

Rosnerné Danner-Stipkovits Mónika

informatikatanár
Zentai Úti Általános Iskola
rosnerne.monika@zentai.hu

A 3D tervezés lehetőségei és jelentősége az oktatásban

The possibilities and importance of 3D design in education

Abstract

In the field of education, tools and methods are continuously evolving and developing to make learning processes more efficient and interactive. One promising area of development is the application of 3D design and printing. The aim of this study is to provide insight into the possibilities of 3D design and printing in education. I will demonstrate how these technologies can influence the educational process and the learning experience of students, as well as how they can help teachers and educators in better visualization and practical experience sharing. I will present specific examples of tasks tailored to different age groups, intended as thought-provoking and inspirational ideas for my adventurous colleagues.

Keywords: 3D design, 3D printing, educational technology, interactive learning, pedagogical innovation

Absztrakt

Az oktatás területén folyamatosan változnak, fejlődnek az eszközök és módszerek, amelyek segítségével hatékonyabbá és interaktívabbá tehetjük a tanulási folyamatokat. Az egyik ilyen fejlesztési terület, amely sok szempontból ígéretes, a 3D tervezés és nyomtatás alkalmazása. A tanulmány célja, hogy betekintést nyújtson a 3D tervezés és nyomtatás lehetőségeibe az oktatásban. Bemutatom, hogyan befolyásolhatják ezek a technológiák az oktatási folyamatot és a tanulók tanulási élményét, valamint hogyan segíthetnek a tanároknak és oktatóknak a jobb vizualizáció gyakorlati megtapasztalásában, átadásában. Konkrét példákkal fogom bemutatni az egyes korcsoportokhoz illeszkedő feladatokat, amelyeket gondolatébresztőnek, inspirációnak szánok vállalkozó szellemű kollégáimnak.

Kulcsszavak: 3D tervezés, 3D nyomtatás, oktatási technológia, interaktív tanulás, pedagógiai innováció

1. Bevezetés

A 3D tervezés és nyomtatás két összetett technológia, amelyek forradalmasították a tervezés és gyártás folyamatait számos iparágban, ideértve az oktatást is. A 3D tervezés háromdimenziós virtuális objektumok létrehozását jelenti, amelyek valósághűen reprezentálják azokat a térbeli dimenziókban. Ez lehetővé teszi a tervezőknek és mérnököknek – továbbá mára gyakorlatilag bárkinek –, hogy részletesen modellezzenek és megjelenítsenek olyan objektumokat és szerkezeteket, amelyek sokszor bonyolultak és nehezen lennének elképzelhetőek a hagyományos két-dimenziós rajzok vagy modellek alapján. Tanulmányomban bemutatásra kerül, hogy mi teszi ezeket a technológiákat vonzóvá a tanítás szempontjából, és hogyan illeszkednek a modern oktatási eszköztárba, felvetem a lehetséges előnyöket és kihívásokat, valamint áttekintem a már létező kutatásokat és eredményeket ezen a területen.

2. A 3D tervezés alapjai

A 3D tervezés számos szoftveres eszközzel és technikával valósulhat meg, beleértve az autonóm CAD (számítógép segített tervezés) programokat, mint például az AutoCAD, So-

lidWorks, Blender, vagy esetünkben a TinkerCad. Ezek a szoftverek lehetővé teszik a felhasználóknak, hogy létrehozzanak és módosítsanak 3D modelleket, amelyeket később felhasználhatnak szimulációkhoz, prototípusokhoz vagy akár a 3D nyomtatáshoz.

2.1. A 3D modellezés fogalma és technikái

A 3D modellezés során a felhasználók háromdimenziós digitális modelleket hoznak létre különböző objektumokról vagy szerkezetekről, esetleg még nem létező tárgyakat alkotnak vele. A grafikus szoftveres modellezésnek négy népszerű technikája van (Farkas, 2011):

- Poligonmodellezés – 3D-s térben elhelyezett pontok (itt vertexek), összekötve szakaszokkal, együtt poligonhálót alkotnak. A mai modellek legnagyobb része manapság textúrázott poligonmodell, mivel ezek rugalmasan alakíthatóak, és mert a számítógépek könnyen és gyorsan renderelik őket.
- NURBS-modellezés – súlyozott kontrollpontok által befolyásolt szplájnfüggvények görbéi határozzák meg. A görbék követik, de nem feltétlenül érintik a pontokat. A NURBS felületek nem csak közelítik a görbületet kisméretű lapos felületekkel, hanem tényleg simák, így különösen alkalmasak organikus modellek készítésére.
- Splines & Patches modellezés – ez is görbék segítségével ábrázol. A használat egyszerűségét és a rugalmasságát tekintve a poligonmodellezés és a NURBS-modellezés közé esik.
- Primitív-modellezés – Ez a modellezési módszer geometriai primitíveket vesz alapnak, mint például gömbök, hengerek, kúpok vagy kockák és ezekből épít fel komplexebb alakzatokat. Előnye a gyors és könnyű használat, a méretek abszolút pontossága, mivel a formák matematikailag definiáltak, ezen kívül a leíró nyelve is egyszerű.

2.2. 3D tervezési szoftverek áttekintése

Számos különböző 3D tervező szoftver létezik, amelyek eltérő funkciókkal és lehetőségekkel rendelkeznek. A teljesség igénye nélkül néhány példa a legnépszerűbbekre.

AutoCAD¹

Egyike a legelterjedtebb és legismertebb CAD szoftvereknek, amely számos iparágban használatos, beleértve az építészetet, a gépészetet és az ipari tervezést is. Az AutoCAD lehetővé teszi a részletes 2D alakzatok, rajzok és tervrajzok létrehozását és szerkesztését, de a szoftverben elérhető 3D modellezési eszközökkel lehetőség van 3D objektumok és modellek létrehozására és szerkesztésére is. Precíz műszaki rajzokat, tervrajzokat és műszaki dokumentációkat tudunk létrehozni, és számos szövegforgalmazási és méretmegadási lehetőség áll rendelkezésünkre a rajzok részletes kidolgozásához.

SolidWorks²

Egy professzionális CAD szoftver, amely kifejezetten a gépészet és a tervezés területére fókuszál. Kiválóan alkalmas bonyolult szerkezetek modellezésére és mérnöki tervezési feladatokra. Lehetőséget nyújt parametrikus modellezésre (a tervezők változókat és kapcsolatokat

¹ <https://web.autocad.com/login>

² <https://www.solidworks.com>

használhatnak a modellek létrehozásához, ami gyors és rugalmas tervezést tesz lehetővé), rajzolásra (részletes technikai rajzokat hozhatunk létre), teljes és összeszerelési szimulációra.

Blender³

Egy ingyenes és nyílt forráskódú 3D modellező és animációs szoftver, amely széles körben használható kreatív projektek létrehozására, beleértve a modellezést (lehetőség van különböző technikák kipróbálására, pl. szilárdtest, felület- és vektoros modellezés), az animációt (ideértve a karakteranimációt és mozgásgrafikákat), videojáték fejlesztést, vizuális effekteket, szimulációkat (részecskeszimulációk, folyadékszimulációk, dobozszerű szimulációk, stb.) és renderelést.

TinkerCad⁴

Ez egy ingyenes és felhőalapú 3D tervezési szoftver, amely kifejezetten kezdőknek és fiatalabb korosztálynak készült. Az Autodesk által fejlesztett platform felülete egyszerű és intuitív, ami lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyen és gyorsan megismerjék a 3D tervezés alapjait anélkül, hogy komplex szoftverekkel kellene kezdeniük. Belépés után élhetünk a Források menüpont alatti TinkerCad-blog, Oktatási Központ, Óratervek és Kihívások nyújtotta segítséggel. Saját profilunk alatt csoportosítva találjuk Óráinkat, Terveinket, Gyűjteményeinket, Oktatóanyagainkat és Kihívásainkat. A Közösségi galéria elemeiből könnyen tudjuk anyagainkat bővíteni. A tereket megkettőzhetjük, hozzáadhatjuk óratervhez vagy gyűjteményhez, esetleg megoszthatjuk közvetlenül Classroomban létrehozott óránál, vagy a közösségi média együttműködő felületein (Twitter, Facebook, Pinterest), amihez beágyazásra alkalmas kódot is kaphatunk.

Az *Áramkörök* tervezését például micro:bit projektekhez tudjuk felhasználni, később még lesz róla szó, hiszen kapcsolódhat a tananyaghoz. A *Kódblokkok*nál kész tervek állnak rendelkezésünkre, projektindítókat találhatunk, izgalmas lehetőségek állnak rendelkezésünkre, ezt haladóknak is ajánlom.

A *3Dtervezés*hez alapvető modellezési eszközök, mint például az alakzatok rajzolása, elforgatása, átméretezése, mozgatása, egyszerű és könnyen érthető módon állnak rendelkezésre. Az egyes alakzatok kitöltöttségével (szilárd, vagy furat), illesztésével, tükrözésével, csoportosításával és szétbontásával tudjuk a diákokat alkotásra ösztönözni. Hasznos lehet, hogy szint tudunk választani a formáinknak, mivel az illesztéseknél jobban látszik, hogyan kapcsolódnak. Ha terünknek nincs további nyomtatási célja, a színektől látványosabb lehet egy létrehozott színtér.

A TinkerCad nagyszerű eszköz tanulók és oktatók számára, mivel lehetővé teszi kreatív projektek létrehozását, a 3D tervezés alapjainak megértését és a gyakorlati tapasztalatok szerzését, a közös munkatérben való együttműködést is felkínálva. Oktatóként osztályokat tudunk létrehozni, akár csak órákóddal és becenevvel is be tudnak lépni a tanulók, ha nincs diákfiókjuk, de társtanárokat is meghívhatunk a közök térbe. Az óratervekenyiségek fülénél megoszthatunk a diákokkal mintaként terveket, és itt láthatjuk is a gyerekek alkotásait. Ezek a tervek privát zónában maradnak, a többi felhasználó nem láthatja. Mivel felhőalapú a program, a mentéseket automatikusan végzi, folyamatosan tudjuk figyelni a készülő terveket. Mivel az „Értesítések” fül alatt nyomon lehet követni, ki és mikor szerkesztette tovább a tervét, esetlegesen törölte, online oktatásra is alkalmas. Az egyes terveknél van lehetőség reakciók elhelyezésére, így valamelyest

³ <https://www.blender.org>

⁴ <https://www.tinkercad.com>

értékelésre is alkalmas. Beépülő lehetőségként együttműködik a Classroommal, amely megkönnyíti a diákok számára, hogy az elkészült alkotásokat közvetlenül az előírt CR feladathoz küldjék be. Tanárként megkönnyíti az értékelést, hogy a beküldött feladatokról előképet látunk.

2.3. Alapvető tervezési elvek és gyakorlatok

A 3D tervezés során fontos figyelembe venni néhány alapvető tervezési elvet és gyakorlatot, amelyek segíthetnek a hatékonyabb és funkcionalitást nyújtó modellek létrehozásában. Így fontos figyelembe venni az ergonómiát, a funkcionalitást, az esztétikát és tekintettel kell lennünk a tervezett tárgyak anyagszerkezetére és tartósságára is. Fenti elvekből a tervezés tanulásának első fázisaiban jócskán engednünk kell, hiszen elsősorban nem tényleges használati tárgyakat tervezünk, hanem magát a tervezést tanuljuk. Azonban a diákoknak a tervezési folyamat során ezekre a szempontokra is felhívjuk a figyelmét, így amikor első terveik kinyomtatásra kerülnek, azok tapasztalatai visszaépülhetnek a későbbi tervezési szempontokba.

