

## Tárgytematika / Course Description

### Elektrodinamikai rendszerek modellezése

GKNM\_AUTM039

Tárgyfelelős neve /

Teacher's name: dr. Kuczmann Miklós

Félév / Semester: 2020/21/1

Beszámolási forma /

Assesment: Vizsga

Tárgy heti óraszám /

Teaching hours(week): 2/0/0

Tárgy féléves óraszám /

Teaching hours(sem.): 0/0/0

### OKTATÁS CÉLJA / AIM OF THE COURSE

az elsajátítandó ismeretanyag és a kialakítandó kompetenciák tömör, ugyanakkor informáló leírása

A mérnöki gyakorlatban elterjedten használnak végeselem-programot egy tervezett eszköz fizikai működésének előzetes modellezésére. A „nagy tudású” és rendkívül összetett szimulációs szoftver hatékonyságáról kialakított kép azonban csalóka. Itt ugyanis nem elég csupán a szoftver kezelőfelületét elsajátítani! A mérnök-felhasználó a modellalkotásnak és az eredmények értékelésének is tevékeny részese. Ehhez nem csak a szimulált folyamat fizikájával kell tisztában lennie, de alaposan ismernie kell az adott szoftver mögött rejlő modellezési eljárás matematikai elvét, képességeit és korlátait is.

Tárgyunk célja, hogy a villamosmérnök hallgatót megismertesse a végeselem-módszer elektromágneses alkalmazásával. A terület néhány jellemző gyakorlati problémájának megoldásán keresztül bemutatjuk a végeselemes modellezés helyes használatának – a modellalkotástól a számítás elvégzésén keresztül az eredmények értékeléséig terjedő – teljes folyamatát.

### TANTÁRGY TARTALMA / DESCRIPTION

A tananyag főbb részei:

**1-2. hét:** A szükséges alapismeretek áttekintése: elektrodinamika, lineáris algebra, programozás. A MATLAB, MATLAB PDE Toolbox és COMSOL Multiphysics eszközök fontosabb szolgáltatásai.

**3-4. hét:** Maxwell-egyenletek megoldása potenciálok bevezetésével. Időben állandó elektromos és mágnes tér számítása; skalár-, és vektorpotenciál alkalmazása. Időben változó elektromágneses tér, örvényáram-feladatok megoldása potenciálokkal. Hullámtani feladatok megoldása potenciálokkal, ill. a térjellemző vektorok alapján.

**5. hét:** Operátor-egyenletek megoldásának általános alapjai. Bevezetés a variációszámításba, standard variációs elv. Reziduum-elv, Galjerkin-módszer. Alkalmazás a Poisson-egyenlet megoldására.

**6-10. hét:** 2-dimenziós feladatok, általánosított Poisson-egyenlet, megoldás végeselem-módszerrel. Háromszögfelosztás, lineáris és magasabb fokszámú bázisfüggvények. Elemegyenletek. Globális egyenletek generálása és megoldása, direkt és iterációs megoldási eljárások. Illusztráció („papír-ceruza” módszer) 2D lineáris háromszög-végeselemek alkalmazására. Stacionárius mágneses tér számítása lineáris ill. nemlineáris mágneses közegek esetén. Indukció-együttható számítása. Örvényáram-feladatok megoldása, veszteség, váltakozóáramú ellenállás számítása. Histerézis modellezése. Hullámtani feladatok megoldásának bemutatása: sajátérték feladatok, módusok határfrekvenciájának számítása csőtapvonalra.

**11. hét:** Számítási idő csökkentése, párhuzamosítás. Tartomány dekompozíciós módszerek bemutatása, Schur-

*komplemens módszerrel történő párhuzamosítás ismertetése.*

**12-14. hét:** *Laboratórium: a hallgatók egy önállóan választott, és elfogadott térszámítási feladat megoldása Matlab PDE Toolbox alkalmazásával, eredmények ellenőrzése COMSOL Multiphysics segítségével.*

---

## SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE / ASSESMENT'S METHOD

Számonkérés módja: kollokvium

---

## KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL

a **3-5** legfontosabb *kötelező*, illetve *ajánlott irodalom* (jegyzet, tankönyv) felsorolása bibliográfiai adatokkal (szerző, cím, kiadás adatai, oldalak, ISBN)

Kuczmann M., Iványi A., The Finite Element Method in Magnetism, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008.

[www.sze.hu/~kuczmann](http://www.sze.hu/~kuczmann) oldalon közzétett tansegédlet.

Kuczmann M., Potential Formulation in Magnetism Applying the Finite Element Method, Elektronikus jegyzet, Győr, 2009.

Zombory L., Koltai M.: Elektromágneses terek gépi analízise, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.

Ida N., Bastos J.P.A.: Electromagnetism and Calculation of Fields. Springer, New York, 1992.