



# Návod na laboratorní úlohu Plánování mikrovlnné regionální hypertermie

Název studijního předmětu: Microwave Hyperthermia Vedoucí cvičení/experimentu: Ing. Tomáš Dřížďal, Ph.D. Připravili: Doc. Ing. Jan Vrba, Ph.D., Ing. Tomáš Dřížďal, Ph.D.

#### 1. Anotace cvičení/experimentu:

Během mikrovlnné hypertermie se cílová oblast zahřívá na terapeutický teplotní rozsah 40-44 ° C pomocí elektromagnetických vln vyzařovaných z externích zdrojů - antén. Analytický popis komplexního šíření elektromagnetických vln ve ztrátovém médiu se skokovými změnami permitivity, jako je biologická tkáň ve 3D, je nemožný. Pro klinické plánování hypertermické léčby je možné použít efektivní výpočetní metodu zvanou konečné diference v časové oblasti (FDTD), kterou je možné akcelerovat využití procesorů grafických karet (GPU). Díky tomu je možné i během léčby optimalizovat nastavení signálů přiváděných na antény individuálně pro každého pacienta a maximalizovat terapeutický účinek léčby hypertermií.

### Cíle cvičení/experimentu:

Cílem tohoto laboratorního cvičení je vytvořit numerický model aplikátoru, importovat anatomicky věrný model pacienta, vypočítat a analyzovat klinicky realistické nastavení plánování léčby hypertermie.

## Popis použitých zařízení/přístrojů:

- 1. Výkonná pracovní stanice
- 2. Anatomicky věrný numerický model pacienta
- 3. Sim4Life

## 2. Návod na úlohu

- 3. Spusťte *"Sim4Life.exe"* a uložte projekt pod libovolným jménem (např. *"8004\_TS01\_HT01\_CT01\_MF01\_TF01\_4CH.smash"*) ve *"File", "Save As …"*
- 4. V menu *"Model"*, v okně *"Explorer"* (pokud není na Vaší obrazovce, aktivujete jej ve *"View"* zaškrtnutím *"Explorer"*) klikněte pravým tlačítkem myši a zvolte *"Create Group"*
- 5. V menu "Model" zvolte "Sketch" a dále pak "Lines"

Sim4Life ACADEMIC License								
FILE VIEW 3D VIEW HELP								
Model Simulation Analysis								
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	रु 🔳	I.	0	*	<u>ت</u>	۵	ĵA,	
Imp/Export 👻 Undo Redo Multi-Tree View	w Analysis Select	Sub	Snapping 👻		Sketch 🚽	Solids -	🕶 Templates 🔫	
Explorer	ά×						Shapes	
← → 🎓 🕴 🗢 🗀 🖬 Filters 🗸					<u>ت</u>	Ĵ	<del>ر</del> م	م م
Quick Search (Ctrl+F)	X				Rectangle	Arc	Spline	Lines
Model					ୖ	Т		œ
Model					Circle	Text	Point	Polygon
V 🥙 Grid (Active)							e Objects	
					⊗			
					Wire Block			
					₩			

6. Klikněte dvakrát levým tlačítkem myši na dvě rozdílná místa kdekoli v 3D okně a pak zmáčkněte na klávesnici *"ESC"* 







- Klikněte pravým tlačítkem myši na vytvořenou úsečku v okně "Explorer" a přejmenujte ji na "Dipole1\_Arm1"
- V okně "Properties" (pokud není na Vaší obrazovce, aktivujte jej ve "View" zaškrtnutím "Properties") změňte souřadnice prvního bodu "Point 0" úsečky na [300, 0, -175] a souřadnice druhého bodu úsečky "Point 1" na [300, 0, -8].

