

# Mérnöki térszemlélet és térgeometria – Kutatási tapasztalatok 1.

## Engineering spatial ability and spatial geometry – Research experiences 1.

R. NAGYNÉ KONDOR

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

*Absztrakt. A mérnöki tudományok tanulásában és oktatásában rendkívül fontos szerepet játszanak a megfelelő szintű téri 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 térgeometriai feladatok megoldása, emiatt lényeges a térszemlélet fejlesztése. Foglalkozásunkon az általunk e célra fejlesztett eszközökkel, feladatokkal történik e téri 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 imagining a spatial figure and therefore to solve the spatial geometry exercises, so development of spatial ability is very important. We have developed special tools and worksheets for development of spatial abilities.*

### Bevezetés

A Debreceni Szakképzési Centrum Beregszászi Pál Szakközépiskolája és Szakiskolájában 2018. április 4-én történt a Mérnöki térszemlélet és térgeometria foglalkozás megtartása az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt keretében, tudománynpszerűsítő és a műszaki pályára irányuló érdeklődést felkeltő céllal. A foglalkozás megtartása után a tapasztalatok és a tanulói visszajelzések rögzítése történt, melyek alapján elemzés készül a tanulságok levonására. Ezt követően, a szerzett tapasztalatok birtokában terveztem a Mérnöki térszemlélet és térgeometria című foglalkozásom folyamatos továbbfejlesztését.

Célom a műszaki élet számos területén alapvető jelentőségű térszemlélet fejlődésének szempontjából lényeges alapkészségek és képességek felmérése, majd a térszemléletnek, a térbeli gondolkodásnak a fejlesztése e foglalkozás keretei között. E foglalkozás szükségességét igazolja, hogy noha a megfelelő térszemlélet megléte rendkívül fontos számos tudományterületen, mégis a térgeometria háttérbe szorulása tapasztalható az oktatásban.

# 1. Mérnöki problémamegoldás és térszemlélet

Séra és munkatársai (2002, 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 fejleszhető – e képesség főként a valós térben végzett feladatok segítségével fejlődik –, ezután műveletrendszere rögzül (Séra – Kárpáti – Gulyás, 2002).

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 (Buckley – Seery – Cauty, 2018, Lavicza et al., 2018, Nagy-Kondor, 2007, Nagy-Kondor, 2010, Nagy-Kondor, 2017). Just és munkatársai (2004) fMRI módszerrel tapasztalták a nyelvi és a téri-vizuális feldolgozás együttműködését, ami bizonyítja, hogy a nyelvi és a téri-vizuális feldolgozás nem egymást kizáró módon történik, hanem együttműködésben. Johnson-Laird és munkatársa (2002) mentális modell elméletét Knauff és munkatársai (2002) fMRI módszerrel igazolták, mely szerint a mentális modellek a világ absztrakt analóg reprezentációi. Bernáth és Barkóczi (2010) vizsgálatai bizonyítják továbbá, hogy erős kapcsolat van a térszemlélet (mentális forgatással és hajtogatással kapcsolatos feladatok), a négytagú analógia és a verbális belátás, továbbá a térszemlélet és a képi belátás között.

A matematikai, mérnöki problémamegoldási folyamat során az egyes gondolkodási lépések kettős szerkezetűek: gondolkodási fázisok és gondolkodási műveletek egyidőben. A gondolkodási fázisok szerepét a problémamegoldás egésze határozza meg, a gondolkodási műveletek szerepét pedig a gondolkodási menet egy vagy két lépése, de ezek együttesen vesznek részt a hosszabb gondolkodási folyamatot igénylő problémák megoldásában (Lénárt, 1971). Pólya György (1969) a gyakorlati tapasztalatok általánosítása alapján a következő problémamegoldási fázisokat különítette el:

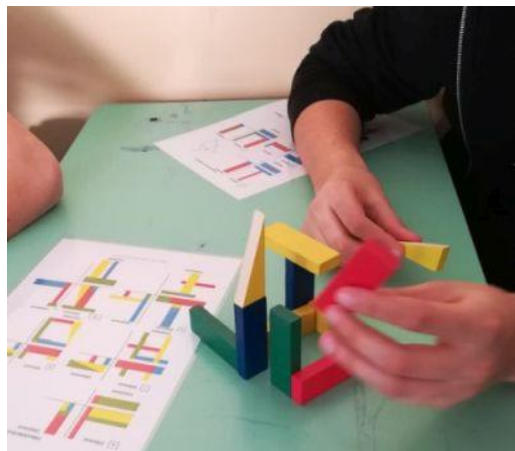
- a feladat megértése,
- tervekészítés,
- tervünk végrehajtása,
- a megoldás vizsgálata.

Ha csak rövidebb megfontolást igénylő rutinfeladatokat oldanak meg a tanulók, nehéz eldönteni, hogy ténylegesen megértették-e a tudáselemet és a tananyag fogalmainak megfelelő belső kapcsolatrendszere is kialakult-e. A fogalmi háló hiányosságai, a meg nem értett fogalmak a hosszabb gondolkodási folyamatot igénylő problémák megoldásában érhetők tetten, különösen a Pólya-féle tervekészítés, majd végrehajtás fázisában.

## 2. A foglalkozás tapasztalatai

Csapó Benő és Korom Erzsébet (2002) beszámolója alapján egyes vizsgálatok eredménye „szerint a tanulók sok mindent tudnak, ugyanakkor tudásuk bizonyos alapvető elemeinek alkalmazására is

képtelenek. Azoknak az alapvető dolgoknak a megtanításában, amelyek felhasználására széles körben szüksége van, amelyek a további tanulás eszközeként szolgálnak, nem lehet engedményt tenni, nem célszerű biztos alapok nélkül tovább építkezni.” Megértés, érdeklődés, motiváció nélkül jóval nehezebb szakmai tárgyakat megtanulni. Ezért a foglalkozás elméleti bevezetőjéhez kapcsolódóan kétféle papír alapú feladatlapot állítottam össze a diákok számára, melynek főbb típusai: szerkezet átlátása, dinamikalátás, tárgy képzeletbeli manipulálása, vetületábrázolás, vetületolvasás, rekonstrukció. A foglalkozás megtartása utáni tapasztalatként e feladatlapra azért is van szükség, mert a vetületi képek helyes értelmezése, majd a tárgy megrajzolása, megépítése sok gyakorlást és megfelelő térszemléletet kíván, ahogy a megépített tárgyról a vetületi képek megrajzolása is. E képességet fejleszti a foglalkozásunkon az építőkészlet használata (1. ábra), továbbá növeli a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságát, az összefüggések megértését a vetületi ábrázolás és vetületolvasás témakörben.



1. ábra. Az építőkészlet elemei.

A megértésnek, a helyes fogalomalkotásnak, a külső és belső reprezentációk kialakulásának alapja a megfelelő szemléltetés. A fogalmak belső reprezentációja létrejöttének előfeltétele a külső reprezentáció. A fogalmak reprezentálásához Bruner (1974, idézi Ambrus, 2004) három reprezentációs külső síkot különít el: tárgyi, képi és szimbolikus sík. Ezek mindegyike szerepet játszik az oktatási folyamat minden fázisában, állandó kölcsönhatásban egymással. A fogalmak megértésénél az ikonikus sík jelentős szerepet játszik, továbbá a három reprezentációs sík összekapcsolása a tanulási folyamatot megkönnyíti a tanulók számára. Ezt az összekapcsolást segítheti elő a tanítási eszközök közül a hagyományos szemléltetés és a számítógépes animáció együttes alkalmazása. Ezért a foglalkozáson szeretném a hagyományos modell mellett az interaktív tábla használatát, továbbá a megszerzett tapasztalatok alapján a számítógépet több feladatnál is beépíteni a szemléltetéshez, a fogalmak közti kapcsolatok hangsúlyozásához és a Bruner-féle reprezentációs síkok összekapcsolásához.

A Mérnöki térszemlélet és térgeometria foglalkozáson érintett kulcskompetenciák: matematikai-logikai kompetencia, életpálya-építési kompetencia, továbbá azok a tartalom-független kompetenciák, amelyek nem köthetők tudományágakhoz, tantárgyakhoz: a tanulás tanulása, az együttműködés képessége, a problémamegoldó képesség, a kreativitás és a motiváció.

A foglalkozás során a fejlesztés kulcsfogalmai: kreativitás; differenciált foglalkozás; együttműködés; kommunikáció; közösségi részvétel; kritikai gondolkodás; önállóság; önreflexió; problémamegoldás. Alapvető feltétel a diákok fejlődését, motivált, aktív részvételét támogató környezet biztosítása.

Ezek megvalósításának lépései:

- A diákok kis csoportokban dolgoznak (3-4 fő egy csapat), így a csapat saját ütemében haladhat, hiszen kooperatív munkával a kognitív teher megoszlik.
- A csapat összetételét önállóan határozhatják meg, e környezet kedvez az együttműködésnek, kommunikációnak és így biztosított az aktív közösségi részvétel.
- A versenyfeladatokkal való motiválás.
- Kreativitásfejlesztés, önállóság, alkotókészség kibontakoztatása az önállóan építkező feladattal. Nem kell félni a hibáktól, hiszen ezekből lehet tanulni.
- A vetületi képek meghatározásánál és a rekonstrukciós feladatoknál lehetőségük van kísérletezésre, önellenőrzésre, önreflexióra, illetve a csoporton belül egymás munkájának ellenőrzésére, kommunikációra, együttműködésre, kritikai gondolatok megfogalmazására, és főként a problémamegoldásra.
- A Mérnöki térszemlélet és térgeometria foglalkozáson a fogalmi háló hiányosságainak feltárása hosszabb gondolkodási folyamatot igénylő problémák megoldásával történik, a Pólya-féle problémamegoldás fázisai meglétének vizsgálatával, e módon is növelve a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságát a vetületi ábrázolás és olvasás témakörben.

### 3. Összegzés

A Mérnöki térszemlélet és térgeometria foglalkozás módszertanának és eszközrendszerének kidolgozásakor célunk a diákoknak olyan ismeretek nyújtása, melyek birtokában a továbbiakban a szakmai új ismereteket, módszereket érteni, saját szakterületükön alkalmazni tudják, a gyakorlati felkészítést előtérbe helyező programelemmel. Fontos szem előtt tartanunk, hogy a foglalkozás miként segíti a diákok szemléletének alakulását, a kreatív gondolkodás fejlődését. A foglalkozás során a kapcsolódó tantárgyak közti összefüggések bemutatásával reményeink szerint segítünk lebontani e tantárgyak közötti falakat.

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.

A szemléltetés, tárgyi tevékenység módszertani hagyományaira építő eljárások és eszközök alkalmazásánál, a kézzel fogható modellek használatánál – melyek hasznosságát szakirodalmi tapasztalatok támasztják alá – kiemelt figyelmet szükséges fordítanunk az együttműködés előtérbe kerülésére. Az oktatás céljai között szerepel az esélykülönbségek csökkentése, melynek elérésére biztosítani kell a Mérnöki térszemlélet és térgeometria foglalkozáson a befogadást, az esélyadást, a minőségi oktatáshoz való egyenlő hozzáférést, ha szükséges, a csoport összetétel külső koordinálásával, illetve e csoport kommunikációját kiemelt figyelemmel, kívülről segítve, a passzív diákok aktivitását szorgalmazni irányított kérdésekkel, rendszeres pozitív megerősítéssel.

## 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] L. Bernáth – I. Barkóczi (2010) *A nem-logikus gondolkodást igénylő különböző problémák megoldásainak összefüggései*, *Pszichológia* 30/2, 143-159.
- [3] 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.
- [4] B. Csapó – E. Korom (2002) *Az iskolai tudás és az oktatás minőségi fejlesztése*, Csapó B. (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó
- [5] P. N. Johnson-Laird – R. M. J. Byrne (2002) *Conditionals: A theory of meaning, pragmatics and inference*, *Psychological Review*, 109/4, 646-678.
- [6] M. A. Just – S. D. Newman – T. A. Keller – A. McEleney – P. A. Carpenter (2004) *Imagery in sentence comprehension: An fMRI study*, *Neuroimage*, 21, 112-124.
- [7] M. Knauff – T. Mulack – J. Kassubek – H. R. Salih – M. W. Greenle (2002) *Spatial imagery in deductive reasoning: A functional MRI study*, *Cognitive Brain Research*, 13, 203-212.
- [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] F. Lénárd (1971) *A problémamegoldó gondolkodás*, Akadémiai Kiadó, Budapest
- [10] 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.
- [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] Gy. Pólya (1969) *A gondolkodás iskolája*, Gondolat Kiadó, Budapest
- [14] L. Séra – A. Kárpáti – J. Gulyás (2002) *A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése*. Comenius Kiadó, Pécs