Toto dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 BY-SA

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra biomedicínské techniky

P7D1RH-1

Microwave Hyperthermia

Hypertermické plánování léčby v pánevní oblasti

Protokol

Studijní obor: Biomedicínské inženýrství

Autor: Ing. Matouš Brunát

Kladno 2021

1 Úvod

Hypertermie je pojem pro léčbu pomocí zvýšení teploty organismu, nebo jen jeho části. Teplo může být dodané přidáním proteinů, nebo přivedením energie v tepelné, či jiné podobě. Terapeutická hypertermie může být definována jako zvýšení lokální teploty organismu po určitou dobu v rozmezí mezi 40–43 °C. V této práci se používá obecnější definice, která je známa od roku 1999 a určuje terapeutickou teplotu v rozmezí mezi 41–45 °C. Pokud teplota tkáně nepřekročí horní mez je velice nepravděpodobné, že by teplo poškodilo zdravou tkáň. Hypertermii je možné aplikovat jako samostatnou léčbu, avšak v naprosté většině případů se kombinuje s jinými druhy léčby a funguje jako léčba podpůrná. V této práci, která je zaměřená na léčbu nádorových onemocnění, je hypertermie zamýšlená jako podpůrná léčba pro kombinaci s ozařováním nebo chemoterapií. Teplo je do těla přenášeno pomocí mikrovlnného záření o frekvenci 70 MHz.

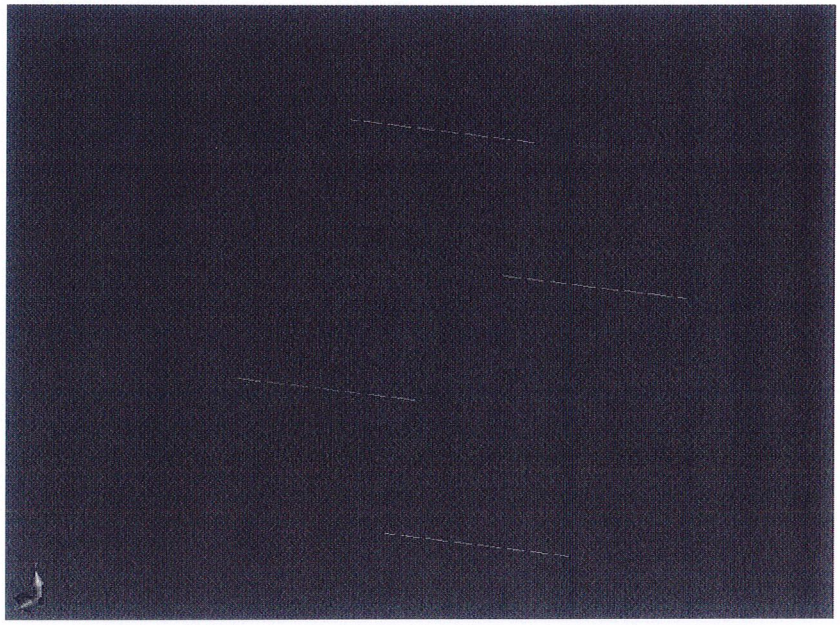
Pro přenos energie jsou využívány různé druhy mikrovlnných aplikátorů, od invazivních sond, které se dají přirovnat k odhalenému koaxiálnímu kabelu, přes povrchové vlnovodné aplikátory až po složitější maticové planární aplikátory různých tvarů. Aplikátory se od sebe odlišují různými rezonančními frekvencemi, hloubkou vyhřívané oblasti a rozložením tepelného pole. Obyčejně se pro jejich porovnání používá jednotka SAR (specific absorbtion rate), která se udává ve W/kg, tedy označuje výkon, který je absorbován tkání na jednotku hmotnosti tkáně. Cílem této práce je vytvořit nový aplikátor pro regionální hypertermii, který je jednodušší na použití a má stabilní rezonanční frekvenci, čímž by byl i dostupnější pro nemocnice s nižšími finančními prostředky. Regionální hypertermie je Evropskou společností pro hypertermální onkologii (ESHO) definována jako "Interferenční obraz mikrovlnného záření v rozmezí 70–150 MHz v hluboko umístěných nádorech v pánevní oblasti nebo v oblasti spodních končetin. Tyto obrazce jsou tvořeny pomocí fázově kontrolovaných antén".

1.1 Cíle:

Simulovat model vytvořený v předchozí laboratorní úloze v systému pro regionální hypertermii.

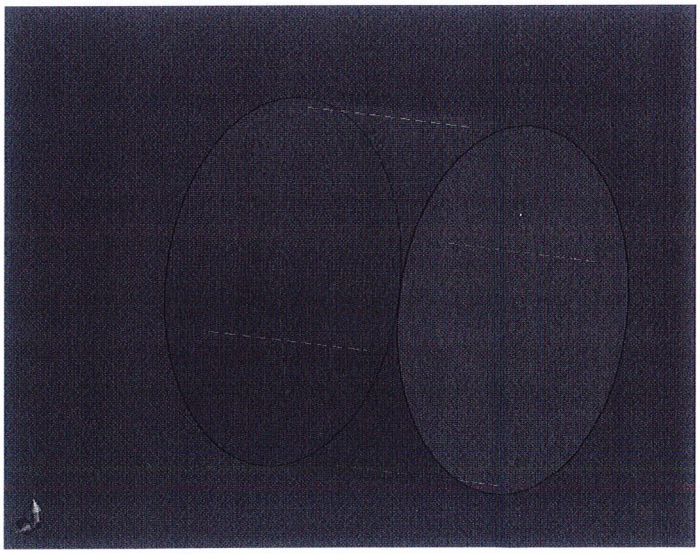
2 Postup:

Nejdříve je vytvořen model dipólových antén. Anténa je složena ze tří částí. Dvě větve a jeden zdroj, který větve spojuje. Antény jsou pouze jednorozměrné úsečky rozestavené do čtverce, do kterého bude následně vytvořen vodní bolus a importovaná tkáň.



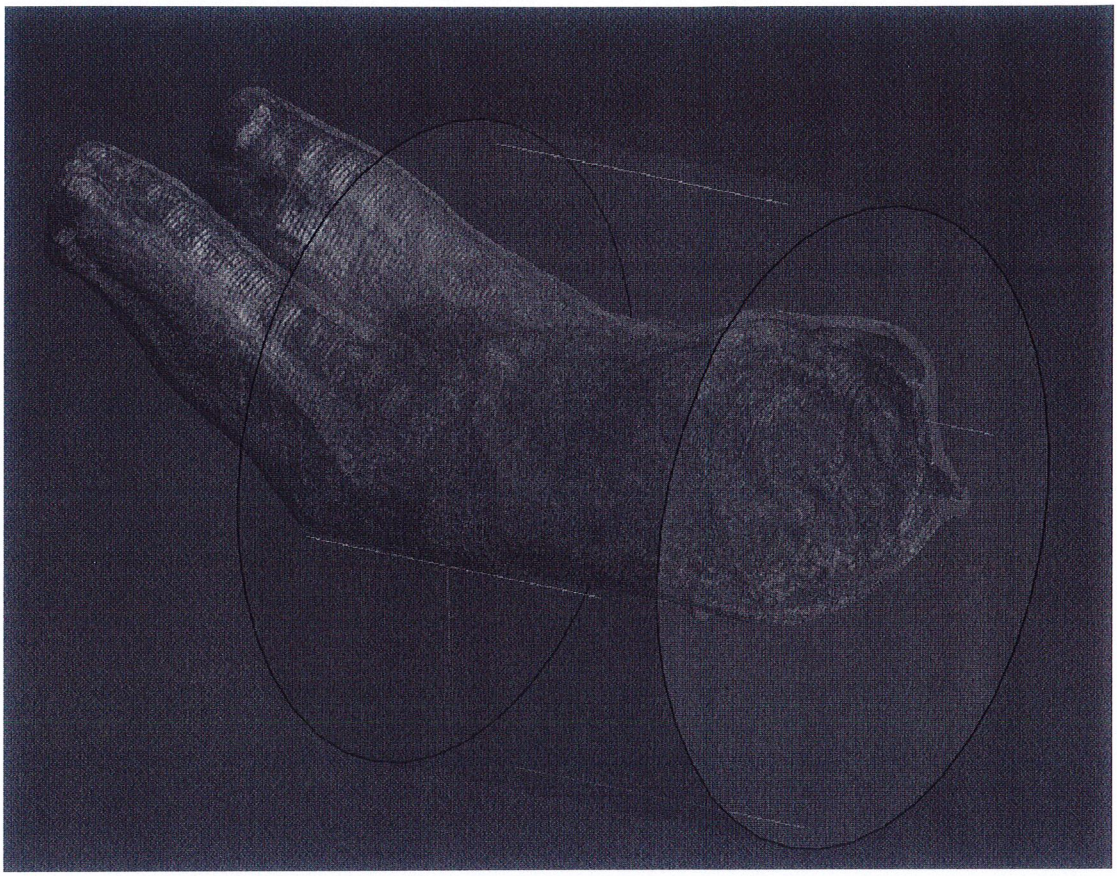
Obr. 2.1: Rozmístění dipólových antén.

Po vytvoření antén byl vytvořen válec tak, aby antény byly přesně v jeho plášti.



Obr. 2.2: Vložený vodní bolus do dipólových antén.

Poslední úpravou je import geometrie, která byla vytvořena segmentací v předchozí laboratorní úloze. Po jejím importu, byla pomocí funkce generate surfaces vytvořena 3D geometrie tkání a přesunuta tak, aby ležela uvnitř vodního bolu (válce).



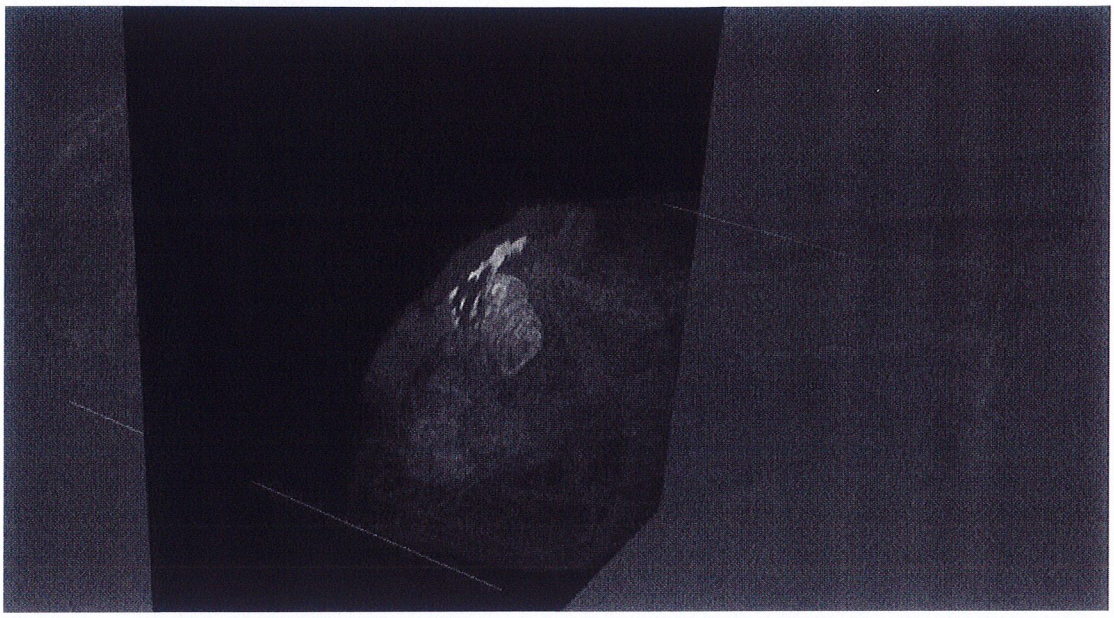
Obr. 2.3: Výsledná geometrie s importovanými tkáněmi.

Následně je nutné nastavit materiálům jejich dielektrické vlastnosti. Větve antén jsou takzvané PEC (perfect electric conductor). Středy antény byly nastaveny jako zdroje proudu o frekvenci 70 MHz. Následně bylo díky návaznosti programu Sim4Life na databázi ITIS možno jednoduše všem tkáním přiřadit jejich dielektrické vlastnosti.
Po přiřazení vlastností je nutná diskretizace a voxelizace.

Řešič je nastaven jako CUDA a simulace je spuštěna.

3 Výsledky

Výsledky jsou zobrazeny v průřezu pánví.



Obr. 3.1: Výsledné rozložení SAR pole v tkání.

4 Závěr:

Byl vytvořen model regionálního systému pro hypertermii, provedena simulace a vykresleno rozložení pole SAR v pánevní oblasti.

5 Zdroje

[1] HORNBACK, N B. Is the community radiation oncologist ready for clinical hyperthermia? RadioGraphics [online]. 1987, 7(1), 139-149 [cit. 2019-04-01]. DOI: 10.1148/radiographics.7.1.3329357. ISSN 0271-5333. Dostupné z: http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiographics.7.1.3329357

[2] OEI, A. L., L. E. M. VRIEND, P. M. KRAWCZYK, M. R. HORSMAN, N. A. P. FRANKEN a J. CREZEE. Targeting therapy-resistant cancer stem cells by hyperthermia. *International Journal of Hyperthermia* [online]. 2016, **33**(4), 419-427 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1080/02656736.2017.1279757. ISSN 0265-6736. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02656736.2017.1279757

[3] ROEMER, Robert B. Engineering Aspects of Hyperthermia Therapy. Annual Review of Biomedical Engineering [online]. 1999, 1(1), 347-376 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1146/annurev.bioeng.1.1.347. ISSN 1523-9829. Dostupné z: http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.bioeng.1.1.347

[4] CHICHEŁ, Adam, Janusz SKOWRONEK, Magda KUBASZEWSKA a Marek KANIKOWSKI. Hyperthermia – description of a method and a review of clinical applications. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy* [online]. 2007, **12**(5), 267-275 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1016/S1507-1367(10)60065-X. ISSN 15071367. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S150713671060065X

[5] DOBŠÍČEK TREFNÁ, Hana, Johannes CREZEE, Manfred SCHMIDT, et al. Quality assurance guidelines for superficial hyperthermia clinical trials. *Strahlentherapie und Onkologie*[online]. 2017, **193**(5), 351-366 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1007/s00066-017-1106-0. ISSN 0179-7158. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/s00066-017-1106-0

[6] Regional hyperthermia. *ESHO european society for hyperthermic oncology* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://www.esho.info/professionals/hyperthermia/regional.html