3. A 3D nyomtatás technológiai

A 3D nyomtatás, más néven additív gyártás olyan folyamat, amely során a megtervezett, digitális 3D modellekből valós, fizikai objektumokat hoznak létre. A 3D nyomtatás lehetővé teszi az egyedi és testreszabott tárgyak gyors és költséghatékony előállítását, ami jelentős előnyt jelent az oktatási környezetben. A nyomtatási folyamat során az objektumokat rétegről rétegre építik fel, azaz hozzáadással alkotnak. Ez az eljárás nagyban különbözik a hagyományos, leválasztó gyártási módszerektől, mint például a forgácsolás vagy a megmunkálás, ahol az anyagot eltávolítják vagy formálják, hogy az elkészült termék formáját kapják meg.

3.1. Különböző 3D nyomtató típusok összehasonlítása

A 3D nyomtatás területén számos különböző típusú nyomtató létezik, amelyek mindegyike eltérő módon működik és más-más anyagokkal dolgozik. Például:

- SLA (Stereolithographie) folyadék) nyomtatók: Az SLA nyomtatók folyékony fotopolimer anyagot használnak, amely a levilágítás helyén megszilárdul. Az eljárás során lézertérnyel (SLA) vagy projektorral (DLP) világítják le az egyes rétegeket. Érdekesség még, hogy a kinyomtatott objektumok fejjel lefelé készülnek el.⁵
- A CJP (Color Jet Printing) egy olyan additív gyártási eljárás, amely ideális többszínű, egyedi tárgyak, koncepcionális modellek vagy éppen építészeti tervek kisméretű megvalósítására. Ez a 3D-s nyomtatás kompozit por alapanyagra történik, rétegenként ragasztó hozzáadásával. Azaz a teljes nyomtatási felületet beteríti fehér porral és azon a részen, ahol a termék keletkezik, speciális ragasztót is ad hozzá, majd a nyomtatás végén a felesleges (nem ragasztott) fehér port eltávolítják. Ennél az eljárásnál a ragasztó mellett festék is juttatható a porhoz, így sokszínű objektumokat hozhatunk létre. A végtermék tapintásra leginkább a homokkőhöz hasonlít.⁶

⁵ <https://www.manubim.hu/3d-printing-technologies>

⁶ <https://www.manubim.hu/3d-printing-technologies>

- A BJ (Binder Jetting) fém nyomtatás alkalmas valóban működő tárgyak, mint például ékszerek, kiegészítők, lakberendezési tárgyak és bármilyen napi használati eszköz előállítására. “A nyomtató a fémes por alapanyagot rétegről rétegre elteríti és közben egy folyékony kötőanyag hozzáadásával szilárdul meg végleges formájára az egyedi 3D nyomtatott termék. (...) Miután a nyomtatási folyamat befejeződik, a fém terméket egy magas hőfokú kemencébe helyezik a végleges szilárdság és keménység elérése érdekében. Ezek után a maradék por részecskéket ecsettel és légfúvók segítségével távolítják el.”⁷
- SLS (szelektív lézerszinterezés) nyomtatók: Az SLS nyomtatók por alapú anyagokkal dolgoznak, amelyeket lézerrel hevítenek és olvasztanak össze rétegről rétegre. Ezek a nyomtatók általában nagyobb méretű és erősebb tárgyak nyomtatására alkalmasak, és szélesebb anyagválasztékkal rendelkeznek, beleértve a műanyagokat, fémeket és kerámiákat is. Ez a nyomtatási eljárás elterjedtebb az iparban, mivel nagyon precíz és nagy teherbírású tárgyakat lehet vele előállítani. Ez a szempont az oktatásban nem jelenik meg hangsúlyosan.⁸
- FDM (Fused Deposition Modeling) / FFF (Fused Filament Fabrication) / FLM (Fused Layer Modeling) (szálhúzásos rétegmodellezéses) nyomtatók: Ezek a nyomtatók egy fűthető olvasztófejjel dolgoznak, amely műanyagszálat olvaszt rétegenként a nyomtatás alapfelületére. Viszonylag olcsón beszerezhetők és könnyen kezelhetők, de a felbontásuk és a nyomtatási sebességük általában korlátozottabb. „Az első nyomtatókat CNC alapra készítették el, így ugyanazokat a léptetőmotorokat, orsókat, meghajtó áramköröket találjuk a nyomtatókban is. A nyomtatók által feldolgozott fájl kiterjesztése, a gcode kiterjesztés is megegyezik.” (CSEHI–BIHARI, 2021)

Jelen szakmai munkámban az olvasztószálas technikával működő *CraftBot Plus Classic* nyomtató felhasználását veszem alapul, a környezetemben főleg ezt használják az oktatási intézmények. A motor ennél a nyomtatótípusnál az olvasztófejet a koordinátarendszer x és y tengelyén mozgatja, a munkalapot pedig csak a z tengely mentén engedni lejjebb rétegenként. Mivel a gyakorlatban az x, y tengely melletti mozgások a bonyolultabbak a nyomtatás során, így egyszerűbb a számításokat az említett két tengelyre összevonni, ami persze magasabb processzorigényhez vezet. Kétségtelen előny, hogy a motorok nem képezik a mozgatott tömeg részét és így megszüntetik a mozgó tengelyre ható csavaró erőket (CSEHI–BIHARI, 2021). Ez a nyomtató ideális választás kezdőknek, akik még csak ismerkednek a 3D nyomtatással, mivel felhasználóbarát, egyszerű kezelése nem riasztja el a próbálkozókat. Viszont precíz és megbízható működése miatt a gyártó akár termelésre is ajánlja. 250x200x200mm-es nyomtatási méretével bőven kiszolgálja iskolai igényeinket. Személyes tapasztalatom szerint huzamosabb használat (8 óra) után érdemes pihentetni, mert könnyebben születnek hibás termékek.

A CraftBot nyomtatócsaládhoz kifejlesztettek egy felhasználóbarát grafikus felülettel rendelkező szeletelő szoftvert, a *CraftWare*-t, amely a haladóbb igényeket is ki tudja szolgálni. Új projekt megnyitásakor nekünk kell átállítani, hogy „minden fájl” közül válogathassunk, különben nem fogjuk látni a tervezés után .stl kiterjesztésben lementett munkánkat. A programba beolvasott tárgyat még szeletelés előtt át lehet méretezni, elforgatni, áthelyezni, leejteni, elvágni, szétbontani, vagy újabb tárgyakat hozzáadni. A támaszték-generálás opcionális, viszont a szeleteléskor alkalmunk nyílik haladó módra váltani. Ekkor nyílik meg az igazi kincsesláda -

⁷ <https://www.manubim.hu/3d-printing-technologies>

⁸ <https://formlabs.com/eu/blog/what-is-selective-laser-sintering/>

a ténylegesen haladók számára, hiszen enélkül is tökéletes alkotások születnek. A haladó beállításokban a sebességtől kezdve a sűrűségen át a be- és kilépés irányának és súlyozásának beállításáig millió funkcióval élhet a hozzáértő. A szeletelés után indíthatjuk a nyomtatást USB csatlakozóval a számítógépünkről, vagy pendrive-ra lementve és a nyomtatóba behelyezve is ki tudjuk választani a .gcode fájlt. Frissebb típusoknál már wifi-re csatlakoztatva mobileszközeinkről is kezelhetjük a nyomtatót.

3.3 3D nyomtatási anyagok és alkalmazási területeik

A 3D nyomtatási anyagok nagyon változatosak lehetnek, és különböző tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik számukra, hogy különböző alkalmazásokhoz és igényekhez igazodjanak. A legelterjedtebb 3D nyomtatási anyagok közé tartoznak a PLA és az ABS típusú műanyagok, amelyek könnyűek, olcsók és széles körben elérhetők. Ezeket gyakran használják prototípusok és koncepcionális modellek nyomtatására. A következő összehasonlító táblázatban (1. kép) Gajdács és Szűcs (2020) a két anyag tulajdonságait hasonlítja össze.

PLA		ABS	
Nyomtatási hőmérséklet:	190-220°C	Nyomtatási hőmérséklet:	230-250°C
Asztal hőfok:	0-70°C	Asztal hőfok:	70-100°C
Keménység:	magas	Keménység:	közepes
Rugalmasság:	alacsony	Rugalmasság:	alacsony
Nyomtathatóság:	kitűnő	Nyomtathatóság:	közepes

1. kép

PLA- és ABS-anyagok összehasonlítása.

Forrás: Gajdács–Szűcs, 2020

Egyre elterjedtebbek a fémekkel való 3D nyomtatási eljárások, amelyek lehetővé teszik erős és tartós fémtárgyak gyors és pontos előállítását. Ilyen anyagok például az alumínium, az acél és a titán. A kerámiák felhasználása különböző ipari és művészeti alkalmazásokban nő, és a 3D nyomtatás lehetővé teszi bonyolult formák és szerkezetek gyártását, amelyeket hagyományos módszerekkel nehéz lenne elérni.

Az alapfokú oktatásban – sőt, kevés szakirányú kivételtől eltekintve a középfokúban is – általában PLA filamentet használunk, így a későbbiekben bemutatott tárgyakat is ezzel az anyaggal nyomtattuk. Nagy előnye, hogy rövid ideig tartó üzemeltetés esetén zárt térben (pl. osztálytermekben) való használatra ideális (Kömlő, 2020).

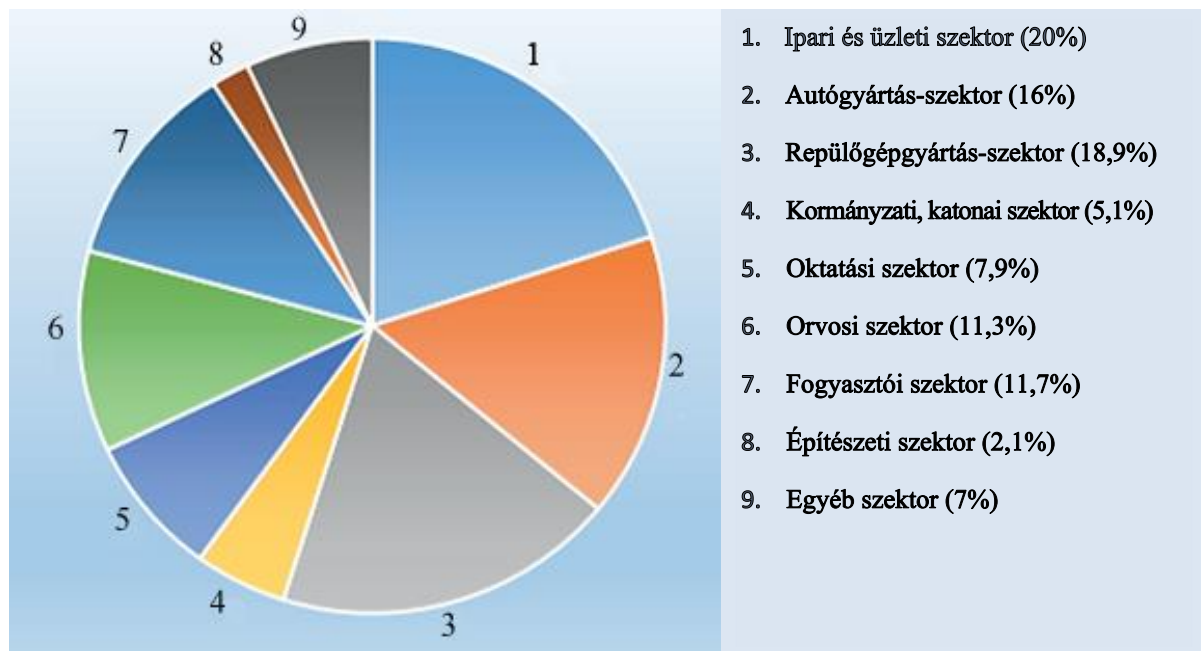
4. A 3D tervezés és nyomtatás alkalmazása az oktatásban

Összességében a 3D tervezés és nyomtatás kombinációja lehetővé teszi a tanároknak és diákok számára, hogy valósághűen modellezzenek és kísérletezzenek különböző koncepciókkal és eszközökkel, ami interaktívabbá és izgalmasabbá teheti az oktatási folyamatot.

