

Pap Andrea,¹  Vég Róbert László² 

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

Developing Spatial Awareness in Military Logistics through 3D Printing and Computer-Aided Design (CAD), Part 3

A cikksorozat harmadik része bemutatja, hogy a térszemlélet fejlesztése különböző tantárgyakban, változatos oktatási módszerek alkalmazásával valósítható meg, mint például a szemléltetés, projekt módszer, kooperatív tanulás, szimulációk és szerepjátékok. A vizuális és interaktív szemléltetési eszközök, például térképek, 3D-modellek, digitális animációk, valamint a modern digitális technológiák, mint a virtuális és kiterjesztett valóság, jelentősen javítják a térbeli fogalmak megértését és a tanulók aktív részvételét. Emellett hangsúlyos szerepet kapnak a térszemlélet fejlesztését szolgáló szoftverek, a CAD, a modellkészítő és szimulációs programok, amelyek lehetővé teszik a vizuális, interaktív és gyakran játékos tanulási élményt. A technológiai innovációk, mint a VR, AR, haptikus eszközök, valamint a felhőalapú és paraméterezett szoftverek, tovább bővítik a lehetőségeket, ugyanakkor kihívásként jelennek meg a hozzáférhetőség és az eszközigények terén. A cikk összegzi, hogy a különböző oktatási stratégiák és technológiák integrálásával hatékonyabban fejleszthető a térszemlélet, hozzájárulva a térbeli gondolkodás és problémamegoldó képességek erősítéséhez, ami különösen fontos a mérnöki és katonai logisztikai területeken.

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

¹ Egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: pap.andrea@uni-nke.hu

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

The third part of the series of articles shows that spatial thinking can be developed in various subjects using a variety of teaching methods, such as visualisation, project-based learning, cooperative learning, simulations, and role playing. Visual and interactive tools such as maps, 3D models, digital animations, and modern digital technologies such as virtual and augmented reality significantly increase the understanding of spatial concepts and active participation by learners. In addition, software designed to develop spatial awareness, CAD, modelling and simulation programmes play an important role, enabling a visual, interactive and often playful learning experience. Technological innovations such as VR, AR, haptic devices, and cloud-based and parameterised software further expand the possibilities, but at the same time pose challenges in terms of accessibility and equipment requirements. The article summarises that integrating different educational strategies and technologies can more effectively develop spatial awareness, contributing to the strengthening of spatial thinking and problem-solving skills, which is particularly important in the fields of engineering and military logistics.

Keywords: spatial awareness, spatial perspective, 3D printing, digital modelling

Bevezetés

A térszemlélet fejlesztése alapvető szerepet játszik a térbeli gondolkodás és a vizuális tájékozódás kialakításában, különösen az oktatás különböző szintjein és tantárgyaiban. Korábbi kutatások és tapasztalatok rámutattak, hogy a hatékony tanulási stratégiák alkalmazásával jelentősen növelhető a tanulók térbeli képességeinek fejlettsége, ami hosszú távon hozzájárulhat a problémamegoldó készségek, a kreativitás és a kritikus gondolkodás erősítéséhez. Az eddigi tapasztalatok szerint a vizuális szemléltetés, a projekt módszer, a kooperatív tanulási formák, valamint az interaktív technológiák – például a virtuális és kiterjesztett valóság – együttes alkalmazása különösen hatékony eszközök a térbeli képességek fejlesztésében. A szemléltetés révén a tanulók vizuális módon, konkrét példákon keresztül ismerhetik meg a térbeli összefüggéseket, amelyek aktivizálják és motiválják a tanulókat. A projekt- és kooperatív módszerek támogatják a mélyebb megértést, a több nézőpontból történő értelmezést, valamint a csapatmunkát, ami a való életben is alapvető készség. Ezen túlmenően a digitális eszközök, mint a 3D-s modellező szoftverek, a VR- és az AR-alkalmazások, lehetővé teszik, hogy a tanulók interaktív módon járjanak körül bonyolult térbeli problémákat, és saját tapasztalatokat szerezzenek a virtuális környezetben. Mindezek a stratégiák és technológiák nemcsak a tanulók térbeli tájékozódását segítik elő, hanem hozzájárulnak az oktatási folyamat élményszerűsítéséhez és hatékonyságának növeléséhez, így megalapozva a térszemlélet fejlesztésének módszertani alapjait a jövőben is.

A térszemlélet fejlesztését biztosító oktatási stratégiák

A térszemlélet fejlesztése a különböző tantárgyak keretében valósul meg, de ezekhez az eredményesség elérése érdekében más és más oktatási stratégia párosulhat, amelynek fogalmára számos meghatározást lehet találni, ezek közül Falusi megfogalmazásában az alábbi olvasható:

„[A] módszereknek, eszközöknek és szervezési módoknak egy adott cél érdekében a konkrét feltételek figyelembevételével létrehozott egyedi kombinációja.”³ Egy másik megközelítés szerint: „A stratégia sajátos célok elérésére szolgáló szervezési módok és formák, módszerek, eszközök olyan komplex rendszere, amely koherens elméleti alapokon nyugszik, sajátos szintaxissal (a végrehajtandó lépések meghatározásával és adott sorrendjével) rendelkezik, és jellegzetes tanulási környezetben valósul meg.”⁴ A *pedagógia alapjai szakmai pedagógusjelölteknek I.* című kötet szerint a stratégiát a módszer, a munkaforma és a taneszközök harmonikus kapcsolataként értelmezzük. A tanítási stratégia a tanítás során alkalmazott módszer, munkaforma és taneszköz kapcsolatát, a tanulási stratégia a tanulás során alkalmazott módszer, munkaforma és taneszköz összefüggéseit jelenti.⁵

A stratégia részeként említett oktatási módszerek széles választéka ismert és található meg a különböző szakirodalmakban, mint például az előadás, a magyarázat, az elbeszélés, a megbeszélés stb., de ezek közül csak azokat ismertetjük, amelyeknek legnagyobb hatása lehet a térszemlélet fejlesztésére, ilyenek például a szemléltetés, a projektmódszer, a kooperatív oktatási módszerek, a szimuláció, a szerepjáték és a játék.

A szemléltetés mint pedagógiai módszer jelentős szerepet játszik a térszemlélet fejlesztésében, mivel lehetőséget teremt a tanulók számára, hogy vizuális formában, konkrét példákon keresztül ismerjék meg a térbeli összefüggéseket. A szemléltetés, demonstráció olyan oktatási módszer, amelynek során a tanulmányozandó tárgyak, jelenségek, folyamatok észlelése, elemzése történik, lényege pedig, hogy a tananyag komplexitását csökkentve, vizuális eszközök segítségével könnyebben érthetővé és megjegyezhetővé tegye az információkat. A különböző szemléltetési formák, mint például diagramok, modellek vagy digitális animációk segítenek a diákoknak abban, hogy a tanultakat a gyakorlatban is alkalmazni tudják, ezzel elősegítve a figyelem fennmaradását és a tanulási motiváció növelését. A vizuális elemek általában vonzóbbá teszik a tanulási folyamatot, ezáltal aktívabb részvételre ösztönöznek. Lehetőség adnak a differenciált tanulásra is, mivel a különböző képességű tanulók számára eltérő nehézségű és típusú szemléltető eszközök használhatók. A szemléltetés kezdetekor meg kell teremteni a tanulás feltételeit problémafelvetéssel, minden tanuló számára jól követhetőnek kell lennie, fontos eleme a lényeg kiemelése, mindig az adott osztály vagy tanuló előtanulmányaihoz, képességeihez kell igazítani. A szemléltetés nagyobb önállóságot nyújtó típusa a kollaboratív demonstráció, ahol az oktató ismerteti, bemutatja a problémát, és a tanulókat kéri meg, hogy adjanak alternatívákat a megoldásra, tegyenek fel kérdéseket, vagy pedig vonják le a következtetéseket. Ez nem egy elkülönülten alkalmazott módszer, hanem a szóbeli közléssel együtt jelenik meg. Alkalmazásakor meg kell győződni arról, hogy valóban könnyebbé teszi-e az adott ismeret megértését; a bemutatás során elhangzó információk irányítsák a tanulók figyelmét a bemutatott tárgy és az ismeretanyag között.

A szemléltetés számos formában megvalósítható, és a választott eszközök jelentős hatással vannak a térszemlélet fejlesztésére. A térképek segítenek a tanulóknak a helyszínek és azok

³ FALUS et al. 1989: 16.

⁴ FALUS–SZÜCS 2022.

⁵ TÓTH 2022.

kapcsolatának megértésében, mert a különböző térképek eltérő aspektusokat emelnek ki. A háromdimenziós modellek (domborművek, alkatrész modellek) lehetővé teszik, hogy a tanulók a térbeli formákat valóságként megfigyeljék, továbbá a modern technológia biztosítja, hogy interaktív 3D-modelleket és virtuálisvalóság-alkalmazásokat használjanak a tanulás során. Ezek az eszközök fokozzák a tanulói élményt és a komplex térbeli összefüggések könnyebb megértését.⁶

A projekt módszer olyan módszer, amely a tanulók érdeklődésére, az oktatók és a tanulók közös tevékenységére épít, az ismeretszerezési folyamatot projektek sorozataként határozza meg. A projekt során a tanulók csapatokban dolgoznak, és közösen tervezik meg a feladatokat, valamint osztják el a munkát. A projekt feladat középpontjában egy valós, gyakorlati természetű feladat áll, ahol a tanulók a témát széles összefüggésében dolgozzák fel. A módszer lépései a célok, a téma kiválasztása és megfogalmazása, a tervezés, a kivitelezés, majd a zárás. A cél nem a tanulás, hanem valamilyen konkrét eredmény, amely az ismeretek elsajátítását indirekt módon biztosítja. Sajátossága a tanulók számára fennálló nagy fokú szabadság a célok kiválasztásában, a tervezésben, a feladat végrehajtásában és az értékelésben. A projekt módszer térszemlélet-fejlesztő hatása kiterjed a kritikai gondolkodásra, a kreativitásra és a problémamegoldó készségre. A tanulók aktívan részt vesznek a tanulási folyamatban, ami növeli a motivációjukat és a tanulás iránti elkötelezettségüket. A módszer hátránya, hogy nehezen illeszthető az általánosan alkalmazott szervezeti formák közé, az oktatóknak precízen meg kell tervezniük a projekteket, hogy azok valóban támogassák a térszemlélet fejlődését. A tanulók képességei közötti eltérések, a változó érdeklődések és munkastílusok is nehezítik a közös munkát.⁷

A kooperatív oktatás olyan pedagógiai megközelítés, amely a tanulók közötti együttműködésre helyezi a hangsúlyt, nemcsak a társas készségek fejlesztésére koncentrál, hanem a kognitív fejlődésre is. A tanulók kis csoportokban (4–6 fős) dolgoznak együtt, megosztva egymás között tudásukat és tapasztalataikat, továbbá a csoportos munka során különböző szerepeket töltenek be, ami elősegíti a felelősségvállalást és a közös tanulást. Ezen módszer esetében a tanulók nemcsak passzív befogadói a tudásnak, hanem aktív résztvevői a tanulási folyamatnak. A tevékenység során képesek jobban megérteni a térbeli viszonyokat, mivel a közös munka különböző nézőpontok és megközelítések megértését teszi lehetővé. Az együttműködésre épülő tanulás során képesek különböző perspektívákból megközelíteni a térbeli problémákat, ami elősegíti a kognitív fejlődést. A munkaerőpiacon a legkeresettebb szakemberek azok, akik képesek másokkal (kollégákkal) együttműködni, és a feladatokat team-munkában elvégezni, vagyis előtérbe került a kooperációban történő munkavégzés. A kooperatív oktatás jól kombinálható más oktatási módszerekkel, mint például a projekt módszer.⁸

⁶ LADA 2009.

⁷ HOLIK–SANDA–VIOLA 2022: 210; SALÁT–SZIVÁK–RÉNYI 2019.

⁸ CSIMÁNE POZSEGOVICS – SCHLICHTER-TAKÁCS 2022; CSAJKA–BENCÉNÉ 2024.

A szimulációk és szerepjátékok olyan interaktív tanulási formák, amelyek lehetővé teszik, hogy a diákok aktívan részt vegyenek a tanulási folyamatban, leegyszerűsítik a valóságot, és a rendszer részletei helyett annak egészére koncentrálnak. A szimulációkban a tanulók virtuális vagy valós környezetben tapasztalhatják meg a tananyagot, míg a szerepjátékok során különböző karaktereket és helyzeteket alakítanak, lehetőséget adva a kreatív gondolkodásra és a problémamegoldásra. A szerepjátékos tanulás folyamán jobban rögzítik az információt, ezáltal jobban képesek alkalmazni a tanultakat valós helyzetekben. A szimulációk és szerepjátékok alkalmával gyakran valós problémákat kell megoldaniuk munkacsoportokban, ami elősegíti a csapatmunkát és a kommunikációt, a különböző nézőpontok megvitatása és a közös döntéshozatal hozzájárul a térbeli gondolkodás fejlesztéséhez.⁹

A térélmény biztosításának technikai lehetőségei

A térsemlélet számítógéppel támogatott fejlesztése a modern oktatás egyik legdinamikusabban fejlődő területe. A digitális technika innovációja forradalmasította azt a folyamatot, amely lehetővé tette a komplex térbeli adatok feldolgozását és vizualizálását. E módszer egyik legfontosabb aspektusa az adatok vizualizációja, a vizuális reprezentációk (térképek, 3D-modellek, interaktív alkalmazások) segítenek az információk könnyebb feldolgozásában és megértésében.¹⁰ Ez a technológia nemcsak a szakemberek, hanem a diákok számára is elérhetővé vált, segíti őket abban, hogy jobban megértsék a komplex rendszereket.¹¹ Ezen technológiák használata ösztönzi a kritikai gondolkodást és a problémamegoldó készségeket. A technológiai fejlődés üteme rendkívül gyors, és folyamatosan alkalmazkodni kell az új eszközökhöz és módszerekhez. A digitális technikák fejlődése lehetővé teszi a térbeli adatok hatékonyabb kezelését és vizualizációját, miközben új módszereket kínál a különböző problémák megoldásához.

Mivel látásunk során a két szem ugyanabban az időben két különböző képet ad, ezért ez egyfajta térélményt nyújt a néző személynek, az agy integrálva dolgozza fel a két különböző képet. A számítástechnikai eszközök kijelzője többnyire sík, de még így is tudunk térélményt nyújtani a fények, árnyékok, perspektíva és takarások megfelelő alkalmazásával. Ha a tanuló saját maga tudja a modellt forgatni, a nézőpontját, a mozgatás sebességét és irányát megváltoztatni, akkor az érzékszervei összekapcsolják az élményt.

A térélmény biztosításának technikai lehetőségei közé tartozik a virtuális valóság (*virtual reality*, VR), a kiterjesztett valóság (*augmented reality*, AR),¹² a 3D-modellezés, a haptikus technológiák, valamint a helymeghatározó rendszerek.

A virtuális valóság olyan technológia, amely hozzájárul a felhasználója számára, hogy egy számítógép által generált környezetbe lépjenek be, interakcióba kezdjenek és tapasztalatokat szerezzenek egy háromdimenziós térben. A VR-élményhez általában speciális szemüvegre

⁹ DEMETER-KÓVÁRI 2020.

¹⁰ NÉMETH-SZABÓ-BALOG 2020: 225–268.

¹¹ KOVÁCS 2022; KOVÁCS 2023.

¹² NÉMETH-VIRÁGH 2021.

és érzékelőkre van szükség, amelyek követik a felhasználó fejmozgását (1. ábra). Lehetővé teszi a tanulók számára, hogy különféle interaktív gyakorlatokban vegyenek részt, amelyek a téri képességeket célozzák meg (például navigációs szimulátorok). A virtuális környezet gazdag vizuális ingert nyújt az olyan játékokhoz és alkalmazásokhoz, amelyek a tárgyak azonosítására és a megfelelő mozgások végrehajtására fókuszálnak, elősegítve a vizuális feldolgozást. A VR lehetőséget biztosít arra, hogy a tanulók különböző szituációkban gyakoroljanak, így a tanulás sokkal dinamikusabb és élvezetesebbé válik. Az ilyen típusú tanulás során a tanulók gyorsan reagálhatnak a változó körülményekre.¹³



1. ábra: Virtuálisvalóság-technológia

Forrás: <https://bytech.hu/vr/>

A kiterjesztett valóság a valós világ digitális elemekkel való kombinálására épül, amely kiegészíti azt digitális információkkal, hogy a felhasználók interakcióba lépjenek a környezetükkel és a digitális tartalmakkal, vagyis valós időben lássák a digitális információkat a fizikai környezetükben. Okostelefonok és táblagépek, valamint AR-szemüvegek segítségével interakciós élményeket élhetnek át (2. ábra). A technológia lehetővé teszi az oktatók számára, hogy interaktív tananyagot készítsenek, amely segíti a tanulókat a téri képességek fejlesztésében. Az olyan alkalmazások, amelyek a geometriai formák és a térbeli kapcsolatok vizualizálására összpontosítanak, segítenek a fogalmak jobb megértésében. Gün és Atasoy (2017) kutatásai bizonyították, hogy az AR segítségével iskolában lehetséges fejleszteni a téri képességeket.¹⁴

¹³ SZABÓ-PŠENÁKOVÁ 2023: 79–89.

¹⁴ GÜN-ATASOY 2017: 30.



2. ábra: Kiterjesztettvalóság-technológia

Forrás: MAINELLI 2023

A VR- és az AR-technika hátránya a hozzáférhetőség, mivel nem mindenki rendelkezik a szükséges eszközökkel és szoftverrel, valamint a túlzottan intenzív élmények kényelmetlenséget vagy akár szédülést is okozhatnak.

A 3D-modellek használatakor a felhasználók vizuálisan és interaktívan tapasztalják meg a környezetet, például a tervezőknek a gépészet tervezési folyamatában segítenek, hogy valószínűbb módon mutassák be elképzeléseiket.

A haptikus technológiák a tapintásos érzékelésre építenek, amely új módja a gépek és az emberek kommunikációjának. A haptikus visszajelzés hasznos lehet a VR- és az AR-alkalmazásokban, mivel fokozza az élményt, és biztosítja, hogy a felhasználók valódi interakciókat éljenek át a virtuális környezettel. Az érintés szimulálására többféle mód létezik, a legelterjedtebb a tapintókesztyű, amely lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy „megérintse” a virtuális objektumokat, ezáltal még élethűbb élményt nyújtva. Létezik olyan technológia is, amely semmilyen beavatkozást nem igényel, mint például a gépjárművezetés, ahol a vezetők egy egyszerű kézmozdulattal megváltoztathatják a hőmérsékletet, a zenét, vagy akár a térképet is megnyithatják, miközben jobban tudnak összpontosítani a vezetésre.¹⁵

Integrált rendszerben alkalmazva a technológiákat, új komplex élményeket lehet létrehozni. Például egy múzeum interaktív kiállításán a látogatók VR-headsetet viselve bejárhatják a virtuális teret, miközben AR-információkat szereznek a kiállított tárgyakról, és haptikus visszajelzést kapnak a tapasztalataik során.

A jövőbeli fejlesztésekben a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás integrálása a térélménybe új szintre emelheti az interaktivitást és a személyre szabhatóságot, mivel képes lehet a felhasználói szokások elemzésére.

¹⁵ SALTER 2020: 39–42.

A térszemlélet fejlesztését biztosító szoftverek

A térszemlélet fejlesztését célzó szoftverek többféle formában léteznek, amelyek lehetnek geográfiai információs rendszerek (GIS), 3D-modellező, szimulációs és AR-/VR-szoftverek.

A GIS-szoftverekkel a felhasználók térképeket készíthetnek, adatokat elemezhetnek és vizualizálhatnak, ezáltal kiválóan alkalmazhatók földrajzi típusú tantárgyak oktatásában. A 3D-modellező szoftverek (SketchUp, Blender, különböző CAD-programok stb.) lehetővé teszik, hogy általuk modelleket készítsenek, és különösen hasznosak a gépészeti és építészeti tervezésben, a művészetekben, de szerepet játszhatnak például a matematika oktatása során is, a geometriai formák megértésében.

A SketchUp egy intuitív és felhasználóbarát 3D-modellező szoftver, amelyet elsősorban építészek, belsőépítészek, mérnökök és tervezők használnak. A program kiemelkedő jellemzője a könnyű tanulhatóság és a gyors modellezési folyamat, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy szinte azonnal vizuálisan megjelenítsék ötleteiket. A SketchUp széles körű eszközkészlettel rendelkezik, beleértve a formák, textúrák és árnyékok egyszerű kezelését, valamint a 3D-nyomtatásra való előkészítést is. A szoftver online közössége és a kiegészítők gazdag tárháza tovább növeli a felhasználási lehetőségeket.

A Blender egy nyílt forráskódú 3D-modellező, animációs szoftver. A program sokoldalúsága biztosítja a felhasználók számára, hogy különféle területeken, például játékfejlesztés, filmkészítés, vizuális effektek és 3D-nyomtatás terén alkossanak. A Blender számos funkciót kínál, többek között modellezést, textúrázást, animációt és szimulációt, valamint lehetővé teszi a fotorealistikus képek készítését. A felhasználói felület testreszabhatósága és a közösségi támogatás révén a Blender ideális választás mind a kezdő, mind a tapasztalt felhasználók számára.

A szimulációs szoftverek, mint például a GeoGebra, lehetővé teszik a diákok számára, hogy interaktív módon fedezzék fel a matematikai és fizikai fogalmakat. Ez egy dinamikus matematikai szoftver, amely integrálja a geometria, algebra, statisztika eszközeit egy felhasználóbarát környezetben. Az alkalmazás célja, hogy elősegítse a matematikai gondolkodást és a tanulást interaktív módon, lehetővé téve a felhasználók számára, hogy vizuálisan felfedezzék a matematikai fogalmakat. A GeoGebra különösen népszerű az oktatásban, mivel könnyen használható, és támogatja a különböző matematikai szintű tanulókat. A program lehetőséget biztosít grafikus ábrázolások készítésére, egyenletek megoldására, valamint dinamikus modellek létrehozására, így a tanulók és a tanárok számára egyaránt hasznos eszközként szolgál a matematikai ismeretek elmélyítésében, továbbá segíti a térbeli gondolkodás fejlesztését, azáltal, hogy valós idejű visszajelzést ad a felhasználók interakcióira, valamint lehetővé teszi, hogy síkbeli (háromszög, négyzet stb.) vagy térbeli alakzatokat hozzanak létre és manipuláljanak. A GeoGebra lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy dinamikusan változtassanak az alakzatok paraméterein, amivel a különböző matematikai helyzetek azonnal vizualizálhatók. Ezzel a megközelítéssel a tanulók fel tudnak fedezni geometriai összefüggéseket és matematikai

törvényszerűségeket, képesek lesznek modellezni különböző térbeli alakzatokat és megérteni azok térfogatát és felszínét.¹⁶

A GeoGebra AR-változata lehetővé teszi a kiterjesztett valóság bevonását a munkába, amely elősegíti a tanulók térszemlélet-fejlesztését is. A tanulás sokkal szórakoztatóbb az AR-ben, és ha egy olyan összetett tantárgy, mint a matematika, vizuálisan megjeleníthető a való világban, az sokkal világosabbá teheti a fogalmakat. A GeoGebra matematikai objektumokat helyez el a való világban, így különböző szögekből lehet felfedezni őket (3. ábra). A feladatok elvégzéséhez és a szükséges képernyőképek elkészítéséhez fizikailag kell mozogni a virtuális objektumok között.¹⁷



3. ábra: GeoGebra AR-alkalmazása

Forrás: The Economic Times 2018

A térszemlélet fejlesztését célzó szoftverek interaktív, vizuális és élményszerű tanulási lehetőségeket biztosítanak, ezáltal a tanulók jobban megérthetik a térbeli fogalmakat és összefüggéseket, ugyanakkor lehetőséget adnak az oktatóknak, hogy gazdagítsák a tananyagot és növeljék a tanulók érdeklődését.

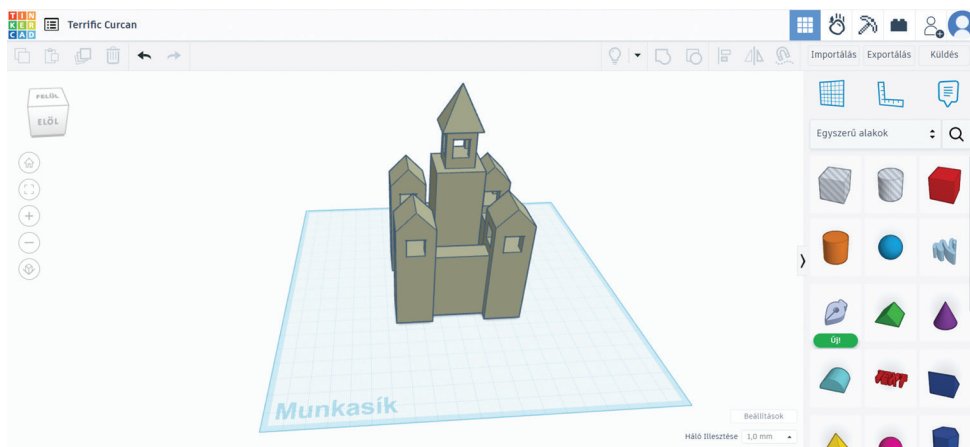
A CAD/CAM (*computer aided design* – számítógéppel segített tervezés, *computer aided manufacturing* – számítógéppel segített gyártás) szoftverek előnye, hogy az elméletet összekapcsolják a gyakorlattal, alkalmasak ipari felhasználásra, tervezésre, síkbeli rajzok készítésére és 3D-modellezésre. Különböző programok találhatók, amelyek közül egyesek nyílt elérhetőségűek, mások fizetős programok, magyar és idegen nyelvűek, vagy pedig gyerekek

¹⁶ PETZ-REIDER 2020: 45.

¹⁷ OSYPOVA-TATOCHEENKO 2021.

és felnőttek (munkára) számára készültek. A programok egyenesek, görbék, pontok, felületek és testprimitívek felhasználásával készítik el a rajzokat, képesek kiszámítani a megrajzolt elem tömegét, térfogatát. Az alábbiakban példaként három programot mutatunk be, egy gyerekek számára könnyen elérhető és alkalmazható (TinkerCAD), egy nyílt forrású, magyar nyelvű (FreeCAD) és egy fizetős, angol nyelvű, úgynevezett ipari felhasználású programot.

A TinkerCAD egy online tervező és modellező program, amely ideális választás a tanulók számára, mert lehetővé teszi, hogy gyorsan készítsenek 3D-modelleket. A felhasználók egyszerűen regisztrálhatnak egy ingyenes fiókot, és már kezdhetik is a tervezést. A program felülete világos és rendezett, a különböző eszközök és funkciók könnyen elérhetők. A tervezőfelület középpontjában egy 3D-s vászon áll, ahol a felhasználók a különböző geometriai formákat egyszerűen „fogd és vidd módszerrel” elhelyezhetik (4. ábra). Az eszközök és a funkciók, mint például a méretezés, forgatás és mozgatás egyértelműen láthatók, ami segíti a felhasználót a modellek precíz kialakításában. Az egyes elemek színének és anyagának megváltoztatása is rendkívül egyszerű. A TinkerCAD egyik legnagyobb előnye, hogy már akár teljesen kezdők is, mindenféle előtanulmány nélkül sikereket érhetnek el, és létrehozhatnak 3D-modelleket. A program különböző 3D-s objektumok széles választékát kínálja, amelyeket szabadon lehet kombinálni és módosítani, valamint segítségével a létrehozott modelleket közvetlenül 3D-nyomtatóra¹⁸ lehet exportálni. A TinkerCAD számos oktatóanyagot kínál a felhasználók számára, amelyek lépésről lépésre végigvezetik őket a különböző projektek elkészítésében, így a tanulási folyamat szórakoztató és élvezetes lesz, továbbá lehetőséget ad a kreativitás kibontakoztatására, és hozzájárul a digitális tervezés népszerűsítéséhez.

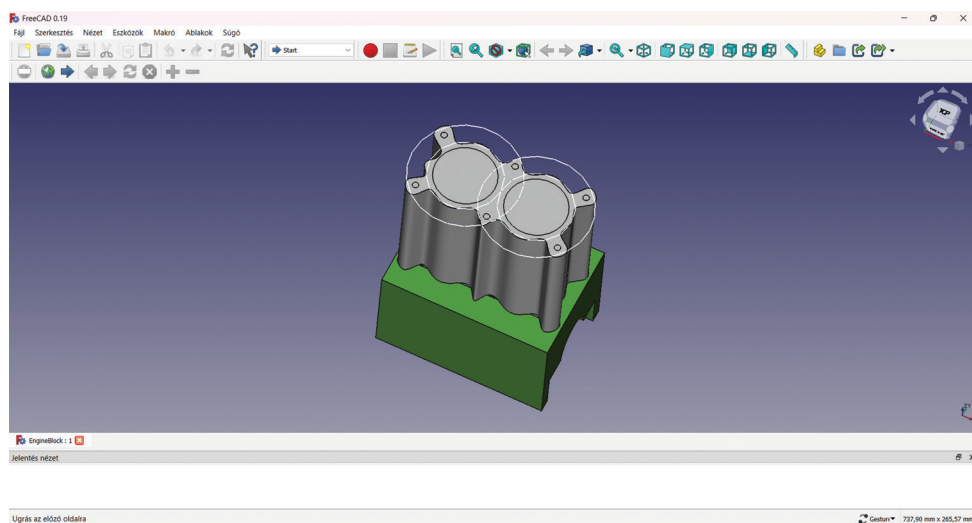


4. ábra: A TinkerCAD program képernyőképe

Forrás: a szerzők szerkesztése

¹⁸ GÁL-NÉMETH 2019: 231–249.

A FreeCAD a nyílt forráskódú modellezőprogramok közé tartozik, ezért bárki hozzájárulhat a fejlesztéshez és testre szabhatja a saját igényei szerint. A program egyik legfontosabb jellemzője a paraméterezett modellezés, amely biztosítja a felhasználók számára, hogy a modellek geometriai elemeit és azok kapcsolatait matematikai formulák segítségével definiálják. Ez a funkció hasznos abban, ha a modelleket a későbbiek során módosítani szeretnék, mert a változások automatikusan frissítik a kapcsolódó elemeket is. A FreeCAD moduláris struktúrával rendelkezik, ami azt jelenti, hogy a felhasználók különböző modulokat telepíthetnek és használhatnak, attól függően, hogy milyen típusú munkát végeznek. A program felhasználói felülete intuitív és testre szabható, lehetővé téve az igényeknek megfelelő munkakörnyezet beállítását (5. ábra). Az elérhető eszközök közé tartozik a 3D-s nézet, a geometriai formák létrehozására szolgáló eszközök, a paraméterek beállítása és a modellek szerkesztése. A FreeCAD sokoldalú és számos területen alkalmazható program. Széles körben használják gépészeti tervezésre, mivel képes precíz geometriai modellek létrehozására és a részegységek paraméterezett kezelésére. Katonai robbantástechnikai alkatrészek megtervezésében is bizonyította már ez a szoftver az alkalmazhatóságát. Kumulatív töltetek és vágótöltetek is készültek vele kutatási célból.¹⁹ A felhasználók könnyen tervezhetnek alkatrészeket, valamint szimulálhatják azok működését.

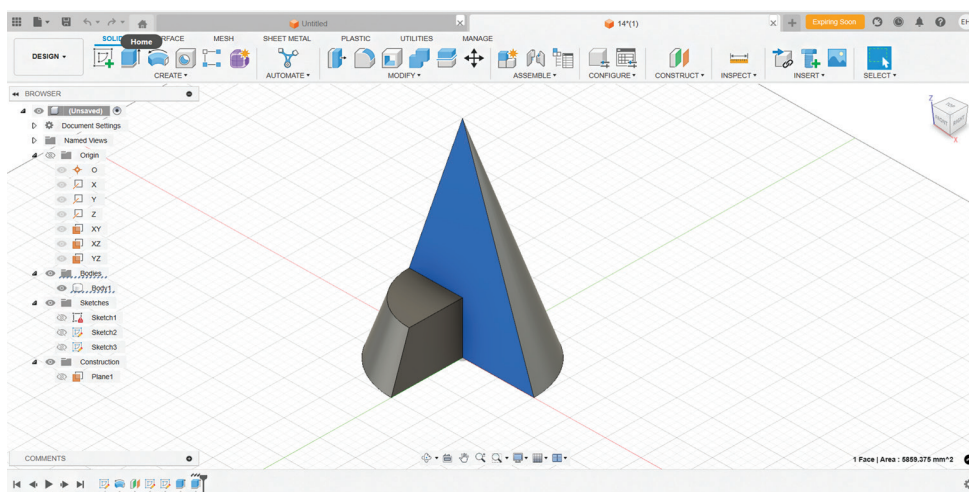


5. ábra: A FreeCAD program képernyőképe

Forrás: a szerzők szerkesztése

¹⁹ ÁDÁM–EMBER 2022: 107; EMBER 2023: 32.

A Fusion360 az Autodesk által kifejlesztett integrált CAD-/CAM-program, amelynek célja, hogy egyesítse a hagyományos tervezési folyamatokat a felhőalapú technológiával, lehetővé téve a felhasználó számára, hogy bárhol és bármikor hozzáférhessen a munkáihoz. A program felhasználói felülete modern és könnyen navigálható. A paraméteres modellezés során a tervezési elemeket paraméterek alapján hozzák létre, így később könnyen módosíthatóvá válnak, továbbá elérhető a történet alapú modellezés is, amely rögzíti a felhasználó minden lépését, így biztosítva a korábbi állapotokhoz való visszatérést. Ez a funkció nagymértékben megkönnyíti a tervezési folyamatok nyomon követését és a kísérletezést. A Fusion360 szimulációs eszközöket is kínál, amelyek segítenek a tervezett modellek viselkedésének előrejelzésében. A program lehetővé teszi a statikus, a dinamikus és a hőmérsékleti szimulációk elvégzését. Legnagyobb előnye a felhőalapú tárolás és a kollaboráció, vagyis hogy a felhasználók könnyedén megoszthatják projektjeiket másokkal, így biztosítva a valós idejű együttműködést. A program automatikusan menti a változtatásokat, ezáltal a felhasználók soha nem veszítenek el fontos adatokat. Az Autodesk lehetővé teszi a tanulók és az oktatási intézmények számára, hogy ingyenesen használhassák a Fusion360 programot, ami jó lehetőséget biztosít az oktatás során, és használata által fejlődhet a tanulók térszemlélete is (6. ábra).



6. ábra: A Fusion360 program képernyőképe

Forrás: a szerzők szerkesztése

Összegzés

A cikk a térszemlélet fejlesztésének oktatási stratégiáit mutatta be, hangsúlyozva, hogy különböző tantárgyakban eltérő módszerek és technológiák alkalmazhatók a térbeli gondolkodás kialakítására. A publikáció kiemeli, hogy a térszemlélet fejlesztésében hatékonyak lehetnek a vizuális, interaktív és kollaboratív módszerek, mint például a szemléltetés, projekt módszer, kooperatív tanulás, szimuláció, szerepjáték és játék. A szemléltetés vizuális eszközökön keresztül segít a térbeli összefüggések megértésében, a diagramok, a modellek, a digitális animációk

aktiválják a tanulók figyelmét és motivációját, valamint támogatják a differenciált tanulást. A projekt módszer a gyakorlati problémák megoldására, aktív részvételre ösztönöz, fejleszt a kritikus gondolkodást és kreativitást, bár szervezési kihívásokat jelent. A kooperatív oktatás a csoportmunka révén erősíti a térbeli viszonyok megértését, a csoportdinamikát és az együttműködést, amelyek fontosak a munkaerőpiaci készségek szempontjából is. A szimulációk és szerepjátékok lehetővé teszik a valós problémák virtuális vagy valós környezetben történő gyakorlatias kezelését, így mélyítve a térbeli tudást.

A digitális technológiák, különösen a számítógépes támogatású vizualizáció, a VR, az AR, a 3D-modellek és a haptikus eszközök forradalmasítják a térsemlélet fejlesztését. A virtuális valóság élményt nyújt, interaktív gyakorlatokat és szimulációkat kínálva, míg az AR a való világba helyez digitális tartalmakat, így élő kapcsolódást teremt a tanulók környezetével. A 3D-modellek és haptikus technológiák pedig biztosítják a fizikai tapasztalat és a vizuális élmény összekapcsolását, tovább növelve a térbeli gondolkodás fejlődését. A szoftveres támogatás szintén kulcsfontosságú a térsemlélet fejlesztésében. A GIS-rendszerek, térképek, a 3D-modellező szoftverek lehetővé teszik a vizuális és paraméteres tervezést, az alkatrészek precíz modellezését. A szimulációs programok interaktív matematikai és fizikai modelleket kínálnak, támogatva a térbeli gondolkodást. Az AR-alapú alkalmazások pedig a matematikai objektumokat a való világban jelenítik meg, így növelve az élményt és a megértést. Összességében a modern technológiák, módszerek és szoftverek gazdagítják az oktatási lehetőségeket, hatékonyabbá téve a térsemlélet fejlesztését. Ezek alkalmazásával a tanulók jobban megértik a térbeli összefüggéseket, miközben az oktatók is gazdagabb, élményszerű tananyagot kínálhatnak, ugyanakkor figyelembe kell venni a hozzáférhetőségi és kényelmi szempontokat is.

Felhasznált irodalom

- ÁDÁM Balázs – EMBER István (2022): Béléstestek készítésének technikai lehetőségei alacsony sűrűségű anyagból. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 101–111. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.6>
- CSAJKA Edina – BENCÉNÉ FEKETE Anikó Andrea (2024): Élményalapú oktatási módszerek. In BENCÉNÉ FEKETE Andrea – SCHLICHTER-TAKÁCS Anett (szerk.): *Módszertani eszköztár a felsőoktatásban tanító oktatók számára* 2. Gödöllő: MATE Press, 55–71. Online: <https://doi.org/10.54597/mate.0112>
- CSIMÁNÉ POZSEGOVICS Beáta – SCHLICHTER-TAKÁCS Anett (2022): Együttműködésen alapuló módszerek. In BENCÉNÉ FEKETE Andrea – SCHLICHTER-TAKÁCS Anett (szerk.): *Módszertani eszköztár a felsőoktatásban tanítóktól számára*. Gödöllő: MATE Press, 45–57. Online: <https://doi.org/10.54597/mate.0004>
- DEMETER Robert – KÖVÁRI Attila (2020): Digitális szimuláció jelentősége meghatározó mérnökök kompetenciafejlesztésében. *Civil Szemle*, 17(2), 89–102. Online: https://epa.oszk.hu/04100/04123/00002/pdf/EPA04123_civil_szemle_2020_02_089-102.pdf
- EMBER István (2023): 3D nyomtatott kumulatív idomtöltetek tesztrobbantása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(3), 29–40. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.3.3>
- FALUS Iván – SZŰCS Ida (2022): *A didaktika kézikönyve. Elméleti alapok a tanítás tanulásához*. Budapest: Akadémiai Kiadó. Online: https://mersz.hu/dokumentum/m1037adk_249/
- GÁL Bence – NÉMETH András (2019): Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére. *Hadmérnök*, 14(1), 231–249. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.19>

- GÜN, Ezgi T. – ATASOY, Bilal (2017): The Effects of Augmented Reality on Elementary School Students' Spatial Ability and Academic Achievement. *Education and Science*, 42(191), 30–51. Online: <https://doi.org/10.15390/EB.2017.7140>
- HOLIK Ildikó Katalin – SANDA István Dániel – VIOLA Attila (2022): A készségfejlesztés lehetőségei STEM területeken. In IVANOVIC Josip – TÖRTELI TELEK Márta – VUKOV RAFFAI Éva (szerk.): *11. Nemzetközi Módszertani Konferencia: Paradigmaváltás az oktatásban és a tudományban*. Tanulmánygyűjtemény. Subotica: University of Novi Sad Hungarian Language Teacher Training Faculty, 210–221. Online: https://www.researchgate.net/profile/Ildiko-Holik/publication/372187195_A_KESZSEGFEJLESZTES_LEHETOSEGEI_STEM_TERULETEKEN/links/64a81705c41fb852dd-5b4664/A-KESZSEGFEJLESZTES-LEHETOSEGEI-STEM-TERULETEKEN.pdf
- KOVÁCS Zoltán (2022): Robbantás oktatás a katonai BSc. képzésben. In DARUKA Norbert (szerk.): *Fűrés-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. Fűrés- Robbantástechnika nemzetközi szimpózium különkiadás 2023*. Budapest: Robbantástechnikai Egyesület, 94–103.
- LADA László (2009): Oktatási módszerek. *Oktatókutató és Fejlesztő Intézet*, 2009. június 17. Online: <https://ofi.oh.gov.hu/tudastar/problema-kerdesek/oktatasi-modszerek>
- MAINELLI, Tom (2023): Wie die Einführung von Augmented Reality in der Fertigung die Prozesse verändert. *PTC*, 2023. szeptember 8. Online: <https://www.ptc.com/de/blogs/ar/augmented-reality-adoption-in-manufacturing>
- NÉMETH, András – SZABÓ, András – BALOG, Ferenc (2020): 3D Virtualisation and Visualisation Technologies for Archiving the Results. In HAUSNER, Gábor – NÉMETH, András (szerk.): *Zrínyi-Újvár: A Seventeenth-Century Border Defence System on the Edge of the Ottoman Empire*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 225–268. Online: https://doi.org/10.36250/00757_13
- NÉMETH András – VIRÁGH Krisztián (2021): Virtuális valóság és haderő – fejlődéstörténet I. rész. *Haditechnika*, 55(2), 5–12. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.2.02>
- OSYPOVA, Nataliia V. – TATOCHENKO, Volodimir I. (2021): Improving the Learning Environment for Future Mathematics Teachers with the Use Application of the Dynamic Mathematics System GeoGebra AR. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)* Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021, 178–196. Online: <https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper10.pdf>
- PETZ Tiborné – REIDER József (2020): A tanítóképzés matematika oktatásának fejlesztési útjai a tantervi átalakításkor. In FEHÉR Ágota – GRÓZ Andrea (szerk.): *Tanulói szükségletek – Nevelői válaszok*. Győr: SZE-AK, 45–58.
- SALÁT Magdolna – SZIVÁK Judit – RÉNYI Ágnes (2019): Egy oktatóközösség tanulása és támogatása a projekt alapú tanulás megvalósítása érdekében. In VARGA Aranka – ANDL Helga – MOLNÁR-KOVÁCS Zsófia (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban 2019*. Pécs: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság PTE BTK Neveléstudományi Intézet.
- SALTER, Chris (2020): Az érzékelés technológiái. Az érzékelés kibővítése az immerzivitás korában. *Játéktér*, 9(1), 39–50.
- SZABÓ Tibor – PŠENÁKOVÁ Ildikó (2023): Téri képességek fejlesztése kiterjesztett valóság segítségével. *OxIPO*, (1), 79–89. Online: <https://doi.org/10.35405/OXIPO.2023.1.79>
- The Economic Times (2018): 6 Amazing Augmented Reality Experiences on iPad that are Free. *The Economic Times*, 2018. május 9. Online: <https://economictimes.indiatimes.com/magazines/panache/6-amazing-augmented-reality-experiences-on-ipad-that-are-free/reality-with-a-different-view/slideshow/64094048.cms>
- TÓTH Péter (2022): *A pedagógia alapjai szakmai pedagógusjelölteknek I.* Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdasági és Társadalomtudományi Kar, Műszaki Pedagógia Tanszék.