



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 akcelarovat 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:

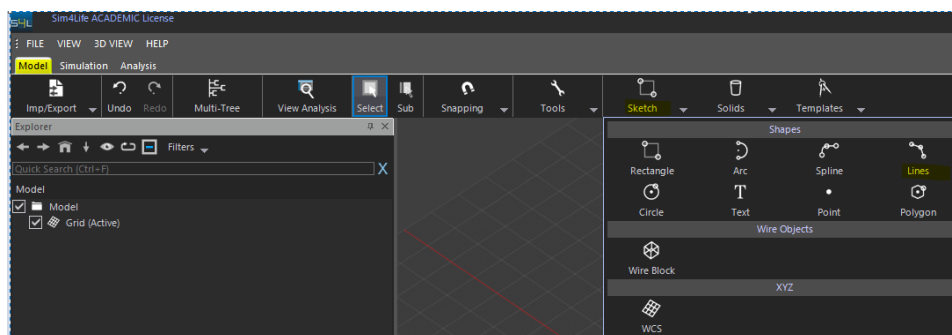
Cílem tohoto laboratorního cvičení je vytvořit numerický model aplikátoru, importovat anatomicky věrný model pacienta, vypočítat a analyzovat klinicky realistické nastavení plánování léčby hypertermie.

Popis použitých zařízení/přístrojů:

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

2. Návod na úlohu

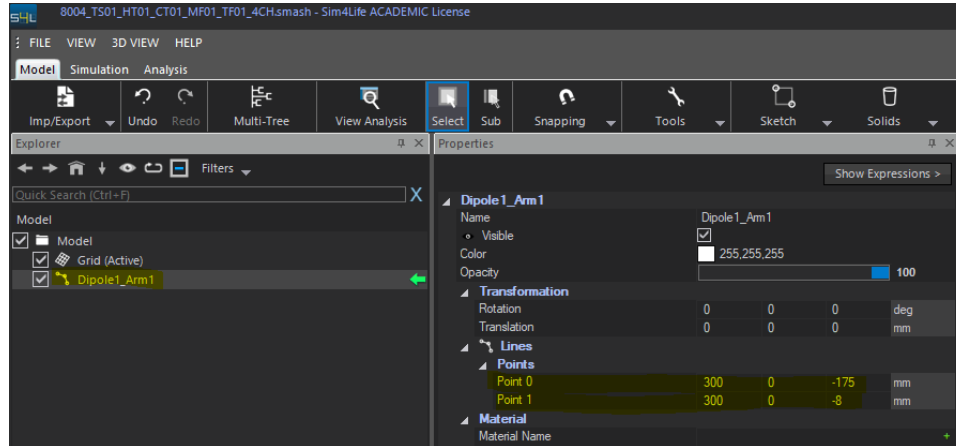
3. Spustíte „Sim4Life.exe“ a uložíte projekt pod libovolným jménem (např. „8004_TS01_HT01_CT01_MF01_TF01_4CH.smash“) ve „File“, „Save As ...“
4. V menu „Model“, v okně „Explorer“ (pokud není na Vaší obrazovce, aktivujete jej ve „View“ zaškrtnutím „Explorer“) klikněte pravým tlačítkem myši a zvolte „Create Group“
5. V menu „Model“ zvolte „Sketch“ a dále pak „Lines“



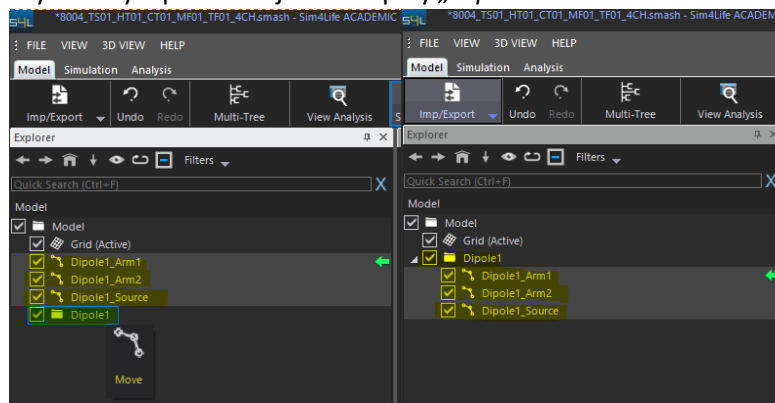
6. Klikněte dvakrát levým tlačítkem myši na dvě rozdílná místa kdekoli v 3D okně a pak zmáčkněte na klávesnici „ESC“



7. Klikněte pravým tlačítkem myši na vytvořenou úsečku v okně „Explorer“ a přejmenujte ji na „Dipole1_Arm1“
8. 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].

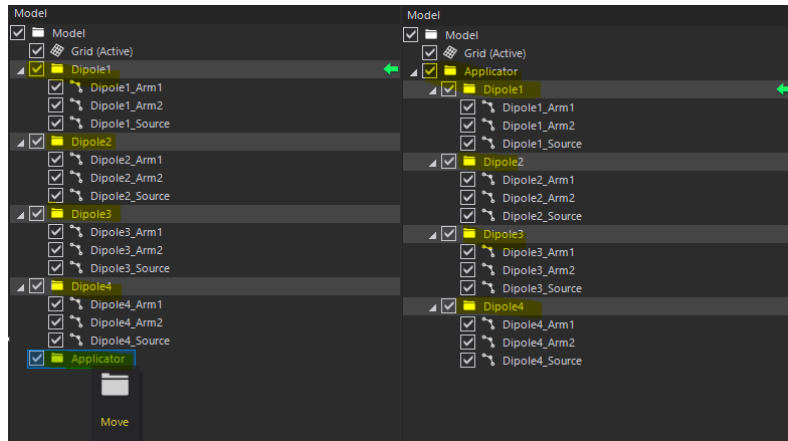


9. Body 3-6 zopakujeme pro druhé rameno dipólu se jménem „Dipole1_Arm2“ a body úsečky [300, 0, 175] a [300, 0, 8].
10. Dále vytvořte úsečku mezi body [300, 0, -8] a [300, 0, 8] a pojmenujte ji „Dipole1_Source“
11. Klikněte pravým tlačítkem myši na vytvořenou skupinu „Group 1“ a přejmenujte ji na „Dipole1“
12. Označte všechny úsečky a přesuňte je do skupiny „Dipole1“

