

XIII. MOHR

**Mechanikát
Oktatók
Hazai
Rendezvénye**

Szeged,
2017. augusztus 29-30.

A rendezvény támogatói:

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar
eCon Engineering (ANSYS)
InterCAD (Axis VM)

Szervezőbizottság:

Bagi Katalin, BME
Bíró István, SZTE
M. Csizmadia Béla, SZIE

Szegedi Tudományegyetem
Mérnöki Kar
Műszaki Intézet

SZEGED
2017

TARTALOMJEGYZÉK

Antali Máté, Berezvai Szabolcs:

Száraz súrlódásos modellek oktatási nehézségei 4

Bagi Katalin:

A Szilárdságtan oktatása a BME Építőmérnöki Karán..... 6

Berezvai Szabolcs, Lehotzky Dávid, Molnár Tamás G., Várszegi Balázs, Antali Máté, Sykora Henrik:

Lehetőségek és motiváció doktorandusz szemmel 9

Bojtár Imre:

A Mechanika oktatásának tapasztalatai a mesterképzésben a BME Építőmérnöki Karán 12

Kossa Attila:

Tapasztalatok a vége-selelemes módszer oktatásában, különös tekintettel a nemlinearitásokra 14

Kovács Ádám:

Mechanika a doktorképzésben – hagyományok és új kihívások a BME Gépészmérnöki Karán 15

Movahedi Rad Majid, Papp Ferenc:

Az elemi szilárdságtantól a nemlineáris szimulációig..... 16

Orbán Ferenc:

Gondolatok egy zárthelyi feladatról..... 18

Tarján Gabriella, Pluzsik Anikó:

Oktatási hatékonyság növelésének lehetőségei a felsőoktatási tanórák keretében..... 20

Száraz súrlódásos modellek oktatási nehézségei

Antali Máté, Berezvai Szabolcs

Műszaki Mechanikai Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5.
antali@mm.bme.hu, berezvai@mm.bme.hu

A száraz súrlódás jelensége a mechanika tárgyak oktatása során több helyen előkerül. Az alapképzésben főleg a Coulomb-modell különféle változatait szoktuk bemutatni. A nem-folytonos viselkedés, a többféle mozgásforma (csúszás, tapadás, gördülés) miatt viszonylag nehéz problémakörrel van szó. A számonkéréseken is az tapasztalható, hogy a hallgatók különösen nagy arányban nem értik a száraz súrlódás témakörét. Mivel a súrlódásnak sok gépészeti alkalmazásban szerepe van, fontosnak gondoljuk, hogy a súrlódás oktatását hogyan lehetne esetleg érthetőbbé tenni, pontosítani, hogy a hallgatókat minél inkább a megértéshez és az alkalmazható tudáshoz segítsük.

A gépészmérnök-képzésben a száraz súrlódás jellemzően a Statika, a Dinamika és a Rezgéstan tananyagában is szerepel. Mivel a súrlódás egyszerre statikai és dinamikai jelenség, felmerülhet a kérdés, mennyiben és hogyan lehet már a statika tématerületén belül bemutatni ezt, a mozgási (csúszási, gördülési) jelenségektől teljesen eltekintve. Illetve, ha bemutatjuk a Statikában, érdemes végiggondolni, hogyan vezessük be az alapfogalmakat úgy, hogy a későbbi tanulmányokban csak pontosítani és kibővíteni, és ne megváltoztatni kelljen a definíciókat.

Az alapképzésben a súrlódással csak síkbeli problémák esetén foglalkozunk. Érdemes lehetne a tárgyalás elején csoportosítani és ábrázolni a súrlódó testek különféle geometriai eseteit, hiszen ezek különféle jellegű rendszerekhez vezethetnek. Például egy hasábot lejtőre helyezve csúszás vagy tapadás jöhet létre, míg például egy korongot lejtőre helyezve csúszás vagy gördülés. Előfordulhatnak elfajult geometriai esetek, mint például az, amelynél egy vékony rúd egyik vége van egy sík felülettel súrlódásos kapcsolatban.

A súrlódás dinamikai bevezetésénél érdemes lehetne először a súrlódás erő grafikonját ábrázolni a csúszási sebesség függvényében, ezen ugyanis szemléletesen megmutathatóak és leolvashatóak a tapadás/gördülés illetve a csúszás kinematikai és dinamikai feltételei. A súrlódási erő és normálerő közötti egyenlettel és egyenlőtlenséggel felírható összefüggések könnyebben megjegyezhetővé válnának a grafikon segítségével. Meggondolandó, hogy egy általánosabb, pl. a Benson-modell súrlódási görbéje is bemutatható lenne, egy ilyen fél-empirikus modellből

szemléletesebben és könnyebben megérthető lehet a tapadási és csúszási súrlódási tényezők különbözősége, mint ha csak egyszerűen definiáljuk ezen kétféle paramétert. Ezzel kapcsolatban érdemes felhívni a figyelmet az előjel (szignum) óvatos használatára a Coulomb-modell felírásakor, hiszen az előjel-függvény nullában egyetlen értéket ad, míg a Coulomb-modell szerint a súrlódási erő sokféle értéket felvehet.

Felmerül a kérdés, hogy hogyan tekinthetünk általában a súrlódásra a mechanikai rendszer szempontjából? Tapadás esetén a súrlódás kényszernek tekinthető, viszont csúszáskor a súrlódási erő már aktív erőnek számít. Arra teszünk javaslatot, hogy a súrlódást egyfajta *feltételes kényszernek* tekintsük, amely különböző körülmények között kényszerként és aktív erőként is megjelenhet. Ebben a tekintetben közel áll a kötél vagy az egyszerű egyoldali támasz modelljéhez, amelyek szintén csak bizonyos feltételek esetén működnek kényszerként. A feltételes kényszer fogalma akkor is hasznos lehet, ha a statikában a megcsúszás határhelyzetét kívánjuk bemutatni.

Néhány olyan problémával is foglalkozunk, amelyek a feladatmegoldás során jelentkeznek. Az olyan feladatoknál, ahol a tapadásból éppen csúszni kezd a test, szükséges lehet annak indoklása, hogy mi határozza meg a csúszási súrlódási erő hiányát, hiszen a csúszási sebesség nulla. Érdemes lehet felhívni a figyelmet arra, hogy ilyenkor a gyorsulás irányát kell vizsgálni. Olyan feladatok is előfordulnak (például a falnak támasztott létra példája), ahol tapadási esetben nem lehet meghatározni a kényszererőket a statikai határozatlanság miatt, viszont a megcsúszás határhelyzete mégis vizsgálható. A különféle szabadsági fokú és megoldási módszerű esetek rendszerszemléletű elválasztása segíthet a megoldási menet megértésében.

A felsoroltakon túl még néhány kisebb idevonatkozó témát is érintünk az előadás során. Javaslatunk vitaindító megjegyzések, annak a reményében, hogy a súrlódás témakörében olyan módon változtassunk az oktatásban, hogy a súrlódás minél letisztultabban jelenjen meg a különböző alaptárgyakban, és minél közelebb hozzuk a hallgatókat ehhez a nehéz problémához. A hallgatók jelentős részének nagyban segíthet – a mechanika más témaköreihez hasonlóan – a szemléletesség, a minél több alkalmazási példa bemutatása.

A Szilárdságtan oktatása a BME Építőmérnöki Karán

Bagi Katalin

Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1521 Budapest, Műegyetem rkp. 3. K.mf.63.
kbagi@mail.bme.hu

Előzmények

A BME Építőmérnöki Karán a kétlépcsős képzés bevezetése óta a következő két tárgy keretében oktattunk Szilárdságtant:

BSc szinten.: „Szilárdságtan BSc”, 6 kredit, heti 6 kontaktóra

MSc szinten: „Mechanika MSc”, 4 kredit, heti 4 kontaktóra

A „Szilárdságtan BSc” tárgy a következő témakörökkel foglalkozott:

- rúdszerkezetek keresztmetszeteiben feszültségszámítás egyszerű és összetett igénybevételekből
- hajlított gerendák elmozdulásainak számítása egyenértékűségek alapján
- főfeszültségek, főnyúlások
- munkatételek (a virtuális elmozdulások tétele és a virtuális erők tétele)
- statikailag egyszeresen határozatlan tartók erőmódszeres számítása
- energiatételek (a potenciális energia és a kiegészítő potenciális energia tétele)
- stabilitás- és kihajlásvizsgálat

A „Mechanika MSc” tárgy fő témakörei:

- feszültség- és alakváltozástenzorok a nemlineáris kontinuum-mechanikában
- nemlineárisan rugalmas, képlékeny, viszkózus anyagmodellek
- felcserélhetőségi tételek
- származtatott energiatételek (Clapeyron-tétel, Castigliano-tételek)
- a feszültségfüggvények módszere, főbb feszültségfüggvény-típusok
- hajlított-nyírt gerendák illetve csavart gerendák feszültségszámítása
- felületszerkezetek fontosabb modelljei

A tapasztalatok azt mutatták, hogy a hallgatók számára a „Szilárdságtan BSc” tárgyat szinte lehetetlen volt egyetlen félév alatt teljesíteni. A jobb képességű és motivációjú hallgatóknak tipikusan két félévre, a többségnek 3-4 félévre volt szüksége a sikerhez. Sajnos sok hallgatónk nem szánt ennyi időt és energiát erre a tárgyra, különösen akkor nem, ha néhány más alapozó tárggyal is nehézségei támadtak; ehelyett inkább

elhagyták a Kart és vagy végleg megszakították, vagy máshol folytatták tanulmányaikat. (A „Mechanika MSc” tárggyal kapcsolatban nem merült fel ilyen probléma: bár maga a tárgy jóval nehezebb volt, mégis az érettebb, a tanulásban is rutinosabb hallgatók gond nélkül meg tudták tanulni legalább az elégségeshez szükséges, igen pontosan körülhatárolt minimumot.)

A „Szilárdságtan BSc” tárgy oktatói kezdettől tisztában voltak vele, hogy a tárgy rendkívüli mértékben túlszűfolt. Egyetlen félév alatt még az alapfogalmak sem tudnak leülepedni, túl rövid idő alatt irreálisan sok új fogalmat és módszert kellene hallgatóinknak megérteniük, miközben a hallgatók szükséges matematikai háttértudása sem elegendően stabil ahhoz, hogy a nehezebb anyagrészekkel boldogulhassanak. Ezért bár rengeteg jegyzettel, gyakorló feladatsorral, segédlettel, kidolgozott tételekkel, fakultatív gyakorlóórákkal stb. igyekeztünk segíteni hallgatóinkat, az igazi megoldást a tárgy két félévre való szétbontásában láttuk. Ezt a törekvésünket a hallgatóság is támogatta.

Az új rendszer

2015 óta a korábbi „Szilárdságtan BSc” helyett a következő két tárgyat tanulják hallgatóink:

(1) Elemi szilárdságtan:

minden építőmérnök hallgatónak kötelező;

6 kredit, heti 5 kontaktóra kb. 30 fős tankörökben; jelenlét ellenőrzése minden órán

- rúdszerkezetek keresztmetszeteiben feszültség számítás egyszerű és összetett igénybevételekből
- főfeszültségek, főnyúlások

A tárgy teljesítéséhez a 3 zárthelyi mindegyikén legalább 50%-os eredményt kell elérni, a zárthelyik tehát afféle „részvizsgaként” funkcionálnak.

(2) Általános szilárdságtan:

csak a szerkezetépítőmérnök hallgatóknak kötelező;

3 kredit, heti 2 kontaktóra egyetlen (kb. 70-80 fős) csoportban;

a jelenlétet nem ellenőrizzük

- munkatételek (a virtuális elmozdulások tétele és a virtuális erők tétele)
- a rugalmas vonal differenciálegyenlete
- egyenestengelyű gerendák és törttengelyű keretek elmozdult alakja
- energiatételek (a potenciális energia stacionaritási tétele és a kiegészítő potenciális energia minimumtétele)
- stabilitás- és kihajlásvizsgálat

A tárgy szóbeli vizsgával zárul, amelyhez a vizsgajogot a 3 zárthelyi két legjobbjára alapján lehet megszerezni. Aki mindhárom zárthelyin megfelelő eredményt ér el, annak vizsgajegyet ajánlunk meg.

A „Mechanika MSc” tárggyal kapcsolatos változásokról Dr. Bojtár Imre előadásában lesz szó.

Tapasztalatok

A 2015 óta futó „Elemi szilárdságtan” tárgy sikerességi aránya 55-60% körül alakult az eddigi félévekben. Egy vagy két félév láthatóan elegendő a többségnek a tárgy teljesítéséhez. A kiscsoportos oktatási keret lényegesen jobb időkihasználtságot eredményezett, mint a régi „előadás+gyakorlat” rendszer: a hallgatók (legalábbis amíg esélyt látnak a teljesítésre) minden órára bejárnak, sőt sokan részt vesznek a gyakorlatvezetők által tartott fakultatív konzultációkon is. Bár Tanszékünk oktatási terhelése emiatt megnőtt, az, hogy hallgatóinknak kevesebbszer kell a tárgyat újra és újra felvennie, várhatóan fokozatosan kiegyenlíti majd ezt a hatást.

Tanszékünk alacsony oktatói létszáma miatt kénytelenek vagyunk a doktoranduszok mellett időnként demonstrátorokat is felkérni gyakorlatvezetőnek. Hogy a tapasztalatlanságukból és esetleges tudásbeli pontatlanságaikból eredő problémákat megelőzzük, nagy gondot fordítottunk a tárgy segédanyagainak kidolgozására. A hallgatók minden óra anyagához részletes óravázlatot, ill. szöveges jegyzetet találnak a tárgy honlapján, emellett – hallgatói közreműködéssel – mindegyik témakörhöz gyakorló feladatsorokat készítettünk.

Az „Általános szilárdságtan” tárgyat eddig két félévben indítottuk. Az első alkalommal 11 hallgatónk volt, mindegyikük sikeresen teljesítette a tárgyat. A második alkalommal 70 diák foglalkozott érdemben a tárggyal; közülük vizsgajogot 53-an szereztek és sikeres vizsgát 44-en tettek (ez 63%-os sikerességi arányt jelent).

Ahhoz képest, hogy hallgatóink nehéznek és elvontnak tartják a tárgyat (ezt a véleményt az oktatók is osztják), illetve hogy a jelenlétet az órákon nem ellenőrizzük és a hiányzásokat nem szankcionáljuk, ez a teljesítési arány viszonylag magasnak tekinthető, amit több tényező együttes hatásával magyarázhatunk. Ezek közül az egyik legfontosabb valószínűleg az, hogy a tárgy minden előadásához részletes szöveges jegyzetek állnak rendelkezésre (az előadások ppt diáorai mellett), amelyek számos kidolgozott gyakorlófeladatot, valamint az órán elhangzottak lényegét összefoglaló ellenőrző kérdéseket is tartalmaznak. Szintén fontos tényező az is, hogy a tárgy legtöbb órájának elején a hallgatók – az ellenőrző kérdések alapján – 10-12 percen rövid szintfelmérőt írnak az előző óra anyagából. A szintfelmérők időpontja előre ismert, és az előre megadott ellenőrző kérdéseknek megfelelőek a feladatok, tehát aki akar, fel tud rájuk készülni. A szintfelmérő helyes megoldását néhány percen rögtön meg is beszéljük, majd ezután kezdünk foglalkozni az új anyagrésszel. Hozzájárulhat a sikerhez az is, hogy mindegyik zárthelyi előtt – órarenden kívüli időpontban – fakultatív konzultációt tartunk, amelyen mindkét eddigi félévben igen magas volt a részvételi arány.

Összességében azt látjuk, hogy hallgatóink az új rendszerben szívesebben szánják rá magukat a sikerhez szükséges munkára. Könnyebben motiválhatók, aktívabbak az órákon és a konzultációkon. Folyamatos munka esetén újabb és újabb sikerélményekhez jutnak, ami pozitív láncreakcióként tovább javítja mind a hallgatók, mind az oktatók közérzetét, és ez az eredményekben is megmutatkozik.

Lehetőségek és motiváció doktorandusz szemmel

Berezvai Szabolcs, Lehotzky Dávid, Molnár Tamás G., Várszegi
Balázs, Antali Máté, Sykora Henrik

Műszaki Mechanikai Tanszék

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

berezvai@mm.bme.hu, lehotzky@mm.bme.hu, molnar@mm.bme.hu, varszegi@mm.bme.hu,
antali@mm.bme.hu, sykora@mm.bme.hu,

Hallgatók motiváltsága és motiválása

A felsőoktatásban most részt vevő fiatal generáció hozzászokott a gyors információáramláshoz és ahhoz, hogy folyamatosan rengeteg inger éri őket. Ennek megfelelően változott a hallgatók képessége és hozzáállása: jellemzően jól kezelik, ha sok inger éri őket, ugyanakkor kevésbé szeretnek egyszerre egy dologgal foglalkozni. Olykor például egy kétperces videót sincs türelmük végignézni, ehhez képest egy tantermi gyakorlaton 90 percig ugyanazzal foglalkozunk, és mégis fenn kell tartanunk a hallgatói érdeklődést, elégedettséget kell kiváltanunk a hallgatókból egy tanóra ingerszegény környezetében. A hosszas mechanikai számítások során különösen nehéz a hallgatók érdeklődését fenntartani és biztosítani, hogy a számítás részletei közepette ne vesszen el a feladat célja, haszna, és motiválja hallgatókat a számítások alkalmazhatósága.

Előadásunk célja tehát elsősorban az, hogy felhívjuk a figyelmet arra, hogy a hallgatók kevésbé motiváltak, illetve egyre nehezebb motiválni őket a mechanika-tanulás iránt. A tanórával és az otthonra kiadott segédanyagokkal kapcsolatban most tehát elsősorban nem szakmai, hanem motivációs szempontból vizsgáljuk a hatékonyság kérdését. Azaz arra keressük a választ, hogyan lehet a tananyagot megszerettetni, vagy legalábbis elérni, hogy a hallgató hasznosnak érezze és így olyan dologra szánja az időt, amit nem feltétlenül szeret.

Az előadás során bemutatunk néhány, általunk is kipróbált ötletet ennek megoldására, amelyeket alább részletesebben is ismertetünk. Az oktatástechnikai fogások mellett a digitális eszközök is segíthetnek a hallgatók motiválásában, ám csak akkor, ha ezeket megfelelően használjuk. Az, hogy egy oktatási segédanyag digitális, önmagában sokszor kevés, hiszen a hallgatók folyamatosan digitális eszközökkel vannak kapcsolatban, ez számukra nem mindig különleges. Továbbá a digitális anyagoknál is oda kell figyelni, hogy egyszerre legyenek figyelmet felkeltők és a hallgatók tanuljanak is belőlük.

Az előadásban bemutatott ötleteket elsősorban vitaindítónak szánjuk, amelyben a konferencia hallgatóságával együtt keressük a megoldást a diákok motiválására.

Digitális és online lehetőségek

Az informatikai eszközök széles körű elterjedésének és könnyű elérhetőségének láthatóan jelentős társadalomformáló hatása van. Az egyetemre felvételt nyerő hallgatók csökkenő koncentrációs készsége és megnövekedett inger-igénye is gyaníthatóan erre a jelenségre vezethető vissza. Az érzékelhető negatív hatásokon, például a hallgatók kitartásának és koncentrációs készségének csökkenésén túl azonban az informatikai eszközök számos új lehetőséget is biztosítanak az oktatás hatékonyságának növeléséhez.

A nyugati egyetemeken már számos online képzés elérhető, amely nem kívánja meg a hallgatók részvételét előadásokon, illetve tantermi gyakorlatokon. Habár ezen képzések túlnyomó többsége csupán ismeretterjesztő jellegű kurzusokat kínál, egyre több egyetem nyújt szinte teljes mértékben online képzéseket, amelyek végül diplomát adnak. Az elmúlt évtized tapasztalatai alapján elmondható, hogy a digitális eszközök egyre hangsúlyosabb szerepet kapnak az oktatásban, ugyanakkor kérdéses, hogy a digitális eszközök milyen mértékű bevonása szükséges az oktatás minőségének javításához. Külön kérdés, hogy a mechanika tanításának mik azok a sajátosságai, amelyeket figyelembe kell vennünk az online eszközök megválasztása esetén.

Az előadás során taglalni fogjuk a digitális és online eszközök alkalmazásának előnyeit, illetve hátrányait. Ezen túl több ötletet is felvetünk majd ezen eszközök oktatási folyamatba való bevonásának lehetséges módjaira. Taglaljuk majd többek között az animációk, illetve húsz perces videó előadások alkalmazásának lehetőségét, ezek oktatási folyamatba való beillesztésének lehetséges módját.

Online kvízzjáték

A 21. század megváltozott tanulási környezetében a pedagógiával foglalkozók körében egyre népszerűbb az ún. „entertaining learning” megközelítés, amely lényege, hogy az információt szórakoztatva adja át a hallgatóság számára [1]. Az interaktív, multimédiás eszközök segíthetnek felkelteni a hallgató kíváncsiságát és motiválttá tenni őket a tanulásban. A fenti megközelítés egy lehetséges eszköze a kontaktórai online kvízzjáték, amely kihasználva a hallgatók egészséges versenyszellemét, lehetőséget teremt arra, hogy játékos formában teszteljék tudásukat. Az elsajátítandó tananyag folyamatos tesztelése ugyanakkor elősegíti az információ későbbi előhívását, amelyet a szakirodalomban „teszt-hatásnak” neveznek [2].

Az online kvízzjáték megvalósítására biztosít lehetőséget a norvég fejlesztésű *kahoot.it* [3] rendszer, amelyet egy játékalapú oktatási platform, kifejezetten a 21. század tanulási igényeire fejlesztettek ki. A rendszer, regisztrációt követően, ingyenesen hozzáférhető az oktatók számára, ahol az egyszerű kezelőfelület segítségével könnyedén létre tudjuk hozni saját kvízünket. A tantermi játékhoz mindössze projektorra és internet-hozzáférésre van szükség. A játékba való bejelentkezést követően a hallgatók okostelefonjaik segítségével válaszolhatnak a kivetített kérdésekre. A válaszadási idő leteltével a rendszer megmutatja a helyes választ, így azonnal lehetőség van arra, hogy megbeszéljük a választ és a kérdés tanulságait.

