

Lilla Koreňová – Mária Belešová a kol.

3D TECHNOLOGIE

v STEAM VZDELÁVANÍ

DIDAKTICKÉ PRÍSTUPY, MODELÝ
A IMPLEMENTÁCIA V EDUKAČNEJ PRAXI



UNIVERZITA
KOMENSKÉHO
V BRATISLAVE

Lilla Koreňová – Mária Belešová a kolektív

3D TECHNOLOGIE V STEAM VZDELÁVANÍ

Didaktické prístupy, modely a implementácia v edukačnej praxi

2026

Univerzita Komenského v Bratislave

Publikácia vznikla s finančnou podporou projektu Erasmus+ 2023-1-CZ01-KA220-HED-000160664: *Accelerating STEAM-related Knowledge and Skills via 3D Modelling and 3D Printing* (<https://3dsteam.osu.cz>) a projektu KEGA 077UK-4/2025: *Edu-Steam laboratórium v učiteľstve primárneho vzdelávania*.

© Autori, 2026

doc. PaedDr. Lilla Koreňová, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave, Pedagogická fakulta, Katedra didaktiky matematiky a prírodovedných predmetov

doc. PaedDr. Mária Belešová, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave, Pedagogická fakulta, Katedra predprimárnej a primárnej pedagogiky

Spoluautori

prof. PaedDr. Katarína Žilková, PhD.

doc. PaedDr. Blanka Kožík Lehotayová, PhD.

doc. PaedDr. Eva Severini, PhD.

doc. Mgr. Mária Fuchsová, PhD.

PaedDr. Lenka Kaščáková, PhD.

PaedDr. Martina Totkovičová, PhD.

Mgr. Martin Droščák, PhD.

Mgr. Angelika Schmid, Ph.D.

Mgr. Mária Anna Jediná

Mgr. Kristína Ščigulinská

Mgr. Gréta Baksová

Mgr. Dajana Beňová

Univerzita Komenského v Bratislave, Pedagogická fakulta

Recenzenti

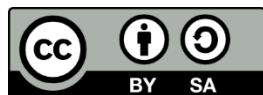
prof. RNDr. Jozef Hvorecký, PhD.

doc. PaedDr. Janka Medová, PhD.

Ing. Jan Vaněk, Ph.D.

Ilustrácia na obálke

AI Copilot



Publikácia je šírená pod licenciou Creative Commons CC BY-SA 4.0 (vyžaduje sa: povinnosť uvádzať pôvodného autora, povinnosť odvodené dielo zdieľať pod rovnakou licenciou ako pôvodné dielo). Viac informácií o licencii a použití diela:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



https://stella.uniba.sk/texty/PDF_KB_STEAM_vzdelavanie_3D_technologie.pdf

Vydavateľ

Univerzita Komenského v Bratislave

ISBN 978-80-223-6276-4 (online)

Obsah

Predhovor.....	6
Úvod.....	7
1 STEAM vzdelávanie ako interdisciplinárny koncept.....	9
1.1 Genéza a vývoj STEAM vzdelávania.....	9
1.2 Interdisciplinarita vo vzdelávaní.....	11
1.3 Interdisciplinarita v kontexte STEAM vzdelávania.....	13
1.4 STEAM ako pedagogická paradigma.....	14
1.5 Rozvoj kompetencií prostredníctvom STEAM vzdelávania	17
Zhrnutie kapitoly 1.....	19
2 Technológie 3D v edukácii	20
2.1 Úvod do 3D modelovania a 3D tlače	20
2.2 Základný princíp 3D tlače	21
2.3 Typy technológií 3D tlače.....	23
2.4 Proces 3D tlače: od digitálneho modelu k fyzickému objektu.....	25
2.5 Zdroje 3D modelov a generovanie modelov pomocou umelej inteligencie.....	26
2.6 3D skenovanie a digitalizácia objektov.....	27
2.7 Alternatívne nástroje 3D tvorby: 3D perá	28
2.8 Komunity, databázy a zdroje pre používateľov 3D tlače	29
Zhrnutie kapitoly 2.....	30
3 Didaktické prístupy k využívaniu 3D technológií.....	32
3.1 Digitálne technológie v súčasnom vzdelávaní	32
3.2 Didaktický potenciál 3D technológií vo vzdelávaní.....	33
3.3 Konštruktivistické prístupy vo vyučovaní s využitím 3D technológií.....	35
3.4 Projektovo orientovaný prístup a problémovo orientovaný prístup	36
3.5 Problémovo a bádateľsky orientované vyučovanie	37
3.6 Makerské vzdelávanie a digitálna fabrikácia v kontexte STEAM vzdelávania	38
3.7 Dizajnové myslenie ako prístup k tvorivému riešeniu problémov v STEAM vzdelávaní...	40
3.8 Interdisciplinárne vyučovanie v kontexte STEAM	42
3.9 Podmienky implementácie 3D technológií a úloha učiteľa v inovatívnom vzdelávacom prostredí	44
3.10 Pedagogické prínosy a limity využívania 3D technológií vo vzdelávaní.....	45
3.11 Limity a výzvy implementácie 3D technológií	46
Zhrnutie kapitoly 3.....	47
4 Metodika implementácie 3D technológií v STEAM vzdelávaní.....	49

4.1 Didaktické východiská implementácie 3D technológií	49
4.2 Didaktický model integrácie 3D technológií	50
4.3 Fázy implementácie 3D technológií vo vyučovaní	52
4.4 Výber a pedagogické využitie 3D technológií.....	54
4.5 Návrh edukačných aktivít s využitím 3D technológií.....	57
4.6 Prepojenie implementácie s kurikulárnymi dokumentmi	59
4.7 Profesionálny rozvoj učiteľov a podmienky implementácie.....	63
4.8 Pedagogické prínosy a limity implementácie 3D technológií.....	64
4.9 Didaktický model integrácie 3D technológií	67
4.9.1 Didaktické princípy návrhu aktivít	68
4.9.2 Typológia edukačných aktivít	68
Zhrnutie kapitoly 4.....	70
5 Edukačné aktivity s využitím 3D technológií.....	72
5.1 Predprimárne vzdelávanie.....	72
5.1.1 Môj 3D vianočný stromček	72
5.1.2 3D tangramy	77
5.1.3 Bludiská a grafomotorika s 3D perom.....	83
5.2 Primárne vzdelávanie.....	88
5.2.1 Ako lienke pribúdajú bodky? – Cesta Sedembodkovanej Ozobotky	89
5.2.2 Obrázkové čítanie.....	97
5.2.3 Výroba vianočných ozdôb pomocou 3D pera.....	103
5.2.4 Rastlina a jej časti.....	108
5.2.5 3D písmená.....	115
5.2.6 Stavanie mosta	119
5.2.7 Bludisko	124
5.2.8 Tangramy	130
5.2.9 Zlomky.....	136
5.2.10 Geometrické telesá – kocka a kváder	142
5.2.11 Poznávanie dopravných značiek	148
5.2.12 3D mapa Slovenska.....	152
5.3 Nižšie sekundárne vzdelávanie	159
5.3.1 Konštrukcia helikoptéry s využitím 3D tlače	160
5.4 Vyššie sekundárne vzdelávanie	166
5.4.1 Prienik roviny s telesom – Rez kocky.....	166
5.5 Terciárne vzdelávanie	174
5.5.1 Určovanie živočíšnych druhov podľa typických stôp.....	175
Zhrnutie kapitoly 5.....	190

Záver.....	191
Literatúra.....	193

Predhovor

Technologický vývoj posledných desaťročí zásadne ovplyvňuje mnohé oblasti spoločnosti vrátane vzdelávania. Digitálne technológie postupne prenikajú do školského prostredia a vytvárajú nové možnosti pre tvorivé, experimentálne a interdisciplinárne formy učenia. Jednou z technológií, ktorá sa v posledných rokoch dynamicky rozvíja a nachádza svoje uplatnenie aj vo vzdelávacom procese, je 3D modelovanie a 3D tlač spolu s ďalšími nástrojmi digitálnej výroby, ako sú napríklad 3D perá alebo technológie 3D skenovania.

Tieto technológie umožňujú prepájať digitálne prostredie s fyzickým svetom a poskytujú žiakom aj učiteľom možnosť premeniť abstraktné predstavy na konkrétne trojrozmerné objekty. V kontexte STEAM vzdelávania (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) tak predstavujú významný nástroj podporujúci tvorivosť, priestorové myslenie, riešenie problémov a experimentovanie. Integrácia 3D technológií do vyučovania zároveň otvára nové možnosti pre projektové a bádateľsky orientované vyučovanie, ktoré podporuje aktívnu účasť žiakov na procese učenia.

Predkladaná publikácia vznikla aj v kontexte riešenia medzinárodného projektu *3D STEAM – Accelerating STEAM-related Knowledge and Skills via 3D Modelling and 3D Printing*, realizovaného v rámci programu Erasmus+. Projekt sa zameriava na podporu rozvoja STEAM vzdelávania prostredníctvom využívania 3D modelovania, 3D tlače a digitálnych výrobných technológií vo vzdelávacom procese. Jedným z cieľov projektu je vytvoriť metodické a vzdelávacie materiály, ktoré podporia integráciu týchto technológií do prípravy budúcich učiteľov a pedagogickej praxe.

Publikácia *3D technológie v STEAM vzdelávaní: Didaktické prístupy, modely a implementácia v edukačnej praxi* koncipovaná ako vysokoškolská učebnica a metodická príručka zároveň. Jej cieľom je poskytnúť systematický prehľad základných princípov 3D modelovania a 3D tlače, predstaviť didaktické možnosti využitia týchto technológií vo vzdelávaní a ponúknuť konkrétne edukačné aktivity, ktoré možno implementovať v rôznych stupňoch školského vzdelávania.

Publikácia je určená predovšetkým študentom učiteľských študijných programov, ktorí sa pripravujú na pedagogickú prax a potrebujú rozvíjať svoje digitálne a technologické kompetencie. Zároveň môže byť prínosná aj pre doktorandov pedagogických a didaktických odborov, ktorí sa venujú výskumu v oblasti inovatívnych vzdelávacích prístupov a integrácie technológií do vzdelávania. Publikácia je však určená aj učiteľom z pedagogickej praxe, ktorí hľadajú nové spôsoby, ako obohatiť vyučovanie o tvorivé a interdisciplinárne aktivity využívajúce moderné technológie.

Text publikácie je štruktúrovaný tak, aby prepájal teoretické východiská s praktickými aplikáciami. Úvodné kapitoly predstavujú základné technologické a pedagogické súvislosti využívania 3D technológií vo vzdelávaní. Nasledujúce časti sa venujú didaktickým prístupom a metodike implementácie týchto technológií v školskom prostredí. Osobitná pozornosť je venovaná konkrétnym edukačným aktivitám, ktoré demonštrujú možnosti využitia 3D technológií v rôznych vzdelávacích oblastiach a na rôznych stupňoch vzdelávania.

Autori veria, že táto publikácia prispeje k širšiemu využívaniu 3D technológií vo vzdelávaní a podporí rozvoj tvorivých, experimentálnych a interdisciplinárnych prístupov k učeniu. Zároveň dúfajú, že poskytne inšpiráciu pre učiteľov, študentov aj výskumníkov, ktorí sa usilujú o inovácie vo vzdelávacom procese a o rozvoj kompetencií potrebných pre život v technologicky orientovanej spoločnosti.

autori

Úvod

Súčasná transformácia spoločnosti, podmienená rýchlym rozvojom digitálnych technológií, kladie nové nároky na vzdelávacie systémy a redefinuje ciele i obsah vzdelávania. V centre pozornosti sa čoraz viac nachádza rozvoj kompetencií pre 21. storočie, ktoré zahŕňajú kritické myslenie, tvorivosť, schopnosť riešiť komplexné problémy, digitálnu gramotnosť a schopnosť spolupracovať v interdisciplinárnom prostredí (OECD, 2018; European Commission, 2019). Tradičné transmisívne modely vyučovania, založené na pasívnom prijímaní informácií, sú v tomto kontexte postupne nahrádzané konštruktivistickými prístupmi, ktoré zdôrazňujú aktívnu úlohu žiaka pri konštruovaní poznatkov prostredníctvom skúsenosti, interakcie a reflexie (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978).

Významným trendom v oblasti inovácií vo vzdelávaní je integrácia digitálnych technológií, ktoré umožňujú vytvárať nové formy učenia založené na experimentovaní, simuláciách a tvorbe digitálnych a fyzických artefaktov. Osobitné postavenie v tomto kontexte zaujímajú 3D technológie, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač, 3D skenovanie a využívanie 3D pier, ktoré umožňujú prepájať virtuálne a fyzické prostredie učenia (Ford & Minshall, 2019). Tieto technológie poskytujú žiakom možnosť navrhovať a realizovať vlastné riešenia, čím podporujú aktívne učenie sa, rozvoj priestorového myslenia a technickej gramotnosti.

Teoretickým východiskom pre využívanie 3D technológií vo vzdelávaní sú konštruktivistické a konštrukcionistické prístupy k učeniu. Konštrukcionizmus, formulovaný Papertom (1980), zdôrazňuje význam tvorby konkrétnych artefaktov ako prostriedku učenia, pričom učenie je najefektívnejšie v situáciách, keď žiaci aktívne vytvárajú produkty, ktoré môžu analyzovať a reflektovať. Digitálne výrobné technológie, vrátane 3D tlače, poskytujú vhodné prostredie pre realizáciu takýchto aktivít a umožňujú implementáciu princípov „learning by making“ v pedagogickej praxi (Dougherty, 2012; Martinez & Stager, 2013).

V tomto kontexte nadobúda osobitný význam koncepcia STEAM vzdelávania, ktorá integruje oblasti prírodných vied (science), technológií (technology), inžinierstva (engineering), umenia (arts) a matematiky (mathematics). STEAM prístup podporuje interdisciplinárne učenie a vytvára podmienky pre aplikáciu poznatkov v autentických situáciách, čím prispieva k hlbšiemu porozumeniu skúmaným javom (Yakman & Lee, 2012). Integrácia 3D technológií do STEAM vzdelávania zároveň umožňuje realizovať projektovo a problémovo orientované aktivity, ktoré rozvíjajú schopnosť žiakov navrhovať, testovať a iteratívne zlepšovať riešenia (Barrows & Tamblyn, 1980; Thomas, 2000).

V posledných rokoch sa v európskom výskumnom priestore čoraz viac zdôrazňuje význam prepojenia digitálnych technológií s interdisciplinárnym učením v kontexte STEAM vzdelávania. Výskumy poukazujú na to, že využívanie dynamických digitálnych prostredí a vizualizačných nástrojov významne podporuje konceptuálne porozumenie matematických a technických pojmov (Hohenwarter, 2008). Zároveň sa ukazuje, že integrácia kreatívnych a umeleckých prvkov do výučby matematiky a techniky môže prispieť k zvýšeniu motivácie žiakov a k rozvoju tvorivého myslenia (Thuneberg, 2017).

Z pohľadu vzdelávacej politiky je implementácia digitálnych technológií, vrátane 3D technológií, v súlade s prioritami Európskej únie v oblasti digitálnej transformácie vzdelávania a rozvoja digitálnych kompetencií. Európsky rámec digitálnych kompetencií pre pedagógov DigCompEdu zdôrazňuje potrebu efektívneho pedagogického využívania technológií a podpory aktívneho učenia prostredníctvom digitálnych nástrojov (European Commission, 2017). Podobne aj moderné kurikulárne dokumenty, vrátane Štátneho vzdelávacieho programu Slovenskej republiky, poukazujú na význam rozvoja kľúčových kompetencií prostredníctvom interdisciplinárneho a projektového vyučovania (ŠPÚ, 2023).

Napriek významnému potenciálu 3D technológií ich implementácia do vzdelávania prináša aj viaceré výzvy, ktoré súvisia s technickými, organizačnými a didaktickými aspektmi ich využívania. Efektívna integrácia týchto technológií si vyžaduje nielen adekvátne technologické vybavenie, ale aj systematickú prípravu učiteľov a rozvoj ich digitálnych a pedagogických kompetencií (Koehler & Mishra, 2009).

Predkladaná vysokoškolská učebnica reaguje na uvedené výzvy a zameriava sa na didaktické aspekty implementácie 3D technológií vo vzdelávaní, s dôrazom na prostredie STEAM edukácie. Jej cieľom je poskytnúť ucelený teoretický a metodický rámec, ktorý umožní efektívne využívanie 3D technológií v pedagogickej praxi a podporí rozvoj kľúčových kompetencií žiakov. Publikácia zároveň reflektuje aktuálne trendy vo výskume a vzdelávacej politike a prispieva k rozvoju inovatívnych prístupov v oblasti digitálne podporovaného vzdelávania.

1 STEAM vzdelávanie ako interdisciplinárny koncept

Významným aspektom STEAM prístupu je dôraz na dizajnové myslenie (design thinking), ktoré sa v posledných rokoch stalo dôležitým nástrojom pri riešení komplexných problémov v technických aj spoločenských oblastiach. Dizajnové myslenie zdôrazňuje iteratívny proces navrhovania, testovania a zlepšovania riešení a podporuje tvorivý prístup k riešeniu problémov (Henriksen, 2013). V pedagogickom kontexte tento prístup umožňuje prepájať poznatky z rôznych disciplín a vytvárať učebné situácie, v ktorých žiaci aktívne experimentujú, navrhujú vlastné riešenia a reflektujú výsledky svojej práce.

1.1 Genéza a vývoj STEAM vzdelávania

Genéza a vývoj konceptu STEAM vzdelávania je úzko spätá so širšími spoločenskými a technologickými zmenami, ktoré ovplyvnili vzdelávacie systémy na prelome 20. a 21. storočia. V období charakterizovanom globalizáciou, dynamickým rozvojom digitálnych technológií a rastúcou potrebou inovatívneho potenciálu spoločnosti sa začala zvýšená pozornosť venovať rozvoju kompetencií v oblasti prírodných vied, techniky a matematiky. Vzdelávacie politiky viacerých krajín reagovali na tieto výzvy snahou posilniť prípravu žiakov a študentov na fungovanie v technologicky orientovanej spoločnosti a podporiť rozvoj vedeckej a technickej gramotnosti.

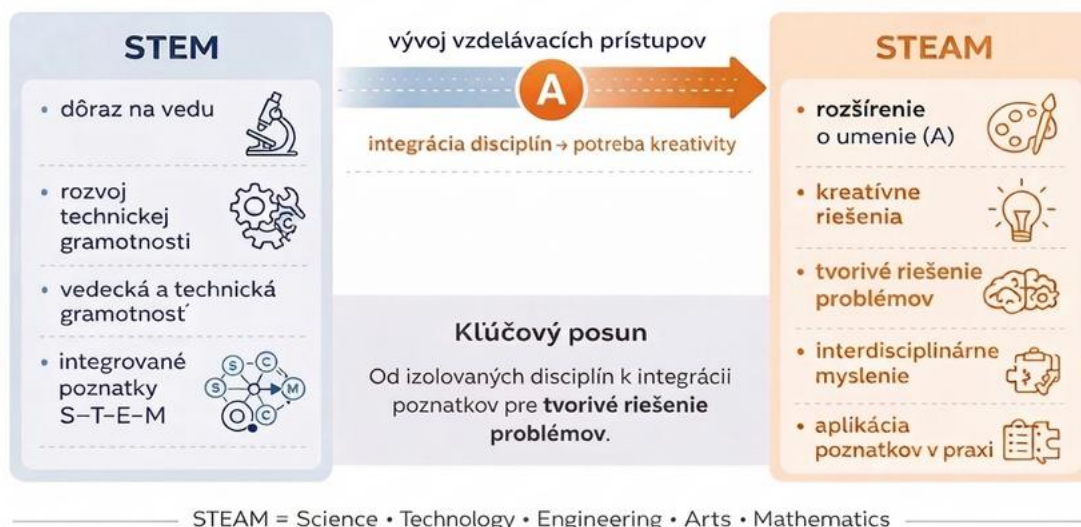
Jedným z významných impulzov pre tento vývoj bol vznik konceptu STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), ktorý sa začal systematicky používať najmä v Spojených štátoch amerických koncom 90. rokov 20. storočia. STEM vzdelávanie predstavovalo reakciu na potrebu posilniť vzdelávanie v oblasti prírodných a technických disciplín a zároveň pripraviť kvalifikovanú pracovnú silu schopnú reagovať na rýchly technologický rozvoj a meniace sa požiadavky trhu práce (Bybee, 2013). V tomto kontexte sa začal presadzovať integrovaný prístup k vyučovaniu prírodovedných a technických predmetov, ktorý zdôrazňoval význam prepojenia teoretických poznatkov s praktickými aplikáciami.

Z pedagogického hľadiska sa STEM prístup opieral o snahu prekonať tradičnú fragmentáciu školských predmetov a podporiť komplexnejšie porozumenie javom, ktoré presahujú hranice jednotlivých disciplín. Integrácia matematiky, prírodných vied, technológie a inžinierstva umožňovala realizovať vzdelávacie aktivity založené na riešení problémov, projektovom vyučovaní a experimentovaní. Takýto prístup vytváral priestor pre rozvoj analytického myslenia, vedeckej gramotnosti a schopnosti aplikovať získané poznatky v praktických situáciách (Breiner et al., 2012). Postupne sa ukázalo, že interdisciplinárne prepájanie týchto oblastí môže významne prispieť k rozvoju kompetencií potrebných pre život a prácu v 21. storočí, najmä v oblasti kritického myslenia, riešenia problémov a spolupráce.

Napriek tomu sa v odbornej diskusii začali objavovať názory, že samotný STEM prístup nedostatočne reflektuje význam kreativity, dizajnu a estetického vnímania pri tvorbe inovácií. Technologický pokrok totiž nie je založený výlučne na vedeckých a technických poznatkoch, ale aj na schopnosti tvorivého myslenia a interdisciplinárnej spolupráce. Na základe týchto úvah vznikol koncept STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), ktorý rozšíril pôvodný model STEM o umeleckú zložku (obr. 1).

STEAM vzdelávanie

Genéza a vývoj interdisciplinárneho prístupu



Obrázok 1 Genéza a vývoj STEAM vzdelávania

Jednou z prvých autoriek, ktoré systematicky formulovali tento prístup, bola Yakman (2007), ktorá poukázala na význam integrácie umeleckých disciplín do vzdelávania orientovaného na vedu a techniku. Podľa tejto autorky umožňuje STEAM vzdelávanie prepájať analytické a tvorivé procesy, čím vytvára podmienky pre rozvoj inovatívneho myslenia a schopnosti navrhovať nové riešenia komplexných problémov. Integrácia umeleckej dimenzie zároveň podporuje rozvoj estetického vnímania, dizajnového myslenia a kreatívnej tvorby.

Postupne sa STEAM vzdelávanie začalo etablovať ako pedagogická paradigma podporujúca interdisciplinárne učenie a rozvoj komplexných kompetencií. Tento prístup zdôrazňuje nielen osvojovanie vedomostí z jednotlivých disciplín, ale aj schopnosť ich integrovať a aplikovať pri riešení reálnych problémov. V tomto zmysle predstavuje STEAM vzdelávanie významný krok smerom k transformácii tradičného vyučovania a k vytváraniu vzdelávacieho prostredia, ktoré reflektuje potreby súčasnej digitálnej a inovačnej spoločnosti.

V posledných desaťročiach sa koncept STEAM vzdelávania postupne etabloval nielen v pedagogickej teórii a výskume, ale aj v rámci národných a medzinárodných vzdelávacích politík. Rastúci dôraz na rozvoj vedeckej, technologickej a digitálnej gramotnosti súvisí s transformáciou spoločnosti smerom k znalostnej ekonomike, v ktorej zohrávajú kľúčovú úlohu inovácie, technologický pokrok a schopnosť riešiť komplexné problémy. Medzinárodné organizácie, ako napríklad OECD či Európska komisia, preto vo svojich strategických dokumentoch zdôrazňujú potrebu rozvíjať interdisciplinárne prístupy k vzdelávaniu, ktoré umožňujú prepájať poznatky z rôznych vedných oblastí a podporujú rozvoj kompetencií potrebných pre život v digitálnej spoločnosti.

V tomto kontexte sa STEAM prístup často spája s rozvojom tzv. kompetencií pre 21. storočie. Medzi tieto kompetencie patria najmä kritické myslenie, tvorivosť, schopnosť spolupráce, komunikácie a riešenia komplexných problémov. Tieto schopnosti sú považované za kľúčové pre úspešné fungovanie jednotlivcov v moderných spoločnostiach založených na znalostiach a technologických inováciách (Trilling & Fadel, 2009). Vzdelávacie systémy sa preto snažia vytvárať kurikulárne rámce, ktoré podporujú nielen osvojovanie faktografických vedomostí, ale aj rozvoj vyšších kognitívnych schopností a tvorivého myslenia.

Implementácia STEAM prístupov sa v pedagogickej praxi realizuje najmä prostredníctvom vzdelávacích stratégií, ktoré zdôrazňujú aktívnu účasť žiakov na procese učenia. Medzi najčastejšie využívané prístupy patrí projektové vyučovanie, experimentálne aktivity, riešenie problémových úloh alebo tvorivé dizajnérske projekty. Tieto formy vyučovania umožňujú prepájať poznatky z rôznych disciplín a zároveň vytvárajú priestor pre aplikáciu teoretických vedomostí v praktických situáciách. Významnú úlohu v tomto procese zohrávajú aj digitálne technológie, ktoré umožňujú prepájať virtuálne a fyzické prostredie a podporujú experimentovanie, modelovanie či prototypovanie riešení.

Rastúci význam STEAM vzdelávania sa odráža aj v intenzívnom rozvoji pedagogického výskumu zameraného na skúmanie jeho didaktických a edukačných prínosov. Výskumné štúdie poukazujú na to, že interdisciplinárne prístupy k vzdelávaniu môžu významne podporovať aktívne učenie sa, zvyšovať motiváciu žiakov a prispievať k rozvoju tvorivého a kritického myslenia. Integrácia rôznych disciplín zároveň umožňuje žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach a podporuje schopnosť aplikovať teoretické vedomosti pri riešení praktických problémov.

Na význam STEAM prístupu v kontexte prírodovedného a technického vzdelávania poukazuje aj Fuchsová (2025), ktorá zdôrazňuje, že implementácia princípov STEAM do edukačného procesu môže významne prispieť k rozvoju prírodovednej gramotnosti a technického myslenia žiakov. Interdisciplinárne prepojenie prírodovedných, technických a kreatívnych disciplín umožňuje vytvárať autentické učebné situácie, ktoré podporujú experimentovanie, tvorivosť a aktívne zapájanie žiakov do procesu učenia. Takéto prostredie zároveň podporuje rozvoj bádateľských a konštruktivistických prístupov k vyučovaniu, ktoré zdôrazňujú význam vlastnej skúsenosti a aktívnej činnosti žiakov pri osvojovaní nových poznatkov.

Z pedagogického hľadiska sa zároveň ukazuje, že efektívna implementácia STEAM vzdelávania si vyžaduje systematickú prípravu učiteľov, ako aj tvorbu vhodných didaktických materiálov a metodických prístupov. Učitelia potrebujú nielen technologické zručnosti, ale aj schopnosť navrhovať interdisciplinárne učebné aktivity, ktoré prepájajú rôzne oblasti poznania a podporujú tvorivý prístup k riešeniu problémov. V súčasnosti sa preto čoraz väčšia pozornosť venuje vývoju vzdelávacích programov, metodických príručiek a didaktických nástrojov, ktoré učiteľom umožňujú efektívne implementovať STEAM prístupy do školského kurikula.

Z uvedeného pohľadu možno STEAM vzdelávanie vnímať ako dynamicky sa rozvíjajúci pedagogický koncept, ktorý reflektuje potreby súčasnej technologickej spoločnosti a zároveň ponúka nové možnosti pre rozvoj interdisciplinárneho, tvorivého a kritického myslenia žiakov. Integrácia vedeckých, technických a umeleckých disciplín vytvára podmienky pre vznik inovatívnych učebných prostredí, v ktorých sa učenie stáva aktívnym procesom založeným na skúmaní, tvorbe a riešení reálnych problémov.

1.2 Interdisciplinarita vo vzdelávaní

Interdisciplinarita predstavuje významný pedagogický prístup, ktorý reaguje na potrebu prepájania poznatkov z rôznych vedných disciplín pri riešení komplexných problémov súčasného sveta. Moderná spoločnosť je charakterizovaná dynamickým rozvojom technológií, globalizáciou a rastúcou komplexnosťou spoločenských i technologických výziev. Tieto výzvy spravidla presahujú hranice jednotlivých vedných odborov a vyžadujú integráciu poznatkov z viacerých oblastí. Tradičné školské kurikula sú však často organizované disciplinárne, pričom jednotlivé predmety sú vyučované oddelene a poznatky sú prezentované v rámci samostatných

vedných oblastí. Takýto prístup nemusí vždy odrážať skutočnú povahu problémov reálneho sveta, ktoré si často vyžadujú kombináciu rôznych perspektív a metodologických prístupov (Repko & Szostak, 2021).

V reakcii na tieto skutočnosti sa v pedagogickej teórii aj praxi postupne presadzuje interdisciplinárny prístup k vzdelávaniu. Interdisciplinárne vzdelávanie zdôrazňuje potrebu vytvárať prepojenia medzi jednotlivými predmetmi a podporovať schopnosť žiakov aplikovať poznatky v širších súvislostiach. Cieľom tohto prístupu nie je nahradiť existujúce predmety, ale vytvárať medzi nimi zmysluplné väzby, ktoré umožňujú hlbšie porozumenie skúmaným javom a procesom. Takéto prepojenie podporuje rozvoj kritického myslenia, analytických schopností a schopnosti riešiť komplexné problémy, ktoré presahujú rámec jednej disciplíny (Beane, 1997).

Interdisciplinarita vo vzdelávaní vychádza z predpokladu, že poznanie nie je izolované do jednotlivých disciplín, ale je vzájomne prepojené a vytvára komplexný systém poznatkov. Z pedagogického hľadiska to znamená potrebu vytvárať učebné situácie, ktoré umožňujú prepájanie poznatkov z rôznych oblastí a podporujú ich praktickú aplikáciu v autentických kontextoch. Interdisciplinárne vzdelávanie tak predstavuje spôsob organizácie kurikula a vyučovacieho procesu, ktorý reflektuje komplexnú povahu poznania.

Podľa Beaneho (1997) interdisciplinárne kurikulum umožňuje organizovať vzdelávací obsah okolo tém, problémov alebo projektov, ktoré majú význam pre reálny život žiakov. Takto koncipované kurikulum podporuje aktívne zapájanie žiakov do procesu učenia a vytvára priestor pre spoluprácu medzi rôznymi predmetmi. Vzdelávacie aktivity založené na témach alebo problémoch umožňujú žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach a zároveň podporujú rozvoj schopnosti aplikovať teoretické vedomosti v praktických situáciách.

Repko a Szostak (2021) definujú interdisciplinaritu ako proces integrácie poznatkov, metód a perspektív z rôznych disciplín s cieľom vytvoriť komplexnejšie porozumenie skúmanému problému. V kontexte vzdelávania tento prístup umožňuje žiakom analyzovať problémy z viacerých uhlov pohľadu a hľadať riešenia, ktoré zohľadňujú rôzne aspekty skúmaného javu. Interdisciplinárne učenie tak podporuje rozvoj schopnosti syntézy poznatkov a vytvárania nových súvislostí medzi jednotlivými oblasťami poznania.

V pedagogickej praxi sa interdisciplinárne vzdelávanie často realizuje prostredníctvom didaktických prístupov, ktoré podporujú aktívne učenie sa a riešenie komplexných úloh. Medzi najčastejšie využívané prístupy patrí projektové vyučovanie, problémovo orientované učenie alebo experimentálne a bádateľské aktivity. Tieto prístupy umožňujú prepájať poznatky z rôznych predmetov a vytvárať autentické učebné situácie, ktoré reflektujú komplexnosť reálnych problémov.

Projektové vyučovanie patrí medzi najrozšírenejšie formy interdisciplinárneho učenia. Pri práci na projektoch žiaci riešia komplexné úlohy, ktoré vyžadujú využitie poznatkov z viacerých disciplín. Napríklad návrh a konštrukcia technického modelu môže zahŕňať matematické výpočty, poznatky z fyziky, technické princípy konštrukcie a zároveň aj estetické aspekty dizajnu. Takéto aktivity podporujú tvorivé myslenie a umožňujú žiakom aplikovať teoretické poznatky v praktických situáciách.

Problémovo orientované učenie (*problem-based learning*) predstavuje ďalší prístup, ktorý podporuje rozvoj interdisciplinárneho myslenia. V tomto modeli sú žiaci konfrontovaní s problémovou situáciou, ktorá nemá jednoznačné riešenie. Ich úlohou je analyzovať problém, identifikovať relevantné informácie a navrhovať možné riešenia, ktoré následne overujú prostredníctvom experimentovania, modelovania alebo diskusie. Takýto proces podporuje rozvoj analytických a kritických schopností a zároveň umožňuje prepájať poznatky z rôznych oblastí.

