

I. Tantárgyleírás**1. Alapadatok***1.1 Tantárgy neve***NEMLINEÁRIS MECHANIKA***1.2 Azonosító (tantárgykód)***BMEEOTMMN-2***1.3 Tantárgy jellege*

Kontaktórás tanegység

1.4 Óraszámok

Típus	Óraszám / (nap)
Előadás (elmélet)	2
Gyakorlat	1

1.5 Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa

Vizsga

1.6 Kreditszám

4

1.7 Tárgyfelelős

név	Dr. Bojtár Imre
beosztás	Egyetemi tanár
email	bojtar.imre@emk.bme.hu

1.8 Tantárgyat gondozó oktatási szervezeti egység

Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék

1.9 A tantárgy weblapja

<https://epito.bme.hu/BMEEOTMMN-2>
<https://edu.epito.bme.hu/course/view.php?id=2012>

1.10 Az oktatás nyelve

magyar és angol

1.11 Tantárgy típusa

Kötelező a Szerkezet-építőmérnök (MSc) szak Numerikus modellezés specializációján

1.12 Előkövetelmények

Ajánlott előkövetelmény:

- Általános szilárdságtan (BMEEOTMAS41)

1.13 Tantárgyleírás érvényessége

2020. február 5.

2. Célkitűzések és tanulási eredmények

2.1 Célkitűzések

A tantárgy az építőmérnöki BSc képzésben tanított Elemi Szilárdságtan és Általános Szilárdságtan folytatása, azok lineáris modelljeinek kiterjesztése és általánosítása. Két fontos célja van:

A./ A hallgató megismeri a nemlineáris mechanika szemléletmódját, az elméleti és numerikus modellezésben használatos változóit, továbbá azokat az alapvető egyenleteket, amelyek a nemlineáris viselkedésű mechanikai feladatok megfogalmazásához szükségesek. A tárgy elemzi a különböző nemlineáris alakváltozás- és feszültségi tenzorok használatát, valamint az általános perem- és/vagy kezdetiérték típusú, illetve variációs mechanikai egyenletek létrehozását általános esetben, illetve néhány fontos mérnöki szerkezetfajta esetén.

B./ A másik fontos cél megismertetni a nemlineáris feladatok vizsgálatához – elsősorban végeeselemes számításokhoz – szükséges elméleti hátteret, hangsúlyozva a lineáris és nemlineáris feladatok vizsgálata közötti elméleti és gyakorlati különbségeket.

2.2 Tanulási eredmények

A tantárgy sikeres teljesítése után a hallgató

A. Tudás

1. ismeri a nemlineáris mechanika alapvető leírasmódjait, és matematikai eszköztárának fontosabb műveleteit,
2. ismeri a különböző nyúlás-, alakváltozás- és feszültségtenzorok fogalmát, számítási módjait és megfelelő párokba való kapcsolási módját,
3. ismeri az alapvető mechanikai egyenletek erős- és gyenge alakjait,
4. ismeri az energia- és munkatételek különböző változatainak elméleti hátterét és előnyös alkalmazási lehetőségeit,
5. ismeri a többmezős variációs elvek előállítási módjait, és numerikus használatuk fontosabb elveit,
6. ismeri a nemlineáris mechanikai feladatok – matematikai és mechanikai elvek szerinti – megoldási technikáinak fontosabb változatait, beleértve a klasszikus mechanika néhány alapvető feladatának számítását,
7. ismeri a termoelasztikus és a rugalmas-képlékeny anyagmodellek előállításának fizikai alapjait,
8. ismeri a fontosabb gerenda-, lemez- és héjmodellek lineáris és nemlineáris vizsgálatához szükséges egyenletek megfogalmazásához szükséges módszereket, beleértve a tetszőleges alakú héjak görbületi tenzorainak számítási módját,