A negyedik ipari forradalom érkezésével az oktatásnak is új kihívásokkal kell szembesülnie. Kialakult egy új szektor, a kibertér. A hagyományos oktatás nem tud válaszokat adni az okos-készülékekhez (okosváros, okosotthon stb.) kapcsolódó társadalom és munkaerőpiac legfonto-

sabb elvárásaira. Az eddig használt kompetenciák 35%-a lecserélődik, hogy hatékony gazdálkodást folytathassunk. A diákokat az eddigi lineáris-tudásalapú tanítással nem lehet felkészíteni sem a jövőre, sem a robotokkal való versenyre, ezért azok a kompetenciák válnak fontossá, amelyekkel a robotok még nem rendelkeznek. Például a kreativitás, az alternatív problémamérlegelés és -megoldás, valamint a kritikus gondolkodás. A munkaerőpiacon a képzések helyett inkább a képességekre fognak koncentrálni (BEKE, 2020).

Gajdács és Szűcs (2020) cikkében a 3D nyomtatás főbb területeit mutatja be az alábbi 2019-es felmérés szerinti ábrán (2. kép). A dobogósok között megjósolhatóan ipari felhasználók vannak (ipari és üzleti, autógyártás- és repülőgépgyártás-szektor), de az oktatás a maga 7,9%-ával a középmezőnyben mozog. Meggyőződésem, hogy azóta ugrásszerű növekedés valósult meg ezen a téren is.



2. kép
Az adalékanyagokkal való gyártástechnológia alkalmazása
Forrás: Gajdács–Szűcs, 2020

A Székesfehérváron működő Okosterem-programot az önkormányzat és a helyi vállalkozások támogatásával a tankerülettel együttműködve az Alba Innovár Digitális Élményközpont⁹ valósítja meg. Ennek keretében minden évben felszerelnek néhány iskolát okosteremmel, amelynek része a 3D nyomtató is. A felszerelés az okostáblán, laptopokon, tableteken kívül évről évre változó tartalmú robotika készletek segítették az „okosodást”. A program hatékonyságát nagyban támogatja, hogy képzés is tartozik a felszereléshez, melynek során minden intézményből hat-nyolc pedagógusnak van lehetősége tíz hónapon át az eszközöket, alkalmazásokat megtanulni, kipróbálni. Közülük kerülnek ki a később felkért PeDig menedzserek, akik helyben segítik kollégáikat a fejlődésben – már több, mint tíz intézményben. A nyomtatástól alapvetően idegenkednek a pedagógusok, így jól jön a helyben kapott segítség.

⁹ <https://www.albainnovar.hu/>

4.1 Az oktatásban felhasználható 3D tervezés és nyomtatás lehetséges területei

A 3D tervezés és nyomtatás számos területen és szinten hasznos lehet az oktatásban:

- STEM (klasszikus és mérnöki tudomány egyaránt, technológia és matematika) oktatás: a 3D tervezés és nyomtatás lehetővé teszi a tanulók számára, hogy gyakorlati tapasztalatokat szerezzenek a STEM területein, például azáltal, hogy modelleznek és nyomtatnak tudományos vagy mérnöki projekteket (BOCSÁRDI, 2021).
- Művészetek: az eszközök lehetővé teszik a tanulók számára, hogy kreatív projekteken dolgozzanak, például saját műalkotásokat, vagy szobrokat hozzanak létre, esetleg ismert irodalmi alkotások helyszíneit, alakjait megtervezve realizálhatják élményeiket (SUDÁR, 2021).
- Történelem és társadalomtudomány: a 3D modellezés lehetővé teszi a diákok számára, hogy virtuálisan rekonstruálják történelmi helyszíneket vagy kulturális színtereket, és így jobban megértsék a múltat és a különböző kultúrákat.

4.2 Pedagógiai módszerek és eszközök 3D tervezés és nyomtatás támogatására

Az oktatásban való sikeres 3D tervezés és nyomtatás támogatásához sokféle pedagógiai módszer és eszközt alkalmazhatunk. Sikeresen integrálható a *projektorientált* tanulásba, ahol a diákok saját 3D modelleket terveznek és nyomtatnak, hogy a folyamat során megvizsgáljanak egy témát, vagy megoldjanak egy problémát. *Kollaborációs* tanulás esetében az együttműködésre és csoportmunkára épülő tevékenységek lehetőséget adnak a diákoknak arra, hogy együtt dolgozzanak és tanuljanak egymástól a 3D tervezés és nyomtatás során. *Differenciált* oktatás során pedig a különböző képességszintekhez és igényekhez igazodó differenciált feladatok lehetővé teszik minden diák számára, hogy a saját tempójában és képességeinek megfelelően tanuljon és alkotson.

4.3 Egyéb oktatási előnyök és kihívások

Az oktatásban való 3D tervezés és nyomtatás előnyei közé sorolhatjuk, hogy a diákok *kreativitása* és *problémamegoldó* képességeinek fejlesztése révén elősegítheti a mélyebb tanulást és az átfogóbb megértést. A 3D modellezés és nyomtatás lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy fejlesszék a *térbeli gondolkodást* és a *vizuális készségeket*. Matematikai, fizikai tapasztalataikat felhasználva tervezhetik a tárgyakat. További előnyt jelent, hogy a projektek elkészítésekor csoportmunkában, vagy páros megvalósításban fejlődik társas kompetenciájuk, amelyre nagy szükség lesz a későbbiekben az élet bármely területén (*együttműködés*). *Tűrelmet* és *kitartást* tanulnak, amelynek jutalma lehet az elkészült produktum. A sikerélmény a gyerek önbizalmát is növeli, így segíthetjük az önfejlődés útján.¹⁰

Ugyanakkor az ilyen típusú technológiák bevezetése és használata kihívásokat is hordoz magában: nem minden iskola vagy diák rendelkezik megfelelő eszközökkel és erőforrásokkal a 3D tervezés és nyomtatás használatához. Sőt, helyesebb megfogalmazás lenne, hogy az intézmények döntő többségében még nem elérhető a 3D nyomtató, ugyanakkor az online tervezéshez szükséges eszközök adottak - a kompetenciamérés okán biztosan rendelkeznek kellő számú számítógéppel. Az oktatóknak és diákoknak megfelelő képzésre és támogatásra van szükségük ahhoz, hogy hatékonyan és biztonságosan használják ezeket a technológiákat az oktatásban. Ha az igény és a szándék jelen van a fejlődésre, akkor tulajdonképpen az önképzés is remekül

¹⁰ <https://arsuli.wordpress.com/2017/06/06/minek-a-3d-nyomtato/>

működhet; az online elérhető tutorial videók széles választéka áll rendelkezésre tanárnak, diáknak egyaránt, mindamelllett a tervező oldalak is segítik felhasználóikat rövid ismertetőikkel.

Természetesen mindannyian tudjuk, hogy a leghatékonyabb tanulási mód, ha van kézzelfogható eredménye az alkotásunknak. Így valójában a nyomtatást előkészítő tervezést is onnantól élvezzi igazán a felhasználó, amikor az első terve (akármilyen egyszerű objektumról is van szó) kinyomtatásra kerül és kézbe foghatja. Így maga a nyomtatás visszahat az előtte zajló folyamatra, ami hangsúlyosabbá válik akkor is, amikor nem készül el a végtermék.

5. Példák és esettanulmányok

A következőkben néhány létező projektet, ötletet, megvalósult tanórai tevékenységet. Arra fókuszáltam, hogy minden pedagógus találjon az általa tanított korcsoportnak megfelelő lehetőséget, ezért nem csak az általam már megvalósított ötleteket mutatom be.

5.1 3D tervezés és nyomtatás alkalmazása különböző oktatási szinteken

A tevékenységek korcsoportok szerint sorolom fel, mert a 3D tervezésre, illetve nyomtatásra nagyon jellemző, hogy nem *l'art pour l'art* működik jól. Akkor lesz hangsúlyos, élvezhető és magával ragadó, ha kontextusba helyezzük. Jelen esetben leginkább tantárgyközi kapcsolatokkal, sok témát magába foglaló projekttel, ami alkalmat ad más tárgyakhoz kapcsolódó kérdésekre is kitérni. Pedagógusként az interneten sok hasznos ötletet és projektleírást találhatunk, amit személyre szabhatunk – minden csak idő, pénz- és energiaráfordítás kérdése. Ezek egyikeként sem szoktunk bővében lenni, így hát érdemes taktikusan átgondolni a megvalósításukat.

Alsó tagozat

Alsó tagozatos tanulók informatikai alapismeretei és adottságaik (szem-kéz koordináció, egerhasználat) jellemzően nem elég fejlettek ahhoz, hogy a tervezőprogrammal bánni tudjanak. Természetesen adott a lehetőség, hogy szakköri környezetben kipróbálhassák magukat és a tervezés alapjait, de elsősorban náluk még a kész termékekkel tudjuk a tanulást segíteni. Ebben a tanári szándéokra kell hagyatkoznunk, ugyanis minden tantárgynak vannak jól bevált szemléltető eszközei, amelyeket könnyűszerrel ki tudnak egészíteni, pótolni ezzel a technikával.

- *hangjegy(ek)* - hátuljára kicsi mágneset ragasztva lehet egyéni feladatot adni, vagy a táblánál csapatversenyben megoldani – akár egy már ismert dalt, akár egy hallás utáni dallamot kell lekottázni. Természetesen a hangjegykészletet az aktuális tanulmányokhoz lehet igazítani (negyed, nyolcad, szünet, szinkópa stb.) és a dalválasztás tartalmától, témájától függően érintheti a többi tárgyat (történelemi olvasmányok, rajz, matematika stb.)
- *betűk* - ezeknek felhasználása adja magát, de lehet bonyolítani: pl. rövid szavakat húznak a tanulók és minél több variációt kell velük felírni, vagy csak mondani. Lehet persze memóriajátékot is játszani vele szóláncként elismételve az előzőeket és hozzáfűzve a sajátot.
- *számok* - az épp aktuális tananyaghoz igazodva lehet műveleti jelekkel kiegészíteni őket. Sokszor előfordul, hogy az absztrahálás nehezen megy ebben az életkorban. Ha tehát olyan feladatot kap a gyermek, hogy melyik számot/műveleti jelet kell áthelyezni ahhoz, hogy a megfelelő végeredményt kapjuk, akkor könnyebben tudnak tevékenység közben gondolkodni, mint „csak nézni” a feladatot. Kézbe vehető módon gyorsabban érkezhettek a megoldások és több érzékszerv kap ingert (látás, tapintás) a megoldás közben.

- *tervezés* – mivel a 3D tervezőprogram még korai lenne számukra – előzményként a jól bevált fakockáktól kezdve a szivacsformákon át a gyurmáig mindent ide tudnék sorolni. Ezek az eddig is létező foglalkozások és tevékenységek – főleg, ha tudjuk, hogy a program használatára (is) szeretnénk felkészíteni a gyerekeket - játékosan fejlesztik a térlátást, szem-kéz koordinációt és számos egyéb készséget, amelyre szükségük lesz a későbbiekben. Jó lehetőség, ha kártyákra rajzolt összetett objektumot húznak és adott alakzatokból kell létrehozniuk. Fejlesztő játék, ha szóval instruálják egymást - használva a tér irányainak megnevezéseit, hiszen a kapcsolódó szókincs sokszor még nehézséget okozhat nekik.
- *növények, állatok* – a természetismeret tárgyhoz kapcsolódóan is felhasználhatjuk a technológiát. Élvezetes játék lehet letakart dobozból kiválasztani a kinyomtatott állatok (növények, vagy részleteik) közül a megfelelőt tapogatással. Természetesen a felhasznált tárgyak nem csak nyomtatottak lehetnek, ha az a cél, hogy a különböző textúrákkal is ismerkedjenek.
- az *elismerés* különösen fontos ennek a korosztálynak. Akár napi szinten gyűjthető jutalomfigurákat is lehet nyomtatni, ily módon az értékelésbe is be tudjuk vonni a 3D nyomtatást. Minden pedagógusnak megvan a maga rendszere, amihez illesztheti az ötletemet. El tudok képzelni a 10 piros pontért (helyettük is lehet figurát adni) kapott szorgalmi ötös mellett olyan jutalmat, hogy bizonyos mennyiségű pont után nyomtatott figurát választ az ötös mellé. Ha lehet, teljes kollekciónak javasolnék gyűjteni az év során - minden hónapban mást. A motivációban mindenképpen fontos szerepet kaphat a 3D nyomtatás.