8004_TS01_HT01_CT01_MF01_TF01_4CH.smash - Sim4Uife ACADEMIC License										
FILE VIEW 3D VIEW HELP										
Model Simulation Analysis										
🗩 국· 오 🚼	1 I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	i. O								
Imp/Export 🚽 Undo Redo Multi-Tree View Analysis	Select Sub Snapping 🚽 Tools	👻 Sketch 👻 Solids 👻								
Explorer A ×	Properties	ф >	ĸ							
$\leftrightarrow$ $\Rightarrow$ $\widehat{\mathbf{n}}$ $\downarrow$ $\diamondsuit$ $\boxdot$ $\Box$ $\Box$ Filters $_{\checkmark}$		Show Expressions >								
Quick Search (Ctrl+F)	⊿ Dipole1_Arm1									
Model	Name	Dipole1_Am1								
🗹 🗎 Model	Visible									
Grid (Active)	Color	255,255,255								
Dipole1_Arm1 (=		ion 100								
	Rotation	0 0 0 deg								
	Translation									
	🖌 🔧 Lines									
	▲ Points									
	Point U	300 0 -175 mm								
	Point	300 0 -8 mm								
	Material Name									

- 9. Body 3-6 zopakujeme pro druhé rameno dipólu se jménem *"Dipole1\_Arm2"* a body úsečky [300, 0, 175] a [300, 0, 8].
- 10. Dále vytvořte úsečku mezi body [300, 0, -8] a [300, 0, 8] a pojmenujte ji "Dipole1\_Source"
- 11. Klikněte pravým tlačítkem myši na vytvořenou skupinu "Group 1" a přejmenujte ji na "Dipole1"
- 12. Označte všechny úsečky a přesuňte je do skupiny "Dipole1"

SHL 0004_1501_1101_0101_1101_4013110311		58U							
FILE VIEW 3D VIEW HELP		FILE VIEW 3D VIEW HELP							
Model Simulation Analysis		Model Simulation Analysis							
· 북 · ? · ? 🖞	Q	괰 ? ? 🛟	ত্ 🛛						
Imp/Export 🚽 Undo Redo Multi-Tree	View Analysis	s Imp/Export 🚽 Undo Redo Multi-Tree	View Analysis						
Explorer	ά×	Explorer	ά ×						
← → 育 🕴 👁 🗂 🗖 Filters 🚽		🗕 🔶 🎓 🕴 🗢 🖸 🗖 Filters 🗸							
Quick Search (Ctrl+F)	X		X						
Model		Model							
🗸 🛅 Model		Model							
Grid (Active)		🗹 🛷 Grid (Active)							
🗹 🔧 Dipole1_Arm1	-	🖌 🖌 🧮 Dipole1							
🗹 🔧 Dipole1_Arm2		Dipole1_Arm1 🗧							
Contraction Contra		Dipole1_Arm2							
🗹 🛅 Dipole1		Dipole1_Source							
ŝ									
Move									

- 13. Klikněte pravým tlačítkem myši na skupinu "Dipole1" a zvolte "Clone"
- Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů "Dipole1" na "Dipole2" a změňte souřadnice bodů pro "Dipole2\_Arm1" na [0, 300, -175]; [0, 300, -8], "Dipole2\_Arm2" na [0, 300, 8]; [0, 300, 175] a "Dipole2\_Source" na [0, 300, -8]; [0, 300, 8],
- 15. Zopakujte bod 11
- Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů "Dipole1" na "Dipole3" a změňte souřadnice bodů pro "Dipole3\_Arm1" na [-300, 0, -175]; [-300, 0, -8], "Dipole3\_Arm2" na [-300, 0, 8]; [-300, 0, 175] a "Dipole3\_Source" na [-300, 0, -8]; [-300, 0, 8]
- 17. Zopakujte bod 11







- Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů "Dipole1" na "Dipole4" a změňte souřadnice bodů pro "Dipole4\_Arm1" na [0, -300, -175]; [0, -300, -8], "Dipole4\_Arm2" na [0, -300, 8]; [0, -300, 175] a "Dipole4\_Source" na [0, -300, -8]; [0, -300, 8],
- 19. Vytvořte novou skupinu s názvem "Applicator" a přesuňte do ní všechny skupiny dipólů



- Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů "Dipole1" na "Dipole4" a změňte souřadnice bodů pro "Dipole4\_Arm1" na [0, -300, -175]; [0, -300, -8], "Dipole4\_Arm2" na [0, -300, 8]; [0, -300, 175] a "Dipole4\_Source" na [0, -300, -8]; [0, -300, 8],
- 21. V menu "Model" zvolte "Solids" a dále pak "Cylinder", "Radius" zvolte "300", "Height" "500" a zaškrtněte políčko "Centered"



22. Přejmenujte "*Cylinder"* na "*WaterBolus"* a přesuňte jej do skupiny "*Applicator"*. Změňte barvu na světle modrou







Explorer 4	ιx	Prop	erties				μ×
$\leftarrow \rightarrow \widehat{\mathbf{n}} \neq \mathbf{O}$						Show E	xpressions >
Quick Search (Ctrl+F)	Х		WaterBolus				
Model		- I	Name	WaterBolu	IS		
			Visible	$\checkmark$			
Srid (Active)		(	Color	0,255	.255		
			Opacity				100
			Transformation				
Dipole1 Arm1			Rotation				deg
Dipole1 Arm2			Translation	0	0	0	
Dipole1 Source							
			Radius	300			
Dipole2 Arm1			Castored	500		li I	nm
Dipole2 Arm2							
Dipole2 Source			Material Name				
⊿ ✓ E Dipole3			Hatchar Hame				
Dipole3 Arm1			Calors			×	
Dipole3 Arm2			Colors			~	
Dipole3 Source			Standard Custom				
Dipole4						OK	
Dipole4_Arm1			Colors:			U.K	
V S Dipole4_Arm2						Cancel	
🔽 🔧 Dipole4_Source							
✓ Ū WaterBolus	-						
					6	Select	
						Marci	
					_	New	
				ک ده			
				$\sim\sim$ (		Current	
					-	current	

23. Zvolte *"Imp/Export"* a dále *"Import"*. Zvolte *"iSeg Files (\*.prj)"* a importujte segmentaci *"8004\_TS01\_CT01.prj"* provedenou v předchozím cvičení. Při importu zaškrtněte možnosti *"Import Image Data", "Import Segmentation"* a *"Create Group"* 

*8004_TS01_HT01_CT01_MF01_TF01_4CH.smash - Sim4Life ACADEMIC									
FILE VIEW 3	d view	HELP							
Model Simulatio	n Ana	lysis							
<b>↓</b>	Ċ.	Ċ,	ਸੂਸ	ৃ ত্					
Imp/Export 🚽	Undo	Redo	Multi-Tree	View Analysis					
Im	port			ά×					
→			<b>~</b>						
Import				X					
Ex	port								
.⊷		+							
Export Model	Expo	rt Select	ted						

24. V okně "Explorer" klikněte na "8004\_TS01\_CT01 label" a dále v "Image Tools" zvolte "Genarate Surfcaes"

*8044_TS01_HT01_CT01_MF01_TF01_4CH.sm8sh - Sim4Ule ACADEMIC License																	
Model Simulation Analysis																	
🐉 🗘 ୯	개도	হ্ 🛛	R R	0	*		ů,		٥		Â	۵.	$\otimes$	6	6R		
Imp/Export 🚽 Undo Redo 🛛 N	Multi-Tree \	View Analysis	Select Sub	Snapping			Sketch				Templates 👻		Mesh Tools 🛛 👻	Image Tools 🛛 🚽	ViP Tools 🛛 🚽		
Explorer		<b>4</b> ×												<i>ัส</i> ต่		62	İSEG
← → 🔒 ∔ 🗢 🗂 🖬 Filters														<b>-۲۰۵۰</b> Crop Image	Generate Surfaces	Label Field	iSeg
Quick Search (Ctrl+F)		X															
Model															Generate Surfaces		
Model																	
Grid (Active)																	
Applicator     Applicator																	
▲ ♥ 8804_1501_C101		ام															
6004 TS01 CT01 label																	

25. Zaškrtněte *"Simplify Surface"* a zmačkněte *"Run"*, rekonstrukce může trvat několik minut v závislosti na rychlosti Vašeho PC







Surface Extraction		_		×					
Surface Extraction Instance Name File Format Smooth Surface Smolth Surface Smolth Surface Smolth Surface Decimation SetTings Background Label Decimation Parameters Minimum Edge Length Max Angle Deviation SetF-intersection Level	8004_TS01_CT01label dat 0 0 1 60 None/fat (0)	mm deg		×					
Simplify Surface									
Selec	Select Tissues								

26. Po odškrtnutí *"8004\_TS01\_CT01"* a *"Surrounding"* byste měli na Vašem PC obdržet podobný snímek



27. Zvolte skupinu "Applicator" a dále pak zvolte "Move" a pohněte myší nad modrou osu Z uprostřed aplikátoru tak, až se změní v bílou barvu. Se stisknutým levým tlačítkem myši posuňte aplikátor o -595mm ve směru osy Z, následně pak proveďte posun ve směru osy Y o +50 mm