Melyik ábra mutathatja jellegre helyesen a nyírófeszültség eloszlást az alábbi I-szelvényben?

12

0 Answers

Skip

▲ az a) ábra

◆ a b) ábra

● a c) ábra

■ a d) ábra

1. ábra: A Szilárdságtan gyakorlaton alkalmazott Kahoot teszt mintakérdése és kezelőfelülete

Az idei tanévben az elsőéves hallgatóink számára meghirdetett Szilárdságtan c. tárgyunk keretében kísérleti jelleggel alkalmaztuk az online kvízt a félév utolsó óráján, vizsgafelkészítő és összefoglaló jelleggel. A játékot öt gyakorlati csoportunk hallgatói játszották, összesen 113 fő. A visszajelzések alapján egyértelműen látszott, hogy hallgatóink körében népszerűnek bizonyult a kezdeményezés. A hallgatók 92,79%-a ajánlaná a tesztet másoknak, míg 88,38% érezte, hogy tanult a játék során. A személyes visszajelzések alapján pedig valós igény mutatkozik arra, hogy a félév során körülbelül kétheti rendszerességgel teszteljük a hallgatóink tudását, felhívva a figyelmüket a hiányosságokra és így motiválva őket a folyamatos tanulásra.

Szakirodalom

[1] Benedek, A., Horváth Cz., J., Molnár, Gy., Nagy, G. Zs., Nyíri, K., Szabó, E. M., Tóth, P., Verebics, J.: Digitális pedagógia 2.0., Typotex Kiadó, 2012

[2] Racsmány, M. (2014): A csodálatos teszt, avagy miért az emlékezeti előhívás a leghatékonyabb tanulási mechanizmus? Mindennapi pszichológia 2014/3. szám. 52-56., 2014

[3] Kahoot Edu: Kahoot!, getkahoot.com, kahoot.it.

A Mechanika oktatásának tapasztalatai a mesterképzésben a BME Építőmérnöki Karán

Bojtár Imre

Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1521 Budapest, Műegyetem rkp. 3. K.mf.63.
ibojtár@mail.bme.hu

A „Mechanika MSc” néven futó, heti 2+2 órában tanított tárgy – a kétlépcsős képzés első változatával együtt – hét évet élt. A teljes mesterképzés átalakul 2017 őszén a BME Építőmérnöki Karán. Az új képzési változatban ezt a tárgyat, a korábbiaktól eltérően, már nem a teljes szerkezetes évfolyamnak, hanem egy jóval kisebb létszámú szakirány – a „Numerikus Modellezés” – hallgatóinak kötelező teljesíteni, mások választható tárgyként vehetik fel.

A „Mechanika MSc” tárgy alapvető célja a nemlineáris mérnöki számításokhoz szükséges mechanikai háttér megtanítása volt. A hét év alatt – szinte minden évben – a hallgatók kb. 40 %-a vett részt az előadásokon (ezek mindig kora reggel voltak) és 80-90 % a gyakorlatokon (ezek viszont késő délután). Utóbbiakon egy rövid elméleti ismétlés után többnyire kisebb, az elméleti anyagot illusztráló számítási feladatokat oldottak meg a hallgatók a gyakorlatvezető segítségével. Mivel a mesterképzésben a hallgatók jelentős része dolgozik a tanulás mellett, a fenti százalékos arányokat nem éreztük rossznak, különösen úgy, hogy ezek stabil értékek voltak az egész évben.

A félév során három zárthelyit írtak a hallgatók, és szóbeli vizsgával zárták a tárgyat. Pontosabban meghatároztuk azt a minimális tudásanyagot, ami a zárthelyikhez és a vizsgához az elégséges szintjén kellett, így minden szemeszterben 80-90 % körül volt a tárgyat sikeresen teljesítők aránya.

A fenti adatokból – tévesen – a tárgy sikerességére lehetne következtetni. Sajnos a kép sokkal árnyaltabb. A hallgatók mintegy 10-15 százalékától kaptam a vizsgán – és sokuktól a későbbi években is – kifejezetten pozitív visszajelzést a tárgy hasznosságáról és értelméről, a hallgatók körülbelül harmada azonban meglehetősen „meglepetéssel” élte meg a tárgyban használt matematikai és mechanikai ismeretanyaggal való találkozást, kevés közvetlen gyakorlati hasznot tulajdonítva a jelenségek mélyebb megértésére törekvő témáknak. (A két említett halmaz közötti hallgatók többnyire mintegy „általános ismeretterjesztés”-ként fogták fel a tárgyat.) Soha nem volt ebből konfliktus: a hallgatók általában jóindulatúan megtanulták azt, ami a teljesítéshez minimálisan kellett, és igyekeztek minél békésebben visszatérni a gyakorlatiasabb tárgyaikhoz, a „*majd megoldja a számítógép, nemigen kell ez a tudás egy átlag mérnöknek*” megjegyzéssel búcsúzva a témakörtől.

A hallgatók – és sajnos egyes kollégák – körében újból és újból felbukkanó ezen véleménnyel soha nem értettem egyet. Úgy gondolom, hogy a mai – egyre inkább rutinszerűen nemzetközivé váló – tervezői környezet igenis igényli azon mechanikai alapok ismeretét, amiket a döntően a nemlineáris alkalmazások használata felé tolódó végeselemes számítások megkövetelnek, minimálisan már az eredmények feldolgozásának szintjén is. Ennek ellenére természetesen tudomásul kell venni a Kar döntését, így 2017 őszétől várhatóan egy lényegesen kisebb csoportnak tanítjuk a tárgyat.

A szükségből erényt kovácsolva két változás tűnik esélyesnek, remélhetőleg el tudunk indulni ebben az irányban:

- növekedni fog az angol nyelvű hallgatók száma (magyarul/angolul párhuzamosan fut a tárgy), mivel a SH ösztöndíj keretén belül erre komoly esély van,
- a kisebb létszámú (és remélhetőleg jobb matematikai háttérrel rendelkező) hallgatói csapatban kevesebb idő kell magától értetődő lépések magyarázatára, és jóval több jut az önálló és nagyobb szabású munkára (a témához kapcsolódó feladatok önálló programozása, cikkek megvitatása, stb.).

Ha ezt sikerül megvalósítani, akkor esélyt kapunk arra, hogy a képzés *alap gondolata* ebben a formában „túlélje” a következő éveket, és ha szükség lesz rá, a jövőben ismét szélesebb hallgatói körben kerüljön előadásra.

Tapasztalatok a végeselemes módszer oktatásában, különös tekintettel a nemlinearitásokra

Kossa Attila

Műszaki Mechanikai Tanszék
Gépészmérnöki Kar

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5., MM. Épület, fszt. 8.
kossa@mm.bme.hu

Az előadás ismerteti a szerző tapasztalatait a BME Gépészmérnöki Karán a végeselemes módszer oktatásában, különös tekintettel az anyagi és geometriai nemlinearitások által okozott nehézségekre.

Az előadás tartalma az alábbi tantárgyak oktatása során gyűjtött tapasztalatokra hagyatkozik:

Tárgynév	Nyelv	Szint	Kiméret (E/G/L)	Mikortól
Végeselem módszer alapjai	Magyar	BSc	2/0/1	2013
Continuum Mechanics	Angol	MSc	2/1/0	2009
Elasticity & Plasticity	Angol	MSc	1/1/0	2010

A szerző tapasztalata az, hogy az alapképzéses hallgatók már a végeselemes tantárgyak oktatása előtt számos esetben alkalmazzák a végeselemes módszert anélkül, hogy annak elméletét, nehézségeit, buktatóit ismernék. Ennek egyik oka talán az, hogy a CAD oktatásukban olyan szoftverekkel ismerkednek meg, amelyek tartalmazzak minimális végeselemes szilárdsági ellenőrző modult és bátran merik kipróbálni szilárdságtani számításokhoz, ellenőrzésekhez. Egy másik lehetséges ok, hogy a hallgatók már BSc képzésük alatt felveszik a kapcsolatot ipari partnerekkel, ahol gyakornoki munkákat vállalnak. Ezen helyeken rákényszerülhetnek végeselemes programok használatára. A szerző személyes véleménye az, hogy a jelenlegi hallgatók sokkal magabiztosabbak, és bátrabban mernek számításokat végezni olyan területeken, amelyekhez a szükséges elméleti alapokat még nem ismerik.

A tapasztalatok továbbá azt mutatják, hogy a végeselemes módszert sok esetben nemlineáris (mind geometria, mind anyagi) feladatok megoldására is használják már alapképzési szinten, holott a véges alakváltozások elméletének megértése – beleértve a nemlineáris anyagmodelleket – már magasabb szintű ismereteket igényelne, amelyeknek elsajátítására az alapképzés alatt nincs lehetőség.

A szerző ismerteti, hogy a BME Műszaki Mechanikai Tanszéke milyen stratégiákat követ annak érdekében, hogy a nélkülözhetetlen elméleti tudást is átadja, de gyakorlati tapasztalatokkal is felruhazza a hallgatóit.

Mechanika a doktorképzésben – hagyományok és új kihívások a BME Gépészmérnöki Karán

Kovács Ádám

Műszaki Mechanikai Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. MM I. 31.
adamo@mm.bme.hu

Előzmények

A megváltozott törvényi előírások miatt a korábbi, egységes három éves képzési idő helyébe 2016. szeptember 1-től egy négyéves, kétlépcsős doktori képzés lépett. A képzési keret megváltozása számos kérdést vetett fel, amelyek egy része technikai jellegű (pl. a komplex vizsga szervezése), másik része tartalmi (pl. milyen változást indokol a képzési idő meghosszabbodása). Az előadás ez utóbbi típusú kérdésekről és az azokra adott válaszokról szól.

Doktori képzés

A BME Gépészmérnöki Karon kiemelt fontosságú a tudományos utánpótlás nevelése, amelynek elsődleges formája a doktori képzés. A képzés szerkezete adott, ennek tartalmi kitöltése azonban kari hatáskörbe tartozik. A képzés a Kar egyetlen doktori iskolájában, a Pattantyús-Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskolában zajlik, amit összevetve a Karon lévő négy alap- és hat mesterszakkal, azonnal érthetővé válik, hogy a legszélesebb értelemben vett gépészeti tudomány művelésével foglalkozunk. Ebből következően a felvételi, majd a cselekményindítási minimum-feltételek megalkotásakor és érvényesítéskor egyaránt tekintettel kell lenni a széles tudományos spektrumra, és a fokozat értékének megőrzéséhez szükséges magas elvárásokra. Ebből következően a szakterületi elvárások nem homogének.

Mechanika helyzete

Külön kérdés a Mechanika, mint tudományos diszciplína helye a BME GPK doktori képzésében. Míg az alapképzésben a négy alapszak mindegyikében – ugyan változó kiméretben – kötelező tárgyként jelenik meg a mechanika, a mesterképzés hat szakából már csak négyben kötelező legalább egy mechanika tárgy, további egyben pedig a választható négy specializáció közül csak kettőben szerepel. A doktorképzésben egyáltalán nincs kötelező tárgy, következésképpen a mechanikai tárgyak sem azok. Ezen túl ezek kínálata sem nagy. A tíz tanszék által meghirdetett negyvenhat szigorlati tárgy közül egy, a nyolcvanegy egyféléves választható tárgy közül pedig mindössze kettő mechanikai.

Az előadás további lehetőségeket mutat be a doktoranduszok mechanika-tudásának nemzetközi képzési keretek közötti fejlesztésére is.

Az elemi szilárdságtantól a nemlineáris szimulációig

Movahedi Rad Majid, Papp Ferenc
Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék
Széchenyi István Egyetem
9026 Győr, Egyetem tér 1
majidmr@sze.hu

A mechanika tantárgyak a mérnöki ismeretek fő elemei. Ezek a tantárgyak lehetnek érdekesek és élvezetesek, vagy lehetnek szárazak és unalmasak, attól függően, hogy az oktató hogyan és milyen tanítási módszereket és stratégiákat használ. Beszámolónk olyan innovatív oktatási módszerről és stratégiáról szól, amely nagymértékben növeli a hallgatói megértést, és ez által a tanulást hatékonyabbá és élvezetesebbé teszi.

A mai mérnöki tudás paradigmáját a XIX. század elején alapozták meg. Másfél évszázad kellett ahhoz, hogy a számítógép feltalálásával és elterjedésével a differenciálegyenletek numerikus megoldásában előrelépés történjen. Így a valós élet legtöbb problémája hosszú ideig megoldatlan maradt. Mivel egyre összetettebb szerkezeteket kellett építeni, nagy erőfeszítéseket tettek a közelítő feltevéseken alapuló módszerek kidolgozásában: jól definiált kézi számítások, kifinomult analitikus és grafikus megoldási módszerek láttak napvilágot. Azokban az időkben ezek a módszerek jelentősen hozzájárultak a fejlődéshez, de ma már legfeljebb csak érdekességet, esetleg marginális segítséget jelentenek a mérnöki képzésben. Minden szakmában, így a mechanika területén is a számítógépes forradalom mélyreható volt mind az elmélet, mind a gyakorlat területén. A programozható számítógépek megjelenése alapvetően megváltoztatta a mérnökök munkáját. Ma, akár tetszik, akár nem, a szerkezetek elemzése, mind a gyakorlatban, mind a tudományos téren számítógépes programokkal történik. Ez azt jelenti, hogy a mérnököknek együtt kell működniük a programfejlesztőkkel, akik a tényleges programfejlesztést végzik. Szerencsés esetben a program fejlesztését a két csoport együtt határozza meg.

A kérdés az, hogy ebben a térben hogyan lehet tanítani a mechanikát? A válaszuk a következő. Először, ahogy a múltban is, a diákoknak meg kell érteniük a mechanika alapjait, amelyeket évszázadokkal ezelőtt határoztak meg. Ugyanakkor nekik is kapcsolódniuk kell a fenti együttműködéshez. Ez azt jelenti, hogy a diákoknak alapvető ismeretekkel kell rendelkezniük a mérnöki programok működéséről, meg kell tanulniuk, hogyan modellezzék a szerkezeteket számítógépes módon, és meg kell érteniük a számítógép által szolgáltatott eredmények jelentését. És ezt már a mérnökképzés elején el kell kezdeni!

Véleményünk szerint az új generációknál önmagában már nem hatékony a régi tanítási módszer. A hallgatóknak minél előbb meg kell tanulniuk, hogy a tervezendő szerkezeteknél hogyan kell használni a szoftvereket. Mindenekelőtt azt kell megtanulniuk, hogy egy adott szerkezetnek milyen modellek felelnek meg, majd azt,

hogyan kell értelmezni az eredményeket. Mindkettő nehéz feladat. Tény, hogy a szerkezeti modellek elméleti megközelítése, főleg a végeelem-módszer és a nemlineáris számítások, mester szinten hatékonyabban taníthatók. A graduális képzés célja, hogy megmutassa a szerkezetek analízisének matematikai és mechanikai alapjait.

A valós szerkezetek viselkedése általában eltér a lineáristól. Sok esetben a lineáris szimuláció jó közelítést adhat a probléma megoldására, de számos esetben hibás eredményre vezet, mivel az alapjául szolgáló feltételezések már nem helytállóak. A nemlineáris szimuláció megoldása több terhelési lépésben történik. A konvergencia elérése érdekében az egyes lépéseket a programok iterálva oldják meg, ezért a nemlineáris feladatok idő- és számításigényesek. Az oktatás célja, hogy a legfontosabb nemlineáris építőmérnöki problémákat bemutassa, a viselkedést szimulálja.

Irodalomjegyzék

- Bojtár I., Gáspár Zs.: *Végeelem módszer építőmérnököknek*, TERC Kiadó, 2003.
- Reddy J. N.: *An Introduction to Nonlinear Finite Element Method: with applications to heat transfer, fluid mechanics, and solid mechanics*, OXFORD Press, 2nd Edition, 2006.
- Abaqus/CAE User's Manuel, Abaqus 6.12
- MATLAB R2010a.

Gondolatok egy zárthelyi feladatról

Orbán Ferenc

Gépészmérnök Tanszék

Mérnöki és Smart Technológiák intézet

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

7624 Pécs, Boszorkány út 2

orb@mik.pte.hu

Oktatásunk és így a mechanikaoktatás fontos része a számonkérés. Ez lehet kellemes dolog mind a hallgatónak és mind az oktatónak: a hallgató sikerélményhez jut, ha jól oldotta meg a feladatot, az oktató számára is az lehet, főként ha a hallgató egy ötletes megoldást ad. Van persze egy kellemetlen dolog is, ha a hallgató puskázással ad jó megoldást. Sajnos a hallgatók nagyon kifinomult módszereket használnak és sokszor csak a javításnál jövök rá, hogy ez nem önálló munka. Talán erről a témáról is érdemes lenne véleményt cserélni.

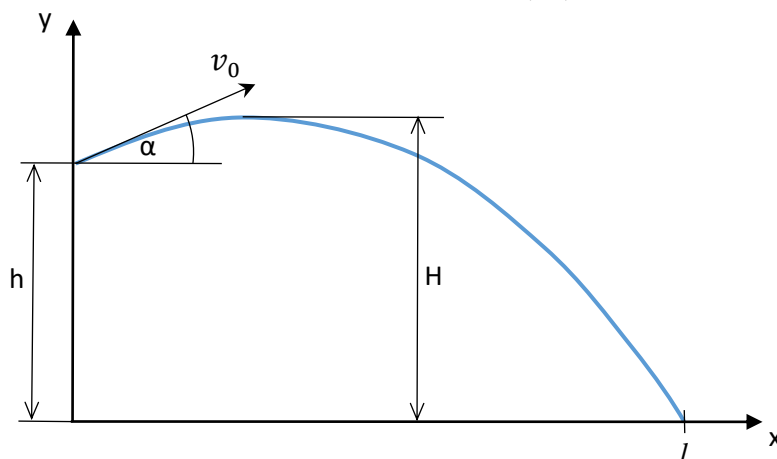
Pattantyús professzor szerint a vizsgán is lehet tanulni. Ezt a gondolatot folytatva, kimondhatjuk, hogy a zárthelyin is lehet tanulni. Én sok időt fordítok a zárthelyi feladatok összeállítására. Próbálok olyan feladatokat adni, amit több módszerrel meg lehet oldani. Ha van idő, akkor a zh megírása után elmondom a megoldást.

A továbbiakban két feladatot ismertetek és a megoldásukat is.

Az első példa egy kinematikai feladat.

A ferde hajítás esetében levezetésre kerül az az eset, amikor adott magasságból egy \bar{v}_0 sebességgel elhajítunk egy anyagi pontot. Általában meghatározzuk a becsapódás helyét és sebességét a mozgás idejét (emelkedés és esés), illetve a vízszintestől mért legnagyobb magasságot (H).

A feladatban az ismert adatok a következők voltak: h, α, l



Meg kell határozni a $\overline{v_0}$ -t és az összes időt!

Ezekben a feladatokban a levegő ellenállásával nem számolunk, és $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A hallgató számára az első nehézség, hogy az adatokat nem úgy adtam meg, ahogy az a ferde hajítás levezetésénél szerepelt.

A következő megoldások lehetnek:

A kinematikai egyenletekkel, a matematikai módszerével és próbálkozással.

A kinematikai megoldásnál, ha a sebességek függőleges és vízszintes összetevőit vizsgáljuk, úgy a függőleges mozgás változó, a vízszintes egyenletes.

$$-h = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$l = v_{0x} \cdot t$$

Ezekből az egyenletekből a v_0 és t meghatározható.

Matematikai megoldás.

Ha a légellenállást elhanyagoljuk a mozgás pályája másodfokú parabola.

Ismerjük a parabola két pontját és egy érintőjét. Ha meghatároztuk a parabola egyenletét, a H is meghatározható, amiből a v_0 is.

Megoldás lehet a próbálkozás is.

Ha nem ferde hajítás lenne, hanem pl. vízszintes, úgy a v_0 meghatározható. Ha $h=2 \text{ m}$, $l=6 \text{ m}$, úgy $v_0 = 9,48 \text{ m/s}$ értéket kapunk.

Kezdjük a számolást ezzel, de most $\alpha = 30^\circ$.

Ekkor az $l=10,36 \text{ m}$ lesz, tehát pontatlan.

Ha csökkentem a v_0 -t előbb 7 m/s , majd $6,5 \text{ m/s}$, akkor már egész jó eredményt kapok.

Továbbiakban egy hajlított tartó alakváltozásának meghatározására is bemutatok egy példát.

Oktatási hatékonyság növelésének lehetőségei a felsőoktatási tanórák keretében

Tarján Gabriella

Hidak és Szerkezetek Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1521 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3. K.mf.85.
gtarjan@epito.bme.hu

Pluzsik Anikó

Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1521 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3. K.II.601
apluzsik@t-email.hu

Problémafelvetés

A porosz típusú oktatási módszerek, amelyek az előadásaink és gyakorlataink nagy részét jellemzik, nem vizsgáznak jól a pedagógiai vizsgálatok alapján [1]. Egy frontális előadás meghallgatása után megmaradó információ mennyisége átlagosan 5%, de legjobb esetben sem haladja meg a 15%-ot. Megszerzett tudás szempontjából tehát valószínűleg a legjobb előadás is mindössze néhány óra tanulás kiváltását jelenti egy félév során az előadáson résztvevő hallgatók számára előadásra nem járó társaikkal szemben. Mivel a gyakorlatainkat is általában frontális, egyirányú oktatás jellemzi (feladatok táblai bemutatása), a tudásszerzési hatékonyságuk a fentiekhez hasonló, illetve megfelelő digitális tananyagokkal nagyrészt kiváltható. Bár a tudásmegszerzésen kívül a kontaktóráinknak pótolhatatlan szerepe lehet a figyelemfelkeltésben, a hallgatók motiválásában, az oktató és hallgatók személyes kapcsolatának kialakításában is, ennek jelentőségét a hallgatók nem feltétlenül ismerik fel. Véleményünk szerint ezzel magyarázható a katalógus nélküli kontaktórák alacsony látogatottsága.

Modern pedagógiai megközelítés

A 21. századi pedagógia a tanulási tevékenységeknek hat különböző dimenzióját különbözteti meg [2]: együttműködés, tudásfejlesztés, önszabályozás, valós problémamegoldás, az infokommunikációs technológia tanulásra használása, minőségi kommunikáció. Ezek közül az egyetemi előadásokon, és a gyakorlatok többségén történő tanulási tevékenység jellemzően a tudásfejlesztési dimenziót célozza. Vajon megfelel-e a tanórai tanítási gyakorlatunk egyáltalán a modern pedagógia által megfogalmazott tudásépítésnek? Tudásépítés a szakirodalom szerint akkor történik, amikor a hallgatók nem csak felidézik a tanultakat, hanem új ötleteket, gondolatokat alkotnak segítségükkel, a megszerzett tudást más körülmények között új tudás építésére használják. Nem történik tudásépítés, amikor a hallgatók a tanár táblai

magyarázatát hallgatják, vagy egy már megismert folyamatot gyakorolnak [2,3]. Ez alapján óráinkon elsősorban információátadás nem pedig valódi tudásfejlesztés történik, de nem valósul meg az említett többi tanulási tevékenység sem.

A fentiek összességében azt jelentik, hogy a hallgatóink tudásuk legnagyobb részét a tanórákon kívül kell, hogy megszerezzék. Ugyan a hallgatók tanórákon kívüli tanulási tevékenységei (csoportos megbeszélés, gyakorlás, akár mások tanítása) hatékony tanulási módszerek, mégis szükséges lehet ebben a folyamatban is az oktatói segítség, irányítás. A tanulási tevékenység irányítására, befolyásolására elsősorban a tanórákon nyílhat az oktatóknak közvetlen lehetősége. Ezért jelen összefoglalóban arra a kérdésre keressük a választ, hogy tudjuk-e növelni a tanítás-tanulási folyamat hatékonyságát az oktatási óráink keretein belül. Hogyan tudjuk egyrészt a motivációt növelni, másrészt valódi tudásfejlesztést megvalósítani előadáson és gyakorlaton?

A hatékonyság növelésének módszerei

Az információ forradalmában az információátadás helyett/mellett a tanárnak a szakirodalom szerint is elsősorban az oktatási folyamatot irányító feladatköröket kell ellátnia [3]. A tanítási-tanulási folyamatban korábban az oktató foglalta el a központi szerepet (leadta az anyagot), mára a hallgató került a középpontba. Ebben a megközelítésben sokkal jobban kell figyelniük a hallgatók igényeire, megváltozott tanulási stílusaira, tanulási környezetére. Ez számukra szokatlan, nehéz feladat. A következőkben összegyűjtöttünk olyan kipróbált módszereket, amelyekkel növelhető az interaktivitás és a hallgatók aktív részvétele a gyakorlatainkon, előadásainkon. Javasoljuk a módszereket váltogatva használni az érdeklődés fenntartása érdekében.

Szavazás: A két évvel ezelőtti MOHR konferencián bemutatott mobilelefonos szavazóprogramunkat folyamatosan használjuk, tapasztalataink alapján egyre hatékonyabban illetve a tanóráinkba. A hallgatók elgondolkozva a kérdéseken, döntési helyzetekbe kerülnek, véleményformálásra hívjuk meg őket, ezáltal valódi tanulásépítő tevékenységet folytatnak. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján nem javasoljuk a szavazó program alkalmazását számonkérésre, katalógusra, sem pedig kötelezően előírni a válaszadást a hallgatóknak. Ekkor a pozitív motiváció azonnal lecsökken, a csalások száma megnő. Ha a hallgatók saját elhatározásból vállalják a közös munkát, akkor nemcsak az oktatónak, hanem saját maguknak is hasznos visszajelzésként, motiváló eszközként szolgál a szavazás eredménye.

Szűrőpróba-szerű visszakerdezés: A hallgatóknak meg kell tanulni a személyes véleményük nyilvános felvállalását. Ez segíti a következő (tanulási eredményként megfogalmazható) attitűdök kialakítását: a hallgató együttműködik az ismeretek bővítése során az oktatóval és hallgatótársaival, a tanórák közös információfeldolgozását aktív közreműködésével támogatja. Alkalmazásához az szükséges, hogy már legyen egy kialakult bizalom, munkakapcsolat az oktató és a hallgatók között! A szűrőpróba-szerű visszakerdezés történhet akár név szerint is a névsorból, de labdát vagy plüssállatot dobálva körbe a „feleltetés”-élmény feszültsége enyhül.

Játék: A mai társadalomban a játék már nemcsak a gyerekek privilégiuma. A két évvel ezelőtti MOHR előadásunkban elemeztük a gamifikáció lehetőségeit az egyetemi oktatásban. Bármilyen tanórán hatékonyan alkalmazható interaktív visszakerdezési rendszer például vetélkedő formájában. A gamifikációt az értékelésben is javasolja a szakirodalom felhasználni. Erre bónuszverseny formájában

tettünk kísérletet az elmúlt félévekben. Fakultatív feladatokon kísérleteztünk, mi az, amire a hallgatók nagy létszámban reagálnak, miben vesznek részt kevésbé (szelfi már ismert statikai vázú szerkezettel, tönkremenetek gyűjtőmunka, jegyzetverseny, jegyzetből megválaszolható kérdések, becslések, elméleti zh kérdések megválaszolása). Ezeket a feladatokat (jövőbeli célként) beépíthetjük az előadásba kontaktórában elvégzendő tanulási tevékenységként is.

Ajándékozás: Bármilyen apró ajándékot osztogatunk az óráinkon, a hallgatóink örömmel fogadják és kultúránk mélyen gyökerező íratlan szabálya alapján az ajándék viszonzására kényszerülnek. Ez a viszonzás nem lehet más, mint a figyelmük. Ez alól nincs kivétel. Aki az órán jó válaszáért ajándékot kapott, az koncentráltan fog figyelni növelve az óra hatékonyságát. Az ajándék lehet csokoládé, cégek repi ajándékai, plusz gyakorló feladat(!), oklevél, de akár bónuszpont is. Az ajándék ténye számít, és nem a tényleges értéke!

Interaktív jelenléti ív: Ha úgy döntünk, hogy ellenőrizzük a tanóráinkon a jelenlétet, akkor tehetjük ezt akár interaktívan is. Minden órán egy kérdés jár körbe, amire a hallgatók a neptun kódjuk feltüntetésével válaszolnak, esetleg maguk is kérdéseket fogalmaznak meg. Az IKT eszközök segíthetnek ezeknek a válaszoknak a begyűjtésében, esetleges feldolgozásában. Ez szolgálhat nekünk is információval, visszacsatolással, de segíthet kimondatnunk a hallgatókkal a saját szájukból olyan igazságokat, amiket a tanár szájából kevésbé fogadnának el. A kérdéseket és válaszokat használhatjuk a hallgatók motiválására, beállítódásváltoztatásra. Számos pszichológiai vizsgálat [4] ért el látványos eredményeket rövidtávú beállítódásváltoztató gyakorlatokkal: egy rövid film, félórás vizsgálat, idősebb hallgatók személyes véleményének meghallgatása, saját céljaik megfogalmazása stb közvetlen a vizsgálat után is, de még évek múltán is jelentősen befolyásolta a tanulók feladattudatát, eredményeit [4].

Tükrözött osztályterem: A hagyományos képzésünkben a hallgató meghallgatja a tanórákon a tananyagot, hazamegy és megpróbálja feldolgozni, elkészíteni a házi feladatot. A tanár a tanulási folyamatnak pont azokban a részeiben hiányzik, amikor a tanulóban kérdések merülnek fel, segítségre van szüksége. A modern pedagógia tükrözött osztályterem elmélete szerint a tanuló otthon sajátítja el az ismereteket (hiszen a modern technika ezt lehetővé teszi), aztán a tanórákon feladatok során próbálja alkalmazni, miközben a tanár folyamatosan körbejárva segíti a hallgatók önálló tudásfejlesztését. A mi oktatási gyakorlatunkban erre a mintára igazítjuk a zárthelyi előkészítőinket, ahol a már valamennyire felkészült diákokkal közösen oldunk meg feladatokat, a szavazó programmal ellenőrizve a hallgatók munkáját. Akár 100-nál is több hallgató tud együtt dolgozni. A hallgatói visszajelzések alapján ez a legnagyobb segítség a felkészülésben, messze megelőzve az előadásokat és a gyakorlatokat. A termék katalógus nélkül is zsúfoltak. A jövő félévtől megpróbáljuk a gyakorlataink egy részét is ennek megfelelően átalakítani, a házi feladatok egy kis részének órán történő megoldásával. Ezirányú másik próbálkozásunk a közös konzultáció bevezetése volt. Ezeken közvetlen tanulásépítés történik a házi feladatok önálló vagy csoportos oktatói segítséggel történő megoldásával. A hallgatók online házi feladatprogrammal ellenőrizhetik egyéni eredményeiket. Az oktatók az egyéni szabott eredmények számszerű ismeretében a felmerülő hibákat gyorsan megtalálják, a helyes megoldásra egyénileg rávezetik őket.

Összefoglalás, értékelés

A fenti interaktív módszereket és a tanórák „felpörgetését” (ami több hallgatói véleményből származó kifejezés) a hallgatók egyöntetűen értékelik. A hallgatói aktivitás és a tanulás hatékonysága a tanórákon növekszik. Rengeteg pozitív visszajelzést kaptunk az évek során szóban és írásban és kevés negatív is, amiből sokat tanultunk. Sajnos egyelőre a hallgatók végső érdemjegyében semmi javulás nem figyelhető meg a bevezetett újítások ellenére. Ennek a következő okai lehetnek:

Motiváltság hiánya: A jobb jegyek, illetve az órai részvétel a motiváltsággal mutatnak szoros korrelációt. Az eredmények javulásának elmaradását főként a motiváltság hiányával magyarázhatjuk. A motiváltság nem növelhető egyedül a tanítási módszerek megváltoztatásával. Szükség van a célok világossá tételére, a kihívások és a készségek közötti egyensúly megteremtésére, az értelmezhető visszajelzésekre. Az új felsőoktatási koncepcióban megfogalmazott tanulási eredmények a hallgató számára hivatottak közvetíteni a kurzus elvégzésével elsajátítható képességeket, attitűdöket is, ezeket kell tudatosítanunk a hallgatókban: a mérnökké váláshoz nem elegendő a tudás megszerzése, az órákon történő aktív részvétel és az önálló tanulásépítő tevékenységek is nélkülözhetetlenek [5,6]. A XXI. századi oktatáshoz XXI. századi tanulókra is szükség van.

Tanulási eredmények és számonkérések kapcsolata: Másik oka lehet annak, hogy a modern pedagógiai módszerek egyelőre nem képződnek le az érdemjegyekben, hogy a megfogalmazott tanulási eredmények és a számonkérések összhangja még nem valósult meg (szinte kizárólagosan tudást kérünk számon). A számonkérések modern pedagógiai megközelítése a műszaki felsőoktatásban további irodalomkutatást, vizsgálatokat igényel.

Ezekre a komplex problémákra a tanórák hatékonyságának növelése önmagában nem megoldás, de az új felsőoktatási koncepció egyéb újításaival együttesen, ezekkel összefüggő számonkérési rendszer kidolgozásával talán segíthetnek az egyetemi oktatás megreformálásában.

[1] Jason Stanley: Understanding the learning pyramid:

<http://www.thephuketnews.com/understanding-the-learning-pyramid-40899.php>

[2] Nádori Gergely és Prievara Tibor: A 21. századi tanulótervezés:

<https://education.microsoft.com/courses-and-resources/courses/21-cld>

[3] Bajzáth Angéla, Bay Gábor: Tanulási eredmény alapú kurzusleírás készítése:

<https://www.youtube.com/watch?v=HravtXR0izs&feature=youtu.be>

[4] Kelly McGonigal: A stressz napos oldala, Ursus Libris, Budapest, 2016

[5] Halász Gábor – Fischer Andrea: A tanulási eredmények alkalmazása a felsőoktatási intézményekben, Bologna füzetek 2., Tempus Közalapítvány, Budapest, 2010

[6] Vámos Ágnes (2011) A tanulási eredmények alkalmazása a felsőoktatási intézményekben 2, Bologna füzetek 6., Tempus Közalapítvány, Budapest, 2011

A rendezvény résztvevői:

Antali Máté BME Műszaki Mechanikai Tanszék	antali@mm.bme.hu
Bagi Katalin BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék	kbagi@mai.bme.hu
Bende Margit BME Gépészmérnöki Kar Műszaki Mechanikai Tanszék	margit@mm.bme.hu
Béda Péter BME Járműelemek és Járműszerkezetek Analízis Tanszék	bedap@kme.bme.hu
Berezvai Szabolcs BME Műszaki Mechanikai Tanszék	berezvai@mm.bme.hu
Bíró István SZTE Mérnöki Kar Műszaki Intézet	biro-i@mk.u-szeged.hu
Bojtár Imre BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék	ibojtár@mail.bme.hu
Csicsely Ágnes BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék	csicsely@szt.bme.hu
Geleji Borbála BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék	geleji.borbala@epito.bme.hu
Izsák Gyula Dunaújvárosi Egyetem Géptan Tanszék	izsakgy@uniduna.hu
Keppler István SZIE Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék	keppler.istvan@gmail.com
Kossa Attila BME Műszaki Mechanikai Tanszék	kossa@mm.bme.hu
Kovács Ádám BME Műszaki Mechanikai Tanszék	adamo@mm.bme.hu

Kovács Róbertné SZTE Mérnöki Kar Műszaki Intézet	veszelov@mk.u-szeged.hu
Lehotzky Dávid BME Műszaki Mechanikai Tanszék	lehotzky@mm.bme.hu
Len Adél Pécsi Tudományegyetem Építőmérnök Tanszék	len.adel@mik.pte.hu
M. Csizmadia Béla SZIE Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék	csizmadia.belagek.szie.hu
Molnár Tamás BME Műszaki Mechanikai Tanszék	molnar@mm.bme.hu
Molnár Tamás SZTE Mérnöki Kar Műszaki Intézet	molnart@mk.u-szeged.hu
Movahedi Rad Majid SZIE Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék	majidmr@sze.hu
Oldal István SZIE Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék	oldal.istvan@gek.szie.hu
Orbán Ferenc Pécsi Tudományegyetem MIK Gépészmérnök Tanszék	orb@mik.pte.hu
Pomezanski Vanda Pécsi Tudományegyetem Építőmérnök Tanszék	vanda@mik.pte.hu
Safranyik Ferenc SZIE Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék	safranyik.ferenc@gek.szie.hu
Sajtos István BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék	sajtos@szt.bme.hu
Solticzky József SZTE Mérnöki Kar Műszaki Intézet	soltij@mk.u-szeged.hu

XIII. MOHR
Szeged, 2017. augusztus 29-30

Szuchy Péter
SZTE Mérnöki Kar Műszaki Intézet

szpeter@mk.u-szeged.hu

Tarján Gabriella
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

gtarjan@epito.bme.hu

Várszegi Balázs
BME Műszaki Mechanikai Tanszék

varszegi@mm.bme.hu