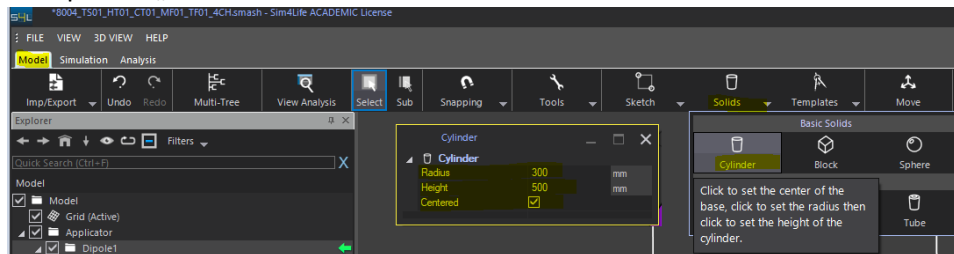


13. Klikněte pravým tlačítkem myši na skupinu „Dipole1“ a zvolte „Clone“
14. Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů „Dipole1“ na „Dipole2“ a změňte souřadnice bodů pro „Dipole2_Arm1“ na [0, 300, -175]; [0, 300, -8], „Dipole2_Arm2“ na [0, 300, 8]; [0, 300, 175] a „Dipole2_Source“ na [0, 300, -8]; [0, 300, 8],
15. Zopakujte bod 11
16. 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

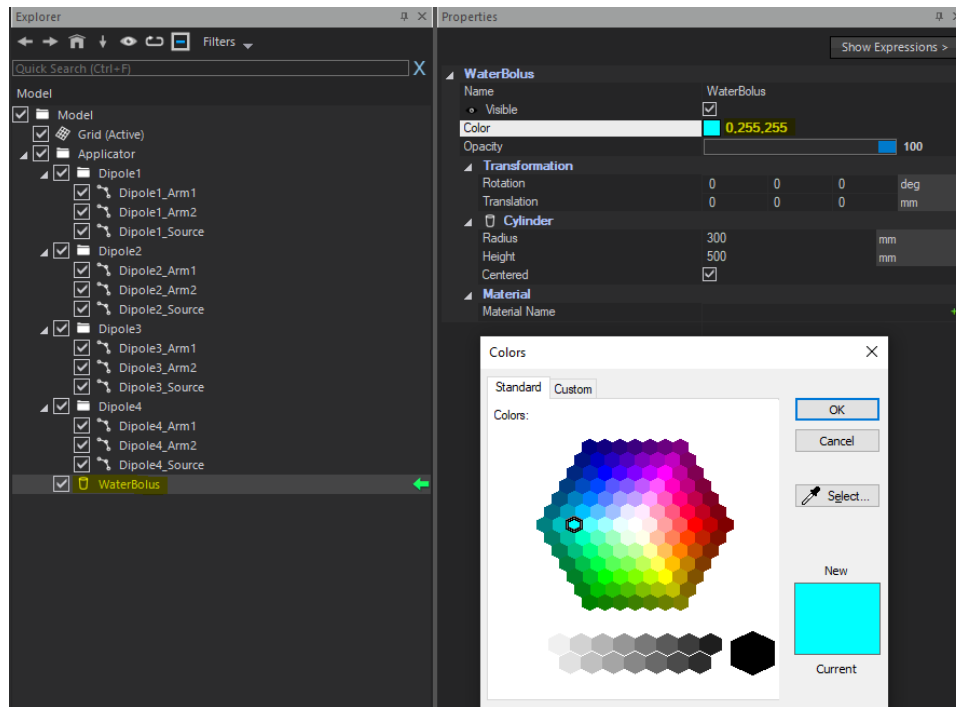
18. Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů „Dipole1“ na „Dipole4“ a změňte souřadnice bodů pro „Dipole4_Arm1“ na [0, -300, -175]; [0, -300, -8], „Dipole4_Arm2“ na [0, -300, 8]; [0, -300, 175] a „Dipole4_Source“ na [0, -300, -8]; [0, -300, 8],
19. Vytvořte novou skupinu s názvem „Applicator“ a přesuňte do ní všechny skupiny dipólů



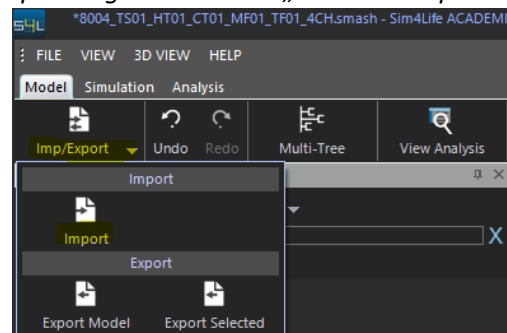
20. Nahraďte v názvech nově vzniklých objektů „Dipole1“ na „Dipole4“ a změňte souřadnice bodů pro „Dipole4_Arm1“ na [0, -300, -175]; [0, -300, -8], „Dipole4_Arm2“ na [0, -300, 8]; [0, -300, 175] a „Dipole4_Source“ na [0, -300, -8]; [0, -300, 8],
21. V menu „Model“ zvolte „Solids“ a dále pak „Cylinder“, „Radius“ zvolte „300“, „Height“ „500“ a zaškrtněte políčko „Centered“



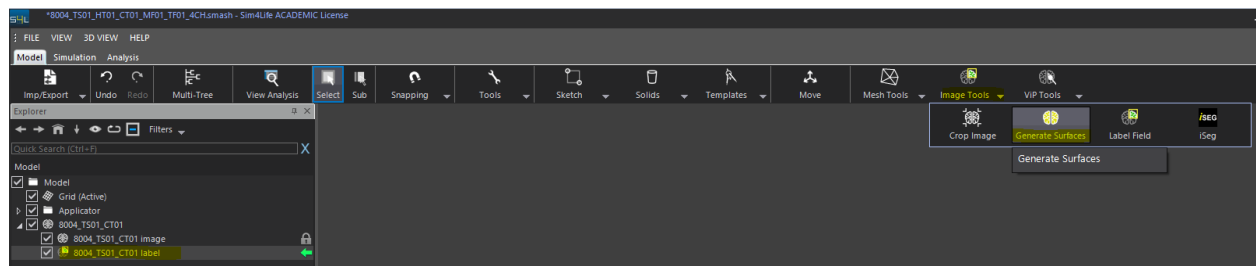
22. Přejmenujte „Cylinder“ na „WaterBolus“ a přesuňte jej do skupiny „Applicator“. Změňte barvu na světle modrou



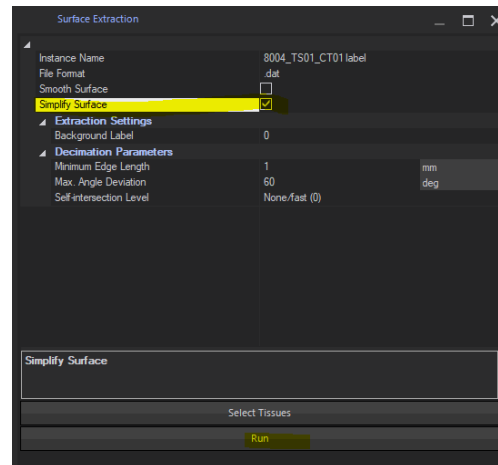
23. Zvolte „Imp/Export“ a dále „Import“. Zvolte „iSeg Files (*.prj)“ a importujte segmentaci „8004_TS01_CT01.prj“ provedenou v předchozím cvičení. Při importu zaškrtněte možnosti „Import Image Data“, „Import Segmentation“ a „Create Group“