- 28. Uložte projekt
- 29. V menu "Simulation" vyberte "New" a dále pal v záložce "EM FDTD" zvolte "Multiport"



30. V položce "Setup" zvolte "Simulation Time" "10" period a "Global Auto Termination" "None"







Explorer		<b>д X</b>
← → 🎓 🕴 👁 🗁 🖃 Filters 🖵 🚺		
Quick Search (Ctrl+F)	Quick Search (Ctrl+F)	Х
🔺 😵 EM - EM FDTD Multiport		
🔀 🔀 Setup		
▷ 🍪 Materials (1)		
Ports		
(***) Lumped Elements		
Sensors (1)		
▷ ∂Ω Boundary Conditions (1)		
Grid (Empty) (1)		
Voxels (1)		
🙊 Solver		
Descention		
Properties		4 ^
	SI	now Expressions >
🔺 💥 Setup		
ID		
Simulation Time Unit	Periods	
Simulation Time	10	Periods
Global Auto Termination	None	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Relative Time-Step Factor		
Notes	Simulation created: 15.05.2020 14:39	

31. Zmáčkněte pravým tlačítkem myši položku *"Ports"* a vyberte *"New Settings"* a dále pak *"Edge-Port"* 



32. V *"Edge Port Settings"* zvolte *"Frequency" "70MHz", "Hz"* změníte na *"MHz"* pokud na *"Hz"* dvakrát kliknete levým tlačítkem myší, změnu *"MHz"* zpět na *"Hz"* pak klikněte dvakrát pravým tlačítkem myši.



33. Aktivujte *"Multi-Tree"* a následně vyberte všechny zdroje (výběr je možný pomocí myši se stisknutou klávesou *"CTRL"*) a přetáhněte tyto objekty (pomocí myši se stisknutým levým tlačítkem) do položky *"Edge Source Settings"* 







*8004_TS01_HT01_CT01_MF01_T	FF01_4CH.smash - Si	im4Life ACADEMIC Lic	ense				
FILE VIEW 3D VIEW HELP							
Model Simulation Analysis							
Q* Kew → Multi-Tree	Q View Analysis	Material Database	Source Signals	Update Grid	Auto Grid Update	Create Voxels	Reset Voxe
Explorer				μ×	Multi-Tree		μ×
← → Â ↓ ∞ □ Filters Quick Search (Ctrl+F)	• - <b>I</b>			x	Model ← → ∩ ↓ ●	Simulation	è Analysis ▼
× Setup      №      Ø Materials (1)      Ø Ports (1)	I.				Quick Search (Ctrl+F) Model		X
C Gige Port Settings     C Gige Port Settings     Lumped Elements     Sensors (1)     OΩ Boundary Conditions (1)     Grid (Empty) (1)     Overla (1)	Create Link				Model Model Model Model Applicator Dipole Dip	re) r :1 pole1_Arm1 pole1_Arm2	
Properties		_	_	<b>т</b> ×	∠ <mark>}</mark> Dipole	pole1_Source	+
			Show E	xpressions >	Dij V v Dij	pole2_Arm1 pole2_Arm2	
✓ IC Edge Port Settings Excitation Signal Frequency Reference Load	F 7 8	Harmonic 70 50	MH Ohr	z n	✓ ་ Dipole ▲ ✓ ■ Dipole ✓ * Dip ✓ * Dip	pole2_Source e3 pole3_Arm1 pole3_Arm2	
Distribute Along Line		]			کی اور A Contraction (Contraction) کی اور A Contraction (Contraction) کی اور A Contraction (Contraction) کی اور A Contraction (Contraction) A Contraction (Contraction)	pole3_Source	