Millió lehetőségünk van, amelyeket természetesen nem kizárólag a 3D tervezés-nyomtatás bűvkörében lehet megvalósítani. Ezek a tevékenységek eddig is léteztek, de ha nem a kinyomtatom-lelaminálom komfortzónában mozgunk, akkor színesíthetjük a tanóráinkat velük. Tisztában vagyok vele, hogy alsó tagozaton ez főleg a pedagógus munkája, hiszen a megálmodott tevékenységhez szükséges tárgyakat megtervezni, kinyomtatni nem kis idő, de ha kézzelfoghatóvá tesszük a gyerekeknek a nyomtatási eredményeket, akkor alig várják, hogy a saját ötleteiket is megtervezhessék.

Felső tagozat

A felső tagozaton már feltételezzük az alsóban megtanult magabiztos egérhasználatot, így bármikor megmutathatjuk a tervezőprogramot. Saját tapasztalatom szerint csak azért kell óvatosan bánni vele, mert a megismerése után minden héten azzal nyúznak, hogy mikor fogunk azzal megint tervezni-nyomtatni valamit. Mivel a tananyagnak nem része, így csak saját belátásunk szerint áldozhatunk évente néhány tanórát erre a tevékenységre. Általában két óra elegendő erre. Ha a gyerekek megtanulták a tervezési funkciót, akkor semmi akadálya tanórán kívüli tevékenységként plusz feladatot kiírni rá. Esetleg házi, beadandó, vagy szorgalmi feladatként felkínálni a vele való további foglalkozást. A korábban már említett módon létrehozott egy órára bármikor visszatérhetnek és megtalálják az oda feltöltött mintatervet.

A 3D tervezést tehetség gondozásra is alkalmazhatjuk: adja magát a lehetőség, hogy a szakköri tematika részeként iskolai projektekhez tervezzünk díjakat, szereplőket, esetleg színteret rendezzünk be. Mivel a nyomtatási tevékenység időigényes, arra tanórai keretek között nemigen kerülhet sor, itt viszont nemcsak az elkészülő objektum lehet érdekes, hanem van idő és alkalom magát a technológiát tanulmányozni, kipróbálni. A nyomtatás közbeni színváltással szintet lehet ugrani a megvalósuló tárgyak vizuális értékében is.

A TinkerCad másik funkciója az *Áramkör* tervezés. Ez leginkább a fizika és technika tantárgyhoz tartozik, az online tervezés lehetősége azonban a digitális kultúra tárgyat is idekapcsolja. Új fejlesztésként jelent meg a programban az áramkör tervezésnél a Micro:bit szimulációja, amit kár lenne figyelmen kívül hagyni, mivel a tananyag is tartalmazza ötödik évfolyamtól. Nagyszerű lehetőség ez a funkció, ha iskolánk nem rendelkezik kézbe adható micro:bittel, de szeretnénk gyakorolni vele. Ugyan a Micro:bit oldalán¹¹ minden hasznos információ megtalálható, sőt a kódokat ki is tudjuk próbálni, de a TinkerCad oldalon az oktatási funkciót kihasználva órát hozhatunk létre, egy helyen láthatjuk diákjaink kódjait, stb. Hetedik-nyolcadik évfolyamosok már a fizika tantárgy ismereteit is felhasználhatják az áramkörökhöz, amelyekbe a Micro:bitet bekapcsolva szimulálhatják a program működését.

A 3D nyomtatót gyártó cég honlapján olvasható egy cikk, amely szerint a gyerekek kinyomtatják a „jövő városát”¹². Ezek a projektek a Maker’s Red Box gondozásában valósulnak meg. Amennyiben iskolánk nem rendelkezik ilyen eszközökkel, érdemes feltérképezni a lehetőségeket a weboldalon¹³, ahol lehetőség van néhány órás foglalkozásokon részt venni diákokkal, akár egy osztálykirándulás keretében. A cég által kifejlesztett projektcsomagok készen tartalmazzák mindent, ami a kiválasztott projekt megvalósításhoz szükséges (16x2 óra), a tanári tevékenységektől kezdve a részletes leíráson át a módszertani segítségig. Dolgozatom terjedelme nem engedi meg, de nem is célom az ő tevékenységük részletes bemutatása, viszont elengedhetetlennek tartom megemlíteni, hogy milyen nagyszerű lehetőségek állnak rendelkezésünkre akár „készen” is.

Székesfehérváron könnyű helyzetben vagyunk, mert 2017 óta működik az önkormányzat és helyi cégek támogatásával működő Alba Innovár Digitális Élményközpont¹⁴. Ide egész délelőttöt kitöltő foglalkozásokra lehet érkezni a felső tagozatos diákokkal, de egyéni megbeszélés szerint középiskolás korosztály és felnőttképzés is része a tevékenységüknek. Az élményteli projekteken láthatóan felvillanyozódva vesznek részt a gyerekek, kinyomtatott tárgyaikat is büszkén megmutatják. Minden foglalkozásuk ingyenesen elérhető a fehérvári diákoknak, tanároknak. Pedagógusként workshopokon tudtam kipróbálni az új alkalmazásokat, technikákat, hogy bátrabban bevigym a tanórákra. Minden módszertani segítséget megkapunk, igazán kivételes ez a támogatás, ami segíti a munkánkat. A későbbiekben az egyik sikeres projektjüket be is mutatom, amellyel a gyerekek szívesen „játszanak”, miközben komoly tanulás folyik.

Középiskolai alkalmazás

Mivel a (4-6-8 évfolyamos) középiskolák eltérő korosztályokat fednek le - 11-19 éves korig többféle variációban -, így az ebben a fejezetben felsorolt példákat a klasszikus középfokú oktatásra (8. évfolyam utáni évek) javaslom. Alacsonyabb évfolyamokra az előző “Felső tagozat”-ra szóló bekezdésben említett példák érvényesek.

Mivel a tananyag nem tartalmazza a *3D tervezést*, így a középiskolába érkezve nem feltételezhetünk a diákokról ezirányú tudást. Mindenképpen javasolt megmutatni nekik valamelyik 3D tervezőprogramot - kezdésre a TinkerCad ennek a korosztálynak is ideális. Természetesen egy előzetes igényfelmérés után olyan órát javasolnék, ahol a meglévő esetleges tapasztalata-

¹¹ <https://makecode.microbit.org/>

¹² <https://craftbot.com/casestudies/MakersRedBox>

¹³ <https://makersredbox.com/hu/tananyagok/city-of-the-future/>

¹⁴ <https://www.albainnovar.hu/>

ikra építve találnék ki egyszerűbb objektumszerkesztést. Amennyiben nagyon vegyes a tudásuk, tanulópárokba sorsolnám őket - egy tapasztaltabb segítene, de a "gyakorlatlanabb" végezné a valódi tervezést. A létrehozandó objektumot az épp aktuális tematikához igazítanám, lehetőleg másik tantárgyhoz kapcsolódóan. Történelemből például az adott téma használati tárgyait lehetne megalkotni. Esetleg jellemző épületeket (Teotihuacán, Petra-Fáraó Kincsháza, Angkor városa, Gízai piramisok, Kínai nagy fal, Stonehenge, Húsvét-szigetek kőszobrai) osztunk szét közöttük. Természetesen utána kell nézniük (tankönyv, internetes keresés), hogy milyen főbb jellemzőkre kell odafigyelniük. Az óra utolsó részében pedig a párosok bemutatnák a tervüket, a többieknek pedig ki kellene találni a látottak alapján, melyik híres ókori objektumot hozták létre. Ezzel a tevékenységgel érzelmileg is megtámogatjuk a történelem tantárgyat, valóságossá téve a tanult korszak egy részletét. A korosztály nagy gyakorlattal rendelkezik videójátékokban, ahol profi kivitelezésű szereplőkkel, tárgyakkal találkozhatnak, de az érdeklődőket ez tapasztalatom szerint nem fogja elkedvetleníteni, inkább előkészítjük a terepet a tehetséggondozásra, ahol komolyabb programokat is mutathatunk nekik, amivel már részletgazdagabb tervezésre – kivitelezésre adódik alkalmuk.

Ez a tevékenység szorosan kapcsolódik a virtuális térben történő tanuláshoz, amelyről egyre többet hallunk. Számos hátránya mellett vitathatatlan előnye, hogy a tanulók játékigényére alapoz, és élményszerűvé teszi a tanulást. Habár valószínűleg forradalmasítani fogja az oktatást, egyelőre még nincs elegendő oktatásban használható tartalom, hogy ebben az irányban gondolkodjunk. Ugyanakkor nem lehet figyelmen kívül hagyni, milyen motiválóan hat a korosztályra, ha saját karaktert, vagy eszközöket tud tervezni a játékához (KOMLÓ, 2021).

Az *Aramkör* tervezéséhez kapcsolódó lehetőségek erre a korosztályra is érvényesek, sőt hosszabb távú projektötleteket és bonyolultabb feladatokat bízhatunk rájuk. A programban különböző részegységek és indítók között (ezek között lehet a Micro:biteket megtalálni) válogathatunk, összekapcsolhatjuk őket vezetékekkel, választhatunk szint a micro:biteknek és el is nevezhetjük őket, ami hasznos lehet egy összetettebb feladatnál, ha többen is dolgozhatnak egy terven. A blokkok mellett lehetőség van Python nyelven is programozni, amivel a tehetséggondozást is beépíthetjük. Mindenképpen tantárgyközi projektben érdemes gondolkodnunk, sok érzékelővel és kiegészítő lehetőséggel, hogy a korosztályt érdeklődésének megfelelő komolyságú kihívás elé állíthassuk.

Középiskolai szintűnek gondolom a program harmadik funkcióját, a tervezést *Kódblokkok* segítségével. Az elnevezés mögött egy olyan blokkprogramozási felületet találunk, ahol a tárgyakat a tervezőprogram megadott utasítások alapján hozza létre. Az egyes blokkokat az „alakok”, „módosítás”, „vezérlés”, „matek”, „változók”, „sablonok” csoportban találjuk. A program futtatásakor tudunk gyorsaságot választani, az egyes blokkokat (ahol éppen tartunk) fekete kerettel kiemelik, valamint lépésenként is haladhatunk, ami nagyon látványossá teszi a folyamatot, illetve a hibák kiszűrésénél is nagy segítségünkre lehet. Az elkészült objektum exportálásakor választhatunk .stj, .obj, .gltf(.glb), .svg formátumok közül, a későbbi felhasználástól függően. A program a fiókunkba automatikusan elmenti a terveket, így a későbbiekben ugyanazt a tervet minden nehézség nélkül más kiterjesztéssel is exportálhatjuk. Amennyiben csak az „Alak” funkciót választjuk a mentés során, akkor az elkészült tárgyat egy új, körbejárható formon nézhetjük meg. Nagyon látványos, hogy az (.svg, vagy .glb kiterjesztésben) elmentett terveket a frissebb Wordbe, vagy Power Pointba beillesztve is mozgatható térbeli alakzatokként használhatjuk, szerkeszthetjük.

Középiskolában a tervezés mellett a nyomtatási tevékenység hangsúlyosabban kaphat szerepet. Ahogyan egyre bonyolultabb terveket tudnak készíteni, úgy egyre nagyobb szerepet kaphatnak a nyomtatás előtti beállítások a szeletelőprogramnál. A támasztékok szükségessége, a részletgazdagság, illetve a tömörség mind olyan tulajdonságok, amelyek befolyásolhatják a diákokat már a tervezés során. Fontos lehet a bonyolultabb tárgyak ellenőrzése szeletelés előtt, érdemes az Autodesk Fusion-nal¹⁵ megtisztítani a tervet. Automatikusan befoltozza a lyukakat, eltünteti a duplikációkat, tisztítja a topológiát és egy irányba rendezi a normálvektorokat. Oktatási célra ingyenes hozzáférést kaphatunk.

A 3D nyomtatást órai tevékenységbe illeszteni még mindig nem lehet (a tervezést igen), de szakköri tevékenységben, illetve bármely más iskolai projekthez kapcsolódva a nyomtatót ez a korosztály már önállóan is tudja használni - természetesen a felügyelő pedagógusra szükség van a munkavédelmi és tűzvédelmi szempontok miatt.

5.2. Sikeres projektek és tapasztalatok összegzése

A következőkben néhány példán keresztül mutatom meg, milyen projektekben próbáltuk már ki sikeresen a tervezést-modellezést-nyomtatást. Szükséges eszközök az alábbiakban felsorolt projektek esetén az asztali számítógépek, vagy laptopok, internet elérhetőség az online programokhoz (TinkerCad), és letöltött CraftWare szeletelőprogram.

Az eddigiekben és a következőkben megosztott példánál is egyformán igaz, hogy a korosztály megjelölése tájékoztató jellegű. Tehetséggondozásra választhatunk idősebbeknek ajánlott anyagot, míg felzárkózóknak, vagy tanulási nehézségekkel küzdőknek fiatalabb korosztálynak való feladatot kínáljunk.

- **Zentallér – Zentais pénz tervezése a pénzügyi témahétre**

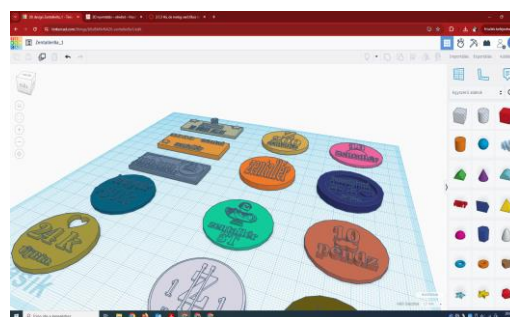
Időigény: 2x45 perc előkészítés + tanórai tervezés,
+ nyomtatás (produktum mennyiségétől függően)
+ kiállítás, szavazás

Helyszín: intézményen belül

Célcsoport: 6.–8. évfolyam

Kapcsolódó tantárgyak: Matematika, Technika és tervezés, Pénzügyi ismeretek (Történelem)

Projekt leírása: Iskolánkban a pénzügyi témahét támogatására már második éve hirdetem meg 7.–8. évfolyamon a sulipénz tervezését. Fantázianevet adtunk neki, de nem zártuk ki, hogy saját ötletük alapján nevezhessék el a tanulók. Mivel a tervezőprogramot már ismerik, így a TinkerCad-ben létrehoztam egy órát, ahol otthonról is folytathatták a terveiket (3. kép). Megadtam a pontos méretarányt, ha érmét (4. kép), vagy ha bankjegyet terveznek. Illetve elvárás volt, hogy a pénzen legyen felirat, ami tartalmazza a névértéket és a pénznemet,



3. kép
Képernyőfotó a TinkerCad alkalmazás munkasztaláról – zentallérok
Forrása: saját kép

¹⁵ <https://www.autodesk.hu/>



4. kép
Zentallér – kinyomtatott érme
Forrása: saját kép

valamint alakzat(ok). Így a pénzügyi témahétre előkészülve digitális kultúra tárgyából ezt a feladatot valósítottuk meg – két héttel korábban. Ellenőriztem azok nyomtathatóságát, elvégeztem a szükséges utómunkálatokat, egységsítemtem a méreteket és tálcákra rendeztem őket a szelekteléshez. Így a következő hé-



5. kép
Zentallér – kinyomtatott bankjegy feliratozva
Forrása: saját kép



6. kép
Zentallér – kiállítás az elkészült munkákból
Forrása: saját kép

ten a tanórák alatt zavartalanul ki tudtam nyomtatni a darabokat. Ne felejtünk el időt hagyni arra, hogy ha véletlenül selejtes nyomtatás történik, pótolhassuk! Minden darabot elláttunk a tervező nevével (5. kép) és kiállítást rendeztünk be (6. kép) az informatika terem egy arra alkalmas felületén, hogy a pénzügyi témahéten mindenki meglátogathassa. Az értékelést tanári zsűri végezte. A témahetet követően mindenki hazavihette alkotását emlékebe.

Javaslatok a jövőre nézve: Az elkészült munkákról diákok is szavazhatnak, így lehetne egy közönségdíjas kategória is. Az első két év tapasztalatai megerősítettek abban, hogy a továbbiakban a diákokat bátran vonom be az utómunkálatokhoz tartozó folyamatokba (nyomtatás és annak előkészítése, kiállítás).

• Okosszoba – Alba Innovár Smart Room Projekt

A projekt Gerse István (Alba Innovár, vezető oktató) szellemi terméke. (7. kép)

Időigény: 4x45 perc (okosszoba megépítése technikától függően 1-2x45', motorok, érzékelők csatlakoztatása 1x45', programozás 2x45') korosztálytól, tudásszinttől függően eltérhet.

Helyszín: intézményen belül vagy kívül (esetünkben az Alba Innovár Digitális Élményközpontban)

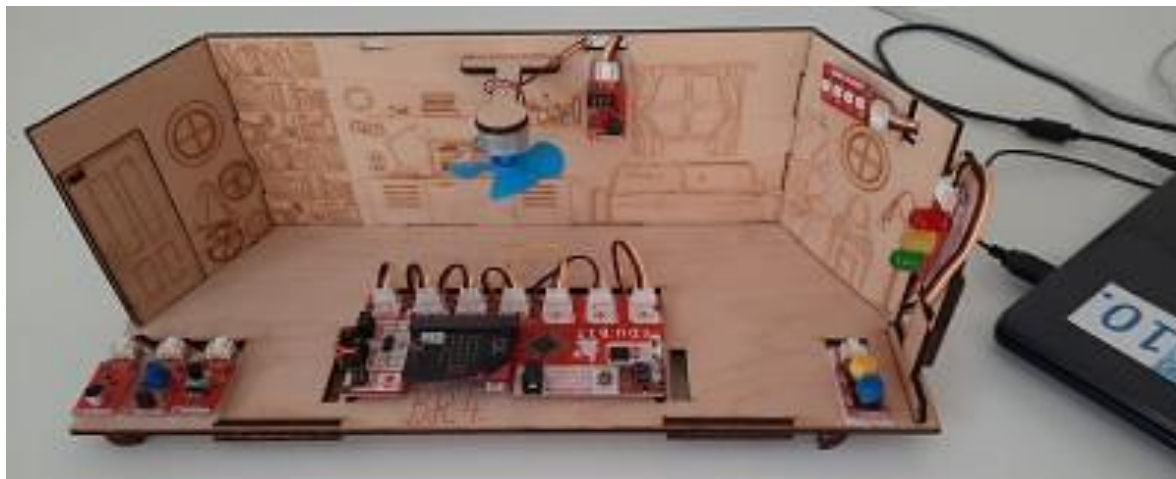
Célcsoport: 7.–11. évfolyam

Kapcsolódó tantárgyak: Matematika, Technika és tervezés, Fizika

Szükséges eszközök: Micro:bit (Edu:bit készlet), servo motor, dc motor, rgb led lámpa, rendőrlámpa, (külső érzékelők:) mikrofon, infra érzékelő, potenciométer, (micro:bit érzékelői:) fényérzékelő, dőlésérzékelő, micro:bit kapcsoló, Oled kijelző, zenelejátszó

Projekt leírása: A projekt során a diákok (választott technikával) megépítik az okosszoba vázát, amelynek mintáját megmutatjuk nekik, hogy az érzékelőkre, motorokra, kijelzőkre gondolva tervezzék meg. A választott technika lehet kartonpapírtól kezdve a legokockákön át a lézervágott falemezig (7. kép) bármi, amelyen megfelelően felrögzíthetőek a szükséges elemek.

Ehhez tanácsot lehet kérni technika szakos kollégától. A szoba összeállítása és a felszerelés után 4 programozási feladatot (egyszerűbbet, vagy összetettebbet) kapnak (megoldások a Mellékletekben), így különböző képességű csoportok foglalkoztatására alkalmas.



7. kép

Alba Innovár Smart Room
Forrása: www.albainnovar.hu

1. *gyakorlat:* Nyissunk ajtót! Egyszerű részfeladatai és megoldásai:
 - a. Az „A” gomb megnyomására kinyit, a „B”-re bezár. (1. ábra)
 - b. Infraérzékelő hatására nyílik az ajtó. (2. ábra)
 - c. Tapsra nyílik az ajtó. (3. ábra)
 - d. A feladat bonyolultabbá tehető feltételekkel:
 - e. Amikor nyitva van az ajtó, akkor hangot ad, és a ledmátrix lefut. (4. ábra)
 - f. Távezérelt ajtónyitás. A vezérlő micro:bit balra dőlése esetén kinyit, a jobbra dőlése esetén bezár az ajtó. (4. ábra)
 2. *gyakorlat:* a dc motor segítségével a mennyezeti ventilátor imitálása
 - a. Az „A” gomb megnyomására bekapcsol a motor, a „B”-re kikapcsol. (5. ábra)
 - b. A potméter tekerésével növeljük a motor sebességét. (6. ábra)
 - c. *gyakorlat:* Ha az infraérzékelő mozgást érzékel, akkor bekapcsolja a DC motort. Ha nem érzékel mozgást, akkor kikapcsolja a motort. (7. ábra)
 - d. További feladatok lehetnek:
 - e. Írjuk ki a fordulatszámot az OLED-re! (8. ábra)
 - f. Készítsünk távezérlést a motor irányításához! (9-10. ábra)
 3. *gyakorlat:* Legyen fény! (11. ábra)
 - a. Az „A” gomb megnyomására bekapcsol, a „B” megnyomására kikapcsol.
 - b. A lámpa automatikusan bekapcsol, amikor „lemegy a nap”.
 - c. Minél sötétebb van, a világítás annál erősebben világít.
 4. *gyakorlat:* végül programozzuk le a rendőrlámpa működését: Kiinduló állapotban az autósoknak piros a lámpa, majd időzítve, 5 másodperc múlva indul a váltás. (12. ábra)
- Javaslatok a jövőre: ezeket az alapprogramokat a TinkerCad áramkörök moduljában is létre lehet hozni (blokkprogramozással és/vagy Python-ban), de csak abban az esetben, ha a fizikatu-

dásnak megfelelően választjuk ki a megfelelő csatlakozókat, elemeket stb. Lehet további feltételekhez kötni, időzíteni az egyes funkciókat, ebben az esetben 11. évfolyamig használható. Illetve érdemes egy mintaszobát összeépítve hagyni, hogy be lehessen bármikor mutatni a működését!

