



Anténa pro telemedicínu

Předmět: Numerical Modelling in Medical Therapy and Diagnostics

Autor: Ing. Ondřej Fišer, Ph.D., Doc. Dr.-Ing. Jan VRBA, M.Sc.

Cvičící: Doc. Dr.-Ing. Jan VRBA, M.Sc.

Potřebné vybavení:

Počítač vybavený licencí Sim4life nebo Sim4life light

System pro vysoce přesné a rychlé měření veličiny SAR bezdrátových zařízení.- cSAR 3D

Úvod:

Telemedicína je typ medicíny, který využívá telekomunikačních technologií a poskytuje tak zdroj dat pro poskytování lékařských služeb. Tento typ distanční zdravotní péče je mnohem levnější než tzv. kontaktní péče. Poskytuje pacientům komfortnější péči, která je snadněji dostupná. Lékaři mají nepřetržitý přístup k patientským datům. Pro zajištění kvalitní bezdrátové monitorace pacientů je nutné splnit následující požadavky:

- kvalitní pokrytí přenosovou sítí
- dostatečná přenosová rychlost sítě
- spolehlivost přenosu

Jednou z nejdůležitějších součástí bezdrátového přenosového informačního řetězce jsou antény. Antény implantovatelné či nositelné na lidském těle jsou jednou z momentálně nejprogresivnějších oblastí telemedicíny.

Tvorba numerického modelu

Model a simulace jsou založeny na tutoriálu Subgrid grid [1].

1) Příprava prostředí

- Vytvořte nový projekt – klikněte na *File/New* v horním menu či stiskněte zkratku *Ctrl-N*
- Zvolte položku *Model*

2) Načtení CAD modelu

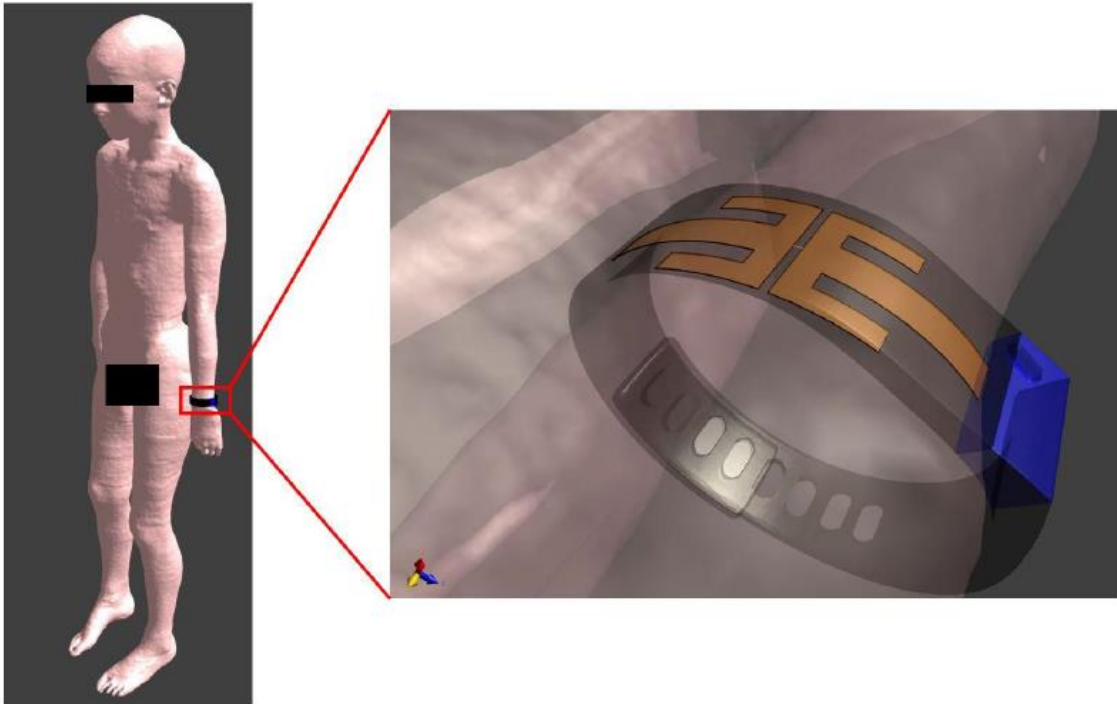
- Klikněte na tlačítko *Imp/Export* uvnitř pásu karet a vyberte Importovat. Procházejte příslušnou složku, kde je uložen soubor CAD a vyberte jej. Rychlá kontrola modelu poskytne dobrý přehled hlavních funkcí. Použitá anténa je dipól o tloušťce 0,1 mm. Anténa je vložena do struktury náramku.