34. Zmáčkněte pravým tlačítkem myši položku "Materials" a zvolte "New Setting"



35. Přejmenujte "Material Settings" na "PEC" a okně "Properties" změňte "Type" na "PEC"



36. V "Multi-Tree" označte všechny ramena všech dipólů a přetáhněte je do materiálu "PEC"







Explorer		<b>т</b> ×	Multi-Tree		ф ×
← → 🎓 🕴 👁 🗀 🖬 Filters 🚽 🚺			*	Â	è
Quick Search (Ctrl+F)	Quick Search (Ctrl+F)	X	Model	Simulation	Analysis
EM - EM FDTD Multiport			<b>+ → îi +</b>	👁 🗠 📃 Filte	ers 🚽
Setup					X
▲ 893 Materials (2)			Model		
			🔹 🛅 Model		
A Borts (1)			🗹 🕸 Grid (A	ctive)	
O ■C Edge Port Ottings (4)			🔺 🗹 🛅 Applica	ator	
Lumped Elements			🔺 🗹 🗖 Dip	ole1	
Create Link Sensors (2)				Dipole1_Arm1	-
▷ ∂Ω Boundary Conditions (1)				Dipole1_Arm2	
				Dipole I_Source	
Properties		μ×		Dinole2 Arm1	
		Show Expressions >	<b>1</b>	Dipole2 Arm2	
4 PEC			V ~	Dipole2_Source	
Reference Database			🔺 🗹 🛅 Dip	oole3	
Reference Material			۲ 🗹	Dipole3_Arm1	
Туре	PEC		۲ 🗹	Dipole3_Arm2	
			∽*	Dipole3_Source	
			🛛 🖌 🗖 Dip	ole4	
				Dipole4_Arm1	
				Dipole4_Arm2	
			✓ <mark>*</mark> ✓ *	Dipole4_Arm2 Dipole4 Source	

37. Vytvořte nový materiál, přejmenujte jej na *"Water"*, v okně *"Properties"* změňte *"Electric Conductivity"* na *"0.002"* S/m, *"Relative Permitivity"* na *"80"* a přetáhněte z *"Multi-Tree"* okna *"WaterBolus"* objekt do tohoto materiálu



38. Vytvořte nový materiál, přejmenujte jej na *"Muscle"* a přetáhněte do něj *"Muscle"* objekt z *"8004\_TS01\_CT01 label"*. Dále pak klikněte pravým tlačítkem myši na materiál *"Muscle"*, vyberte v databázi *"Muscle [IT'IS 4.0]"*, klikněte na *"Assign"* a pak zavřete databázi







Explore	er										ųΧ
← →		ت 🗖	Filters 🕳 🚺	]							
Ouick	Search (Ctrl+F)			- x	Ouick S	earch (Ctrl	+ F)				¬х
	Search (CIII+r)           EM - EM FDTD I           Setup           B Materials (4           Image: Image of the second s	Multiport ) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1)	v Settings	Î		Muscle (80	÷r)	_TS01_CT01 labe			
	O ■C Edge P	🚳 Assi									
	Lumped Ele	Сор	y Material to	Database							
Proper	ties	🕮 Upo	late Material								μ×
111 Ass	sign Material									-	
Assign	Review										
Settings											
Air								Lung (1115 LF 4.0) Lymph (1115 4.0)		Assign	-
PEC										Assign	
Water								Lymphnode [IT1S 4.0]	*	Assign	
Muscle								Lympfviode (1115 LF 4.0)	*	Assign	
								Mandble (IT1S 4.0)	-	Assign	
								Mandble [ITIS LF 4.0]	2	Assign	
								Medula Obiongata (ITTS 4.0) Medula Obiongata (ITTS 1.E.4	8	Assign	
								Menisous [ITIS 4.0]	×	Assign	
								Meniacus (IT'IS LF 4.0)	*	Assign	
								Mercury [Generic 1.1]	×	Assign	_
								Mobrain (1115 4.0) Mohrain (1115 1.5.4.0)	5	Assign	
								Mucous Membrane [ITIS 4.0]	2	Assign	
								Mucous Membrane [ITTIS LF 4	×	Assign	
								Muscle (ITIS 4 0)	V	Assign	
								N		Angu	_
								Nerve [IT1S 4.0]	2	Assign	
								Nerve [IT1S LF 4.0]	8	Assign	
								Nichrome (Generic 1.1)	-	Assign	
								Nylon (610) [Generic 1.1]	2	Assign	
_											
								Dvary [[T15 4.0]	8	Assign	
							-	ovary (115 LF 4.0)	1	Assign	

39. Zopakujte krok 36 pro všechny tkáně v *"8004\_TS01\_CT01 label"* a jednotlivým tkáním přiřaďte tyto materiály *"Fat [IT'IS 4.0]"*, *"Bone (Cortical) [IT'IS 4.0]"*, *"Lung [IT'IS 4.0]"*, *"Kidney [IT'IS 4.0]"* a *"Urinary Bladder Wall [IT'IS 4.0]"*. *"Air\_internal"* přiřaďte do již existujícího materiálu *"Air"* a *"Surrounding"* nepřiřazujte žádnému materiálu.