• **Digikaland – Digikalandorok megbízása**

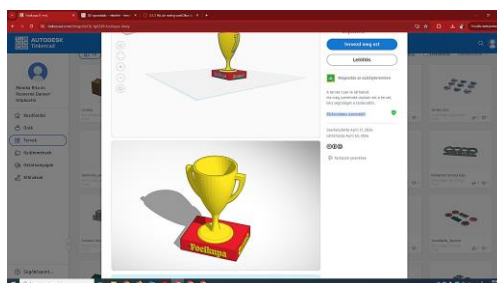
Időigény: havi 2x45 perc (egész éves folyamatos projekt, hullámszó igénybevétellel, de szakkörként lehet kezelni)

Helyszín: intézményen belül (általában)

Célcsoport: 3-8. évfolyam

Kapcsolódó tantárgyak: Matematika, Technika és tervezés, minden, az éves programban érintett tantárgy

Projekt leírása: Az osztályokból megbízunk (kiválasztunk) 1-1 diákot, akiről tudjuk, hogy tehetséges, érdeklődő a digitális kultúra tárgy iránt. Ha elfogadják a megbízást, abban az évben ők lesznek az iskola Digikalandorai. Feladatuk lesz, hogy az iskola rendezvényeit támogatva megtervezzenek és elkészítsenek különböző feladatokat (plakát, videós beszámoló, díjak (8. kép), reprezentációs ajándékok). Amikor elkészül az iskola éves munkaterve, egyeztetés után kiderül, melyik rendezvényhez milyen segítséget igényelnek a kollégák, így a diákok is választhatnak, melyikben mikor, mit fognak segíteni. Természetesen nekünk koordinálni kell a folyamatot segítő tanárként és fontos, hogy a projekteket mindig 2-3 fő végezze legalább. Így az első alkalommal érdemes a csapattal teljes létszámban találkozni, megbeszélni az éves teendőket és kialakítani az egyes csapatokat. Lehet nekik kitűzött tervezni – akár digitálisat – fel lehet őket tüntetni az iskola honlapján, mint akiket idén meg lehet keresni, ha bárkinek (diák, vagy tanár) ötlete támad, illetve azt is, hogy hol és milyen segítséget tudnak nyújtani.



8. kép
Képernyőfotó a TinkerCad alkalmazás munkasztaláról – serleg
Forrása: saját kép

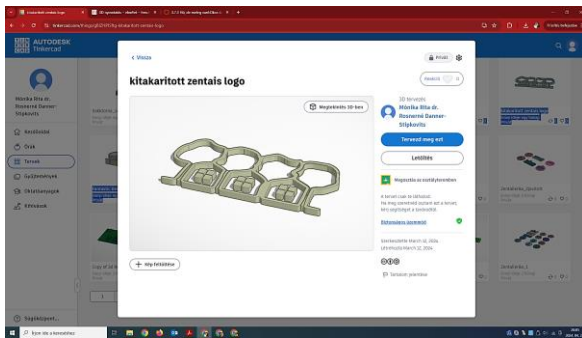
Az ötlet az Alba Innovár Okosterem programja képzését záró szakmai tanulmányúton, Észtországban született, ahol az intézménybe járó tanulók közül néhányan bekerülhetnek az iskola informatikusai közé diákmunkásként. Más az oktatási rendszer felépítése – 1-12. évfolyamig egy intézményben vannak, így természetesen az eredeti rendszer nem adaptálható változtatás nélkül –, de a „Digikaland” variációt úgy érzem érdemes kipróbálni, és a tapasztalatok alapján továbbfejleszteni.



9. kép
Sakkturna emlékérem és kupa
Forrása: saját kép

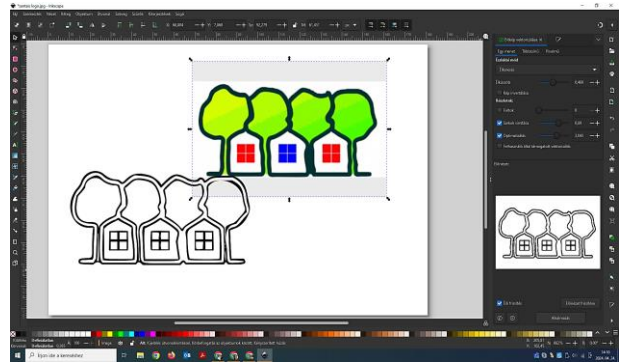
Nálunk egyik esetben az iskolai Sakkturnára és focikupára kellett serleget és érmekeket tervezni (9. kép). Ehhez a kész formátumokból kiválasztották a serleget, amelyhez talapzatot illesztettek és szöveget választottak. A nyomtatás során figyelni kellett a

színváltásra. Az érmekhez több szerkesztési bravúr kellett, mert a domború alakzatra elhelyezett alakzatokat is el kellett forgatni, és a feliratot is a körívhez illeszteni.



11. kép

Beolvasott zentais logó a Tinkercad alkalmazásban
Forrása: saját kép



10. kép

Zentais logó vektorizálása Inkscape programban
Forrása: saját kép

Másik esetben a zentais logót kellett 3d nyomtatásra alkalmassá tenni. Ehhez kerestünk egy képet az internetről (sajnos az iskolában nem találtunk vektorgrafikus varicációt) és Inkscape programba beolvasva a bitképet vektorossá alakítottuk (10. kép). Elmentettük .svg formátumban, hogy a Tinkercad program kezelni tudja (11. kép), így elkezdődhetett a zentais logóval ellátott termékek tervezése. A fenti sakkturna érmekre is felkerültek, illetve a tavaszi jótékonyági vásárba ilyen kulcstartók is készültek (12. kép).



12. kép

Zentais logóval készült kulcstartók
Forrása: saját kép

• Iskolamarketing – Tavaszi jótékonyági vásár

Időigény 2x45 perc előkészítés
+ tanórai tervezés (ha bevonjuk a diákokat),
+ nyomtatás (produktum mennyiségétől függően)
+ kiállítás, értékesítés

Helyszín: intézményen belül

Célcsoport: diákok, szülők, kollégák

Kapcsolódó tantárgyak: Matematika, Technika és tervezés,
Vizuális kultúra, Pénzügyi ismeretek

Projekt leírása: Nagyon fontos szerepe van az iskolamarketingben a brand építésnek. Ma már olcsón, gyorsan tudunk logóval ellátott apróságokat nyomtatni, hogy a diákok-tanárok büszkén viselhessenek trendi kiegészítőket, amivel iskolájukat képviselik. Nálunk a tavaszi jótékonyági vásár ad arra



13. kép

Hűtőmágnés nyuszik
Forrása: saját kép



15. kép
3D nyomtatott nyuszik felhasználásával készült ajtódíszek
Forrása: saját kép

alkalmat, hogy az iskola mindenféle szakköre, diákja, pedagógusa felajánljon a tanórákon, vagy otthon készített termékeket. Innen jött az ötlet, hogy nyomtassunk a vásárra színes apróságokat, amelynek vagy dekorációs, vagy használati értéke van, jó esetben mindkettő.

Első évben hűtőmágnese nyuszik születtek (13. kép; dekorgumi virággal és mágnessel ellátva) és „Zentai” feliratos kulcstartók (14. kép). Voltak kísérletek a többszínű nyomtatásra. Mivel nyomtatónk csak egy színt tud kezelni, ezért a folyamatot szüneteltetni kellett, a filamentet extrudálás menüpont alatt visszahúzatni, az újat befűzetni, s folytatni a nyomtatást. Ugyanezzel a nyuszival készültek ajtódíszek is, tehát nem csak önálló termékként, hanem kiegészítőként (15. kép) felhasználva is megtalálták a szerepüket.

Második évben már „örökkockát” nyomtattunk többféle színben (16. kép), hogy látható legyen az alakzat elforgatásakor a kockák elhelyezkedése az eredetihez képest.

Készültek a hagyományos kulcstartók mellett a zentais logóval ellátott „szívecskés színeskék”. Nagy sikert arattak, habár a precíz színváltás nagy odafigyelést igényelt – a megfelelő idő-



16. kép
Örökkockák váltott színnel nyomtatva
Forrása: saját kép

pontban kellett színt váltani, hogy kiadja a várt dekorációs élményt. Ez nagymértékben megnöveli a projekt időigényét (a nyomtatási folyamat), de nálunk szerencsés módon a infóteremben kapott helyet a készülék, így a



14. kép
Zentais kulcstartók váltott színű nyomtatással
Forrása: saját kép



17. kép
Tavaszi vásár színes kínálata
Forrása: saját kép

tanórák alatt is tudott haladni a „gyártás”. (17. kép) A diákok minden szünetben jöttek kíváncsiskodni, hogy éppen mi készül? A motiváció így folyamatosan növekszik, hogy ők is alkothassanak valamit.

Javaslatok a jövőre nézve: Már év elején meghirdetnék egy “vásári ötletek” projektet, ahol pályázhatnának a gyerekek a terveikkel. A jelentkezőknek létrehoznék egy TinkerCad órát, ahol egyszerre láthatók lennének a terveik és szavazhatnánk róla, hogy abban az évben mi kerüljön „tömeggyártásba”. Ha az őszi hónapokban döntést hozunk, akkor januártól nyugodt tempóban lehet készülni a vásárra.

• 3D tárgyak kódblokkolása - berendezési tárgyak

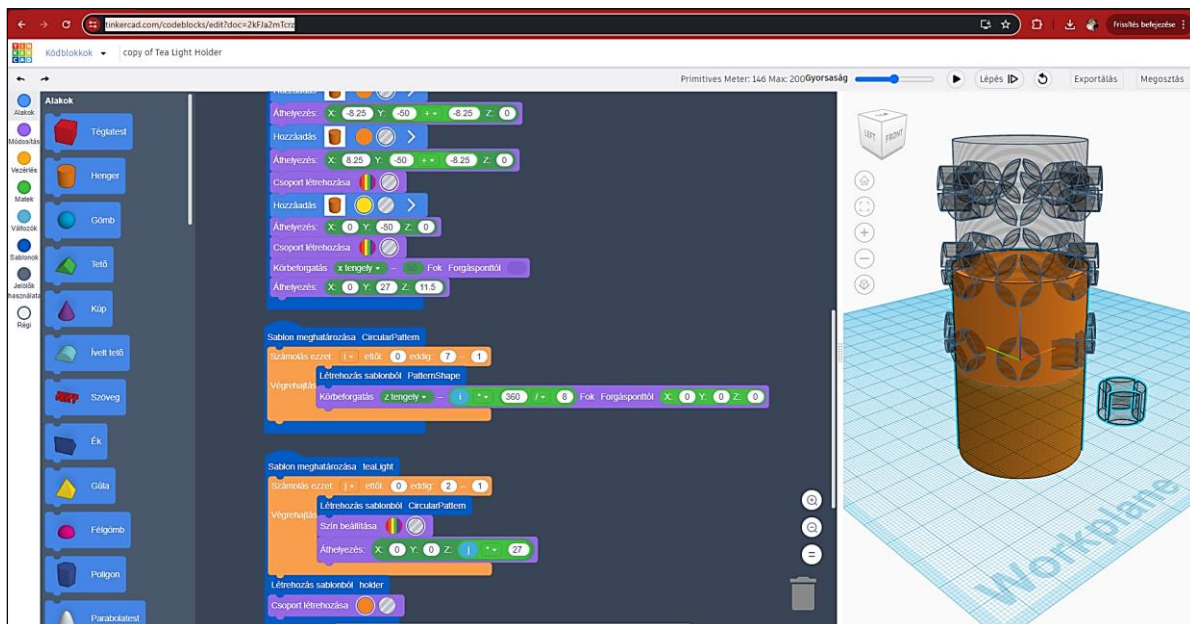
Időigény: 3x45 perc előkészítés

Helyszín: intézményen belül

Célcsoport: 9.–12. évfolyam

Kapcsolódó tantárgyak: Matematika, Technika és tervezés, Vizuális kultúra

Projekt leírása: A TinkerCad program kódblokkolási lehetőségét használva a diákok eddigi 3D tervezési és blokkprogramozási ismereteire alapozva bevezetjük őket az új lehetőségbe: a megadott paraméterekkel maga a program hozza létre a tárgyat (18. kép). A tanuló önállóan, vagy kétfős csapatokban a szoba különböző tárgyait kaphatják feladatul (asztal, szék, ágy, lámpa, stb). Ha már van órakódja ennek az osztálynak a programban, akkor ehhez a projekthez elég egy új tevékenységet létrehoznunk, amihez a programban megtalálható rövid bemutatókat megoszthatjuk tananyagként a diákokkal. A diákok ebben az életkorban szeretnek önálló felfedezéseikből tanulni, s a „Learning Center”-ben található alapeleckékkel kiszolgálhatjuk ezeket az igényeket.¹⁶



18. kép
Kódblokkos tárgytervezés pillanatképe a TinkerCad alkalmazásban
Forrása: saját kép

¹⁶ <https://www.tinkercad.com/learn>



19. kép
3D alakzatok megjelenése Word-ben
Forrása: saját kép

Ha az elkészített tárgyakat beilleszthetjük Word-be, vagy Power Pointba, a frissebb verziókban térhatású modellként kezeli a program, így látványos bemutatók is készülhetnek velük. Sajnos .pdf formátumban ez a tulajdonság elveszik (19. kép), így itt a dolgozatban sem tudjuk körbejárni az asztalkát és a mécsestartót.

Javaslatok a jövőre nézve

Ennek a korosztálynak mindenképpen fel lehetne ajánlani egy közösségi tér megtervezését. Csapatonként ki is lehetne nyomtatni a berendezési tárgyakat és makettként bemutatni az iskolában. Ezzel személyesen érintetté válnak, így a valóság és a virtuális tervezés kapcsolatát jobban megélnék. Utópisztikus eset az lenne, ha létező igényre tervezhetnének berendezést (pl. az iskola egyik kihasználatlan helységébe), s folytatása további projekt lenne; a nyertes pályázat megvalósításának pénzügyi lehetőségei stb.

6. Jövőbeli kilátások és következtetések – Összegzés

6.1 A 3D tervezés és nyomtatás várható fejlődése az oktatásban

Önmagában a 3D nyomtatás technológiai fejlődése három fő területen várható. Ezek egyrészt az alapanyagokkal kapcsolatosak, miszerint nem csak az áruk és minőségük, hanem kombinálhatóságuk is fontos tényező lesz. Másrészt a nyomtatók teljesítménye, azaz a nyomtatás sebessége remélhetőleg gyorsul és ez a fejlődés az iparból „leszivároghat” az oktatásban is elérhetővé válva megnyitná a lehetőséget a tanórai alkalmazások felé. A harmadik fejlődési irány a méreteket érinti, amely nem érinti közvetlenül az oktatást. Horváth és Kurucz (2017) tanulmányában kitér rá, hogy a technológia térhódításával együtt mérlegelnünk kell a környezetvédelmi szempontokat is, hogy mennyi energiát, milyen anyagokat használunk fel.

Sokan attól tartanak, hogy a 3D nyomtatással újabb teret veszít a manuális tevékenység az oktatásban. Ez csak részben igaz, hiszen tanórai keretek között nemigen lehet művelni, tehát óraszámot nem veszélyeztet. Ugyanakkor az órán elvárt képzési alkotótevékenységet megtámogathatjuk a tanórán kívüli előkészítéssel, amit ez a technológia biztosít. Jobban járunk, ha felfedezzük a lehetőségeit, mintha teljesen elzárkózunk. Hasznos lehet az online térben tanulóknak, hiszen távoli helyekről tudnak egy közös projekten dolgozni, munkájukat megosztani és bemutatni.

Egy biztos, a technológia folyamatosan fejlődni fog, s ezzel együtt remélhetőleg könnyebben elérhetővé válik majd az intézmények és a diákok számára. Ha a (hobby)nyomtatók egyre szebben és pontosabban fognak nyomtatni, részletgazdagabb feladatok megvalósítására lesz lehetőség. Mivel az iparban is hatalmas területeket hódít meg, nem kizárt, hogy a háztartásokba is be fog szivárogni – alkatrészeket és apróbb tárgyakat fogunk nyomtatni – csak a tervet kell hozzá letölteni. Ha erre tart a világ, vajon haszontalan tudás lesz-e a virtuális térben való tervezés

ismerete? Az oktatással elsősorban a jövő nemzedékének alkalmazkodóképességét, problémamegoldási és együttműködési készségét kell fejlesztenünk - minden munkáltató ezeket emeli ki. Amennyiben a tervezéssel és nyomtatással különböző területeken találkozunk, nem fognak idegenkedni tőle az életükben, sőt remélhetőleg más új technológiáktól sem, amiből megjósolhatóan lesz még jónéhány. Ennek a generációnak az önkifejezéséhez egy új eszköz lett elérhető: ugyan miért ne akarna a késztermék helyett saját maga tervezte vázát, vagy bármilyen kiegészítőt, használati tárgyat az otthonába (ZAKHAR, 2021)?

6.2 Összegzés – kérdések és ajánlások a további kutatásokhoz

*„Az is fejlődik, aki nem akar, csak neki fájdalmasabb.”
Sándor A. Valéria*

Ma a felsőoktatási intézmények élen járnak a 3D technológiák és anyagok fejlesztésében. A kutatási területek lefednek sok tudományt, az egészségügytől kezdve a katonai és űrkutatási felhasználáson át az ipar is nagy reményeket fűz a további eredményekhez. A fő probléma leginkább a szakemberhiány, aki a technológiát kezelni tudja. Nem csoda, ha az alap- és középfokú oktatásra nem jutott még kutatási kapacitás.

Felvetődik néhány kérdés, amelyekre nincsenek kutatásokon alapuló válaszaink:

- Hogyan befolyásolja a 3D tervezés és nyomtatás alkalmazása a diákok tanulási eredményeit, motivációját és teljesítményét különböző tantárgyakban és szinteken?
- Milyen kihívásokkal jár a 3D tervezés és nyomtatás technológiáinak bevezetése az oktatási intézményekben, különösen az alacsony erőforrásokkal rendelkező területeken?
- Milyen módszerek és eszközök hatékonyak a tanárok képzésében és támogatásában a technológia oktatásában, hogy növeljék a pedagógusok önálló alkalmazási képességeit?
- Hogyan lehet felügyelni az emberéletre veszélyes tárgyak nyomtatását? Kivé a felelősség?

Nagyon sok információ található az interneten, de rengeteg időbe telik a keresgélés, így az egyik variáció szerint hamar elpárolog a lelkesedésünk, másik variáció szerint inkább találunk ki saját projektet, még ha rengeteg időbe és energiába is telik. Pedig a tudásmegosztás korát éljük. Hatékonyabbak lehetnénk, ha néhány szempont szerint (korosztály, téma, idő-, eszköz-igény) egy linkgyűjteményben megtalálnánk a már bevált feladatokat, ötleteket. Közös érdekünk (tanárok – diákok – szülők – leendő munkaadók stb.), hogy megtaláljuk az oktatásban a 3D nyomtatás leghatékonyabb módját és helyét.

7. Irodalomjegyzék

Beke Éva (2020): *Az Ipar 4.0 és az oktatás kapcsolata és kölcsönhatása*. In: Műszaki Tudományos Közlemények vol. 13. (2020) 36–39. <https://doi.org/10.33895/mtk-2020.13.03> (2024.04.25.)

Bocsárdi Gergő (2021): *Mi is az a STEM? Hello robotika*. <https://www.hellorobotika.hu/mi-is-a-stem/> (2024.04.25.)

Csehi Bálint–Bihari Zoltán (2021): *FDM/FLM/FFF 3D nyomtatók típusainak összehasonlítása*. Multidiszciplináris tudományok – Fiatal kutatók különszám, 11. kötet. (2021) 3 sz. pp. 64–69. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.3.8> (2024.04.25.)

Farkas Éva (2011): *3D modellezés – A modellezés „kicsit” másképp*. Modellezés hírei. <http://modellezes.network.hu/blog/modellezes-hirei/3-d-modellezes-a-modellezes-kicsit-maskepp> (2024.04.25.)

Gajdács László–Szűcs Viktor Dániel (2020): *A 3D-nyomtatás gyártástechnológiai, felhasználási területei, illetve az ebben rejlő potenciál*. Repüléstudományi közlemények 32. évfolyam (2020) 1. szám 101–110. <https://doi.org/10.32560/rk.2020.1.7> (2024.04.25.)

Horváth Ádám–Kurucz Attila (2017): *A 3d nyomtatás története és jövőbeli kérdései*. „Ifjúság, jövőképek” Kautz Gyula Emlékkonferencia. https://kgk.sze.hu/images/dokumentumok/kautzkiadvany2016/HorvathA_KuruczA.pdf (2024.04.25.)

Komló Csaba (2021): *3D eszközök az oktatásban*. Agria Média 2020. Eger, Eszterházy Károly Egyetem Líceum Kiadó. pp. 342–360. <https://doi.org/10.17048/AM.2020.342> (2024.04.25.)

Sudár Fanni (2021): *A 3D nyomtatás hatása a művészetre*. Pécsi mérnök blogoldal. <https://pecsimernok.hu/a-3d-nyomtatasa-hatasa-a-muveszetre/> (2024.04.25.)

Zakhar Gábor (2021): *3D nyomtatás fejlődése, jelene és jövője*. Computer and Learning Vol. 4. No. 1. (2021.) 29–38. oldal <http://jcal.eu/article/view/40/27> (2024.04.25.)

sz.n. (2017) *Minek egy 3D nyomtató az iskolába?* Digitális FABrikáló műhely. <https://arsuli.wordpress.com/2017/06/06/minek-a-3d-nyomtato/> (2024.04.25.)

Felhasznált weboldalak:

<https://craftbot.com/casestudies/MakersRedBox>

<https://formlabs.com/eu/blog/what-is-selective-laser-sintering/>

<https://makecode.microbit.org/>

<https://makersredbox.com/hu/tananyagok/city-of-the-future/>

<https://web.autocad.com/login>

<https://www.albainnovar.hu/>

<https://www.autodesk.hu/>

<https://www.blender.org>

<https://www.manubim.hu/3d-printing-technologies>

<https://www.solidworks.com>

<https://www.tinkercad.com>

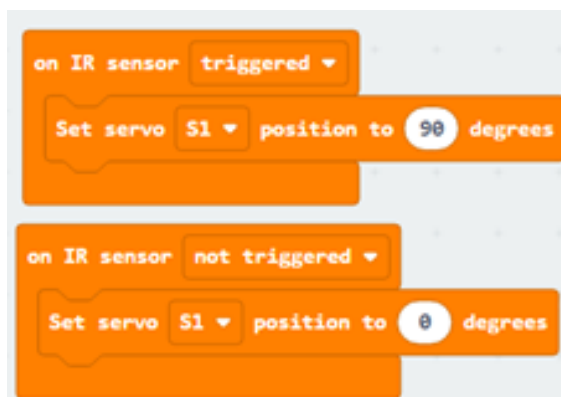
<https://www.tinkercad.com/learn>

8. Mellékletek

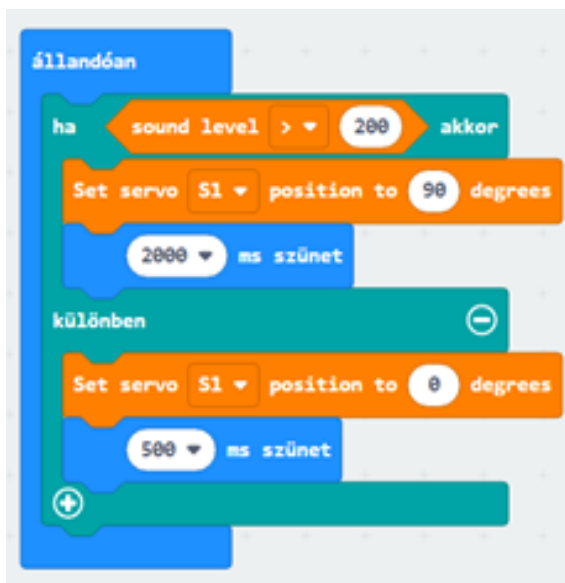
(Ábrák forrása: saját kép)