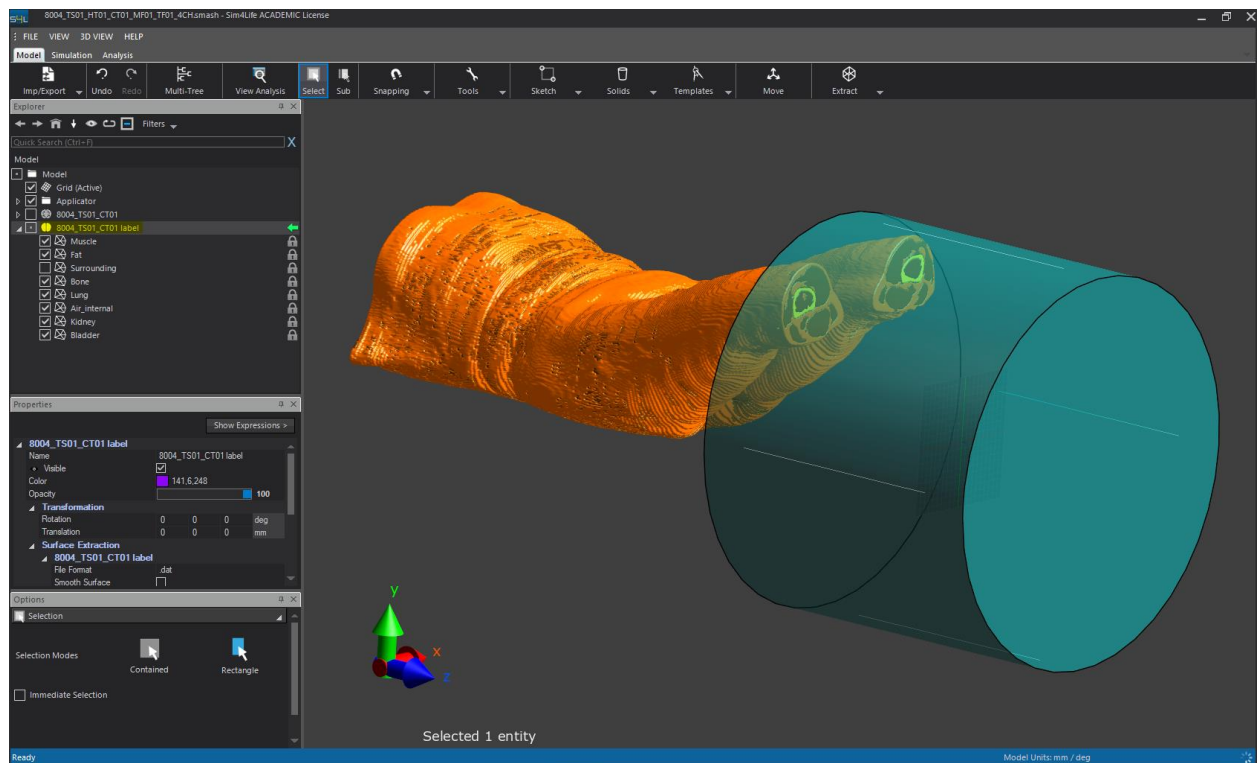
24. V okně „Explorer“ klikněte na „8004_TS01_CT01 label“ a dále v „Image Tools“ zvolte „Generate Surfaces“



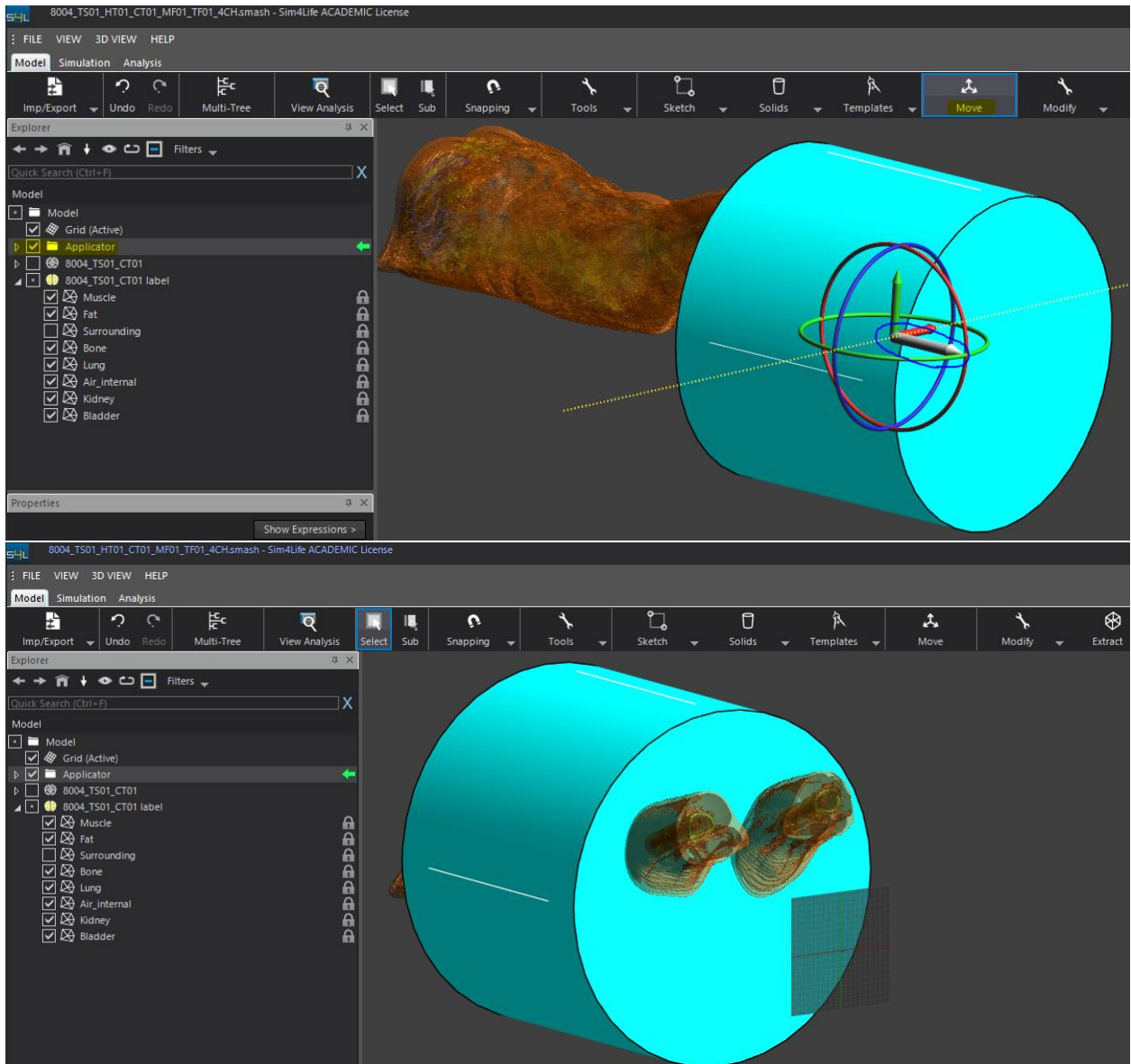
25. Zaškrtněte „Simplify Surface“ a zmačkněte „Run“, rekonstrukce může trvat několik minut v závislosti na rychlosti Vašeho PC



26. Po odškrtnutí „8004_TS01_CT01“ a „Surrounding“ byste měli na Vašem PC obdržet podobný snímek

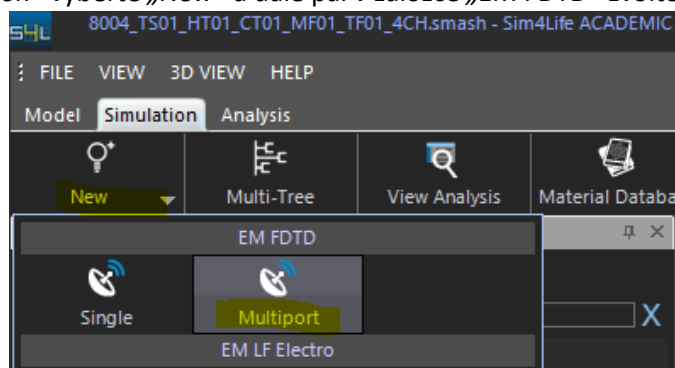


27. Zvolte skupinu „Applicator“ a dále pak zvolte „Move“ a pohněte myší nad modrou osu Z uprostřed aplikátoru tak, až se změní v bílou barvu. Se stisknutým levým tlačítkem myši posuňte aplikátor o -595mm ve směru osy Z, následně pak proveďte posun ve směru osy Y o +50 mm

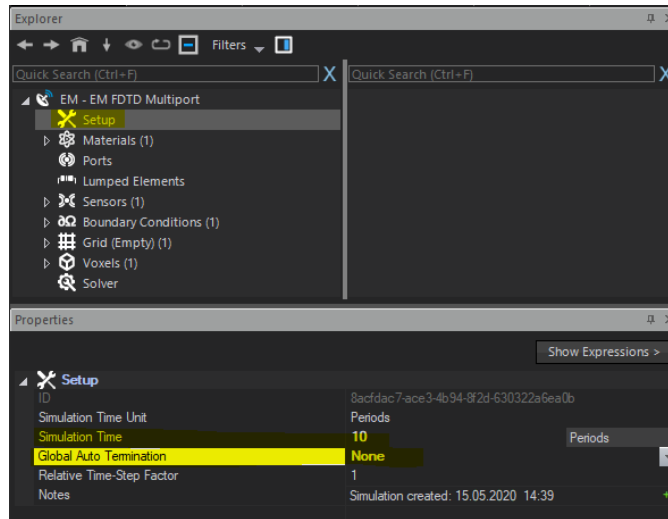


28. Uložte projekt

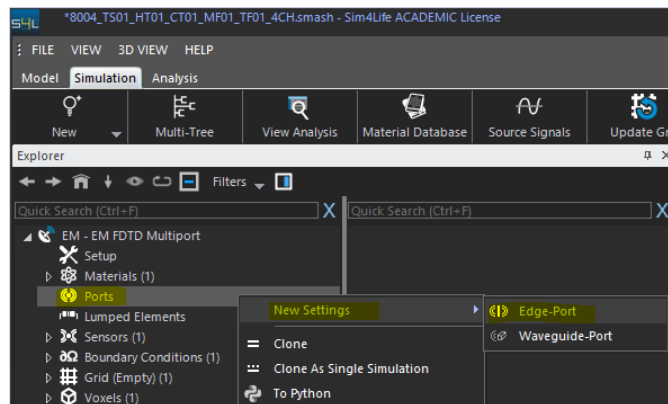
29. V menu „Simulation“ vyberte „New“ a dále pal v záložce „EM FDTD“ zvolte „Multiport“



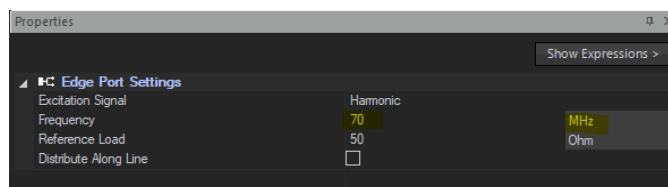
30. V položce „Setup“ zvolte „Simulation Time“ „10“ period a „Global Auto Termination“ „None“



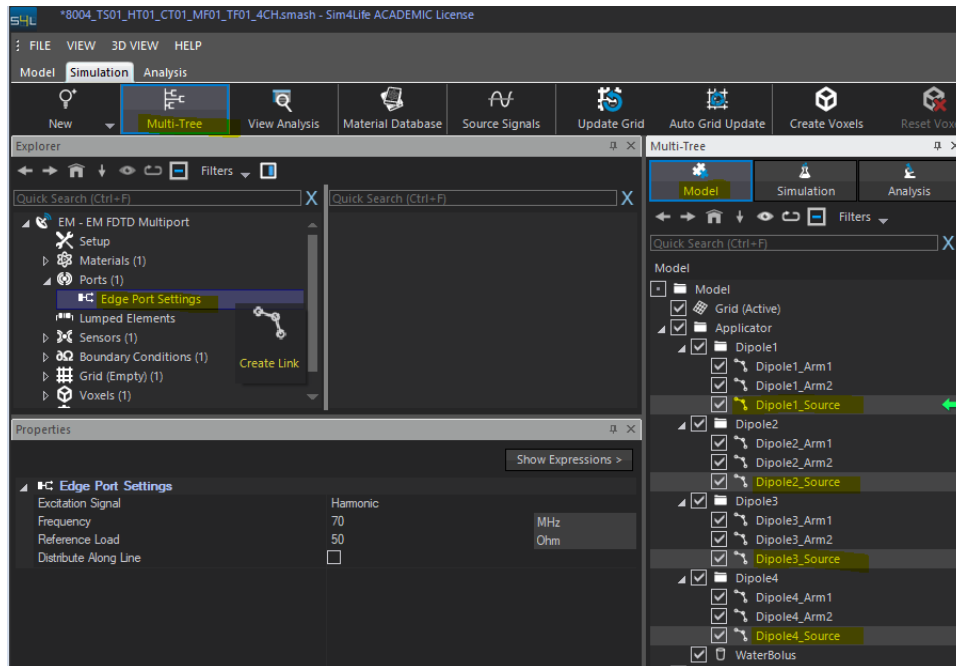
31. Zmáčkněte pravým tlačítkem myši položku „Ports“ a vyberte „New Settings“ a dále pak „Edge-Port“



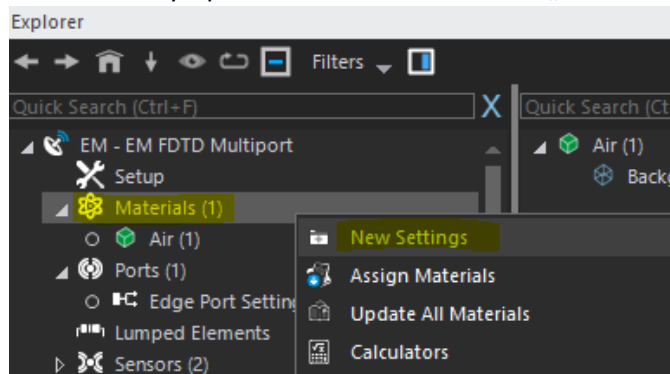
32. V „Edge Port Settings“ zvolte „Frequency“ „70MHz“, „Hz“ změňte na „MHz“ pokud na „Hz“ dvakrát kliknete levým tlačítkem myši, změnu „MHz“ zpět na „Hz“ pak klikněte dvakrát pravým tlačítkem myši.



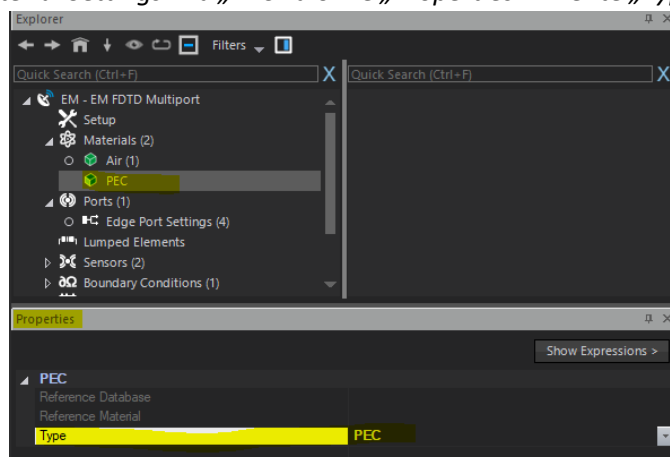
33. Aktivujte „Multi-Tree“ a následně vyberte všechny zdroje (výběr je možný pomocí myši se stisknutou klávesou „CTRL“) a přetáhněte tyto objekty (pomocí myši se stisknutým levým tlačítkem) do položky „Edge Source Settings“



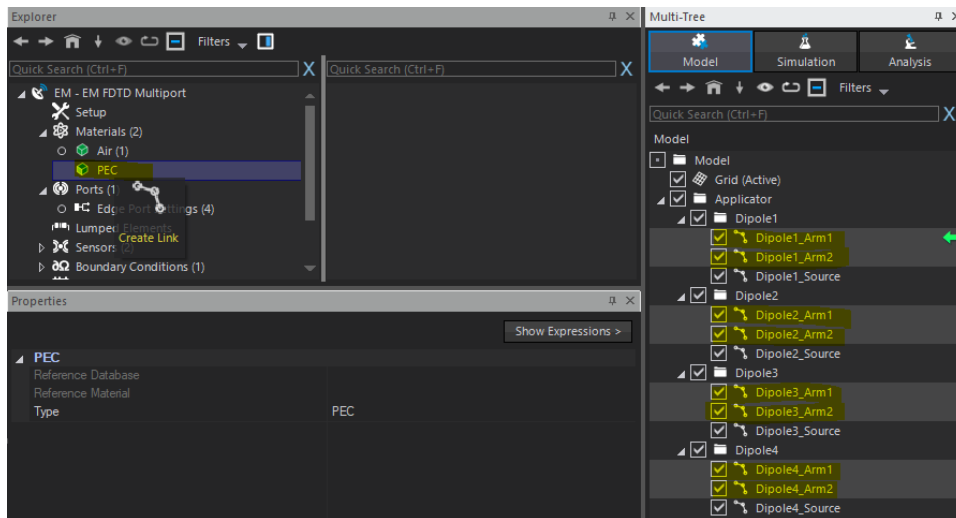
34. Zmáčkněte pravým tlačítkem myši položku „Materials“ a zvolte „New Setting“



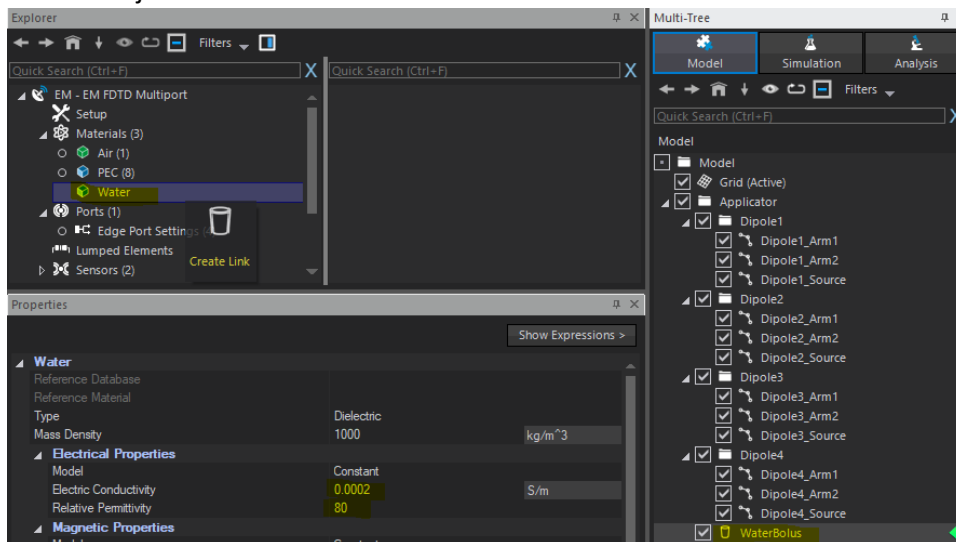
35. Přejmenujte „Material Settings“ na „PEC“ a okně „Properties“ změňte „Type“ na „PEC“



