

Pap Andrea,¹  Vég Róbert László² 

Térszemlélet fejlesztése a katonai logisztikában 3D-nyomtatás és számítógéppel támogatott műszaki modellezés (CAD) által – 1. rész

Developing Spatial Awareness in Military Logistics Through 3D Printing and Computer-Aided Design (CAD) – Part 1

A cikk a 3D-nyomtatás, a számítógéppel támogatott tervezés (CAD) szoftvereinek és a térszemlélet fejlesztésének kapcsolódási pontjait vizsgálja a modern oktatásban és szakmai gyakorlatban. Rávilágít arra, hogy a CAD és a 3D-nyomtatás innovatív eszközök lehetnek a hallgatók térbeli képességeinek fejlesztésében, különösen a prototípusok gyors és valósághű modellezése révén. A térszemlélet hiánya a középiskolás és a felsőoktatási hallgatók körében komoly problémát jelent, mivel ez alapvető a mérnöki, építészeti, geográfiai és katonai szakmákban, továbbá hozzájárul a problémamegoldó képességek és a kreativitás fejlesztéséhez. A cikk bemutatja, hogy a digitális technológiák – mint a virtuális valóság és interaktív 3D-modellezés – hatékonyan támogatják a térbeli látás és megértés kialakítását, és segítenek a komplex térbeli viszonyok megértésében. Emellett hangsúlyozza a megfelelő mérési módszerek jelentőségét a térszemlélet fejlesztésében, beleértve a különböző tesztek és virtuális feladatokat. A tanulmány szerint a fejlett téri képességek nemcsak az oktatásban, hanem a munkaerőpiacon is kulcsfontosságúak, különösen a STEM-területeken, ahol az innováció és a fenntarthatóság alapkövei ezeknek a képességeknek. Összességében a cikk indokoltnak tartja, hogy a térszemlélet fejlesztése kiemelt téma legyen a modern oktatásban, a technológiai fejlődés támogatásával, hozzájárulva a jövő szakembereinek képzéséhez és a fenntartható, innovatív megoldások kialakításához.

Kulcsszavak: *térlátás, térszemlélet, 3D-nyomtatás, digitális modellezés*

¹ Intézetvezető egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Logisztikai Intézet, e-mail: pap.andrea@uni-nke.hu

² Egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszék, e-mail: vegh.robort@uni-nke.hu

The article examines the connections between 3D printing, computer-aided design (CAD) software, and the development of spatial awareness in modern education and professional practice. It highlights how CAD and 3D printing can be innovative tools for developing students' spatial skills, particularly through rapid and realistic prototyping. The lack of spatial awareness among secondary school and higher education students is a serious problem, as it is fundamental to engineering, architecture, geography, and military professions, and contributes to the development of problem-solving skills and creativity. The article demonstrates that digital technologies such as virtual reality and interactive 3D modeling effectively support the development of spatial vision and understanding, and help in comprehending complex spatial relationships. It also emphasises the importance of appropriate measurement methods in developing spatial awareness, including various tests and virtual tasks. According to the study, advanced spatial skills are key not only in education but also in the labour market, especially in STEM fields, where innovation and sustainability are the cornerstones of these skills. Overall, the article argues that spatial thinking should be a priority in modern education, supported by technological developments, contributing to the training of future professionals and the development of sustainable, innovative solutions.

Keywords: *spatial awareness, spatial perspective, 3D printing, digital modeling*

Bevezetés

A 3D-nyomtatás és a számítógép által támogatott tervezés (*computer aided design, CAD*) szoftverei folyamatosan fejlődnek, ami lehetővé teszi a komplexebb és precízebb modellezést, valamint a gyártást. Ezzel a technológiával könnyen és gyorsan lehet prototípusokat készíteni, ami felgyorsítja a termékfejlesztési folyamatokat.³ A hallgatóknak és a fiatal mérnököknek elengedhetetlen a térsemlélet fejlesztése ahhoz, hogy a modern iparban is helyt tudjanak állni. A CAD- és a 3D-nyomtatás révén a hallgatók valóság-hű modellek létrehozásával tanulhatják meg a tervezést és a kivitelezést. A térsemlélet fejlesztése nemcsak a mérnöki területeken fontos, hanem a művészetek, a design és a tudományok számos ágában is, valamint a katonai területeken. Ezek az eszközök elősegítik, hogy a különböző területek között hatékony legyen az együttműködés. Erre kiváló példa a robbantástechnika, ahol már előremutató hazai eredmények születtek ilyen fúzióból. A CAD-szoftverek egyszerű lehetőséget nyújtanak a speciális alkatrészek megtervezéséhez,⁴ a 3D-nyomtatás pedig a gyakorlatban is hatékony töltetalkatrészek készítésére is alkalmas technológia.⁵ A 3D-nyomtatás lehetőséget ad az anyagok hatékonyabb felhasználására, ezáltal csökkenti a hulladékot és a környezeti terhelést. A térsemlélet fejlesztése hozzájárulhat a fenntartható tervezési megoldások kereséséhez. A 3D-modellezés és nyomtatás új tervezési lehetőségeket és kreatív megoldásokat kínál, amelyek innovációt generálhatnak az ipar különböző területein.⁶ A modern gazdaságban egyre növekvő az igény a gyors és hatékony tervezési folyamatokra. A 3D-nyomtatás és CAD

³ GYARMATI 2023: 51–52.

⁴ EMBER 2023: 32.

⁵ EMBER 2022: 22–23.

⁶ HEGEDŰS et al. 2024: 141–154.

segíti a cégeket abban, hogy lépést tartsanak a piaci trendekkel és a felhasználói igényekkel. Ezek a tényezők összességében indokolják, hogy a térsemlélet fejlesztése a 3D-nyomtatás és a CAD által napjaink egyik fontos és aktuális témája legyen.

A gépészszakmákban feltétlenül fontos a térbeli formák, a méretek és alkatrészek egymással való kapcsolódásának vizuális elképzelése, a térsemlélet segít a tervek elkészítésében, a problémák felismerésében és megoldásában, továbbá a hatékony kommunikációban más szakemberekkel. A katonai logisztikai tantárgyak oktatóiként a mindennapi tevékenységek során látjuk a térsemlélet szükségességét, és sajnos nagyfokú hiányát is, ami problémát jelent a hallgatók számára tanulmányaik során, főként, ha nem szakirányú középiskolából érkeznek, hanem – mint ahogy a nagy többség – gimnáziumból. Kutatások támasztják alá, hogy a felsőoktatásba belépő hallgatók térsemlélete gyenge és egyénekenként eltérő mértékű. A térsemlélet ebben a korban is javítható, fejleszthető, de a rövid képzés miatt a hiányosságok nem pótolhatók teljes mértékben, ezért is fontos, hogy középiskolában megfelelő szintű térsemléletet alakítsunk ki.⁷ Az oktatástechnológia fejlődése szoros összefüggésben van a technológiai előrehaladással. A digitális technológia, az internet, a virtuális valóság és az új médiumok mellett a 3D-nyomtatás megjelenése megváltoztatta az oktatási módszereket és az oktatástechnikai eszközöket, amelyek lehetőséget adnak arra, hogy a hallgatók interaktív módon ismerkedjenek meg az adott tananyaggal, a fogalmakkal és az elméletekkel.⁸ A kézzelfogható tárgyakká való alakítás nem csupán a tanulási élményt növeli, hanem segíti a hallgatókat abban, hogy mélyebben megértsenek egy-egy bonyolult összefüggést.

A térlátás és a térsemlélet

A térlátás és a térsemlélet kifejezések a térbeli észlelés, valamint a térbeli gondolkodás képességeire utalnak, amelyek kulcsszerepet játszanak a környezettel való interakcióban és a problémamegoldásban. A két fogalom szoros összefüggésben áll, a jó térlátás elősegíti a hatékony térsemléletet, míg a fejlett térsemlélet javíthatja a térlátást. Az oktatás és a térbeli készségek fejlesztését célzó játékok hozzájárulhatnak ezen képességek fejlesztéséhez, amelyek számos területen, például a matematikában, a tudományokban és a művészetekben is előnyösek lehetnek. A téri gondolkodás részét képezi a geometriai fogalomalkotás, az a kognitív folyamat, amely által a tanulók hatékonyabban tudják az információkat megszerezni és kezelni, megérteni környezetüket és kommunikálni másokkal.⁹

A felsőoktatásban részt vevő hallgatók térsemléletének elemzéséhez elengedhetetlen, hogy megvizsgáljuk a középiskolások térsemléletét, mert csak erre építkezve tudunk következtetések levonni.

A középiskolás korosztály jellemzői, a kognitív fejlődés és a társadalmi környezet mind hatással vannak arra, hogyan élük meg és értelmezik a teret a diákok. A térsemlélet lehetővé teszi számukra, hogy orientálódjanak a fizikai világban, valamint, hogy kapcsolatokat

⁷ KOVÁCS–NÉMETH 2014: 18–29; SORBY–VEURINK–STREINER 2018: 209–222.

⁸ KOVÁCS 2022; Kovács 2023.

⁹ MEZŐ 2022: 43–55.

teremtsenek a helyek, emberek és jelenségek között. Ezen képesség fejlesztése különösen fontos a középiskolás generáció számára, mivel ez az időszak kulcsszerepet játszik a fiatalok identitásának és világnézetének kialakításában. A középiskolás kor a hagyományos pszichológiai fejlődési modell szerint a formális műveletek szakasza, amely lehetővé teszi az elvont gondolkodást és az absztrakt fogalmak használatát. A diákok térszemléletét nemcsak kognitív, hanem társadalmi és kulturális hatások is formálják. A média, a közösségi platformok, a családi háttér és az iskolai környezet is mind hozzájárulnak a világnézetük kialakulásához. Az oktatási intézmények szerepe elengedhetetlen a térszemlélet fejlesztésében, például a földrajz tanítása nem csupán a térképvasásról vagy a helyszínek elhelyezéséről szól, hanem a problémák és kihívások, valamint azok megoldási lehetőségeinek feltérképezéséről is. A földrajz tantárgynál a középiskolások képesek a térkép- és műholdas képek értelmezésére, azonban a térbeli orientációs készségeik változóak. Néhány diák kifejezetten tehetséges a tájékozódásban és a távolságok, valamint irányok meghatározásában, míg mások nehezen boldogulnak a térképi információkkal. A diákok ábrázolóképesége nem lineárisan fejlődik, hanem különböző hatások által dinamikusan változik, az előző fejlődési szakaszaik tapasztalatait megőrizve és újra felhasználva válik egyre differenciáltabbá. A 18–23 éves korosztályban (vagyis a jelenleg nálunk tanuló honvédtisztjelöltek esetében is) a térszemlélet csak lassú ütemben és nehezen fejleszthető, ezért fontos, hogy ez megtörténjen minél korábban az általános és középiskolában.¹⁰ A középiskolások térszemlélete erősen kötődik a személyes tapasztalataikhoz. A nem megfelelő térszemlélet a diákok tanulmányai során és később a gyakorlati életben is sok problémát és félreértést okozhat. A középiskolások térszemlélete kulcsfontosságú szerepet játszik a jövőbeli társadalmi és környezeti problémák kezelésében is, ezért az oktatásnak céltotán kell foglalkoznia ezen képességek fejlesztésével.

A térszemlélet különböző szakmákban való alkalmazása elengedhetetlen a hatékony döntéshozatalhoz és a problémák megoldásához, és nem csupán a fizikai tér és a térbeli elrendezések megértését jelenti, hanem magában foglalja a különböző jelenségek, kapcsolatok és folyamatok térbeli aspektusainak értelmezését is. A munkaerőpiaci igények napjainkban jelentős átalakuláson mentek keresztül, új foglalkozások jöttek létre, főleg a technológia alkalmazásához, fejlesztéséhez és karbantartásához kapcsolódóan, amihez az oktatásnak minél jobban és minél hamarabb illeszkednie kell, mert cél a megfelelő munkaerő biztosítása, a versenyképesség és a fenntarthatóság, mindezekben pedig jelentős szerepet játszanak a téri képességek is.¹¹ Kutatások bizonyítják, hogy a térszemlélet szoros kapcsolatot mutat a természettudomány, a technológia, a mérnöktudomány és a matematikai (*science, technology, engineering and mathematics, STEM*) készségek, illetve az általános problémamegoldó képesség fejlődésével.¹²

A gépészsakmák folyamatosan fejlődnek és számos ágazathoz és iparághoz kapcsolódnak. A gépészek feladatai közé tartozik a tervezés, a gyártás, a karbantartás és a gépek vagy rendszerek működtetése. A gépészeti tervezés során a szakemberek különféle alkatrészeket

¹⁰ BÍRÓ 2019: 329–355; BABÁLY–KÁRPÁTI 2015: 127–137.

¹¹ KARL–MOLNÁR 2021.

¹² NAGYNÉ 2018: 383–387; BUCKLEY–SEERY–CANTY 2018: 947–972; LAVICZA et al. 2018: 110–122.

és rendszereket hoznak létre. A térsemlélet segítségével figyelembe tudják venni a méreteket, arányokat, míg a CAD-szoftverek alkalmazása lehetővé teszi számukra a térbeli formák elképzelését. A térsemlélet hozzájárul, hogy jól értsék a méretjelöléseket, a nézeteket, hogy a tervezett tárgyakat különböző szögekből lássák, és ezáltal pontosabb rajzokat készítsenek. A rendszerek megértéséhez az összes alkotóelemet figyelembe kell venni, ez különösen fontos a gépgyártásban, ahol a különböző gépek és alkatrészek összehangolt működése elengedhetetlen. A gépészetben gyakran lehet találkozni bonyolult problémákkal, amelyek megoldása kreativitást igényel, ebben segít a térsemlélet, hogy átláthassák a problémát, és hogy több lehetséges megoldás közül választhassanak. A mindennapi gépészeti munka része a mérés, az adatelemzés, a becslés, viszont középiskolában kevés hangsúlyt helyeznek a közelítő számításokra, az analitikus megközelítés kizárólagossága, a pontos érték meghatározása nem formálja kellőképpen a problémamegoldáshoz szükséges szemléletmódot.¹³ A gépészművekben gyakran együtt kell dolgozni különböző szakterületen levő más szakemberekkel, és a képesség, hogy a térbeli formákat és rendszereket jól kommunikáljuk, elengedhetetlen a közös projektek sikeres megvalósításához.

A geográfusok munkájuk során elemzik a földrajzi jelenségek térbeli eloszlását, kapcsolatát és dinamikáját. A geográfiai térsemlélet által fel tudják mérni a természeti erőforrásokat, a víz, az ásványkincsek vagy a mezőgazdasági területek hatékony kihasználását. A téri képesség segít a lemeztektonika, valamint a geoinformációs rendszerek megértésében.¹⁴

Az építészet, az építkezések mind térbeli gondolkodást igénylő munkák, ahol az épületek elhelyezése és a tájhoz illeszkedés meghatározza az ingatlan értékét és a környezeti hatásokat. Az építésznek figyelembe kell venniük az épületeken belüli terek funkcionális használatát, a napi használat során fellépő mozgásokat és a felhasználói igényeket. Térbeli gondolkodást igényel a környezet védelme, az erőforrások hatékony felhasználása, különösen az anyagok eloszlásának és az energiatakarékos megoldásoknak a megtervezése során.

A közlekedés területén a térbeli elhelyezkedésnek és a forgalmi igények figyelembevételének elengedhetetlen jelentősége van az úthálózatok kiépítésénél és karbantartásánál. Az alternatív közlekedési módok (kerékpározás, gyaloglás) elősegítése érdekében fontos a városi terek tervezése és azok funkcionális kapcsolata. A tömegközlekedési rendszerek hatékony működtetése érdekében figyelembe kell venni az utazási mintázatokat és a népsűrűséget, ami szintén térsemléletet igényel.

Számos szakmánál jó segítséget nyújt a térsemlélet, például műtét során a műtési terület előzetes elképzelésénél, a logisztikai folyamatok (katonai logisztikai) megtervezésénél, ingatlanfejlesztőknél, akik jó térképészettel az ingatlan el tudják képzelni a tervek alapján.¹⁵

A katonai logisztika alapvető szerepet játszik a hadműveletek sikerében, mivel biztosítja a szükséges erőforrásokat a csapatok számára. A műveleti támogatási lánc sikeres működtetésével érhető el ugyanis, hogy az anyagok, eszközök, valamint a személyek a megfelelő időben a megfelelő helyre, a megfelelő minőségben és mennyiségben érkezzenek meg

¹³ NAGYNÉ-SIPOS 2020: 364–369; SIPOS 2018: 76–83.

¹⁴ BÖLCSKEI et al. 2023: 116–132; SANCHEZ 2012: 58–65.

¹⁵ LOGAN 2012: 507–524; ZWARTJES et al. 2017.

a kijelölt célállomásokra.¹⁶ A rendszerben meghatározó szerepet tölt be a térszemlélet, mivel segít az erőforrások optimális elosztásában, különösen komplex környezetben, ahol a helyi viszonyok gyorsan változnak. Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy a műveleti támogatási lánc eredményes működésében különböző tényezők lehetnek meghatározók, például a láncot érintő külső és belső információk, a gazdasági folyamatok vagy a katonai műveletek jellege.¹⁷ Ugyanakkor a térbeli információkra mindig figyelmet kell fordítani a láncok kiépítésekor és működtetésekor, mivel azok segítik a logisztikai lánc átláthatóságát és nyomon követhetőségét, ennek megfelelően az erőforrásokat pontosabban lehet felhasználni, amivel növelhető a rendszer hatékonysága is.

A modern technológiák (GPS, drónok, térinformatikai rendszerek) növelik a térszemlélet elvárt szintjét a katonai logisztikában. A térszemlélet hiánya vagy gyenge szintje komoly veszélyeket hordoz (rosszul tervezett logisztikai műveletek, időkésedelem), ezért elengedhetetlen a folyamatos fejlesztése, amely hosszú távon növeli a katonai műveletek sikerességét és biztonságát, lehetővé teszi a gyors reagálást a változó helyzetekre.

A különböző szakmák térszemlélet-szükségességének értékelésénél közös kapcsolódási pontként meg lehet állapítani, hogy a téri képességek fejlettsége előnyt jelent az azzal rendelkezőknek. Fontos a tanulóknak meglévő tudását minél szélesebb körben kiterjeszteni, hogy a problémamegoldás rutinfeladatnak számítson az oktatási folyamatban és az élet egyéb területein.¹⁸

A térlátás, térérzékelés, mélységérzékelés kifejezéseket a magyar nyelvben az embernél és az állatoknál rokon értelműként használjuk, viszont a térszemlélet, vizuális-téri képességek, téri intelligencia kifejezéseket kizárólag az embernél alkalmazzuk. A látás információkat ad a tárgyak alakjáról, méretéről és térben egymáshoz viszonyított helyzetéről, annak ellenére, hogy a szemnek mint látószervnek csak egy kétdimenziós, síkbeli felületi kép áll a rendelkezésére. A látás szerve érzékszerveink közül különösen fontos, mivel az emberek többsége a világot vizuálisan közelíti meg és értelmezi, a környezetünkből származó információk 60–80%-át a látás útján gyűjtjük be. A vizualitás jelentősége még jobban felértékelődik, mivel az információk átadásában a szövegeket egyre nagyobb mértékben vizuális tartalmak (képek, videók) váltják fel, és a fiatalok körében népszerű közösségi médiumok is egyre inkább képalapúak, ugyanakkor a geometriai vizualizáció sok esetben gondot okoz számukra.¹⁹

A való életben a környezetünkben található tárgyakat nézve könnyen meg tudjuk állapítani, hogy melyik van közelebb vagy távolabb. A mélység meghatározása történhet egy szemmel, vagy pedig pontosabban két szemmel. Az egy szemmel történő mélységérzékelést monoszkópius látásnak nevezzük, amelyhez monokuláris faktorokat használunk fel, amelyek lehetnek a tárgyak viszonylagos méretei (a közelebb lévő tárgy nagyobbak látszik), fény- és árnyékviszonyok, takarás (a közelebb lévő tárgy takarja a távolabb levőt), a tárgyak részletessége (a közelebb lévön több részletet ismerünk fel), akkomodáció (a szem a különböző távolságban lévő tárgyakra fókuszál, alkalmazkodik). A monoszkópius mélységbecslés bizonytalan, mivel

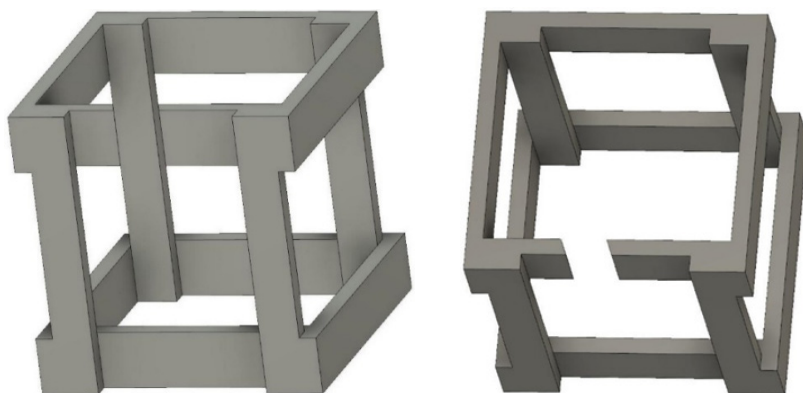
¹⁶ SZAJKÓ 2018: 105–112.

¹⁷ SZAJKÓ–FÁBOS 2020: 151–181.

¹⁸ PETZNÉ–CSISZÁR 2023: 133–147.

¹⁹ TÓTH et al. 2021: 83–95.

csak egy szemmel, egyetlen sugárnyalábbal nézünk, amely csak irányokat tud adni. A két szemmel történő mélységérzékelést szterioszkopikus (térbeli) látásnak nevezzük, amellyel nagyobb biztonsággal tudjuk megbecsülni a mélységeket. Természetes térhatású látásnak, vagyis térlátásnak nevezzük az emberi szem és az agy látási központjának azt a képességét, amellyel a figyelt tárgyak térbeli alakját és egymáshoz viszonyított térbeli helyzetét két képből meg tudja állapítani, amelyeket a jobb és a bal szemünk állít elő. Ezért a térlátásnak kettő alapfeltétele van, egyrészt a két szemmel látás, másrészt, hogy a két szem által alkotott két különböző képet az idegrendszer képes legyen egyetlen térhatású képpé egyesíteni.²⁰ A szemünk azonos magassága miatt a vízszintes irányú méreteket és távolságokat könnyebben tudjuk megbecsülni, mint a függőleges irányúakat. Két egyforma tárgy közül a magasabban lévő távolibbnak látjuk, emiatt ennek megfigyelésekor a térlátás prognosztikus, valószínűsíthető jellegű, ezért a megszokottól jelentős mértékben eltérő helyzetben a szem könnyen becsapható (1. ábra). A bal oldali képen egy lehetetlennek tűnő alakzatnak látszik, mivel egy lécekből összeállított tárgy első élének el kell takarnia a hátsó éleket, viszont a jobb oldali képen egyértelműen megvalósíthatóknak látszik a modell.



1. ábra: Megépíthető, de adott nézetből lehetetlennek látszó alakzat

Forrás: a szerzők szerkesztése

A térsemlélet kizárólag az emberi jellemző, mivel az állatok nem képesek arra, hogy ugyanazon tárgyakat eltérő szituációkban azonosnak észleljenek. Tehát a térsemlélet magában foglalja a látás pszichológiáját, a térbeli viszonyok gondolati visszatükröződését, az ábrázolásra, a rekonstrukcióra és a problémamegoldásra vonatkozó képességeket is. A térsemlélet meghatározására egységesen elfogadott megközelítés nem létezik, fogalmára számos definíció található, kutatók vagy az értelmező szótár megfogalmazásában.²¹

²⁰ ENGLER 2008.

²¹ KATONA 2012.

A magyar nyelv értelmező szótára szerint a térsemlélet: „Az a lelki képesség, tulajdonság, amelynek birtokában az ember a tárgyakat alakjuknak, kiterjedésüknek, nagyságuknak, ill. egymáshoz való térbeli viszonyuknak (egymás melletti, fölötti, alatti, mögötti elhelyezkedésüknek) megfelelően érzékeli, ill. tudja egységes öszsképebe állítani.” A térsemlélet nem velünk született, hanem folyamatosan kifejlődő készség. A fény, a világosság erőssége módosítja térsemléletünket.²²

Tóth Péter a *Középiszkolai tanulók vizuális megismerőképességének fejlesztése I.* című cikkében az alábbiakban fogalmazza meg a térsemléletet: „Térsemlélet alatt azt a képességet értjük, amivel az egyén a különféle tárgyakat térbeli viszonyrendszerüknek megfelelően érzékeli, észleli.”²³

Séra László szerint a vizuális-téri képességek pedagógiai gyakorlatban meghonosodott neve a térsemlélet: „a térsemlélet olyan képesség- és jártasságrendszer, melyek birtokában az egyén alkalmassá válik tér-vizuális információk ábrázolására, tér objektumokra vonatkozó képi információk értelmezésére, formai és tér helyzetek, viszonyok felismerésére, megértésére, elképzelésére.”²⁴

Egyes meghatározások a tér képesség összetevőinek, mentális műveleteinek felsorolását tartalmazzák: „a tárgyak mentális elforgatását igénylő feladatok megoldása, az objektumok különböző nézőpontokból történő megjelenésének és a tárgyak egymáshoz való viszonyának megértése”,²⁵ „képesség, hogy mentálisan manipuláljuk, elforgassuk, elcsavarjuk vagy megfordítsuk a képileg bemutatott objektumokat”,²⁶ „a tér vizuális képességek lehetővé teszik a környezetben való tájékozódást, a különböző szögben elforgatott objektumok elképzelését, és a tárgyak elhelyezkedésére való emlékezést”.²⁷

Kárpáti Andrea és kutatócsoportja „a tér képességet a tér információ feldolgozásának általános képességeként, a tér ingerek kódolásával, felidézésével, összehasonlításával és átalakításával kapcsolatos, egymással összefüggő képességek soraként” fogalmazza meg.²⁸

Idegen nyelvű lexikonokban is hasonló meghatározásokat találunk a 'Spatial skills', 'Spatial thinkig', 'Spatial intelligence' kifejezések alatt. Mary Hegarty a vizuális intelligenciát alkalmazkodó tér gondolkodásnak nevezi.²⁹ A térsemléletre számos egyéb definíció létezik, de a közös bennük, hogy egy összetett, komplex tevékenységről beszélnek, amely összekapcsolja az észlelt, leképezett és az elképzelt világot, a leggyakrabban hivatkozott definíciók a mentális kép létrehozásának, tárolásának, visszakeresésének és átalakításának különféle aspektusait hangsúlyozzák.

A térsemléleten (tér-vizuális képesség) belül részképességek jelennek meg önálló faktorként, amelyek más részképességektől jól elkülöníthetők:

²² A magyar nyelv értelmező szótára 2016.

²³ TÓTH 2017: 2.

²⁴ SÉRA-KÁRPÁTI-GULYÁS 2002.

²⁵ SUTTON 2007.

²⁶ MCGEE 1979: 889.

²⁷ LAWTON 2005.

²⁸ KÁRPÁTI 2005.

²⁹ HEGARTY 2010: 265.

- téri percepció (a vizuális ingerek befogadása, képi értelmezése, a függőleges és a vízszintes irányok szemléltől független felismerése, akár félrevezető vizuális ingerek esetén);
- vizualizáció (jellemzően a bonyolult, több lépésből álló manipulációkat tartalmazó téri műveletek, egy objektum vizualizálásának képessége, amint az objektum részai mozognak vagy elmozdulnak egymáshoz képest);
- mentális forgatás (két- és háromdimenziós formák gyors mentális elforgatásának képessége);
- téri orientáció (olyan dinamikus folyamat, ahol a szemlélő egy térbeli helyzetben helyesen el tudja magát tájolni valóságosan vagy képzeletben);
- téri relációk (mentális folyamat, amelynek lényege, hogy megértsük egy alakzat vagy annak részei közötti térbeli kapcsolatokat).

A téri-vizuális képességek legfontosabb komponensei a téri tájékozódás és a téri műveletek, amelyek közül kiemelhető a mentális forgatás.³⁰

A térsemlélet mérési lehetőségei

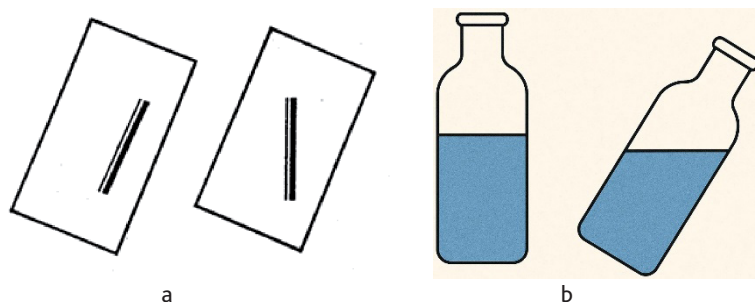
A térsemlélet mérése komoly kihívást jelent, végrehajtása jelentős mértékben különbözik a más-más korcsoportba tartozó személyek esetében. Kisgyerekkorban a térsemlélet mérése megfigyelésekkel és célirányos játékokkal történik (például formaillesztő játékok). A formaillesztő játék lényege, hogy a kisgyerek kézbe veszi a különböző testeket, ezeket elforgatja, és megkeresi a helyüket a másik (üreges) testben.

A kisiskolás gyermekek térsemléletét 10 éves kortól érdemes vizsgálni, mivel ekkor alakulnak ki a téri jelenségek kétdimenziós megjelenítéséhez szükséges pszichikus sajátosságok. Kisiskolásoknál jól alkalmazható teszt, ahol egy adott térképen állva, egy központi figurából kiindulva (adott helyen és irányban állva) meg kell mondani, hogy milyen irányba kell elindulni, ha egy adott másik tárgyhoz akarunk megérkezni.

Felnőtteknél a térsemlélet mérése nemzetközileg elismert és használt tesztekkel történik, amelyek lehetnek egyrészt hagyományos térsemlélettesztek vagy egyéb alternatív mérőeszközök. A tesztek jelenleg is népszerűek, mivel megbízhatók és máig érvényesek. A téri percepció mérése történhet rúd és keret teszttel (*rod and frame test*, RFT: 2. a ábra), ahol egy megdöntött keretben kell egy rudat függőleges helyzetbe hozni, vagy vízszint-teszttel (*water-level test*), ahol egy megdöntött üvegben kell a vízszintet meghatározni (2. b ábra).³¹

³⁰ TÓTH 2021.

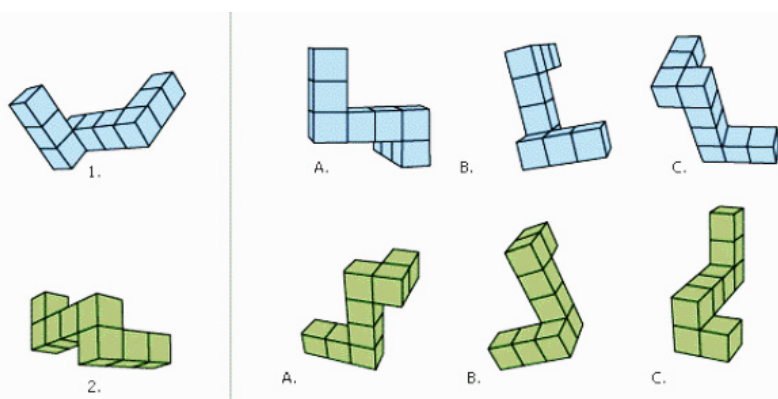
³¹ KÁRPÁTI–BABÁLY–SIMON 2012.



2. ábra: Térbeli tájékozódási teszt

Forrás: <https://bit.ly/4lVyHW8>

A mentális forgatásnál alkalmazott tesztek (*mental rotation test*, MRT) nehézsége függ az alakzatok bonyolultságától, a forgatás mennyiségétől, valamint a válaszadás sebességétől. A 3. ábrán a test kis egybevágó kockákból van felépítve, a szomszédos kockák mindig teljes lapjukkal érintkeznek. A megadott számmal jelölt képet gondolatban el kell forgatni, és a három variációból ki kell választani a helyeset, amelyik egybevágó a megadott alakzattal. Nem alkalmasak a fiatalabb korosztály mérésére azok a tesztípusok, amelyek háromdimenziós alakzatokat használnak fel és mérik a válaszadás sebességét is, mivel ezek túlzottan nagyfokú koncentrációt igényelnek.³²



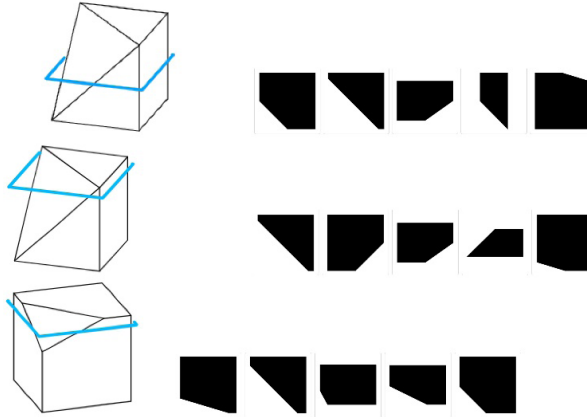
3. ábra: Mentális forgatási teszt

Forrás: <https://www.proprofs.com/quiz-school/story.php?title=mental-rotation-task>

A vizualizáció, téri reláció méréséhez az egyik gyakran használt teszt a mentális metszet teszt (*mental cutting test*, MCT), ahol meg van adva egy test és egy sík, a testet képzeletben elmetszük a síkkal, majd öt válaszlehetőség közül kell kiválasztani a metszési alakzatot (4. ábra). A teszt

³² BABÁLY 2020.

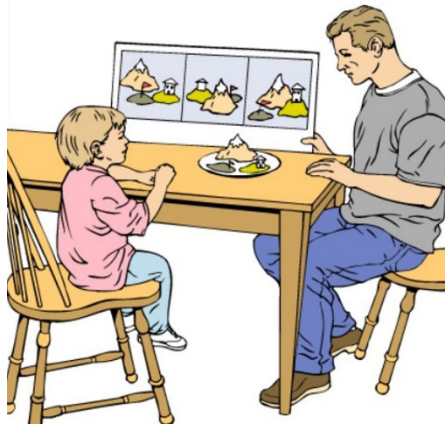
összetett, mivel egy axonometrikus kép alapján kell elképzelni a testet, meg kell vizsgálni a metszősík testhez viszonyított helyzetét, a metszet éleit, a hosszúságokat és a szögeket.³³



4. ábra: Mentális metszet teszt

Forrás: <https://www.mdpi.com/2414-4088/8/11/99>

A téri tájékozódási képességek vizsgálata áll a legközelebb az életben előforduló téri problémákhoz, egyik vizsgálati módszere a három hegy teszt (*three mountains test*) (5. ábra), ahol cél az egocentrikus nézőpontból való kilépés képességének vizsgálata. A kísérletben részt vevő egy terepmodell előtt ül, amelyen három hegy van, feladata a modelltől készült képek közül kiválasztani azt, amelyik a modellt a szemben ülő nézőpontjából mutatja.



5. ábra: Három hegy teszt

Forrás: https://owerbestet.click/product_details/124181228.html

³³ BALLA et al. 2024: 99.

A tesztek kiválasztásánál fontos szempont, hogy annak kitöltése élvezetes legyen a résztvevők számára, ezért a statikus papír alapú tesztekkel szemben előnyt jelentenek az online kitöltési megoldások, amelyekkel gyorsabban, nagyobb számban végezhető el mérések, és ezek megbízhatóbb eredményeket adhatnak. A multimédiás eszközök bevonása a tesztekbe nemcsak látványosabbá teszi a feladatokat, hanem segíti azok megértését is.

Az alternatív mérőeszközök a hagyományos tesztektől nemcsak feladattípusaikban, hanem eszközeikben is eltérnek, egy részük az információs és kommunikációs technológiákat használja ki, de a digitalizált teszteknel nagyobb interaktivitás lehetőségét nyújtják. A mérőeszközök másik része a valós térben elvégzendő műveletekből áll. Az alternatív mérőeszközök lehetnek dinamikus tesztek és feladatok, tájékozódás virtuális terekben, téri intelligencia a mindennapokban, valamint téri képességek mérése konstruáló feladatokkal.

Dinamikus teszteknel a résztvevők két- és háromdimenziós ábrákat mozgathatnak a virtuális térben. Az interaktivitás a résztvevők számára motiváló erővel hat, és megkönnyíti a feladatok értelmezhetőségét, hátránya, hogy nem minden téri komponens mérésére alkalmas. A téri orientációt változatos eszközökkel lehet mérni, ahol két fő feladattípus különböztethető meg. A nagyléptékű terek feladatainál a megfigyelő a környezet része, és egy nézőpontból látja be a teljes megfigyelt területet, a kisléptékű terek feladatainál az objektumok és térbeli kapcsolataik egyidejűleg észlelhetők. A téri orientáció mérésére alkalmas tesztek imitálni próbálják a valós környezetben megszokott mozgást és nézőpontot. A térbeli tájékozódásra vonatkozó mérések többnyire valós térben vagy térképek segítségével zajló útvonalkeresésekből állnak, de lehetnek olyan verbális feladattípusok is, ahol egy olvasott vagy hallott szöveg alapján kell a mentális képet megkonstruálni. A valós térben történő felmérés hátránya, hogy a mérések egyedi vonásokkal rendelkeznek (például az adott helyszín sajátosságai), ezért a kapott eredmények érdemben nem hasonlíthatók össze, és általános érvényű következtetések nehezen vonhatók le. A konstruáló feladatok különböző elemszámú modellekből állnak (például építőjáték), ahol – egy bútor szerelési útmutatójához hasonlóan – izometrikus képek alapján történik az összeállítás, közben pedig mérik az elkészítés időtartamát is.³⁴

Összegzés

A modern technológiák lehetővé teszik komplex, precíz modellek gyors és költséghatékony kialakítását, ezáltal felgyorsítják a termékfejlesztést és a prototípusgyártást. Ez különösen fontos a mérnöki, művészeti és tervezői területeken, ahol a térsemlélet fejlesztése alapvető a hatékony munkavégzéshez, de nemcsak ezeknél, hanem a tudományokban és a katonai alkalmazásokban is, mivel segíti az összetett problémák vizuális és térbeli értelmezését, valamint a hatékony kommunikációt. A technológia elősegíti az anyagok környezetbarát felhasználását, csökkentve a hulladékot és támogatva a fenntarthatóságot. A térbeli formák, méretek megértése különösen a gépészeti szakmákban elengedhetetlen a hatékony tervezéshez és problémamegoldáshoz, a térsemlélet hiánya pedig komoly akadályokat jelent. Emellett a térsemlélet fejlesztése a középiskolás korosztály körében is fontos, mert ez az időszak

³⁴ BABÁLY-BUDAI-KÁRPÁTI 2013: 6–19.

kulcsfontosságú a térbeli gondolkodási képességek kialakításában, amelyek alapvetőek a későbbi szakmai és mindennapi életben való helytálláshoz. Az oktatástechnológia fejlődése, különösen a digitális eszközök, virtuális valóság és a 3D-nyomatás lehetőségei, interaktívabbá és szemléletesebbé teszik a tanulási folyamatokat, támogatva a térzemlélet fejlesztését. A térlátás és a térzemlélet fogalmai a vizuális és mentális képességek komplex rendszerét írják le, amelyek segítik az objektumok térbeli helyzetének, egymáshoz viszonyított pozícióinak, valamint a mélységnek és az alakzatoknak a felismerését. A különböző mérési módszerek, mint például a térbeli tájékozódási és forgatási tesztek, valamint a virtuális feladatok, lehetővé teszik a térzemlélet fejlesztését és mérését különböző életkori csoportokban. A digitális és interaktív módszerek alkalmazásával gyorsabb, hatékonyabb és nagyobb mintákra kiterjedő mérések valósíthatók meg, amelyek hozzájárulnak a térbeli képességek fejlesztéséhez, ezáltal támogatják a szakmai felkészítést és a problémamegoldó képességek javítását. A térzemlélet fejlesztése stratégiai fontosságú a modern oktatásban, mivel hozzájárul a technológiaorientált munkaerőpiac igényeinek kielégítéséhez, a fenntartható fejlődéshez és a komplex problémák hatékony megoldásához a különböző szakterületeken.

Felhasznált irodalom

- A magyar nyelv értelmező szótára (2016). Akadémiai Kiadó. Online: <https://mek.oszk.hu/adatbazis/magyar-nyelv-ertelmezo-szotara/kereses.php?kereses=t%C3%A9rszemlel%C3%A9let>
- BABÁLY Bernadett (2020): *A térzemlélet fejlődésének vizsgálata a vizuális nevelés szemszögéből: mérőeszközök, fejlődési korszakok és pedagógiai javaslatok*. PhD-disszertáció. Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar Neveléstudományi Doktori Iskola.
- BABÁLY Bernadett – KÁRPÁTI Andrea (2015): Vizuális-téri képességek fejlesztése. In TÓTH Péter – HOLIK Ildikó (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, 127–137. Online: https://www.eltereader.hu/media/2016/12/UKN_2016_WEB.pdf
- BABÁLY Bernadett – BUDAI László – KÁRPÁTI Andrea (2013): A térzemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. *Iskolakultúra*, 23(11), 6–19. Online: <https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/21440>
- BALLA Tamás et al. (2024): A térbeli képességek javításának multimodális megközelítése. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(11), 99. Online: <https://doi.org/10.3390/mti8110099>
- BIRÓ Ildikó (2019): A vizuális kommunikáció tudáselemei, alkotói részképességeinek fejlesztése és értékelése. *Magyar Pedagógia*, 119(4), 329–355. Online: <https://doi.org/10.17670/MPed.2019.4.329>
- BÖLCSKEI Attila et al. (2023): Adatvizualizáció és a téri képességek fejlesztése. In ORSZÁG Adrienn – BAJÁK Szabolcs (szerk.): *I. Csernyák László konferencia közleményei*. Budapest: Budapesti Gazdasági Egyetem, 116–132. Online: https://doi.org/10.29180/978-615-6342-61-4_11
- BUCKLEY, Jeffrey – SEERY, Niall – CANTY, Donal (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. Online: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-018-9432-z>
- EMBER István (2022): Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. *Műszaki Katonai Közöny*, 32(3), 13–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.2>
- EMBER István (2023): 3D nyomtatott kumulatív idomtöltetek tesztrobbantása. *Műszaki Katonai Közöny*, 33(3), 29–40. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.3.3>
- ENGLER Péter (2008): *A térlátás és a térfotogrammetria alapjai*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. Online: https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_2241_010_100915.pdf

