

SZIMULÁCIÓS ALKALMAZÁSOK A NYÍREGYHÁZI EGYETEM MŰSZAKI KÉPZÉSEIBEN

ROLE OF SIMULATION TECHNIQUES IN ENGINEERING EDUCATION OF UNIVERSITY OF NYÍREGYHÁZA

Dezső Gergely¹, Szigeti Ferenc²

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológiai Tanszék, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 31/b, +36-42-599400, dezsو.gergely@nye.hu

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológiai Tanszék, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 31/b, +36-42-599400, szigetif.ferenc@nye.hu

Abstract

Spreading of scientific and engineering simulation methods an application in research and industry implies the answer of education system, which simulation methods and software appear in training programs. Depth of introduction to theoretical basics and practical applications depends on level and aim of education. In bachelor of engineering and technical teacher trainings especially interesting questions may be put up. Examples are demonstrated from educational practice of University of Nyíregyháza. As a hypothesis it can be stated that recently there are a great educational potential in secondary and higher educational institutions, what can be utilized more effectively than it is today.

Keywords: *simulation, software applications, engineering education, technical teacher training*

Összefoglalás

A természettudományos és a műszaki szimulációs módszerek alkalmazásának elterjedése a kutatásban és a gazdasági életben természetes módon maga után vonta az iskolarendszernek azt a válaszát, hogy e módszerek és az azokhoz kapcsolódó szoftveres alkalmazások megjelennek az oktatásban. A képzés céljától függően szükséges bemutatni az elméleti alapismereteket és a gyakorlati alkalmazásokat. Különösen érdekes kérdések vetődnek fel a mérnöki alapképzésben és a mérnökstanár képzésben. Példákat mutatunk be a Nyíregyházi Egyetem oktatási gyakorlatából. Hipotézisünk szerint jelenleg a középiskolákban és a felsőoktatási intézményekben szoftver formájában olyan oktatási potenciál fekszik, amelyet a jelenleginél lényegesen sokoldalúbban, intenzívebben ki lehet használni.

Kulcsszavak: *szimuláció, számítógépes alkalmazás, mérnökképzés, mérnökstanárképzés*

1. Bevezetés

Magyarországon műszaki képzés az ISCED-97 szabványnak megfelelő 3–6. szinteken folyik. Ez szokásos szóhasználatl a középiskolai (ISCED 3), a graduális

(ISCED 5) és a posztgraduális (ISCED 6) képzéseket jelenti, beleértve a speciális helyzetben levő felsőfokú szakképzéseket (ISCED 4) [1,2]. Tanulmányunk a graduális képzésre összpontosít, némi kitekintéssel a többi felsorolt szintre is.

A felsőfokú graduális képzésben a műszaki képzési terület két fontos részre oszlik. Az egyik a mérnökképzés, amelynek számos szakterülete van, célja elsősorban a gazdaság magasan képzett munkaerőigényének kielégítése, valamint kisebb részben a felsőoktatás személyi állományának utánpótlása. A másik fontos terület a mérnöktanárképzés, amelynek szakmai ágazatai a mérnökképzés szakterületeinek felelnek meg, célja a szakgimnáziumi oktatók képzése, továbbképzése. A mérnöktanárképzés különleges helyzetére jellemző, hogy jellemzően fogva az ISCED 5 szinten zajlik, kimenete pedig erőteljesen visszahat az ISCED 2–3–4 szintek működésére, hosszabb távon saját maga szakmai utánpótlását is megalapozza.

A Nyíregyházi Egyetemen az elmúlt időszakban sikeresen előrehaladt a szoftverinfrastruktúra fejlesztése. Ez elsősorban akadémiai célú licencek megvásárlását és korábban beszerzett szoftverek frissítését jelenti. Időszerű volt a szoftverállomány felülvizsgálata és osztályozása aszerint, hogy milyen típusú képzésben és milyen mélységben célszerű azokat oktatni.

A szerzők elsősorban a műszaki alapozó és gépgyártás-technológia képzésben vesznek részt, ezért a példák többsége erről a területről származik.

2. A szimuláció

A mérnöki szimuláció összetett, multidiszciplináris tevékenység.

Mindezzel együtt, különböző mélységben megjelenik a középiskolákban, a felsőoktatás graduális szintjén és a doktori képzésben is. Példaként említhető egy középiskolai szakoktatást szolgáló Sulinet tananyag [3], és egy, a mester-, valamint doktori képzés céljára készült egyetemi tankönyv [4].

Az idegen szavak szótára szerint a szimuláció tettetést jelent, a természettudományokban és a műszaki tudományokban

azonban ezt nem a hétköznapi értelemben kell érteni.

A tudományos szimuláció fogalmára egységes meghatározást nem lehet találni a szakirodalomban, de általánosan jellemző, hogy valamilyen valóságos rendszer utánzását jelenti, általában absztrakt módszerekkel, melynek célja a rendszer működésének mélyebb megértése [5]. A szimulációra több okból is szükség lehet, ezek közül a legfontosabbak:

- a rendszer közvetlenül nem hozzáférhető tanulmányozás céljából,
- nem érdemes, vagy nem kifizetődő a közvetlen tanulmányozás,
- a rendszer viselkedését szélsőséges körülmények között kívánjuk tanulmányozni,
- igen nagyszámú vizsgálatot szeretnénk elvégezni,
- a közvetlen vizsgálatnak biztonsági vagy etikai akadályai vannak.

A szimuláció alapja minden esetben egy modell. A modell egy olyan absztrakt gép, amely bizonyos szempontból a valóságos rendszer működését írja le. Gyakran a modell matematikai objektumokból épül fel (pl. számok, vektorok, operátorok), amelyek között összefüggések állnak fenn (pl. differenciálegyenletek, integrálegyenletek, algebrai egyenletek stb.). A modell a valóságból kiindulva, az idealizáció folyamata során épül fel. A modellalkotás külön tudományos tevékenység, általában több kutató sokéves munkája szükséges a tudományos modellek felépítéséhez. Ennek részleteivel itt nem foglalkozunk, ugyanakkor nagyon fontos, hogy az oktatási folyamat során a tanulóknak tudatosuljon ez az igen fontos tény. Ebben segíthetnek a tudománytörténet érdekes fejezetei.

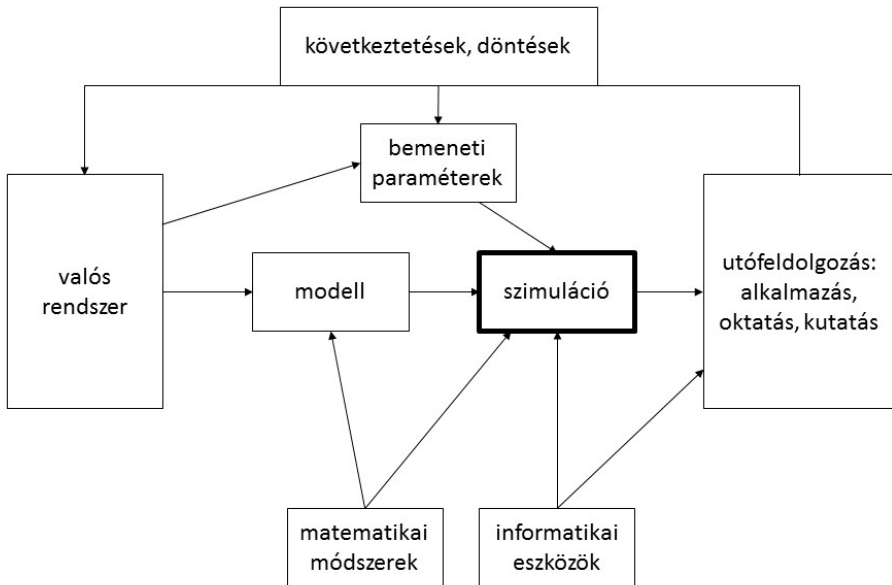
A modellek megoldása kézi eszközökkel csak korlátozottan lehetséges, akkor, ha a modell nem túl bonyolult, és a kezdeti vagy peremfeltételek egyszerűen (pl. téglatest alakú tartomány). Általában azonban

nem létezik analitikus megoldás, numerikus módszereket kell alkalmazni annak közelítésére, ami nagy mennyiségű számítás elvégzéséhez vezet. Erre a célra kiválóan alkalmasak a számítógépek az 1980-as évek óta. Nagyjából innen datálható a szimulációs

technikák elterjedése a gazdasági szférában is.

A szimuláció célkitűzése lehet

- alkalmazás,
- oktatás,
- kutatás.



1. ábra. A szimuláció helye a mérnöki tevékenységben

A szimulációt sztereotipikusan szokás számítógép előtti tevékenységként elképzelni. Ez azonban félrevezető, mert a szimuláció mélyen összefügg a modellalkotással, a valós rendszer vizsgálatával is (1. ábra). Fontos megjegyezni, hogy a szimulációs számítások nemcsak digitális számítógépeken, hanem analóg számítógépeken vagy akár papíron is elvégezhetők. Ezenfelül ismert az ún. fizikai szimuláció technikája, amely során a vizsgált rendszerhez bizonyos szempontból hasonló valódi rendszereket építenek fel, és azok működtetésével jutnak információkhoz, következte-

tésekhez a szakemberek. Ilyen például a gépkocsik töréstesztje, járművek szélcsatornás vizsgálatai vagy számos anyagvizsgálati módszer.

Megjegyezzük, hogy esetenként a szimulációt összetévesztik az animációval. Ennek oka az, hogy mindkettőnek a kimenete lehet egy látványos mozgókép. A kevésbé gyakorlott felhasználó számára nem nyilvánvaló a különbség a két technika között. Az animáció a felhasználó által definiált mozgások megjelenítése, szemléltetése. Az animáció nem feltétlenül felel meg egy valódi fizikai rendszer mozgásának. A szimuláció

muláció egy rendszer modelljének a megoldását jelenti, amit nem szükségszerű mozgóképpel megjeleníteni, de a korszerű szoftverek erre is lehetőséget adnak.

A továbbiakban a szoftvereszközökkel végzett szimulációkra szorítkozunk.

3. Szimulációs szoftverek

A szimulációra alkalmazható szoftveres megoldások tárháza napjainkban szinte kimeríthetetlen. Az interneten számos ingyenes szoftver is rendelkezésre áll, melyek színvonala és alkalmazási területe tág határok között mozog. A kutatásban ezeknek gyakran hasznát lehet venni. A műszaki képzésben gyakori a kereskedelmi szoftverek oktatása, mert a gazdaság szereplői is gyakran ezekre a megoldásokra támaszkodnak. A Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézetében az alábbi szoftverek érhetőek el oktatási és kutatási célokra.

Szimulációs modullal is rendelkező tervezőszoftverek:

- Solid Works,
- Solid Edge,
- Catia,
- Autocad Inventor.

Elő- és utófeldolgozó szoftverek:

- Patran,
- Mentat,
- Simufact Welding.

Végelem módszer általános célú megoldószoftverei, esetenként elő- és utófeldolgozó és más kiegészítő (pl. többtest szimulációs) modulokkal:

- Ansys,
- Marc,
- Nastran,
- Dytran,
- Adams.

Gyártásszimulációs szoftverek:

- Edge Cam,
- Keller Symplus.

4. Alkalmazási lehetőségek az oktatásban

Gyakran felvetett és vitatott kérdés, hogy az oktatás mely szintjén, és milyen mélységben szerepeljenek a szimulációs módszerek.

Általános egyetértés van abban, hogy nem szabad a tanulótól elvárni olyan számítógépes módszerek alkalmazását, amelyeknek elvi alapjait vagy nem ismerheti az oktatás adott szintjén, vagy ismerheti, de még nem tanulta.

