

**Gépszerkezetek analízise**

Nappali tagozatos gépészmérnök MSc hallgatók részére

Tanulmány hét	Előadás	Gyakorlat
1	A végelemek programok kialakulása, fejlődése, piaca. Rövid történeti áttekintés	Feladatkiadás, a kidolgozás megkezdése
2	A végeleemes programrendszerek és az optimalás tudományának kapcsolata. Optimáló algoritmusok.	A feladat kidolgozása
3	Multidiszciplináris optimalás, Pareto- optimum.	-
4	A modellépítés, háromdimenziós modellek preprocessálásának néhány hasznos parancsa a VEM rendszerek programozási lehetőségei között.	- " -
5	Anyagjellemzők megadása, hálózás a programozással történő modellépítésben. A felépített modell végeleemes számítása, megoldása.	- " -
6	A végeleemes megoldás eredményeinek beolvasása és továbbfejlesztése a programozási lehetőségek felhasználásával.	Bemutató a Tanszék eddigi eredményeiből.
7	Optimalási lehetőségek a programozás kihasználása mellett, saját változók, különleges célfüggvények, feltételek definiálása és figyelembe vétele az optimalás során.	Ellenőrző teszt
8	A modellalkotás néhány géptervezés-specifikus kérdésének vizsgálata, mintapéldán keresztül.	A feladat kidolgozása.
9	Multidiszciplináris optimalás, belső programozási lehetőségek a végeleemes programokon belül.	.....-.....
10	A mintapélda felépítése, megoldása, értelmezése.	A feladat kidolgozása
11	Posztprocesszálas, az eredmények feldolgozása, dokumentálása, továbbgondolása, konstrukciós módosítási javaslatok kidolgozása az eredmények alapján.	- " -
12	A számszerű eredmények hatása a konstrukcióra, a tervező tevékenységére és a termékre.	- " -
13	Multidiszciplináris analízisek, multidiszciplináris optimalás a gépszerkezetek, gépelemek tervezésénél.	Feladatbeadás.
14	Bemutató, számítógépes demonstráció a témához kapcsolódó eddigi tevékenységből	Rövid bemutató a feladatokból

**Megjegyzés:** Az előadások azon része, mely nem igényel számítógép használatot, hanem vetítést és szóbeli bemutatót, táblára írást igényel, egyszerre, az előadás és gyakorlat idejét egybe véve, külön teremben történik, ahol a vetítés, tábla használat és a hallgatók számára a jegyzetelés körülményei biztosítva vannak (1. héttől kb. az 5. hétig terjedő időszak).

**Ajánlott irodalom:**

Martin, H.C.-Carey, G.F.: Bevezetés a végeleem-analízisbe. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1976.

Srac: COSMOS/M User Guide. Santa Monica, CA. USA, 1995.

Szabó J. Ferenc, Bihari Zoltán, Sarka Ferenc: Termékek, szerkezetek, gépelemek végeleemes modellezése és optimalása. Szakmérnöki jegyzet. Készült a Foglalkoztatáspolitikai és Munkaügyi Minisztérium (HEFOP) Humán erőforrás-fejlesztés Operatív Program keretében (elektronikus jegyzet), Miskolci Egyetem, Miskolc, 2006.

**A tantárgy követelményei és a félévvégi aláírás feltételei:**

- A tárgy lezárásának módja: aláírás, kollokvium.
- A félév elismerésének (az aláírás megszerzésének) feltétele az előadásokon és a feladatkioldozási konzultációkon való aktív részvétel, a vizsga követelménye az előírt feladat megadott határidőig (a szorg. időszak utolsó előtti hetének gyakorlati órája) történő beadása és az ellenőrző teszt legalább elégséges szintű teljesítése.
- A feladat értékelése ötfokozatú minősítéssel történik. A feladat beadásakor a feladatról és az elért eredményekről szóbeli beszámolót, bemutatót kell tartani, amit a vizsgán, szóbeli feleletként is meg lehet tenni.

Dr. Szabó Ferenc János  
Tárgyelőadó, egyetemi docens

**Gépszerkezetek analízise**

Levelező tagozatos gépészmérnök MSc hallgatók részére

Találkozás	Előadás	Gyakorlat
1	A gépelemek, gépszerkezetek terén alkalmazható végeselemes megoldások, modellalkotási stratégiák bemutatása, gyakorlása, saját modellek (pl. TDK, szakdolgozat, ipari munka) feldolgozása, megoldása, felmérése. Az eredmények továbbfejlesztése (pl. optimalás, konstrukciós átalakítás javaslata).	Feladatkiadás, a kidolgozás megkezdése
2	A végeselemek programok kialakulása, fejlődése, piaca. Rövid történeti áttekintés A végeselemes programrendszerek és az optimalás tudományának kapcsolata. A végeselemes modellek felépítésének lépései.	A feladat kidolgozása
3	Multidiszciplináris optimalás. A végeselemes megoldás eredményeinek beolvasása és továbbfejlesztése a programozási lehetőségek felhasználásával. A modellalkotás néhány géptervezés-specifikus kérdésének vizsgálata, mintapéldán keresztül. A mintapélda bemutatása.	A feladat kidolgozása. Bemutató a Tanszék eddigi eredményeiből.
4	A számszerű eredmények hatása a konstrukcióra, a tervező tevékenységére és a termékre, továbbfejlesztési lehetőségek keresése a végeselemes eredmények alapján.	Feladatbeadás. Rövid bemutató a feladatokból Ellenőrző teszt

**Ajánlott irodalom:**

Martin, H.C.-Carey, G.F.: Bevezetés a végeselem-analízisbe. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1976.

Srac: COSMOS/M User Guide. Santa Monica, CA. USA, 1995.

Szabó J. Ferenc, Bihari Zoltán, Sarka Ferenc: Termékek, szerkezetek, gépelemek végeselemes modellezése és optimalása. Szakmérnöki jegyzet. Készült a Foglalkoztatáspolitikai és Munkaügyi Minisztérium (HEFOP) Humán erőforrás-fejlesztés Operatív Program keretében (elektronikus jegyzet), Miskolci Egyetem, Miskolc, 2006.

**A tantárgy követelményei és a félévvégi aláírás feltételei:**

- A tárgy lezárásának módja: aláírás, kollokvium.
- A félév elismerésének (az aláírás megszerzésének) feltétele az előadásokon és a feladatkioldozási konzultációkon való aktív részvétel, a vizsga követelménye az előírt feladat megadott határidőig (a szorg. időszak utolsó előtti hetének gyakorlati órája) történő beadása és az ellenőrző teszt legalább elégséges szintű teljesítése.
- A feladat és a teszt értékelése ötfokozatú minősítéssel történik. A feladat beadásakor a feladatról és az elért eredményekről szóbeli beszámolót, bemutatót kell tartani, amit a vizsgán, szóbeli feleletként is meg lehet tenni.

## Megoldási útmutató véges elemes tantárgyak tesztjeihez

Kétféle teszt lehetséges:

1. Írott teszt, papíron (50 perc): Ezt a válaszok helyessége alapján kell javítani. Vannak rövid kérdések, amikor egy személy neve vagy egy szoftver megnevezése a válasz, ezek 2 pontot érnek. Az olyan kérdések, amelyek felsorolást, vagy kifejtést igényelnek, 6 pontosak. Az értékeléskor a teljes pontszám 40%-a kell a kettes (elégséges) osztályzathoz, e felett egyenközűen beosztva a többi jegy. A végső értékelés (a gyakorlati jegy vagy a vizsgajegy, attól függően, hogy mihez írják a tesztet) maximum 2 jeggyel lehet jobb, mint a teszt eredménye, de ha a teszt elégtelen, akkor ha a hármast (közepes) végértékelésként elfogadják a hallgató, akkor nem kell pótolni.

2. Elektronikus teszt, számítógépen, a végeselemes rendszer használatával:

A teszt kérdései úgy vannak összeállítva, hogy egyszerűen megválaszolható kérdéseket kap a hallgató (pl. mennyi a fellépő maximális feszültség a szerkezetben? erre a válasz: 150 Mpa). Ezek a kérdések azonban csak egy jól összeállított, megfelelően felépített és előkészített véges elemes futtatás eredményeinek kiértékeléséből válaszolhatók meg. A teszt írásának ideje alatt (50 perc) a tesztet felügyelő oktató is megoldja a feladatot, felépíti a végeselemes modellt és megoldja azt. Az így adódó eredményekkel hasonlítja össze a hallgatók eredményeit. Ha a kérdésre adott számértékek jók, akkor szinte biztosak lehetünk benne, hogy a teljes modell előkészítés, adatmegadás, futtatás jó. A biztonság kedvéért azért szűrőpróba-szerűen nézzünk bele a modell előkészítésének néhány részletébe, a hallgató modelljének tüzetesebb vizsgálatával:

- **anyag kicserélés**, peremfeltételek, **kontaktok, terhelések**, az analízis részleteinek adatai, időléptékek, táblázatok, **kontúros eredmények értelmezése**
- tegyünk fel néhány szóbeli kérdést is a hallgatónak, főleg jobb jegyért. pl. „Mennyi lenne a képernyőn látható feszültség értéke **Mpa mértékegységben, vagy Pa mértékegységben?**” Az elmozdulás minimális és maximális értékét melyik paranccsal tudjuk megnézni, mennyi a maximális elmozdulás értéke **mm-ben, méterben?** stb.
- Ha az előzőekben bemutatottak között vastagon szedett kérdésekben a hallgató tájékozatlanságot mutat, vagy megakad és ezekre vonatkozó kérdést tesz fel, akkor a teszt eredményéből egy jegyet levonunk, mivel ezek nagyon fontos, az órákon többször hangsúlyozott és begyakorolt anyagrészek. Egy konkrét valóságos végeselemes vizsgálat során ezen ismeretek nélkül végzetes hibákat ejthetnénk.

A végső jegy (gyakorlati jegy, vagy vizsgajegy) az írott teszt valamint az elektronikus teszt eredményéből összesítés során adódik. Ez az összesítés nem matematikai átlag, hanem figyelembe kell venni az írott tesztnél mondott 2 jegyes határt is.

## **Gépelemek Végeelemes Analízise** **Ellenőrző dolgozat**

1. Melyik programrendszer kifejlesztése fűződik Marcel Dassault nevéhez?
2. Soroljon fel párat a Solid Edge programrendszer különböző moduljai közül!
3. Hogy nevezték azokat a számítógépeket, melyeknek az építésénél Neumann János is részt vett, amikor a híres művét írta a számítógépek építéséről?
4. Kinek a cégéből épült ki később az IBM cég? Mivel vált ismertté ez az ember?
5. Mi a definíciója a fajlagos elmozdulásnak? (strain) Miben különbözik a Von Mises redukált feszültség és a fajlagos elmozdulás kontúros képe a végeelemes megoldások esetén?
6. Mi a hasonlóság és mi a különbség az IGES és a STEP adatformátumok között?
7. Soroljon fel olyan rendszereket, melyek már 1980-ban integráltak voltak, tehát a rendszerből kilépés nélkül a CAD modell továbbvizsgálható volt végeelemesen!
8. Milyen vizsgálatok nem végezhetők el a DesignStar, illetve a DesignSpace integrált verziókban, amik az eredeti rendszereikben (COSMOS/M, ANSYS) elvégezhetők voltak?
9. Röviden mutassa be a Kuhn- Tucker optimalitási kritérium módszerét kétváltozós függvény optimalásához!
10. Mi a különbség a Nelder- Mead féle „simplex” és a Box- féle „complex” algoritmusok működése között ?