40. V záložce "Grid (Empty) (1)", klikněte pravým tlačítkem myši na "Automatic – Default (20)", zvolte "New Settings" a "To Manual"







Explorer		
< → Â + ⊙ ⊡ [	Filters 🚽 🚺	
Quick Search (Ctrl+F)		X Quick Search (Ctrl+F)
🔺 😵 EM - EM FDTD Multipe	ort	🔧 Dipole4_Source (Applicator/Dipole4
🔀 Setup		Dipole3_Source (Applicator/Dipole3
B 23 Materials (9)		Dipole2_Source (Applicator/Dipole2
Ports (1)		Dipole1_Source (Applicator/Dipole1
Lumped Elements		Dipole4_Arm1 (Applicator/Dipole4)
Sensors (2)		Dipole4_Arm2 (Applicator/Dipole4)
Description of the base o	ons (1)	Dipole2_Arm1 (Applicator/Dipole2)
🔺 🎹 Grid (Empty) (1)		Dipole3_Arm1 (Applicator/Dipole3)
🗢 🏪 Automatic - 🏱	afault (20)	Dingle3 Arm2 (Applicator/Dingle3)
Voxels (1)	New Settings	Automatic 2)
🐼 Solver	🔄 Update Grid	🗰 Manual 👘
	🐹 🛛 Auto Grid Update	e 🏥 To Automatic 🗘
	🔄 Copy Grid Configu	uration 🏥 To Manual

- 41. Smažte prázdnou "Automatic Default"
- 42. Vyberete "Grid (Empty) (1)" a v okně "Properties" změňte "Discretization Settings" z "Automatic" na "Manual" a nastavte "Maximum Step" na "25" mm a "Resolution" na "5" mm. Dále změňte "Padding Settings" na "Manual" a zvolte "Bottom Padding" i "Top Padding" "100" mm. V části "Manual" změňte "Maximum Step" ve všech směrech na "5" mm, "Geometry Resolution" také ve všech směrech na "5" mm a "Priority" na "0"

	<ul> <li>↓ Grid (Empty) (1)</li> <li>○ ∰ Manual - 5 mm (20)</li> <li>▷ ♀ Voxels (1)</li> <li>♀ Solver</li> </ul>	ļ	م م کر گر گر گر	Dipole1_Arm2 Dipole4_Arm2 Dipole2_Arm1 Dipole4_Arm1	(Applica (Applica (Applica (Applica	ator/Dipole1) ator/Dipole4) ator/Dipole2) ator/Dipole4)	Ţ	
Properties 4 >								
						Show Expression	is >	
4	III Grid (Empty)							
	Discretization Settings		Manual					
	Maximum Step	Ξ						
	Resolution	-						
	Grading	-	20					
	Relaxation	-						
	Padding Settings		Manual					
	Bottom Padding	=						
	Top Padding	-	100					
	Extra Bottom Padding	-				Cells		
	Extra Top Padding	-				Cells		
4	Manual 🛛							
	Subgrid Mode		None					
	Maximum Step	-						
	Geometry Resolution	-						
	Priority		0					

43. Klikněte prvým tlačítkem myši na "Grid (Empty) (1)" a zvolte "Update Grid"



44. Klikněte pravým tlačítkem myši na položku *"Voxels (1)"* a zvolte *"New Settings"* a dále pak *"Automatic"* 









45. Pro nově vzniklé "Automatic Voxeler Settings 2" zvyšte v okně "Properties" "Priority" na "1"



46. Klikněte na "Automatic Voxeler Settings", vyberte všechny tkáně a přesuňte je do "Automatic Voxeler Settings"



47. Klikněte pravým tlačítkem myši na "Voxels (2)" a zvolte "Create Voxels"









48. V položce *"Solver"* změňte *"Kernel"* na *"CUDA"* pokud používáte plnou verzi Sim4Life (Sim4Life Light neumožňuje akceleraci GPU)



- 49. Klikněte pravým tlačítkem na položku "Solver" a zvolte "Run"
- 50. Po provedení výpočtu přepněte do menu "Analysis"



51. Klikněte pravým tlačítkem myši na *"EM – EM FDTD Multiport"* a vyberte *"HyperT Optimizer"*, (Sim4Life Light neobsahuje tuto licenci pro optimalizaci)







Explorer								
← → 俞 + ⊙ ⊡ 🗖	Filters	<b>-</b>						
Quick Search (Ctrl+F)								
EM - EM FDTD Multiport								
		Delete	Delete					
	Ľ,	Copy Parameters	Ctrl+C					
	ı ص	Clone						
	ి	To Python (selected)						
		Imp/Export	Þ					
	비	Multi-Tree						
	4	Sweep						
	2	Group Selection						
	ഷി	Workbench						
Properties	<b>_</b> ~							
Settings	×	Reset Analysis						
Refresh		TXCOIL	Þ					
	P	HyperT Optimizer						

52. Zaškrtněte "Maximize" u "Bladder (8004\_TS01\_CT01 label)", zvolte "Weight" "2" a následně klikněte na "Refresh"

54004_TS01_HT01_CT01_MF01_TF01_4CH.smash - Sim4	4Life ACADEMIC Licer	ise						
FILE VIEW 3D VIEW HELP								
Model Simulation Analysis								
🌾 국국 😫	<b>X</b>	÷	×	9	₩			
Imp/Export 👻 Multi-Tree Sweep	Group Selection	Workbench	Reset Analysis	User Defined	✓ Plot			
Explorer	Properties	_		_	_	џ×		
	Pipeline Option	S				4		
Quick Search (Ctrl+F)								
🖌 😧 EM - EM FDTD Multiport	Label							
P Hyperthermia Field Optimizer	Label							
	Ontions							
	Region Of Interest (	ROI)						
Output View	Target Output Pow	er						
← → 📦 ↓ 👁 🗂 🖃 Filters 🚽								
Quick Search (Ctrl+F)	Masking Option					4		
	Untick All	Rese	t List	Max All	Min All			
🖌 🖉 Hyperthermia Field Optimizer	Maximize	Minimize	Entity		Veight	î		
Hyperthermia SAR + Weights		$\checkmark$	Background					
SAR Maximization Exposure Matrix		$\checkmark$	Dipole3_Arm1 (A	pplicator/Di 1				
SAR Minimization Exposure Matrix		$\checkmark$	Dipole3_Arm2 (A	pplicator/Di 1				
<ul> <li>Hypertnermia EI. Loss Density(x,y,z,t0)</li> <li>Hyperthermia SAR(x,y,z,t0)</li> </ul>		$\checkmark$	Dipole1_Arm2 (A	pplicator/Di 1				
		$\checkmark$	Dipole4_Arm2 (A	pplicator/Di 1				
		$\checkmark$	Dipole2_Arm1 (A	pplicator/Di 1				
		$\checkmark$	Dipole4_Arm1 (A	pplicator/Di 1				
		$\checkmark$	WaterBolus (App	olicator) 1				
		$\checkmark$	Dipole2_Arm2 (A	pplicator/Di 1				
		$\checkmark$	Dipole1_Arm1 (A	pplicator/Di 1				
		$\checkmark$	Lung (8004_TS01	_CT01 label) 1				
		$\checkmark$	Kidney (8004_TS	)1_CT01 label) 1				
		$\checkmark$	Bone (8004_TS01	_CT01 label) 1				
		$\checkmark$	Air_internal (800-	4_TS01_CT01 I 1				
			Fat (8004_TS01_C	T01 label) 1				
			Bladder (8004_TS	01_CT01 label) 2				
			Muscle (8004_TS	01_CT01 label) 1				







53. Optimalizované amplitudy a fáze signálů jednotlivých dipólových antén je možné zobrazit v "Output View" okně a položce "Hypertehrmia SAR + Weights" a následně "Table View"



54. Výslednou SAR distribuci je pak možné zobrazit v záložce *"Hyperthermia SAR(x,y,z,f0)"* a dále pak *"Viewers"* a *"Slice Viewer"* 













