

Dr. Szász Gábor, Csuka Antal:
A Mechanika oktatási módszerei különböző képzési formában

Tömör összefoglaló

A szerzők BSc-szintű műszaki mechanikát oktatnak a Gábor Dénes Főiskola (GDF) Műszaki Menedzser Szakán nappali és levelező képzési formában. Az utóbbi a nappali és a távoktatási módszerek kombinációjával valósult meg. A nappali képzés gyakorlatainak példáit elektronikus feladatokká dolgozták át az ILIAS internetes távoktatási keretrendszer számára. A beküldött feladatokat a szaktutor személyre szabottan értékeli. A beküldési határidő után a hallgatók letölthetik a hivatalos megoldásokat. Így azok a levelező hallgatók is tanulhattak belőle, akik önállóan nem tudták megoldani a feladatokat. A felkészülést statikából és szilárdságtanból feladott önértékelő tesztek is elősegítik. A kötelező házi feladatot a GDF hallgatói DVD-jén található célprogrammal kell megoldani. A szoftver sűgője részletesen ismerteti a szakterületi modellt, de nemcsak ezért tanulságos a vele való munka, hanem azért is, mert jól tükrözi a műszaki tervezőmunkán belüli szakmai hierarchia szintjeit. A szerzők érdeme, hogy pozitív tapasztalataik ismertetése mellett kitérnek a negatívokra is.

1. A Mechanika tantárgy képzési célja és tematikája

Célkitűzés:

A leendő műszaki menedzser számára fontos szakmai törzsanyag műszaki tantárgyainak megértéséhez szükséges mérnöki szemléletmód nyújtása a mechanika legfontosabb tételeinek, módszereinek és néhány gyakorlati alkalmazásának bemutatásával. A tantárgy közvetlen alapozója a *Gépszerkezettan* tantárgynak. Tekintettel arra, hogy a *Fizika I.* keretében a GDF műszaki menedzser hallgatói a mozgásokat már tanulták, a kinematikát és a kinetikát már nem kell megtanítani e tantárgyban.

Tematika:

Statika

- Merev testek statikája; alaptételek, egyensúlyi egyenletek
- Koncentrált és megoszló terhelés (kéttámaszú tartó erő- és kötélsokszöge)
- Statikailag határozott és határozatlan szerkezetek

Szilárdságtan

- Igénybevételek, igénybevételi ábrák;
- Alakváltozások (rugalmasságtan, rugalmas szál differenciálegyenlete, a szakító-kísérlet jelenségei)
- Szilárdsági jellemzők (állapotnényezők, összetett szilárdság)
- Kihajlás és kifáradás

2. A Mechanika helye a GDF képzési rendszerében

Ezt a 3 kredites tantárgyat a harmadik szemeszterben oktatjuk, amikor hallgatóink az *Analízis II.* keretében a differenciálegyenleteket is megtanulták. Tekintettel arra, hogy csak a viszonylag kis létszámú Műszaki Menedzser Szakon kötelező a *Mechanika*, sokkal közvetlenebb a hallgató-oktató kapcsolat, mint pl. a Mérnökinformaticus Szakon. Ez különösen a levelező képzési formán alkalmazható távoktatási módszerek hatásosságát befolyásolhatja kedvezően, mert a tanárnak ideje marad arra, hogy egyénre koncentráltan végezze tutori tevé-

kenységét. Ugyanakkor a nagyságrendileg kisebb létszám a képzés fajlagos költségeit magasan tartja, amire szintén tekintettel kell lenni a képzési módszerek kiválasztásakor. A tantárgyra jutó óraszámok a *Mechanika* nehézségéhez és fontosságához képest nagyon szűkre szabottak még a nappali képzési formán is (21ea+9 gy). Ezért mind az előadónak, mind a gyakorlatvezetőnek gondosan kell szelektálnia. A levelező képzési formában csak arra jut idő (6 óra), hogy az előadó a félév elején kiemelje a leglényegesebb tudnivalókat, és a gyakorlat teljes egészében az ILIAS internetes távoktatási rendszer segítségével folyik.

3. A Mechanika oktatásának alkalmazott módszerei

Az előadásokra 140 (65 statika és 75 szilárdságtan) vetíthető fólia készült elektronikus formában, amelyet minden hallgató megkap DVD-n, illetve letölthet az ILIAS-ról. Az előadásokon az átlagosan 7 fólia/tanóra normatívát követjük, amely az informatikai, műszaki és természettudományi tantárgyaknál a GDF 15 éves gyakorlatában jól bevált. A gyakorlatokra 36 (12 statika és 24 szilárdságtan) fólia készült az átlagosan 6 fólia/tanóra normatívát követve. A gyakorlatokon a hallgatók elvárt aktív munkája miatt ez bőségesen elegendő. A levelező képzési formán a 140 előadási fóliából készült egy 68 fóliás kivonat (e kompendium megoszlása: 25 statika és 43 szilárdságtan), amely a legfontosabb ismeretekre koncentrálnak, de néhány kidolgozott példát is tartalmaz, mert nincs tantermi gyakorlat. A szilárdságtan itt nagyobb arányú, mint a nappalin, mert az építészeknek készített főiskolai jegyzet [1], nem tartalmazza a kifáradás-elméletet, amely nélkülözhetetlen a *Gépszerkezettan*hoz, és ezért ezt ugyanúgy kell leadni a levelező hallgatóknak, mint a nappaliaknak.

A frontális oktatás mellett roppant lényeges a hallgatók otthoni munkájának irányítása és támogatása. Mindkét képzési formán használhatják a hallgatók a tantárgyi útmutató javasolt ütemtervét. Az elsajátított ismeretek önellenőrzésére tesztkérdéseket helyeztünk el az ILIAS erre szolgáló felületén statikából és szilárdságtanból. Az ILIAS önműködően értékeli a hallgató teljesítményét a tananyag elméleti részéből. A nappali hallgatók két zárthelyi dolgozatot írhatnak a két fő anyagrészből, s ennek alapján kaphatnak gyakorlati jegyet. A gyakorlatok mindkettőt „előkészítik”, mert a zh-kat a megfelelő tantermi gyakorlatokat követően íratjuk. A levelező hallgatók egyetlen kombinált zárthelyit írnak a szorgalmi időszak végén, amikor már a második gyakorlat és a kötelező házi feladat beadási határidején is túl vannak. Nekik a gyakorlati fóliák anyagát felölelő feladatsorokat helyeztünk az ILIAS erre szolgáló felületére statikából és szilárdságtanból. A beküldési határidő után a hallgatók megtekinthetik, illetve letölthetik a hivatalos megoldásokat is. Aki beküld egy-egy megoldást, azt a tutor értékeli. Ha hibát talál, akkor rövid szöveges véleményt küld, vagy akár részleteset is csatolhat az üzenetéhez. Ez utóbbi roppant sok időt igényel, de személyre szabott, és ezért nagyon tanulságos is lehet, mert a hallgató egyéni hibáját, esetleg téves szemléletét képes korrigálni. A nappali hallgatóknak feladott nem kötelező házi feladatokat a tantermi gyakorlatokon átveszi a gyakorlatvezető, a levelező hallgatók viszont letölthetnek egy kis példatárat (hat példát tartalmaz) és rendelkezésükre áll egy összetett mintadolgozat is, hogy annak jellegét ismerve készülhessenek fel.

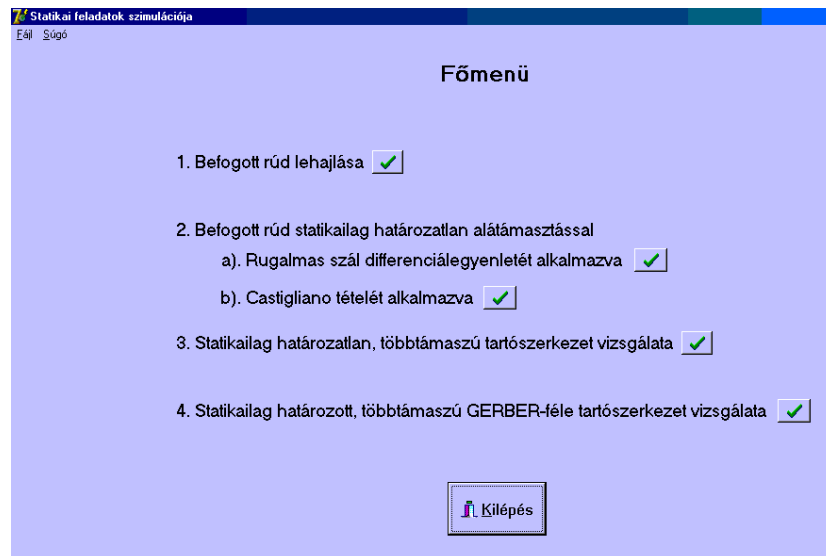
A hallgatóknak a kötelező házi feladatot egy speciális, a GDF-en készített számítógépes programmal kell elkészítenie. A program telepítő állománya a hallgatói DVD-n található. A nappali képzési formában a statikailag határozatlan, háromtámaszú tartóval kell foglalkoznia, a távoktatási képzési formában pedig Gerber-tartóval. A bemenő adatokat az alábbi képletekkel kell előállítania:

$$l=7+\text{születési hónap [m]} \quad F_1=1,8\cdot\text{születési év [N]} \quad F_2=2,5\cdot\text{születési év [N]}$$

$$a= 1+\text{születési hónap[m]}$$

$$b = \frac{a}{2 + \left[\frac{\text{születési nap}}{15} \right]} \text{ [m]} \quad c = \frac{a}{2 + \left[\frac{\text{születési nap}}{10} \right]} \text{ [m]}$$

Olyan tartót kell választani, hogy azzal a szerkezet éppen megfelelő legyen, vagyis nem szabad túlméretezni. Az igénybevételi és alakváltozási ábrát, valamint az exportálható szám-szerű értékeket föl kell használni egy beadandó műszaki jelentéshez.
A program főmenüje az 1. ábrán látható.



1. ábra. A Szilárdságtan oktatóprogram főmenüje

A program azért is tanulságos, mert tartalmazza a teljes szakterületi modellt. Például a 2.b. egyik részlete a 2. ábrán látható.

lehajlás 1
▲

lehajlás 2
▲

lehajlás q távolságban 1.
▲

lehajlás q távolságban 2.
▲

ellenőrzés:
▼

A lehajlás q -tól függő értéke CASTIGLIANO tételével (formálisan felhasználjuk a korábbi rész-eredményt úgy, hogy a helyébe q -t helyettesítünk):

$$y_Q = \frac{\partial U}{\partial Q} = \frac{1}{I_x E} \int_0^l \frac{\partial M_3}{\partial Q} M_3(x) dx =$$

$$\frac{1}{I_x E} \left\{ \int_0^q (x-q) \left[B(l-x) - \frac{p(l-x)^2}{2} \right] dx + \int_0^{\min(a,q)} \underbrace{(x-q)}_u \underbrace{(x-a)}_{v'} F dx \right\} =$$

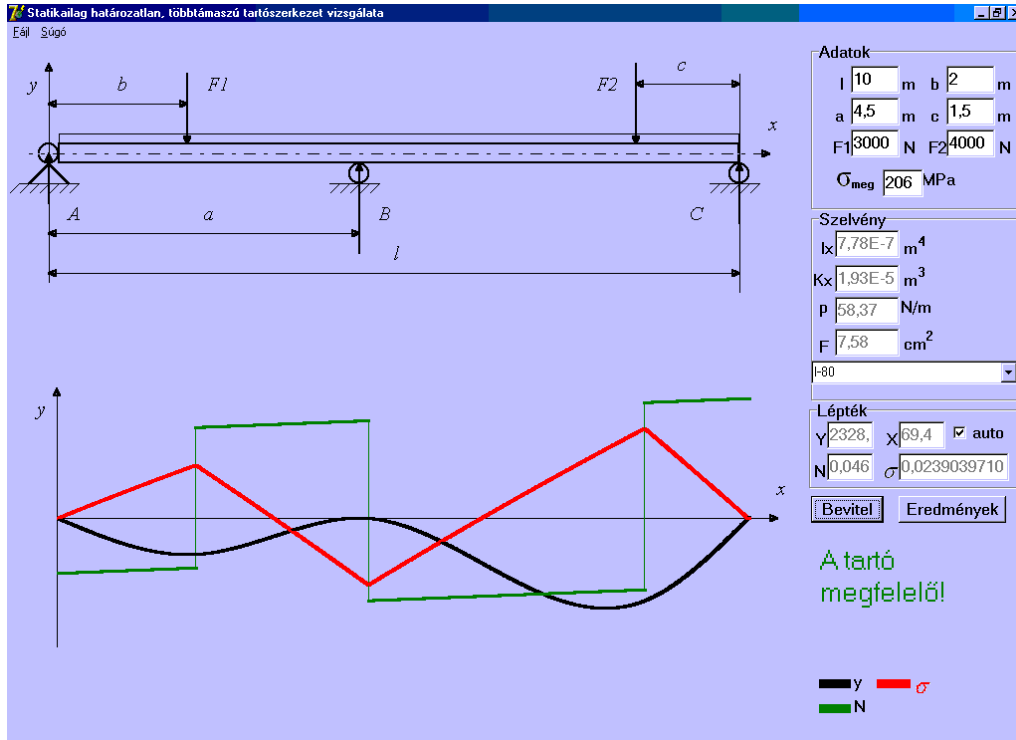
$$u' = 1 \text{ és } v' = \frac{(x-a)^2}{2}$$

$$= \frac{1}{6I_x E} \left\{ (l-q)^3 \left[\frac{p(l-q)}{4} - B \right] + l^2 \left[(l-3q)B + \frac{pl}{4}(4q-l) \right] \right\} +$$

$$+ \frac{F}{6I_x E} \left[(x-a)^2 (2x+a-3q) \right]_0^{\min(a,q)}$$

2. ábra. A Castigliano tételével számított alakváltozás levezetése a program súgójában

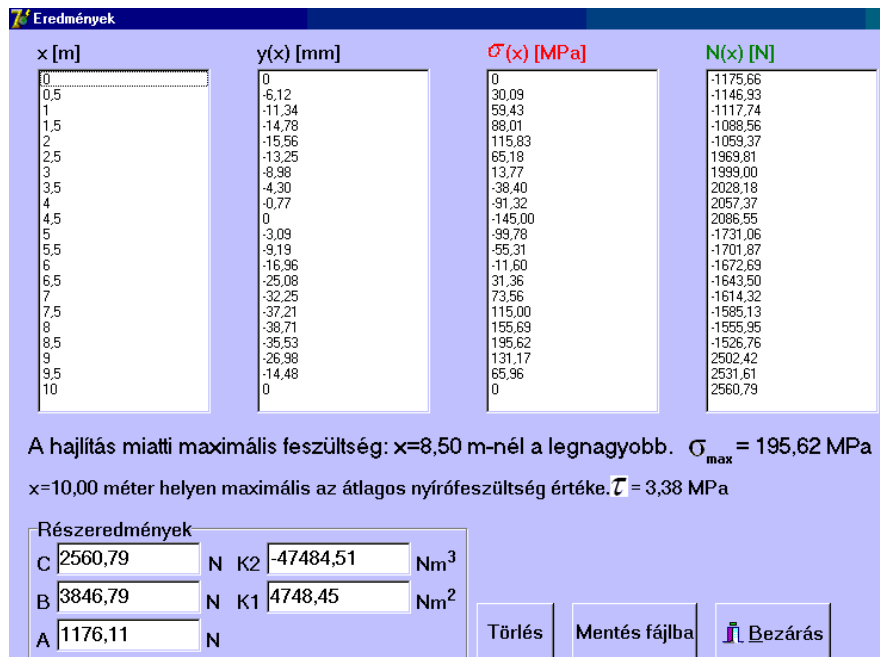
A 3. menüpontnál kiadódó egyik feladat végeredménye látható a 3. ábrán.



3. ábra. Háromtámaszú, statikailag határozatlan tartó szilárdságtani ellenőrzése

Egy kis didaktikai problémát okoz a program, mert a nyíró-igénybevételi függvényt a jegyzet T -vel és nem N -nel jelöli, de a program a jegyzet kiválasztása előtt készült a műszaki felsőoktatásban szokásos jelöléssel. Az ábrán jól látszik, hogy a hallgató választhat egy sor szabványos tartószelvény közül, és annak jellemzői automatikusan bekerülnek a szelvény azonosítója fölött lévő négy adatmezőbe.

A számszerű eredmények is elérhetők, és orientálhatják a hallgatót újabb szelvény kiválasztására.



4. ábra. Exportálható számszerű eredmények

A hallgatók az egyik előadáson ismerkednek meg a program kezelésével, de a sűgő is tartalmazza a használati útmutatót. Nagyon könnyen tudják használni. Az előadáson arra is felhívjuk a figyelmüket, hogy milyen munkamegosztást tükröz a program kidolgozása, illetve használata. A szakterületi modellt okleveles gépészmérnök készítette, a programot pedig a GDF egyik informatikus mérnök hallgatója tervezte, kódolta, tesztelte és dokumentálta. Az ehhez hasonló, de sokoldalúbb professzionális programokkal mérnökasszisztensek és műszaki menedzserek dolgoznak okleveles építész- vagy gépészmérnök irányításával. Tehát a konstruktőrök tervezte szerkezeteket ellenőrzik és arról dokumentációt készítenek.

4. A képzés során szerzett konkrét tapasztalatok

A hallgatók még a bevezető előadás után sem voltak tisztában azzal, hogy a *Mechanika* számukra egy fontos főtárgy. Mi csak akkor döbrentünk rá erre, amikor az első gyakorlatokon passzivitást tapasztaltunk. A nappali hallgatóknak külön föl kellett hívnunk a figyelmét erre.

Néhány levelező hallgató – érzékelve a tananyag nehézségét –, bejárt a nappaliak előadásaira és gyakorlataira. Nekik jobban sikerült megírni a zh-t, mint a többieknek, bár a teljesen távoktatással felkészülők között is akadtak sikeresek.

Nagyon kevesen küldtek be megoldott gyakorlatokat. Ők végzett mérnökök segítségét is igénybe vették. A többiek inkább megvárták a hivatalos eredmények megjelenését, majd ezeket letöltötték és kinyomtatták, mert így könnyebben tudták áttekinteni, akár utazás közben is.

Hallgatóink a házi feladat megoldását túl könnyűnek találták, mert a szerkesztési és számítási feladatokhoz képest a számítógéppel végzett munka valóban nagyon gyors és hibátlan. De éppen ezt akartuk érzékeltetni számukra úgy, hogy a program szakmai háttérét is teljesen átláthassák. Ezt a professzionális programoknál már nem biztos, hogy meg tudják tenni, de a kapott eredményeket értelmezniük kell akkor is, ha nem mindig áll mögöttük egy okleveles mérnök.

Az egyik pót zh-n arra voltunk kíváncsiak, hogy milyen sikeres volt az ILIAS-os önértékelés, ezért a tesztek közül néhányat változtatás nélkül föladtunk. Sajnos a hallgatók felének gondot okoztak ezek a feleletválasztós feladatok, de sokan hibátlanul megoldották.

A szilárdságtan elején szükség van a valószínűségi változó és a valószínűségi sűrűségfüggvény fogalmára, a végén pedig a valószínűségére, de a *Valószínűség-számítás és matematikai statisztika* csak a 4. félévben következik. (Hasonló probléma van a *Fizika II*-vel is.) Ezért célszerű, ha a *Fizika I*-et a 2. félévre, a *Mechanikát* és a *Fizika II*-t pedig a 4-ikre helyezzük át.

5. Összefoglalás, tanulságok

A nappali képzéssel kombinált távoktatási módszer [2] jelentős előkészítő munkával, megfelelő számítógépes programmal és internetes keretrendszerrel, mint amilyen az ILIAS, alkalmas a *Mechanika* oktatására is, de a hallgatók tudásának elmélyítéséhez több gyakorlatra volna szükség, és a levelező hallgatók számára is be kellene iktatni tantermi gyakorlatokat. Ez utóbbi funkciót most a pót zh-ra felkészítő konzultáció tölti be, amelyet utólag iktattunk a képzésbe. A végső tanulságokat, a *Mechanikára* közvetlenül ráépülő *Gépszerkezettan* oktatása után lehet levonni.

6. Irodalom

1. Dr. Bárczi István: *Mechanika I., II.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006.
2. Dr. Kovács Magda: *A Gábor Dénes Főiskola távoktatási rendszerének sikerei*, INFORMATIKA, 4. évf. 3. sz. 2001.