

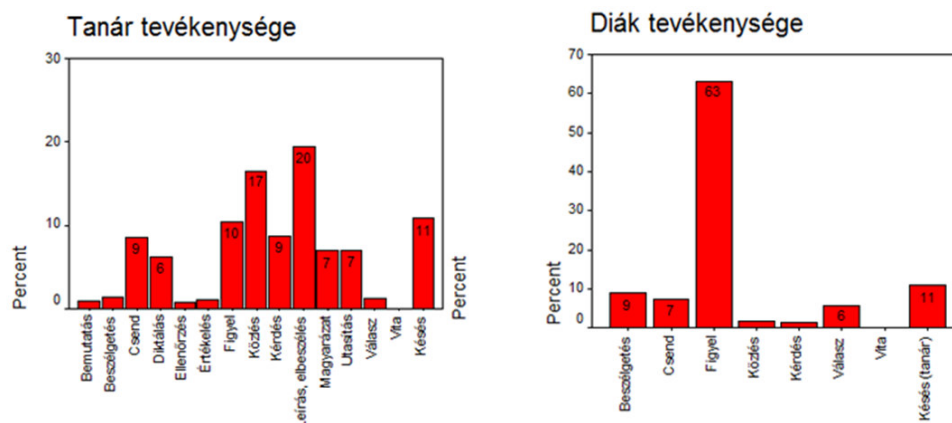
SZAKMAI TANÁRKÉPZÉS TANTÁRGYAINAK TÁMOGATÁSA SZÁMÍTÓGÉPES MODELLEZÉSEL

Nagy Tamás, nagytomi@sze.hu
Széchenyi István Egyetem

Bevezetés

A magyar oktatási rendszer különféle szintjei jellemzően hasonló problémákkal küzdenek. Mindenhol felmerül, hogy a rögzített tantervi tartalmakat, követelményeket hogyan lehet a rendelkezésre álló eszközrendszerrel, emberi erőforrásokkal érdekesen, hatékonyan, az előírt idő alatt feldolgozni.

Akár a szakmai középfokú képzés intézményeit, akár a felsőoktatást vizsgáljuk, ismétlődő módszertani megoldásokkal találkozunk. Szinte minden iskolatípusban jellemző a direkt közlő módszerek, a statikus szemléltetés, a diákok/hallgatók tudásától, haladási ütemétől szinte független oktatási megoldások alkalmazása (Nagy T., 2006). Ennek az eredménye a korábban Nagy József által definiált „letanítási stratégia” és a kritérium orientált fejlesztés hiánya (Nagy J., 1981, 2000), illetve ezt írja le Vekerdy Tamás gondolata¹⁴ is: „A felejtés számára tanítunk.”.



1. ábra Módszertani szempontú óramegfigyelés eredményei

A PISA vizsgálatok eredményei is ezt erősítik meg: csökkenő természettudományos tudás, a megszerzett tudás felhasználásának nehézségei (lásd PISA 2015) jellemzik a magyar diákokat. A szakmai tanórák módszertani szempontú megfigyelései is jelzik a tanárok módszertani kultúrájának a hiányosságait (1. ábra).

¹⁴ https://www.citatum.hu/szerzo/Vekerdy_Tamas/5

Hogyan lehet ezeket a nehézségeket kezelni?

Belátható, hogy a klasszikus tanár-tanítás alapú megközelítés eredményezi a problémákat.

Milyen következményei lesznek az 1. ábrán is látható direkt módszertani megoldásoknak:

- *időgazdálkodás* nem hatékony (diktálás, füzethasználat, hosszas szóbeli megoldások, késés), így valóban nem lesz elegendő a tartalom feldolgozására szánt/rendelkezésre álló idő,
- *szóbeli közlő módszerek* (leírás, elbeszélés, magyarázat, közlés, előadás) aránya nem felel meg a tanulók életkori sajátosságainak, nem képes kezelni a tudás/érdeklődés különbségeit,
- *szemléltetési megoldások* (kevés és sztereotip megoldások) hiánya miatt az értelmes tanulás nem valósulhat meg,
- *az alkalmazott módszerek ismert szabályainak* (szóbeli módszer és szemléltetés) megsértése csökkenti a módszerek hatékonyságát,
- ha nem használjuk ki a *digitális környezet lehetőségeit* (lásd Z és alfa generáció), akkor csökken a tanítási-tanulás folyamat hatékonysága.

Ismerve a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságát befolyásoló jellemzőket jó közelítéssel leírható, hogy milyen legyen egy XXI. sz.-i tanóra: *érdekes, cselekvésalapú, együttműködésre és önállóságra nevelő, a tudást, tanulási ütemet állandóan figyelembevevő, nem rohanó, a diákokat nem frusztráló környezet* lehet eredményes. Ez csak tudatos tanóra tervezéssel valósítható meg.

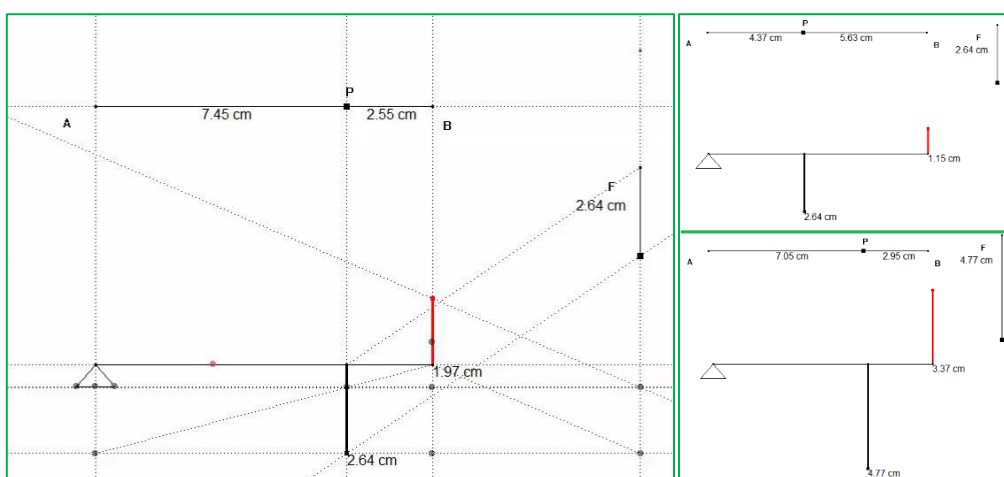
A műszaki felsőoktatásban/tanárképzésben és a középfokú képzésben nagyon sok olyan tantárgy és tartalom található, amely klasszikus módszertani megoldásokkal nem vagy csak gyenge hatékonysággal dolgozható fel. Például ha:

- a feldolgozandó tartalom olyan speciális szemléltetési eljárásokat igényel (dinamikus információ), amelyek nélkül a feldolgozandó tartalom/tudás nem érthető meg,
- a számítások összetettsége, az elvárt eredmények darabszáma, időigénye gondot jelent,
- azt szeretnénk, hogy a diákok önállóan tanuljanak, és a tanuláshoz elegendő mennyiségű és minőségű információt kapjanak,
- állandóan tudni szeretnénk hol/milyen szinten tartanak a tanulásban,
- tömegesen kell gyakorló és ellenőrző feladatokat generálni, javítani,
- saját nyomtatott vagy elektronikus tartalmakat kívánunk fejleszteni, akkor a számítógépes modellezés és szimuláció alkalmazása nagy segítséget nyújthat.

Ez a módszertani megközelítés természetesen különféle számítógépes szoftvereket is igényel (EXCEL, DERIVE, MAPPLE, R, CABRI GEOMETRY, stb.). Használatuk feltételezi, hogy a tanárok/oktatók a „szükséges” digitális kompetenciával rendelkezzenek (lásd DOS¹⁵). A tanár módszertani kultúráját a XXI. században az a képesség is minősíti, hogy felismeri-e egy tartalom/tudás közvetítésekor fellépő problémákat és ezekre hogyan reagál, valamint a rendelkezésre álló szoftvereszközöket a megszokott, tervezett funkciókon túl is képes-e alkalmazni (digitális kompetencia).

1. Modellezés a CABRY szoftverrel

A CABRY GEOMETRY elsősorban a matematika oktatásához készült, grafikai rendszer. Ez természetesen nem zárja ki a más tantárgyakban történő felhasználást. A szoftver geometriai elemekből (pont, vonal, szakasz) építkezve képezi le a szerkesztéssel megvalósítható modelleket. Például az egykarú emelő működő modellje a 2. ábra bal oldalán látható szaggatott szerkesztővonalakkal készíthető el (változhat a terhelés F és az erőkar P helye).



2. ábra Emelő szimuláció (szerkesztés, két állapot)

¹⁵ digitális oktatási stratégia

1.1. Modellezés a mechanika tárgyban

A szakképzési kerettanterv mechanikai tantárgya¹⁶ többek között a következő célokat fogalmazza meg:

- „A mechanika tantárgy tanításának célja, hogy fejlessze a tanulók logikai készségét, alapozza meg a szakmai tantárgyak feldolgozását.
- A tanulók tanulási folyamata fejlessze tovább a fizika tantárgyban megismert természettudományos szemléletet, alakítsa ki általános műszaki szemléletmódot.
- Ismertessen meg a tantárgy programjában felsorolt műszaki fogalmakkal, összefüggésekkel, törvényekkel és azok alkalmazásaival,…”.
- A gyakorlati feladatok közös megoldása mutasson rá az adott feladatok többféle megoldási lehetősége által felkínált önellenőrzés fontosságára, fejlessze a tanulók számolási készségét, biztonságát és a nagyságrendi érzék kialakulását...
- Az alapösszefüggések gyakorlatias alkalmazásával alakítsa ki olyan készségeket, amelyek segítségével képesek lesznek a tanulók egyszerűbb alkatrészek terhelésének megállapítására.”

A feldolgozás során alkalmazott direkt tanári megoldások elsősorban az ismeret jellegű tudás kialakítását támogatják (ismer, ismertet), ekkor a megértés, a rendszerben történő gondolkodás fejlesztése kevesebb figyelmet kap.

A közvetítendő tartalom leírása is arra utal, hogy a tanterv a tartalomtudást, a számítási algoritmusok begyakorlását tekinti fontosnak:

- „Párhuzamos, koncentrált erőkkel terhelt kéttámaszú tartó a reakcióerők meghatározása szerkesztéssel és számítással,
- a veszélyes keresztmetszet helyének meghatározása, a maximális hajlító nyomaték meghatározása számítással és grafoanalitikus módszerrel,
- a kötélábra, a vektorábra, a nyíróerő ábra és a nyomatéki ábra léptékhelyes megszerkesztése...”.

A természettudományos területet vizsgáló PISA mérés (2015) jelezte, hogy a magyar diákok teljesítménye a megszerzett tudás alkalmazásában gyenge, az attitűdvizsgálatok (például: Csapó, 2000) a fizika tárgy alacsony kedveltségét jelezték. Ezek az eredmények részben a tanárok módszertani kultúrájának a visszatükröződései.

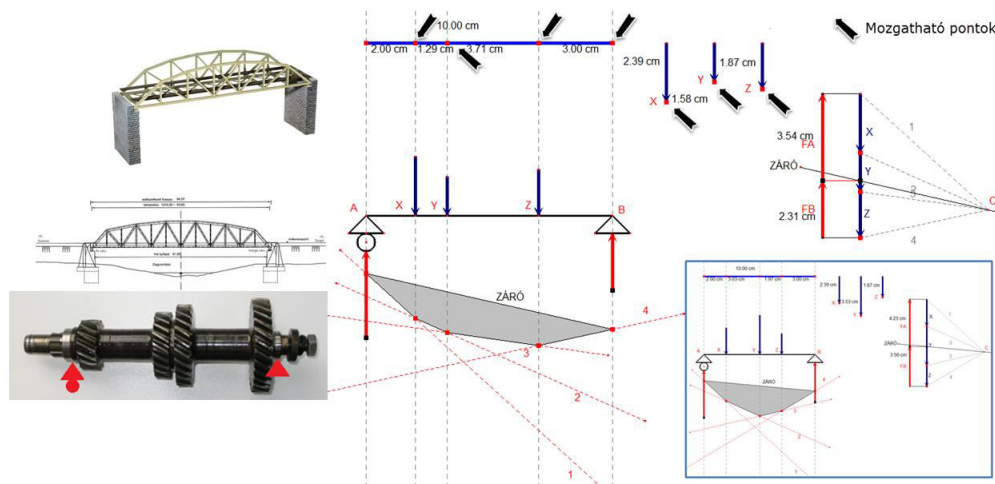
¹⁶ Szakképzési kerettanterv a(z) 54 525 02 autószerelő szakképesítéshez (2018)

Hogyan lehetne másként dolgozni?

A tapasztalatok azt jelzik, hogy az ismeretszerzéstől a megtanultak alkalmazásáig a cselekvő tanulás, a csoportmunka hatékonyabb a direkt megoldásoknál. Mit jelent ez a kéttámaszú tartók témakörében?

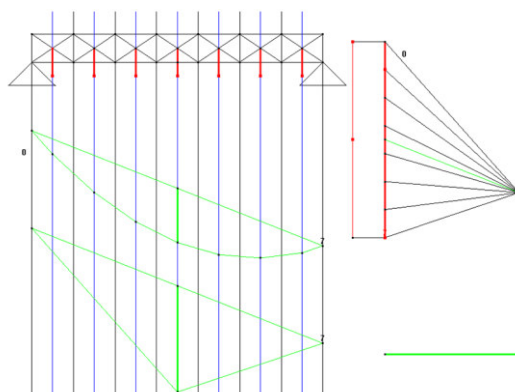
Célszerű átalakítani a képzés módszertani struktúráját. A diákok aktívan bevonhatók a tartalom feldolgozásába:

- motiváció, alapvető fogalmak megismerése elképzelhető a tréningeken alkalmazott Brainstorming (ötletroham) megoldással,
- az első példát követően (amely lehet akár direkt tanári megoldás, tábla használatával) a CABRI szoftver és munkalap segítségével csoportmunkában elemezhető a tartó viselkedése változó nagyságú és helyzetű erők esetén (támaszerők és nyomatéki ábra változásai),
- a begyakorláshoz felhasználhatók a CABRI programmal generált szerkesztési feladatok (gyorsan elkészíthető, akár mérethelyesen nyomtatható, a tanár azonnal rendelkezik a megoldással is),
- lezáró jellegű értékeléséhez is végtelen számú feladat generálható a szoftver segítségével (3. ábra).



3. ábra Koncentrált erővel terhelt tartó (szerkesztés, modell)

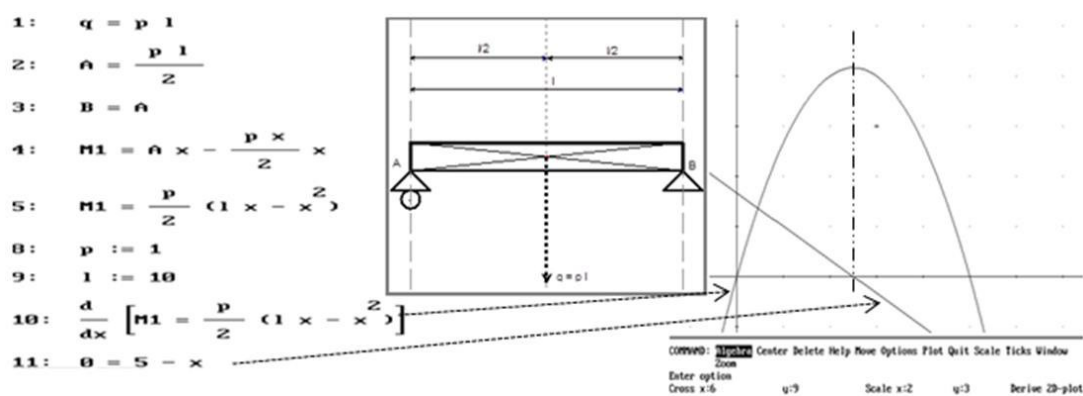
Hasonló módon kezelhető a koncentrált- és a megoszló erővel terhelt tartók összehasonlítása.



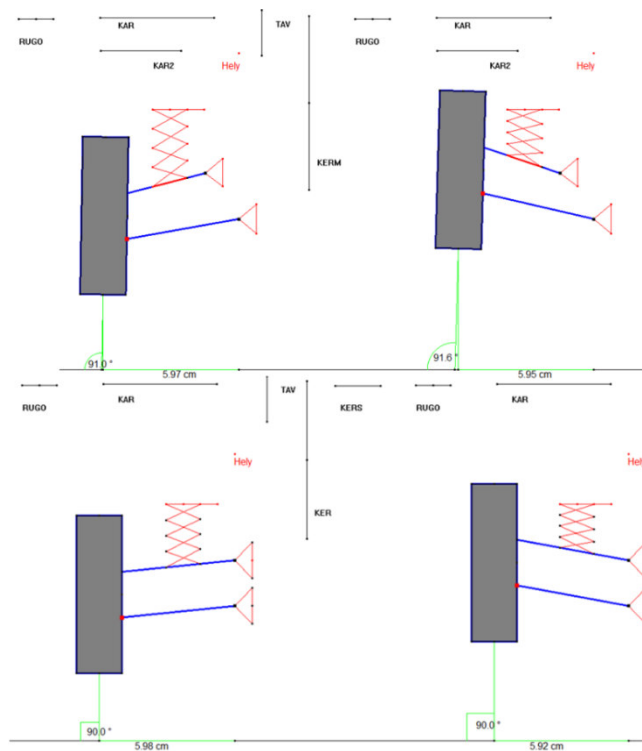
4. ábra Megoszló (és koncentrált) erővel terhelt tartó (maximális nyomaték)

A koncentrált erő felbontásával több lépésen keresztül bevezethető a megoszló terhelés és annak hatása a nyomaték eloszlására és a támaszerők nagyságára (4. ábra).

Szemléletformáló hatásai miatt a felsőoktatásban is felhasználhatók a fenti megoldások. Ugyanakkor ott más, összetettebb megközelítés is szükséges. Például levezethető, bizonyítható a megoszló terhelés nyíróerő ábrájának az alakja. Ehhez egy algebrai rendszer (DERIVE, MAPLE, stb.) segítségével fel kell írni a rendszert jellemző összefüggéseket, majd deriválás után megkapjuk, ábrázoljuk az eredményt (5. ábra jobb- és baloldali elemei).



5. ábra Megoszló terhelésű tartó (nyíróerő ábra keletkezése - DERIVE)



6. ábra Keresztlengőkaros felfüggesztések (CABRI- geometriai változások)

1.2. Modellezés a gépjárműszerkezettan tantárgyban

A szerkezettan tantárgy¹⁷ a kerékfelfüggesztések témakörével foglalkozik. A feldolgozás kezdetén a típusok szerkezeti és működési alapjait, jellemzőit tárgyalja, célként fogalmazza meg:

- „Ismernie kell a korszerű gépjármű-szerkezeteket, szerkezeti egységek felépítését, működését, beállításának technológiáját.”

A tartalom leírásában a következők olvashatók:

„A kerékfelfüggesztés:

- hajtott és nem hajtott merevtengelyes felfüggesztések típusai, működésük,
- keresztlengőkaros független felfüggesztések típusai, működésük,
- hosszlengőkaros független felfüggesztések típusai, működésük,
- ferdelengőkaros független felfüggesztések típusai, működésük...”

Milyen problémákat okozhat a tartalom?

A szerkezet működése a valóságban nehezen követhető (elhelyezkedés, kis változások, szemléltetőeszközök hiánya az elméleti órán). A statikus

¹⁷ Szakképzési kerettanterv a(z) 54 525 02 autószerelő szakképesítéshez

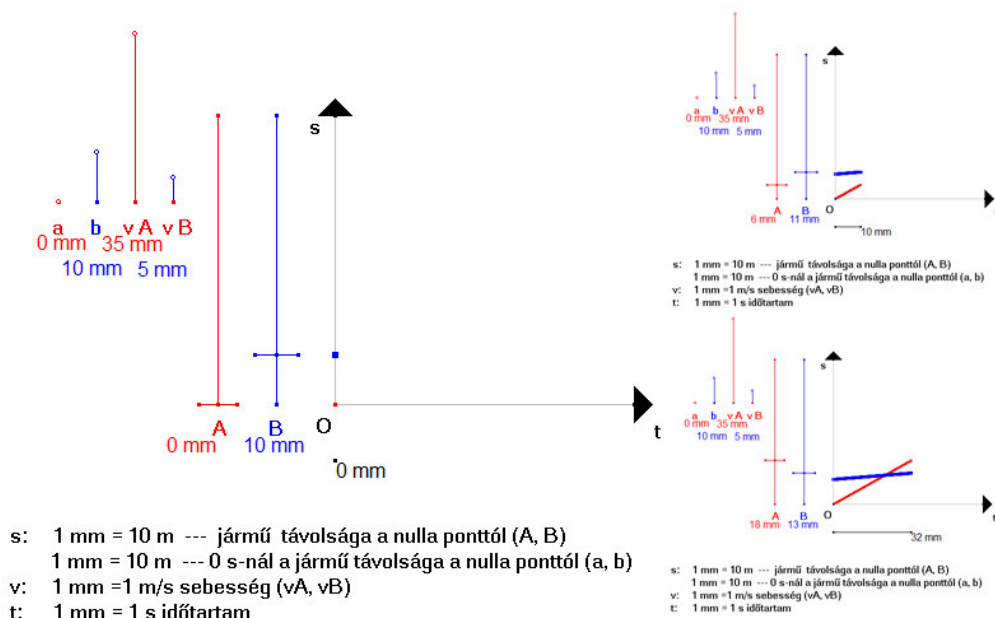
feldolgozás (leírás, elbeszélés, magyarázat, tábla) nem biztosítja a megértést. Itt is lehetőség van a modellezés, szimuláció felhasználására. A keresztlengőkaros rendszerek működő modellje elkészíthető a CABRI programmal (6. ábra). Ezt követően a tanórán csoportmunkában (munkalap, szoftver, esetleg fáziskép sorozat segítségével) vizsgálható a szerkezetek tipikus működése, összehasonlíthatók a különféle geometriai változások. Ezzel támogatható a cselekvő, felfedező tanulás, a megfelelő szemlélet, az együttműködés, az önállóság.

1.3. További szakközépiskolai modellezési lehetőségek

Más tantárgyakban is megtalálhatók olyan tartalmak, ahol a tanulást célszerű modellezéssel és szimulációval támogatni. Például az egyenes vonalú egyenletes mozgás (valóság) és a kapcsolódó függvények (modell) a valóságban együtt nem láthatóak. A CABRI segítségével dinamikus mozgással modellezhető, összehasonlítható a két megközelítés (7. ábra).

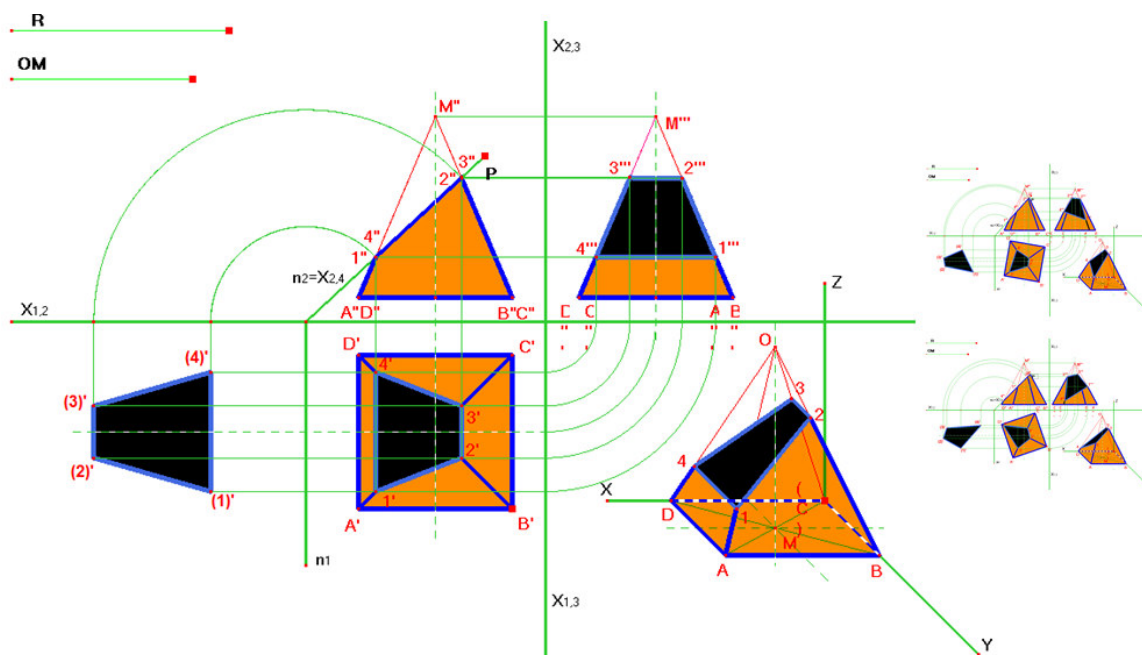
Míg a modell működése során az A és B jelű szakaszok (autók) eltérő kiindulási ponttól indulva, különböző sebességgel mozognak, addig ezt valós időben leképezik az út-idő diagram kék és piros egyenesei.

Az olvasóra bízom a feldolgozás lehetséges módszertani tervezését.



7. ábra Mozcás modellezése és a leíró függvények (CABRI szimuláció)

A szoftver alkalmas a Síkmértani szerkesztések és vetületi ábrázolás téma támogatására is (néhány korláttal, de működőképes szimulációval).



8. ábra Csonkolás (CABRI szimuláció)

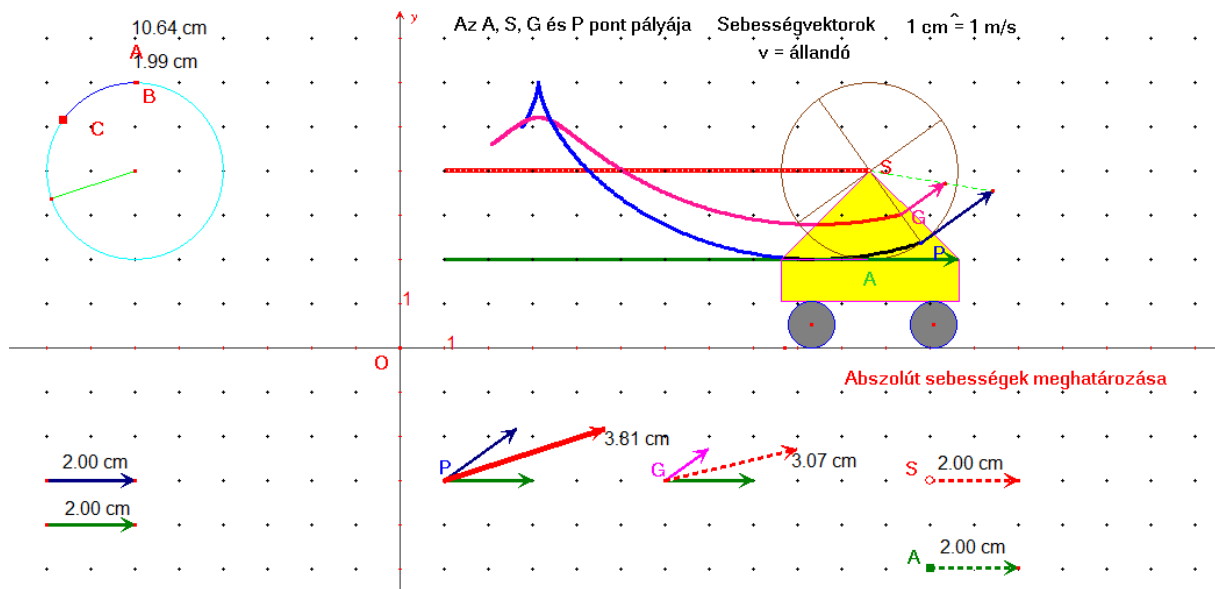
A gúla csonkolása, ennek vetületi képei az egyik nézet elforgatásával, illetve a csonkolás helyének a változtatásával dinamikusan mutathatók be. Természetesen ez a megoldás nem egy professzionális CAD rendszer, de sok esetben elegendő a tanulás támogatására, egyben további lehetőség a CABRI használatára (gazdasági hatékonyság – lásd taneszközök kiválasztása).

1.4. Felsőoktatási modellezési lehetőségek

A felsőoktatásban is számtalan lehetőség adódik, amikor a szimulációval segíthető az oktató munkája és a hallgató tanulása (lásd 5. ábra). A korábban bemutatott példák a felsőoktatásban is felhasználhatóak, mert:

- a hallgatók nagyon heterogén tudással rendelkeznek,
- különféle iskolatípusból érkeztek (gimnázium, szakközépiskola),
- az a cél, hogy mindenki megtalálja a tanulás során a számára hatékony információkat, ne morzsolódjon le, ha akar és tud tanulni.

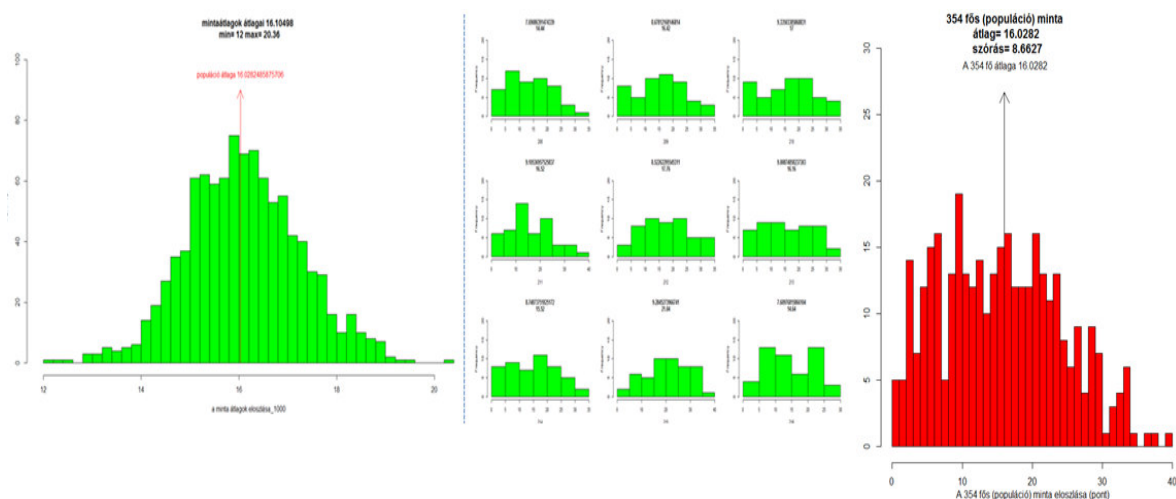
Mechanika tárgy mozgástan része foglalkozik az összetett mozgások pályagörbéinek a keletkezésével (különféle paraméterek mentén: S, G, P pontok). Ez a téma célszerűen dinamikusan vizsgálható. A feldolgozás kiegészíthető az adott pont sebességvektorainak a bemutatásával (alsó képek).



9. ábra Összetett mozgás pályagörbéi, sebességvektorok (CABRI)

A statisztika, kutatómódszertan, pedagógiai értékelés tárgy támogatására felhasználható az EXCEL és az R studio program. Itt is lehetőség adódik a problémák, feladatok modellezésére.

Az R studio statisztika moduljával többek között szemléltethető a populáció és a mintavétel hatása (különbféle nagyságú minták), a várható érték definíciója. Ha rendelkezünk mérési adatokkal (saját tudásmérés, PISA 2015), akkor ez felhasználható annak a szemléltetésre, hogy mi történik, milyen hatásai vannak a mintavételnek (a minták átlaga, szórása hogyan ingadozik). Bizonyítható a mintaátlagok normális eloszlása, stb. (10. ábra).



10. ábra Mintaátlagok és a 9 minta eloszlása, „populáció” eloszlása (R studio)

Összefoglalás

A tanítási-tanulási folyamat meghatározó feladata az „értelmes” tanulás megszervezése. A klasszikus, direkt közlő módszerek ma már nem felelnek meg a diákok igényeinek és tanulási szokásainak (lásd Z és alfa generáció). A képzés minősége a módszertani megoldások megújításával növelhető, ezért válik kulcskérdéssé a szakképzésben és a felsőoktatásban a tanár módszertani kultúrája. A tanárokat fel kell készíteni arra, hogy képesek legyenek a digitális világ hardver és szoftver eszközeit tudatosan és hatékony felhasználni. Ezt szemléltették a tanulmányban felvillantott példák, a számítógéppel támogatott, szimuláció és modellezés.

Fontos közös jellegzetességük:

- biztosítják az önálló munkát (a cselekvő tanulást),
- különféle feladatok és problémák önálló megoldását,
- a lehetséges megoldások létrehozását, összehasonlítását,
- támogatják a gyakorlást,
- segítik munkalapok, feladatlapok, e-learning tartalmak fejlesztését,
- növelik a diákok tanulási motivációját.

A tanárok/tanárjelöltek módszertani kultúrája erősen függ a tanárképzés és tanártovábbképzés során bemutatott és ki is próbált módszertani megoldások minőségétől, szakszerűségétől.

Nem szabad elfelejteni, hogy *a tanárok módszertani kultúrájának annál nagyobb a szerepe, minél alacsonyabb motiváltságú és tudásszintű diákákokat kell felkészíteni.* Ehhez nyújthat segítséget a megfelelően átgondolt, tervezett és megvalósított számítógépes modellezés és szimuláció.

Irodalomjegyzék

18/2016. (VIII. 5.) EMMI rendelet a felsőoktatási szakképzések, az alap- és mesterképzések képzési és kimeneti követelményeiről

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1600018.EMM×hift=ffffff4&txtref=00000001.TXT> [letöltve: 2018.09.08.]

Csapó Benő (1987): A megtanító stratégiák alkalmazása a felsőoktatásban. In: Felsőoktatási szemle, 7-8 sz. p444-450.

Csapó Benő (1988): A megtanító stratégiák hatékonysága a felsőoktatásban: Az 1980-86 közötti kísérlet eredményei, Budapest: MÉM Szakoktatási és Kutatási Főosztály.

Csapó Benő (2000): A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. In: Magyar Pedagógia, 100.sz. p343-366.

Nagy József (1981): A megtanítás stratégiája. In: Köznevelés, 33 sz. p3-6.

Nagy József (2000): A kritikus kognitív készségek és képességek kritériumorientált fejlesztése. In: Új Pedagógiai Szemle: 50. évf. 7-8.sz. p255-269.

Nagy Tamás (2002): Gépész szakmai alaptantárgyak oktatásának módszertana, Győr: SZIF-Universitas Kft.

Nagy Tamás (2006): Pedagógusok által alkalmazott módszerek. In: Szakoktatás, 56.sz. p18-25.

PISA 2015 Összefoglaló jelentés (2016), Budapest: Oktatási Hivatal

https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresekek/pisa/PI SA2015_osszefoglalo_jelentes.pdf [letöltve: 2018.09.08.]