V súčasnosti sa interdisciplinárne prístupy čoraz častejšie spájajú aj s využívaním digitálnych technológií. Digitálne nástroje umožňujú prepájať rôzne typy poznatkov a vytvárať vzdelávacie prostredie, v ktorom môžu žiaci experimentovať, modelovať a testovať svoje riešenia. Technológie tak podporujú realizáciu interdisciplinárnych projektov a umožňujú simulovať alebo vizualizovať javy, ktoré by bolo v tradičnom vyučovaní ťažké demonštrovať. V kontexte moderného vzdelávania sa preto interdisciplinárny prístup čoraz častejšie spája s digitálnymi a technologickými nástrojmi, ktoré rozširujú možnosti učenia a podporujú tvorivé riešenie komplexných problémov.

1.3 Interdisciplinarita v kontexte STEAM vzdelávania

STEAM vzdelávanie predstavuje jeden z najvýznamnejších príkladov interdisciplinárneho prístupu v súčasnom vzdelávaní. Tento koncept integruje prírodné vedy, technológie, inžinierstvo, umenie a matematiku do spoločného vzdelávacieho rámca, v ktorom sú jednotlivé disciplíny prepojené prostredníctvom spoločných problémov, projektov alebo výskumných aktivít. Z pedagogického hľadiska ide o prístup, ktorý zdôrazňuje nielen osvojovanie poznatkov z jednotlivých oblastí, ale najmä ich integráciu a praktickú aplikáciu pri riešení komplexných úloh. Takto koncipované vzdelávanie podporuje rozvoj tvorivého myslenia, schopnosti riešiť problémy a schopnosti aplikovať teoretické poznatky v reálnych situáciách.

Interdisciplinárny charakter STEAM vzdelávania umožňuje žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach a zároveň podporuje ich aktívne zapájanie do procesu učenia. Fuchsová (2025) poukazuje na to, že prepojenie prírodovedných, technických a kreatívnych disciplín vytvára prostredie, ktoré podporuje experimentovanie, tvorivosť a rozvoj technickej a prírodovednej gramotnosti. Interdisciplinárne aktivity zároveň umožňujú žiakom skúmať javy z viacerých perspektív a rozvíjať schopnosť syntetizovať poznatky z rôznych oblastí.

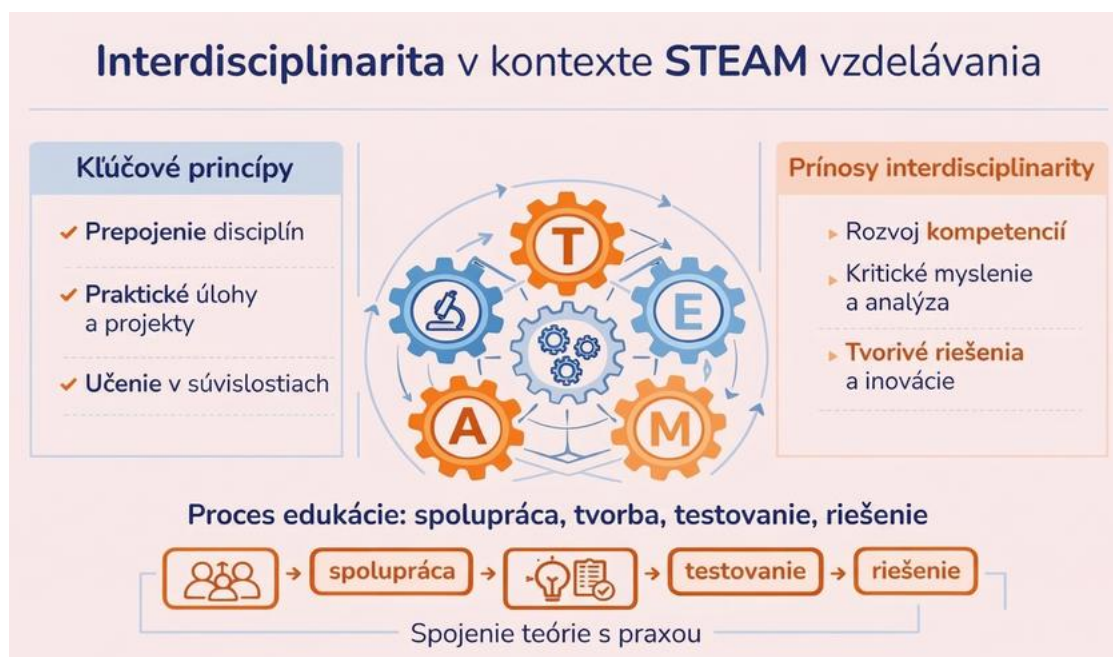
V pedagogickej praxi sa STEAM prístup často realizuje prostredníctvom projektovo orientovaných aktivít, ktoré prepájajú technické a kreatívne prvky. Takéto aktivity môžu zahŕňať napríklad návrh a realizáciu modelov pomocou digitálnych technológií (Turakhia et al, 2024), experimentovanie s rôznymi konštrukčnými riešeniami alebo analýzu vlastností vytvorených objektov. Žiaci pritom využívajú poznatky z matematiky, prírodných vied, techniky či umenia a zároveň rozvíjajú schopnosť prezentovať výsledky svojej práce a reflektovať proces riešenia. Vzdelávacie aktivity tohto typu podporujú komplexné myslenie a umožňujú žiakom aplikovať teoretické poznatky v praktických situáciách.

Interdisciplinárne prístupy vo vzdelávaní prinášajú viaceré významné pedagogické prínosy. Predovšetkým umožňujú žiakom lepšie pochopiť vzťahy medzi jednotlivými oblasťami poznania a podporujú schopnosť prepájať teoretické vedomosti s praktickými skúsenosťami. Takéto učenie vytvára podmienky pre hlbšie porozumenie skúmaným javom, pretože žiaci sú vedení k tomu, aby analyzovali problémy z rôznych perspektív a hľadali riešenia, ktoré integrujú poznatky z viacerých disciplín.

Výskumy zároveň poukazujú na to, že interdisciplinárne vzdelávanie významne podporuje rozvoj kľúčových kompetencií, ktoré sú považované za dôležité pre fungovanie jednotlivcov v súčasnej spoločnosti založenej na znalostiach. Medzi tieto kompetencie patria najmä kritické myslenie, tvorivosť, spolupráca a schopnosť riešiť komplexné problémy (Trilling & Fadel, 2009). Interdisciplinárne aktivity, ktoré kombinujú rôzne typy poznatkov a zručností, vytvárajú prostredie, v ktorom sa tieto kompetencie prirodzene rozvíjajú prostredníctvom aktívnej činnosti žiakov.

Významným prínosom interdisciplinárneho vzdelávania je aj jeho pozitívny vplyv na motiváciu žiakov. Učebné aktivity založené na riešení autentických problémov alebo na

realizácii projektov sú často bližšie reálnym situáciám, s ktorými sa žiaci stretávajú mimo školského prostredia. Takéto aktivity umožňujú žiakom lepšie pochopiť význam získavaných poznatkov a vnímať ich praktickú využiteľnosť v každodennom živote.



Obrázok 2 Interdisciplinarita v kontexte STEAM vzdelávania

V kontexte STEAM vzdelávania predstavuje interdisciplinarita jeden zo základných princípov organizácie vzdelávacieho procesu (obr. 2). Prepojenie rôznych oblastí poznania umožňuje vytvárať učebné prostredie, ktoré podporuje experimentovanie, tvorivosť a inovatívne myslenie. Takto koncipované vzdelávanie pripravuje žiakov na riešenie komplexných problémov súčasného sveta a zároveň rozvíja kompetencie potrebné pre život a prácu v technologicky orientovanej spoločnosti.

1.4 STEAM ako pedagogická paradigma

V súčasnosti sa STEAM vzdelávanie nepovažuje iba za metodický prístup k prepájaniu jednotlivých vyučovacích predmetov, ale čoraz častejšie sa interpretuje ako širšia pedagogická paradigma (obr. 3), ktorá mení spôsob uvažovania o vyučovaní, učení sa a o úlohe žiaka a učiteľa vo vzdelávacom procese. V tomto ponímaní STEAM presahuje rámec jednoduchého kurikulárneho prepojenia disciplín a predstavuje komplexný edukačný prístup založený na aktívnom učení, interdisciplinárnej integrácii poznatkov, tvorivosti a riešení autentických problémov prostredníctvom experimentovania, navrhovania a projektovej práce. Takto koncipované vzdelávanie reflektuje potreby súčasnej spoločnosti, ktorá vyžaduje schopnosť flexibilne prepájať poznatky z rôznych oblastí a aplikovať ich pri riešení komplexných úloh.

Z pedagogického hľadiska vychádza STEAM vzdelávanie z viacerých teoretických východísk, pričom významnú úlohu zohrávajú najmä konštruktivistické teórie učenia. Podľa konštruktivistického prístupu si žiaci vytvárajú poznatky prostredníctvom vlastnej aktivity, skúmania a reflexie skúseností (Piaget, 1972). Učenie sa preto nevníma ako pasívne prijímanie informácií, ale ako proces aktívnej konštrukcie poznania, ktorý prebieha v interakcii s materiálnym, technologickým a sociálnym prostredím. Tento pohľad zdôrazňuje význam

skúsenostného učenia sa, experimentovania a riešenia problémov ako základných prvkov edukačného procesu.



Obrázok 3 STEAM ako pedagogická paradigma

Významný vplyv na formovanie súčasných prístupov v oblasti STEAM vzdelávania mal aj konštrukcionizmus Seymoura Paperta (1980), ktorý nadväzuje na konštruktivistické teórie a zdôrazňuje význam tvorby konkrétnych artefaktov pri učení. Podľa tejto teórie sa žiaci učia najefektívnejšie vtedy, keď majú možnosť aktívne vytvárať produkty, modely alebo projekty, ktoré môžu analyzovať, prezentovať a reflektovať. Proces tvorby artefaktov umožňuje prepojiť abstraktné poznatky s praktickou skúsenosťou a zároveň podporuje rozvoj tvorivého myslenia. V kontexte STEAM vzdelávania môže ísť napríklad o konštrukciu technických modelov, tvorbu digitálnych objektov, návrh prototypov alebo realizáciu experimentov, pri ktorých žiaci využívajú poznatky z viacerých disciplín.

Jedným z charakteristických znakov STEAM pedagogiky je dôraz na aktívne učenie sa (Staribratov & Manolova, 2024), ktoré kladie žiaka do centra edukačného procesu. Žiaci v tomto modeli nevystupujú len ako pasívni príjemcovia informácií, ale aktívne sa podieľajú na procese poznávania prostredníctvom skúmania, experimentovania a tvorby vlastných riešení. Učiteľ pritom neplní iba úlohu poskytovateľa informácií, ale vystupuje skôr ako facilitátor alebo sprievodca učeníom sa, ktorý vytvára podmienky pre skúmanie, podporuje diskusiu a usmerňuje proces riešenia problémov.

Aktívne učenie sa v rámci STEAM prístupov často realizuje prostredníctvom projektového vyučovania, bádateľsky orientovaného učenia (*inquiry-based learning*) alebo dizajnérsky orientovaných aktivít. V týchto prístupoch sú žiaci konfrontovaní s problémovou situáciou alebo výzvou, ktorú analyzujú, navrhujú možné riešenia a následne ich overujú prostredníctvom experimentovania, modelovania alebo konštrukcie prototypov. Takýto proces podporuje nielen rozvoj kognitívnych schopností, ale aj tvorivé myslenie, spoluprácu a schopnosť reflektovať vlastný proces učenia.

Na význam integrácie teoretických poznatkov s praktickými skúsenosťami poukazuje aj Fuchsová (2025), ktorá zdôrazňuje, že STEAM vzdelávanie vytvára prostredie podporujúce aktívne zapájanie žiakov do procesu učenia. Prostredníctvom interdisciplinárnych aktivít môžu žiaci prepájať poznatky z rôznych oblastí a aplikovať ich pri riešení konkrétnych úloh. Takto koncipované učenie prispieva k hlbšiemu porozumeniu prírodovedných a technických javov a zároveň podporuje rozvoj schopnosti aplikovať získané vedomosti v rôznych kontextoch.

Dôležitou súčasťou súčasných prístupov k STEAM vzdelávaniu je aj koncept makerského vzdelávania (*maker education*). Tento pedagogický prístup vychádza z predpokladu, že učenie môže byť významne podporené prostredníctvom aktívnej tvorby, experimentovania a konštruovania rôznych objektov alebo prototypov. V makerskom prostredí majú žiaci možnosť skúmať technológie, realizovať vlastné nápady a postupne rozvíjať praktické technické a tvorivé zručnosti. Takto koncipované učenie zdôrazňuje význam skúsenostného učenia sa a tvorby artefaktov ako prostriedku porozumenia komplexným javom (Martinez & Stager, 2013).

V makerskom prostredí sa často využívajú digitálne výrobné technológie, ako napríklad 3D modelovanie, 3D tlač, robotika alebo programovanie. Tieto technológie umožňujú prepájať digitálny návrh s fyzickou realizáciou objektov, čím vytvárajú priestor pre experimentovanie a iteratívny proces navrhovania, testovania a zlepšovania riešení. Žiaci tak môžu postupne overovať svoje nápady, analyzovať vlastnosti vytvorených modelov a na základe získaných skúseností upravovať alebo optimalizovať navrhované riešenia.

Na význam makerského prostredia vo vzdelávaní poukazuje aj Fuchsová (2025), ktorá zdôrazňuje, že aktivity založené na tvorbe a experimentovaní môžu významne podporovať rozvoj tvorivosti a technického myslenia žiakov. Prostredníctvom práce s technologickými nástrojmi majú žiaci možnosť skúmať rôzne riešenia, analyzovať ich vlastnosti a postupne ich zdokonaľovať, čím sa zároveň rozvíjajú ich analytické a konštrukčné schopnosti.

STEAM pedagogika je zároveň úzko prepojená s rozvojom tzv. kompetencií pre 21. storočie. Medzi tieto kompetencie patria najmä kritické myslenie, kreativita, schopnosť spolupráce a efektívnej komunikácie. V kontexte súčasnej spoločnosti založenej na znalostiach sa tieto schopnosti považujú za kľúčové pre úspešné fungovanie jednotlivcov v profesionálnom aj spoločenskom živote (Trilling & Fadel, 2009).

Pri realizácii STEAM projektov žiaci často pracujú v tímoch, diskutujú o rôznych návrhoch riešení a spoločne plánujú postup práce. Takéto aktivity podporujú sociálne učenie a rozvoj komunikačných kompetencií. Žiaci sa zároveň učia koordinovať vlastnú činnosť, rozdeľovať úlohy v tíme, analyzovať vzniknuté problémy a reflektovať výsledky svojej práce. Tento proces podporuje nielen kognitívny rozvoj, ale aj rozvoj sociálnych a organizačných zručností.

Významnou súčasťou STEAM pedagogiky je aj rozvoj digitálnej a technologickej gramotnosti. Žiaci sa učia využívať digitálne nástroje na modelovanie, simuláciu alebo tvorbu rôznych objektov a zároveň získavajú základné poznatky o fungovaní moderných technológií. Takéto zručnosti sú v súčasnosti považované za dôležitý predpoklad pre orientáciu v technologicky orientovanom svete.

Implementácia STEAM prístupu zároveň predpokladá určitú transformáciu tradičnej úlohy učiteľa v edukačnom procese. V prostredí STEAM vzdelávania už učiteľ nevystupuje len ako sprostredkovateľ informácií, ale skôr ako facilitátor učenia, ktorý vytvára podmienky pre aktívne poznávanie a podporuje žiakov pri objavovaní nových poznatkov a riešení problémov.

Učiteľ v tomto procese organizuje učebné situácie, ktoré podporujú skúmanie, experimentovanie a tvorivé myslenie. Dôležitou súčasťou jeho pedagogickej činnosti je kladenie otázok, ktoré stimulujú kritické uvažovanie, a zároveň podpora reflexie získaných skúseností. Učiteľ tiež vytvára prostredie podporujúce spoluprácu medzi žiakmi a otvorenosť voči novým nápadom a riešeniam.

Fuchsová (2025) poukazuje na to, že úspešná implementácia STEAM vzdelávania si vyžaduje systematickú prípravu učiteľov a rozvoj ich didaktických kompetencií. Učitelia by mali byť schopní prepájať poznatky z rôznych disciplín, navrhovať interdisciplinárne vzdelávacie aktivity a efektívne využívať digitálne technológie vo vyučovaní.

Rozvoj digitálnych technológií zároveň prináša nové možnosti pre realizáciu STEAM pedagogiky. Nástroje ako 3D modelovanie, 3D tlač, robotické stavebnice alebo digitálne simulácie umožňujú žiakom skúmať rôzne javy prostredníctvom experimentovania a tvorby

modelov. Tieto technológie poskytujú prostredie, v ktorom je možné prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou.

Žiaci môžu napríklad navrhnúť digitálny model objektu, analyzovať jeho vlastnosti a následne ho realizovať vo fyzickej podobe prostredníctvom digitálnych výrobných technológií. Takýto proces podporuje nielen rozvoj technických zručností, ale aj schopnosť plánovať postup práce, testovať riešenia a reflektovať získané skúsenosti.

STEAM pedagogika tak vytvára vzdelávacie prostredie, ktoré podporuje tvorivé učenie, experimentovanie a interdisciplinárne myslenie. Vďaka tomu predstavuje perspektívny prístup k modernizácii vzdelávacích procesov a k rozvoju kompetencií potrebných pre život v technologicky orientovanej spoločnosti.

1.5 Rozvoj kompetencií prostredníctvom STEAM vzdelávania

Jedným z významných prínosov STEAM vzdelávania je jeho potenciál podporovať rozvoj širokého spektra kompetencií, ktoré sú potrebné pre fungovanie jednotlivcov v súčasnej technologicky orientovanej spoločnosti. Integrácia prírodných vied, technológií, inžinierstva, umenia a matematiky vytvára edukačné prostredie, v ktorom sa prirodzene prepájajú analytické, tvorivé a praktické aspekty učenia. Takto koncipované vzdelávanie podporuje aktívne zapájanie žiakov do procesu učenia, experimentovanie, tvorivé riešenie problémov a spoluprácu pri riešení komplexných úloh.

V európskom kontexte sa význam STEM a STEAM vzdelávania zdôrazňuje najmä v súvislosti s rozvojom tzv. kompetencií pre 21. storočie a s potrebou pripraviť žiakov na život v spoločnosti založenej na znalostiach, digitalizácii a technologických inováciách. Európska komisia vo viacerých strategických dokumentoch poukazuje na potrebu posilňovať vzdelávanie v oblasti vedy, technológií, inžinierstva a matematiky a zároveň rozvíjať tvorivosť, kritické myslenie a digitálne zručnosti ako kľúčové predpoklady pre budúci ekonomický a spoločenský rozvoj (European Commission, 2020; European Commission, 2022). Rozvoj týchto kompetencií je zároveň v súlade s cieľmi Štátneho vzdelávacieho programu Slovenskej republiky, ktorý zdôrazňuje potrebu formovať u žiakov komplexné kompetencie zahŕňajúce poznatky, zručnosti, postoje a hodnoty potrebné pre aktívny život v spoločnosti (ŠPÚ, 2023).

Jednou z kľúčových kompetencií podporovaných prostredníctvom STEAM vzdelávania je schopnosť analyzovať problémy a navrhovať efektívne riešenia. V rámci projektových alebo experimentálnych aktivít sú žiaci konfrontovaní s problémovými situáciami, ktoré si vyžadujú identifikáciu relevantných informácií, formulovanie hypotéz a overovanie navrhovaných riešení. Takýto proces podporuje rozvoj kritického myslenia, pretože žiaci sa učia hodnotiť rôzne možnosti riešenia a rozhodovať sa na základe argumentov a dôkazov. Možnosť testovať vlastné návrhy prostredníctvom experimentovania alebo modelovania zároveň podporuje hlbšie porozumenie skúmaným javom a procesom (Bybee, 2013). Rozvoj schopnosti riešiť problémy patrí medzi kľúčové ciele moderného kurikula, pričom Európska komisia zdôrazňuje potrebu rozvíjať schopnosť identifikovať problémy, analyzovať ich príčiny a navrhovať riešenia využiteľné v reálnych životných situáciách (European Commission, 2020).

Významnou kompetenciou rozvíjanou prostredníctvom STEAM vzdelávania je aj kreativita. Integrácia umeleckej zložky do prírodovedných a technických disciplín vytvára priestor pre tvorivé experimentovanie a hľadanie originálnych riešení problémov. Pri práci na STEAM projektoch majú žiaci možnosť navrhovať vlastné riešenia, vytvárať modely alebo prototypy a skúmať rôzne spôsoby ich realizácie. Takýto proces podporuje divergentné myslenie a schopnosť generovať nové nápady. Podľa Henriksen (2013) predstavuje práve prepojenie

technického a kreatívneho myslenia jeden z najvýznamnejších prínosov STEAM prístupu vo vzdelávaní. Podpora kreativity a inovatívneho myslenia je zároveň významnou súčasťou európskych vzdelávacích politík, ktoré zdôrazňujú potrebu vytvárať vzdelávacie prostredie podporujúce tvorivosť, podnikavosť a schopnosť inovovať (European Commission, 2022).

STEAM aktivity sú zároveň často realizované prostredníctvom tímovej práce, ktorá podporuje rozvoj sociálnych a komunikačných kompetencií. Pri práci v skupinách žiaci diskutujú o rôznych riešeniach, argumentujú svoje názory a spolupracujú pri riešení spoločných úloh. Spolupráca umožňuje kombinovať rôzne schopnosti a perspektívy jednotlivých členov tímu, čo môže viesť k efektívnejším a inovatívnejším riešeniam. Takéto prostredie podporuje rozvoj komunikačných zručností, schopnosti počúvať názory ostatných a efektívne prezentovať vlastné myšlienky (Trilling & Fadel, 2009). V súlade s európskym rámcom *Key Competences for Lifelong Learning* patria spolupráca, komunikácia a schopnosť pracovať v tíme medzi základné kompetencie potrebné pre aktívne občianstvo a uplatnenie na trhu práce (European Union, 2018).

Digitálna transformácia spoločnosti zároveň prináša nové požiadavky na vzdelávacie systémy, pričom jednou z ich kľúčových úloh je rozvíjať digitálnu a technologickú gramotnosť žiakov. Tá zahŕňa schopnosť využívať digitálne nástroje, analyzovať informácie a riešiť problémy pomocou technológií. STEAM vzdelávanie poskytuje vhodné prostredie pre systematické využívanie digitálnych nástrojov, ako sú napríklad 3D modelovanie, 3D tlač, robotika alebo digitálne simulácie. Prostredníctvom týchto technológií môžu žiaci skúmať rôzne javy prostredníctvom tvorby modelov, experimentovania a prototypovania riešení. Fuchsová (2025) poukazuje na to, že integrácia technológií do vyučovania môže významne podporiť rozvoj technickej gramotnosti žiakov a ich schopnosť orientovať sa v digitálnom prostredí. Význam rozvoja digitálnych kompetencií zároveň zdôrazňuje aj európsky rámec DigComp, ktorý definuje základné zručnosti potrebné pre efektívne využívanie digitálnych technológií v rôznych oblastiach života (European Commission, 2022).

STEAM vzdelávanie môže zároveň významne prispieť k rozvoju priestorového myslenia a technických zručností. Pri práci s modelmi, konštrukciami alebo digitálnymi návrhmi sa žiaci učia analyzovať tvar, rozmery a vzájomné vzťahy medzi jednotlivými prvkami objektov. Priestorové myslenie zohráva významnú úlohu najmä v oblasti matematiky, techniky a inžinierstva. Využívanie digitálnych nástrojov, ako je napríklad 3D modelovanie alebo 3D tlač, umožňuje žiakom lepšie porozumieť geometrickým a konštrukčným princípom a zároveň podporuje rozvoj praktických technických zručností. Podpora technického vzdelávania a rozvoj záujmu o STEM odbory patria medzi priority Európskej únie, ktorá zdôrazňuje potrebu zvyšovať záujem mladých ľudí o vedecké a technologické kariéry (European Commission, 2020).

V kontexte rýchleho technologického rozvoja a digitalizácie spoločnosti sa čoraz viac zdôrazňuje potreba rozvíjať kompetencie, ktoré umožnia jednotlivcom adaptovať sa na meniace sa pracovné a spoločenské prostredie. STEAM vzdelávanie poskytuje vhodný rámec pre rozvoj takýchto kompetencií, pretože prepája analytické, technické a kreatívne aspekty učenia. Interdisciplinárny charakter STEAM aktivít umožňuje žiakom rozvíjať schopnosť prepájať poznatky z rôznych oblastí a aplikovať ich pri riešení komplexných problémov. Z tohto pohľadu predstavuje STEAM vzdelávanie významný pedagogický prístup, ktorý podporuje rozvoj kompetencií potrebných pre 21. storočie a zároveň je v súlade s cieľmi moderných kurikulárnych dokumentov a európskych vzdelávacích politík.

Zhrnutie kapitoly 1

Kapitola sa zaoberala teoretickými a koncepnými východiskami využívania digitálnych technológií vo vzdelávaní s dôrazom na ich úlohu v súčasnej digitálnej spoločnosti. Predstavené boli základné pojmy súvisiace s digitálnou gramotnosťou a digitálnymi kompetenciami, pričom osobitná pozornosť bola venovaná európskym rámcom, najmä DigComp a DigCompEdu, ktoré definujú požiadavky na kompetencie žiakov a učiteľov. Kapitola zdôraznila význam integrácie digitálnych technológií do vyučovania ako nástroja podporujúceho aktívne učenie sa, individualizáciu vzdelávania a rozvoj kľúčových kompetencií. Zároveň poukázala na potrebu systematického prístupu k implementácii technológií v súlade s kurikulárnymi dokumentmi a vzdelávacími politikami. Digitálne technológie sú vnímané nielen ako prostriedok modernizácie vyučovania, ale aj ako nástroj rozvoja kritického myslenia, tvorivosti a schopnosti riešiť problémy v komplexnom digitálnom prostredí.

Kľúčové pojmy:

- digitálne technológie vo vzdelávaní,
- digitálna gramotnosť,
- digitálne kompetencie,
- DigComp,
- DigCompEdu,
- informačná gramotnosť,
- mediálna gramotnosť,
- integrácia technológií do vyučovania,
- individualizácia učenia,
- digitálne vzdelávacie prostredie,
- e-learning,
- technologicky podporované učenie (TEL),
- pedagogická integrácia IKT,
- vzdelávacie politiky EÚ.

2 Technológie 3D v edukácii

V posledných desaťročiach prechádza výroba výraznou technologickou transformáciou, ktorá je spojená s digitalizáciou výrobných procesov, automatizáciou a rozvojom nových výrobných technológií. Jednou z najvýznamnejších inovácií v tejto oblasti je 3D tlač, označovaná aj ako aditívna výroba (additive manufacturing). Táto technológia umožňuje vytvárať fyzické objekty priamo z digitálneho modelu postupným ukladaním materiálu vo vrstvách. Na rozdiel od tradičných výrobných metód, ktoré často pracujú princípom odoberania materiálu z polotovaru, aditívna výroba buduje objekt postupne od základnej vrstvy až po jeho finálnu podobu.

Rozvoj 3D tlače zásadne mení spôsob, akým sa navrhujú, vyrábajú a používajú produkty. Moderné výrobné systémy čoraz častejšie umožňujú produkovať jedinečné alebo prispôbené objekty bez výrazného zvýšenia výrobných nákladov, čo predstavuje významný posun oproti tradičnej sériovej výrobe. Tento trend vedie k postupnému presunu od masovej produkcie k flexibilnejším modelom výroby, ktoré umožňujú rýchlu realizáciu individuálnych návrhov a prototypov (Hvorecký & Schmid, 2023).

Cieľom tejto kapitoly je poskytnúť prehľad základných princípov 3D modelovania a 3D tlače, predstaviť hlavné typy 3D tlačových technológií a vysvetliť jednotlivé kroky procesu tvorby objektu – od digitálneho modelu až po jeho fyzickú realizáciu. Kapitola zároveň predstavuje vybrané nástroje a technológie, ktoré sú s 3D tlačou úzko prepojené, ako napríklad 3D skenovanie alebo využitie 3D pier. Tieto nástroje rozširujú možnosti digitálnej výroby a umožňujú rôzne spôsoby vytvárania trojrozmerných objektov v digitálnom aj fyzickom prostredí.

2.1 Úvod do 3D modelovania a 3D tlače

Technológia 3D tlače je súčasťou širšieho konceptu digitálnej výroby (digital fabrication), ktorá prepája digitálne návrhové nástroje s fyzickou produkciou objektov. Digitálny model vytvorený v počítačovom prostredí môže byť pomocou vhodného softvéru transformovaný na súbor inštrukcií pre 3D tlačiareň, ktorá následne tento model realizuje vo forme reálneho objektu. Tento proces umožňuje relatívne rýchlu transformáciu nápadu do fyzickej podoby a podporuje experimentovanie, prototypovanie a tvorivý prístup k navrhovaniu produktov.

Význam 3D tlače neustále rastie nielen v priemyselných aplikáciách, ale aj v oblasti výskumu, dizajnu, medicíny či technického vzdelávania. V posledných rokoch sa technológia stala dostupnejšou aj pre menšie organizácie, školy a individuálnych používateľov, čo prispelo k jej rýchlemu rozšíreniu. Paralelne s tým vznikli rozsiahle online komunity, ktoré zdieľajú digitálne modely, návody a skúsenosti s používaním tejto technológie. Digitálne platformy umožňujú používateľom vyhľadávať hotové modely, upravovať ich alebo vytvárať vlastné návrhy, čím sa výrazne rozširujú možnosti využitia 3D tlače.

Z technologického hľadiska možno proces tvorby fyzického objektu pomocou 3D tlače chápať ako postupnosť niekoľkých krokov. Najskôr je potrebné vytvoriť alebo získať digitálny 3D model, ktorý reprezentuje tvar výsledného objektu. Následne sa tento model pripraví na tlač pomocou špecializovaného softvéru, ktorý ho rozdelí na jednotlivé vrstvy a vytvorí inštrukcie pre 3D tlačiareň. Samotná tlač potom prebieha postupným ukladaním materiálu podľa týchto inštrukcií až do vytvorenia finálneho objektu. Tento proces možno zjednodušene opísať ako

cyklus návrh – výroba – použitie, ktorý je charakteristický pre moderné prístupy digitálnej výroby (Hvorecký & Schmid, 2023).



Obrázok 4 Úvod do 3D modelovania a 3D tlače

2.2 Základný princíp 3D tlače

3D tlač predstavuje technologický proces, pri ktorom sa fyzický objekt vytvára na základe digitálneho trojrozmerného modelu postupným ukladáním materiálu vo vrstvách. Tento spôsob výroby patrí medzi tzv. aditívne výrobné technológie, ktoré sa od tradičných výrobných metód líšia najmä spôsobom formovania výsledného objektu. Zatiaľ čo mnohé klasické výrobné postupy pracujú na princípe odoberania materiálu z pevného polotovaru, aditívna výroba vytvára objekt postupne pridávaním materiálu iba na miestach, kde je to potrebné.

Základom procesu 3D tlače je digitálny model, ktorý reprezentuje presný tvar budúceho objektu. Tento model sa vytvára pomocou špecializovaného softvéru určeného na 3D modelovanie alebo môže byť získaný aj z online databáz či pomocou technológií 3D skenovania. Digitálny model je následne transformovaný do formátu vhodného pre ďalšie

spracovanie, pričom najčastejšie používaným formátom je súbor typu STL (Standard Tessellation Language), ktorý opisuje povrch objektu pomocou siete trojuholníkov.

Pred samotnou výrobou musí byť model pripravený pomocou špecializovaného softvéru nazývaného slicer. Tento program analyzuje digitálny model a rozdelí ho na veľké množstvo tenkých horizontálnych vrstiev. Na základe tejto analýzy vytvorí súbor inštrukcií pre 3D tlačiareň, najčastejšie vo forme tzv. G-code, ktorý obsahuje presné pokyny pre pohyb tlačovej hlavy, množstvo extrudovaného materiálu, teplotu tlače a ďalšie technologické parametre.

Samotný proces tlače potom prebieha tak, že 3D tlačiareň postupne vytvára jednotlivé vrstvy objektu podľa pokynov generovaných slicerom. Materiál sa ukladá vrstvu po vrstve, pričom každá nová vrstva sa spája s vrstvou predchádzajúcou. Postupným opakovaním tohto procesu vzniká kompletný trojrozmerný objekt. Hrúbka jednotlivých vrstiev môže byť veľmi malá, často v rozsahu niekoľkých desiatok až stoviek mikrometrov, čo umožňuje vytvárať pomerne presné a detailné modely.

Jednou z najrozšírenejších technológií 3D tlače je FDM (Fused Deposition Modeling) alebo FFF (Fused Filament Fabrication). Pri tejto technológii sa plastový materiál vo forme vlákna – nazývaného filament – zahrieva v tlačovej hlave až do polotekutého stavu a následne sa extruduje cez úzku trysku. Tlačová hlava sa pohybuje v horizontálnej rovine podľa definovanej trajektórie a ukladá materiál na tlačovú podložku alebo na predchádzajúce vrstvy. Po ochladení materiál stuhne a vytvorí pevnú vrstvu, ktorá sa stáva základom pre ďalšie vrstvy objektu.



Obrázok 5 Základný princíp 3D tlače

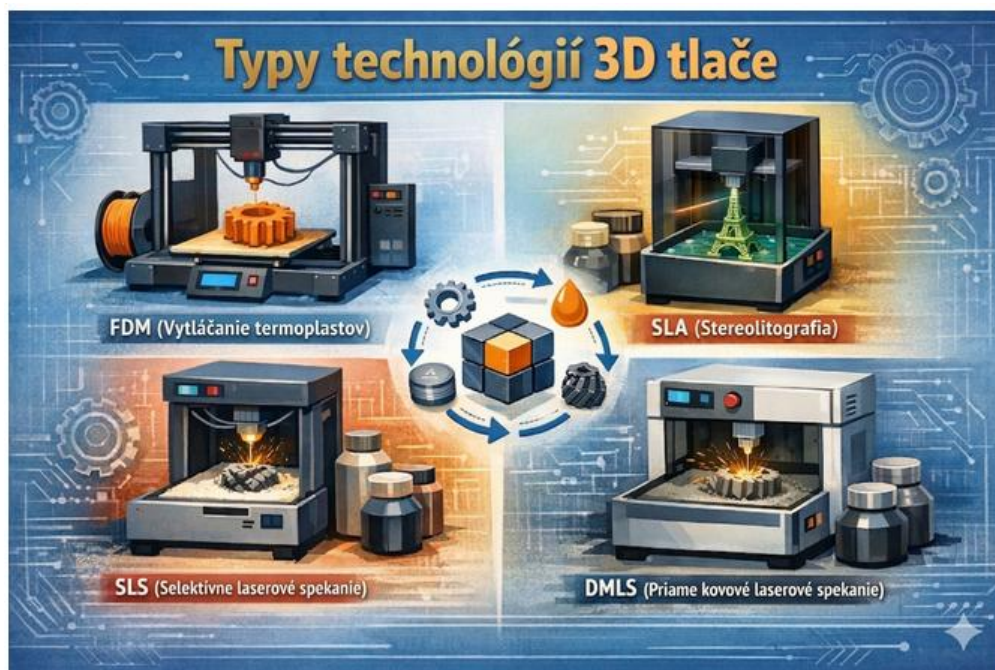
Proces 3D tlače možno teda zjednodušene opísať ako postupnosť niekoľkých krokov. Najskôr sa vytvorí alebo získa digitálny model objektu, ktorý je následne pripravený na tlač pomocou slicera. Tento softvér generuje inštrukcie pre tlačiareň, ktorá potom realizuje samotnú výrobu objektu ukladáním materiálu vo vrstvách. Takto vzniká fyzický objekt, ktorý môže byť použitý ako prototyp, funkčný výrobok alebo model určený na ďalšie spracovanie.

Významnou výhodou aditívnej výroby je schopnosť vytvárať aj geometricky zložité objekty, ktoré by bolo pomocou tradičných výrobných metód veľmi náročné alebo ekonomicky nevýhodné vyrobiť. Tým sa 3D tlač uplatňuje v širokom spektre oblastí, od priemyselného dizajnu a prototypovania až po medicínu, architektúru či výskum nových materiálov.

2.3 Typy technológií 3D tlače

Technológie 3D tlače možno rozdeliť podľa spôsobu spracovania materiálu a princípu tvorby vrstiev. V praxi existuje viacero technologických prístupov, ktoré sa líšia používanými materiálmi, presnosťou výroby, nákladmi aj typickými oblasťami využitia. Najrozšírenejšie technológie (obr. 6) možno rozdeliť do troch základných skupín: technológie založené na extrúzii materiálu, technológie využívajúce fotopolymérne živice a technológie pracujúce s práškovými materiálmi. Najrozšírenejším typom 3D tlače je technológia FDM (Fused Deposition Modeling), ktorá je známa aj pod označením FFF (Fused Filament Fabrication). Tento spôsob tlače sa používa najmä v stolových 3D tlačiarňach určených pre domácnosti, školy a menšie pracoviská. Jeho popularita vyplýva z relatívne nízkej ceny zariadení, dostupnosti materiálov a pomerne jednoduchého ovládania.

Pri tejto technológii sa používa plastový materiál vo forme tenkého vlákna – filamentu, ktorý je navinutý na cievke. Filament sa počas tlače postupne posúva do tlačovej hlavy, kde je zahrievaný na teplotu potrebnú na jeho roztavenie. Následne je extrudovaný cez úzku trysku a ukladá sa na tlačovú podložku podľa trajektórie určenej riadiacim programom. Tlačová hlava sa pohybuje v horizontálnej rovine, zatiaľ čo po dokončení jednej vrstvy sa tlačová plocha alebo tlačová hlava posunie o malú vzdialenosť v osi Z, čím sa vytvorí priestor pre ďalšiu vrstvu. Materiál po extrúzii rýchlo chladne a tuhne, čím sa jednotlivé vrstvy navzájom spájajú a vytvárajú pevný trojrozmerný objekt. Medzi najčastejšie používané materiály pri tejto technológii patria napríklad PLA, ABS alebo PETG. Vďaka svojej dostupnosti a jednoduchosti patrí FDM technológia medzi najpoužívanejšie metódy 3D tlače.



Obrázok 6 Typy technológií 3D tlače

Ďalšou významnou skupinou sú technológie založené na fotopolymérisácii, medzi ktoré patria napríklad SLA (Stereolithography) alebo DLP (Digital Light Processing). Tieto technológie pracujú s tekutými fotopolymérnymi živcami, ktoré tuhnú pôsobením svetla určitej vlnovej dĺžky. Pri tlači sa objekt vytvára v nádrži naplnenej tekutou živcou. Laserový lúč alebo projektor postupne osvetľuje jednotlivé oblasti modelu podľa digitálnych dát, čím dochádza k vytvrdzovaniu materiálu v presne definovaných miestach. Po vytvorení jednej vrstvy sa tlačová

plošina mierne posunie a proces sa opakuje pre ďalšiu vrstvu. Výhodou týchto technológií je vysoká presnosť a schopnosť vytvárať veľmi jemné detaily. Z tohto dôvodu sa SLA a DLP tlač často využíva napríklad v stomatológii, šperkárstve alebo pri výrobe presných prototypov.

V priemyselnom prostredí sa často využívajú aj technológie založené na spekaní práškových materiálov. Medzi najznámejšie patria SLS (Selective Laser Sintering) alebo DMLS (Direct Metal Laser Sintering). Pri týchto technológiách sa používa jemný prášok z plastu alebo kovu, ktorý je rovnomerne rozprestretý v tenkej vrstve na pracovnej ploche. Laser následne selektívne speká alebo taví prášok v miestach definovaných digitálnym modelom. Po dokončení jednej vrstvy sa na povrch rozprestrie nová vrstva prášku a proces sa opakuje, až kým nevznikne celý objekt.

Výhodou práškových technológií je schopnosť vytvárať komplexné geometrie bez potreby dodatočných podporných štruktúr, pretože nevyužitý prášok počas tlače slúži ako prirodzená opora pre vznikajúci objekt. Tieto technológie sa často používajú v leteckom, automobilovom alebo medicínskom priemysle, kde je potrebné vyrábať presné a mechanicky odolné komponenty.

Materiál predstavuje jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich vlastnosti výsledného objektu pri 3D tlači. Výber vhodného materiálu závisí od typu použitej tlačovej technológie, požadovaných mechanických vlastností výrobku, jeho účelu a prostredia, v ktorom bude objekt používaný. Pri stolových 3D tlačiarňach využívajúcich technológiu FDM alebo FFF sa najčastejšie používajú materiály vo forme plastového vlákna, označovaného ako filament. Filament je tenké plastové vlákno navinuté na cievke, ktoré sa počas tlače postupne posúva do tlačovej hlavy. V tlačovej hlave sa materiál zahrieva na teplotu potrebnú na jeho roztavenie a následne je extrudovaný cez trysku, kde vytvára jednotlivé vrstvy tlačeneho objektu. Po uložení na tlačovú plochu materiál rýchlo chladne a tuhne, čím sa spája s predchádzajúcimi vrstvami.

Medzi najpoužívannejšie materiály pri FDM tlači patrí PLA (polylactic acid). Tento materiál je biologicky rozložiteľný plast vyrábaný z obnoviteľných zdrojov, napríklad z kukuričného škrobu alebo cukrovej trstiny. PLA je obľúbený najmä vďaka jednoduchosti tlače, relatívne nízkej teplote extrúzie a malej tendencii k deformácii počas chladenia. Vďaka týmto vlastnostiam sa často používa pri prototypovaní, výrobe modelov alebo pri vzdelávacích aktivitách. Ďalším často používaným materiálom je ABS (akrylonitril-butadién-styrén), ktorý je známy svojou vyššou mechanickou odolnosťou a tepelnou stabilitou. ABS sa používa napríklad pri výrobe funkčných komponentov alebo technických dielov. Tlač s týmto materiálom je však technologicky náročnejšia, pretože počas chladenia môže dochádzať k deformáciám materiálu, čo si často vyžaduje použitie vyhrievanej tlačovej podložky alebo uzavretého tlačového priestoru. Veľmi rozšíreným materiálom je aj PETG (polyethylentereftalát glykol), ktorý predstavuje kompromis medzi vlastnosťami PLA a ABS. PETG sa vyznačuje dobrou pevnosťou, chemickou odolnosťou a relatívne jednoduchou tlačou. Vďaka týmto vlastnostiam sa používa pri výrobe funkčných súčiastok, obalov alebo rôznych technických komponentov. Okrem tuhých plastov sa pri 3D tlači používajú aj flexibilné materiály, napríklad TPU (termoplastický polyuretán). Tento typ filamentu umožňuje vytvárať pružné objekty, ktoré môžu byť ohybné alebo elastické. Flexibilné materiály sa využívajú napríklad pri výrobe ochranných prvkov, krytov, tesnení alebo rôznych funkčných súčiastok.

Okrem uvedených základných materiálov existuje aj množstvo špecializovaných filamentov, ktoré obsahujú rôzne prísady alebo plnivá. Patria medzi ne napríklad materiály s prídavkom drevených vlákien, kovového prášku alebo uhlíkových vlákien. Tieto materiály umožňujú vytvárať objekty so špecifickými mechanickými alebo estetickými vlastnosťami a rozširujú možnosti využitia 3D tlače v rôznych oblastiach.

Pri výbere materiálu je potrebné zohľadniť aj technologické parametre tlače, ako sú teplota extrúzie, teplota tlačovej podložky, rýchlosť tlače alebo chladenie materiálu. Správna kombinácia týchto parametrov má zásadný vplyv na kvalitu tlače, presnosť výsledného objektu a jeho mechanické vlastnosti. Rozmanitosť dostupných materiálov výrazne rozširuje možnosti využitia 3D tlače. Používateľ si môže zvoliť materiál podľa požadovaných vlastností objektu, či už ide o pevnosť, pružnosť, tepelnú odolnosť alebo estetický vzhľad výsledného výrobku.

2.4 Proces 3D tlače: od digitálneho modelu k fyzickému objektu

Proces tvorby objektu pomocou 3D tlače pozostáva z viacerých na seba nadväzujúcich krokov, ktoré prepájajú digitálne modelovanie s fyzickou výrobou. Tento proces je možné zjednodušene opísať ako sled fáz zahrňajúcich návrh modelu, prípravu tlače a samotnú výrobu objektu. V praxi ide o technologický cyklus, ktorý umožňuje transformovať digitálny návrh do hmotnej podoby pomocou automatizovaného výrobného zariadenia.

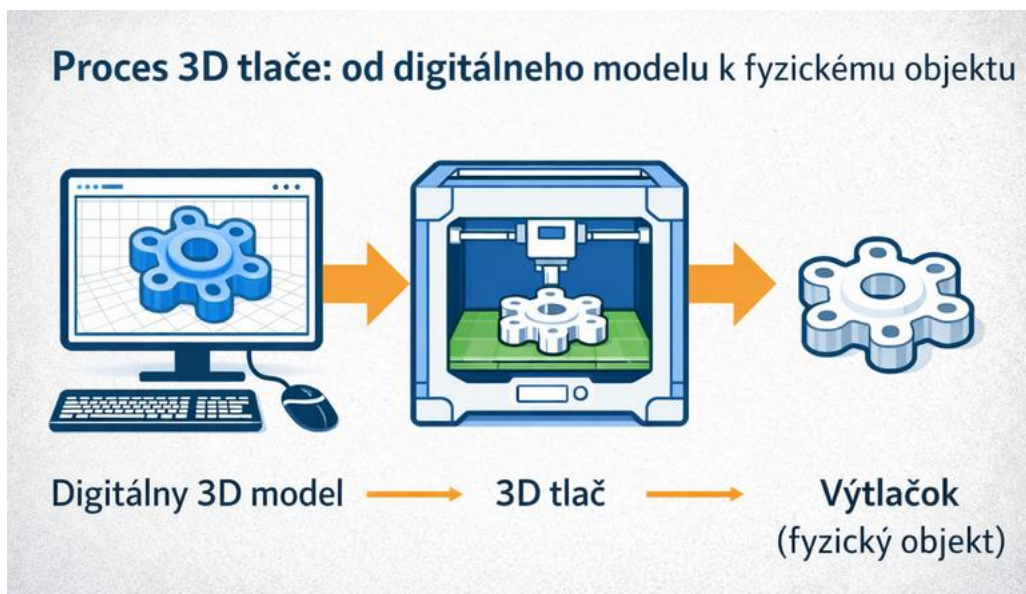
Prvým krokom v procese 3D tlače je vytvorenie digitálneho trojrozmerného modelu, ktorý predstavuje presný geometrický opis objektu. Tento model môže byť vytvorený rôznymi spôsobmi. Najčastejšie sa využíva softvér určený na počítačom podporované navrhovanie, známy ako CAD (Computer-Aided Design). Takéto nástroje umožňujú vytvárať trojrozmerné objekty pomocou základných geometrických tvarov, operácií s objemom alebo parametrického modelovania. Medzi jednoduchšie nástroje vhodné najmä pre začiatočníkov patrí napríklad Tinkercad, ktorý umožňuje vytvárať modely prostredníctvom kombinovania základných geometrických tvarov. V oblasti matematického a technického modelovania možno využiť aj nástroje ako GeoGebra, ktoré umožňujú konštruovať geometrické objekty a následne ich exportovať do formátu vhodného pre 3D tlač.

Digitálny model môže byť získaný aj inými spôsobmi. Používateľ si môže napríklad stiahnuť hotový model z online databáz, ktoré obsahujú tisíce voľne dostupných objektov pripravených na tlač. V posledných rokoch sa objavujú aj nástroje využívajúce umelú inteligenciu, ktoré umožňujú generovať trojrozmerné modely na základe textového opisu alebo obrázka. Ďalšou možnosťou je získanie modelu pomocou 3D skenovania, pri ktorom sa reálny objekt digitalizuje a premení na trojrozmerný model. Bez ohľadu na spôsob vzniku modelu je potrebné uložiť ho do formátu vhodného pre ďalšie spracovanie. Najčastejšie sa používa formát STL, ktorý opisuje povrch objektu pomocou množiny trojuholníkov. Tento formát predstavuje štandardný spôsob prenosu geometrických dát medzi modelovacím softvérom a programami určenými na prípravu tlače.

Po vytvorení digitálneho modelu nasleduje fáza prípravy tlače, ktorá sa realizuje pomocou špecializovaného softvéru nazývaného slicer. Úlohou slicera je analyzovať trojrozmerný model a rozdeliť ho na veľké množstvo tenkých horizontálnych vrstiev. Na základe tejto analýzy program vytvorí súbor inštrukcií, ktorý obsahuje presné pokyny pre pohyb tlačovej hlavy a extrúziu materiálu. Výsledkom procesu slicovania je súbor vo formáte G-code, ktorý predstavuje jazyk používaný na riadenie pohybu CNC strojov a 3D tlačiarňí. Tento súbor obsahuje informácie o trajektórii pohybu tlačovej hlavy, rýchlosti tlače, teplote extrúzie, množstve extrudovaného materiálu a ďalších technologických parametroch. Moderné slicery umožňujú používateľovi nastavovať množstvo parametrov, ktoré ovplyvňujú kvalitu a vlastnosti výsledného objektu. Medzi najdôležitejšie patria napríklad výška vrstvy, ktorá určuje rozlíšenie tlače, výplň objektu (infill), ktorá ovplyvňuje pevnosť modelu, alebo podporné štruktúry (supports), ktoré umožňujú tlačiť aj zložitejšie geometrie s prevismi. Medzi

najznámejšie slicery používané v praxi patria napríklad PrusaSlicer, Ultimaker Cura alebo Simplify3D.

Po príprave modelu a vygenerovaní riadiaceho programu nasleduje samotná fáza tlače (obr. 7). 3D tlačiareň načíta súbor G-code a začne postupne vytvárať jednotlivé vrstvy objektu podľa definovaných inštrukcií. Tlačová hlava sa pohybuje po trajektóriách definovaných programom a ukladá materiál na tlačovú podložku alebo na predchádzajúce vrstvy objektu. Dôležitým aspektom procesu tlače je kvalita prvej vrstvy, ktorá tvorí základ celého objektu. Ak prvá vrstva nie je správne prichytená k tlačovej podložke, môže dôjsť k deformácii alebo posunutiu modelu počas tlače. Preto je potrebné venovať pozornosť správnej kalibrácii tlačovej podložky, nastaveniu teploty a výške trysky nad tlačovou plochou.



Obrázok 7 Proces 3D tlače

Počas tlače sa jednotlivé vrstvy materiálu postupne spájajú a vytvárajú kompletný trojrozmerný objekt. V závislosti od veľkosti a zložitosti modelu môže tlač trvať od niekoľkých minút až po niekoľko hodín. Po dokončení tlače je často potrebné odstrániť podporné štruktúry alebo vykonať drobné úpravy povrchu modelu. Proces 3D tlače tak predstavuje prepojenie digitálneho návrhu a fyzickej výroby. Vďaka kombinácii modelovacieho softvéru, prípravy tlače a samotného výrobného procesu je možné relatívne jednoducho transformovať digitálnu predstavu o objekte do jeho reálnej podoby.

2.5 Zdroje 3D modelov a generovanie modelov pomocou umelej inteligencie

Digitálny model predstavuje základný vstupný prvok procesu 3D tlače. Hoci modelovanie vlastných objektov pomocou CAD softvéru je dôležitou súčasťou práce s 3D tlačou, v praxi mnoho používateľov využíva aj hotové modely dostupné na internete. Rozvoj online komunít a digitálnych databáz výrazne prispel k rozšíreniu 3D tlače, pretože umožňuje jednoduché zdieľanie a opätovné využívanie digitálnych modelov.

Na internete existuje viacero rozsiahlych databáz, ktoré obsahujú tisíce až milióny trojrozmerných modelov pripravených na tlač. Medzi najznámejšie platformy patria napríklad Thingiverse, Printables alebo MyMiniFactory. Tieto databázy umožňujú používateľom vyhľadávať modely podľa rôznych kategórií, sťahovať ich a následne ich priamo použiť v procese 3D tlače. Okrem samotných modelov často obsahujú aj doplňujúce informácie o odporúčaných parametroch tlače, použitých materiáloch alebo skúsenostiach iných používateľov. Významnou charakteristikou týchto databáz je aj komunitný charakter. Používatelia môžu svoje modely zdieľať, upravovať alebo vytvárať nové verzie existujúcich návrhov. Takýto spôsob spolupráce podporuje rýchle šírenie nových nápadov a technických riešení. V mnohých prípadoch sú modely dostupné voľne, pričom ich použitie sa riadi rôznymi typmi otvorených licencií.

V posledných rokoch sa objavujú aj nové nástroje využívajúce umelú inteligencia na generovanie trojrozmerných modelov. Tieto systémy umožňujú vytvárať základné 3D objekty na základe textového opisu alebo obrázka. Používateľ tak môže napríklad zadať jednoduchý slovný popis objektu a systém automaticky vytvorí digitálny model, ktorý je možné ďalej upravovať alebo pripraviť na 3D tlač. Technológie generatívnej umelej inteligencie predstavujú novú fázu vývoja digitálneho modelovania. Umožňujú výrazne zjednodušiť proces tvorby modelov a sprístupniť 3D modelovanie aj používateľom, ktorí nemajú skúsenosti s tradičnými CAD nástrojmi. Hoci tieto nástroje zatiaľ nedosahujú presnosť profesionálnych modelovacích programov, ich význam postupne rastie a v budúcnosti môžu predstavovať významnú súčasť ekosystému digitálnej výroby. Dostupnosť rozsiahlych databáz modelov a rozvoj nových nástrojov na generovanie 3D objektov výrazne rozširujú možnosti využitia 3D tlače. Používateľ si môže zvoliť, či bude pracovať s existujúcimi modelmi, upraví ich podľa vlastných potrieb alebo vytvorí úplne nový návrh pomocou modelovacieho softvéru alebo generatívnych nástrojov.

2.6 3D skenovanie a digitalizácia objektov

Okrem vytvárania digitálnych modelov pomocou modelovacieho softvéru alebo využívania existujúcich databáz modelov existuje aj ďalší spôsob získania trojrozmerných dát – 3D skenovanie. Táto technológia umožňuje previesť fyzický objekt do digitálnej podoby a následne s ním pracovať v prostredí počítačového modelovania alebo ho pripraviť na 3D tlač.

3D skenovanie je proces (obr. 8), pri ktorom sa geometria reálneho objektu zaznamenáva pomocou špeciálnych zariadení nazývaných 3D skenery. Tieto zariadenia snímajú povrch objektu pomocou rôznych metód, napríklad laserového lúča, štruktúrovaného svetla alebo stereoskopických kamier. Výsledkom skenovania je súbor dát reprezentujúcich priestorové súradnice bodov na povrchu objektu, ktorý sa označuje ako bodové pole (point cloud). Z bodového poľa je následne možné vytvoriť polygonálnu sieť, ktorá reprezentuje povrch objektu v digitálnej podobe. Tento model je potom možné exportovať do štandardných formátov používaných v 3D tlači, napríklad STL alebo OBJ. Po prípadných úpravách v modelovacom softvéri môže byť takýto model pripravený na ďalšie spracovanie pomocou slicera a následnú 3D tlač. V súčasnosti existujú rôzne typy 3D skenerov, ktoré sa líšia presnosťou, cenou a spôsobom použitia. Profesionálne priemyselné skenery umožňujú veľmi presné zachytenie geometrie objektov a využívajú sa napríklad v strojárstve, medicíne alebo pri digitálnej archivácii kultúrnych artefaktov. Popri nich existujú aj jednoduchšie a cenovo dostupnejšie zariadenia určené pre menšie pracoviská alebo individuálnych používateľov. Okrem špecializovaných skenerov je možné vytvárať trojrozmerné modely aj pomocou metódy

nazývanej fotogrametria. Táto technika využíva sériu fotografií objektu nasnímaných z rôznych uhlov. Pomocou softvérových nástrojov sa následne analyzuje vzájomná poloha jednotlivých bodov na snímkach a rekonštruje sa trojrozmerný model objektu. Fotogrametria umožňuje vytvárať 3D modely aj pomocou bežných digitálnych fotoaparátov alebo mobilných telefónov.



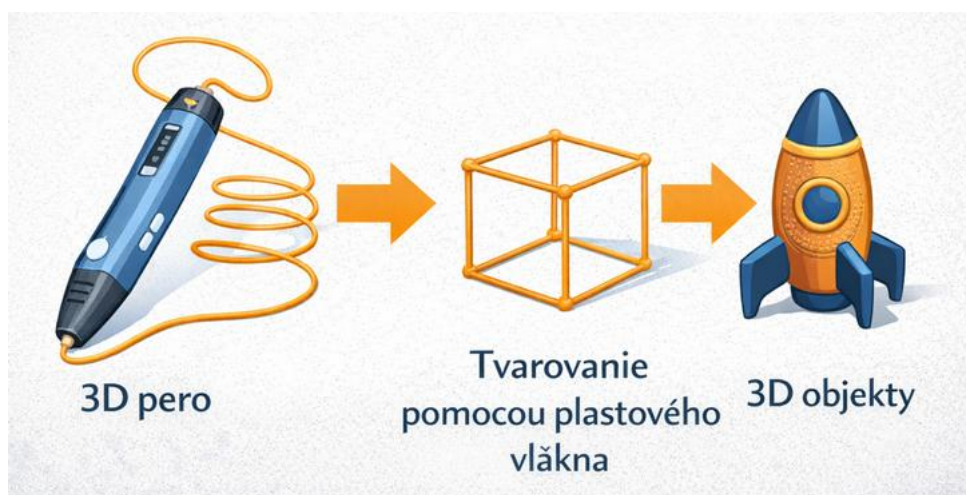
Obrázok 8 3D skenovanie a digitalizácia objektov

Moderné mobilné zariadenia často obsahujú viacero kamier alebo senzory schopné zaznamenávať hĺbkové informácie o scéne. Vďaka tomu vznikajú mobilné aplikácie, ktoré dokážu vytvárať základné trojrozmerné modely priamo pomocou smartfónu. Hoci presnosť takýchto modelov býva nižšia než pri profesionálnych skeneroch, v mnohých prípadoch postačuje na jednoduché modelovanie alebo prípravu objektov na 3D tlač. Digitalizovaný model získaný pomocou skenovania je možné následne upraviť v modelovacom softvéri. Používateľ môže odstrániť nežiadúce časti modelu, doplniť chýbajúce prvky alebo kombinovať skenovaný objekt s ďalšími geometrickými tvarmi. Takto upravený model je možné exportovať do formátu vhodného pre slicer a pripraviť ho na samotnú tlač. Tento postup umožňuje efektívne prepájať reálne objekty s digitálnym modelovaním a rozširuje možnosti využitia 3D tlače v rôznych oblastiach.

2.7 Alternatívne nástroje 3D tvorby: 3D perá

Popri klasických 3D tlačiarňach existujú aj ďalšie nástroje umožňujúce vytvárať trojrozmerné objekty. Jedným z nich je 3D pero, ktoré predstavuje jednoduchý a intuitívny spôsob tvorby trojrozmerných štruktúr. Na rozdiel od 3D tlačiarne, kde pohyb tlačovej hlavy riadi počítačový program, pri použití 3D pera riadi celý proces priamo používateľ. Princíp fungovania 3D pera je podobný technológii FDM používanou v mnohých stolových 3D tlačiarňach. Zariadenie využíva plastový filament, ktorý sa vo vnútri pera zahrieva na teplotu potrebnú na jeho roztavenie. Roztavený materiál je následne extrudovaný cez malú trysku a používateľ ho môže ukladať na povrch alebo do priestoru podľa vlastného pohybu ruky. Po opustení trysky materiál rýchlo chladne a tuhne, čím vzniká pevná plastová štruktúra.

Významnou výhodou 3D pera je jeho bezprostredná spätná väzba počas tvorby. Používateľ okamžite vidí výsledok svojho pohybu a môže priebežne upravovať tvar vytváraného objektu. Tento spôsob práce podporuje experimentovanie a intuitívne skúmanie trojrozmerného priestoru. Tvorba objektov pomocou 3D pera (obr. 9) zároveň umožňuje kombinovať manuálnu kreativitu s technickým princípom vrstvenia materiálu, ktorý je charakteristický aj pre 3D tlač. 3D perá sa vyrábajú v rôznych typoch a prevedeniach. Jednoduchšie modely sú určené najmä pre hobby používateľov alebo vzdelávacie aktivity a pracujú s nižšími teplotami, ktoré zvyšujú bezpečnosť pri práci. Existujú však aj pokročilejšie zariadenia určené pre profesionálne využitie, ktoré umožňujú presnejšiu reguláciu teploty a rýchlosti extrúzie materiálu.



Obrázok 9 Alternatívne nástroje 3D tvorby

Pri práci s 3D perom sa často využíva postup, pri ktorom sa najprv vytvoria dvojrozmerné šablóny jednotlivých častí objektu. Tieto šablóny môžu byť vytlačené na papieri alebo zalaminované a slúžia ako podklad pre vytvorenie jednotlivých komponentov pomocou 3D pera. Po vytvorení všetkých častí je možné jednotlivé segmenty spojiť do výslednej trojrozmernej konštrukcie. Takýto postup umožňuje vytvárať aj pomerne zložité objekty, napríklad geometrické telesá alebo modely architektonických štruktúr. 3D perá tak predstavujú zaujímavé doplnenie ekosystému nástrojov používaných pri 3D tvorbe. Umožňujú vytvárať objekty bez potreby počítačového modelovania alebo prípravy tlače a poskytujú jednoduchý spôsob, ako experimentovať s princípmi trojrozmernej konštrukcie a vrstvenia materiálu. V kombinácii s digitálnym modelovaním, 3D skenovaním a klasickou 3D tlačou rozširujú možnosti tvorby trojrozmerných objektov a prepájajú manuálne a digitálne prístupy k navrhovaniu a výrobe.

2.8 Komunity, databázy a zdroje pre používateľov 3D tlače

Rozvoj 3D tlače je úzko spojený s rozvojom online komunít a digitálnych platforiem, ktoré umožňujú používateľom zdieľať modely, skúsenosti a technické riešenia. Internetové databázy modelov, diskusné fóra a sociálne siete vytvorili rozsiahly ekosystém, ktorý výrazne uľahčuje prístup k technológii 3D tlače aj menej skúseným používateľom.

Jedným z najvýznamnejších typov online zdrojov sú databázy trojrozmerných modelov, ktoré umožňujú používateľom sťahovať objekty pripravené na 3D tlač. Medzi najznámejšie platformy patria napríklad Thingiverse, Printables alebo MyMiniFactory. Tieto databázy

obsahujú veľké množstvo modelov rôzneho charakteru – od jednoduchých dekoratívnych objektov až po funkčné mechanické súčiastky. Používatelia môžu modely nielen sťahovať, ale aj hodnotiť, upravovať a publikovať vlastné návrhy. Dôležitú úlohu zohrávajú aj online komunity, ktoré sa sústreďujú okolo diskusných fór, sociálnych sietí alebo špecializovaných platform. Používatelia si v týchto komunitách navzájom vymieňajú skúsenosti, poskytujú technické rady a riešia problémy spojené s modelovaním alebo samotnou tlačou. Diskusie sa často týkajú napríklad optimalizácie nastavení tlače, výberu vhodného materiálu alebo riešenia technických problémov s tlačiarňou.

Významnú podporu používateľom poskytujú aj samotní výrobcovia 3D tlačiarňí a softvéru, ktorí vytvárajú rozsiahlu dokumentáciu, návody a výučbové materiály. Mnohé firmy prevádzkujú vlastné komunikačné kanály, diskusné fóra alebo videokanály, kde predstavujú nové funkcie zariadení a poskytujú praktické rady pre používateľov. Niektoré zdroje sú dostupné voľne, zatiaľ čo iné sú súčasťou platených služieb alebo profesionálnych technických platforiem. Internetové komunity a databázy modelov tak zohrávajú dôležitú úlohu pri rozvoji 3D tlače. Umožňujú rýchle šírenie nových nápadov, podporujú spoluprácu medzi používateľmi a výrazne uľahčujú prístup k technológii aj tým, ktorí s ňou ešte len začínajú pracovať.

3D modelovanie a 3D tlač predstavujú významnú súčasť súčasného technologického vývoja a postupne sa stávajú bežnou súčasťou digitálnej výroby. Tieto technológie umožňujú vytvárať fyzické objekty priamo z digitálnych modelov a poskytujú nové možnosti návrhu, prototypovania a výroby produktov. Vďaka postupnému znižovaniu cien zariadení a dostupnosti používateľsky prístupných softvérových nástrojov sa 3D tlač stáva dostupnou pre široké spektrum používateľov – od profesionálnych dizajnérov a inžinierov až po individuálnych tvorcov.

Zhrnutie kapitoly 2

Kapitola sa zaoberala charakteristikou a možnosťami využitia 3D technológií vo vzdelávacom procese. Predstavené boli základné technológie, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač, 3D skenovanie a využívanie 3D pier, ktoré umožňujú prepájať digitálne prostredie s praktickou tvorbou. Dôraz bol kladený na ich didaktický potenciál, najmä pri vizualizácii abstraktných javov, rozvoji priestorového myslenia a podpore aktívneho učenia. Kapitola poukázala na význam digitálnej fabrikácie ako prístupu, ktorý umožňuje transformovať digitálne návrhy do fyzických objektov a podporuje učenie prostredníctvom tvorby artefaktov. Zároveň boli analyzované pedagogické prínosy a limity využívania 3D technológií, vrátane ich vplyvu na motiváciu žiakov, rozvoj technických a digitálnych kompetencií a podporu interdisciplinárneho učenia. Osobitná pozornosť bola venovaná iteratívnemu charakteru práce s 3D technológiami, ktorý umožňuje experimentovanie, testovanie a postupné zlepšovanie riešení. Kapitola zdôraznila, že efektívne využívanie 3D technológií si vyžaduje premyslený pedagogický prístup, vhodné didaktické plánovanie a reflektované začlenenie do vzdelávacieho procesu.

Kľúčové pojmy:

- 3D technológie vo vzdelávaní,
- 3D modelovanie,
- 3D tlač,
- 3D skenovanie,
- 3D pero,
- digitálna fabrikácia,
- aditívna výroba,

- digitálny model,
- prototypovanie,
- vizualizácia,
- priestorové myslenie,
- technická gramotnosť,
- digitálna gramotnosť,
- interdisciplinárne učenie,
- STEAM integrácia,
- didaktické využitie technológií,
- pedagogické prínosy a limity.

3 Didaktické prístupy k využívaniu 3D technológií

V posledných desaťročiach dochádza k výraznej transformácii vzdelávacích systémov, ktorá je úzko prepojená s rýchlym rozvojom digitálnych technológií a procesmi digitalizácie spoločnosti. Technologický pokrok zásadne ovplyvňuje spôsob získavania informácií, komunikácie a spracovania poznatkov, čo sa premieta aj do zmien v organizácii a realizácii vyučovacieho procesu. Digitálne technológie sa postupne stávajú prirodzenou súčasťou vzdelávacieho prostredia a zároveň predstavujú významný nástroj podporujúci moderné pedagogické prístupy orientované na aktívne učenie sa, spoluprácu a tvorivé riešenie problémov.

3.1 Digitálne technológie v súčasnom vzdelávaní

Digitálna transformácia vzdelávania je zároveň súčasťou širších spoločenských zmien, ktoré sú spojené s digitalizáciou pracovného prostredia, ekonomiky aj každodenného života jednotlivcov. V reakcii na tieto zmeny školy čoraz častejšie integrujú rôzne digitálne nástroje a technológie do vyučovania s cieľom podporiť rozvoj digitálnej gramotnosti a pripraviť žiakov na fungovanie v technologicky orientovanom svete (European Commission, 2022). Integrácia technológií do vzdelávania pritom nepredstavuje iba technickú inováciu, ale aj významnú pedagogickú zmenu, ktorá ovplyvňuje spôsob organizácie učenia a interakcie medzi učiteľom a žiakmi.

Na význam digitálnych technológií vo vzdelávaní poukazuje aj Európska komisia vo svojich strategických dokumentoch. Dokument **Digital Education Action Plan 2021–2027** zdôrazňuje potrebu systematickej integrácie digitálnych nástrojov do vzdelávacích systémov a poukazuje na ich potenciál podporovať inovatívne pedagogické prístupy, aktívne učenie sa a rozvoj kompetencií potrebných pre 21. storočie (European Commission, 2022). Digitálne technológie tak predstavujú dôležitý prostriedok modernizácie vzdelávacieho procesu a zároveň nástroj na podporu nových foriem učenia.

V pedagogickej praxi môžu digitálne technológie plniť rôzne funkcie a podporovať rôzne formy učenia. Môžu slúžiť ako prostriedok prezentácie informácií, ako nástroj komunikácie medzi učiteľom a žiakmi alebo ako prostredie umožňujúce tvorbu, experimentovanie a riešenie problémov. Využívanie digitálnych nástrojov zároveň umožňuje vytvárať nové typy učebných situácií, ktoré podporujú aktívne zapájanie žiakov do vzdelávacieho procesu.

Technológie, ako sú interaktívne tabule, digitálne učebné materiály, simulácie alebo virtuálne laboratória, umožňujú vizualizovať abstraktné pojmy a vytvárať dynamické učebné prostredie. Prostredníctvom digitálnych modelov môžu žiaci skúmať javy, ktoré by bolo v tradičnom vyučovaní náročné demonštrovať, a experimentovať s rôznymi premennými. Takéto prostredie podporuje aktívne učenie sa a umožňuje žiakom rozvíjať analytické a bádateľské zručnosti.

Fuchsová (2025) poukazuje na to, že integrácia digitálnych technológií do vyučovania môže významne prispieť k rozvoju prírodovednej a technickej gramotnosti žiakov. Digitálne nástroje umožňujú skúmať komplexné javy prostredníctvom simulácií, modelovania alebo experimentovania a zároveň podporujú rozvoj analytického a kritického myslenia. Vzdelávacie prostredie založené na aktívnom využívaní technológií tak môže prispieť k hlbšiemu porozumeniu prírodných a technických procesov.

Rozvoj digitálnej gramotnosti patrí medzi základné ciele súčasného vzdelávania. Digitálna gramotnosť zahŕňa schopnosť efektívne využívať digitálne technológie na získavanie, spracovanie a prezentovanie informácií, ako aj schopnosť kriticky hodnotiť digitálny obsah a bezpečne sa pohybovať v digitálnom prostredí.

Európsky rámec digitálnych kompetencií DigComp definuje digitálnu gramotnosť ako súbor znalostí, zručností a postojov, ktoré umožňujú jednotlivcom využívať digitálne technológie bezpečne, kriticky a tvorivo v rôznych oblastiach života (European Commission, 2019). Rozvoj týchto kompetencií sa preto stáva jednou z hlavných priorít moderných vzdelávacích systémov.

Podpora digitálnych kompetencií je zároveň súčasťou národných kurikulárnych dokumentov. Štátny vzdelávací program Slovenskej republiky zdôrazňuje potrebu pripravovať žiakov na život v digitálnej spoločnosti a rozvíjať ich schopnosť využívať moderné technológie pri riešení problémov, tvorbe nových riešení a spracovaní informácií (Štátny pedagogický ústav, 2023).

Integrácia digitálnych technológií do vzdelávania zároveň vytvára predpoklady pre realizáciu pedagogických prístupov založených na aktívnom učení. Prostredníctvom digitálnych nástrojov sa žiaci môžu zapájať do projektových aktivít, experimentov alebo tvorivých úloh, ktoré podporujú ich samostatnosť a iniciatívu. Technológie tak umožňujú prechod od tradičného modelu výučby orientovaného na transmisívne odovzdávanie poznatkov k modelu, ktorý zdôrazňuje aktívnu účasť žiakov na procese učenia.

Digitálne nástroje zároveň umožňujú prepájať virtuálne a fyzické prostredie učenia. Technológie ako 3D modelovanie, 3D tlač, robotika alebo programovanie poskytujú žiakom možnosť vytvárať vlastné produkty, experimentovať s rôznymi riešeniami a overovať svoje hypotézy prostredníctvom praktických aktivít. Takéto prostredie podporuje konštruktivistické prístupy k učeniu, ktoré zdôrazňujú význam aktívnej činnosti žiakov pri konštruovaní poznatkov (Papert, 1980). Prostredníctvom tvorby vlastných artefaktov môžu žiaci lepšie porozumieť skúmaným javom a rozvíjať tvorivé myslenie.

Napriek mnohým prínosom prináša integrácia digitálnych technológií do vzdelávania aj viaceré výzvy. Medzi najvýznamnejšie patrí potreba systematickej prípravy učiteľov, zabezpečenie adekvátneho technického vybavenia škôl a tvorba kvalitných digitálnych vzdelávacích materiálov. Efektívne využívanie technológií vo vyučovaní totiž nevyžaduje iba technické zručnosti, ale aj schopnosť navrhovať vhodné didaktické stratégie a pedagogické scenáre.

Európske vzdelávacie politiky preto zdôrazňujú význam podpory profesijného rozvoja učiteľov v oblasti digitálnych kompetencií. Učitelia by mali byť schopní efektívne využívať digitálne nástroje vo vyučovaní a zároveň navrhovať didaktické aktivity, ktoré podporujú aktívne učenie sa a rozvoj kompetencií žiakov (European Commission, 2022). Systematická podpora učiteľov v tejto oblasti predstavuje dôležitý predpoklad úspešnej digitalizácie vzdelávacích systémov.

Digitálne technológie tak predstavujú významný nástroj modernizácie vzdelávania. Ich efektívne využívanie môže prispieť k vytváraniu dynamického a inovatívneho učebného prostredia, ktoré podporuje rozvoj digitálnej gramotnosti, kritického myslenia a tvorivosti žiakov a zároveň reflektuje potreby súčasnej technologickej spoločnosti.

3.2 Didaktický potenciál 3D technológií vo vzdelávaní

Rozvoj digitálnych technológií priniesol do vzdelávacieho prostredia nové nástroje, ktoré umožňujú rozšíriť tradičné formy vyučovania o interaktívne a experimentálne aktivity. V

posledných rokoch sa vo vzdelávaní čoraz viac uplatňujú technológie digitálnej fabrikácie, medzi ktoré patria najmä 3D modelovanie, 3D tlač, 3D skenovanie a využívanie 3D pier. Tieto technológie umožňujú prepájať digitálne prostredie s fyzickým svetom a vytvárať edukačné prostredie, v ktorom sa učenie stáva aktívnym, tvorivým a experimentálnym procesom. V kontexte moderných pedagogických prístupov tak predstavujú významný nástroj podporujúci skúmanie, konštruovanie a riešenie problémov prostredníctvom praktickej činnosti.

Didaktický potenciál 3D technológií spočíva predovšetkým v možnosti vizualizovať abstraktné pojmy, vytvárať trojrozmerné modely a experimentovať s rôznymi konštrukčnými riešeniami. Vďaka týmto možnostiam môžu žiaci lepšie pochopiť vzťahy medzi jednotlivými prvkami skúmaných javov a zároveň rozvíjať priestorové myslenie a technické zručnosti. Ako uvádzajú Ford a Minshall (2019), využívanie 3D tlače vo vzdelávaní umožňuje prepájať teoretické poznatky s praktickými aktivitami, čo podporuje hlbšie porozumenie skúmaným konceptom.

Jednou z významných výhod 3D technológií vo vzdelávaní je ich schopnosť vizualizovať abstraktné pojmy a procesy, ktoré bývajú pri tradičných formách vyučovania náročné na pochopenie. Trojrozmerné modely umožňujú žiakom skúmať objekty z rôznych perspektív a manipulovať s nimi, čím sa podporuje hlbšie porozumenie ich štruktúry a vlastností.

V oblasti matematiky môžu napríklad 3D modely napomáhať pri pochopení geometrických telies, objemu alebo priestorových vzťahov medzi jednotlivými objektmi. V prírodovednom vzdelávaní môžu slúžiť na vizualizáciu molekulárnych štruktúr, anatomických modelov alebo geologických útvarov. Takéto modely umožňujú žiakom lepšie pochopiť komplexné štruktúry a procesy, ktoré by inak zostali abstraktné. Fuchsová (2025) poukazuje na to, že využívanie vizualizačných nástrojov môže významne podporiť porozumenie prírodovedným javom a prispieť k rozvoju prírodovednej gramotnosti žiakov.

Didaktický potenciál 3D technológií sa prejavuje aj v možnosti manipulovať s trojrozmernými objektmi. Pri práci s fyzickými modelmi môžu žiaci skúmať vlastnosti objektov prostredníctvom priamej manipulácie, čo podporuje aktívne učenie sa a rozvoj praktických zručností. Manipulácia s modelmi umožňuje analyzovať rôzne vlastnosti objektov, ako sú tvar, proporcie alebo stabilita konštrukcie, a zároveň rozvíja schopnosť priestorovej orientácie.

Priestorové myslenie zohráva významnú úlohu najmä v oblasti matematiky, techniky a inžinierstva. Výskumy poukazujú na to, že práca s fyzickými modelmi môže výrazne podporiť proces učenia, pretože umožňuje prepájať vizuálne, motorické a kognitívne procesy (Ford & Minshall, 2019). Takéto multisenzorické učenie prispieva k lepšiemu porozumeniu vzťahov medzi jednotlivými prvkami skúmaných objektov.

3D technológie zároveň vytvárajú prostredie, ktoré podporuje experimentovanie a tvorbu prototypov. Žiaci môžu navrhovať vlastné modely, testovať ich vlastnosti a následne ich upravovať na základe získaných skúseností. Takýto iteratívny proces je typický pre inžinierske a dizajnérske postupy a predstavuje dôležitú súčasť moderného technického vzdelávania.

Pri práci s 3D modelovaním a 3D tlačou môžu žiaci navrhovať objekty v digitálnom prostredí a následne ich realizovať vo fyzickej podobe. Tento proces podporuje rozvoj tvorivosti, schopnosti riešiť problémy a technického myslenia. Európske iniciatívy v oblasti STEM vzdelávania zároveň poukazujú na to, že digitálne výrobné technológie môžu významne podporovať rozvoj inovatívneho myslenia a technických kompetencií žiakov (European Commission, 2020).

Jedným z najvýznamnejších prínosov 3D technológií je schopnosť prepájať digitálne a fyzické prostredie učenia. Žiaci môžu navrhnuť objekt v digitálnom modelovacom prostredí a následne ho vytvoriť vo fyzickej podobe prostredníctvom 3D tlače alebo pomocou 3D pera.

Takéto prepojenie umožňuje realizovať proces tzv. digitálnej fabrikácie (*digital fabrication*), ktorý predstavuje výrobu fyzických objektov na základe digitálneho návrhu.

Digitálna fabrikácia sa v posledných rokoch stáva významnou súčasťou tzv. makerského vzdelávania, ktoré zdôrazňuje význam tvorivého experimentovania a praktického učenia prostredníctvom konštruovania artefaktov (Martinez & Stager, 2013). Takéto prostredie podporuje aktívne zapájanie žiakov do procesu učenia a umožňuje prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou.

3D technológie zároveň vytvárajú vhodné prostredie pre realizáciu interdisciplinárnych vzdelávacích aktivít. Pri práci na projektoch môžu žiaci prepájať poznatky z matematiky, techniky, prírodných vied a umenia. Napríklad návrh a realizácia 3D modelu môže zahŕňať matematické výpočty, technické riešenia, estetické aspekty dizajnu a experimentovanie s materiálmi. Takéto aktivity sú v súlade s princípmi STEAM vzdelávania, ktoré zdôrazňuje potrebu prepájať rôzne oblasti poznania a podporovať tvorivé riešenie problémov. Interdisciplinárny charakter týchto aktivít zároveň umožňuje žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach a rozvíjať schopnosť aplikovať ich v rôznych kontextoch.

Využívanie 3D technológií vo vzdelávaní môže významne prispieť aj k zvýšeniu motivácie žiakov. Možnosť vytvárať vlastné objekty, navrhovať modely alebo experimentovať s rôznymi riešeniami predstavuje pre žiakov atraktívnu formu učenia, ktorá podporuje ich aktívne zapájanie do vzdelávacieho procesu. Výskumy poukazujú na to, že práca s digitálnymi výrobnými technológiami môže zvýšiť záujem žiakov o technické a prírodovedné disciplíny a zároveň podporiť ich sebadomie pri riešení technických problémov (Ford & Minshall, 2019). Didaktický potenciál 3D technológií preto nespočíva iba v ich technologických možnostiach, ale aj v schopnosti vytvárať učebné prostredie podporujúce aktívne učenie sa, tvorivosť a interdisciplinárne myslenie. V tomto kontexte predstavujú 3D technológie významný nástroj moderného vzdelávania, ktorý môže prispieť k rozvoju kompetencií potrebných pre život v technologicky orientovanej spoločnosti.

3.3 Konštruktivistické prístupy vo vyučovaní s využitím 3D technológií

Konštruktivistické prístupy k učeniu predstavujú významné teoretické východisko súčasných pedagogických koncepcií, ktoré zdôrazňujú aktívnu úlohu žiaka pri konštruovaní vlastných poznatkov. V súlade s konštruktivistickými teóriami učenia nie sú poznatky prenášané priamo od učiteľa k žiakovi, ale vznikajú prostredníctvom aktívnej činnosti, skúmania a interpretácie skúseností (Piaget, 1972). Učenie je pritom chápané ako proces dynamickej interakcie medzi jednotlivcom a prostredím, v rámci ktorého dochádza k postupnej reorganizácii poznatkových štruktúr prostredníctvom procesov asimilácie a akomodácie. Tento prístup implikuje potrebu vytvárať také edukačné situácie, ktoré umožňujú žiakom aktívne objavovať, experimentovať a reflektovať vlastné poznatky, pričom úloha učiteľa sa transformuje z transmisívnej na facilitujúcu.

V kontexte súčasného vzdelávania nadobúdajú konštruktivistické prístupy osobitný význam najmä v spojení s digitálnymi technológiami, ktoré umožňujú vytvárať bohaté, interaktívne a experimentálne učebné prostredie. Technológie ako 3D modelovanie, 3D tlač alebo využívanie 3D pier poskytujú žiakom príležitosť navrhovať a realizovať vlastné objekty, čím sa proces učenia posúva od pasívneho prijímania informácií k aktívnej tvorbe a riešeniu problémov.

Takéto prostredie podporuje nielen rozvoj technických zručností, ale aj schopnosť analyzovať problémy, testovať riešenia a reflektovať výsledky vlastnej činnosti.

Na konštruktivistické východiská nadväzuje konštrukcionizmus formulovaný Papertom (1980), ktorý zdôrazňuje význam učenia prostredníctvom tvorby konkrétnych artefaktov. Podľa tohto prístupu sa učenie prehľbuje v situáciách, keď žiaci vytvárajú produkty, ktoré môžu prezentovať, analyzovať a ďalej rozvíjať. V prostredí STEAM vzdelávania sa tento princíp uplatňuje najmä pri tvorbe technických modelov, digitálnych objektov alebo prototypov riešení, pričom digitálne výrobné technológie poskytujú adekvátne nástroje na realizáciu takýchto aktivít. Proces návrhu v digitálnom prostredí a jeho následná materializácia vo fyzickej podobe predstavujú významný didaktický moment, ktorý prepája abstraktné poznatky s konkrétnou skúsenosťou.

Konštruktivisticky orientované učenie je úzko späté s aktívnym učením založeným na skúmaní a experimentovaní. Využívanie 3D technológií umožňuje realizovať iteratívny proces navrhovania, testovania a úpravy riešení, ktorý je charakteristický pre inžinierske a dizajnové postupy. Žiaci tak nadobúdajú skúsenosť s riešením problémov v autentických situáciách, čo podporuje rozvoj kritického myslenia, tvorivosti a schopnosti aplikovať poznatky v praxi. Empirické výskumy zároveň poukazujú na to, že integrácia digitálnych výrobných technológií do vyučovania môže významne prispieť k zvýšeniu motivácie žiakov a ich záujmu o technické a prírodovedné disciplíny (Ford & Minshall, 2019).

Integrácia digitálnych technológií zároveň rozširuje možnosti realizácie konštruktivistických prístupov tým, že umožňuje prepájať digitálne a fyzické prostredie učenia. Prostredníctvom nástrojov, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač alebo 3D skenovanie, môžu žiaci experimentovať s modelmi, simuláciami a prototypmi, čím dochádza k prehľbovaniu porozumenia skúmaným javom. Takéto prostredie podporuje rozvoj priestorového myslenia, technickej gramotnosti a schopnosti riešiť komplexné problémy, pričom zároveň vytvára podmienky pre realizáciu projektového a interdisciplinárneho učenia v rámci STEAM vzdelávania (Koreňová & Schmid, 2024).

Implementácia konštruktivistických prístupov v kombinácii s digitálnymi technológiami si vyžaduje aj transformáciu úlohy učiteľa. Učiteľ vystupuje ako facilitátor učenia, ktorý vytvára podmienky pre aktívne objavovanie, kladie podnetné otázky a podporuje reflexiu skúseností žiakov. Zároveň je nevyhnutné, aby disponoval schopnosťou navrhovať didaktické aktivity prepájajúce teoretické poznatky s praktickou činnosťou, napríklad prostredníctvom projektov zameraných na návrh a tvorbu modelov alebo riešenie reálnych problémov. Konštruktivistické prístupy v synergii s digitálnymi výrobnými technológiami tak predstavujú významný rámec moderného vzdelávania, ktorý podporuje aktívne učenie sa, tvorivosť a rozvoj interdisciplinárneho myslenia.

3.4 Projektovo orientovaný prístup a problémovo orientovaný prístup

Projektovo orientovaný a problémovo orientovaný prístup predstavujú významné pedagogické koncepcie, ktoré podporujú aktívnu účasť žiakov na procese osvojovania poznatkov a umožňujú efektívne prepájanie teoretických poznatkov s praktickými skúsenosťami. V kontexte súčasného vzdelávania, ktoré zdôrazňuje rozvoj kompetencií pre 21. storočie, zohrávajú tieto prístupy kľúčovú úlohu pri rozvíjaní kritického myslenia, tvorivosti a

schopnosti riešiť komplexné problémy. Ich význam sa ešte zvyrazňuje v prostredí STEAM vzdelávania, kde interdisciplinárne prepojenie poznatkov vytvára predpoklady pre riešenie autentických úloh reflektujúcich reálne situácie.

Projektové vyučovanie (Project-Based Learning – PBL) je založené na princípe, že učenie prebieha prostredníctvom riešenia komplexných projektov, ktoré sú ukotvené v reálnych alebo simulovaných problémoch. Tento prístup vyžaduje aktívne zapojenie žiakov do všetkých fáz edukačného procesu, vrátane plánovania, realizácie a hodnotenia riešení. Ako uvádza Thomas (2000), podstatou projektového vyučovania je organizácia učenia okolo komplexných otázok alebo problémov, ktoré stimulujú samostatné skúmanie a tvorbu riešení. Projekty zároveň často presahujú hranice jednotlivých predmetov, čím podporujú interdisciplinárne myslenie a spoluprácu medzi žiakmi.

Z didaktického hľadiska predstavuje projektové vyučovanie efektívny nástroj aj pre rozvoj technického myslenia, najmä v oblasti prírodovedného a technického vzdelávania. Dostál (2015) poukazuje na to, že projektovo orientované aktivity umožňujú prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou, čím podporujú rozvoj technickej predstavivosti, tvorivosti a schopnosti riešiť technické problémy. V prostredí STEAM vzdelávania sa tieto aspekty prejavujú najmä pri realizácii projektov zameraných na návrh a konštrukciu modelov, tvorbu digitálnych prototypov alebo realizáciu experimentov.

Integrácia digitálnych technológií, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač alebo digitálne simulácie, výrazne rozširuje možnosti realizácie projektového vyučovania. Tieto technológie umožňujú žiakom navrhovať objekty v digitálnom prostredí, analyzovať ich vlastnosti a následne ich realizovať vo fyzickej podobe, čo podporuje prepojenie abstraktných poznatkov s konkrétnou skúsenosťou. Takýto proces je charakteristický iteratívnym cyklom navrhovania, testovania a úprav riešení, ktorý je typický pre inžinierske a dizajnové prístupy.

Projektovo orientovaný prístup zároveň podporuje rozvoj širokého spektra kompetencií, medzi ktoré patrí schopnosť plánovať a organizovať vlastnú prácu, efektívne spolupracovať v tíme, analyzovať problémy a prezentovať výsledky vlastnej činnosti. Vďaka tomu predstavuje významný pedagogický prístup, ktorý prispieva k rozvoju komplexných kompetencií potrebných pre fungovanie v súčasnej technologicky orientovanej spoločnosti a zároveň vytvára vhodné prostredie pre realizáciu interdisciplinárnych aktivít v rámci STEAM vzdelávania.

3.5 Problémovo a bádateľsky orientované vyučovanie

Problémovo orientované učenie (Problem-Based Learning) predstavuje pedagogický prístup, v ktorom je proces učenia organizovaný okolo riešenia komplexných a často otvorených problémových situácií. Žiaci sú konfrontovaní s úlohami, ktoré nemajú jednoznačné riešenie, a ich cieľom je analyzovať dostupné informácie, formulovať hypotézy a navrhovať možné postupy riešenia. Takto koncipované učenie podporuje rozvoj kritického myslenia, schopnosti samostatne vyhľadávať a spracovávať informácie a zároveň vedie k hlbšiemu porozumeniu skúmaným javom. Ako uvádzajú Barrows a Tamblyn (1980), aktívne zapojenie žiakov do procesu riešenia problémov umožňuje efektívnejšie osvojenie poznatkov a ich aplikáciu v rôznych kontextoch.

V oblasti technického a prírodovedného vzdelávania zohráva problémovo orientované učenie významnú úlohu pri rozvoji technického myslenia a schopnosti analyzovať funkčné vlastnosti technických objektov. Dostál (2015) poukazuje na to, že riešenie problémových úloh podporuje rozvoj logického uvažovania, systematického prístupu k riešeniu úloh a schopnosti

aplikovať teoretické poznatky v praktických situáciách. Tento prístup zároveň vytvára priestor pre prepojenie poznatkov z rôznych disciplín a podporuje interdisciplinárne myslenie.

S problémovo orientovaným učením úzko súvisí bádateľsky orientované učenie (Inquiry-Based Learning), ktoré vychádza z princípov vedeckého skúmania. V tomto prístupe žiaci formulujú výskumné otázky, navrhujú postupy ich overovania, realizujú experimenty a analyzujú získané výsledky. Takýto proces umožňuje žiakom pochopiť nielen samotné poznatky, ale aj spôsob ich vzniku, čím sa rozvíja vedecké myslenie a schopnosť interpretovať výsledky skúmania. Bádateľsky orientované učenie sa uplatňuje najmä v prírodovednom a technickom vzdelávaní, kde experimentovanie a modelovanie predstavujú základné didaktické prostriedky.

Integrácia digitálnych technológií významne rozširuje možnosti realizácie problémovo a bádateľsky orientovaného učenia. Digitálne nástroje umožňujú realizovať simulácie, analyzovať dáta, vytvárať modely a experimentovať v prostredí, ktoré by bolo v tradičných podmienkach ťažko dostupné. V tomto kontexte zohrávajú osobitnú úlohu 3D technológie, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač alebo využívanie 3D pier, ktoré umožňujú prepájať digitálny návrh s fyzickou realizáciou objektov.

V prostredí STEAM vzdelávania vytvára integrácia 3D technológií podmienky pre realizáciu komplexných projektových a problémových úloh, v rámci ktorých žiaci navrhujú digitálne modely, analyzujú ich vlastnosti a následne ich realizujú vo fyzickej podobe. Takýto iteratívny proces podporuje rozvoj priestorového myslenia, technických zručností a schopnosti riešiť problémy. Zároveň umožňuje prepájať poznatky z matematiky, techniky, prírodných vied a umenia, čím prispieva k rozvoju interdisciplinárneho myslenia.

Empirické výskumy poukazujú na to, že využívanie digitálnych výrobných technológií v rámci projektových a problémovo orientovaných aktivít môže významne podporiť tvorivé myslenie, spoluprácu a rozvoj technických kompetencií žiakov (Ford & Minshall, 2019). Podobné zistenia prinášajú aj výskumy zamerané na integráciu 3D modelovania a tlače do STEAM vzdelávania, ktoré zdôrazňujú ich prínos pre rozvoj technickej gramotnosti a priestorového myslenia (Koreňová & Schmid, 2024). Problémovo a bádateľsky orientované vyučovanie tak v kombinácii s digitálnymi technológiami predstavuje efektívny pedagogický rámec, ktorý podporuje aktívne učenie sa, tvorivosť a schopnosť aplikovať poznatky pri riešení komplexných úloh.

3.6 Makerské vzdelávanie a digitálna fabrikácia v kontexte STEAM vzdelávania

Makerské vzdelávanie má svoje korene v tzv. makerskom hnutí („maker movement“), ktoré sa začalo výraznejšie rozvíjať na začiatku 21. storočia. Toto hnutie združuje jednotlivcov a komunity orientované na tvorbu vlastných technologických projektov, experimentovanie s rôznymi materiálmi a využívanie digitálnych výrobných technológií. Charakteristickým znakom makerskej kultúry je dôraz na otvorené zdieľanie poznatkov, spoluprácu, praktickú tvorbu a učenie sa prostredníctvom experimentovania. Z pedagogického hľadiska predstavuje makerské hnutie významný impulz pre transformáciu tradičných foriem vyučovania smerom k takým edukačným prístupom, ktoré podporujú aktívne učenie sa, tvorivosť a samostatné riešenie problémov.

Vzdelávacie prostredia ovplyvnené makerským prístupom sa často označujú ako „makerspace“ alebo „fablab“. Ide o špecializované priestory vybavené digitálnymi výrobnými technológiami, ako sú 3D tlačiarne, laserové rezačky, CNC zariadenia, elektronické stavebnice alebo softvér na digitálne modelovanie. Takéto prostredia umožňujú žiakom realizovať vlastné nápady, vytvárať prototypy a overovať ich funkčnosť v praxi. Makerská kultúra tak vytvára priestor pre učenie sa, ktoré nie je založené iba na osvojovaní hotových poznatkov, ale na ich aktívnom vytváraní a praktickom overovaní. Dougherty (2012) v tejto súvislosti poukazuje na to, že makerské prostredie podporuje učenie prostredníctvom skúmania, tvorby prototypov a zdieľania skúseností, čím prispieva k rozvoju tvorivosti, technickej gramotnosti a autonómie učiaceho sa subjektu.

S makerským vzdelávaním úzko súvisí koncept digitálnej fabrikácie („digital fabrication“), ktorý predstavuje jednu z jeho najdôležitejších technologických a didaktických dimenzií. Digitálne technológie zohrávajú kľúčovú úlohu pri transformácii tradičných foriem vyučovania smerom k aktívnemu a experimentálnemu učeniu. V kontexte matematického vzdelávania Hohenwarter et al. (2008) zdôrazňujú význam dynamických digitálnych nástrojov, ktoré umožňujú vizualizáciu abstraktných konceptov a podporujú hlbšie porozumenie učivu. Integrácia takýchto nástrojov do výučby vytvára priestor pre prepojenie digitálnej fabrikácie a matematického modelovania. Digitálna fabrikácia označuje proces výroby fyzických objektov na základe digitálneho návrhu pomocou digitálne riadených výrobných technológií. Jej podstata spočíva v tom, že objekt je najskôr navrhnutý alebo upravený v digitálnom prostredí a následne je tento návrh transformovaný do materiálnej podoby prostredníctvom technologického zariadenia. Vzniká tak priame prepojenie medzi digitálnym modelovaním, technickým uvažovaním a fyzickou realizáciou objektov, čo vytvára mimoriadne vhodné podmienky pre aktívne a skúsenostné učenie sa.

Medzi najčastejšie využívané technológie digitálnej fabrikácie vo vzdelávaní patria 3D modelovanie, 3D tlač, laserové rezanie, CNC obrábanie, 3D skenovanie a využívanie 3D pier. Tieto technológie umožňujú transformovať digitálny návrh do fyzickej podoby, čím otvárajú nové možnosti pre realizáciu projektových, experimentálnych a konštrukčných aktivít vo vyučovaní. V pedagogickej praxi sa digitálna fabrikácia uplatňuje najmä v situáciách, keď žiaci navrhujú a vytvárajú vlastné modely alebo prototypy riešení. Takýto proces podporuje rozvoj technického myslenia, priestorovej predstavivosti a schopnosti analyzovať funkčné vlastnosti objektov. Ford a Minshall (2019) poukazujú na to, že využívanie 3D tlače a súvisiacich digitálnych výrobných technológií vo vzdelávaní umožňuje prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou a súčasne podporuje hlbšie porozumenie technickým a konštrukčným princípom.

Didaktický význam digitálnej fabrikácie spočíva aj v tom, že podporuje iteratívny charakter učenia. Žiaci pri práci s digitálnymi výrobnými technológiami nepostupujú lineárne, ale opakovane navrhujú, testujú, analyzujú a upravujú svoje riešenia. Tento proces vedie k rozvoju schopnosti reflektovať vlastné rozhodnutia, identifikovať chyby a systematicky zdokonaľovať výsledný produkt. Digitálna fabrikácia tak nepredstavuje iba technologický proces výroby, ale aj významný pedagogický rámec, v ktorom sa prepája tvorba, analýza, hodnotenie a opakovaná modifikácia riešení. Z tohto pohľadu je mimoriadne cenná najmä v prostredí technického a prírodovedného vzdelávania, ale aj v širšom kontexte interdisciplinárnych STEAM aktivít.

Makerské vzdelávanie je zároveň úzko prepojené s koncepciou STEAM vzdelávania, pretože umožňuje prepájať poznatky z rôznych disciplín prostredníctvom praktických a tvorivých aktivít. Pri realizácii makerských projektov žiaci využívajú poznatky z matematiky, prírodných vied, techniky, inžinierstva a umenia, čo podporuje rozvoj interdisciplinárneho učenia. Napríklad pri návrhu a tvorbe 3D modelu je potrebné uplatniť matematické poznatky o geometrických tvaroch, technické princípy konštrukcie, digitálne nástroje modelovania a

zároveň zohľadniť estetické princípy dizajnu. Takéto aktivity podporujú komplexné porozumenie skúmaným javom a zároveň rozvíjajú tvorivé myslenie.

Výskumy zamerané na digitálnu fabrikáciu a makerské vzdelávanie poukazujú na ich pozitívny vplyv na motiváciu žiakov a ich záujem o technické a prírodovedné disciplíny. Martinez a Stager (2013) zdôrazňujú, že učenie sa prostredníctvom tvorby a konštruovania vedie k vyššej angažovanosti žiakov a podporuje ich schopnosť samostatne riešiť problémy. Podobne Ford a Minshall (2019) uvádzajú, že integrácia digitálnych výrobných technológií do vzdelávania prispieva k rozvoju technických kompetencií, tvorivosti a spolupráce. V kontexte STEAM vzdelávania tak makerské aktivity nevystupujú len ako doplnok vyučovania, ale ako plnohodnotný pedagogický prístup, ktorý umožňuje prepájať poznatky z rôznych oblastí a aplikovať ich pri riešení autentických úloh.

Význam makerského vzdelávania a digitálnej fabrikácie pre rozvoj kompetencií spočíva v ich schopnosti podporovať tvorivé riešenie problémov, kritické myslenie, technickú gramotnosť, digitálne kompetencie, spoluprácu, komunikáciu a schopnosť navrhovať a realizovať projekty. Makerské vzdelávanie zároveň predstavuje významný priestor pre integráciu matematického, technického a umeleckého myslenia. V tomto kontexte Thuneberg et al. (2017) poukazujú na potenciál STEAM prístupov, ktoré prepájajú matematiku s kreatívnou tvorbou a experimentovaním. Takéto prepojenie umožňuje žiakovi nielen aplikovať poznatky, ale aj rozvíjať estetické vnímanie a tvorivú predstavivosť. Využívanie digitálnych výrobných technológií zároveň umožňuje žiakovi lepšie porozumieť princípom fungovania moderných technológií a rozvíjať zručnosti relevantné pre budúce profesijné uplatnenie v oblastiach techniky, inžinierstva, dizajnu alebo digitálnej výroby. Makerské vzdelávanie a digitálna fabrikácia tak predstavujú významný pedagogický prístup, ktorý prepája teoretické poznatky s praktickou tvorivou činnosťou a podporuje rozvoj interdisciplinárnych kompetencií v prostredí STEAM vzdelávania.

3.7 Dizajnové myslenie ako prístup k tvorivému riešeniu problémov v STEAM vzdelávaní

Dizajnové myslenie (design thinking) predstavuje pedagogický a metodologický prístup zameraný na tvorivé riešenie problémov prostredníctvom iteratívneho procesu navrhovania, testovania a zlepšovania riešení. Tento prístup má svoje korene v oblasti dizajnu a inžinierstva, avšak v posledných rokoch sa čoraz intenzívnejšie uplatňuje aj vo vzdelávaní, najmä v kontexte inovatívnych pedagogických stratégií a STEAM vzdelávania. Jeho význam spočíva predovšetkým v tom, že umožňuje prepájať analytické a tvorivé myslenie a zároveň podporuje riešenie komplexných, často nejednoznačne definovaných problémov.

Dizajnové myslenie podporuje aktívne zapojenie žiakov do procesu učenia a rozvíja ich schopnosť identifikovať problémy, analyzovať ich príčiny, navrhovať riešenia a reflektovať výsledky vlastnej činnosti. V pedagogickom prostredí vytvára podmienky pre prepojenie teoretických poznatkov s praktickou tvorivou činnosťou a zároveň podporuje interdisciplinárne učenie, ktoré je charakteristické pre STEAM prístup.

Podstata dizajnového myslenia spočíva v systematickom, avšak flexibilnom procese riešenia problémov, ktorý vychádza z potrieb používateľa alebo konkrétneho kontextu. Tento proces zahŕňa viacero vzájomne prepojených fáz, ktoré sa typicky označujú ako empatia, definovanie problému, generovanie nápadov, prototypovanie a testovanie. V prvej fáze, zameranej na empatiu, sa pozornosť sústreďuje na pochopenie potrieb, skúseností a perspektív používateľov

alebo účastníkov riešenej situácie. Nasleduje fáza definovania problému, v ktorej dochádza k formulácii jadra problému na základe získaných poznatkov. Tretia fáza je orientovaná na generovanie nápadov, pričom sa podporuje divergentné myslenie a tvorba viacerých alternatívnych riešení. V nasledujúcej fáze prototypovania sa vybrané návrhy materializujú do podoby modelov alebo konceptov, ktoré je možné ďalej analyzovať. Poslednou fázou je testovanie, počas ktorého sa overuje funkčnosť navrhnutých riešení a identifikujú sa možnosti ich ďalšieho zlepšenia.

Dôležitým aspektom dizajnového myslenia je jeho iteratívny charakter, ktorý znamená, že jednotlivé fázy na seba nenadväzujú lineárne, ale môžu sa opakovane vracieť a modifikovať na základe priebežných zistení a spätnej väzby. Tento cyklický proces umožňuje postupné zdokonaľovanie riešení a podporuje hlbšie porozumenie riešenému problému (Brown, 2009).

V kontexte vzdelávania, a najmä pri využívaní digitálnych technológií, predstavuje dizajnové myslenie efektívny rámec pre realizáciu projektových a problémovo orientovaných aktivít. Technológie ako 3D modelovanie, 3D tlač alebo digitálne simulácie umožňujú žiakom vytvárať prototypy riešení, testovať ich vlastnosti a následne ich upravovať. Takýto prístup podporuje nielen rozvoj technických zručností, ale aj schopnosť tvorivo pristupovať k riešeniu problémov, spolupracovať a reflektovať vlastný proces učenia.

Vo vzdelávacom procese predstavuje dizajnové myslenie prístup, ktorý systematicky podporuje aktívne učenie sa a tvorivé riešenie problémov. Žiaci sú vedení k tomu, aby analyzovali problémové situácie, identifikovali ich kľúčové aspekty, navrhovali vlastné riešenia a následne ich prostredníctvom iteratívneho procesu testovali a zdokonaľovali. Takto koncipovaný proces učenia podporuje nielen hlbšie porozumenie riešeným problémom, ale aj schopnosť reflektovať vlastné postupy a rozhodnutia.

Implementácia dizajnového myslenia v pedagogickej praxi prispieva k rozvoju viacerých kľúčových kompetencií, medzi ktoré patrí kritické myslenie, tvorivosť, spolupráca a schopnosť efektívne komunikovať vlastné návrhy a riešenia. Zároveň umožňuje prepájanie poznatkov z rôznych vzdelávacích oblastí, čím podporuje interdisciplinárny charakter učenia. Dizajnové myslenie sa v školskom prostredí často uplatňuje najmä prostredníctvom projektových aktivít, v rámci ktorých žiaci riešia autentické problémy a vytvárajú konkrétne výstupy, ako sú technické návrhy, modely alebo riešenia environmentálnych výziev.

Významnú úlohu v procese dizajnového myslenia zohrávajú digitálne technológie, ktoré rozširujú možnosti navrhovania, testovania a overovania riešení. Nástroje ako 3D modelovanie, 3D tlač alebo digitálne simulácie umožňujú žiakom vytvárať prototypy, analyzovať ich vlastnosti a experimentovať s rôznymi variantmi riešení. Využívanie 3D technológií umožňuje prepojenie digitálneho návrhu s jeho fyzickou realizáciou, čím sa podporuje rozvoj technického myslenia, priestorovej predstavivosti a schopnosti overovať funkčnosť navrhnutých riešení v praxi.

Dizajnové myslenie sa tak prirodzene integruje do makerského vzdelávania a projektovo orientovaných prístupov, ktoré prepájajú digitálne technológie s praktickou tvorbou. V kontexte STEAM vzdelávania predstavuje efektívny nástroj na realizáciu interdisciplinárnych projektov, v rámci ktorých žiaci aplikujú poznatky z matematiky, prírodných vied, techniky a umenia pri riešení komplexných úloh. Napríklad pri návrhu 3D modelu technického objektu môžu žiaci analyzovať jeho funkčné vlastnosti, navrhovať rôzne varianty riešení a následne testovať ich efektívnosť, čo prispieva k hlbšiemu porozumeniu skúmaným javom.

Empirické výskumy poukazujú na to, že integrácia dizajnového myslenia do vzdelávacieho procesu môže významne podporiť rozvoj inovatívneho myslenia, schopnosti riešiť komplexné problémy a aplikovať poznatky v nových situáciách (Razzouk & Shute, 2012). Z hľadiska rozvoja kompetencií dizajnové myslenie prispieva k formovaniu schopnosti tvorivo riešiť

problémy, kriticky hodnotiť informácie, efektívne spolupracovať, komunikovať a navrhovať a testovať riešenia v rôznych kontextoch.

V kontexte využívania 3D technológií vo vzdelávaní tak dizajnové myslenie predstavuje komplexný pedagogický prístup, ktorý umožňuje realizovať tvorivé a experimentálne aktivity, prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou a systematicky rozvíjať interdisciplinárne kompetencie v prostredí STEAM vzdelávania.

3.8 Interdisciplinárne vyučovanie v kontexte STEAM

Jedným zo základných princípov STEAM vzdelávania je interdisciplinarita, ktorá umožňuje prepájať poznatky z rôznych vedných disciplín a aplikovať ich pri riešení komplexných a autentických problémov. Interdisciplinárne vyučovanie predstavuje pedagogický prístup, v ktorom sa obsah jednotlivých predmetov integruje do spoločného tematického alebo projektového rámca, čím sa podporuje komplexnejšie a kontextualizované porozumenie skúmaným javom. Takýto prístup umožňuje prekračovať hranice tradične oddelených predmetov a vytvárať prepojenia medzi rôznymi oblasťami poznania.

V tradičnom školskom systéme sú jednotlivé predmety často organizované izolovane, čo môže viesť k fragmentovanému osvojovaniu poznatkov a k obmedzenej schopnosti ich aplikácie v reálnych situáciách. Interdisciplinárne prístupy sa snažia tento nedostatok prekonať tým, že systematicky prepájajú obsah a metódy rôznych disciplín a umožňujú žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach (Drake & Burns, 2004). V dôsledku toho dochádza k hlbšiemu pochopeniu vzťahov medzi jednotlivými javmi a k rozvoju schopnosti transferu poznatkov do nových kontextov.

Interdisciplinárne prístupy v STEAM vzdelávaní sú úzko prepojené s využívaním digitálnych technológií, ktoré umožňujú prepájať rôzne oblasti poznania v rámci komplexných projektov. Haas et al. (2023) poukazujú na to, že integrácia digitálnych nástrojov do výučby matematiky podporuje nielen porozumenie konceptom, ale aj schopnosť aplikovať poznatky v nových situáciách.

Koncepcia STEAM je založená na integrácii piatich kľúčových oblastí poznania – prírodných vied, technológií, inžinierstva, umenia a matematiky – pričom cieľom tejto integrácie je vytvoriť vzdelávacie prostredie podporujúce tvorivé riešenie problémov, kritické myslenie a aplikáciu poznatkov v praxi. Interdisciplinárne vyučovanie v rámci STEAM umožňuje realizovať úlohy, ktoré reflektujú komplexnosť reálneho sveta a vyžadujú využitie poznatkov z viacerých oblastí súčasne. Napríklad pri návrhu technického modelu žiaci aplikujú matematické poznatky o geometrických vzťahoch, princípy fyziky a techniky, využívajú digitálne nástroje na modelovanie a zároveň zohľadňujú estetické a dizajnové aspekty riešenia.

Takéto prepojenie vedných disciplín podporuje nielen hlbšie porozumenie skúmaným javom, ale aj rozvoj schopnosti aplikovať poznatky v praktických situáciách a riešiť komplexné úlohy vyžadujúce syntézu rôznych typov vedomostí. Interdisciplinarita tak predstavuje kľúčový prvok moderného vzdelávania a významný didaktický princíp STEAM prístupu (Yakman & Lee, 2012).

V pedagogickej praxi možno identifikovať viacero modelov interdisciplinárneho vyučovania, ktoré sa líšia mierou integrácie jednotlivých vzdelávacích oblastí. Drake a Burns (2004) rozlišujú tri základné prístupy integrácie kurikula, a to multidisciplinárny, interdisciplinárny a transdisciplinárny prístup. Multidisciplinárny prístup je charakteristický tým, že jednotlivé predmety pracujú s rovnakou témou, avšak zachovávajú si vlastnú obsahovú štruktúru a metodologické postupy. Interdisciplinárny prístup už predstavuje vyšší stupeň

integrácie, keď dochádza k prepájaniu obsahu viacerých predmetov do spoločného tematického celku. Najvyššiu mieru prepojenia predstavuje transdisciplinárny prístup, ktorý prekračuje hranice jednotlivých disciplín a orientuje sa na riešenie komplexných problémov vychádzajúcich z reálneho sveta. V prostredí STEAM vzdelávania sa najčastejšie uplatňuje interdisciplinárny a transdisciplinárny prístup, keďže umožňujú efektívne prepájanie poznatkov z rôznych oblastí a podporujú riešenie komplexných úloh.

Interdisciplinárne vyučovanie sa v pedagogickej praxi často realizuje prostredníctvom projektových aktivít, ktoré poskytujú vhodný rámec pre integráciu poznatkov z viacerých disciplín. Projekty môžu byť orientované napríklad na riešenie environmentálnych problémov, návrh technických zariadení alebo tvorbu digitálnych modelov. V kontexte využívania 3D technológií predstavujú interdisciplinárne projekty efektívny nástroj na prepájanie matematických, technických, prírodovedných a umeleckých aspektov učenia. Žiaci môžu napríklad navrhovať a vytvárať 3D modely geometrických telies, konštruovať technické objekty, vytvárať didaktické pomôcky prostredníctvom 3D tlače alebo modelovať prírodné a technické štruktúry. Takto koncipované aktivity podporujú rozvoj tvorivosti, technického myslenia a schopnosti aplikovať poznatky v praktických situáciách.

Významnú úlohu pri realizácii interdisciplinárneho vyučovania zohrávajú digitálne technológie, ktoré umožňujú prepájať rôzne oblasti poznania a realizovať komplexné edukačné aktivity. Nástroje ako 3D modelovanie, digitálne simulácie alebo virtuálne laboratória poskytujú žiakom možnosť skúmať javy z rôznych perspektív a experimentovať s rôznymi riešeniami. Využívanie 3D technológií umožňuje prepájať matematiku, techniku, informatiku a umenie prostredníctvom tvorivých činností, pri ktorých žiaci analyzujú geometrické vlastnosti objektov, využívajú digitálne nástroje na ich modelovanie a zároveň zohľadňujú funkčné a estetické aspekty návrhu. Takéto aktivity významne prispievajú k rozvoju priestorového myslenia, technickej gramotnosti a digitálnych kompetencií.

Podpora interdisciplinárneho vzdelávania je zároveň explicitne zdôrazňovaná v moderných kurikulárnych dokumentoch a vzdelávacích stratégiách na národnej aj európskej úrovni. Európske vzdelávacie politiky poukazujú na potrebu rozvíjať kompetencie žiakov prostredníctvom prepojenia rôznych oblastí poznania a implementácie inovatívnych pedagogických prístupov. Podobne aj slovenský Štátny vzdelávací program zdôrazňuje význam rozvoja kľúčových kompetencií prostredníctvom integrácie vzdelávacích oblastí a podpory projektových a prakticky orientovaných aktivít (ŠPÚ, 2023).

Interdisciplinárne vyučovanie umožňuje žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach a lepšie pochopiť vzťahy medzi jednotlivými oblasťami poznania. Zároveň podporuje rozvoj kompetencií nevyhnutných pre riešenie komplexných problémov v reálnom svete, ako sú schopnosť syntetizovať informácie z rôznych zdrojov, tvorivo pristupovať k riešeniu úloh, efektívne spolupracovať a komunikovať. V kontexte STEAM vzdelávania tak interdisciplinarita predstavuje kľúčový didaktický princíp, ktorý umožňuje prepájať vedecké, technické a umelecké poznatky a podporuje inovatívne prístupy k učeniu.

Implementácia 3D technológií do vzdelávania predstavuje komplexný proces, ktorý si vyžaduje nielen adekvátne technické vybavenie, ale predovšetkým pripravenosť učiteľov efektívne tieto technológie integrovať do pedagogickej praxe. Využívanie nástrojov, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač alebo 3D perá, si vyžaduje špecifické didaktické prístupy, ktoré zabezpečujú prepojenie technologických možností s edukačnými cieľmi. Učiteľ v tomto procese zohráva kľúčovú úlohu, keďže je zodpovedný za plánovanie, realizáciu a reflexiu vzdelávacích aktivít a zároveň vytvára prostredie podporujúce experimentovanie, tvorivosť a aktívne zapájanie žiakov.

V súlade s modernými pedagogickými prístupmi sa úloha učiteľa transformuje z tradičného sprostredkovateľa poznatkov na facilitátora učenia. Učiteľ vytvára situácie, ktoré umožňujú žiakom aktívne objavovať poznatky, experimentovať a riešiť problémy prostredníctvom vlastnej činnosti. Pri využívaní 3D technológií navrhuje aktivity, v rámci ktorých žiaci vytvárajú vlastné modely, analyzujú ich vlastnosti a realizujú ich vo fyzickej podobe. Takýto prístup podporuje konštruktivistický prístup a prispieva k lepšiemu porozumeniu skúmaným javom. Dôležitou súčasťou úlohy učiteľa je aj podpora reflexie učenia, ktorá umožňuje žiakom analyzovať vlastné postupy a výsledky.

Efektívne využívanie 3D technológií si zároveň vyžaduje systematické didaktické plánovanie, pri ktorom učiteľ zohľadňuje vzdelávacie ciele, vekové a skúsenostné charakteristiky žiakov, dostupné technologické vybavenie a časové možnosti realizácie aktivít. Kľúčové je, aby technológia nebola cieľom samotným, ale prostriedkom na dosiahnutie vzdelávacích cieľov. Vhodne navrhnuté aktivity by mali podporovať porozumenie skúmaným javom a rozvoj kľúčových kompetencií žiakov, pričom 3D technológie predstavujú efektívny nástroj na realizáciu takto orientovaného vyučovania.

Využívanie 3D technológií vo vyučovaní významne prispieva k rozvoju digitálnych a technických kompetencií žiakov, ktoré predstavujú nevyhnutný predpoklad pre ich uplatnenie v súčasnej technologicky orientovanej spoločnosti. V pedagogickej praxi je preto dôležité, aby učiteľ systematicky viedol žiakov k efektívnemu a zmysluplnému využívaniu digitálnych nástrojov pri riešení problémov, navrhovaní riešení a realizácii vlastných projektov.

Digitálne kompetencie zahŕňajú schopnosť pracovať s rôznymi digitálnymi nástrojmi a prostrediami, kriticky analyzovať a interpretovať digitálne informácie, ako aj vytvárať vlastný digitálny obsah. V kontexte využívania 3D technológií ide najmä o schopnosť navrhovať a upravovať digitálne modely, pracovať so špecializovaným softvérom a chápať princípy digitálnej výroby. Tieto zručnosti sú úzko prepojené s rozvojom technickej gramotnosti a podporujú schopnosť žiakov orientovať sa v modernom technologickom prostredí.

Európsky rámec digitálnych kompetencií pedagógov DigCompEdu zároveň zdôrazňuje význam efektívneho pedagogického využívania digitálnych technológií, pričom poukazuje na potrebu podporovať aktívne učenie sa, tvorivosť a zapojenie žiakov prostredníctvom digitálnych nástrojov (European Commission, 2017). Integrácia 3D technológií do vyučovania tak predstavuje nielen technologickú inováciu, ale aj významný didaktický prostriedok, ktorý prispieva k rozvoju komplexných kompetencií žiakov v súlade s požiadavkami súčasného vzdelávania.

3.9 Podmienky implementácie 3D technológií a úloha učiteľa v inovatívnom vzdelávacom prostredí

Efektívna implementácia 3D technológií do vzdelávacieho procesu je podmienená viacerými faktormi, medzi ktoré patrí najmä profesijná pripravenosť učiteľov, dostupnosť technologického vybavenia a existencia metodologickej podpory. V tomto kontexte zohráva kľúčovú úlohu systematický profesijný rozvoj učiteľov, ktorý umožňuje rozvíjať ich digitálne, technické a pedagogické kompetencie. Učitelia by mali mať možnosť zúčastňovať sa rôznych foriem kontinuálneho vzdelávania, ako sú odborné kurzy, workshopy alebo profesijné komunity zamerané na zdieľanie skúseností a osvedčených postupov.

V kontexte využívania 3D technológií je osobitne dôležité, aby si učitelia osvojili praktické zručnosti v oblasti digitálneho modelovania, porozumeli princípom 3D tlače a boli oboznámení s bezpečným používaním technologických zariadení. Rovnako významná je aj ich schopnosť navrhovať didakticky premyslené aktivity, ktoré zmysluplne integrujú technológie do vyučovania a podporujú aktívne učenie sa žiakov.

Implementácia 3D technológií však prináša aj viaceré výzvy, ktoré môžu ovplyvniť ich efektívne využívanie v pedagogickej praxi. Medzi najčastejšie patrí obmedzená dostupnosť technického vybavenia, časová náročnosť prípravy a realizácie aktivít alebo nedostatočná pripravenosť učiteľov pracovať s novými technológiami. Pre úspešnú integráciu týchto nástrojov je preto nevyhnutné vytvárať podporné prostredie, ktoré zahŕňa nielen materiálne zabezpečenie, ale aj metodickú podporu, prístup k vzdelávacím zdrojom a spoluprácu medzi školami, univerzitami a výskumnými inštitúciami.

V tomto procese sa učiteľ postupne profiluje ako tvorca inovatívneho vzdelávacieho prostredia, ktoré podporuje tvorivosť, experimentovanie a interdisciplinárne učenie. Prostredníctvom vhodne navrhnutých aktivít umožňuje žiakom realizovať projekty, navrhovať vlastné riešenia a skúmať technologické možnosti digitálnych nástrojov. 3D technológie tak poskytujú učiteľom nové didaktické príležitosti na podporu aktívneho učenia sa a rozvoj kompetencií potrebných pre život v technologicky orientovanej spoločnosti.

3.10 Pedagogické prínosy a limity využívania 3D technológií vo vzdelávaní

Rozvoj digitálnych výrobných technológií prináša do vzdelávacieho prostredia nové možnosti pre realizáciu inovatívnych pedagogických prístupov. Technológie, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač, 3D skenovanie alebo 3D perá, umožňujú prepájať digitálne prostredie s praktickou tvorbou a vytvárať vzdelávacie situácie založené na experimentovaní, skúmaní a riešení problémov. Z pedagogického hľadiska však ich implementácia prináša nielen významné prínosy, ale aj určité obmedzenia, ktoré je potrebné reflektovať.

Jedným z najvýznamnejších prínosov 3D technológií je možnosť vizualizácie abstraktných pojmov a procesov. Trojrozmerné modely umožňujú žiakom lepšie pochopiť priestorové vzťahy medzi objektmi a analyzovať ich vlastnosti z rôznych perspektív. V matematike môžu podporiť porozumenie geometrických telies, objemu alebo symetrie, zatiaľ čo v prírodovednom vzdelávaní umožňujú vizualizovať napríklad anatomicke štruktúry či molekulárne modely.

Ďalším významným prínosom je podpora aktívneho učenia sa a tvorivosti. Pri práci s 3D technológiami sa žiaci aktívne zapájajú do procesu navrhovania, testovania a realizácie vlastných projektov, čo je v súlade s konštruktivistickými prístupmi k učeniu. Tento proces podporuje rozvoj schopnosti riešiť problémy, experimentovať a reflektovať vlastné postupy.

3D technológie zároveň významne prispievajú k rozvoju priestorového myslenia a technickej predstavivosti, ktoré sú kľúčové najmä v oblasti technického a prírodovedného vzdelávania. Manipulácia s trojrozmernými modelmi umožňuje žiakom analyzovať vlastnosti objektov a pochopiť ich funkčné vzťahy v reálnom kontexte.

Výskumy poukazujú na to, že využívanie 3D tlače a digitálneho modelovania vo vyučovaní môže výrazne zvýšiť motiváciu žiakov a ich záujem o technické a prírodovedné disciplíny (Ford & Minshall, 2019). Možnosť vytvárať vlastné modely a realizovať vlastné nápady vedie k vyššej miere angažovanosti žiakov a podporuje ich aktívnu účasť na procese učenia.

Významným prínosom je aj podpora interdisciplinárneho učenia. Projekty založené na využívaní 3D technológií umožňujú prepájať poznatky z matematiky, techniky, informatiky, prírodných vied a umenia, čím prispievajú k rozvoju komplexného myslenia a schopnosti aplikovať poznatky v rôznych kontextoch. Tento prístup je plne v súlade s princípmi STEAM vzdelávania, ktoré zdôrazňuje integráciu rôznych oblastí poznania a podporu tvorivého riešenia problémov.

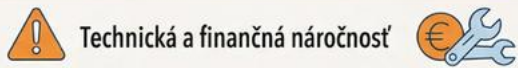
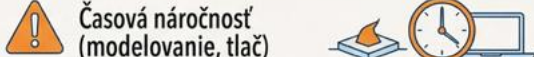
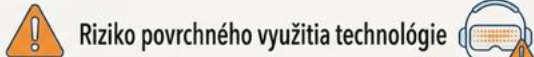
3.11 Limity a výzvy implementácie 3D technológií

Napriek významným pedagogickým prínosom prináša využívanie 3D technológií vo vzdelávaní aj viaceré výzvy a obmedzenia (obr. 10), ktoré je potrebné systematicky reflektovať. Jednou z najzásadnejších je technická a materiálna náročnosť ich implementácie. Zavedenie 3D technológií si vyžaduje investície do technologického vybavenia, špecializovaného softvéru a spotrebného materiálu, čo môže predstavovať bariéru najmä pre školy s obmedzenými finančnými zdrojmi.

Ďalším významným obmedzením je časová náročnosť realizácie edukačných aktivít. Proces digitálneho navrhovania modelu, jeho prípravy na tlač a samotnej výroby je často zdĺhavý, čo môže limitovať využitie 3D technológií v rámci štandardných vyučovacích hodín. Táto skutočnosť si vyžaduje dôsledné didaktické plánovanie a výber takých aktivít, ktoré sú časovo realizovateľné a zároveň pedagogicky efektívne.

Významnou výzvou zostáva aj potreba systematického profesijného rozvoja učiteľov. Efektívna integrácia 3D technológií do vyučovania predpokladá, že učitelia disponujú nielen technickými zručnosťami potrebnými na prácu s digitálnymi nástrojmi, ale aj pedagogickými kompetenciami umožňujúcimi ich zmysluplné didaktické využitie. Bez adekvátnej prípravy môže dôjsť k povrchnému využívaniu technológií bez hlbšieho didaktického prínosu.

Niektoré výskumy zároveň upozorňujú na riziko, že digitálne technológie môžu byť vnímané predovšetkým ako atraktívny doplnok vyučovania, a nie ako nástroj podporujúci hlbšie porozumenie učivu. Z tohto dôvodu je nevyhnutné, aby ich implementácia vychádzala z jasne definovaných vzdelávacích cieľov a bola v súlade s pedagogickými princípmi a didaktickými stratégiami.

Výhody (pedagogický prínos)	Limity a výzvy
 Vizualizácia abstraktných pojmov	 Technická a finančná náročnosť
 Rozvoj priestorového myslenia	 Časová náročnosť (modelovanie, tlač)
 Aktívne a tvorivé učenie	 Potreba technickej prípravy učiteľa
 Prepojenie teórie s praxou	 Riziko povrchného využitia technológie
 Interdisciplinárne (STEAM) učenie	 Obmedzené materiálne zdroje
 Zvýšenie motivácie žiakov	 Organizačné a časové limity
	 Potreba metodologickej podpory

Obrázok 10 Výhody vs. limity využívania 3D technológií vo vzdelávaní

Efektívne využívanie 3D technológií vo vzdelávaní preto vyžaduje vyvážený prístup, ktorý zohľadňuje technologické možnosti aj pedagogické ciele. Technológie by nemali byť cieľom samotným, ale prostriedkom na podporu učenia, rozvoja kompetencií a hlbšieho porozumenia skúmaným javom. Učiteľ by mal pri plánovaní aktivít zohľadniť nielen obsahové a vzdelávacie ciele, ale aj vekové špecifiká žiakov, dostupné technologické podmienky a časové možnosti realizácie.

Dôležitou súčasťou tohto procesu je aj reflexia učenia, ktorá umožňuje žiakom analyzovať výsledky svojej práce, identifikovať chyby a hľadať možnosti ďalšieho zlepšenia. V kontexte moderného vzdelávania tak 3D technológie predstavujú významný didaktický nástroj podporujúci rozvoj tvorivosti, technických zručností a interdisciplinárneho myslenia. Ich efektívne využitie je však podmienené premysleným pedagogickým prístupom a systematickou podporou učiteľov pri implementácii inovatívnych vzdelávacích metód.

Zhrnutie kapitoly 3

Kapitola sa zameriavala na súčasné pedagogické a didaktické prístupy, ktoré tvoria teoretický základ pre implementáciu inovatívnych foriem vyučovania v kontexte STEAM vzdelávania. Predstavené boli prístupy ako problémovo orientovaný prístup, bádateľsky orientovaný prístup, projektové vyučovanie, makerské vzdelávanie a dizajnové myslenie, ktoré zdôrazňujú aktívnu úlohu žiaka v procese edukácie. Tieto prístupy sú založené na princípoch konštruktivismu a konštrukcionizmu, pričom podporujú učenie sa prostredníctvom skúsenosti, tvorby a riešenia autentických problémov. Kapitola poukázala na význam interdisciplinaritu ako kľúčového princípu STEAM vzdelávania, ktorý umožňuje prepájať poznatky z rôznych oblastí a aplikovať ich v praktických situáciách. Osobitná pozornosť bola venovaná úlohe digitálnych technológií, ktoré rozširujú možnosti realizácie týchto prístupov a podporujú rozvoj tvorivosti, kritického myslenia, spolupráce a technických kompetencií žiakov. Kapitola zároveň zdôraznila, že efektívne využívanie týchto prístupov si vyžaduje premyslené didaktické plánovanie a reflektovaný pedagogický prístup.

Kľúčové pojmy:

- STEAM vzdelávanie,
- interdisciplinarita,
- konštruktivizmus,
- konštrukcionizmus,
- problémovo orientované učenie (PBL),
- bádateľsky orientované učenie (IBL),
- projektové vyučovanie,
- makerské vzdelávanie,
- digitálna fabrikácia,
- makerspace/fab lab,
- dizajnové myslenie (design thinking),
- prototypovanie,
- iteratívny proces učenia,
- aktívne učenie,
- tvorivé riešenie problémov,
- kritické myslenie,
- spolupráca a komunikácia,
- interdisciplinárne projekty.

4 Metodika implementácie 3D technológií v STEAM vzdelávaní

Táto kapitola predstavuje systematický rámec implementácie 3D technológií vo vzdelávaní, ktorý prepája teoretické východiská, didaktický model a praktické aspekty pedagogickej realizácie.

4.1 Didaktické východiská implementácie 3D technológií

Implementácia 3D technológií vo vzdelávaní predstavuje komplexný pedagogický proces, ktorý si vyžaduje ukotvenie v relevantných didaktických a pedagogických teóriách. Nejde pritom len o integráciu technologických nástrojov do vyučovania, ale o transformáciu spôsobu učenia smerom k aktívnemu, tvorivému a kontextovo ukotvenému poznávaniu.

Jedným zo základných východísk je konštruktivizmus, ktorý chápe edukáciu ako proces aktívneho konštruovania poznatkov na základe predchádzajúcich skúseností žiaka (Piaget, 1972). V tomto kontexte sa učenie neobmedzuje na pasívne prijímanie informácií, ale zahŕňa aktívnu manipuláciu s objektmi, experimentovanie a riešenie problémových situácií. 3D technológie poskytujú vhodné prostredie pre realizáciu takéhoto typu učenia, keďže umožňujú žiakom vizualizovať a materiálne reprezentovať abstraktné koncepty.

Na konštruktivistické prístupy nadväzuje konštrukcionizmus (Papert, 1980), ktorý zdôrazňuje význam tvorby konkrétnych artefaktov v procese učenia. Podľa tohto prístupu dochádza k najhlbšiemu učeniu vtedy, keď žiaci vytvárajú zmysluplné produkty, ktoré môžu zdieľať, analyzovať a ďalej rozvíjať. Využívanie 3D modelovania, 3D tlače alebo 3D pier umožňuje realizovať práve takýto typ učenia, keď žiaci prechádzajú od abstraktného návrhu k jeho fyzickej realizácii.

Dôležitým teoretickým rámcom je aj experienciálne učenie, ktoré zdôrazňuje význam skúsenosti ako základného zdroja poznania (Kolb, 1984). Kolbov model učenia pozostáva zo štyroch fáz: konkrétna skúsenosť, reflexia, abstraktná konceptualizácia a aktívna aplikácia. Tento cyklus je plne kompatibilný s využívaním 3D technológií, keďže žiaci najprv navrhujú riešenie, následne ho realizujú, testujú a reflektujú, čím dochádza k prehĺbovaniu ich porozumenia.

Ďalším významným východiskom je dizajnové myslenie (design thinking), ktoré predstavuje metodologický prístup orientovaný na riešenie problémov prostredníctvom iteratívneho procesu návrhu, prototypovania a testovania (Brown, 2009). Tento prístup podporuje empatiu, tvorivosť a schopnosť hľadať inovatívne riešenia, pričom je plne aplikovateľný v prostredí STEAM vzdelávania. V kontexte 3D technológií umožňuje žiakom navrhovať riešenia reálnych problémov a overovať ich funkčnosť prostredníctvom tvorby prototypov.

Implementácia 3D technológií zároveň reflektuje princípy STEAM vzdelávania, ktoré zdôrazňuje interdisciplinárne prepájanie poznatkov z oblasti prírodných vied, techniky, inžinierstva, umenia a matematiky (Yakman & Lee, 2012). 3D technológie prirodzene prepájajú tieto oblasti, keďže vyžadujú využitie matematických a geometrických poznatkov, technických zručností, digitálnych nástrojov a estetického cítenia.

Z pohľadu rozvoja kompetencií zohráva významnú úlohu aj digitálna gramotnosť. Európske rámce digitálnych kompetencií poukazujú na potrebu aktívneho využívania digitálnych technológií pri tvorbe obsahu, riešení problémov a spolupráci (European Commission, 2022). 3D technológie predstavujú nástroj, ktorý umožňuje rozvíjať tieto kompetencie v autentických situáciách.

Významným aspektom je aj rozvoj priestorovej predstavivosti, ktorá je kľúčová najmä v matematickom a technickom vzdelávaní. Výskumy poukazujú na to, že manipulácia s trojrozmernými objektmi a ich modelovanie môže významne podporiť porozumenie geometrickým a technickým konceptom (Ford & Minshall, 2019).

Na základe uvedených teoretických východísk možno konštatovať, že implementácia 3D technológií vo vzdelávaní predstavuje komplexný didaktický prístup, ktorý prepája moderné pedagogické teórie s technologickými možnosťami. Takýto prístup umožňuje vytvárať vzdelávacie prostredie, v ktorom žiaci aktívne experimentujú, navrhujú riešenia a rozvíjajú svoje kognitívne, technické a tvorivé kompetencie.

Zároveň je potrebné zdôrazniť, že implementácia 3D technológií má iteratívny charakter. Jednotlivé fázy procesu sa môžu opakovanne vracaať a upravovať na základe skúseností získaných počas realizácie aktivít. Napríklad pri tvorbe 3D modelu môžu žiaci po jeho realizácii identifikovať nedostatky a následne upraviť digitálny návrh. Takýto proces podporuje systematické riešenie problémov, reflexiu a hlbšie porozumenie učivu.

Navrhované didaktické východiská tvoria základ pre didaktický model implementácie 3D technológií, ktorý je predstavený v nasledujúcej podkapitole.

Uvedené teoretické východiská vytvárajú základ pre formulovanie didaktického modelu implementácie 3D technológií, ktorý systematicky prepája pedagogické princípy s technologickými možnosťami a je rozpracovaný v nasledujúcej podkapitole.

4.2 Didaktický model integrácie 3D technológií

Na základe teoretických východísk uvedených v podkapitole 5.1 je možné formulovať didaktický model implementácie 3D technológií, ktorý predstavuje systematický rámec prepájajúci pedagogické princípy s technologickými možnosťami. Tento model vychádza z konštruktivistického a konštrukcionistického chápania učenia a zároveň reflektuje cyklický charakter experienciálneho učenia (Kolb, 1984) a iteratívny proces dizajnového myslenia (Brown, 2009).

Model je navrhnutý tak, aby umožňoval učiteľom efektívne integrovať 3D technológie do vyučovania bez toho, aby sa technológia stala cieľom samotným. Naopak, technológia tu vystupuje ako prostriedok podporujúci dosahovanie vzdelávacích cieľov, rozvoj kľúčových kompetencií žiakov a prepojenie teoretických poznatkov s praktickou činnosťou. V tomto zmysle predstavuje didaktický model nielen technologický rámec, ale predovšetkým pedagogický nástroj, ktorý umožňuje systematicky riadiť proces učenia.

Didaktický model zároveň zohľadňuje špecifiká STEAM vzdelávania, v ktorom dochádza k prirodzenému prepájaniu poznatkov z rôznych disciplín. Prostredníctvom práce s 3D technológiami žiaci riešia komplexné úlohy, ktoré si vyžadujú kombináciu matematického uvažovania, technických zručností, digitálnych kompetencií a estetického vnímania. Takéto aktivity podporujú nielen hlbšie porozumenie učivu, ale aj schopnosť aplikovať poznatky v reálnych situáciách.

Štruktúra modelu je založená na cyklickom procese učenia, ktorý pozostáva z viacerých na seba nadväzujúcich fáz. V úvodnej fáze dochádza k identifikácii problému alebo zadania, ktoré vychádza z reálneho alebo simulovaného kontextu. Kľúčové je, aby zadanie bolo zmysluplné, otvorené a umožňovalo rôzne prístupy k riešeniu. Takto formulované úlohy podporujú rozvoj kritického myslenia a motiváciu žiakov.

Nasleduje fáza návrhu riešenia, v ktorej žiaci využívajú digitálne nástroje na tvorbu modelov a formulovanie vlastných riešení. V tejto fáze sa rozvíja tvorivosť, schopnosť plánovania a analytické myslenie. Žiaci sa učia premýšľať nad vlastným postupom a hľadať optimálne riešenia.

V ďalšej fáze prebieha prototypovanie, teda vytváranie digitálneho alebo fyzického modelu. Využitie 3D tlače alebo 3D pier umožňuje transformovať abstraktný návrh do konkrétnej podoby, čím sa posilňuje prepojenie medzi digitálnym a reálnym svetom. Tento krok je významný najmä z hľadiska konštrukcionistického učenia, keďže žiaci vytvárajú hmatateľné artefakty.

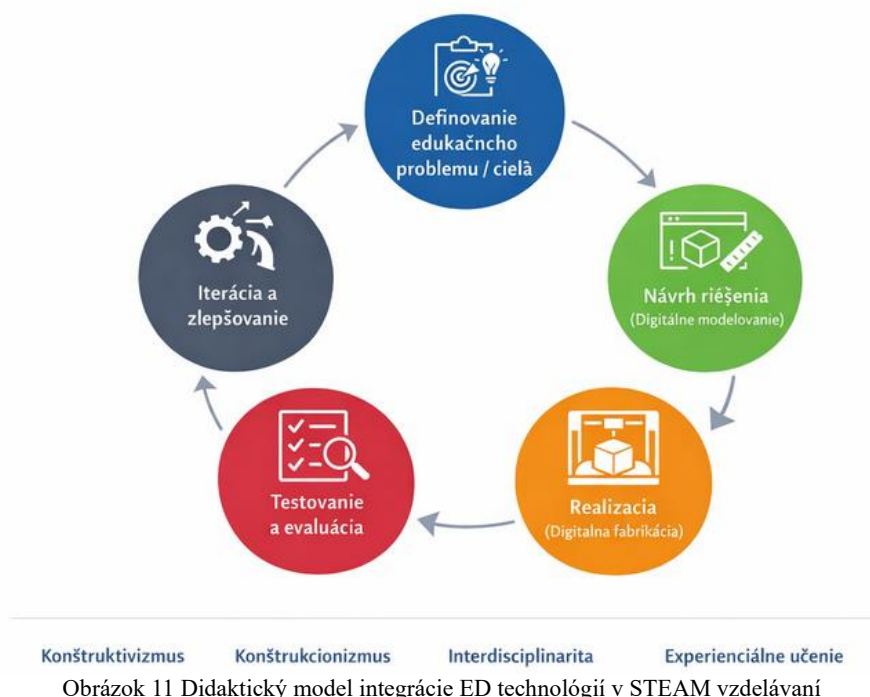
Po vytvorení modelu nasleduje testovanie a evaluácia, počas ktorých žiaci analyzujú funkčnosť riešenia a identifikujú jeho silné a slabé stránky. Táto fáza podporuje rozvoj kritického myslenia, schopnosť argumentácie a hodnotenia vlastnej práce.

Záverečnou, no zároveň opakovateľnou fázou je reflexia a iterácia. Žiaci upravujú svoje riešenia na základe získaných skúseností, čím dochádza k prehĺbovaniu ich porozumenia a rozvoju schopnosti systematicky riešiť problémy. Iteratívny charakter modelu predstavuje jeden z jeho kľúčových prvkov, keďže umožňuje kontinuálne zlepšovanie a učenie sa z chýb.

Navrhovaný model sa vyznačuje viacerými didaktickými charakteristikami, ktoré ho odlišujú od tradičných prístupov k vyučovaniu. Predovšetkým ide o orientáciu na aktívne učenie sa, v ktorom žiaci vystupujú ako tvorcovia poznatkov, nie ich pasívni prijímatelia. Významnú úlohu zohráva problémová orientácia, ktorá vedie žiakov k riešeniu autentických úloh a rozvoju vyšších kognitívnych procesov.

Dôležitým aspektom je aj iteratívnosť procesu, ktorá umožňuje opakované zlepšovanie riešení a podporuje reflexiu učenia. Model zároveň podporuje interdisciplinaritu, keďže pri riešení úloh dochádza k prepájaniu poznatkov z viacerých oblastí. Nezanedbateľný je aj dôraz na tvorivosť, experimentovanie a autonómiu žiakov v procese učenia.

Didaktický model (obr. 11) je zároveň úzko prepojený s teoretickými východiskami uvedenými v podkapitole 5.1. Konštruktivistické princípy sa prejavujú v aktívnej úlohe žiaka pri konštruovaní poznatkov, zatiaľ čo konštrukcionizmus zdôrazňuje význam tvorby konkrétnych artefaktov. Experienciálne učenie sa odráža v cyklickom charaktere modelu, ktorý zahŕňa skúsenosť, reflexiu a aplikáciu poznatkov. Dizajnové myslenie sa prejavuje najmä v iteratívnom procese návrhu a testovania riešení.



Takto koncipovaný model zabezpečuje, že implementácia 3D technológií nepredstavuje izolovaný technologický prvok, ale integrálnu súčasť pedagogického procesu, ktorý podporuje aktívne učenie sa, rozvoj kompetencií a interdisciplinárne prepojenie poznatkov.

Navrhnutý didaktický model zároveň predstavuje východisko pre praktickú realizáciu edukačných aktivít, ktorá je konkretizovaná prostredníctvom jednotlivých fáz implementácie v nasledujúcej podkapitole.

4.3 Fázy implementácie 3D technológií vo vyučovaní

Na rozdiel od konceptuálneho didaktického modelu uvedeného v predchádzajúcej podkapitole sa táto časť zameriava na jeho praktickú operacionalizáciu vo vyučovacom procese, teda na konkrétne fázy implementácie 3D technológií.

Implementácia 3D technológií vo vyučovaní predstavuje komplexný a systematický proces (tab. 1), ktorý nadväzuje na didaktický model integrácie 3D technológií predstavený v podkapitole 5.2. Tento proces nie je lineárny, ale má cyklický a iteratívny charakter, čo znamená, že jednotlivé fázy sa môžu opakovane vracieť a upravovať na základe priebežných skúseností a reflexie.

Tabuľka 1 Fázy implementácie 3D technológií vo vyučovaní

Fáza implementácie	Rozvíjané kompetencie	Prepojenie na ŠVP (parafráza/citácia)
Didaktické plánovanie	plánovanie učenia, digitálne kompetencie, problémové myslenie	„žiak využíva digitálne technológie pri učení sa a riešení úloh“; „rozvíja schopnosť samostatne riešiť problémy“ (ŠPÚ, 2023)

Návrh riešenia	tvorivosť, kritické myslenie, matematické a technické myslenie	„žiak navrhuje riešenia, uplatňuje logické postupy a tvorivé prístupy“
Prototypovanie (modelovanie, 3D tlač)	technická gramotnosť, priestorová predstavivosť, manuálne zručnosti	„žiak vytvára a manipuluje s modelmi, využíva nástroje a materiály“
Testovanie a evaluácia	kritické myslenie, hodnotenie, argumentácia	„žiak posudzuje riešenia, hodnotí výsledky a argumentuje svoje postupy“
Reflexia	metakognícia, sebahodnotenie, učenie sa učiť	„žiak plánuje, monitoruje a hodnotí vlastné učenie sa“
Iterácia	adaptabilita, tvorivé riešenie problémov, vytrvalosť	„žiak zdokonaľuje riešenia a využíva skúsenosti pri ďalšej činnosti“

Základom implementácie je didaktické plánovanie, ktoré predstavuje východiskovú fázu celého procesu. V tejto etape učiteľ identifikuje vzdelávacie ciele a zároveň zabezpečuje ich súlad so Štátnym vzdelávacím programom. V súlade so ŠVP je cieľom vzdelávania rozvíjať kľúčové kompetencie žiakov, najmä schopnosť „samostatne riešiť problémy, tvorivo myslieť a využívať získané poznatky v praktických situáciách“ (ŠPÚ, 2023). Implementácia 3D technológií zároveň podporuje rozvoj digitálnych kompetencií, ktoré sú v ŠVP definované ako schopnosť „účelne využívať digitálne technológie pri učení, tvorbe a komunikácii“.

Z pohľadu vzdelávacích oblastí je využívanie 3D technológií v súlade najmä s oblasťami Matematika a práca s informáciami, kde sa zdôrazňuje rozvoj logického a algoritmického myslenia, ako aj schopnosť modelovať a riešiť problémy, a s oblasťou Človek a svet práce, ktorá podporuje technickú tvorivosť, praktické zručnosti a prácu s materiálmi a nástrojmi.

Na plánovaciu fázu nadväzuje príprava edukačnej aktivity, ktorá zahŕňa návrh konkrétneho zadania, výber vhodných nástrojov a stanovenie organizačných podmienok realizácie. V tejto fáze učiteľ formuluje problém alebo úlohu tak, aby bola pre žiakov zmysluplná a otvorená. Takýto prístup je v súlade s odporúčaniami ŠVP, ktoré zdôrazňujú potrebu „vytvárať podmienky pre aktívne učenie sa, objavovanie a experimentovanie žiakov“.

Nasleduje realizačná fáza, ktorá predstavuje jadro implementačného procesu. Žiaci aktívne pracujú na riešení zadanej úlohy, pričom využívajú 3D technológie na návrh a tvorbu modelov. Tento proces zahŕňa analýzu problému, návrh riešenia, modelovanie a jeho realizáciu. V tejto fáze dochádza k napĺňaniu cieľov ŠVP v oblasti aplikácie poznatkov, keďže žiaci „využívajú nadobudnuté vedomosti a zručnosti pri riešení praktických úloh“.

Po realizačnej fáze nasleduje evaluácia, ktorá umožňuje posúdiť kvalitu vytvorených riešení. Žiaci analyzujú funkčnosť svojich modelov, identifikujú nedostatky a diskutujú o možnostiach ich zlepšenia. Tento proces je v súlade s požiadavkami ŠVP na rozvoj kritického myslenia a hodnotenia, keďže žiaci sa učia „posudzovať riešenia, argumentovať a obhajovať vlastné postupy“.

Neoddeliteľnou súčasťou implementačného procesu je reflexia, ktorá nadväzuje na evaluáciu a predstavuje kľúčový prvok učenia. Žiaci reflektujú nielen výsledok svojej práce, ale aj samotný proces riešenia úlohy. Tento aspekt priamo korešponduje s požiadavkami ŠVP na rozvoj metakognitívnych schopností, ktoré zahŕňajú „schopnosť plánovať, monitorovať a hodnotiť vlastné učenie sa“.

Záverečnou, no opakovateľnou fázou je iterácia, ktorá predstavuje návrat k predchádzajúcim krokom na základe získaných poznatkov. Žiaci upravujú svoje návrhy a zdokonaľujú riešenia,

čím sa rozvíja ich schopnosť systematicky riešiť problémy a učiť sa z chýb. Tento proces je v súlade s cieľmi ŠVP, ktoré zdôrazňujú rozvoj adaptability, tvorivosti a schopnosti neustáleho zlepšovania.

Takto koncipovaný proces implementácie 3D technológií (obr. 12) umožňuje vytvárať vzdelávacie prostredie, ktoré reflektuje požiadavky moderného kurikula. Prepája teoretické poznatky s praktickou činnosťou a podporuje rozvoj kompetencií, ktoré sú v Štátnom vzdelávacom programe definované ako kľúčové pre život v súčasnej spoločnosti. Navrhované fázy implementácie tak predstavujú metodický rámec, ktorý umožňuje systematické a kurikulárne ukotvené využívanie 3D technológií vo vyučovaní.



Obrázok 12 Cyklus implementácie 3D technológií

Úspešná realizácia jednotlivých fáz implementácie je úzko spätá s vhodným výberom a pedagogickým využitím konkrétnych 3D technológií, ktoré sú bližšie charakterizované v nasledujúcej podkapitole.

4.4 Výber a pedagogické využitie 3D technológií

Výber a pedagogické využitie 3D technológií predstavuje kľúčový aspekt ich efektívnej implementácie vo vyučovaní. V nadväznosti na didaktický model a fázy implementácie je potrebné zdôrazniť, že technologické nástroje by nemali byť chápané ako cieľ samotný, ale ako prostriedok na dosahovanie vzdelávacích cieľov. Ich výber musí byť podmienený didaktickými zámermi, charakterom učiva, vekovými špecifikami žiakov a dostupnosťou technického vybavenia.

Z pedagogického hľadiska je vhodné pristupovať k výberu 3D technológií systematicky, pričom sa zohľadňuje ich didaktický potenciál a možnosti využitia v rôznych fázach učebného procesu. 3D technológie možno v tomto kontexte chápať ako nástroje digitálnej fabrikácie,

ktoré umožňujú prepájať virtuálne modelovanie s fyzickou realizáciou, čím podporujú konštrukcionistický prístup (Papert, 1980).

Medzi základné 3D technológie využiteľné vo vzdelávaní patria najmä 3D modelovanie, 3D tlač, 3D skenovanie a 3D perá. Každá z týchto technológií má špecifické didaktické využitie a podporuje rozvoj odlišných kompetencií.

3D modelovanie predstavuje vstupnú fázu práce s trojrozmernými objektmi a umožňuje žiakom rozvíjať priestorovú predstavivosť, logické myslenie a digitálne kompetencie. Pri tvorbe modelov žiaci analyzujú geometrické vlastnosti objektov, pracujú s mierkou a proporciami a učia sa využívať digitálne nástroje na tvorbu obsahu. V súlade so Štátnym vzdelávacím programom ide o rozvoj schopnosti „modelovať a riešiť problémy pomocou digitálnych nástrojov“.

3D tlač umožňuje transformovať digitálny návrh do fyzickej podoby, čím sa výrazne posilňuje prepojenie medzi teóriou a praxou. Žiaci získavajú skúsenosť s procesom výroby, materiálmi a technologickými postupmi, čo podporuje rozvoj technickej gramotnosti a praktických zručností. Tento aspekt je v súlade s cieľmi vzdelávacej oblasti Človek a svet práce, ktorá zdôrazňuje „tvorivú prácu s materiálmi a technológiami“.

3D skenovanie predstavuje nástroj na digitalizáciu reálnych objektov, ktorý umožňuje prepájať fyzický a digitálny svet. V pedagogickej praxi ho možno využiť napríklad pri skúmaní tvarov, analýze objektov alebo tvorbe digitálnych archívov. Tento proces podporuje analytické myslenie a schopnosť pracovať s digitálnymi dátami.

3D perá sú vhodným nástrojom najmä pre mladších žiakov, keďže umožňujú intuitívnu tvorbu trojrozmerných objektov bez potreby pokročilých digitálnych zručností. Ich využitie podporuje rozvoj jemnej motoriky, tvorivosti a základných priestorových predstáv. V kontexte ŠVP ide o podporu aktívneho učenia sa a tvorivého vyjadrovania.

Z hľadiska didaktického modelu (4.2) možno jednotlivé technológie efektívne využívať v rôznych fázach učebného procesu. 3D modelovanie sa uplatňuje najmä vo fáze návrhu riešenia, 3D tlač a 3D perá vo fáze prototypovania, zatiaľ čo 3D skenovanie môže byť využité pri analýze problému alebo evaluácii výsledkov. Takéto prepojenie zabezpečuje systematické a zmysluplné využívanie technológií.

Pri pedagogickom využití 3D technológií je dôležité zohľadniť aj organizačné a didaktické aspekty. Učiteľ by mal vytvárať prostredie, ktoré podporuje experimentovanie, spoluprácu a reflexiu učenia. Zároveň je potrebné zabezpečiť bezpečné používanie technológií a primerané tempo práce, najmä pri časovo náročnejších procesoch, ako je 3D tlač.

Dôležitým princípom je aj diferenciácia vyučovania, ktorá umožňuje prispôbiť náročnosť úloh individuálnym potrebám žiakov. 3D technológie poskytujú flexibilné možnosti zadávania úloh, ktoré môžu byť jednoduchšie pre začiatočníkov alebo komplexnejšie pre pokročilých žiakov.

Z pohľadu kurikulárneho ukotvenia možno konštatovať, že využívanie 3D technológií priamo podporuje napĺňanie cieľov Štátneho vzdelávacieho programu, najmä v oblasti rozvoja digitálnych kompetencií, technickej gramotnosti, kritického myslenia a tvorivosti. Zároveň umožňuje realizovať projektové a problémovo orientované vyučovanie, ktoré je v modernom kurikule považované za kľúčový prístup k učeniu.

Tabuľka 2 Výber a pedagogické využitie 3D technológií

Technológia	Vek/stupeň vzdelávania	Vzdelávací cieľ	Príklad pedagogického využitia
3D pero	1. stupeň ZŠ (1. – 4. ročník)	Rozvoj jemnej motoriky, priestorovej predstavivosti, základných technických zručností	Tvorba jednoduchých 3D objektov (geometrické tvary, modely stavieb, jednoduché pomôcky)
3D pero	2. stupeň ZŠ	Tvorivé riešenie problémov, návrh jednoduchých konštrukcií	Modelovanie jednoduchých technických riešení (most, konštrukcia)
3D modelovanie (Tinkercad)	1. – 2. stupeň ZŠ	Rozvoj digitálnych kompetencií a priestorového myslenia	Návrh jednoduchých 3D modelov (menovky, geometrické telesá)
3D modelovanie (pokročilé nástroje)	2. stupeň ZŠ/SŠ	Rozvoj technického myslenia, práca s parametrami modelu	Návrh funkčných objektov (organizéry, mechanické prvky)
3D tlač	1. – 2. stupeň ZŠ	Vizualizácia abstraktných pojmov, prepojenie teórie s praxou	Tlač geometrických telies, didaktických pomôcok
3D tlač	SŠ/VŠ	Prototypovanie, technické a inžinierske myslenie	Výroba prototypov riešení (produktový dizajn, technické modely)
3D skenovanie	2. stupeň ZŠ/SŠ	Analýza objektov, prepojenie reality a digitálneho modelu	Skenovanie reálnych objektov a ich úprava v digitálnom prostredí
Digitálna fabrikácia (laser, CNC)	SŠ/VŠ	Komplexné technické a projektové myslenie	Návrh a výroba funkčných zariadení alebo modelov
Simulácie a 3D vizualizácie	všetky stupne	Porozumenie abstraktným javom	Vizualizácia molekúl, anatomických štruktúr, fyzikálnych procesov

Efektívny výber a pedagogické využitie 3D technológií (tab. 2, obr. 13) tak predstavuje dôležitý predpoklad ich úspešnej integrácie do vyučovania. Ak sú tieto technológie využívané premyslene a v súlade s didaktickými cieľmi, môžu významne prispieť k rozvoju kompetencií žiakov a k zvýšeniu kvality vzdelávacieho procesu.

Technológia	Vek / stupeň vzdelávania	Vzdelávací cieľ	Príklad pedagogického využitia
 3D pero	 1. stupeň ZŠ (1.–4. ročník)	Rozvoj jemnej motoriky, priestorovej predstavivosti	Tvorba jednoduchých 3D objektov
 3D pero	 2. stupeň ZŠ	Tvorivé riešenie problémov	Modelovanie konštrukcií (most, rám)
 3D modelovanie (Tinkercad)	 1.–2. stupeň ZŠ	Rozvoj digitálnych kompetencií	Návrh jednoduchých 3D modelov
 3D modelovanie (pokročilé)	 2. stupeň ZŠ / SŠ	Rozvoj technického myslenia	Návrh funkčných objektov
 3D tlač	 1.–2. stupeň ZŠ	Vizualizácia abstraktných pojmov	Tlač geometrických telies
 3D tlač	 SŠ / VŠ	Prototypovanie a inžinierske myslenie	Výroba prototypov riešení
 3D skenovanie	 2. stupeň ZŠ / SŠ	Analýza objektov a skenovanie	Skenovanie reálnych objektov
 Digitálna fabrikácia (laser, CNC)	 SŠ / VŠ	Komplexné technické myslenie	Návrh a výroba zariadení
 Simulácie a 3D vizualizácie	 Všetky stupne	Porozumenie abstraktným javom	Vizualizácia molekúl a procesov

Obrázok 13 Výber a pedagogické využitie 3D technológií

Samotný výber technológií však predstavuje len jeden aspekt implementácie, pričom rozhodujúcu úlohu zohráva spôsob ich didaktického využitia prostredníctvom konkrétnych edukačných aktivít, ktoré sú rozpracované v nasledujúcej podkapitole.

4.5 Návrh edukačných aktivít s využitím 3D technológií

Využívanie 3D technológií vo vzdelávaní vytvára priestor pre realizáciu edukačných aktivít, ktoré podporujú aktívne učenie sa, tvorivosť a interdisciplinárne prepojenie poznatkov. V nadväznosti na didaktický model (4.2) a fázy implementácie (4.3) predstavujú tieto aktivity konkrétnu podobu pedagogického využitia digitálnych nástrojov v procese učenia. Ich návrh by mal byť systematický, didakticky ukotvený a v súlade s cieľmi vzdelávania.

Navrhovanie edukačných aktivít s využitím 3D technológií vychádza z konštruktivistického a konštrukcionistického prístupu k učeniu, podľa ktorého žiaci nadobúdajú poznatky prostredníctvom vlastnej aktívnej činnosti, experimentovania a tvorby artefaktov (Papert, 1980). 3D technológie umožňujú tento prístup efektívne realizovať tým, že prepájajú digitálne modelovanie s fyzickou tvorbou a poskytujú žiakom možnosť overovať svoje návrhy v praxi.

Základným princípom návrhu edukačných aktivít je ich prepojenie s kurikulumom. Aktivity by mali vychádzať zo vzdelávacích cieľov definovaných v Štátnom vzdelávacom programe a podporovať rozvoj kľúčových kompetencií, najmä schopnosti riešiť problémy, tvorivo myslieť a využívať digitálne technológie v edukácii. V tomto kontexte je dôležité, aby aktivity neboli samoúčelné, ale aby smerovali k hlbšiemu porozumeniu učiva.

Významným princípom je aj interdisciplinarita, ktorá umožňuje prepájať poznatky z matematiky, techniky, prírodných vied a umenia. Edukačné aktivity založené na využívaní 3D technológií prirodzene integrujú tieto oblasti, keďže vyžadujú kombináciu geometrického uvažovania, technických zručností, práce s digitálnymi nástrojmi a estetického cítenia. Takéto

prepojenie je v súlade s princípmi STEAM vzdelávania a podporuje komplexné porozumenie riešeným problémom.

Dôležitým aspektom návrhu aktivít je aktívne zapojenie žiakov do procesu učenia. Žiaci by mali vystupovať ako tvorcovia riešení, nie ako pasívni prijímatelia informácií. Aktivita by mali byť navrhnuté tak, aby umožňovali experimentovanie, hľadanie vlastných postupov a tvorbu originálnych riešení. Tento prístup podporuje rozvoj autonómie, tvorivosti a kritického myslenia.

Ďalším kľúčovým princípom je problémová orientácia. Edukačné aktivity by mali byť založené na riešení autentických alebo realistických úloh, ktoré majú pre žiakov zmysel. Takéto úlohy podporujú motiváciu a umožňujú aplikovať poznatky v kontexte, ktorý je blízky reálnemu svetu. Využívanie 3D technológií v tomto kontexte umožňuje žiakom navrhovať a testovať konkrétne riešenia, čím sa posilňuje prepojenie medzi teóriou a praxou.

Neoddeliteľnou súčasťou návrhu aktivít je aj iteratívny charakter procesu. Žiaci by mali mať možnosť svoje riešenia priebežne upravovať, testovať a zlepšovať. Tento proces je v súlade s princípmi dizajnového myslenia a experienciálneho učenia a podporuje systematické riešenie problémov. Učenie sa z chýb sa tak stáva prirodzenou súčasťou edukačného procesu.

Rovnako dôležitá je reflexia učenia, ktorá umožňuje žiakom uvedomiť si, čo sa naučili a akým spôsobom k tomu dospeli. Reflexia by mala byť súčasťou každej edukačnej aktivity a môže mať rôzne formy, napríklad diskusiu, prezentáciu výsledkov alebo písomné zhodnotenie procesu. V súlade so ŠVP ide o rozvoj metakognitívnych schopností a schopnosti hodnotiť vlastné učenie sa.



Obrázok 14 Ako navrhnuť edukačnú aktivitu v 5 krokoch

Z hľadiska typológie možno edukačné aktivity s využitím 3D technológií chápať ako konštrukčné, exploratívne, projektové a vizualizačné. Tieto typy aktivít sa navzájom dopĺňajú a umožňujú rozvíjať rôzne aspekty učenia – od základného skúmania vlastností objektov až po komplexné projektové riešenia.

Efektívny návrh edukačných aktivít (obr. 14) si vyžaduje aj zohľadnenie organizačných podmienok, ako je časová náročnosť, dostupnosť technológií a úroveň pripravenosti žiakov. Učiteľ by mal vytvárať podporné prostredie, ktoré umožňuje spoluprácu, experimentovanie a bezpečné využívanie technológií.

Navrhovanie edukačných aktivít s využitím 3D technológií tak predstavuje komplexný didaktický proces, ktorý prepája teoretické východiská s praktickou realizáciou. Ak sú aktivity navrhnuté systematicky a v súlade s didaktickými princípmi, môžu významne prispieť k rozvoju kľúčových kompetencií žiakov a k zvýšeniu kvality vzdelávacieho procesu.

Navrhované edukačné aktivity je zároveň potrebné vnímať v kontexte kurikulárnych požiadaviek, ktoré určujú vzdelávacie ciele a kompetencie žiakov, čím sa zabezpečuje ich systematické ukotvenie vo vyučovaní.

4.6 Prepojenie implementácie s kurikulárnymi dokumentmi

Implementácia 3D technológií vo vzdelávaní nie je izolovaným procesom, ale musí byť systematicky prepojená s kurikulárnymi dokumentmi, ktoré definujú vzdelávacie ciele, obsah a očakávané výstupy učenia.

Implementácia 3D technológií vo vzdelávaní by nemala byť realizovaná izolovane, ale v súlade s požiadavkami kurikulárnych dokumentov, ktoré definujú ciele, obsah a očakávané výstupy vzdelávania. V podmienkach Slovenskej republiky predstavuje základný rámec Štátny vzdelávací program (ŠVP), ktorý zdôrazňuje rozvoj kľúčových kompetencií žiakov, podporu aktívneho učenia sa a využívanie digitálnych technológií vo vyučovaní (ŠPÚ, 2023).

Z hľadiska kurikulárneho ukotvenia možno konštatovať, že implementácia 3D technológií prirodzene podporuje napĺňanie viacerých vzdelávacích cieľov definovaných v ŠVP. Ide predovšetkým o rozvoj digitálnych kompetencií, ktoré zahŕňajú schopnosť využívať digitálne nástroje pri riešení problémov, tvorbe obsahu a spracovaní informácií. Využívanie 3D modelovania, 3D tlače či digitálnych simulácií umožňuje žiakom aktívne pracovať s technológiami a rozvíjať ich digitálnu gramotnosť v autentickom kontexte.

Významné prepojenie možno identifikovať aj v oblasti rozvoja kritického myslenia a riešenia. ŠVP zdôrazňuje potrebu viesť žiakov k samostatnému uvažovaniu, analýze situácií a hľadaniu riešení. Edukačné aktivity založené na využívaní 3D technológií tieto požiadavky napĺňajú tým, že žiaci navrhujú, testujú a iteratívne upravujú vlastné riešenia, čím sa učia systematicky pristupovať k riešeniu komplexných úloh.

Dôležitým aspektom je aj podpora interdisciplinárneho učenia, ktoré je v moderných kurikulárnych dokumentoch považované za kľúčový princíp vzdelávania. ŠVP podporuje prepájanie poznatkov z rôznych vzdelávacích oblastí a využívanie projektového a problémového vyučovania. Implementácia 3D technológií vytvára prirodzený priestor pre integráciu matematiky, techniky, informatiky, prírodných vied a umenia, čím prispieva k rozvoju komplexného myslenia žiakov.

V kontexte vzdelávacej oblasti Človek a svet práce možno využívanie 3D technológií chápať ako prostriedok rozvoja technickej gramotnosti, manuálnych zručností a schopnosti pracovať s materiálmi a nástrojmi. 3D tlač a práca s 3D perami umožňujú žiakom realizovať konkrétne výrobné činnosti, ktoré podporujú pochopenie technologických procesov a princípov výroby.

Rovnako významné je prepojenie s oblasťou Matematika a práca s informáciami, kde 3D modelovanie podporuje rozvoj geometrického myslenia, priestorovej predstavivosti a

schopnosti pracovať s digitálnymi reprezentáciami objektov. Žiaci sa učia analyzovať vlastnosti tvarov, pracovať s mierkou a vytvárať modely, ktoré reprezentujú reálne objekty alebo abstraktné pojmy.

Z pohľadu kompetenčného rámca ŠVP implementácia 3D technológií prispieva aj k rozvoju komunikačných a sociálnych kompetencií, najmä prostredníctvom tímovej práce na projektoch, prezentácie výsledkov a diskusie o riešeniach. Takéto aktivity podporujú spoluprácu, argumentáciu a schopnosť reflektovať vlastnú činnosť.

Významným prínosom je aj rozvoj metakognitívnych kompetencií, keďže proces návrhu, testovania a iterácie vedie žiakov k reflexii vlastného učenia sa. V súlade so ŠVP ide o schopnosť plánovať, monitorovať a hodnotiť vlastný učebný proces.

Na úrovni pedagogickej praxe je dôležité, aby učitelia vedome prepájali jednotlivé fázy implementácie 3D technológií s konkrétnymi cieľmi a výstupmi definovanými v kurikule. Takéto prepojenie zabezpečuje, že využívanie technológií nie je samoúčelné, ale priamo prispieva k dosahovaniu vzdelávacích výsledkov.

Implementácia 3D technológií v súlade s kurikulárnymi dokumentmi tak predstavuje efektívny spôsob modernizácie vyučovania, ktorý reflektuje aktuálne požiadavky na vzdelávanie v digitálnej spoločnosti. Zároveň vytvára priestor pre rozvoj kompetencií, ktoré sú nevyhnutné pre život a uplatnenie žiakov v 21. storočí.

Integrácia digitálnych technológií do vzdelávacieho procesu predstavuje dôležitú súčasť moderného kurikula. V prípade 3D technológií ide o nástroje, ktoré umožňujú prepájať teoretické poznatky s praktickou tvorbou a podporujú rozvoj interdisciplinárneho učenia. Implementácia 3D modelovania, 3D tlače alebo 3D pier do vyučovania môže významne prispieť k rozvoju digitálnych, technických a tvorivých kompetencií žiakov.

V súčasných kurikulárnych dokumentoch sa čoraz viac zdôrazňuje potreba rozvíjať kompetencie súvisiace s digitálnou gramotnosťou, technickým myslením a schopnosťou riešiť komplexné problémy. V slovenskom kontexte sa tieto požiadavky odrážajú aj v Štátnom vzdelávacom programe (ŠVP), ktorý podporuje využívanie moderných technológií vo vzdelávaní a zdôrazňuje význam interdisciplinárneho prístupu k učeniu (ŠPÚ, 2023).

Pri implementácii 3D technológií do vyučovania je dôležité vychádzať z cieľov a obsahových štandardov jednotlivých vzdelávacích oblastí. 3D technológie možno efektívne integrovať do viacerých predmetov, pričom ich využitie podporuje rozvoj praktických a tvorivých zručností žiakov. V rámci kurikula môžu byť 3D technológie využívané napríklad v týchto oblastiach:

- matematika – modelovanie geometrických telies, skúmanie objemu a povrchu telies, priestorová predstavivosť,
- informatika – digitálne modelovanie, práca s grafickými a modelovacími nástrojmi,
- technika alebo technická výchova – návrh a konštrukcia technických objektov, prototypovanie,
- prírodovedné predmety – modelovanie biologických alebo fyzikálnych objektov,
- umenie a dizajn – tvorba umeleckých a dizajnerských objektov.

Takéto prepojenie umožňuje realizovať interdisciplinárne aktivity, ktoré sú charakteristické pre STEAM vzdelávanie.

Využívanie 3D technológií vo vzdelávaní prispieva k rozvoju digitálnych kompetencií žiakov. Pri práci s modelovacími nástrojmi sa žiaci učia pracovať s digitálnymi dátami, analyzovať trojrozmerné objekty a využívať technologické nástroje na riešenie praktických problémov. Digitálne kompetencie zahŕňajú napríklad:

- schopnosť pracovať s digitálnymi nástrojmi,
- schopnosť vytvárať digitálny obsah,
- schopnosť riešiť technické problémy,
- schopnosť kriticky hodnotiť technologické riešenia.

Rozvoj týchto kompetencií je dôležitý nielen z hľadiska školského vzdelávania, ale aj z pohľadu prípravy žiakov na fungovanie v digitálnej spoločnosti.

Jedným z najefektívnejších spôsobov integrácie 3D technológií do kurikula je realizácia interdisciplinárnych projektov. Takéto projekty umožňujú prepájať poznatky z rôznych predmetov a zároveň podporujú aktívne učenie sa žiakov. Príkladom môže byť projekt zameraný na návrh a tvorbu modelu mosta, pri ktorom žiaci využívajú:

- matematické poznatky o geometrických tvaroch,
- fyzikálne princípy stability a zaťaženia,
- technické postupy konštrukcie,
- digitálne nástroje na modelovanie a výrobu modelu.

Takéto projekty podporujú komplexné porozumenie skúmaným javom a zároveň rozvíjajú schopnosť aplikovať poznatky v praktických situáciách.

Pri zavádzaní 3D technológií do kurikula je vhodné postupovať postupne. V úvodnej fáze sa žiaci môžu oboznámiť so základmi digitálneho modelovania alebo pracovať s jednoduchšími nástrojmi, ako sú napríklad 3D perá. Postupne je možné prechádzať k náročnejším aktivitám, ktoré zahŕňajú tvorbu komplexnejších modelov alebo realizáciu projektov s využitím 3D tlačie. Takýto postup umožňuje systematicky rozvíjať digitálne a technické kompetencie žiakov.

Integrácia 3D technológií do školského kurikula predstavuje významný krok smerom k modernizácii vzdelávania. Umožňuje vytvárať vzdelávacie prostredie, ktoré podporuje experimentovanie, tvorivosť a aktívne zapájanie žiakov do procesu učenia.

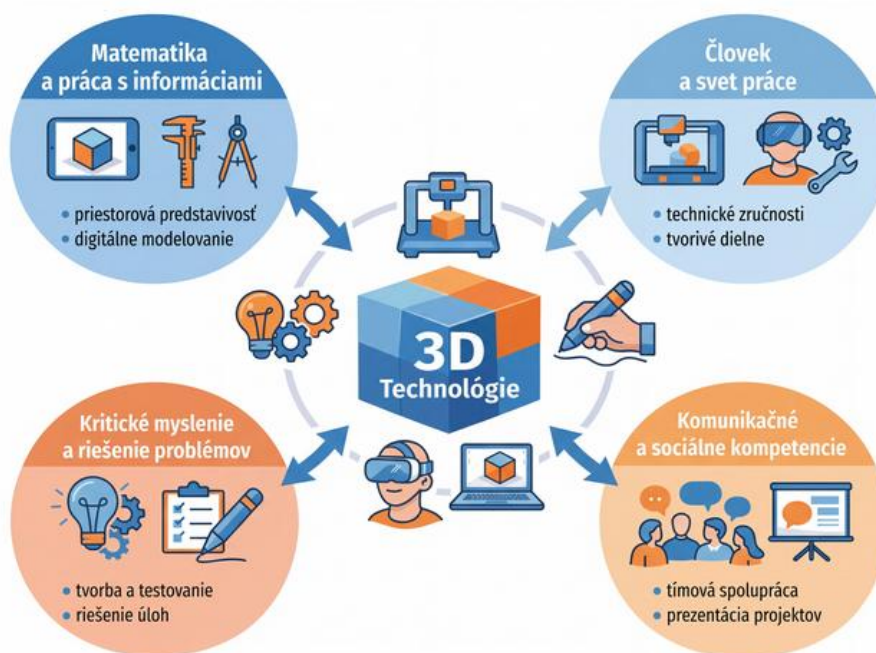
V kontexte STEAM vzdelávania poskytujú 3D technológie nástroje na prepájanie rôznych disciplín a umožňujú realizovať projektové aktivity, ktoré podporujú rozvoj kritického myslenia, technických zručností a digitálnej gramotnosti. Využívanie 3D technológií vo vzdelávaní predstavuje významnú príležitosť na modernizáciu vyučovania a podporu aktívneho učenia žiakov. Zároveň však prináša aj nové výzvy, ktoré súvisia s plánovaním vyučovania, organizáciou práce a rozvojom digitálnych kompetencií učiteľov. Úspešná implementácia 3D technológií preto vyžaduje systematický prístup a premyslené pedagogické stratégie.

Nasledujúce odporúčania vychádzajú zo skúseností pedagogickej praxe, ako aj z výskumov zameraných na využívanie digitálnych výrobných technológií vo vzdelávaní. Pri zavádzaní 3D technológií do vyučovania je vhodné začínať jednoduchšími aktivitami, ktoré umožnia žiakom aj učiteľom postupne sa oboznámiť s princípmi práce s technologickými nástrojmi. V úvodných fázach môžu byť vhodné napríklad aktivity zamerané na tvorbu jednoduchých geometrických modelov alebo konštrukciu základných objektov pomocou 3D pier. Postupné zvyšovanie náročnosti aktivít umožňuje žiakom systematicky rozvíjať technické a digitálne zručnosti a zároveň znižuje riziko frustrácie pri práci s novými technológiami. Technológie by nemali byť využívané izolovane, ale mali by byť integrálnou súčasťou vyučovacieho procesu. Pri plánovaní aktivít je preto dôležité, aby využívanie 3D technológií priamo podporovalo dosahovanie vzdelávacích cieľov jednotlivých predmetov. Napríklad v matematike môžu žiaci modelovať geometrické telesá, v technike navrhovať jednoduché konštrukčné objekty a v prírodovedných predmetoch vytvárať modely prírodných javov alebo biologických štruktúr. 3D

technológie vytvárajú vhodné prostredie pre realizáciu projektového a problémovo orientovaného prístupu. Učiteľ môže zadávať úlohy, ktoré vyžadujú analýzu problému, návrh riešenia a jeho realizáciu prostredníctvom digitálneho modelovania a prototypovania. Takéto aktivity podporujú tvorivé myslenie, spoluprácu medzi žiakmi a schopnosť aplikovať poznatky v praktických situáciách.

Pri práci s 3D technológiami je vhodné podporovať tímovú spoluprácu. Žiaci môžu pracovať v menších skupinách, v ktorých si rozdelia jednotlivé úlohy, napríklad návrh modelu, prípravu modelu na tlač alebo dokumentáciu projektu. Spolupráca medzi žiakmi podporuje rozvoj sociálnych a komunikačných kompetencií a zároveň umožňuje efektívnejšie využívať technologické zariadenia. Reflexia je dôležitou súčasťou procesu učenia. Po realizácii aktivity by mali mať žiaci možnosť diskutovať o svojich riešeniach, analyzovať priebeh práce a identifikovať možnosti zlepšenia. Učiteľ môže podporovať reflexiu napríklad prostredníctvom diskusie, prezentácie projektov alebo využívania hodnotiacich rubrik. Efektívne využívanie 3D technológií vo vzdelávaní si vyžaduje aj rozvoj digitálnych kompetencií učiteľov. Učitelia by mali mať možnosť zúčastňovať sa na odborných školeniach a vzdelávacích aktivitách, ktoré im pomôžu rozvíjať zručnosti potrebné na prácu s digitálnymi výrobnými technológiami. Profesionálny rozvoj učiteľov je dôležitým predpokladom úspešnej implementácie moderných technológií do vyučovania. Pri práci s 3D technológiami je dôležité vytvárať prostredie, ktoré podporuje experimentovanie a tvorivé myslenie. Žiaci by mali mať možnosť skúšať rôzne riešenia, analyzovať chyby a postupne zdokonaľovať svoje návrhy. Takéto prostredie podporuje rozvoj tvorivosti a zároveň pomáha žiakom pochopiť význam experimentovania a iteratívneho procesu tvorby.

Implementácia nových technológií do vyučovania (obr. 15) je často efektívnejšia vtedy, keď učitelia spolupracujú a zdieľajú svoje skúsenosti. Spoločné plánovanie interdisciplinárnych projektov alebo výmena metodických materiálov môže významne prispieť k rozvoju pedagogickej praxe. Takáto spolupráca zároveň podporuje rozvoj školského prostredia, ktoré je otvorené inováciám a využívaniu moderných technológií. Úspešná implementácia 3D technológií do vyučovania si vyžaduje systematický a premyslený prístup. Technológie by mali byť využívané ako nástroje, ktoré podporujú dosahovanie vzdelávacích cieľov a zároveň rozvíjajú tvorivé, technické a digitálne kompetencie žiakov. Pri správnej integrácii môžu 3D technológie významne obohatiť vyučovanie a prispieť k vytváraniu moderného vzdelávacieho prostredia, ktoré reflektuje potreby súčasnej digitálnej spoločnosti.



Obrázok 15 Implementácia 3D technológií do vyučovania

Naplnenie týchto kurikulárnych požiadaviek je však podmienené pripravenosťou učiteľov, ktorí zohrávajú kľúčovú úlohu pri implementácii inovatívnych technológií vo vyučovaní.

4.7 Profesijný rozvoj učiteľov a podmienky implementácie

Úspešná implementácia 3D technológií vo vzdelávaní je podmienená nielen dostupnosťou technologického vybavenia, ale predovšetkým pripravenosťou učiteľov tieto technológie pedagogicky zmysluplne využívať. V nadväznosti na predchádzajúce podkapitoly (4.1 – 4.6) možno konštatovať, že učiteľ zohráva kľúčovú úlohu ako facilitátor učenia, dizajnér edukačných aktivít a tvorca inovatívneho vzdelávacieho prostredia.

Profesijný rozvoj učiteľov v oblasti využívania 3D technológií by mal byť chápaný ako kontinuálny proces, ktorý prepája rozvoj digitálnych, pedagogických a didaktických kompetencií. V tomto kontexte je vhodné vychádzať z rámca DigCompEdu (European Commission, 2017), ktorý zdôrazňuje schopnosť učiteľov efektívne integrovať digitálne technológie do vyučovania a podporovať aktívne učenie sa žiakov.

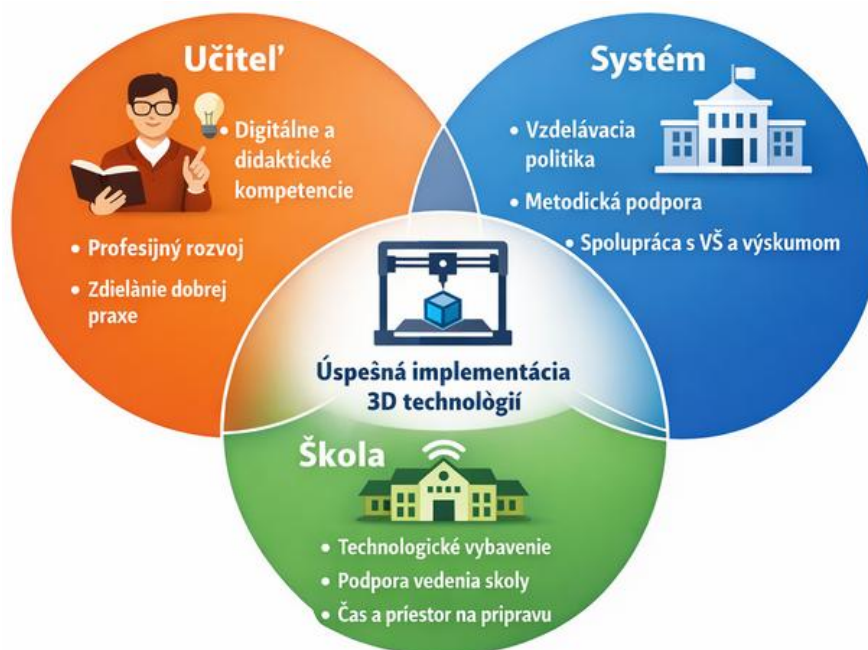
Z hľadiska obsahového zamerania profesijného rozvoja je potrebné, aby učitelia získali nielen technické zručnosti (napr. práca s 3D modelovacím softvérom, príprava modelov na tlač, obsluha zariadení), ale aj didaktické kompetencie, ktoré im umožnia tieto technológie integrovať do výučby v súlade s cieľmi kurikula. Kľúčové je pochopenie didaktického modelu implementácie a schopnosť aplikovať ho v konkrétnych edukačných situáciách.

Efektívny profesijný rozvoj by mal zahŕňať rôzne formy vzdelávania, ako sú workshopy, školenia, mentoring, kolaboratívne učenie a zapojenie do profesijných komunít. Významnú úlohu zohráva aj zdieľanie dobrej praxe medzi učiteľmi, ktoré umožňuje rozvíjať pedagogické inovácie a reflektovať skúsenosti z implementácie technológií.

Okrem individuálnej pripravenosti učiteľov je nevyhnutné vytvoriť aj vhodné podmienky na úrovni školy a vzdelávacieho systému. Medzi základné podmienky implementácie patrí najmä

dostupnosť technologického vybavenia, technická podpora, metodické materiály a časový priestor na prípravu a realizáciu edukačných aktivít. Bez týchto podmienok môže byť implementácia 3D technológií (obr. 16) limitovaná alebo neudržateľná.

Dôležitým faktorom je aj podpora zo strany vedenia školy, ktoré by malo vytvárať prostredie podporujúce inovácie, experimentovanie a profesijný rast učiteľov. Školy by mali podporovať integráciu digitálnych technológií do kurikula a vytvárať príležitosti na interdisciplinárnu spoluprácu medzi učiteľmi.



Obrázok 16 Model implementácie 3D technológií

Z pohľadu kurikulárnych dokumentov možno profesijný rozvoj učiteľov chápať ako nevyhnutný predpoklad naplňovania cieľov Štátneho vzdelávacieho programu, ktorý zdôrazňuje využívanie digitálnych technológií, rozvoj kľúčových kompetencií a implementáciu inovatívnych pedagogických prístupov. Učitelia, ktorí disponujú potrebnými kompetenciami, sú schopní efektívne podporovať učenie sa žiakov a vytvárať podnetné vzdelávacie prostredie.

Implementácia 3D technológií si zároveň vyžaduje systémový prístup, ktorý zahŕňa prepojenie medzi školami, univerzitami a výskumnými pracoviskami. Takáto spolupráca umožňuje prenášať najnovšie poznatky do pedagogickej praxe a podporuje rozvoj inovatívnych vzdelávacích modelov.

Profesijný rozvoj učiteľov a vytváranie podmienok implementácie tak predstavujú kľúčové faktory úspešnej integrácie 3D technológií do vzdelávania. Bez systematickej podpory v tejto oblasti nie je možné dosiahnuť dlhodobé a udržateľné zmeny vo vyučovaní.

Úroveň profesijného rozvoja učiteľov a kvalita implementačných podmienok pritom významne ovplyvňujú aj pedagogické prínosy a limity využívania 3D technológií vo vzdelávaní.

4.8 Pedagogické prínosy a limity implementácie 3D technológií

Implementácia 3D technológií do vzdelávacieho procesu predstavuje významný inovačný prvok, ktorý má potenciál zásadne ovplyvniť charakter učenia a vyučovania. V nadväznosti na predchádzajúce podkapitoly možno konštatovať, že tieto technológie prinášajú široké spektrum pedagogických prínosov, no zároveň aj určité limity a výzvy, ktoré je potrebné reflektovať pri ich integrácii do edukačnej praxe.

Jedným z najvýznamnejších prínosov využívania 3D technológií je podpora aktívneho učenia sa. Žiaci sa stávajú aktívnymi účastníkmi vzdelávacieho procesu, pričom sa zapájajú do navrhovania, tvorby a testovania vlastných riešení. Tento prístup je v súlade s konštruktivistickými a konštrukcionistickými teóriami učenia, ktoré zdôrazňujú význam vlastnej činnosti pri nadobúdaní poznatkov (Papert, 1980). Aktívne učenie sa zároveň podporuje hlbšie porozumenie učiva a zvyšuje angažovanosť žiakov.

Významným prínosom je aj možnosť vizualizácie abstraktných javov. Trojrozmerné modely umožňujú žiakom lepšie pochopiť priestorové vzťahy a vlastnosti objektov, čo je obzvlášť dôležité v matematike, technike a prírodovedných predmetoch. Vizualizácia podporuje rozvoj priestorovej predstavivosti a umožňuje prepájať teoretické poznatky s konkrétnymi reprezentáciami.

3D technológie zároveň podporujú rozvoj tvorivosti a inovatívneho myslenia. Žiaci majú možnosť experimentovať, navrhovať vlastné riešenia a realizovať svoje nápady v materiálnej podobe. Tento proces podporuje tvorivé riešenie problémov a schopnosť adaptovať sa na nové situácie, čo sú kľúčové kompetencie pre život v súčasnej spoločnosti.

Ďalším významným aspektom je podpora interdisciplinárneho učenia. Pri práci s 3D technológiami dochádza k prirodzenému prepájaniu poznatkov z rôznych oblastí, čo je v súlade s princípmi STEAM vzdelávania. Žiaci využívajú matematické, technické, digitálne a umelecké kompetencie pri riešení komplexných úloh, čím sa rozvíja ich schopnosť vnímať poznatky v širších súvislostiach.

Napriek uvedeným prínosom prináša implementácia 3D technológií aj viaceré limity. Jedným z najvýznamnejších je technická a materiálna náročnosť. Zavedenie týchto technológií si vyžaduje investície do zariadení, softvéru a spotrebného materiálu, čo môže predstavovať bariéru najmä pre školy s obmedzenými zdrojmi.

Ďalším obmedzením je časová náročnosť realizácie edukačných aktivít. Proces návrhu, modelovania, prípravy a samotnej výroby môže byť časovo náročný, čo si vyžaduje dôsledné plánovanie a prispôsobenie vyučovacích hodín. Bez adekvátneho časového priestoru môže dôjsť k zníženiu efektivity využívania technológií.

Významnou výzvou je aj pripravenosť učiteľov. Efektívne využívanie 3D technológií si vyžaduje kombináciu technických a didaktických kompetencií, ktoré nie sú vždy dostatočne rozvinuté. Nedostatočná príprava učiteľov môže viesť k povrchnému využívaniu technológií bez hlbšieho pedagogického prínosu.

Niektoré výskumy zároveň poukazujú na riziko technologického determinizmu, teda situácie, keď je technológia využívaná skôr ako atraktívny prvok vyučovania než ako nástroj podporujúci učenie sa. V takýchto prípadoch môže dôjsť k oslabeniu didaktického cieľa a k redukcii vzdelávacej hodnoty aktivity. Preto je nevyhnutné pristupovať k implementácii 3D technológií vyvážené. Technológie by mali byť integrované do vyučovania v súlade s didaktickými cieľmi, kurikulárnymi požiadavkami a potrebami žiakov. Kľúčovú úlohu zohráva systematické plánovanie, reflexia a priebežné hodnotenie edukačných aktivít.

V kontexte moderného vzdelávania predstavujú 3D technológie významný nástroj, ktorý môže podporiť rozvoj kľúčových kompetencií žiakov a prispieť k inovácii vyučovania. Ich

efektívne využívanie si však vyžaduje premyslený pedagogický prístup, profesionálnu pripravenosť učiteľov a vhodné podmienky implementácie.

Implementácia 3D technológií v edukačnom procese má potenciál významne podporiť kvalitu učenia, najmä prostredníctvom aktívneho zapojenia žiakov, vizualizácie abstraktných konceptov a rozvoja tvorivého riešenia problémov. Empirické výskumy poukazujú na to, že využívanie digitálnej fabrikácie a 3D tlače vo vzdelávaní zvyšuje motiváciu žiakov a podporuje ich hlbšie porozumenie učivu, najmä v oblasti STEM disciplín (Ford & Minshall, 2019).

Zároveň je však potrebné reflektovať aj limity implementácie týchto technológií (obr. 17). Ako upozorňujú Tejera et al. (2026), efektivita využívania 3D technológií vo vzdelávaní závisí od kvality pedagogického dizajnu a pripravenosti učiteľov, pričom samotná technológia negarantuje zlepšenie vzdelávacích výsledkov. V tomto kontexte je kľúčové, aby boli 3D technológie integrované do vyučovania v súlade s didaktickými princípmi a kurikulárnymi cieľmi.



Obrázok 17 Výhody vs. limity implementácie 3D technológií

Z pohľadu širšieho pedagogického rámca možno konštatovať, že technológie podporujú edukáciu najmä vtedy, ak sú využívané ako nástroje konštrukcie poznania a nie ako izolované technologické prvky. Tento prístup je v súlade s konštrukcionistickou teóriou učenia, ktorá zdôrazňuje význam tvorby artefaktov pri rozvoji poznania (Papert, 1980), a zároveň reflektuje potrebu premysleného didaktického ukotvenia technologických inovácií vo vzdelávaní.

Implementácia 3D technológií vo vzdelávaní je v posledných rokoch predmetom intenzívneho výskumu, pričom aktuálne štúdie poukazujú na ich významný potenciál pri podpore aktívneho a konštruktivistického učenia. Napríklad výskum Kwon (2017) zdôrazňuje, že využívanie 3D tlače vo vzdelávacom procese prispieva k rozvoju priestorového myslenia, kreativity a schopnosti riešiť komplexné problémy.

Zároveň však súčasné metaanalýzy upozorňujú, že efektivita týchto technológií závisí od kvality pedagogického dizajnu a úrovne integrácie do kurikula. Ako uvádzajú Gonscherowski a Rott (2025), kľúčovým faktorom úspešnej implementácie digitálnych technológií je prepojenie technologických, pedagogických a obsahových znalostí učiteľa (TPACK), čo je nevyhnutné aj pri využívaní 3D technológií vo vzdelávaní.

Z uvedeného vyplýva, že efektívne využívanie 3D technológií vo vzdelávaní si vyžaduje nielen adekvátne technologické zázemie, ale predovšetkým premyslený didaktický prístup, systematickú podporu učiteľov a ich prepojenie s kurikulárnymi cieľmi. Len za týchto

podmienok môžu 3D technológie naplno prispieť k rozvoju kľúčových kompetencií žiakov a k transformácii vzdelávacieho procesu v duchu princípov STEAM vzdelávania.

4.9 Didaktický model integrácie 3D technológií

Efektívna integrácia 3D technológií do edukačného procesu si vyžaduje systematický didaktický model, ktorý prepája technologické nástroje s pedagogickými cieľmi a umožňuje ich zmysluplné využitie v kontexte STEAM vzdelávania. Takýto model predstavuje štruktúrovaný rámec, ktorý usmerňuje priebeh edukačných aktivít a zároveň podporuje rozvoj kľúčových kompetencií žiakov prostredníctvom aktívneho učenia sa, experimentovania a tvorby.

Navrhovaný didaktický model integrácie 3D technológií vychádza z konštruktivistických a konštrukcionistických prístupov k učeniu, ktoré zdôrazňujú význam aktívnej činnosti žiaka a tvorby artefaktov (Piaget, 1972; Papert, 1980). Zároveň reflektuje princípy projektovo a problémovo orientovaného učenia, v ktorých je proces učenia organizovaný okolo riešenia komplexných úloh (Thomas, 2000; Barrows & Tamblyn, 1980). V tomto kontexte je vyučovanie chápané ako iteratívny proces, v ktorom žiaci postupne navrhujú, testujú a zdokonaľujú svoje riešenia.

Didaktický model integrácie 3D technológií je založený na sekvencii vzájomne prepojených fáz, ktoré reflektujú proces tvorby digitálneho a následne fyzického objektu. Tento proces začína fázou identifikácie problému alebo zadania úlohy, v ktorej žiaci analyzujú situáciu, formulujú ciele a navrhujú možné riešenia. Nasleduje fáza návrhu, počas ktorej dochádza k konkretizácii riešenia a jeho premietnutiu do podoby konceptuálneho návrhu.

Kľúčovou fázou je digitálne modelovanie, v rámci ktorého žiaci vytvárajú model objektu v digitálnom prostredí. Táto fáza podporuje rozvoj priestorového myslenia, technickej predstavivosti a digitálnych kompetencií. V nadväznosti na modelovanie nasleduje fáza prípravy realizácie, ktorá zahŕňa optimalizáciu modelu a jeho prispôsobenie technologickým požiadavkám, napríklad prostredníctvom slicovania pri 3D tlači.

Ďalšou etapou je samotná realizácia, teda tvorba fyzického objektu pomocou 3D tlače alebo iných digitálnych výrobných technológií. Tento krok predstavuje významný moment prepojenia digitálneho a fyzického sveta, čo je charakteristickým znakom digitálnej fabrikácie. Následne prebieha testovanie a analýza vytvoreného produktu, počas ktorých žiaci skúmajú funkčné vlastnosti objektu, identifikujú nedostatky a hodnotia jeho využiteľnosť.

Záverečnou fázou je reflexia, ktorá predstavuje kľúčový prvok učenia. Reflexia umožňuje žiakom analyzovať proces riešenia, hodnotiť výsledky a identifikovať možnosti zlepšenia. V súlade s princípmi konštruktivistického učenia (Schön, 1983) reflexia podporuje metakognitívne procesy a prispieva k hlbšiemu porozumeniu učiva.

Uvedené fázy však netvoria lineárny proces, ale majú iteratívny charakter. Žiaci sa môžu opakovane vracieť k jednotlivým krokom, upravovať svoje návrhy a zdokonaľovať riešenia na základe získaných skúseností. Tento cyklický charakter procesu je v súlade s modelmi dizajnového myslenia (Brown, 2009), ktoré zdôrazňujú význam prototypovania, testovania a neustáleho zlepšovania riešení.

Didaktický model integrácie 3D technológií zároveň reflektuje princípy digitálnej fabrikácie, ktorá umožňuje transformovať digitálny návrh do fyzickej podoby prostredníctvom digitálne riadených výrobných technológií (Gershenfeld, 2005). Tento proces poskytuje žiakom

možnosť experimentovať s rôznymi riešeniami a získavať skúsenosti s reálnymi technologickými postupmi.

Z pedagogického hľadiska model podporuje rozvoj viacerých kľúčových kompetencií, medzi ktoré patrí schopnosť riešiť problémy, kriticky myslieť, spolupracovať, komunikovať a využívať digitálne technológie. Zároveň vytvára podmienky pre realizáciu interdisciplinárnych aktivít, ktoré prepájajú poznatky z rôznych oblastí v súlade s princípmi STEAM vzdelávania (Yakman & Lee, 2012).

Didaktický model integrácie 3D technológií tak predstavuje komplexný metodický rámec, ktorý umožňuje systematické a efektívne využívanie digitálnych výrobných technológií vo vzdelávaní. Jeho aplikácia v pedagogickej praxi podporuje aktívne učenie sa, tvorivosť a rozvoj kompetencií potrebných pre život v súčasnej technologicky orientovanej spoločnosti.

Využívanie 3D technológií vo vzdelávaní vytvára priestor pre realizáciu edukačných aktivít, ktoré podporujú aktívne učenie sa, tvorivosť a interdisciplinárne prepojenie poznatkov. V kontexte STEAM vzdelávania umožňujú tieto aktivity prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou a rozvíjať kompetencie žiakov prostredníctvom riešenia autentických úloh.

