

Nagyné Kondor Rita

A téri intelligencia szerepe a felsőoktatásban

Számos kutatás igazolta, hogy a téri intelligencia, a térbeli kapcsolatok megértése kulcsfontosságú a természettudományok, a technológia, a mérnöktudomány és a matematika (STEM)¹ tanulása során és a problémamegoldásban. A felsőoktatásban számos szakterületen szükség van e képességre. A mérnöki munka alapvető feltétele a térben való tájékozódás. A cikkben arról számolunk be, hogy a Debreceni Egyetem mérnökhallgatói milyen eredményeket értek el a téri intelligencia vizsgálatokor, illetve milyen feladatokkal mérhető és fejleszthető e komponensek.

Kulcsszavak: műszaki oktatás, nemi különbségek, problémamegoldás, STEM, téri intelligencia, térszemlélet

1. A téri intelligencia

A megfelelő szintű téri intelligencia, térszemlélet mindennapi tevékenységeinkhez kiemelten szükséges. Néhány példa, hogy hol használjuk a mindennapi életben a téri intelligenciát:

- mielőtt belépnénk a szobába kihozni egy tárgyat, elképzeljük, hogy az hol van a szobában;
- optimális helykihasználás: amikor bepakoljuk a bőröndünket, képzeletben megtervezük, hogy a különböző tárgyak hogyan illeszkedhetnek egymáshoz, hogy minél több tárgy férjen el;
- a bútorok összeszerelésekor a leírást értelmeznünk kell, össze kell kapcsolnunk az utasításokban szereplő 2D-ábrákat a 3D-bútoralkatrészekkel;
- eligazodás a térképen, épületben a menekülési útvonal megtalálása.

A tervezőnek képzeletben látnia kell az adott épületet, tárgyat, mielőtt belekezd a terv elkészítésébe. Az építőmérnök elképzeletben, hogy a különböző erők hogyan befolyásolhatják az építményt. A geológus képzeletben követi a tektonikus lemezek mozgását, a földképződés folyamatát. A sebész a műtét előtt képzeletben látja a műtendő területet a térben. Geometriai számítások elvégzéséhez az adott térbeli tárgyat a számítás egyszerűsítése végett elforgathatjuk képzeletben. A táncosok, tornászok is képzeletben végig követik mozgásukat a térben.

De mi is a téri intelligencia? Gardner [4] szerint hétféle intelligencia létezik: nyelvi, logikai-matematikai, téri, zenei, testi-kinesztetikus, interperszonális és intraperszonális intelligencia. Séra, Kárpáti és Gulyás [12, pp. 19] „térszemléleten két- és háromdimenziós

¹ STEM – Science, Technology, Engineering, and Mathematics.

alakzatok észlelésének és az észlelt információk és viszonylatok megértésének és téri problémák megoldására való felhasználásának képességét" értik. Tehát a téri intelligencia vagy térszemlélet kognitív komponensek komplex rendszere, amely a 3D-világ konstruált és észlelt képeinek összekapcsolására irányul [10].

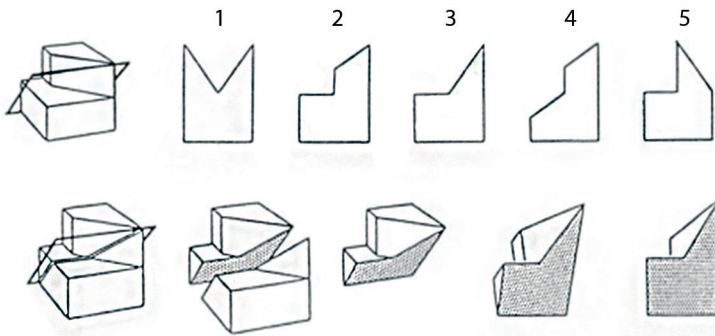
A térszemlélethez kapcsolódó feladattípusok [12]:

- vetületi ábrázolás és vetületolvasás;
- rekonstrukció;
- a szerkezet átlátása;
- 2D vizuális téralképzés (a síkidom képzeletbeli felvágása, összeillesztése);
- a térbeli alakzat felismerése és megjelenítése;
- 3D-alakzatok összetartozó részeinek felismerése, párosítása;
- a 3D-alakzat képzeleti forgatása;
- a tárgy képzeleti manipulálása;
- téri konstrukciós képesség;
- dinamikalátás.

Kutatások szerint a téri intelligencia, a térbeli kapcsolatok megértése kulcsfontosságú a természettudományok, a technológia, a mérnöktudomány és a matematika (STEM) tanulása során és a problémamegoldásban [3], [5], [9], [11]. A felsőoktatásban számos szakterületen szükség van e képességre, például az anatómiában [8], a matematikában, a kémiában, a fizikában és a pszichológiában [3], [5], [7], [9], [10]. A mérnöki munka alapvető feltétele a térben való tájékozódás, hiszen még ma is a legtöbb műszaki dokumentáció 2D [6].

2. A téri intelligencia mérése

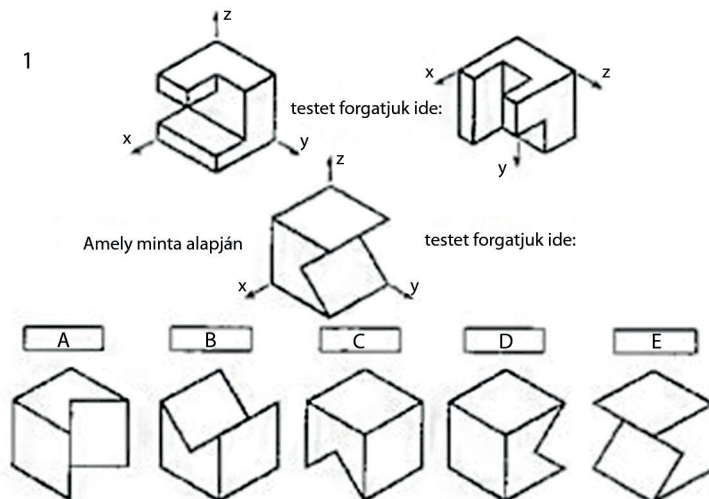
Létezik néhány nemzetközileg elismert teszt a téri intelligencia mérésére, de e feladatok gyakorlásával a térszemlélet fejleszhető is. A leggyakrabban használt teszt a Mental Cutting Test (MCT), amelyet az USA-ban 1939-ben fejlesztettek ki egy felvételi alkalmassági vizsga részeként [1]. A feladat a tárgy képzeletbeli manipulálása. Adott egy 3D-alakzat, amelyet képzeletben elmeteszünk egy síkkal. 5 válaszlehetőség közül kell kiválasztani a metszési alakzatot (1. ábra).



1. ábra
MCT-mintafeladat és megoldása [1]

A Mental Rotation Test (MRT) szintén feleletválasztós teszt [13]. Az MRT-feladatokban egy-bevágó kis kockából felépített testeket kell képzeletben forgatnunk. Adott egy test axonometrikus képe, 4 további lehetséges válasszal, amelyek közül kettő a kezdeti testet mutatja elforgatott pozícióban.

A Purdue Spatial Visualization Test – Visualization of Rotation (PSVT-R) [14], [15] feladatai a 3D-alakzat képzeleti forgatására irányulnak, az alakzatot kell azonosítani két nézőpontból ábrázolt képe alapján, mentális reprezentációk manipulálásával. Adott egy forgatási minta és egy másik test 5 alternatív nézettel, amelyek közül 1 a második test elforgatott képe, a példában mutatott forgatási minta alapján (2. ábra).



2. ábra
PSVT-R-mintafeladat [15]

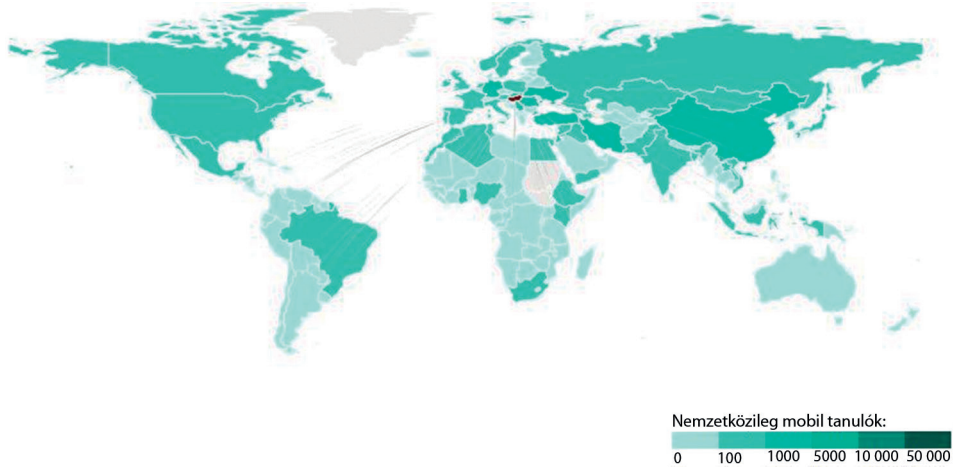
A nők általában gyengébben szerepelnek a térszemléletmérő teszteken, mint a férfiak. A 2D-feladatoknál a különbség kisebb a nemek közt, mint a 3D-nál, jórészt a képzeletbeli forgatáshoz köthető teszteken szignifikáns a különbség. E különbség kortól és kultúrától függetlenül észlelhető. Annak ellenére, hogy számos kutatás vizsgálja a nemek közötti különbségeket, továbbra is ismeretlenek a pontos okai [3], [7], [9], [11].

3. Nemzetközi hallgatók a magyar felsőoktatásban

Az UNESCO² Statisztikai Intézete (UIS)³ a felsőfokú képzés hallgatóinak globális áramlására vonatkozóan közölt adatai alapján a 3. ábra mutatja, hogy mely országokból érkeznek a külföldi hallgatók Magyarországra felsőfokú képzésre [2].

² UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: az Egyesült Nemzetek Nevelésügyi, Tudományos és Kulturális Szervezete.

³ UIS – UNESCO Institute for Statistics.



3. ábra
A magyar felsőoktatásba érkező hallgatók [2]

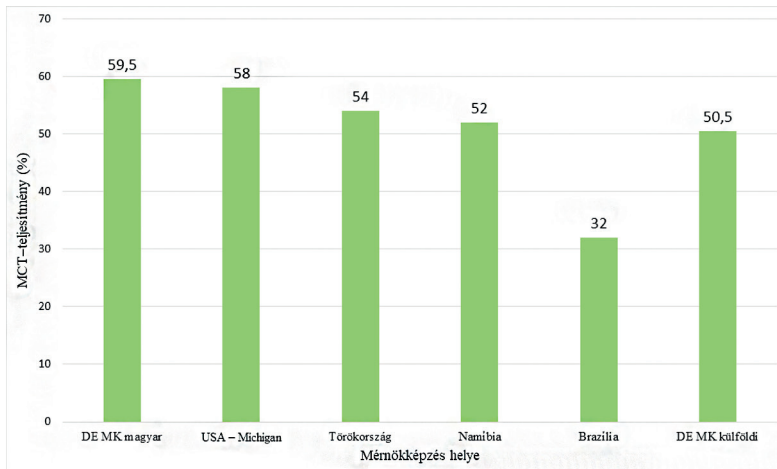
Ez alapján a 10 ország, ahonnan a legtöbb hallgató érkezik Magyarországra [2]:

- Németország 3449 fő;
- Kína 2776 fő;
- Románia 2593 fő;
- Szerbia 2209 fő;
- Irán 2024 fő;
- Szlovákia 1765 fő;
- Ukrajna 1207 fő;
- Törökország 1086 fő;
- Jordánia 981 fő;
- Nigéria 896 fő.

A hallgatói mobilitás UIS-adatai mutatják a felsőoktatás iránti kereslet változását [2].

4. Felmérés

Vizsgálatunk során 43 fő elsőéves, külföldi hallgató térszemléletét vizsgáltuk a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, akik 17 különböző országból érkeztek (Ázsiából és Afrikából). A vizsgálat a 3D-alakzatok összetartozó részeinek felismerésére irányult, a képzeletbeli síkmetszés helyességét MCT-tesztel mértük fel. Az eredményeket nemzetközi adatokkal vetettük össze [3] (4. ábra).



4. ábra
MCT-eredmények [a szerző]

Kutatások alapján [3] átlagosan 60% körüli eredményt érnek el az amerikai, ausztrál és európai hallgatók. Afrikában (Polytechnic of Namibia) ennél szignifikánsan alacsonyabb eredményt értek el a mérnökhallgatók [3]. Egy előző felmérésen a magyar hallgatók 59,5%-os eredményt értek el, igazodva az amerikai, európai eredményekhez. A jelenlegi felmérésen az egyetem külföldi hallgatói 50,5%-os eredményt értek el. Ezért térszemléletüket a képzés elején fejleszteni szükséges az 1. fejezetben említett térszemlélethez kapcsolódó feladattípusok segítségével, hogy igazodni tudjanak a mérnök képzés elvárásaihoz. E fejlesztés a magyar hallgatók esetében is hasznos.

A legnehezebbnek az 5. ábra feladatát találták a hallgatók. A magyar hallgatók 33%-a, a külföldi hallgatók 9%-a találta meg a helyes választ e feladatnál. A leggyakoribb helytelen válasz a 2 és a 4 volt, tehát mindenképpen egyenes vonalat feltételeztek a síkmetszeten.



5. ábra
A legproblémásabb feladat a tesztben [1]

5. Összegzés

A téri intelligencia a képességek komplex rendszere, amely elengedhetetlen a mindennapi életben való boldoguláshoz és a mérnöki területeken való sikerességhez. A téri intelligencia szoros kapcsolatban áll a természettudományos, technológiai, mérnöktudományi és matematikai (STEM-) készségek fejlődési szintjével és az általános problémamegoldó képességgel is.

A mérnöki munkánál lényeges a mások által készített rajzok értelmezni tudása, a vetületi ábrák elkészítése, illetve vetületi képek alapján a tárgy axonometrikus képének elképzése, elkészítése, a térben látás a rajzok alapján. A mérnökképzés számos tantárgyához szükséges a hallgatók megfelelő téri intelligenciája, ezért lényeges a téri intelligencia, térszemlélet egyes komponenseinek vizsgálatára, fejlesztésére figyelmet fordítani, továbbá az esetleges gondolkodási hibák feltárása, korrigálása.

Felhasznált irodalom

- [1] „CEEB Special Aptitude Test in Spatial Relations,” Developed by the College Entrance Examination Board, USA, 1939.
- [2] Global Flow of Tertiary-Level Students. Online: <https://uis.unesco.org/en/uis-student-flow>
- [3] H. K. Ault, S. John, „Assessing and Enhancing Visualization Skills of Engineering Students in Africa: A Comprehensive Study,” *Engineering Design Graphics Journal*, 74. évf. 2 sz. pp. 12–20. 2010. Online: www.edgj.org/index.php/EDGJ/article/view/197
- [4] H. Gardner, „Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences,” New York, Amerikai Egyesült Államok: Basic Books, 1983.
- [5] J. Buckley, N. Seery, D. Canty, „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. évf. 3 sz. pp. 947–972. 2018. Online: <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9432-z>
- [6] Katona J., „Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens an technischen Universitäten,” in *Theoretische und empirische Analysen zum geometrischen Denken: Mathematiklernen und -lehren in Ungarn 3*, Vásárhelyi É., J. Sjuts szerk. Münster, Németország: WTM-Verlag, 2021, pp. 153–160. Online: <https://doi.org/10.37626/GA9783959872003.0.09>
- [7] Makádi M., „A téri képességek fejlesztése: Segédanyag a gyakorló iskolákban, a külső képzési helyeken a földrajztanárképzésben részt vevők számára,” Budapest, Magyarország: ELTE TTK, 2015.
- [8] M. A. Vorstenbosch et al., „Learning Anatomy Enhances Spatial Ability,” *Anatomical Sciences Education*, 6. évf. 4. sz. pp. 257–262. 2013. Online: <https://doi.org/10.1002/ase.1346>
- [9] Nagy-Kondor R., „Gender Differences in Spatial Visualization Skills of Engineering Students,” *Annales Mathematicae et Informaticae*, 46. évf. pp. 265–276. 2016. Elérhető: http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/3267/1/AMI_46_from265to276.pdf
- [10] Nagy-Kondor R., „Spatial Ability: Measurement and Development,” in *Visual-Spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice*, Myint Swe Khine szerk. Springer, 2017. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0_3
- [11] Nagy-Kondor R., S. Esmailnia, „Polyhedrons vs. Curved Surfaces with Mental Cutting: Impact of Spatial Ability,” *Acta Polytechnica Hungarica*, 18. évf. 6. sz. pp. 71–83. 2021. Online: <https://doi.org/10.12700/APH.18.6.2021.6.4>
- [12] Séra L., Kárpáti A., Gulyás J., „A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése,” Pécs, Magyarország: Comenius, 2002.

- [13] S. G. Vandenberg, A. R. Kuse, „Mental Rotations, a Group Test of Three Dimensional Spatial Visualization,” *Perceptual and Motor Skills*, 47. évf. pp. 599–604. 1978. Online: <https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.599>
- [14] T. Branoff, „The Effects of Adding Coordinate Axes to a Mental Rotations Task in Measuring Spatial Visualization Ability: An Information-Processing Approach Relating to Teaching Methods of Undergraduate Technical Graphics Education,” Doctoral Dissertation, North Carolina State University, 1998.
- [15] T. Branoff, P. Connolly, „The Addition of Coordinate Axes to the Purdue Spatial Visualization Test – Visualization of Rotations: A Study at Two Universities,” *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*, 1999.

Spatial Intelligence in Higher Education

According to studies spatial intelligence and understanding of spatial relationships are crucial in learning Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) and in problem solving. This ability is needed in many fields of higher education. The basic condition of engineering work is orientation in space. This report investigated the spatial intelligence of engineering students at the University of Debrecen, and the measurement and development of components of spatial intelligence.

Keywords: *engineering education, gender differences, problem solving, STEM, spatial ability, spatial intelligence*

Dr. habil. Nagyné Kondor Rita
egyetemi docens
Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Műszaki Alaptárgyi Tanszék
rita@eng.unideb.hu
orcid.org/0000-0003-2462-9164

Rita Nagyné Kondor, PhD, habil.
Associate Professor
University of Debrecen
Faculty of Engineering
Department of Basic Technical Studies
rita@eng.unideb.hu
orcid.org/0000-0003-2462-9164