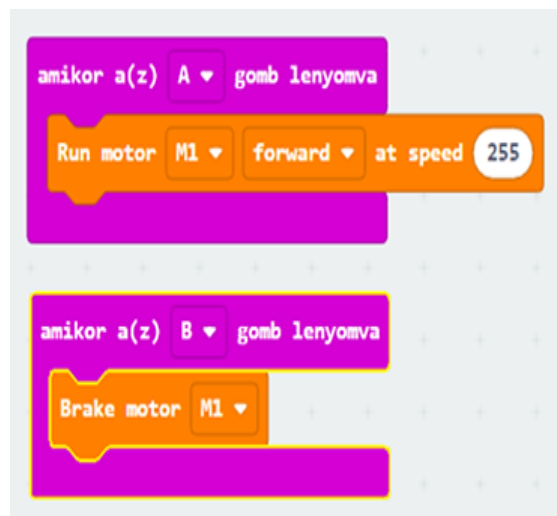
1. ábra
Smart Room 1.a) feladat (Nyissunk ajtót!)
megoldása



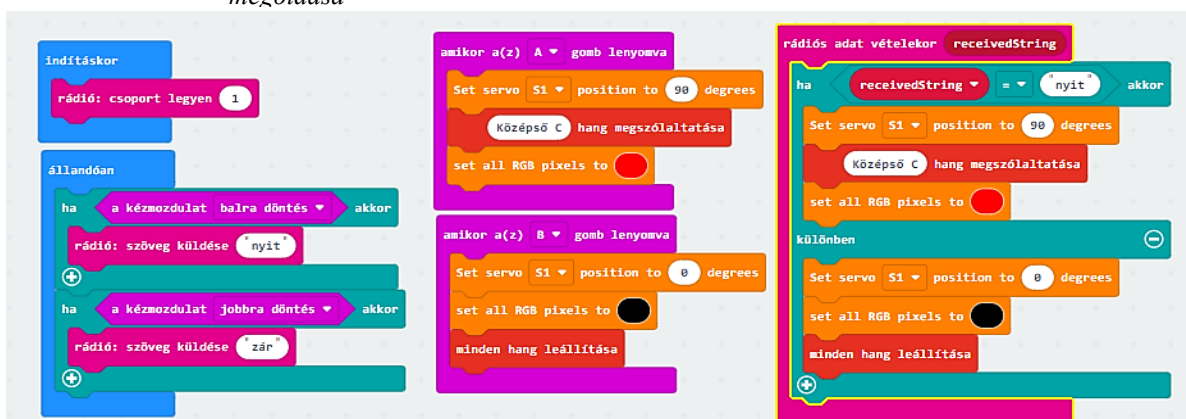
2. ábra
Smart Room 1.b) feladat (Nyissunk ajtót!)
megoldása



3. ábra
Smart Room 1.c) feladat (Nyissunk ajtót!)
megoldása



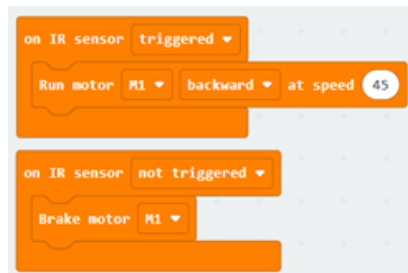
4. ábra
Smart Room 1.d) feladat (Nyissunk ajtót!)
megoldása



5. ábra
Smart Room 2.a) feladat megoldása (Mennyezeti ventilátor)



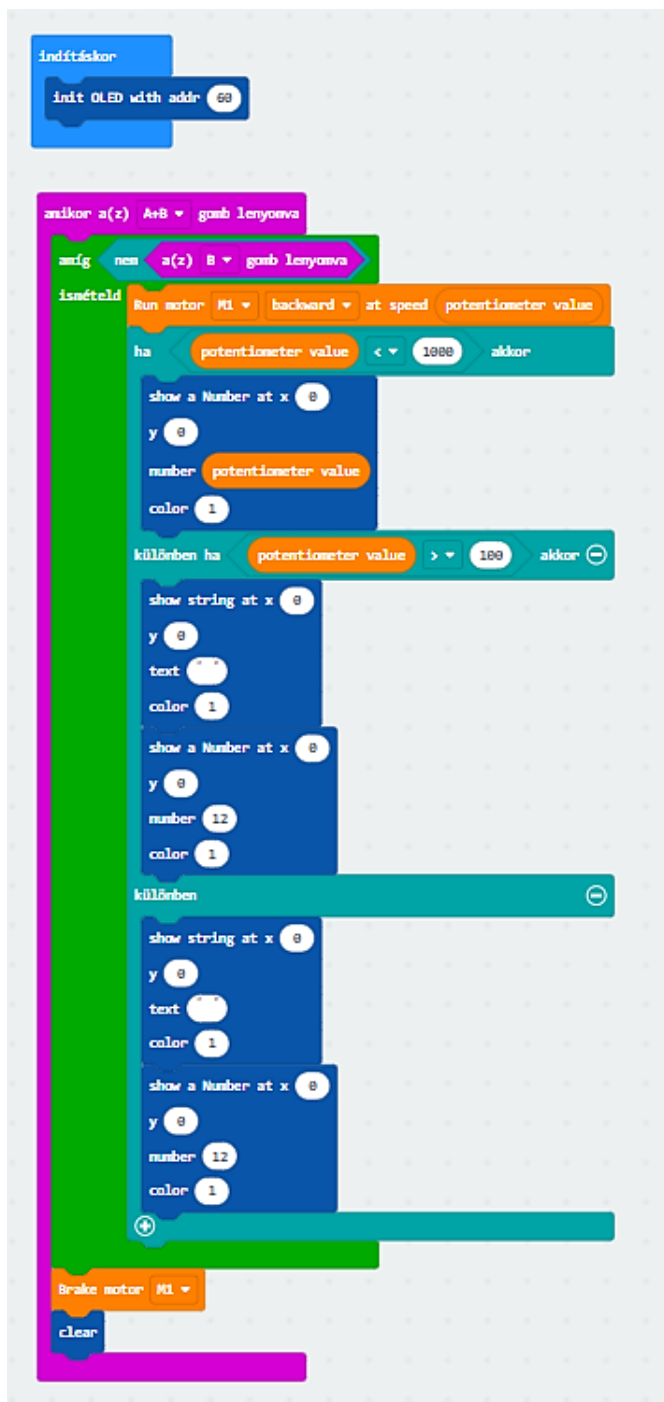
6. ábra
Smart Room 2.b) feladat megoldása (Mennyezeti ventilátor)



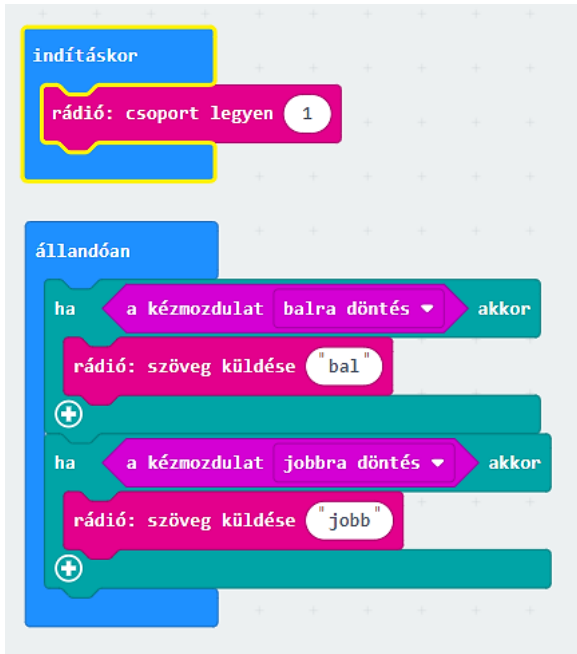
7. ábra
Smart Room 2.c) feladat megoldása (Mennyezeti ventilátor)



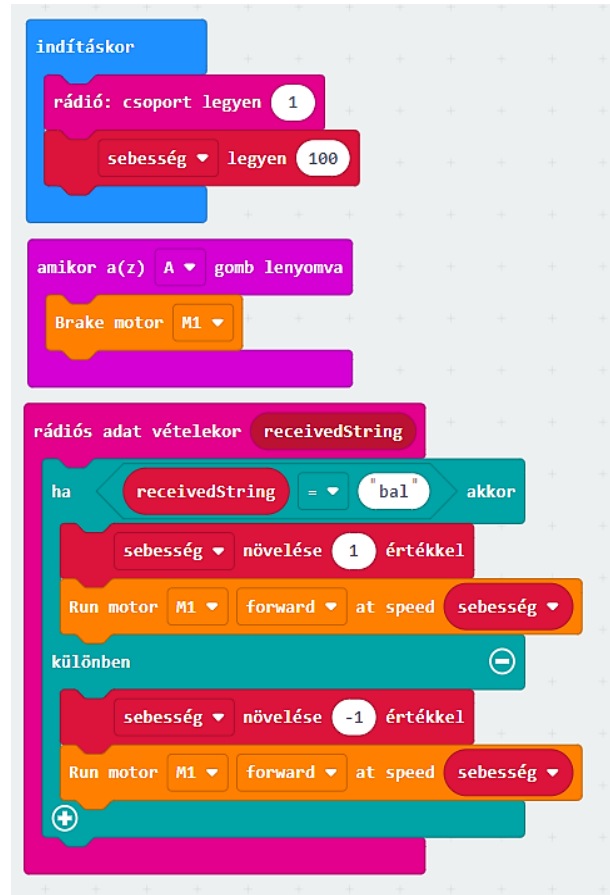
8. ábra
Smart Room 2.d) feladat megoldása (Mennyezeti ventilátor)



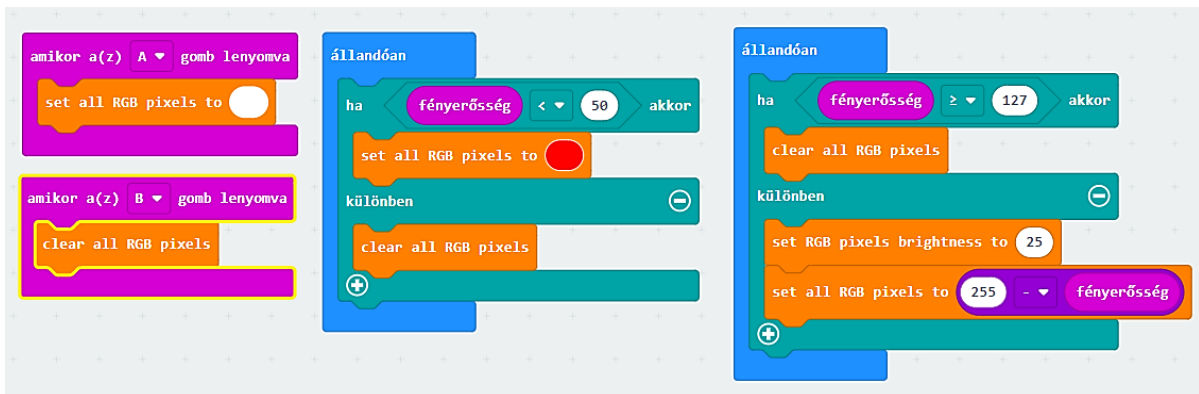
9. ábra
Smart Room 2.e) feladat megoldása (Mennyezeti ventilátor)



10. ábra
Smart Room 2.e) feladat megoldása (Mennyezeti ventilátor)



11. ábra
Smart Room 3. feladat (Legyen fény!) megoldása



12. ábra
Smart Room 4. feladat (Rendőrlámpa) megoldása