**Gépelemek Végeselemes Analízise**  
**Ellenőrző dolgozat**  
**MEGOLDÁS**

1. Melyik programrendszer kifejlesztése fűződik Marcel Dassault nevéhez?

*Marcel Dassault 2 pont*

2. Soroljon fel párat a Solid Edge programrendszer különböző moduljai közül!

*Sheet metal, Welding, Draft, Part, Assembly, más programot is elfogadunk, ha valaki azzal dolgozik vagy azt ismeri (pl. CREO, NX, Inventor, Solid Works, stb.) 4 pont*

3. Hogy nevezték azokat a számítógépeket, melyeknek az építésénél Neumann János is részt vett, amikor a híres művét írta a számítógépek építéséről?

*ENIAC, EDVAC 4 pont*

4. Kinek a cégéből épült ki később az IBM cég? Mivel vált ismertté ez az ember?

*Herman Hollerith, az amerikai népszámlálásokat lyukkártyás géppel végezte el. 4 pont*

5. Mi a definíciója a fajlagos elmozdulásnak? (strain) Miben különbözik a Von Mises redukált feszültség és a fajlagos elmozdulás kontúros képe a végeselemes megoldások esetén?

*Definíció:  $\varepsilon = \Delta L / L_0$ , és mivel  $\sigma = E \varepsilon$ , ezért a két mennyiség csak egy konstanssal való szorzásban különbözik, tehát a kontúros képük nagyon hasonló, kis különbség van, csak a számértékek különböznek. 4 pont*

6. Mi a hasonlóság és mi a különbség az IGES és a STEP adatformátumok között?

*Hasonlóság, hogy adatok átvitelére alkalmasak CAD rendszerek között vagy azokból a végeselemes rendszerekbe, geometriai adatok átvitelére alkalmasak, mindkettő nemzetközi szabvány. Különbség, hogy a STEP többféle adatot is tud átvinni, nemcsak geometriát. 4 pont*

7. Soroljon fel olyan rendszereket, melyek már 1980-ban integráltak voltak, tehát a rendszerből kilépés nélkül a CAD modell továbbvizsgálható volt végeselemesen!

*Csak az I-DEAS és a CATIA volt ilyen abban az időben. 4 pont*

8. Milyen vizsgálatok nem végezhetők el a DesignStar, illetve a DesignSpace integrált verziókban, amik az eredeti rendszerekben (COSMOS/M, ANSYS) elvégezhetők voltak?

*Hidrosztatikus terhelésnél a szerkezetre merőlegesen maradása a terhelésnek, saját definiálású célfüggvények az optimum számításnál, programozhatóság hiányzik illetve nagyon nehézkes, véletlen rezgések, rétegzett szerkezetek (héj elemek, solid elemek, rudak). 4 pont*

9. Röviden mutassa be a Kuhn- Tucker optimalitási kritérium módszerét kétváltozós függvény optimalálásához!

*A kritérium: az optimum helyén a célfüggvény szintvonalja érinti a megfelelőségi tartományt. A bemutatáshoz az órán részletesen levezetett „Farmer probléma” nagyon jól használható. Feladat: olyan téglalap alakú kert bekerítése adott hosszúságú kerítés anyaggal, melynek maximális a területe. A megoldás a négyzet alak. 4 pont*

10. Mi a különbség a Nelder- Mead féle „simplex” és a Box- féle „complex” algoritmusok működése között ?

*A Box több pontot tud kezelni, a Box feltételeket is kezel, valamint tükrözéskor tud „nyújtást” és „zsugorítást” is végezni, ezzel sokkal gyorsabb a működése 4 pont*

Össz elérhető pontszám: 38 pont .

Elégségeshez szükséges pontszám: 15 pont.

A többi jegy az alábbi táblázatból:

pontszám	jegy (számmal)	jegy (betűvel)
0 - 14	1	elégtelen
15 - 20	2	elégséges
21 - 26	3	közepes
27 - 32	4	jó
33 - 38	5	jeles