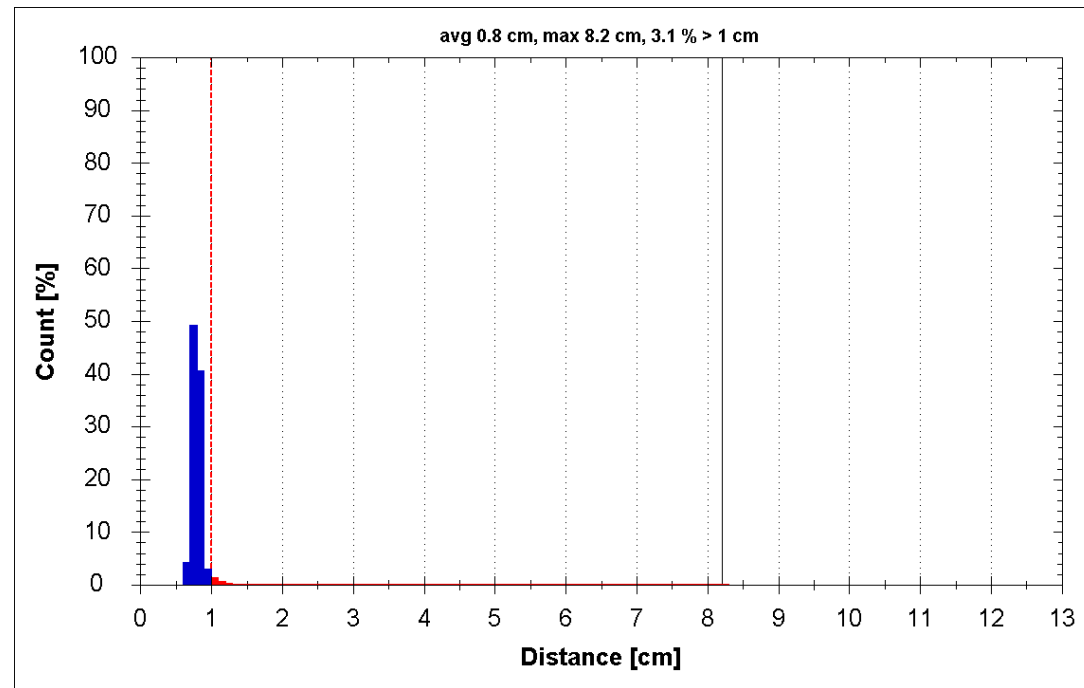
Pánev

8°

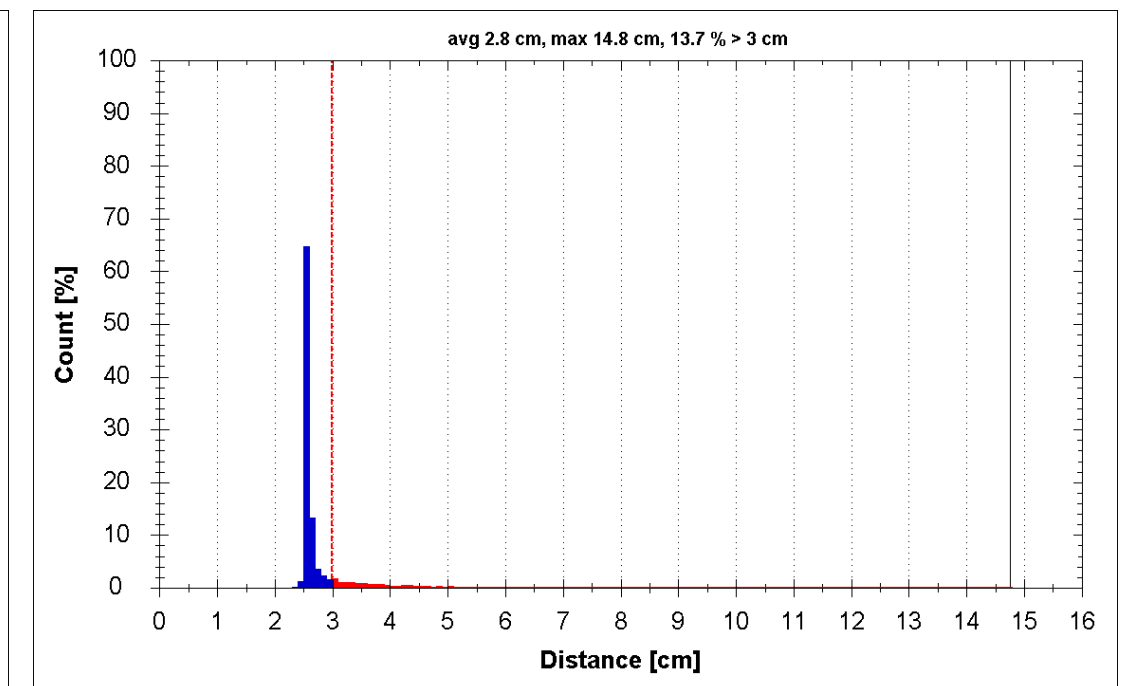
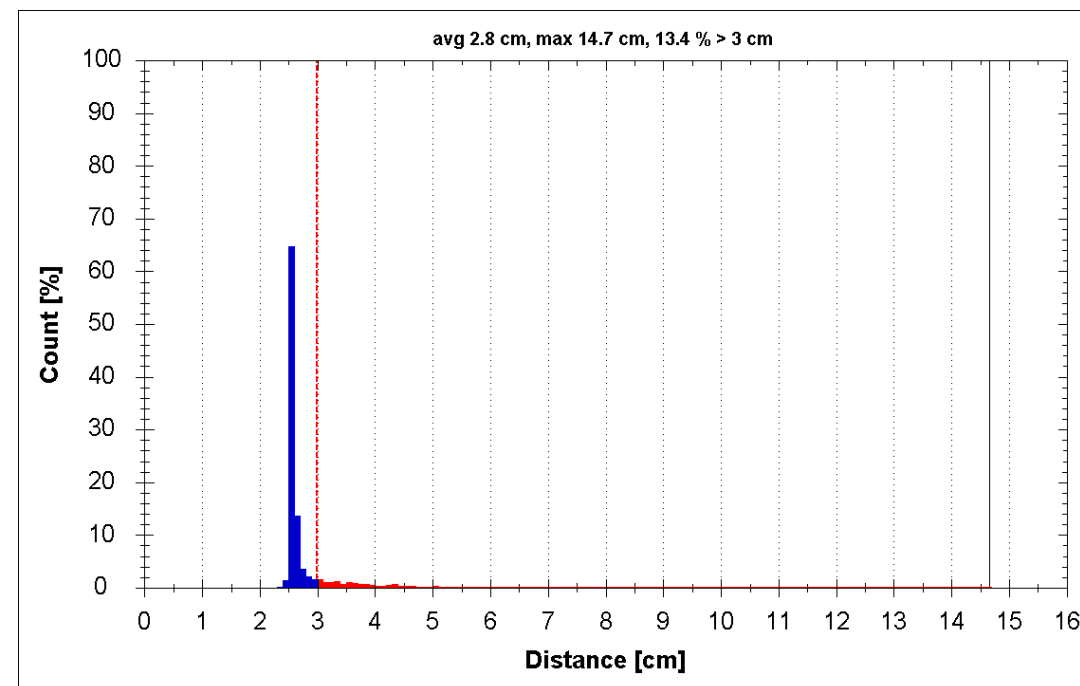
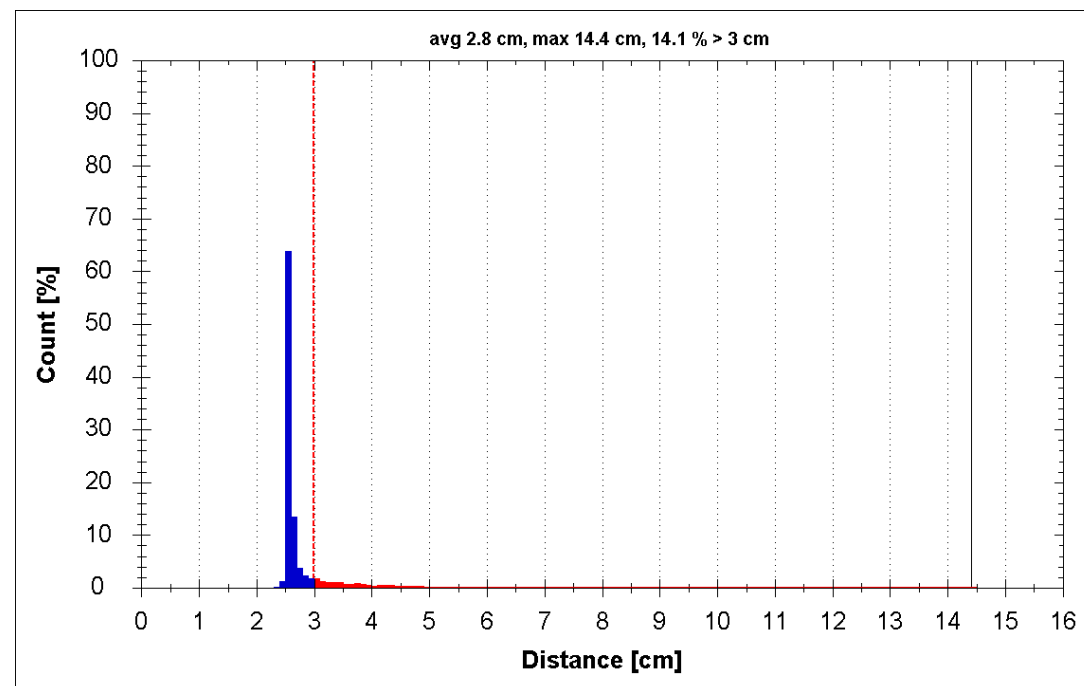
4°

2°

0,8 cm



2,5 cm



Závěry – jak vyhodnotit konformitu skriptem?

- Průměr není spolehlivý (GM příklad), maximum závisí na úhlové rozlišení
➔ Použít část vzdáleností, které překročí volený limit
- Nekomplexní objemy: absolutní vyhodnocení konformity plánu
- Komplexnější objemy: porovnání konformit různých plánů (pro stejné PTV)

Budoucnost – vylepšení?

- Hrubé úhlové rozlišení vs. dlouhý výpočetní čas? Jiné optimalizace?
- Jak rozhodnout když PTV je komplexní? (Kulovitost?)
- Jaké volené limity použít?



DĚKUJEME ZA POZORNOST

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC