

## **Tárgytematika**

### **Végeselem analízis**

**NGM\_AM002\_1**

**Tárgyfelelős neve:** dr. Pere Balázs

**Félév:** 2015/16/1

**Beszámolási forma:** Folyamatos számonkérés

**Tárgy heti óraszám:** 2/2/0

**Tárgy féléves óraszám:** 0/0/0

---

### **OKTATÁS CÉLJA**

A tantárgy a korábban, más tantárgyakban szerzett matematikai és fizikai ismeretekre építve az egyetemi alapképzési szintet meghaladó színvonalon ismerteti meg a hallgatóságot a mérnöki szerkezetek végeselemes analízisének alapelveivel. Bemutatja a valóságos mérnöki szerkezetek mérnöki szempontú mechanikai modellezésének lehetőségeit, amelyeket számítógépes példákon keresztül is begyakoroltat. Alapul szolgál a gép-, és járműszerkezetek speciális tervezési eljárásaihoz.

---

### **TANTÁRGY TARTALMA**

1. hét: Szilárd test elmozdulási állapotának és alakváltozásának leírása kis alakváltozások mellett. A kinematikai egyenlet.
2. hét: Cauchy-hipotézis, feszültségi tenzor, egyensúlyi egyenlet. Anyagegyenlet: Hooke-törvény. A rugalmasságtan alap-egyenletrendszere és peremfeltételei.
3. hét: Kinematikailag lehetséges elmozdulásmező, statikailag lehetséges feszültségmező. A rugalmasságtan energia elvei: virtuális munka elve, virtuális elmozdulás elve.
4. hét: A teljes potenciális energia minimuma elv, Lagrange-féle variációs elv. Ritz-módszer.
5. hét: A végeselem módszer elmozdulás modellje. Az elmozdulási, alakváltozási és feszültségi állapot közelítése. Végeselem merevségi mátrixa. Numerikus integrálás.
6. hét: Felületi és térfogati terhelések. A teljes szerkezet merevségi mátrixa. Kinematikai peremfeltétel figyelembevétele. Speciális terhelések: rugalmas ágyazás, hőterhelés.
7. hét: Térbeli rúdszerkezetek. Bernoulli-féle rúdelmélet, Timoshenko-féle rúdelmélet. Rúd elmozdulási, alakváltozási, feszültségi állapotának leírása, anyagtörvény megadása.
8. hét: Rúdelem approximációs függvényei. Alakváltozási és feszültségi koordináták oszlopmatrixai, az anyagállandók mátrixa.
9. hét: Elem és teljes szerkezet merevségi mátrixa, tehervektor előállítása, peremfeltételek figyelembevétele. Síkbeli rúdszerkezetek.
10. hét: A szilárdságtan 2D-s feladatai: Általánosított síkfeszültség feladat, sík alakváltozás feladat, forgás-szimmetrikus feladat. Elmozdulási, alakváltozási és feszültségi állapotok.
11. hét: Izoparametrikus közelítés. Elfajuló leképezés. Elem és szerkezet merevségi mátrixa, tehervektorok.

Kinematikai peremfeltételek figyelembevétele.

12. hét: Merevített lemez és héjszerkezetek. Héj/lemez hajlítási elméletek: Kirchhoff-Love-féle héj/lemez elmélet, Reissner-Mindlin-féle héj/lemez elmélet.

13. hét: Felületi feszültségek, élerők és élnyomatékok.

14. hét: Izoparametrikus lemezelem, excentrikus kapcsolódás modellezése, izoparametrikus héjelem, rétegelt kompozit héjelem

---

## SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE

**A tanterv szerint a tantárgyfélévközi jeggyel (gyakorlati jeggyel) zárul.**

**Az aláírás megszerzésének feltétele a házi feladatok hiánytalan és helyes megoldása és beadása.** (Az első házi feladat leadási határideje a szorgalmi időszak 7. hetének vége, a második házi feladat leadásának határideje a szorgalmi időszak 13. hetének vége.) Aki **a házi feladat megoldását a megadott határidőre nem adja be, annak késedelmi díjat kell fizetnie.** Aki **a póthatáridőre sem adja le a házi feladatát attól a tanszék az aláírást véglegesen megtagadja** (a félévet nem ismeri el) **és ezért nem szerezhetsz gyakorlati jegyet.** (Az első házi feladat leadási póthatárideje a szorgalmi időszak 8. hetének vége, a második házi feladat leadásának póthatárideje a szorgalmi időszak 14. hetének vége.) **A házi feladat megoldása / az aláírás megszerzése a megadott határidő után nem pótolható.**

A gyakorlati jegy megszerzésének feltétele az előadások anyagából eredményesen megírt **két témazáró zárthelyi dolgozat** és a gyakorlatok anyagából **kétszámítógépes zárthelyi feladat** eredményes megoldása, amelyeken maximálisan 20-20 pont érhető el. **A témazáró zárthelyiken és a zárthelyi számítási feladatok megoldásán külön-külön legalább 8-8 pontot kell elérni!** A gyakorlati jegy alapjául a fenti számonkérési alkalmakon, illetve ezek pótlásánál elért pontszám szolgál. A külön-külön 8 pontos minimum-feltétel teljesülése mellett a gyakorlati jegy:

elégtelen (1) :	0 -	31 pont,
elégséges (2) :	32 -	42 pont,
közepes (3) :	43 -	52 pont,
jó (4) :	53 -	62 pont,
jeles (5) :	63 -	80 pont elérése esetén.

A témazáró zárthelyi dolgozatok megírásának és/vagy a zárthelyi számítási feladatok teljesítésének elmulasztása, vagy sikertelensége esetén a gyakorlati jegy megszerzése a szorgalmi időszakban **egy alkalommal, az utolsó oktatási héten pótolható. Pótolni azokból a témakörökből szükséges, amelyekből a hallgató nem érte el a 8 pontos minimum feltételt.**

A **gyakorlati jegy pótlásának** követelményei a vizsgaidőszakban minden vonatkozásban megegyeznek az utolsó hét pótlási feltételeivel (kivéve a díjmentességet!)

A hallgatóknak személyazonosságukat az évközi **zárthelyi dolgozatokon, számítógépes zárthelyi feladatokon és gyakorlati jegy pótlásokon arcképes igazolvánnyal** (személyi ig., diák ig., jogosítvány, stb.) **kell igazolniuk.** A félévközi és a vizsga zárthelyi időtartama alatt a termet elhagyni nem lehet. **Aki a teremből a zárthelyi időtartama alatt indokolatlanul kimegy, zárthelyi dolgozatára / számítógépes zárthelyi feladatára nulla pontos értékelést kap.** **Akinek zárthelyi dolgozatából az derül ki, hogy nem ismeri a görög betűket, arra a feladatra, amelyben a hibát elkövette nulla pontos értékelést kap.**

---

## KÖTELEZŐ IRODALOM

Égert J. – Pere B.: Végeselem analízis, MSc jegyzet és példatár, Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2011.

### Ajánlott irodalom:

B. Klein: FEM Grundlagen und Anwendungen der Finite-Elemente-Methode im Maschinenbau und Fahrzeugbau, 8. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, 2010.

Pere B.: Végeselem gyakorló feladatok, Tanszéki honlap (<http://www.amt.sze.hu/>)