Az igazi kérdés az, hogy az elvi alapok megismerésében

- meddig szükséges és
- meddig lehetséges

elvezetni a tanulót.

Nem is szükséges szimulációs technikákról beszélni ahhoz, hogy jó példát találjunk erre a dilemmára. A mérnöki tervező szoftverek kiváló lehetőséget adnak arra, hogy két- és háromdimenziós műszaki ábrázolást, illetve testmodelleket készítsenek akár középiskolás tanulók is. Ezt tanulják is, sőt igen komoly tanulmányi versenyeken szerepelnek, annak ellenére, hogy nem mélyednek el a gráfelméletben, a vektor- és mátrixalgebrában, a függvényinterpoláció és függvényapproximáció kérdéseiben. Ennek az az oka, hogy viszonylag könnyen szétválasztható a szoftveres megoldásnak a felhasználói szintje és a csak programozók számára fontos belső megoldásai, algoritmusai.

A szimulációs szoftvereknek is van felhasználói oldala és programozói oldala, azonban a legtöbb esetben ezek lényegesen nagyobb átfedéssel rendelkeznek, mint más típusú szoftverek esetén.

A többtest szimuláció legyen az első példa erre. A legegyszerűbb esetben több merev testből álló rendszer mozgásegyenletét oldjuk meg numerikusan negyedrendű Runge–Kutta-módszerrel. Úgy tűnik, ez egy pontos meghatározás. Azonban a módszer számos olyan paramétert tartalmaz, ame-

lyeknek beállítása lényegesen befolyásolhatja az elvégzett számítás hibáját és a gép-igényt is, ilyenek például a lépésköz, vagy hibabecsléses lépésközüváltoztatás esetén a tolerancia. Ez akkor válik érdekessé pedagógiai szempontból, ha figyelembe vesszük, hogy a merev testek dinamikájának alapjait középiskolában is megismerik a tanulók, a felsőoktatásban tovább mélyítik ismereteiket, ugyanakkor a numerikus módszerekről még BSc képzésben sem tanulnak (legfeljebb az említés szintjén) annyit, hogy a paramétereket értelmezni tudják, csak a mesterképzés nyitja meg ehhez az ajtót, és a doktori képzés kereteiben mélyed el e kérdésekben az, akinek szüksége van rá. Feltehető tehát az a kérdés, hogy vajon a középiskolás tanulók vagy BSc szintű képzésben részt vevő hallgatók használjanak-e többtest szimulációs módszereket. Itt hangsúlyozzuk, hogy nem az úgynevezett „kinematikai szimulációra” vonatkozik a kérdés, amely az animációtól nem sokban különbözik, hanem a dinamikai szimulációra. Ennek ellene szól a numerikus módszerekben való járatlanság, ugyanakkor mellette szól a korszerű szoftverek által kínált eszközrendszer megismerése, valamint az erős motiváló hatás. E kérdésre a válasz a pedagógus személye és munkája. A pedagógus feladata megmutatni a tanulóknak, hogy ismereteiket, készségeiket mire használhatják, ezzel együtt azt is, hogy hol vannak az alkalmazás határai, mi az, amit meg kell majd tanulniuk a továbblépéshez.

A végeelem módszerrel történő szimuláció oktatása kifejezetten a felsőoktatás kérdése. Ebben az esetben még nagyobb az átfedés a felhasználó által bemenetként megadott adatok és a megoldás során használt matematikai, informatikai eljárások között. Nyilvánvaló, hogy maga a végeelem felosztás létrehozása is igen különleges feladat. A felosztás közvetlen generálásától kezdve a CAD testmodellből kiinduló automatikus felosztás elkészítéséig számos lehetőség áll rendelkezésre. Eseten-

ként a végeelem felosztás elkészítése nehezebb feladat, mint a rákövetkező fizikai egyenlet megoldása. A végeelem módszer matematikai rejtelmek azonban itt nem érnek véget, mert a mátrix diagonalizására használt eljárásoknak, az alkalmazott anyagmodelleknek, tranzienk számítások esetén az időbeli léptetésnek és számos más tényezőnek döntő hatása lehet a számítás végeredményére. Egyes vélemények szerint a numerikus módszerek alkalmazása még ma is művészet. Vagy ha nem is az, mindenképpen igen komoly tapasztalat szükséges ahhoz, hogy egy műszaki problémát valaki úgy oldjon meg szimulációval, hogy az a gyakorlatban is hasznos legyen.

Ez a kérdéskör azért érdekes, mert Magyarországon a BSc szintű műszaki képzésben szerepel a végeelem szimuláció oktatása. Ennek óraszámja azonban csekély. Ahhoz, hogy a hallgatók tágabb kontextusban is értelmezhető bevezetést kapjanak, meg kell mutatni az elvi alapokat, meg kell ismertetni velük legalább egy szoftveres alkalmazást, és meg kell mutatni nekik azt, hogy a módszerrel kapható eredmények hogyan használhatók fel. A témakör nehézsége és szépsége ugyanarra az okra vezethető vissza. Arra, hogy a végeelem módszerbe való bevezetés egy erősen integráló tantárgy. Szintetizálja a matematikai, fizikai, CAD, anyagtudományi és informatikai alapismereteket. Ha ezekben számottevő hiányosság van, akkor az oktató – akarata ellenére – csak légvárat épít. Ugyanakkor, ha a hallgatóban összeáll a kép, megérti a fizikai és matematikai modellezés lényegét és szépségét, akkor igen nagy előrelépést tesz a természettudományos és műszaki gondolkodás terén, az oktató pedig valódi sikerélményben részesül.

A mérnök-tanárképzésben a szimulációs alkalmazások megismerésének szépsége és problémája hatványozottan jelentkezik. Itt ugyanis a felhasználás nem mérnöki munkát jelent, hanem a középiskolai oktatómunkát. A tanár két fő területen találkozhat

mérnöki szimulációkkal az oktatásban. Az egyik mód az, ha neki kell oktatnia egy ilyen szoftver használatát. A másik mód az, ha az oktatásban szemléltetésre használja a szimulációt. Nem vitás, hogy erre fel kell készíteni a mérnökstanárokat. Ennek mélyebb elemzése azonban meghaladja e dolgozat kereteit.

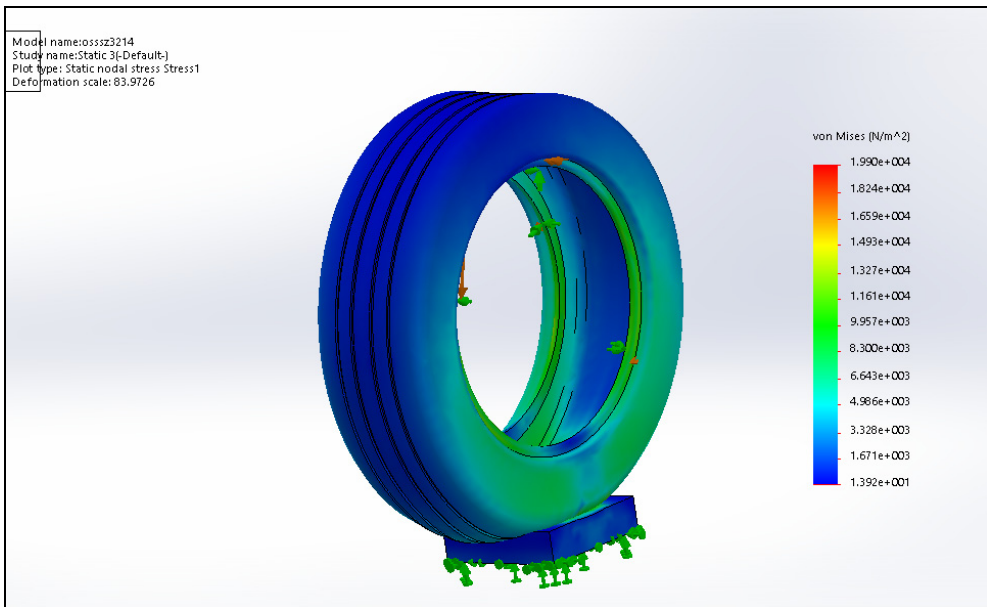
5. Példák

Olyan példákat mutatunk be szimulációs számításokra, amelyek az egyetemi alapképzésben elsajátított alapismeretekre építve hallgatóink munkájával készültek el. Az oktatóval konzultálva a hallgató maga választhatott műszaki problémát, amelyet megvizsgált. Úgy egyszerűsítettük a feladatot, hogy a tanult ismeretanyaggal kezelhető legyen. Mechanikai, statikai vagy

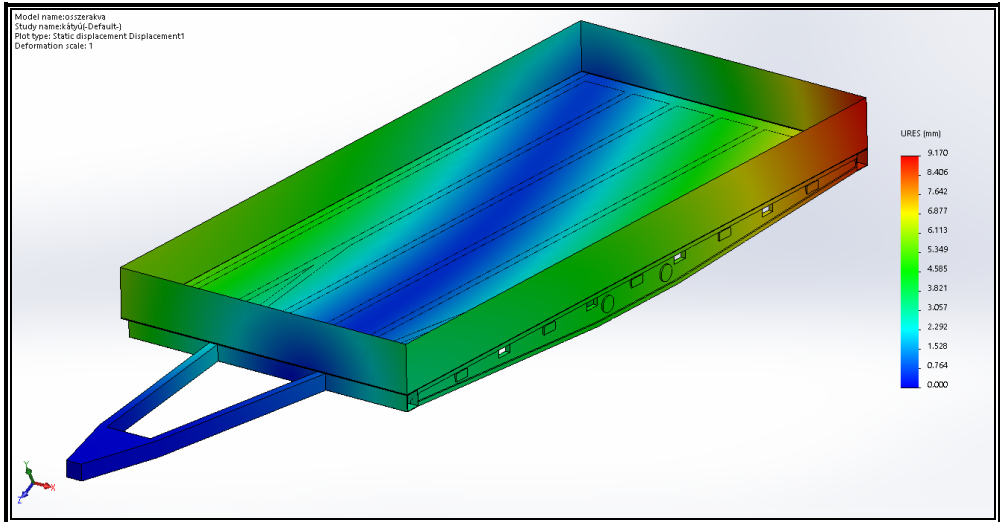
kvázistatikus közelítésben tárgyalt számításokat végeztek a hallgatók.

Az ilyen számítások még nem elégitik ki az ipari vagy tudományos alkalmazás követelményeit, de jelentősen segítik a hallgatót több területen:

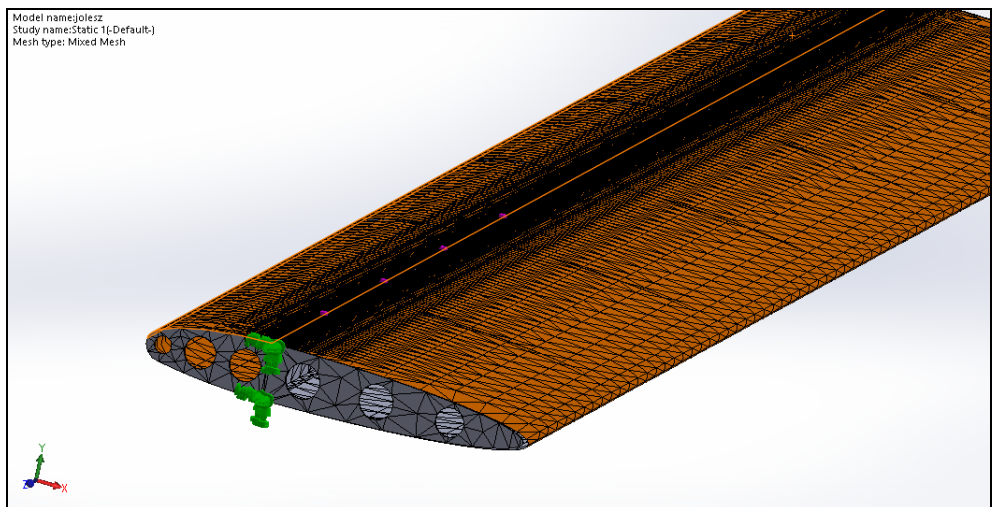
- a gyakorlati alkalmazás során mélyebben megismeri a szimuláció fő elemeit, lépéseit,
- tapasztalatot szerez a szimuláció eredményeinek értelmezésében, így később értő felhasználója lehet mások eredményeinek – a mérnökképzés szempontjából ez az egyik legfontosabb eredmény,
- sikerélményhez jut olyan témában, ami egybeesik érdeklődésével, így erősödhet a tanulás és a mérnöki pálya iránti motivációja, elkötelezettsége.



2. ábra. Gumiabroncs feszültségállapota gyorsítás során (kvázistatikus közelítésben) [6]



3. ábra. Személygépkocsi-utánfutó deformációja aszimmetrikus terhelés esetén (kátyúban) [6]



4. ábra. Vitorlázó repülőgép szárnyának elcsavarodása [6]

6. Következtetések

A szimulációs szoftverek alkalmazási lehetőségeit vizsgáltuk a műszaki oktatás különböző területein. Megállapítható, hogy a szimulációs szoftverekre a szokásos szakmai, közvetlen ipari hasznosíthatóságot előtérbe helyező értelmezésen túl számos

más szerep is vár, várhat a műszaki képzés különböző szintjein ISCED 3 és 6 között.

Ezek az alkalmazási területek: az általános és speciális műszaki kompetenciafejlesztés, az oktatásban a szemléltetés, a motiváció és a differenciálás, továbbá az egész életen át tartó tanulásra való felkészítés.

Ezekon a területeken olyan oktató képes sokoldalúan fejleszteni a tanulókat, aki maga is ismeri és használja a szoftvereszközöket.

Összességében hipotézisként megfogalmazható, hogy jelenleg a középiskolákban és a felsőoktatási intézményekben szoftver formájában olyan oktatási potenciál fekszik, amelyet a jelenleginél lényegesen sokoldalúbban, intenzívebben ki lehet használni. Ehhez olyan oktató személyzet szükséges, amelynek van kellő kapacitása erre a felkészültség és a munkaidő tekintetében is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] FORGÁCS A.: *ISCED – az oktatás nemzetközi osztályozási rendszere*, <http://ofi.hu/isced-az-oktatas-egyseg-es-nemzetkozi-osztalyozasi-rendszere> (letöltve: 2016. november 11.)
- [2] *International Standard Classification of Education ISCED 1997*, UNESCO átdolgozott kézikönyv, 2006, <http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/isced97-en.pdf> (letöltve: 2016.11.11)
- [3] *Speciális számítógéppel oktatott módszerek az elektronikai alapismeretek tantárgyainak oktatásában*, 7.1. alfejezet, SDT tananyag, http://www.sulinet.hu/ikt/docs/17_szakmacsoport/elektronika/elektronika_07.html (letöltve: 2016.11.11)
- [4] CSIZMADIA B., NÁNDORI E. (szerk.): *Modellalkotás*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003, ISBN 963 19 4525 1, különösen a 2.1.2. alfejezet
- [5] SILVA P. S., TRIGO A., VARAJAO J., PINTO T: *Simulation – concepts and application*. Organizational, Business and technological aspects of the Knowledge Society, Third World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2010, Corfu, Greece, September 22-24, 2010. Proceedings, Part II, pp 429-434
- [6] A Nyíregyházi Egyetem géppépszárművek BSc képzésében oktatott „VEM alapjai” című tantárgy keretében készített beadandó házi feladatok közül felhasználtuk Makszim Balázs, Molnár Dániel és Molnár Richárd munkáját. Tantárgyfelelős és oktató: dr. Dezső Gergely.