B. Képesség

1. egy tetszőleges szerkezet terhelése során képes – numerikus modellekből nyert adatok segítségével – a deformációgradiens-tenzor számítására, vagyis a merevtestszerű elfordulás és nyúlás jellemzésére,
2. kiszámítja a laboratóriumi mérésekből nyert nyúlási adatok segítségével a szerkezet adott pontjában – nagy mozgások esetén is – az alakváltozásokat és feszültségeket,
3. önállóan felépít egyszerűbb nemlineárisan rugalmas, rugalmas-képlékeny és időfüggő anyagmodelleket,
4. önállóan és hatékonyan használja a munka- és energiatételek többféle változatát,
5. tetszőleges keresztmetszetű gerendák csavarásból keletkező feszültségeit számítja többféle modell alapján,
6. tetszőleges keresztmetszetű és görbületű gerendák hajlításból és nyírásból keletkező feszültségeit számítja többféle modell alapján,
7. magasabbrendű nyírási modelleket alkalmaz gerendáknál és lemezeknél történő numerikus vizsgálatára,
8. előállítja egy adott héjszerkezetnél a numerikus modellezéshez szükséges görbületi tenzorait,
9. képes a szakirodalom önálló feldolgozására és kritikus értelmezésére,
10. gondolatait rendezett formában fejezi ki szóban és/vagy írásban,

C. Attitűd

1. törekszik a nemlineáris mechanikai feladatainak megoldásához szükséges eszközrendszer megismerésére, és rutinszerű használatára,
2. törekszik a pontos és hibamentes feladatmegoldásra,
3. szóbeli kommunikációban törekszik az érthető, szabatos fogalmazásra, írásbeli megnyilvánulásaiban

törekszik az igényes, rendezett, a mérnöki szakma által elvárható színvonalú dokumentáció készítésére,

D. Önállóság és felelősség

1. önállóan végzi a nemlineáris mechanikai feladatok elemzését és a vizsgálatokhoz szükséges numerikus modellváltozatok kiválasztását,
2. nyitottan fogadja a megalapozott kritikai észrevételeket,

2.3 Oktatási módszertan

Előadások elméleti ismeretekkel és számítási feladatokkal, kommunikáció írásban és szóban, IT eszközök és technikák használata, önállóan készített gyakorlófeladatok (opcionális), szakcikk feldolgozása (opcionális).

2.4 Részletes tárgyprogram

Hét	Előadások és gyakorlatok témaköre
1.	Alapfogalmak, mozgásegyenletek, gradienstenzor számítása
2.	Alakváltozástenzorok különböző bázisokban
3.	Alakváltozások és nyúlások főértékei. Gradienstenzor poláris felbontása. Görbevonallú bázisokhoz rendelt alakváltozások számítása.
4.	Különböző feszültségtenzorok számítása. Alakváltozás- és feszültségtenzor párok termodinamikai főtörvények alapján.
5.	Az anyagmodell fogalma, termoelasztikus anyag modellje.
6.	Képlékeny és viszkózus anyagi viselkedés jellemzése.
7.	A mechanika alapvető egyenletei, erős és gyenge változatok
8.	Munkatételek, felcserélhetőségi tételek.
9.	Többmezős variációs elvek, az energiatételek különböző változatai.
10.	Peremérték-feladat és variációs feladat-típusú felírási módok közötti kapcsolat, a mechanikai egyenletek fő megoldási módszerei.
11.	Feszültségfüggvények és alkalmazási módjuk.
12.	Egyenes és görbült hajlított/nyírt gerendák különböző mechanikai modelljei.
13.	Felületszerkezetek görbületeinek számítása. Hajlított lemezek különböző mechanikai modelljei.
14.	Héjak mechanikai modelljei lineáris és nemlineáris vizsgálatokra.

A félév közbeni munkaszüneti napok miatt a program csak tájékoztató jellegű, a pontos időpontokat a tárgy honlapján elérhető "Részletes féléves ütemterv" tartalmazza.

2.5 Tanulástámogató anyagok

Jegyzet(ek):

- Bojtár Imre: Nemlineáris Mechanika.
- Gábor Edit: Példatár.

Letölthető anyag(ok): Interneten elérhető szakkönyvek és folyóiratcikkek.

2.6 Egyéb tudnivalók

- Az előadásokon a részvétel kötelező.
- A teljesítményértékelésen résztvevő hallgató a teljesítményértékelés ideje alatt külön engedély nélkül

nem kommunikálhat másokkal, és nem lehet nála kommunikációra alkalmas elektronikus, vagy egyéb eszköz bekapcsolt állapotban.

- Az az érvényes aláírással rendelkező hallgató, aki nem vizsgakurzusra veszi fel a tárgyat, aláírását és vizsgajogát nem vesztheti el, de a végeredmény számításánál az újonnan elért zárthelyi eredményeket vesszük alapul.

2.7 Konzultációs lehetőségek

Konzultációs időpontok:

- a tárgy oktatója által a tanszéki honlapon meghirdetett időpontban, VAGY
- előzetes egyeztetés szerint (email: bojtar.imre@epito.bme.hu)

Jelen TAD az alábbi félévre érvényes:

II. Tárgykövetelmények

3. A tanulmányi teljesítmény ellenőrzése és értékelése

3.1 Általános szabályok

- A 2.2. pontban megfogalmazott tanulási eredmények értékelése két évközi írásbeli teljesítménymérés, egy házi feladat, és a vizsgaidőszakban tett szóbeli teljesítménymérés alapján történik.
- Az egyes félévközi zárthelyi dolgozatok időtartama 60 perc.
- Az egyes értékelések időpontját és a házi feladat beadási határidejét a tárgy honlapján elérhető "Részletes féléves ütemterv" tartalmazza.

3.2 Teljesítményértékelési módszerek

Teljesítményértékelés neve (típus)	Jele	Értékelt tanulási eredmények
1. zárthelyi dolgozat (összegző értékelés)	ZH1	A.1-A.4; B.1-B.4, B.10; C.2
1. zárthelyi dolgozat (összegző értékelés)	ZH2	A.5-A.8; B.5-B.10; C.2
Házi feladat (folyamatos részteljesítmény értékelés)	HF	A.1-A.8; B.1-B.8; C.1-C.3; D.1-D.2
Szóbeli vizsga (összegző értékelés)	V	A.1-A.8; B.1-B.8; C.1-C.3; D.1-D.2

A szorgalmi időszakban tartott értékelések pontos idejét, a házi feladatok ki- és beadási határidejét a "Részletes féléves ütemterv" tartalmazza, mely elérhető a tárgy honlapján.

3.3 Teljesítményértékelések részaránya a minősítésben

Jele	Részarány
ZH1	25%
ZH2	25%
HF	15%
V	60%
Összesen	100%

A zárthelyik közül csak a legjobb eredménye számít.

3.4 Az aláírás megszerzésének feltétele, az aláírás érvényessége

- Nem kaphat a "Megtagadva", ill. "Nem teljesítette" eredménytől különböző bejegyzést az a hallgató, aki hiányzásai alapján nem vett részt az előadások legalább 70%-án.
- Aláírást kaphat és vizsgára bocsátható, akinek a legmagasabb pontértékkel rendelkező zárthelyi eredmény eléri, vagy meghaladja az 50%-ot.
- A korábban megszerzett aláírás a tárgy újrafelvételekor nem vész el, de mindenképpen az új eredmény számít.

3.5 Érdemjegy megállapítása

- A jelenléti feltételeket teljesítők eredményét az alábbi szempontok szerint határozzuk meg.
- A zárthelyi dolgozatok sikerességére nem írunk elő feltételt.
- A féléves eredményt a legjobb zárthelyi dolgozat és a beadott házi feladat eredménye határozza meg.
- A végső eredményt a legjobb zárthelyi eredménye, a féléves házi feladat és a szóbeli vizsga 3.3. pont szerinti „Á” átlaga alapján számítjuk:

Érdemjegy	Pontszám (Á)
jeles (5)	$85\% \leq \bar{A}$
jó (4)	$72,5\% \leq \bar{A} < 85\%$

közepes (3)	$65\% \leq \checkmark < 72,5\%$
elégseges (2)	$50\% \leq \checkmark < 65\%$
elégtelen (1)	$\checkmark < 50\%$

3.6 Javítás és pótlás

- A tárgyból írt zárthelyik nem pótolhatók.
- A tárgyból második pótlás nincs.
- A házi feladat pótbeadására különjárási díj ellenében a szorgalmi időszak utolsó órarendi foglalkozásáig van lehetőség.

3.7 A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka

Tevékenység	Óra/félév
kontakt óra	$14 \times 3 = 42$
félévközi felkészülés az órákra	$14 \times 2 = 28$
felkészülés a teljesítményértékelésekre	$2 \times 10 = 20$
házi feladat elkészítése	12
vizsgafelkészülés	18
Összesen	120

3.8 A tárgykövetelmények érvényessége

2020. február 5.

Jelen TAD az alábbi félévre érvényes:
