

# KÜLFÖLDI HALLGATÓK A MAGYAR MŰSZAKI FELSŐOKTATÁSBAN

## INTERNATIONAL STUDENTS IN HUNGARIAN ENGINEERING EDUCATION

Nagyné Kondor Rita

Műszaki Alaptárgyi Tanszék, Műszaki Kar, Debreceni Egyetem, Magyarország

---

### **Kulcsszavak:**

mérnök hallgatók  
STEM oktatás  
térszemlélet

### **Keywords:**

engineering students  
spatial ability  
STEM education

### **Cikktörténet:**

Beérkezett 2018. október 10.  
Átdolgozva 2018. október 31.  
Elfogadva 2018. november 5.

---

### **Összefoglalás**

*A mérnökhallgatók számára rendkívül fontos a megfelelő szintű térszemlélet – az ábrázoló geometria tanulásához is szükséges e képesség. Kutatások szerint a térszemlélet szoros kapcsolatot mutat a természettudomány, a technológia, a mérnöktudomány és a matematikai készségek fejlődési szintjével (STEM készségek). A cikk a használatban lévő mérőeszközökről és a magyarországi felsőoktatásban tanuló külföldi, mérnök szakos hallgatók térszemléletének vizsgálatáról szól, különös tekintettel a síkmetszés mentális képességének helyességére vonatkozóan. A kapott eredményeket a nemzetközi kutatások eredményeivel vetjük össze.*

### **Abstract**

*Spatial visualization skills are essential for Descriptive Geometry, it has 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). This report investigated the spatial visualization skills (especially the ability of mental cutting) of international engineering students in Hungarian higher education in comparison with the international results, and the possibility of measurement of spatial skills.*

---

## 1. Bevezetés

Számos kutatás igazolja, hogy a térszemlélet szoros kapcsolatot mutat a természettudomány, a technológia, a mérnöktudomány, a matematikai (STEM) készségek, illetve az általános problémamegoldó képesség fejlődésével, továbbá a térben való tájékozódás alapvető feltétele a mérnöki munkának. Az Ábrázoló geometria tantárgy számonkérésein nyújtott teljesítmény összefügg a hallgatók térszemléleti képességeivel, ezért lényeges a térszemlélet egyes komponenseinek vizsgálatára figyelmet fordítanunk [3, 10, 13]. Így megérthetjük az egyes hallgatói gondolkodási hibákat, melyekre megfelelően reagálva lehetővé válik az ábrázoló geometria tananyag hatékony feldolgozását segítő oktatási anyagok kidolgozása [15].

A műszaki felsőoktatásban az alkalmazás-orientált oktatással, az adott tantárgy széleskörű szakmai alkalmazásait és gyakorlati szerepét bemutatva, valós műszaki problémákat megoldva, illetve a fogalmak közötti kapcsolatokra nagyobb hangsúlyt helyezve, hallgatóink fogalmi tartósabbak és jobban alkalmazhatók lesznek, továbbá ez feltétele a sikeres problémamegoldásnak is [12, 14, 17].

---

\* Kapcsolattartó szerző. E-mail cím: rita@eng.unideb.hu

E cikk a Debreceni Egyetem Műszaki Karán tanuló, külföldről érkező, mérnök szakos hallgatók térszemléletének vizsgálatáról szól, a háromdimenziós alakzatok összetartozó részeinek felismerésére, a síkmetszés mentális képességének helyességére vonatkozóan.

## 2. Megértés és fogalomalkotás

Főként a reál tárgyak oktatása esetén áll fenn a veszélye annak, hogy a tanár csak a tanítás kognitív céljaira fordítja a figyelmét, azokra a célokra, amelyek könnyen ellenőrizhetők az oktatás hatékonyságának értékelésénél. [1] Ezért érdemes figyelni arra, hogy az oktatás affektív céljait (tartós hozzáállás az oktatási tartalmakhoz, tanulási hajlam, motiváltság, megértésre törekvés) is szem előtt tartsuk az oktatási eszközök, előnyben részesített munkaformák kiválasztásakor.

A fogalmak megalkotásához, megértéséhez szükség van a fogalomra vonatkozó tapasztalatokra, példákra, így alakulhat ki a tanulóknál a kellően megalapozott fogalomrendszer, így számíthatunk arra, hogy tanulóink e fogalmat alkalmazni tudják majd a későbbiekben. [1] Ezért fontos a rendszerszemlélet kialakítása a tanulási-tanítási folyamatban, hiszen így fogalmaink tartósabbak és más tantárgyak feladataiban illetve a gyakorlatban könnyebben előhívhatók lesznek, továbbá több oktatási célt tudunk így megvalósítani az Ábrázoló geometria tárgy esetében is.

Csapó Benő és Korom Erzsébet [5] beszámol arról, hogy 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 engedélyt tenni, nem célszerű biztos alapok nélkül tovább építkezni.” Megértés és motiváció nélkül jóval nehezebb szakmai tárgyakat tanulni. A megértés a hatékony tanulás egyik alapfeltétele, az Ábrázoló geometria tárgy, a vetületi ábrázolás alapjainak megértése elengedhetetlen feltétele a továbbhaladásnak. Minőségi különbség van a tanulás két fajtája, a mechanikus tanulás és az értelmes tanulás között. Richard R. Skemp [17] kísérletében a vizsgált személyek az értelmes tanulással, fogalmi struktúrák segítségével tanult anyagot nemcsak jobban megtanulták, hanem tovább emlékeztek rá.

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 [1] három reprezentációs külső síkot különböztet el:

- materiális (tárgyi),
- ikonikus (képi),
- szimbolikus (beszélt, írott nyelv).

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. A Bruner-féle reprezentációs síkok összekapcsolásával fokozható a megértés, az oktatás hatékonysága [20].

Alapvető a valóság és a valóság jelenségeiről alkotott modellek megfelelő kapcsolatának tudatosítása, ennek segítéséhez a rendelkezésre álló számítógépes szoftverek közül választhatjuk ki a tantárgyhoz, az adott feladathoz a legalkalmasabbat [11, 15], hiszen tudjuk, hogy a nem megfelelően megválasztott oktatási eszközök használatának megvannak a veszélyei. A megfelelően kiválasztott szoftver használata (például dinamikus geometriai rendszer) jó segítség a térszemlélet fejlesztésben.

## 3. Térszemléletmérés

Ahhoz, hogy hatékonyan tudjuk mérni, fejleszteni a térszemléletet, elengedhetetlen ismernünk a térszemlélet fogalmát és rész-képességeit. Gardner [6] szerint nem létezik egységes intelligencia, hanem mindenki többféle elkülönült intelligenciával rendelkezik. Hétféle intelligenciát különböztet el: nyelvi, logikai-matematikai, téri, zenei, testi-kinesztetikus, interperszonális és intraperszonális intelligenciát. Gardner többszörös intelligencia elméletét Maier továbbfejlesztette [8], a téri intelligenciának öt ágát különböztetve meg:

- térbeli érzékelés: a függőleges és vízszintes irány meghatározása zavaró információk mellett;
- vizualizáció: azon helyzetek ábrázolásának képessége, amikor az összetevők egymáshoz képest változnak;
- mentális forgatás: háromdimenziós testek elforgatása gondolatban;
- térbeli relációk: egy test részei közötti kapcsolatok felismerésének képessége;
- térbeli orientáció: adott térbeli helyzetbe beleélés képessége.

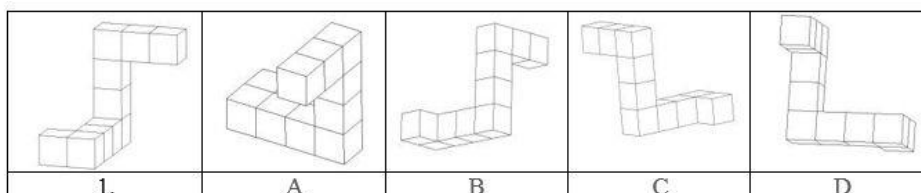
Séra és munkatársai [16, 19.o.] „térsejleleten két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információk és viszonylatok megértésének és téri problémák megoldására való felhasználásának képességét” értik, főként Haanstra [7] meghatározásaira támaszkodva. A továbbiakban térsejleleten e képességeket értjük.

A feladatok csoportosításnál Séra és munkatársai [16] ajánlását követve a tevékenység oldaláról közelítjük meg a térsejleleti problémákat.

A feladattípusok, komponensek:

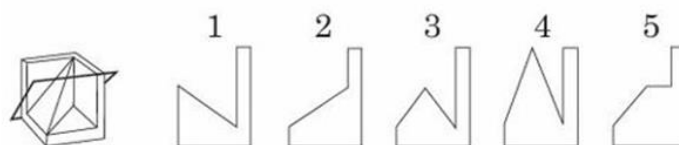
- vetületi ábrázolás és vetületolvasás: háromdimenziós alakzatok kétdimenziós vetületi képeinek megállapítása és megrajzolása;
- rekonstrukció: vetületi képek alapján kell megalkotni a tárgy axonometrikus képét;
- szerkezet átlátása: a viszonylatok, arányok megjelenítésén keresztül a belső szemléleti kép kialakítása;
- kétdimenziós vizuális térelképzelés: síkidomokat kell képzeletben felválni, és a részeket újra összerakni;
- térbeli alakzat felismerése és megjelenítése: hiányos vizuális információ alapján kell a tárgyat, illetve helyzetét azonosítani, megjeleníteni;
- háromdimenziós alakzatok összetartozó részeinek felismerése, párosítása: két vagy több részre darabolt, egyszerű térbeli alakzat összetartozó részeinek felismerése és párosítása axonometrikus rajzai alapján;
- háromdimenziós alakzat képzeleti forgatása: alakzatot két nézőpontból ábrázolt képe alapján kell azonosítani mentális reprezentációk manipulálásával;
- tárgy képzeleti manipulálása: tárgyi tevékenység fázisainak képzeleti követése;
- téri konstrukciós képesség: háromdimenziós alakzatok egymáshoz viszonyított helyzetének a téri reprezentációk manipulációja alapján való értelmezése;
- dinamikálítás: állókép alapján a téri alakzat részeinek mozgását képzeletben követni kell.

A térsejlelet mérésére számos nemzetközileg elismert és használt teszt létezik. A leggyakrabban használt tesztek a Mental Rotation Test (MRT) melyet Steven G. Vandenberg és Allan R. Kuse [19] vezetett be, illetve a Mental Cutting Test (MCT), melyet az USA-ban 1939-ben fejlesztettek ki egy felvételi alkalmassági vizsga részeként [4]. Mindkettő feleletválasztós teszt. Az MRT feladatokban egybevágó kis kockákból felépített testeket kell képzeletben forgatnunk, innen ered a teszt elnevezése. Megadjuk a test axonometrikus képét, négy további lehetséges válasszal, melyek közül kettő a kezdeti testet mutatja elforgatott pozícióban (1. ábra).



1. ábra. Egy példa a Mental Rotation Test feladatra [19]

A MCT feladatokban megadjuk egy testet és egy síkot. A testet képzeletben elmetsszük a síkkal és öt válaszlehetőség közül kell kiválasztani a metszési alakzatot (2. ábra).



2. ábra. Egy példa a Mental Cutting Test feladatra [4]

Tanulmányok igazolják, hogy a nők térszemlélet mérő teszteken kapott eredményei rendre elmaradnak a férfiakétól, statisztikailag alátámaszthatóan szignifikáns a különbség (ennek magyarázatai vitatottak), különösen a mentális forgatás és a térbeli percepció feladataiban. Más kutatások esetén a női hallgatók térszemlélete e teszteken ugyan elmarad ugyan a férfiakétól, de szignifikáns különbség nem mutatható ki minden részfeladat esetén [9, 10].

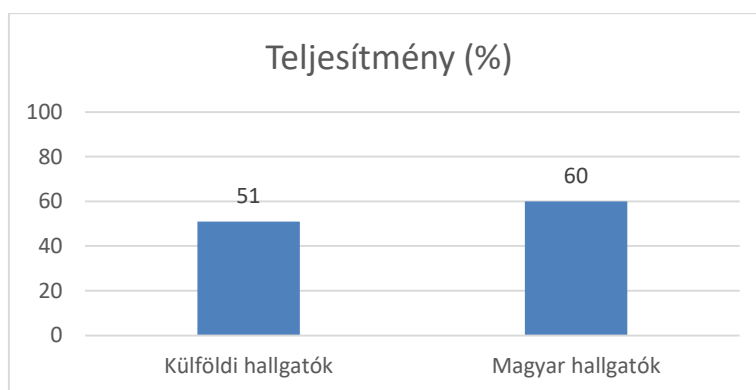
#### 4. Eredmények

Tanulmányunkban a magyarországi felsőoktatásban, a Debreceni Egyetem Műszaki Karán tanuló külföldi, elsőéves mérnök szakos hallgatók térszemléletét mértük fel, arra törekedve, hogy minél pontosabb képet kapjunk a hallgatók mentális műveleti képességeinek fejlettségéről, térérzékelési sajátosságairól – különös tekintettel a síkmetszés mentális képességének helyességére vonatkozóan, a 3D alakzatok összetartozó részeinek felismerése és síkmetszés típusú teszt segítségével. A kapott eredményeket a nemzetközi kutatások eredményeivel vetjük össze. 70 fő elsőéves, külföldi hallgató eredményét vizsgáltuk, akik 20 országból érkeztek (3. ábra).



3. ábra. Hallgatók megoszlása származási hely szerint

E felmérésen a külföldi hallgatók átlagosan 51%-os eredményt értek el, míg a magyar hallgatók 60%-os eredményt (4. ábra). Mivel az egyes országokból igen alacsony létszámú hallgató érkezett, így az egyes hallgatói teljesítmények alapján nem vonhatunk le következtetéseket.

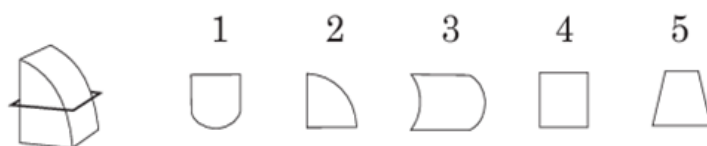


4. ábra. Hallgatók teljesítménye a síkmetszés mentális képességére vonatkozó teszten

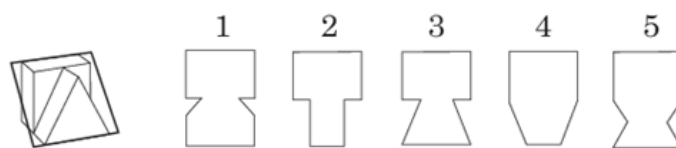
Nemzetközi felméréseken a síkmetszés mentális képességére irányuló teszten átlagosan 60% körüli eredményt érnek el az amerikai, ausztrál és európai hallgatók; kutatási beszámoló szerint Afrikában a műszaki képzésben résztvevő hallgatók (Polytechnic of Namibia) ennél szignifikánsan alacsonyabb eredményt értek el [2].

Különbséget találtunk a külföldi és a magyar hallgatók térelképzelésében a síkmetszés mentális képességére vonatkozóan, a magyar hallgatók javára. A külföldi hallgatóink pontszámában jóval nagyobb eltérés volt tapasztalható, mint a magyar hallgatóinknál.

A síklapú test síkmetszéséhez kapcsolódó feladatoknál a két csoport válasza hasonló jellegzetességeket mutatnak. Legnagyobb a különbséget a két csoport közt az alábbi feladatoknál találtunk: az 1. feladatnál (30%) a magyar hallgatók javára (5. ábra), illetve a 2. (25%) feladatnál a külföldi hallgatók javára (6. ábra). Az 1. feladat esetén a leggyakoribb helytelen válasz az 1, mindkét csoport esetén. A 2. feladatnál a leggyakoribb helytelen válasz külföldi hallgatók esetén az 1, magyar hallgatók esetén a 2.



5. ábra. 1. feladat



6. ábra. 2. feladat

Felmérésünk eredményei azt bizonyítják, hogy a térbeli alakzatokról észlelt információk és viszonylatok megértése hiányos, továbbá a tárgyi tevékenység fázisainak képzeletbeli követése esetenként nehézségbe ütközik. Számos hallgatónak gondot okoz a térbeli alakzatok képzeletbeli manipulálása, a síklapú testek síkmetszetének elképzelése, ezáltal a térgeometriai feladatok megoldása.

Az eredmények pontosítására, az okok feltárására további vizsgálatok szükségesek, többek között az előzetes tanulmányokra, a középiskolai tananyagra vonatkozóan.

## 5. Összegzés

Az ábrázoló geometria tárgyból nyújtott teljesítmény összefügg a térszemlélettel, továbbá a térszemlélet szoros kapcsolatot mutat a STEM készségek fejlettségével is, ezért érdemes a térszemléletre, egyes komponenseinek vizsgálatára figyelmet fordítanunk, hiszen a térszemlélet fejletlenségét a magas színvonalú elméleti tudás nem pótolja.

Felmérésünk alapján megállapíthatjuk, hogy számos hallgatónak gondot okozott a térbeli alakzat képzeletbeli manipulálása, a 3D alakzatok síkmetszése esetén a mentális kép sok esetben helytelen.

A geometria tanításában-tanulásában, illetve az ábrázoló geometria oktatásában is lényegesek a kézzel fogható modellek. A modellek megkönnyítik a geometriáról, az ábrázoló geometriáról való kommunikációt [20]. A test alaki tulajdonságainak számbavétele, különböző nézeteinek ábrázolása, a képekből a test elképzelése a modell alapján sokkal könnyebb. Továbbá a térszemlélet fejlesztésében nagyon sok segítséget adnak a térgeometriai feladatok megértésének elősegítésére készített számítógépes programok és animációk. Szükséges a felmérés eredményeit figyelembe vennünk az ábrázoló geometria tananyag hatékony felépítésénél, a megfelelő oktatási segédeszközök kiválasztásánál.

## Irodalomjegyzék

- [1] Ambrus, A. (1995). Bevezetés a matematikadidaktikába, Egyetemi jegyzet, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- [2] Ault, H. K., John, S. (2010). Assessing and Enhancing Visualization Skills of Engineering Students in Africa: A Comprehensive Study. *Engineering Design Graphics Journal*, 74(2), 12-20.
- [3] Bosnyák, Á., Nagy-Kondor, R. (2008). *The spatial ability and spatial geometrical knowledge of university students majored in mathematics*, *Acta Didactica Universitatis Comenianae*, 8, 1-25.
- [4] CEEB Special Aptitude Test in Spatial Relations, Developed by the College Entrance Examination Board, USA 1939.
- [5] Csapó, B., Korom, E. (2002). Az iskolai tudás és az oktatás minőségi fejlesztése, Csapó Benő (szerk.) Az iskolai tudás. Osiris Kiadó
- [6] Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*, Basic Books, New York
- [7] Haanstra, F. H. (1994). *Effects of art education on visual-spatial and aesthetic perception: two meta-analysis*. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen
- [8] Maier, P. H. (1998). Spatial geometry and spatial ability – How to make solid geometry solid? *Cohors-Fresenborg és mtsai (szerk.): Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics*, Osnabrueck, 63-75.
- [9] Nagy-Kondor, R. (2016). Gender Differences in Spatial Visualization Skills of Engineering Students, *Annales Mathematicae et Informaticae*, 46, 265-276.
- [10] Nagy-Kondor, R. (2014). Importance of spatial visualization skills in Hungary and Turkey: Comparative Studies, *Annales Mathematicae et Informaticae*, 43, 171-181.
- [11] Nagy-Kondor, R. (2012). Restriction on construction tools used, *Teaching Mathematics III: Innovation, New Trends, Research*, ISBN 978-80-8084-955-9, 97-101.
- [12] Nagy-Kondor, R. (2011). Technical Mathematics in the University of Debrecen, *Annales Mathematicae et Informaticae*, 38, 157-167.
- [13] Nagy-Kondor, R. (2007). Spatial ability of engineering students, *Annales Mathematicae et Informaticae*, 34, 113-122.
- [14] Nagy-Kondor, R., Szíki, G. Á. (2012). „Basic Knowledge of Natural Sciences”: a new foundation subject at the Faculty of Engineering, University of Debrecen, *Horizons of mathematics, physics and computer sciences*, 41 (2), ISSN 1335-4981, 9-17.
- [15] Nagyné Kondor, R. (2017). Mérnökhallgatók téri képességei fejlesztésének lehetőségei, *Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 41. Országos Konferenciája*, ISBN 978-963-269-663-8, 1-7.
- [16] Séra, L., Kárpáti, A., Gulyás, J. (2002). *A térszemlélet*, Comenius Kiadó, Pécs
- [17] Skemp, Richard R. (1975). *A matematikatanulás pszichológiája*, Gondolat Kiadó, Budapest
- [18] Szeszák, B. M., Juhász, Gy., Nagyné Kondor, R., Szíki, G. Á., Sütő, T. S., Veszelszki, K. J. (2018). Pneumobil gördülési ellenállásának mérése, *PROCEEDINGS OF THE XXIII. INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE OF YOUNG ENGINEERS*, ISBN 978-963-449-077-7, 227-230.
- [19] Vandenberg, S. G., Kuse, A. R. (1978). Mental Rotations, a group test of three dimensional spatial visualization, *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599–604.
- [20] Vásárhelyi, É. (2013). *Matematikai módszertani példatár*, ELTE-TTK, [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu)