

Mérnöki és innovációs készségek fejlesztése

Development of engineering and innovation skills

R. NAGYNÉ KONDOR¹, D. SIPOS²

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Ipari folyamatmenedzsment Intézet, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, rita@eng.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Ipari folyamatmenedzsment Intézet, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, dorasipos@eng.unideb.hu

Absztrakt. A mérnöki tudományok tanulásában és oktatásában rendkívül fontos szerepet játszanak a megfelelő szintű térbeli képességek. Kutatások szerint a térszemlélet szoros kapcsolatot mutat a természettudomány, a technológia, a mérnöktudomány és a matematikai készségek fejlődési szintjével. Számos mérnökhallgatónak gondot okoz a matematikai és térgeometriai feladatok megoldása, a matematikai modellek gyakorlati alkalmazása, ezért lényeges e képességek fejlesztése. Foglalkozásunkon az általunk e célra fejlesztett eszközökkel, feladatokkal történik a mérnöki és innovációs képességek fejlesztése.

Abstract. Spatial visualization skills have an important role in teaching and learning of engineering studies. Many studies have shown that there are correlations between various measures of spatial skills and performance in particular Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). Many engineering students have problems with solving mathematics problems, using mathematical models in practice, imagining a spatial figure and therefore to solve the spatial geometry exercises, so development of these abilities is very important. We have developed special tools and worksheets for development of engineering and innovation skills.

Bevezetés

Számos kutatás bizonyítja, hogy a térszemlélet szoros kapcsolatot mutat a természettudomány, a technológia, a mérnöktudomány és a matematikai (Science, Technology, Engineering, Mathematics – STEM) készségek, illetve az általános problémamegoldó képesség fejlődésével; továbbá a térben való tájékozódás alapvető feltétele a mérnöki munkának [2, 8, 9, 11, 12], így lényegesnek tartjuk a műszaki képzés iránt potenciálisan érdeklődő középiskolások figyelmét felhívni a térbeli problémamegoldás fontosságára.

A középiskolai matematikaoktatás nem foglalkozik eléggé a numerikus módszerekkel. A közelítő számítások, becslés és interpoláció helyett a pontos érték meghatározása jellemző. A műszaki problémamegoldáshoz pedig szükséges e szemléletmód, ezért fontos e szemléletformálás az általános- és középiskolások körében.

A Debreceni Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszékeken néhány éve kezdődött a tudománynépszerűsítő, interaktív foglalkozások kidolgozása főként a középiskolás korosztály számára

olyan témakörökben, amelyek kapcsolódnak a Karon folyó képzésekhez. E foglalkozások fő célja a műszaki pályára irányuló érdeklődés felkeltése. E foglalkozások egyes elemei kapcsolódnak a 2005 óta indult alkalmazásorientált matematikaoktatás megteremtéséhez [18], amelynek célja a mérnöki gyakorlathoz, praktikumhoz való közelítés, melyhez számos jegyzet, publikáció kapcsolódik [3, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14].

Az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt keretében létrejött Mérnöki és innovációs készségeket fejlesztő kutatócsoport célja a műszaki felsőoktatásban potenciálisan továbbtanuló általános- és középiskolások tájékozottságának növelése a pályaválasztás tekintetében. E projekt keretében került kidolgozásra az alábbi két foglalkozás is; e foglalkozások a partner középiskolákban kerültek megtartásra, ezután a tapasztalatok, tesztek és a tanulói visszajelzések alapján a foglalkozások programjának továbbfejlesztése történt.

1. Mérnöki térszemlélet és térgeometria

Séra és munkatársai [17, 19.o.] „térszemléleten két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információk és viszonylatok megértésének és téri problémák megoldására való felhasználásának képességét” értik. A téri képesség leginkább 12-16 éves kor közt fejleszthető, ezután műveletrendszerre rögzül [17].

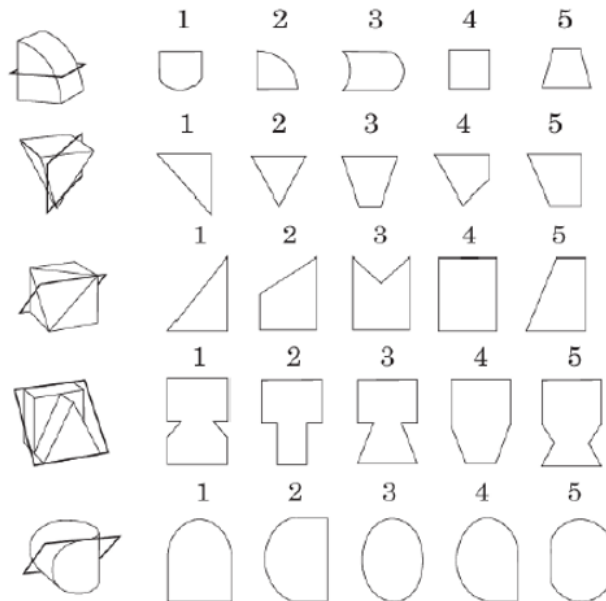
A térszemlélet megfelelő szintje meghatározó jelentőségű a műszaki oktatásban, fejlesztése kiemelt fontosságú a mérnöki képzésben, különösen az építészmérnök hallgatóknál, továbbá a megfelelő térszemlélet a számítógéppel történő tervezést is segíti, mégis a térgeometria háttérbe szorulása tapasztalható az oktatásban.

A Mérnöki térszemlélet és térgeometria foglalkozás része a térlátás-fejlesztő kreatív játékok, a saját fejlesztésű építőkészlet és a vetületi ábrákat és testcsoportokat tartalmazó feladatlapok. Cél a rekonstrukció képességének gyakorlásaként felépíteni a megadott előlnézeti, felülnézeti és oldalnézeti ábrák alapján a színes építőelemekből összeállított testcsoportokat (a vetületi képek értelmezése). Ezt követi a feladat megfordítása: a vetületi ábrázolás és vetületolvasás gyakorlásaként építsenek a diákok valamilyen konstrukciót és rajzolják meg az építmény vetületeit szabad kézzel. A vetületi képek helyes értelmezése, majd a tárgy megrajzolása, megépítése sok gyakorlást és megfelelő térszemléletet kíván.

A foglalkozás célja, hogy a különböző térbeli alakzatok párhuzamos vetítéssel előállító képeinek, illetve a rekonstrukciónak a szabályszerűségeit és ezek műszaki problémamegoldásban való használatát bemutassa. A vetületi ábrázolás és vetületolvasás típusú feladatoknál a mozgásos élményanyag mobilizálásával, belső nézőpontváltással, vagy képzeleti forgatással, mentális reprezentációk manipulálásával háromdimenziós alakzat kétdimenziós vetületi képeinek előállítására és megrajzolásra a feladat. E feladattípust a konkrétól az absztrakt irányba mutató analitikus műveletek jellemzik [17].

A térszemlélet mérésére nemzetközileg elismert és használt tesztek vannak. Az egyik gyakran használt teszt a Mental Cutting Test (MCT) [19]. A MCT a síkmetszés mentális képének helyességét vizsgálja (kapcsolódik a szerkezetátlátás, az alakzatok képzeleti manipulációja, forgatása, a térbeli alakzat felismerése és megjelenítése és a vetületképzés témakörhöz is). A feladatokban megadunk egy testet és egy síkot. A testet képzeletben elmetesszük a síkkal és öt válaszlehetőség közül kell

kiválasztani a metszési alakzatot. E teszt 5 feladatát választottam a 9. osztály 15 tanulójának térszemlélet mérésére. A foglalkozáson készült felmérés a középiskolások tudásszintjének megállapítására az adott témakörből segíti a foglalkozás hatékonyságának növelését, továbbá segítség az újabb témakörök beemelésének mérlegelésénél. Tervezett újabb feladatok: szerkezet átlátása, dinamikalátás, tárgy képzeletbeli manipulálása (síkmetszés).



1. ábra. A felmérés feladatai.

Az egyes feladatokat helyesen megoldók aránya: 60%, 47%, 40%, 54%, 0%. Mivel az utolsó feladatot senkinek sem sikerült megoldania és az egyszerűnek tűnő síklapú test síkmetszését tartalmazó második feladatot sem tudta a diákok több, mint fele helyesen megoldani, így az új témakörök bevezetése előtt az adott korosztályt, annak előzetes ismereteit figyelembe véve a tanítási-tanulási folyamat szervezésekor az adott oktatási célhoz szükséges tanítási eszközök kiválasztását megfelelő körültekintéssel kell végezni, számos hagyományos modellt használva. A megértésnek, a helyes fogalomalkotásnak, a külső és belső reprezentációk [1] kialakulásának alapja a megfelelő szemléltetés. A megértést segítheti elő a tanítási eszközök közül a hagyományos szemléltetés és a számítógépes animáció együttes alkalmazása.

2. Numerikus számítások szerepe műszaki modellekben

A mindennapi mérnöki munka része a mérés, az adatelemzés, a becslés. Egy rendszert vagy folyamatot vizsgálva egy paraméter, jellemző értéke becsülhető a tapasztalat, a szaktudás birtokában, így a matematikai számítással kapott eredményt a felhasználó kontrollálni tudja [15, 16].

