

## Tárgytematika

### Végeselem analízis

LGM\_AM002\_1

Tárgyfelelős neve: dr. Pere Balázs

Félév: 2015/16/1

Beszámolási forma: Folyamatos számonkérés

Tárgy heti óraszám: 0/0/0

Tárgy féléves óraszám: 12/12/0

---

### 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

Szilárd test elmozdulási állapotának és alakváltozásának leírása kis alakváltozások mellett. A kinematikai egyenlet. Cauchy-hipotézis, feszültségi tenzor, egyensúlyi egyenlet. Anyagegyenlet: Hooke-törvény. A rugalmasságtan alap-egyenletrendszer és peremfeltételei.

Kinematikailag lehetséges elmozdulásmező, statikailag lehetséges feszültségmező. A rugalmasságtan energia elvei: virtuális munka elve, virtuális elmozdulás elve. A teljes potenciális energia minimuma elv, Lagrange-féle variációs elv. Ritz-módszer.

A végeselem módszer elmozdulás modellje. Az elmozdulási, alakváltozási és feszültségi állapot közelítése. Végeselem merevségi mátrixa. Numerikus integrálás. Felületi és térfogati terhelések. A teljes szerkezet merevségi mátrixa. Kinematikai peremfeltétel figyelembevétel. Speciális terhelések: rugalmas ágyazás, hőterhelés.

Térbeli rúdszerkezetek. Bernoulli-féle rúdelmélet, Timoshenko-féle rúdelmélet. Rúd elmozdulási, alakváltozási, feszültségi állapotának leírása, anyagtörvény megadása. Rúdelem approximációs függvényei. Alakváltozási és feszültségi koordináták oszlop mátrixai, az anyagállandók mátrixa. Elem és teljes szerkezet merevségi mátrixa, tehervektor előállítás, peremfeltételek figyelembevétel. Síkbeli rúdszerkezetek.

A szilárdságtan 2D-s feladatai: Általánosított síkfeszültség feladat, sík alakváltozás feladat, forgásszimmetrikus feladat. Elmozdulási, alakváltozási és feszültségi állapotok. Izoparametrikus közelítés. Elfajuló leképezés. Elem és szerkezet merevségi mátrixa, tehervektorok. Kinematikai peremfeltételek figyelembevétel.

Merevített lemez és héjszerkezetek. Héj/lemez hajlítási elméletek: Kirchhoff-Love-féle héj/lemez elmélet, Reissner-Mindlin-féle héj/lemez elmélet. Felületi feszültségek, élerők és élnyomatékok. Izoparametrikus lemezelem, excentrikus kapcsolódás modellezése, izoparametrikus héjelem, rétegtelt kompozit héjelem.

---

### SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE

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

**Az aláírás megszerzésének feltétele egy házi feladat hiánytalan és helyes megoldása és beadása. Aki a házi feladat megoldását a szorgalmi időszak utolsó előtti hetének végéig nem adja le személyesen, vagy az ezt megelőző 8. napig nem adja postára (ami a postai bélyegzővel igazolható), annak késedelmi díjat kell fizetni. Aki a házi feladatot a szorgalmi időszak utolsó hetének végéig nem adja le személyesen, vagy az ezt megelőző 8. napig nem adja postára (ami a postai bélyegzővel igazolható), attól újabb késedelmi díj fizetése mellett a tanszék az aláírást véglegesen megtagadja (a félévet nem ismeri el) és ezért nem szerezhetsz gyakorlati jegyet. A házi feladat megoldása / az aláírás megszerzése a fenti határidők után nem pótolható.**

A gyakorlati jegy megszerzésének feltétele az eredményesen megírt **egy témazáró zárthelyi dolgozat**, és **egy számítógépes zárthelyi feladat** eredményes megoldása, amelyeken maximálisan 20-20 pont érhető el. A **témazáró zárthelyin és a zárthelyi számítási feladat 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 -	15 pont,
elégséges (2) :	16 -	20 pont,
közepes (3) :	21 -	25 pont,
jó (4) :	26 -	30 pont,
jeles (5) :	31 -	40 pont elérése esetén.

A témazáró zárthelyi dolgozat megírásának és/vagy a zárthelyi számítási feladat teljesítésének elmulasztása, vagy sikertelensége esetén a gyakorlati jegy megszerzése a szorgalmi időszakban **egy alkalommal, az utolsó oktatási héten pótolható. Pótolni abból a témakörből szükséges, amelyből 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.: Végeelem 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.: Végeelem gyakorló feladatok, Tanszéki honlap (<http://www.amt.sze.hu/>)