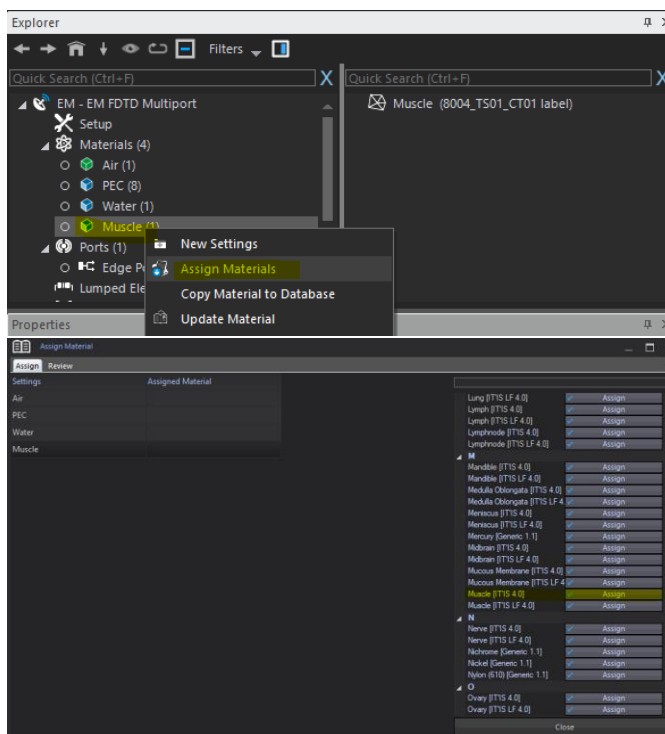
36. V „Multi-Tree“ označte všechny ramena všech dipólů a přetáhněte je do materiálu „PEC“



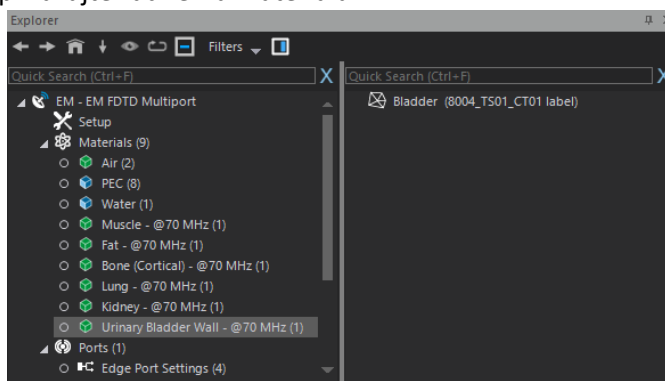
37. Vytvořte nový materiál, přejmenujte jej na „Water“, v okně „Properties“ změňte „Electric Conductivity“ na „0.002“ S/m, „Relative Permittivity“ na „80“ a přetáhněte z „Multi-Tree“ okna „WaterBolus“ objekt do tohoto materiálu



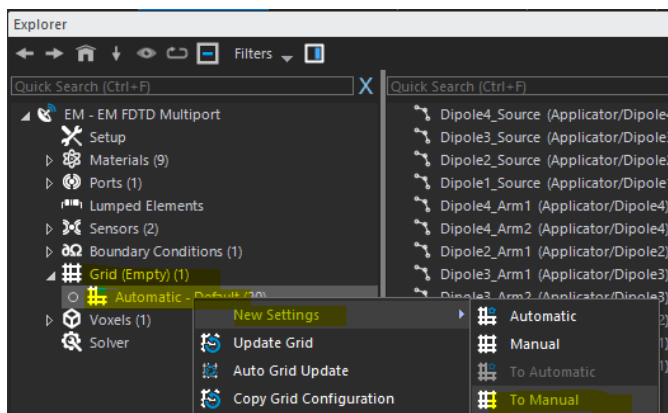
38. Vytvořte nový materiál, přejmenujte jej na „Muscle“ a přetáhněte do něj „Muscle“ objekt z „8004_TS01_CT01 label“. Dále pak klikněte pravým tlačítkem myši na materiál „Muscle“, vyberte v databázi „Muscle [IT'IS 4.0]“, klikněte na „Assign“ a pak zavřete databázi



39. Zopakujte krok 36 pro všechny tkáně v „8004_TS01_CT01 label“ a jednotlivým tkáním přiřadte 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“ přiřadte do již existujícího materiálu „Air“ a „Surrounding“ nepřirazuje žádnému materiálu.

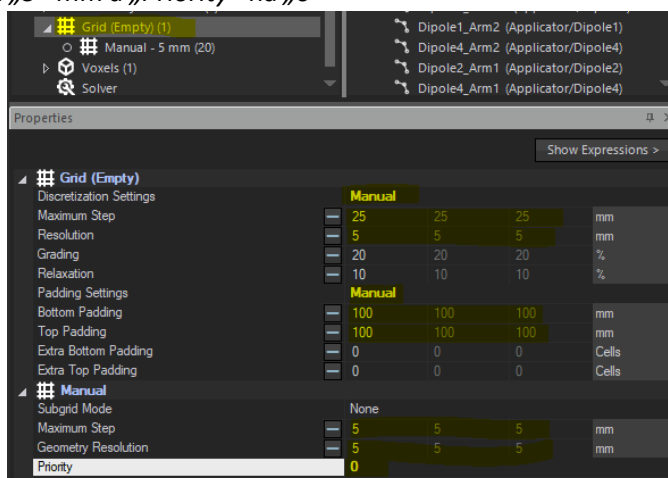


40. V záložce „Grid (Empty) (1)“, klikněte pravým tlačítkem myši na „Automatic – Default (20)“, zvolte „New Settings“ a „To Manual“

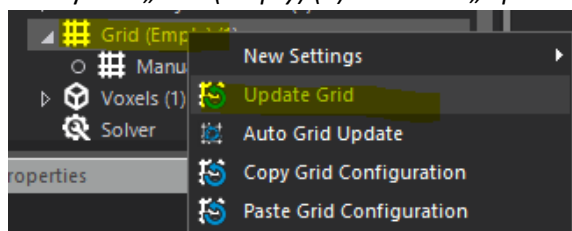


41. Smažte prázdnou „Automatic - Default“

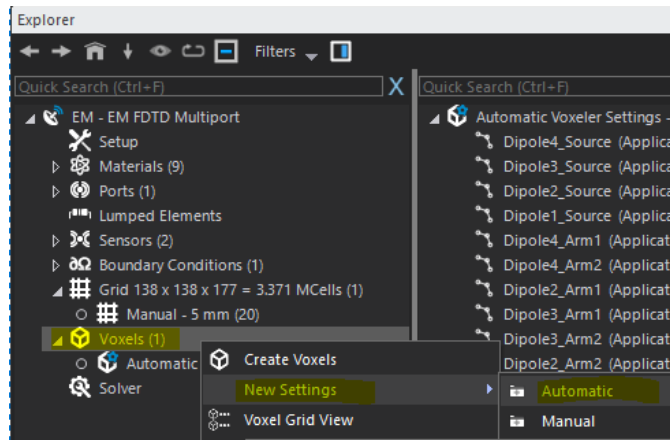
42. Vyberete „Grid (Empty) (1)“ a v okně „Properties“ změňte „Discretization Settings“ z „Automatic“ na „Manual“ a nastavte „Maximum Step“ na „25“ mm a „Resolution“ na „5“ mm. Dále změňte „Padding Settings“ na „Manual“ a zvolte „Bottom Padding“ i „Top Padding“ „100“ mm. V části „Manual“ změňte „Maximum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



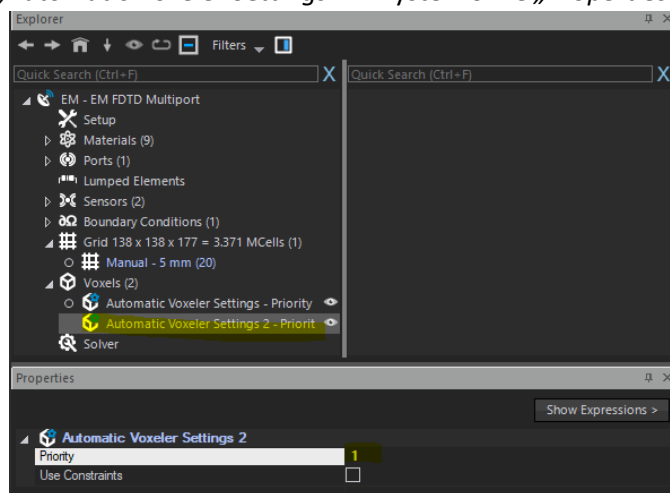
43. Klikněte prvním tlačítkem myši na „Grid (Empty) (1)“ a zvolte „Update Grid“



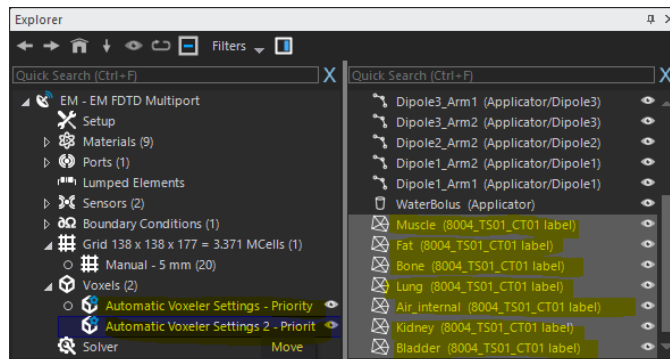
44. Klikněte pravým tlačítkem myši na položku „Voxels (1)“ a zvolte „New Settings“ a dále pak „Automatic“



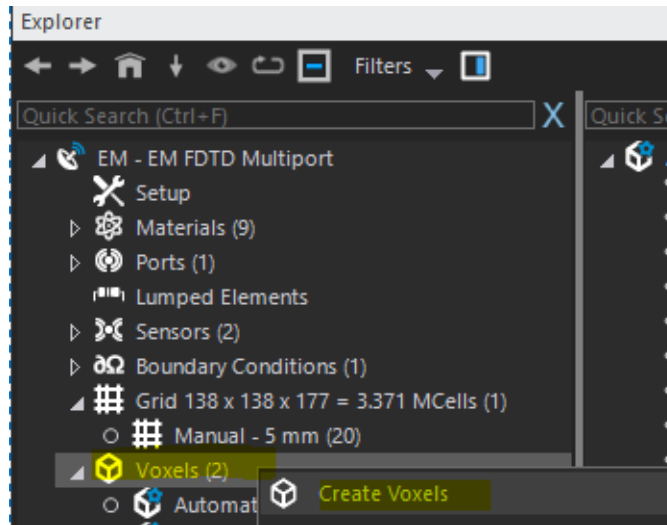
45. Pro nově vzniklé „Automatic Voxeler Settings 2“ zvýšte v okně „Properties“ „Priority“ na „1“



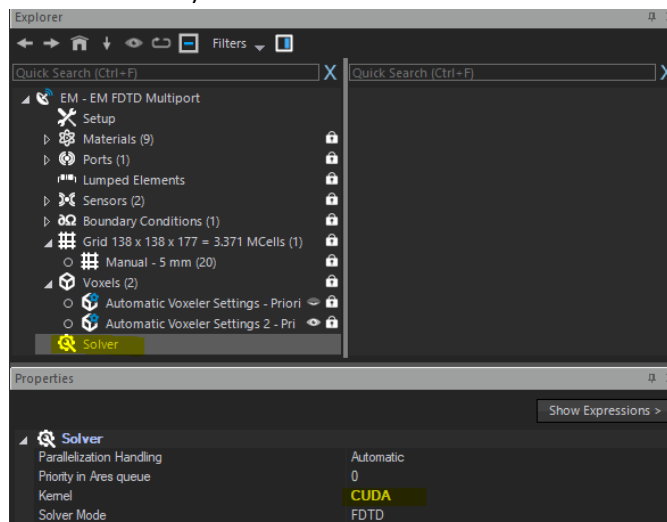
46. Klikněte na „Automatic Voxeler Settings“, vyberte všechny tkáně a přesuňte je do „Automatic Voxeler Settings“



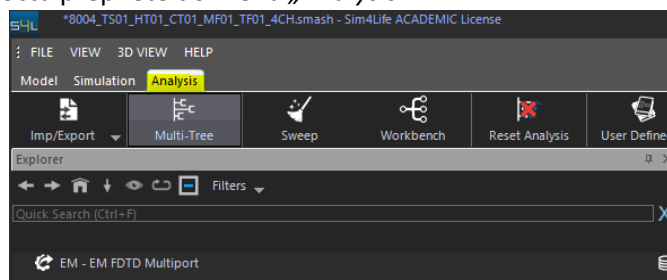
47. Klikněte pravým tlačítkem myši na „Voxels (2)“ a zvolte „Create Voxels“



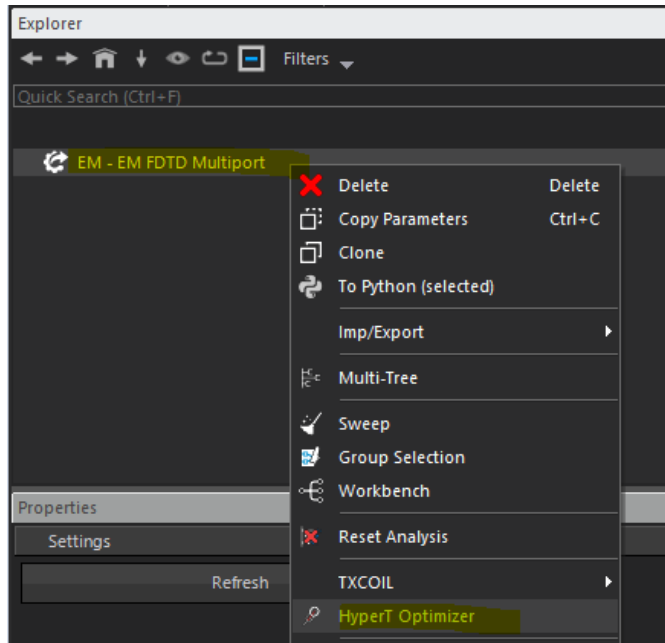
48. V položce „Solver“ změňte „Kernel“ na „CUDA“ pokud používáte plnou verzi Sim4Life (Sim4Life Light neumožňuje akceleraci GPU)



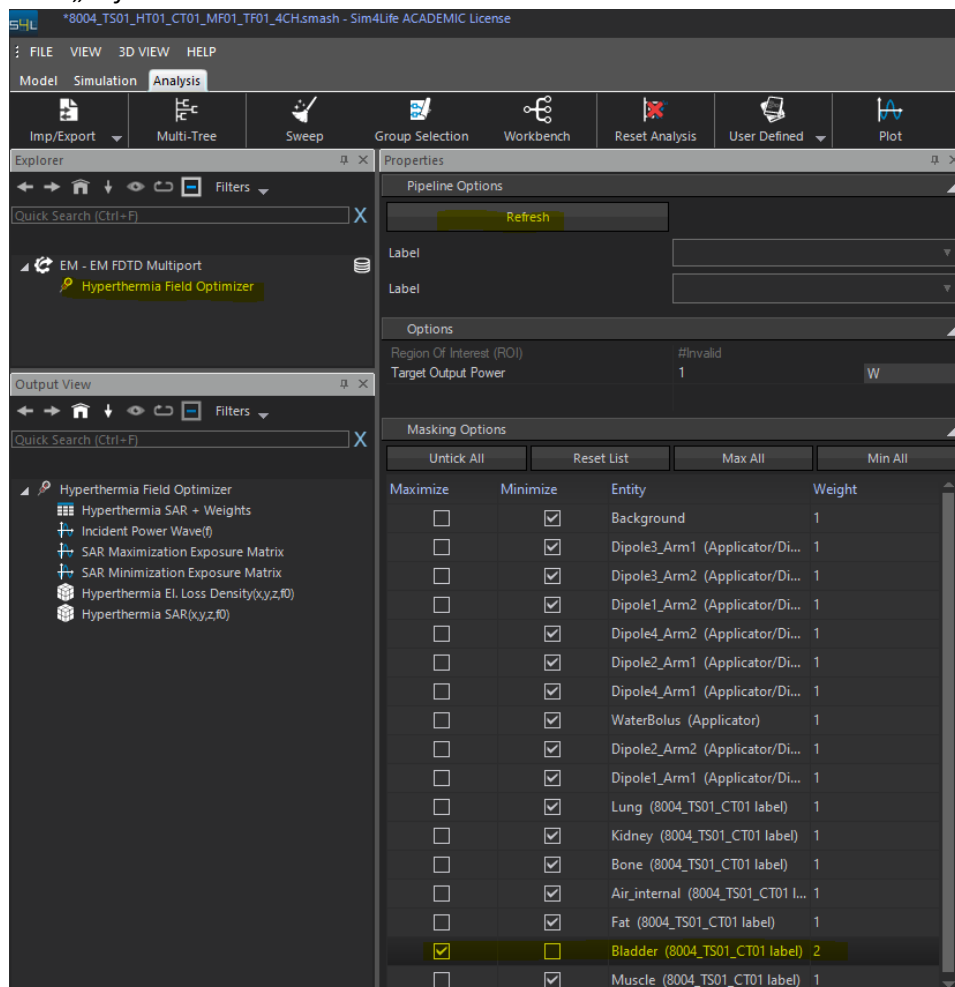
49. Klikněte pravým tlačítkem na položku „Solver“ a zvolte „Run“
50. Po provedení výpočtu přepněte do menu „Analysis“



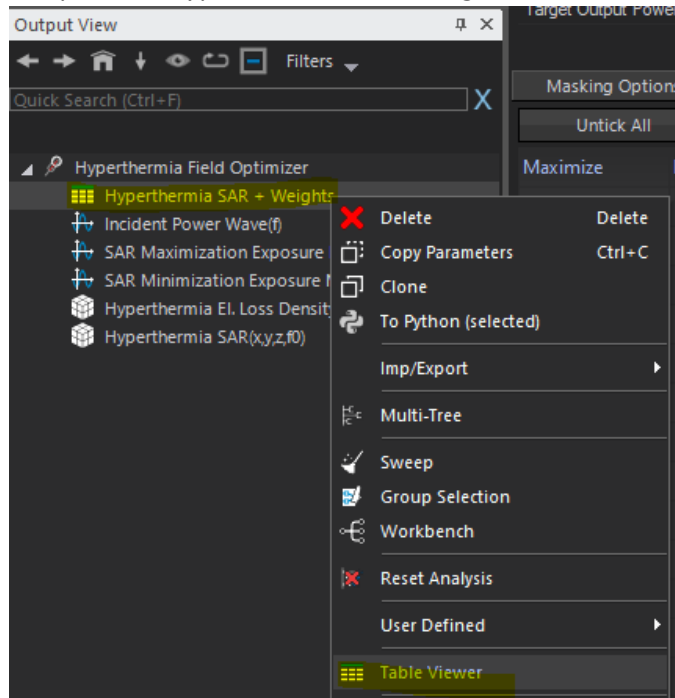
51. Klikněte pravým tlačítkem myši na „EM – EM FDTD Multiport“ a vyberte „HyperT Optimizer“, (Sim4Life Light neobsahuje tuto licenci pro optimalizaci)



52. Zaškrtněte „Maximize“ u „Bladder (8004_TS01_CT01 label)“, zvolte „Weight“ „2“ a následně klikněte na „Refresh“



53. Optimalizované amplitudy a fáze signálů jednotlivých dipólových antén je možné zobrazit v „Output View“ okně a položce „Hyperthermia 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“