A közoktatásban az alsóbb osztályokban megjelenik a becslés fogalma matematika órákon, de a becslés, a számolás eredményének ellenőrzése nem rutinszerű. A középiskolai matematikaoktatás kevés hangsúlyt helyez a közelítő számítások, a becslés, a mérés, a interpoláció kérdéskörre, a numerikus módszerekre, pedig az analitikus megközelítés kizárólagossága, a pontos érték

meghatározása nem formálja kellőképpen a műszaki modellek és problémamegoldáshoz szükséges szemléletmódot.

Továbbá a felsőoktatásban is tapasztalható, hogy a hallgatók a nyilvánvalóan rossz megoldást is elfogadják, mivel nem érzik a szakmai probléma átgondolásának szükségességét. A tanulók képe a pontos érték, a kerekített érték, a mérési pontosság, az értékes jegyek száma fogalmakról általában nem tiszta. Ennek az lehet az oka, hogy a matematikai problémák megoldása során nem térnek ki ezekre a kérdésekre, illetve a feladatok megfogalmazása ebből a szempontból egysíkú.

E hiányosságok korrigálására született a „Numerikus számítások szerepe műszaki modellekben” foglalkozás, melynek alapvető témakörei az alábbiak:

Becslés:

Ez a fajta szakmai kontroll a számolás eredményét illetően nem csak azért fontos, hogy az esetleges számolási vagy mértékegység-egyeztetési hibákra fény derüljön, hanem azért is, mert a matematikai modellben adódhatnak olyan megoldások, melyek nem megoldásai az eredeti feladatnak.

Pontosság:

A tanulók képe a pontos érték, a kerekített érték, a mérési pontosság, az értékes jegyek száma fogalmakról általában nem tiszta. Bár a gyakorlatban a mérőrendszer vagy a megfigyelés pontossága határozza meg a számolásba vitt adatok pontosságát, vagyis ténylegesen nem a mennyiségek pontos értékével, hanem a becsült értékével dolgozunk, addig a matematikai példákban az input adatok minden esetben „pontosnak tűnnek”, illetve a feladatmegoldás végén következik a pontosnak vélt eredmény kerekítése valamilyen megállapodás szerint. Ráadásul a kerekítés kapcsán gyakran arról beszélnek, hogy „hány tizedesjeggyel kell számolni”, miközben a problémamegoldásban az értékes jegyek számának van jelentősége (összhang a bemeneti adatok pontosságával és az eredmény gyakorlati felhasználásával). A gyakorlatban végzett műszaki számítások többsége közelítő számítás, ezért a szemléletformálás szempontjából hasznos néhány alapvető numerikus módszer tárgyalása az analitikus modellekben végrehajtott pontos számolások mellett. Ennek kapcsán meg lehet beszélni a modellalkotás során alkalmazott egyszerűsítési, elhanyagolási lehetőségeket.

Számok:

A gyakorlatban az adatok mérésből, megfigyelésből származnak. A mérőrendszer felbontásából, illetve a számábrázolási módból adódóan (hány értékes jegyet használunk a tizedes tört alakban) a számolások bemenő adatai valójában diszkrét, nem pontos értékek. Ebből adódóan az eredményt pontos értéknek tekinteni nem helyes. A valós (és ezen belül a racionális) számhalmazok bevezetését a matematikai modellalkotás indokolja, a gyakorlatban egy mennyiség megmért és lejegyzett értéke egy véges halmazból kerül ki.

A matematika órákon a matematikai modellekben való számításokkal foglalkoznak, a valós rendszerek, folyamatok és a hozzájuk kapcsolt modellek viszonyáról pedig kevés szó esik. Így nem alakul ki a modellalkotás és a modellekben kapott eredmények helyes értékelésének készsége. A matematikai modellben való számolás egy érdekes vetülete a használt számok köre. Ha egy modell alkalmazásakor nem tisztázzuk, hogy a paraméterek értékei mik lehetnek a modellben, illetve

ténylegesen, akkor a tanulók számára problémát okozhat, hogy melyik számhalmazon kell számolni (valós, racionális, egész). A feladatok többségében folytonos modellben gondolkodunk, a vizsgált mennyiségek értékészletének valamilyen intervallumot tekintünk. Ezekben a modellekben a valós számok halmazán dolgozunk (ami egy matematikai absztrakció eredménye), és hallgatólagosan a pontos értékre gondolunk úgy a bemenő adatok, mint az eredmények tekintetében.

3. Összegzés

A foglalkozások megtartása során alapvető feltétel a diákok fejlődését, motivált, aktív részvételét támogató környezet biztosítása. A program kidolgozásának módszertanához a szakirodalom áttekintése és oktatói tapasztalatok figyelembe vétele egyaránt szükséges. Mindkét foglalkozáson cél az áttekinthető és szemléletformáló példák bemutatása, ötletek megfogalmazásának motiválása, a kreativitás fejlesztése és a folyamatos interakció.

A szemléltetés, a virtuális modellek és a tárgyi tevékenység módszertani hagyományaira építő eljárások és eszközök együttes alkalmazásánál [9, 11], a kézzel fogható modellek használatánál – melyek hasznosságát szakirodalmi tapasztalatok támasztják alá – kiemelt figyelmet szükséges fordítanunk az együttműködés előtérbe kerülésére.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Hivatkozások

- [1] A. Ambrus (1995). *Bevezetés a matematikadidaktikába*, Egyetemi jegyzet, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- [2] J. Buckley – N. Seery – D. Canty (2018). *A Heuristic Framework of Spatial Ability: a Review and Synthesis of Spatial Factor Literature to Support its Translation into STEM Education*, Educational Psychology Review, 30/3, 947-972.
- [3] B. Józsa – Cs. Kézi (2017). *Matematika a kémiában alap-, közép- és felsőfokon*, Proceedings of the Conference on Problem-based Learning in Engineering Education, 15-19.
- [4] Cs. Kézi (2018). *A matematika alkalmazása a középiskolai fizikában és a kémiában*, International Journal of Engineering and Management Sciences, 3, 33-38.
- [5] Cs. Kézi (2018). *Egy gazdaságmatematikai modell*, International Journal of Engineering and Management Sciences, 3, 39-44.
- [6] Cs. Kézi (2018). *Mátrixok és lineáris egyenletrendszerek gazdasági és mérnöki alkalmazásokkal*, Debreceni Egyetemi Kiadó

- [7] Cs. G. Kézi – R. Nagyné Kondor – G. Á. Szíki (2017). *Matematikai eszközök mérnöki alkalmazásokban*, DUpress
- [8] Z. Lavicza – K. Fenyvesi – D. Lieban – H. Park – M. Hohenwarter – J. D. Mantecon – T. Prodromou (2018). *Mathematics Learning Through Arts, Technology and Robotics: Multi-and Transdisciplinary Steam Approaches*, 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education, 110-122.
- [9] R. Nagy-Kondor (2017). *Spatial ability: Measurement and development*, (In: Khine, M. S. (ed.): Visual-Spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice), Springer, Switzerland, ISBN 978-3-319-44384-3, 35-58
- [10] R. Nagy-Kondor (2011). *Technical Mathematics in the University of Debrecen*, Annales Mathematicae et Informaticae, 38, 157-167.
- [11] R. Nagy-Kondor (2010). *Spatial Ability, Descriptive Geometry and Dynamic Geometry Systems*, Annales Mathematicae et Informaticae, 37, 199-210.
- [12] R. Nagy-Kondor (2007). *Spatial ability of engineering students*, Annales Mathematicae et Informaticae, 34, 113-122.
- [13] R. Nagy-Kondor – G. Á. Szíki (2014). *GeoGebra animations for the course book "Mathematical tools in engineering applications"*, In: Report of Meeting Researches in Didactics of Mathematics and Computer Sciences. Teaching Mathematics and Computer Science, 12/1, 130.
- [14] R. Nagyné Kondor – G. Á. Szíki (2009). *Matematikai eszközök mérnöki alkalmazásokban I.*, DE MK, Ceze Kft., ISBN 978-963-88614-0-5
- [15] D. Sebők-Sipos (2018). *A numerikus számítások szerepe a műszaki modellekben*, International Journal of Engineering and Management Sciences, 3/5, 76-83.
- [16] D. Sebők-Sipos – I. Kocsis (2017). *A matematikai ismeretek szerepének és fontosságának vizsgálata a mérnökképzésben egy oktatói felmérés alapján*, MAFIOK 41, 223-227.
- [17] L. Séra – A. Kárpáti – J. Gulyás (2002). *A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése*. Comenius Kiadó, Pécs
- [18] G. Á. Szíki – R. Nagyné Kondor – Cs. Kézi (2017). *Alkalmazásorientált matematikaoktatás a DE Műszaki Karán*, International Journal of Engineering and Management Sciences, 2/2, 36-42.
- [19] *CEEB Special Aptitude Test in Spatial Relations*, Developed by the College Entrance Examination Board, USA 1939