- GYARMATI József (2023): Lánctalpas jármű kormányzása és ennek 3D-modellezése. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(3), 51–61. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.3.5>
- HEGARTY, Mary (2010): Components of Spatial Intelligence. *Psychology of Learning and Motivation*, 52, 265–297. Online: [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(10\)52007-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(10)52007-3)
- HEGEDŰS Ernő et al. (2024): Topológiai optimalizálás, generatív tervezés és a 3D-nyomtatás: Az aditív gyártástechnológia ipari alkalmazhatóságának vizsgálata. *Műszaki Katonai Közlöny*, 34(2), 141–154.; Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2024.2.10>
- KARL Éva – MOLNÁR György (2021): A digitális kompetencia fejlesztésének igénye és lehetőségei a szakképzésben napjaink reformterhelt világában. *Új Pedagógiai Szemle*, 71(5–6), 55–68.
- KÁRPÁTI Andrea – BABÁLY Bernadett – SIMON Tünde (2012): A vizuális képességrendszer elemeinek értékelése: térsemlélet és képi kommunikáció. *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet.
- KÁRPÁTI Andrea (2005): *A kamaszok vizuális nyelve*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- KATONA János (2012): *A geometriai térsemlélet számítógéppel támogatott fejlesztése a műszaki felsőoktatásban*. PhD-disszertáció. Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola.
- KOVÁCS András Zsolt – NÉMETH László (2014): Development of Spatial Ability According to Mental Rotation Test at SKF and YBL. *Ybl Journal of Built Environment*, 2(1), 18–29. Online: <https://doi.org/10.2478/jbe-2014-0002>
- KOVÁCS Zoltán (2022): Robbantás oktatás a katonai BSc. képzésben. In DARUKA Norbert (szerk.): *Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 61–74.
- KOVÁCS Zoltán (2023): 3D-nyomtatás és felhasználása a katonai robbantástechnika oktatásában. In DARUKA Norbert – EMBER István – KOVÁCS Zoltán Tibor (szerk.): *II. Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2023*, Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 94–103.
- LAVICZA Zsolt et al. (2018): *Mathematics Learning Through Arts, Technology and Robotics: Multi-and Transdisciplinary Steam Approaches*, Taipei: 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education, 110–122. Online: https://www.researchgate.net/publication/327402165_MATHEMATICS_LEARNING_THROUGH_ARTS_TECHNOLOGY_AND_ROBOTICS_MULTI-AND_TRANSDISCIPLINARY_STEAM_APPROACHES
- LAWTON, Carol A. – HATCHER, David W. (2005): Gender Differences in Integration of Images in Visuospatial Memory. *Sex Roles*, 53, 717–725. Online: <https://doi.org/10.1007/s11199-005-7736-1>
- LOGAN, John R. (2012): Making a Place for Space: Spatial Thinking in Social Science. *Annual Review of Sociology*, 38, 507–524. Online: <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071811-145531>
- MCGEE, Mark G. (1979): Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889–918. Online: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.5.889>
- MEZŐ Ferenc (2022): Fogalomalkotó gondolkodást fejlesztő gyakorlatok az OXIPO modell aspektusából. *OXIPO – interdiszciplináris tudományos folyóirat*, 3, 43–55. Online: <https://doi.org/10.35405/OXIPO.2022.3.43>
- NAGYNÉ Kondor Rita (2018): Mérnöki térsemlélet és térgeometria – Kutatási tapasztalatok 1. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(5), 383–387. Online: <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.5.36>.
- NAGYNÉ Kondor Rita – SIPOS Dóra (2020): Mérnöki és innovációs készségek fejlesztése. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 5(2), 364–369. Online: <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2020.2.42>.
- PETZNÉ Tóth Szilvia – CSISZÁR Viktória (2023): Tudástranszfer az alsó tagozatos matematika oktatásban. *Közösségi Kapcsolódások*, 1, 133–147. Online: <https://doi.org/10.14232/ka-pocs.2023.1.133-147>

- SANCHEZ, Christopher A. (2012): Enhancing Visuospatial Performance Through Video Game Training to Increase Learning in Visuospatial Science Domains. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(1), 58–65. Online: <https://doi.org/10.3758/s13423-011-0177-7>
- SÉRA László – KÁRPÁTI Andrea – GULYÁS János (2002): *A térzemlélet*. Pécs: Comenius.
- SIPOS Dóra (2018): A numerikus számítások szerepe a műszaki modellekben. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(5), 76–83. Online: <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.5.9>.
- SORBY, Sheryl – VEURINK, Norma – STREINER, Scott (2018): Does Spatial Skills Instruction Improve STEM Outcomes? The Answer Is ‚Yes‘. *Learning and Individual Differences*, 67, 209–222. Online: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.09.001>
- SUTTON, Ken – WILLIAMS, Anthony (2007): *Spatial Cognition and its Implications for Design*. Hongkong: International Association of Societies of Design Research.
- SZAJKÓ Gyula (2018): A Műveleti Összekötő És Felderítő Csoportok szerepe az információk biztosításában. *Hadmérnök*, 13(4), 105–112. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/3588>
- SZAJKÓ Gyula – FÁBOS Róbert (2020): Gondolatok a katonai ellátási lánc fejlesztési lehetőségeiről. *Katonai Logisztika*, 28(1–2), 151–181. Online: <https://doi.org/10.30583/2020/1-2/151>
- TÓTH Attila et al. (2021): Geometriai vizualizáció a gyakorlatban. *OxIPO – interdiszciplináris tudományos folyóirat*, 1, 83–95. Online: <https://doi.org/10.35405/OXIPO.2021.1.83>
- TÓTH Péter et al. (2017): *Középiskolai tanulók vizuális megismerőképességének fejlesztése I. Pedagógia kutatások a Kárpát-medencében II. Kárpát-medencei Oktatási Konferencia*. Nagyvárad: Partiumi Keresztény Egyetem.
- TÓTH Péter (2021): *A műszaki rajz tanításának módszertana I*. Budapest: Typotop Kft.
- ZWARTJES, Luc et al. (2017): *Literature Review on Spatial Thinking*. GI Learner. Online: <https://www.gilearner.ugent.be/wp-content/uploads/GI-Learner-SpatialThinkingReview-3.pdf>