Tato dipólová anténa má tři rezonanční ramena:

- Delší rameno je umístěno ve středu modelu: rezonuje na nižší frekvenci, zatímco symetrické krátké rezonuje na vyšší frekvenci.



- Zdroj vysokofrekvenční mikrovlnné energie (*Edge source*) spojuje obě strany dipólu.
- 3D dětský anatomický model je tvořen homogenním svalovou tkání. Na ruce je připevněn náramek s modelovanou anténou. Viz. obrázek 1.
- Uložte projekt stisknutím *CTRL+S*.



Obrázek 1. Numerický model s fitness náramkem, který má v sobě implementovanou simulovanou anténu [1].

Nastavení simulace

- 1) Přepněte do nastavení simulace. Nastavíme zde *EM FDTD single* simulaci. Nastavte širokopásmovou simulaci – *broadband*, a nastavte širokopásmový budicí signál. Změňte název simulace kliknutím na klávesu F2. Název změňte na „*Adaptive Subgrid*“.
- 2) Nastavení
 - Klikněte na záložku *Multi-Tree* na liště a zvolte možnost *Model multi-tree*.
 - Zvolte *Setup* uvnitř simulace a vložte hodnotu 40 period do parametru *Simulation Time*.
- 3) Materiály
 - Klikněte dvojitým klikem na záložku *Materials*. Tím se rozbalí celá složka.
 - Pomocí kurzoru myši přetáhněte *Billie_wholebody_shell_v2.0* z *Multi-Tree* do složky *Materials*. toto vytvoří možnost nastavení parametrů pro tuto doménu. V nastavení

klikněte na *Assign Materials*, který naleznete v záložce a dále klikněte na *Assign* tlačítko vedle tkáně, která se nazývá *Muscle* [IT IS 3.1] [2].

- Pomocí kurzoru obě ramena dipólu, název: *arm1* a *arm2* do *Materials*. Tímto se vytvoří nová složka *Material Settings*. Přejmenujte tuto složku na *Dipole Arms*. Změňte v nastavení typ materiálu na PEC.
- Pomocí kurzoru přetáhněte všechny položky ve složce *FitTracker* do *Materials*. Přejmenujte nově vytvořenou složku *Material settings* na *Bracelet* a nastavte parametr *Relative Permittivity* na 2.5.





4) Zdroj

- Pomocí kurzoru myši přetáhněte objekt nazvanou *feed*, která se nachází uvnitř složky *Antenna*, do složky *Source*. Zvolte položku *Edge Source*.
- Poté proveďte následující nastavení: *Excitation Signal* nastavte *Harmonic*, frekvenci nastavte na 2.45 GHz. Pravým tlačítkem myši klikněte na složku *Muscle* a zvolte možnost *Update Material*. Simulátor poté načte všechny potřebné parametry pro numerickou simulaci lidského těla a to pro frekvenci 2.45 GHz. Nyní se vraťte zpět do nastavení zdroje (*Source settings*) a změňte nastavení parametru *Excitation signal* na *Gaussian*. Nastavte parametry *Center Frequency* na hodnotu 4 GHz a šířku pásma *Bandwidth* na hodnotu 6 GHz.


5) Lumped Elements

- V této simulaci nebudeme žádné součástky se soustřednými parametry používat.

6) Sensors

- Automaticky je v této záložce aktivován  *Overall Field*. Tento typ senzoru má za úkol zaznamenávat tzv. blízké pole v celé výpočetní mřížce (oblasti). Pokud je v simulaci tzv. *Edge source*, jeho nastavení provedete v záložce  *Edge Source Settings*. Tato položka je generována automaticky a v našem případě není třeba v nastavení nic měnit. Tento senzor bude zaznamenávat koeficient odrazu, který budeme dále vyhodnocovat.
- Dále v záložce *Sensors* klikněte pravým tlačítkem na možnost  *New Far-Field Sensor*. Uvnitř položky *Far Sensor Settings Properties* klikněte na  a v *Extracted Frequencies field* přidejte frekvenci 2.45 GHz a 5.5 GHz.

7) Boundary Conditions

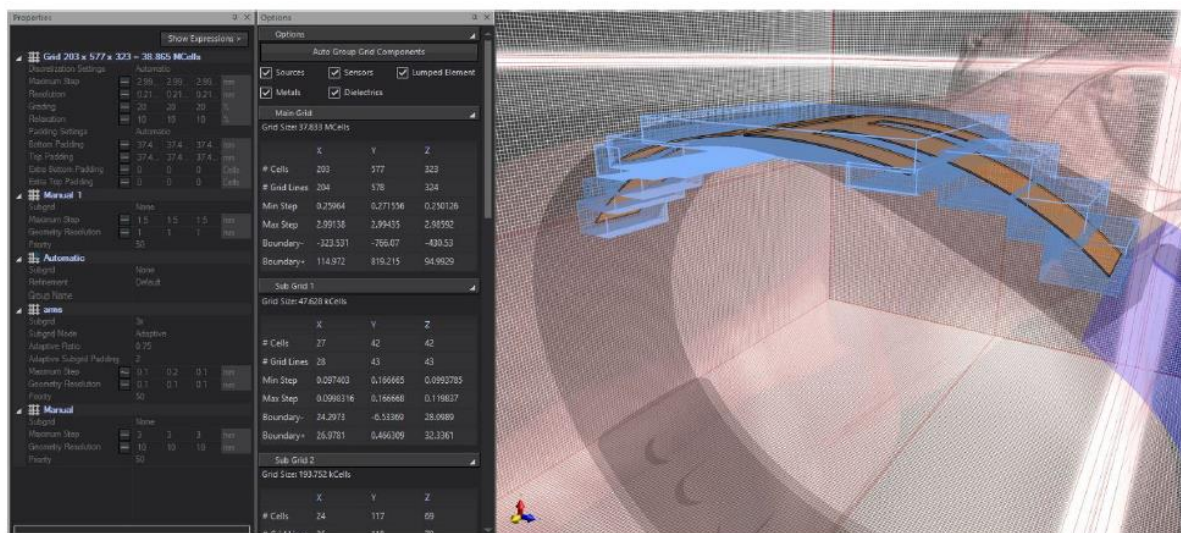
- Zvolte  *Boundary Conditions* a zkontrolujte, že v řádku *Global ABC Method* je označen *UPML/CPML*. Všechno ostatní nastavení zůstává nezměněno.

8) Grid

- V této části budeme manuálně nastavovat výpočetní mřížku. Dále budeme definovat tzv. *Subgrid regions*, místa s hustší mřížkou.



- Zvolte *Billie_wholebody_shell_v2.0*, klikněte pravým tlačítkem myši na volbu *New Settings To Manual*. Změňte nastavení mřížky v parametru *Geometry Resolution* na hodnotu 10 a *Maximum Step* na hodnotu 3 a to pro všechny tři směry.
- Zvolte všechny objekty, které patří k Fitness náramku (*FitTracker*). Přesuňte tyto objekty do nové složky (*New manual settings*). Změňte nastavení mřížky v parametru *Geometry Resolution* na hodnotu 1 a *Maximum Step* na hodnotu 1.5 a to pro všechny tři směry.
- Zvolte obě dipólová ramena (*arm1 a arm2*). Přesuňte tyto objekty do další nové složky (*New manual settings*). Přejmenujte složku na *arms*. Změňte položku *Subgrid Mode* na *Adaptive*. Parametr *Adaptive Ration* nastavte na hodnotu 0.75 a *Adaptive Subgrid Padding* na hodnotu 2. Dále vložte hodnotu 0.1 do parametru *Geometry Resolution*. Parametr *Maximum Step* nastavte následovně: x=0.1, y=0.2 a z=0.1.
- Mřížka je s nastavením vidět na obrázku 2.



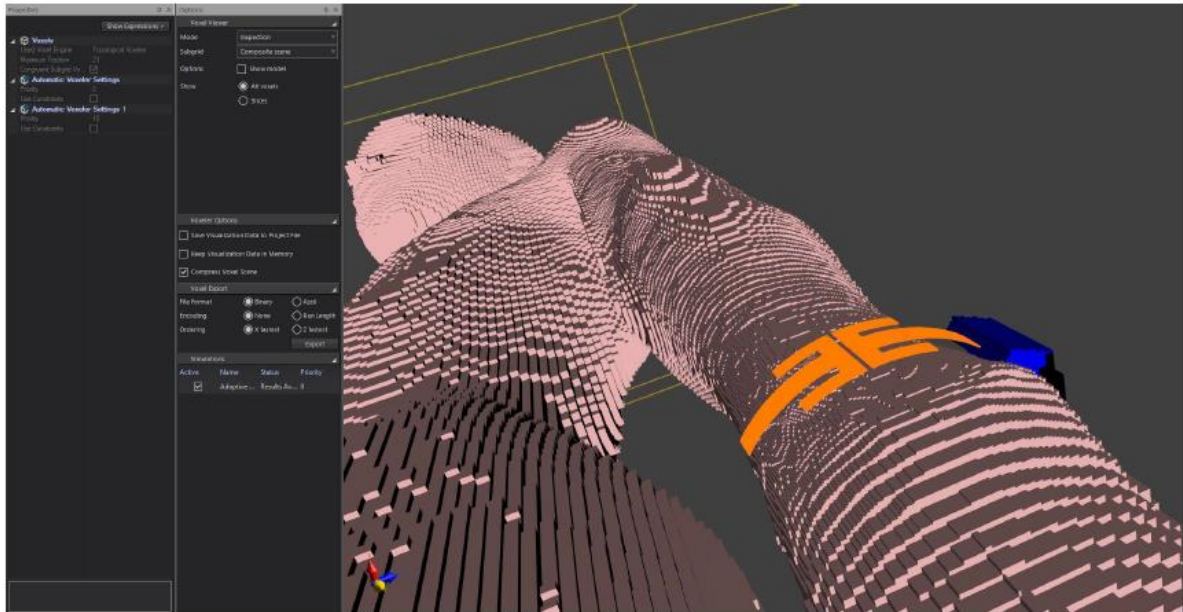
Obrázek 2. Mřížka modelu a její vizualizace[1].

Nyní je model připraven na vytvoření objemových elementů, tzv. Voxelů.

9) Voxels

- Změňte typ voxelovacího algoritmu z *Voxel Engine* na *Topological Voxeler*. Zaklikněte políčko *Congurent Subgrid Voxeling*.
- Označte myši *arm1 a arm2* a přetáhněte je pomocí myši do nové složky *Automatic Voxeler Settings*. Nastavte prioritu této složky na hodnotu 10. Tím bude zajištěno, že oba kovové objekty budou přepsány do materiálu náramku, ve kterém jsou vloženy.

- Pravým tlačítkem myši klikněte na složku *Voxels* a zvolte možnost *Make Voxels*. V tu chvíli proběhne diskretizace modelu a vytvoří se výpočetní mřížka. V horní nabídce simulátoru klikněte na *View Voxels*, které zborazí výslednou mřížku. Mřížku našeho modelu můžete vidět na obrázku 3.



Obrázek 3. Diskretizovaný model s detailem antény, která je umístěna ve fitness náramku.

10) Solver

- Klikněte na záložku *Solver*. Zde zvolte *aXware Kernel*.
- V *aXware Preferences* zvolte možnost *Favour Fastest Simulation*.

11) Spuštění simulace

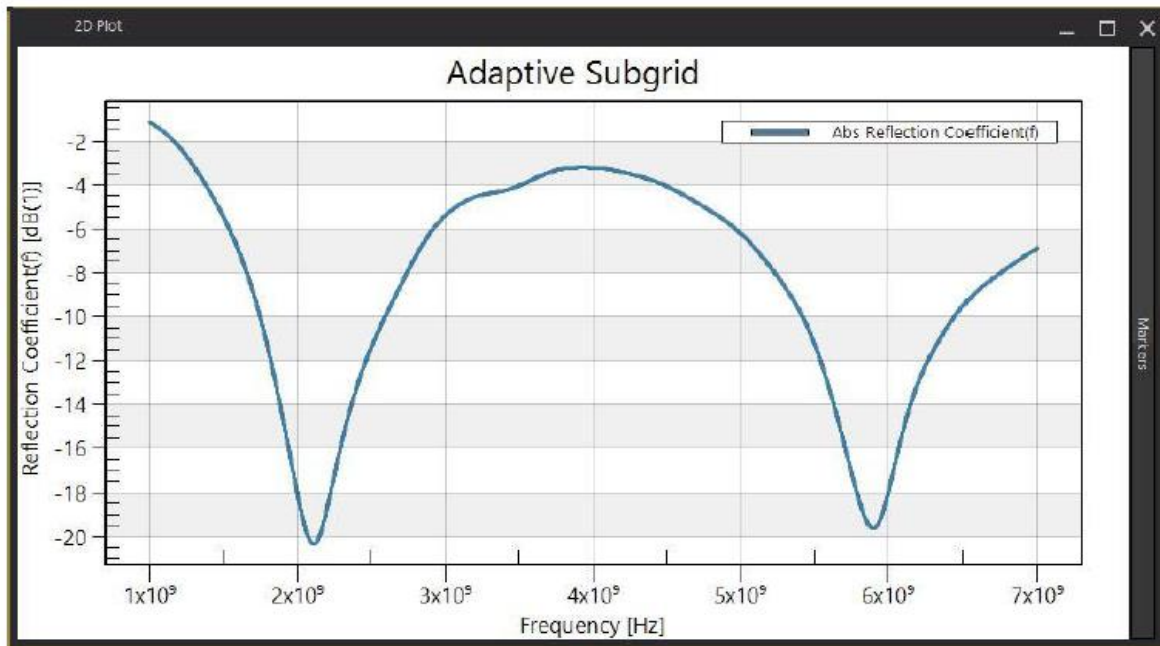
- Klikněte na ikonu *Run*, kterou naleznete v horní části mezi záložkami.
- Simulace je nyní spuštěna.

Analýza výsledků

- Jakmile je simulace dokončena, klikněte na záložku *Analysis*.

1) Zdroj (*Source information*)

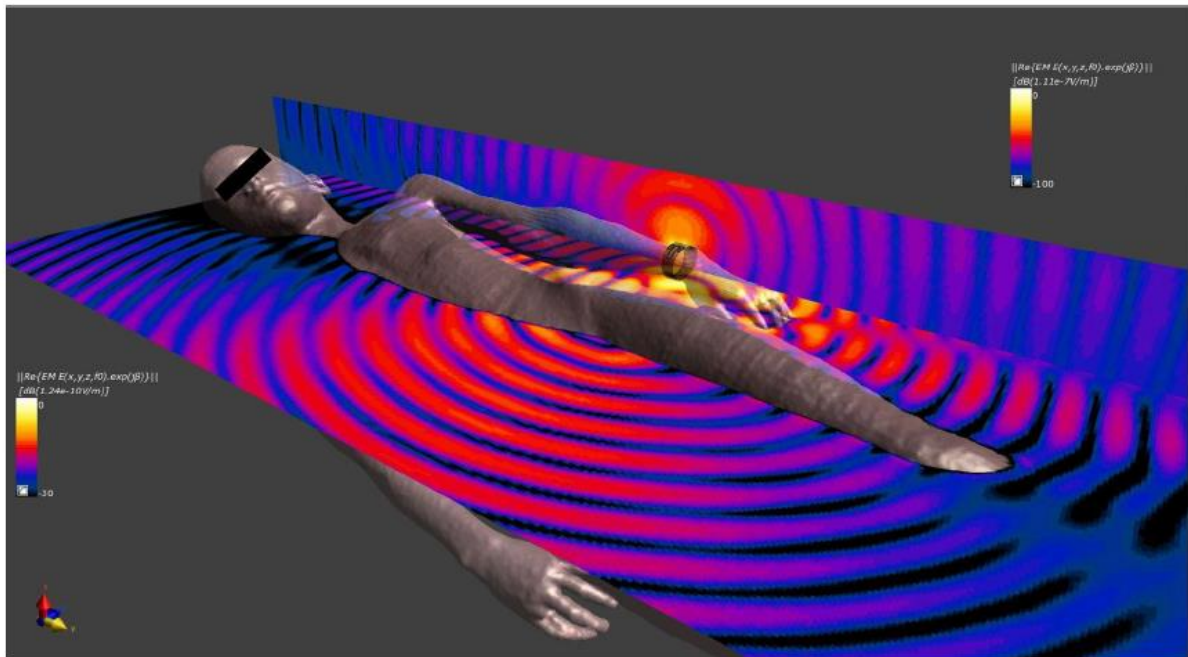
- V nastavení se objeví objekt se jménem simulace. Klikněte na *feed (Antenna)* v *Output View window*. Dále klikněte na *Sensor Extractor* v horní záložkové nabídce.
- Zvolte *Reflection Coefficient (f)* v *Output View window* a klikněte na *Plot Viewers*. Poté se objeví graf koeficientu odrazu, který můžete vidět na následujícím obrázku 4.



Obrázek 4. Koeficient odrazu simulované antény.

2) Elektrické pole (EM Fields)

- V této části budeme zobrazovat výsledky tzv. blízkého pole.
- Zvolte znovu soubor výsledků simulace. Klikněte na *Overall Field* z nabídky *Output view window*. Dále klikněte na *Sensor Extractor*, který naleznete v horní nabídkové záložce.
- Zvolte *EM E(x,y,z,f0)* v *Output View*. Dále klikněte na *Slice Viewer*, který naleznete v záložce *Viewers*. Změňte parametr *Slice Index* na hodnotu 218 a v parametru *Field Data Options* zvolte *Real Vector*. Dále klikněte pravým tlačítkem myši na *scalar bar* a označte možnost *Update Max of Slice (dB)*. Zapište -100 jako spodní hranici.
- Opět klikněte na možnost *slice viewer of EM E(x,y,z,f0)*. Změňte rovinu zobrazení *Plane* na *YZ*, parametr *Slice index* nastavte na hodnotu 99. V položce *Field Data Options*, zvolte *Real Vector*. Dále klikněte pravým tlačítkem myši na *scalar bar* a označte možnost *Update Max of Slice (dB)*. Zapište -30 jako spodní hranici.



Obrázek 5. Intenzita elektrického pole kolem modelované antény, která je integrována ve fitness náramku.

Úkoly:

- 1) Nastavte simulaci a dle návodu simulaci odsimulujte.
- 2) Exportujte koeficient odrazu a analyzujte. Diskutujte využitelnost této antény pro navrhovanou aplikaci.
- 3) Exportujte obrázek distribuce intenzity elektrického pole.

Měření absorbovaného výkonu na přístroji cSAR3D

- 1) Anténu připojte pomocí koaxiálního kabelu k vektorovému analyzátoru obvodů (dále jen VNA) Rohde&Schwartz FSH8.
- 2) Zapněte VNA a nastavte frekvenci 2 GHz a dále nastavte maximální výstupní výkon na hodnotu 0 dBm (1 m W).
- 3) Anténu umístěte a zafixujte do středu plochy fantomu cSAR3D. cSAR3D zapněte a propojte s počítačem, na kterém je instalovaný program C3D. Program spusťte a zkontrolujte, zda je přístroj připojen.
- 4) V programu C3D v záložce Setup Project vyberte Phantom a označte Flat HSL – jedná se o fantom hlavy.
- 5) Dále v záložce Measurement zvolte možnost Quick a v Communication System zvolte možnost CW (continous wave). Nastavte frekvenci 2 GHz a spusťte měření.
- 6) Hodnoty a rozložení absorbovaného výkonu (SAR) srovnajte s výsledky ze simulátoru Sim4life.

Reference

1. Sim4life [online]. Zurich: Zurich MedTech AG, 2020. Dostupné z: <http://www.zurichmedtech.com/sim4life>
2. P. Hasgall, E. Neufeld, M. Gosselin, A. Klingeböck, and N. Kuster. (2011) IT'IS database for thermal and electromagnetic parameters of biological tissues. [Online]. Available: www.itis.ethz.ch/database.