Navrhované edukačné aktivity vychádzajú z konštruktivistického a konštrukcionistického prístupu k učeniu (Papert, 1980), podľa ktorého žiaci nadobúdajú poznatky prostredníctvom vlastnej aktívnej činnosti, experimentovania a tvorby artefaktov. Integrácia 3D technológií zároveň podporuje rozvoj digitálnych kompetencií, technickej gramotnosti a priestorovej predstavivosti (Ford & Minshall, 2019).

4.9.1 Didaktické princípy návrhu aktivít

Pri návrhu edukačných aktivít s využitím 3D technológií je potrebné zohľadniť najmä tieto princípy:

- prepojenie s kurikulumom – aktivity by mali vychádzať zo vzdelávacích cieľov,
- interdisciplinarita – prepájanie matematiky, techniky, prírodných vied a umenia,
- aktívne učenie sa – žiaci sú aktívnymi tvorcami riešení,
- problémová orientácia – aktivity sú založené na riešení reálnych problémov,
- iteratívnosť procesu – návrh, testovanie a úprava riešení,
- reflexia učenia – analýza výsledkov a procesu práce.

4.9.2 Typológia edukačných aktivít

Edukačné aktivity s využitím 3D technológií možno rozdeliť do niekoľkých základných typov:

1. Konštrukčné aktivity

- návrh a tvorba 3D objektov,
- modelovanie geometrických telies,
- tvorba technických modelov.

2. Exploratívne aktivity

- skúmanie vlastností objektov,

- analýza 3D modelov,
- experimentovanie s parametrami modelu.

3. Projektové aktivity

- komplexné úlohy (napr. návrh produktu),
- tímová spolupráca,
- prezentácia výsledkov.

4. Simulačné a vizualizačné aktivity

- modelovanie abstraktných javov,
- využitie 3D modelov na vysvetlenie učiva.

Integrácia 3D technológií do edukačného procesu je plne v súlade s požiadavkami Štátneho vzdelávacieho programu Slovenskej republiky (ŠVP), ktorý zdôrazňuje rozvoj kľúčových kompetencií žiakov, podporu aktívneho učenia sa a prepojenie teoretických poznatkov s praktickou činnosťou (ŠPÚ, 2023).

ŠVP reflektuje potrebu rozvíjať u žiakov schopnosti kritického myslenia, riešenia problémov, tvorivosti a digitálnej gramotnosti, ktoré sú zároveň prirodzene podporované prostredníctvom využívania 3D technológií vo vyučovaní. Edukačné aktivity založené na 3D modelovaní, 3D tlači alebo využívaní 3D pier vytvárajú autentické učebné situácie, v ktorých žiaci aplikujú poznatky z rôznych vzdelávacích oblastí a rozvíjajú svoje kompetencie v kontexte reálnych problémov.

Využívanie 3D technológií vo vzdelávaní prispieva k rozvoju viacerých kľúčových kompetencií definovaných v ŠVP, najmä:

- kompetencie k riešeniu problémov – žiaci analyzujú zadania, navrhujú riešenia a overujú ich funkčnosť,
- digitálne kompetencie – práca s digitálnymi nástrojmi, tvorba digitálneho obsahu,
- technické a pracovné kompetencie – práca s materiálmi a technologickými zariadeniami,
- kompetencie k učeniu sa – samostatné objavovanie, experimentovanie a reflexia,
- sociálne a komunikačné kompetencie – spolupráca pri projektových aktivitách,
- tvorivosť a iniciatíva – návrh vlastných riešení a produktov.

Tento súbor kompetencií je v súlade aj s európskymi rámcami vzdelávania, najmä s odporúčaniami Európskej komisie v oblasti rozvoja kľúčových kompetencií pre celoživotné vzdelávanie (European Commission, 2018).



Obrázok 18 Typológia edukačných aktivít

Využívanie 3D technológií vo vyučovaní (obr. 18) zároveň podporuje realizáciu prierezových tém definovaných v ŠVP, najmä:

- Osobnostný a sociálny rozvoj – spolupráca, sebareflexia,
- Environmentálna výchova – návrh udržateľných riešení,
- Mediálna a digitálna gramotnosť – kritické využívanie technológií,
- Tvorivosť a podnikavosť – návrh produktov a riešení.

Moderné kurikulárne dokumenty zdôrazňujú potrebu transformácie vyučovania smerom k aktívnemu, skúsenostnému a problémovo orientovanému učeniu. Integrácia 3D technológií tieto požiadavky napĺňa tým, že:

- umožňuje realizovať projektový a problémovo orientovaný prístup,
- podporuje konštruktivistický prístup k učeniu,
- prepája digitálne technológie s praktickou činnosťou,
- rozvíja kompetencie potrebné pre 21. storočie.

V tomto kontexte predstavujú 3D technológie efektívny nástroj na implementáciu cieľov ŠVP a zároveň podporujú inovácie vo vzdelávacom procese.

Zhrnutie kapitoly 4

Kapitola predstavila systematický prístup k implementácii 3D technológií do vzdelávacieho procesu. Východiskom sú súčasné didaktické prístupy, najmä konštruktivizmus a konštrukcionizmus. Navrhnutý didaktický model poskytuje rámec pre efektívne prepojenie technologických nástrojov s pedagogickými cieľmi. Dôraz bol kladený na iteratívny proces učenia, ktorý zahŕňa návrh, tvorbu, testovanie a reflexiu. Kapitola ponúkla aj praktické odporúčania pre výber technológií a návrh edukačných aktivít. Zdôraznená bola úloha učiteľa ako facilitátora učenia a význam prepojenia s kurikulárnymi požiadavkami.

Kľúčové pojmy:

- implementácia technológií,
- didaktický model,
- iteratívny proces,
- facilitácia učenia,
- edukačné aktivity,
- STEAM integrácia,
- digitálne kompetencie.

5 Edukačné aktivity s využitím 3D technológií

Dynamický rozvoj digitálnych technológií prináša do vzdelávania nové možnosti, ktoré menia spôsob, akým deti, žiaci a študenti objavujú, tvoria a porozumejú svetu okolo seba. Medzi najinovatívnejšie nástroje súčasnosti patria 3D technológie, predovšetkým 3D pero a 3D tlač. Ich využitie umožňuje prepájať teoretické poznatky s praktickou skúsenosťou, podporuje tvorivosť, priestorové myslenie a rozvoj technických zručností naprieč všetkými stupňami vzdelávania.

Cieľom tejto kapitoly je predstaviť, ako možno 3D technológie efektívne integrovať do edukačného procesu od najmladších detí až po vysokoškolských študentov. Jednotlivé aktivity sú vybrané tak, aby reflektovali vývinové možnosti detí, ich kognitívnu úroveň a špecifiká jednotlivých stupňov vzdelávania.

5.1 Predprimárne vzdelávanie

V súčasnosti sa vzdelávanie v predprimárnom stupni čoraz viac orientuje na rozvoj kreativity, technického myslenia a praktických zručností detí. Moderné technológie, ktoré boli donedávna výsadou vyšších stupňov vzdelávania, si nachádzajú svoje miesto aj v materských školách. Jedným z najprístupnejších a najinšpiratívnejších nástrojov je **3D pero**, ktoré umožňuje deťom tvoriť priestorové objekty priamo rukou, bez potreby digitálneho rozhrania.

Táto kapitola predstavuje metodické prístupy k edukačným aktivitám, v ktorých sa 3D pero stáva dominantným nástrojom. Aktivity sú navrhnuté tak, aby podporovali:

- rozvoj jemnej motoriky,
- priestorového vnímania,
- technickej predstavivosti,
- spolupráce a komunikácie medzi deťmi.

Využitie 3D technológií v predprimárnom vzdelávaní neznamena len zavádzanie nových pomôcok, ale predovšetkým nový spôsob myslenia, ktorý vedie deti k objavovaniu, experimentovaniu a tvorbe. V nasledujúcich podkapitolách nájdete konkrétne príklady aktivít, odporúčania pre učiteľov a reflexiu pedagogickej praxe.

5.1.1 Môj 3D vianočný stromček

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce, Matematika a práca s informáciami, Umenie a kultúra, Človek a príroda

Edukačné oblasti: Matematika a práca s informáciami, Umenie a kultúra, Človek a svet práce

Ročník: 5 – 6 rokov

Celkový čas: 1 – 2 edukačné aktivity v rámci hier a hrových činností

Prierezové gramotnosti:

Technická a digitálna gramotnosť – dieťa sa zoznamuje s jednoduchým technickým nástrojom – 3D perom. Získava základnú predstavu o tvorbe priestorového objektu vrstvením materiálu a učí sa bezpečne používať technológiu primeranú svojmu veku.

Matematická gramotnosť – dieťa pracuje s líniou, tvarom a proporciami. Rozlišuje rozdiel medzi rovinným (2D) a priestorovým (3D) objektom a orientuje sa v základných priestorových vzťahoch.

Vizuálna a estetická gramotnosť – dieťa vníma tvar, farbu a kompozíciu pri tvorbe vlastného výrobku. Rozvíja estetické cítenie a tvorivosť.

Sociálna gramotnosť – dieťa spolupracuje v dvojici alebo malej skupine, strieda sa pri práci, rešpektuje dohodnuté pravidlá a komunikuje o výsledku svojej činnosti.

Obsahový štandard: Dieťa prostredníctvom praktickej a tvorivej činnosti spoznáva rozdiel medzi rovinným a priestorovým objektom. Manipuláciou s materiálom a nástrojom rozvíja jemnú motoriku, koordináciu oka a ruky a schopnosť pracovať podľa jednoduchého postupu. Učí sa plánovať pracovné kroky a dokončiť zadanú úlohu.

Výkonový štandard: Dieťa obťahuje tvar podľa šablóny pomocou 3D pera, vytvorí jednoduchý 3D model z viacerých častí, rozlišuje rozdiel medzi 2D a 3D objektom, dodržiava základné bezpečnostné pravidlá pri práci s 3D perom, pracuje sústredene a dokáže jednoduchou vetou opísať výsledok svojej práce.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- dieťa rozlišuje 2D a 3D objekt,
- dieťa chápe, že priestorový objekt vzniká spájaním viacerých častí,
- dieťa rozumie jednoduchému pracovnému postupu.

Afektívny cieľ:

- dieťa prejavuje radosť z tvorivej činnosti,
- dieťa pracuje so záujmom a trpezlivosťou,
- dieťa zažíva pocit úspechu z dokončeného výrobku,
- dieťa vytvára si pozitívny vzťah k učeniu sa hrou.

Psychomotorický cieľ:

- dieťa obťahuje tvar na šablóne pomocou 3D pera,
- dieťa rozvíja jemnú motoriku a koordináciu oka a ruky,
- dieťa manipuluje s hotovými dielmi a skladá ich do priestoru,
- dieťa dodržiava základné pravidlá bezpečnosti.

STEAM:

S (Science) – Dieťa pozoruje zmenu vlastností materiálu pri pôsobení tepla a chladnutí plastu.

T (Technology) – Používanie 3D pera ako jednoduchého technického nástroja.

E (Engineering) – Plánovanie postupu práce, spájanie dielov do stabilného celku.

A (Art) – Tvorba vianočného stromčeka podľa vlastnej fantázie, práca s farbou a tvarom.

M (Math) – Práca s líniou, tvarom, smerom a proporciami.

Organizácia výučby: Edukačná činnosť prebieha v triede materskej školy v rámci hier a hrových činností. Pracovný priestor je pripravený tak, aby deti mali dostatok miesta na tvorbu a bezpečnú manipuláciu s 3D perom. Stoly sú rozdelené na menšie pracovné stanovišťa.

Deti pracujú v malých skupinách (3 – 5 detí) alebo individuálne podľa organizačných možností triedy. Učiteľ pracuje vždy s jednou skupinou, ostatné deti majú pripravené doplnkové činnosti (výtvarné aktivity s tematikou Vianoc, skladačky, kreslenie).

Organizačná forma:

- **riadená činnosť učiteľa** – vysvetlenie postupu, motivácia a dohľad nad prácou detí,
- **individuálna práca dieťaťa** – obťahovanie tvaru stromčeka pomocou 3D pera,
- **práca v malej skupine** – striedanie sa pri práci, vzájomné pozorovanie a komunikácia,
- **záverečná spoločná reflexia** – rozhovor o vytvorených výrobkoch.

Vyučovacie metódy: učenie sa hrou, zážitkové a tvorivé učenie, demonštrácia postupu učiteľom, praktická manipulačná činnosť, rozhovor a jednoduchá riadená diskusia, povzbudzovanie a pozitívna spätná väzba.

Didaktické prostriedky: nízkoteplotné 3D pero určené pre deti, filamenty rôznych farieb (zelená, hnedá, farebné na ozdoby), podložky odolné voči teplu, šablóny vianočného stromčeka (2D), hotový 3D model stromčeka ako ukážka, pracovné stoly a stoličky prispôbené veku detí.

METODICKÝ POSTUP**Motivácia:**

Učiteľ si sadne s deťmi do kruhu alebo k stolom a vytvorí príjemnú, pokojnú atmosféru.

Učiteľ: „Deti, aké obdobie sa blíži?“

PO: „Vianoce.“

Učiteľ pokračuje rozhovorom: „Čo všetko máme doma na Vianoce?“

PO: „Stromček.“/„Ozdoby.“/„Svetielka.“

Učiteľ ukáže obrázok alebo malý vianočný stromček a povie: „Dnes si každý z vás vytvorí svoj vlastný vianočný stromček, ale trochu inak, ako z papiera. Použijeme na to 3D pero.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D perom

Učiteľ ukáže 3D pero a pokojne vysvetľuje jeho použitie.

Učiteľ: „Toto je 3D pero. Vyzerá ako pero, ale nekreslíme ním na papier. Z pera vychádza tenká plastová čiarka, ktorá je najprv mäkká a po chvíľke stuhne.“

Učiteľ predvedie krátku ukážku na podložke.

Učiteľ: „Keď kreslíme pomaly, čiarka je pekná a drží tvar. Keď plast vychladne, môžeme z neho vytvoriť stromček.“

Učiteľ upozorní na bezpečnosť: „Špička pera je teplá, preto sa jej nedotýkame. Pero držíme ako ceruzku a vždy ho položíme sem na podložku.“

Učiteľ sa uistí, že deti rozumejú: „Budeme pracovať pomaly a opatrne. Súhlasíte?“

PO: „Áno.“

Hlavná časť:

Učiteľ rozdá deťom šablóny vianočného stromčeka.

Učiteľ: „Pozrite sa na stromček. Aký má tvar?“

PO: „Trojuholník.“ „Je špicatý.“

Učiteľ prstom prechádza po obryse stromčeka a vyzve deti: „Skúsime si stromček najprv prejsť prstom, aby sme vedeli, kadiaľ budeme kresliť.“

Deti sledujú tvar prstom.

Deti pracujú individuálne alebo v malej skupine. Učiteľ postupne pristupuje ku každému dieťaťu.

Učiteľ dá pokyn: „Teraz budeme stromček pomaly obťahovať pomocou 3D pera.“

Dieťa obťahuje obrys stromčeka, pracuje pomaly a sústredene.

Učiteľ priebežne povzbudzuje:

- „Ideš pekne po čiare.“
- „Skús ísť ešte pomalšie.“

Po vytvorení obrýsu učiteľ povie: „Teraz môžeme stromček ozdobiť.“

Deti: pridávajú bodky, čiarky alebo malé tvary ako ozdoby, vyberajú si farby podľa vlastného výberu.

Učiteľ vyzve deti, aby nechali stromček chvíľu vychladnúť.

Učiteľ: „Počkáme, kým stromček stuhne, a potom sa naň pozrieme.“

Deti: Opatrne odlepujú hotový výrobok, porovnávajú svoj stromček s ostatnými.

Záverečná časť:

Učiteľ vedie krátky rozhovor:

- „Aký je tvoj stromček?“
- „Čo sa ti na ňom najviac páči?“
- „Čo bolo pre teba ťažké?“

Deti odpovedajú jednoduchými vetami alebo ukazujú na ozdoby.

Medzipredmetové prepojenie

Matematika a práca s informáciami

Dieťa pracuje s tvarom, líniou a proporciami. Vníma tvar stromčeka, jeho špičku a symetriu, rozlišuje polohu ozdôb a orientuje sa v priestore (hore, dole, stred). Aktivita podporuje rozvoj priestorovej predstavivosti a základných matematických predstáv.

Umenie a kultúra

Tvorba vianočného stromčeka rozvíja estetické cítenie, kreativitu a schopnosť vyjadriť sa výtvarne. Dieťa pracuje s farbou, líniou a kompozíciou, vytvára originálny výrobok a prežíva radosť z tvorivej činnosti.

Človek a svet práce

Dieťa sa oboznamuje so základmi práce s jednoduchým technickým nástrojom. Učí sa dodržiavať pracovný postup, bezpečnostné pravidlá a zodpovedne manipulovať s pomôckami. Aktivita rozvíja pracovné návyky primerané veku.

Jazyk a komunikácia

Dieťa slovne pomenúva, čo vytvorilo, opisuje svoj výrobok a vyjadruje pocity z práce. Učiteľ podporuje rozvoj komunikačných schopností kladením otázok a vedením krátkeho rozhovoru.

Pohyb a zdravie

Manipulácia s 3D perom a dielmi stromčeka podporuje rozvoj jemnej motoriky, koordinácie oka a ruky a správne pracovné návyky pri sedení a sústredenej činnosti.

Fotodokumentácia



Obrázok 19 Kreslenie predlohy



Obrázok 20 Obkresľovanie predlohy



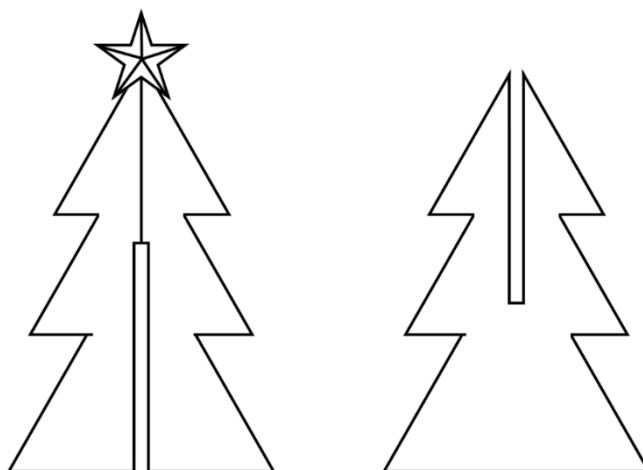
Obrázok 21 Úprava tvarov



Obrázok 22 Dokončovanie hviezdy



Obrázok 23 Zostrojený stromček



Obrázok 24 Šablóna stromčeka

Reflexia:

Aktivita zameraná na tvorbu 3D vianočného stromčeka pomocou 3D pera bola realizovaná počas prednášky. Práca s 3D perom bola podnetná a umožnila vyskúšať si technologický postup, ktorý je možné efektívne využiť aj v pedagogickej praxi na primárnom stupni vzdelávania.

Spočiatku sa práca s 3D perom zdala náročná, najmä z dôvodu potreby osvojiť si citlivosť práce s týmto nástrojom. Uvedomili sme si, že je dôležité viesť pero plynule a každý ťah dôsledne ukončiť, aby vznikli pevné a esteticky pôsobiace línie podľa pripravenej predlohy. Nedostatočne ukončené ťahy alebo príliš rýchle vedenie pera mali za následok nerovnomerné nanášanie materiálu a menej stabilné časti výrobku. Postupným skúšaním a opakovaním sa však naša práca s 3D perom zlepšovala a získavali sme väčšiu istotu pri jeho ovládaní.

Pozitívne hodnotíme fázu plánovania, v ktorej sme si pripravili predlohy jednotlivých tvarov. Predlohu je možné vytlačiť na papier alebo nakresliť rukou podľa vlastnej fantázie, čo ponecháva dostatočný priestor pre kreativitu. Zároveň sme si uvedomili, že pri návrhu je nevyhnutné myslieť vopred na trojrozmerné prevedenie výrobku, teda zvážiť, či bude možné navrhnutý tvar reálne zostrojiť, stabilne spojiť jednotlivé časti a vytvoriť funkčný priestorový

objekt. Tento aspekt považujeme za dôležitý najmä z hľadiska rozvoja technického a konštrukčného myslenia.

Samotná tvorba prispela k rozvoju jemnej motoriky, priestorovej predstavivosti a schopnosti pracovať systematicky krok za krokom. Zároveň sme si uvedomili význam dodržiavania bezpečnostných pravidiel pri práci s 3D perom, najmä vzhľadom na vyššiu teplotu roztaveného materiálu.

Rozšírenie aktivity o jednoduchý elektrický obvod predstavovalo ďalší vzdelávací prínos, keďže sme si v praktickej činnosti overili základné pojmy ako zdroj energie, vodič, spotrebič a uzavretý elektrický obvod. Skúšaním a experimentovaním sme zistili, že svetelná dióda sa rozsvieti iba v prípade správneho zapojenia všetkých prvkov a správne vloženéj batérie. Táto skúsenosť podporila rozvoj logického a technického myslenia a zároveň poukázala na možnosti prepájania techniky s kreatívnou činnosťou.

Na základe vlastnej skúsenosti vnímame 3D pero ako vhodnú a motivujúcu didaktickú pomôcku, ktorá umožňuje realizovať rôzne kreatívne nápady žiakov v praxi. Pri správnom metodickom vedení môže výrazne podporiť ich tvorivosť, technické zručnosti a záujem o technické a polytechnické vzdelávanie.

5.1.2 3D tangramy

Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami, Človek a svet práce, Umenie a kultúra, Človek a príroda

Edukačná oblasť: Matematika a práca s informáciami, Umenie a kultúra

Ročník: 5 – 6-ročné deti v materskej škole

Celkový čas: 2 – 3 edukačné aktivity v rámci hier a hrových činností

Prierezové gramotnosti:

Matematická gramotnosť – dieťa rozvíja schopnosť rozpoznávať, pomenúvať a porovnávať základné geometrické tvary. Prostredníctvom skladania tangramu si uvedomuje vzťah medzi časťou a celkom a orientuje sa v jednoduchých priestorových vzťahoch.

Digitálna a technická gramotnosť – dieťa sa zoznamuje s jednoduchým technickým nástrojom – 3D perom. Získava základnú skúsenosť s tvorbou trojrozmerných tvarov a učí sa bezpečne manipulovať s technológiou primeranou veku.

Vizuálna gramotnosť – dieťa vníma tvar, farbu a kompozíciu. Sleduje, ako z jednotlivých geometrických tvarov vzniká obraz alebo postava.

Sociálna gramotnosť – dieťa spolupracuje v malej skupine, komunikuje, strieda sa pri činnostiach a rešpektuje dohodnuté pravidlá práce.

Obsahový štandard: Dieťa rozvíja priestorovú predstavivosť, orientáciu v priestore a základné matematické predstavy prostredníctvom manipulácie s geometrickými tvarmi. Prostredníctvom hry, pozorovania a tvorivej činnosti spoznáva vzťahy medzi tvarmi, ich polohu a význam v rámci celku. Získava základnú skúsenosť s používaním jednoduchého technického nástroja.

Výkonový štandard: Dieťa rozpoznáva a pomenúva základné geometrické tvary, vytvára geometrické tvary pomocou 3D pera, skladá jednoduchý obrázok z viacerých častí podľa predlohy alebo vlastnej fantázie, orientuje sa v základných priestorových vzťahoch, spolupracuje v malej skupine, dodržiava pravidlá bezpečnosti pri práci s 3D perom a jednoduchými vetami vyjadruje výsledok svojej činnosti.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- dieťa rozpoznáva a pomenúva základné geometrické tvary (trojuholník, štvorec, obdĺžnik, rovnobežník),
- dieťa chápe vzťah medzi časťou a celkom,
- dieťa rozlišuje polohu tvarov (hore, dole, vedľa).

Afektívny cieľ:

- dieťa prejavuje radosť z objavovania a skladania tvarov,
- dieťa zapája sa do činnosti so záujmom a zvedavosťou,
- dieťa spolupracuje s ostatnými deťmi,
- dieťa zažíva pocit úspechu z vlastného výtvoru.

Psychomotorický cieľ:

- dieťa manipuluje s tangramovými dielikmi,
- dieťa rozvíja jemnú motoriku a koordináciu oka a ruky,
- dieťa pozoruje alebo pod dohľadom používa 3D pero,
- dieťa dodržiava základné pravidlá bezpečnosti.

STEAM:

S (Science) – Dieťa pozoruje vznik tvaru a zmenu materiálu pri chladnutí plastu.

T (Technology) – Dieťa sa oboznamuje s funkciou a používaním 3D pera.

E (Engineering) – Skladanie tvarov do jedného celku, plánovanie postupu.

A (Art) – Tvorba obrázkov z tvarov, práca s farbou a fantáziou.

M (Math) – Rozpoznávanie geometrických tvarov, orientácia v priestore, vzťah časť – celok.

Organizácia výučby:

Edukačná činnosť prebieha v triede materskej školy v rámci hier a hrových činností (HaČPVD). Priestor je pripravený tak, aby deti mali dostatok miesta na manipuláciu s tangramovými dielikmi a bezpečnú prácu s 3D perom. Stoly sú usporiadané do menších pracovných stanovišť.

Deti pracujú v malých skupinách (3–5 detí). Učiteľ pracuje vždy s jednou skupinou, ostatné deti majú pripravené paralelné činnosti (klasické tangramy, skladačky, stavebnice). Aktivita prebieha v pokojnom tempe, s dôrazom na individuálny prístup a zážitok z hry.

Organizačná forma:

- **Riadená činnosť učiteľa** – učiteľ vysvetľuje zadanie, demonštruje postup a dohliada na bezpečnosť.
- **Individuálna práca dieťaťa v skupine** – dieťa skladá tangram podľa predlohy alebo vlastnej fantázie.
- **Skupinová práca** – deti sa navzájom pozorujú, komunikujú a spolupracujú pri skladaní tvarov.

Vyučovacie metódy: učenie sa hrou, zážitkové učenie, demonštrácia postupu učiteľom, praktická manipulačná činnosť, rozhovor a jednoduchá riadená diskusia, povzbudzovanie a pozitívna spätná väzba, slovná reflexia primeraná veku detí.

Didaktické prostriedky: nízкотеплотné 3D perá určené pre deti, filamenty rôznych farieb, podložky odolné voči teplu, hotové 3D tangramové dieliky (vytvorené vopred učiteľom), papierové predlohy tangramov (zvieratá, predmety, postavy), klasické tangramy alebo skladačky (doplňková činnosť), stoly a stoličky prispôbené veku detí.

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Učiteľ si sadne s malou skupinou detí k stolu a rozloží pred ne tangramové dieliky.

Učiteľ hovorí: „Pozrite sa, deti, čo tu mám. Sú to rôzne tvary. Skúsime z nich niečo poskladať.“

Učiteľ berie do ruky dielik a pýta sa: „Aký je to tvar?“ (Dieťa: „Trojuholník.“ / „Štvorec.“)

Učiteľ pokračuje: „Skúsme z týchto tvarov urobiť obrázok. Čo by to mohlo byť?“

Deti navrhujú: „Domček.“ / „Mačka.“ / „Lod.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D perom

Učiteľ deťom ukáže 3D pero a jednoduchými vetami vysvetľuje:

„Toto je 3D pero. Nie je to ceruzka. Keď ho zapneme, vyjde z neho tenká šnúrka. Tou budeme kresliť po cestičke.“ Učiteľ predvedie krátku ukážku: pomaly vedie pero po čiare, ukáže správny úchop.

Zdôrazní bezpečnosť: „Pero držíme opatrne, sedíme pokojne a pozeráme sa tam, kadiaľ kreslíme. Keď pero nepoužívame, položíme ho sem.“

Hlavná časť:

Učiteľ položí pred deti papierovú predlohu tangramu.

„Pozrite sa na obrázok. Skúsime ho poskladať z týchto tvarov.“

Deti: skúšajú ukladať dieliky, otáčajú ich, porovnávajú s predlohou.

Učiteľ jemne usmerňuje:

- „Skús otočiť tento tvar.“
- „Ktorý dielik by mohol ísť sem?“

Učiteľ zdôrazňuje: „Každý tvar má svoje miesto.“

Učiteľ ukáže hotové 3D tangramové dieliky:

„Tieto tvary sú trochu iné. Sú vystúpené, môžeme ich chytiť a poskladať.“

Deti: berú dieliky do rúk, skúmajú ich hmatom, porovnávajú s papierovými.

Učiteľ sa pýta:

- „Sú tieto tvary rovnaké ako tie papierové?“
- „V čom sú iné?“

Učiteľ deťom ukáže 3D pero:

„Týmto perom vieme takéto tvary aj vytvoriť.“

Učiteľ predvedie krátku ukážku: obťahuje tvar na podložke, vytvorí jednoduchý dielik.

Deti: sledujú prácu učiteľa, pomenúvajú tvar, ktorý vzniká.

Vybrané deti (podľa schopností) môžu: podržať podložku, pomôcť s výberom farby, prípadne krátko vyskúšať vedenie pera pod priamym dohľadom.

Deti: skladajú obrázok z hotových 3D dielikov, porovnávajú s predlohou, vymýšľajú vlastné tvary a obrázky.

Učiteľ povzbudzuje:

- „Čo si z týchto tvarov vytvoril?“
- „Ako by sa to dalo ešte zmeniť?“

Záverečná časť:

Učiteľ sa s deťmi krátko porozpráva:

- „Čo sa ti dnes najviac páčilo?“
- „Ktorý tvar bol najväčší?“
- „Z koľkých dielikov si poskladal obrázok?“

Deti odpovedajú jednoduchými vetami alebo ukazujú.

Medzipredmetové prepojenie:

Matematika a práca s informáciami

Dieťa rozvíja základné matematické predstavy prostredníctvom rozpoznávania a pomenúvania geometrických tvarov. Pri skladaní tangramu sa orientuje v priestore, vníma polohu tvarov (hore, dole, vedľa) a chápe vzťah medzi časťou a celkom.

Jazyk a komunikácia

Dieťa slovne pomenúva tvary, opisuje, čo vytvorilo, a vyjadruje svoje myšlienky jednoduchými vetami. Učiteľ podporuje rozvoj komunikačných schopností kladením otázok a vedením krátko rozhovoru o výsledku práce.

Umenie a kultúra

Pri práci s tangramami dieťa rozvíja tvorivosť a estetické cítenie. Vníma farbu, tvar a kompozíciu a vytvára vlastné obrázky alebo postavy podľa fantázie.

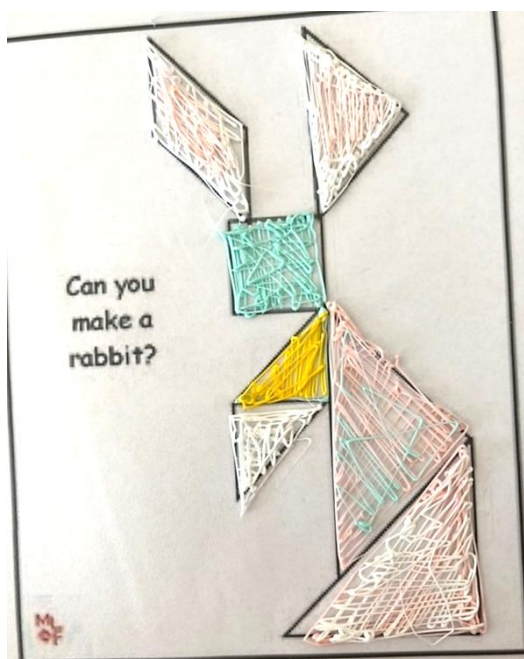
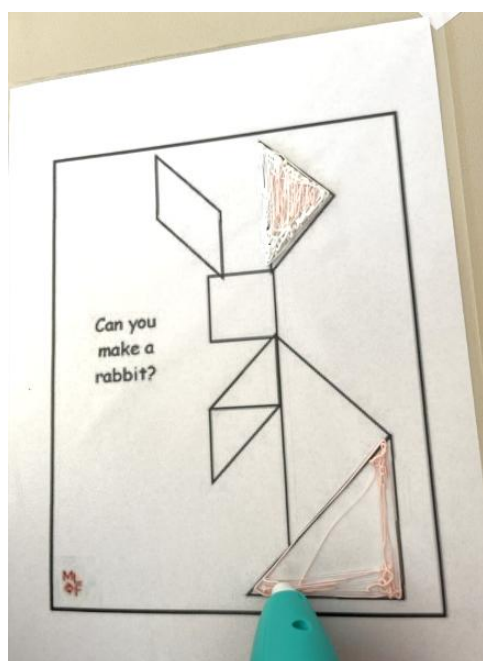
Človek a svet práce

Dieťa sa oboznamuje so základmi práce s jednoduchým technickým nástrojom. Učí sa dodržiavať pravidlá bezpečnosti, pracovný postup a rešpektovať dohodnuté pravidlá práce v skupine.

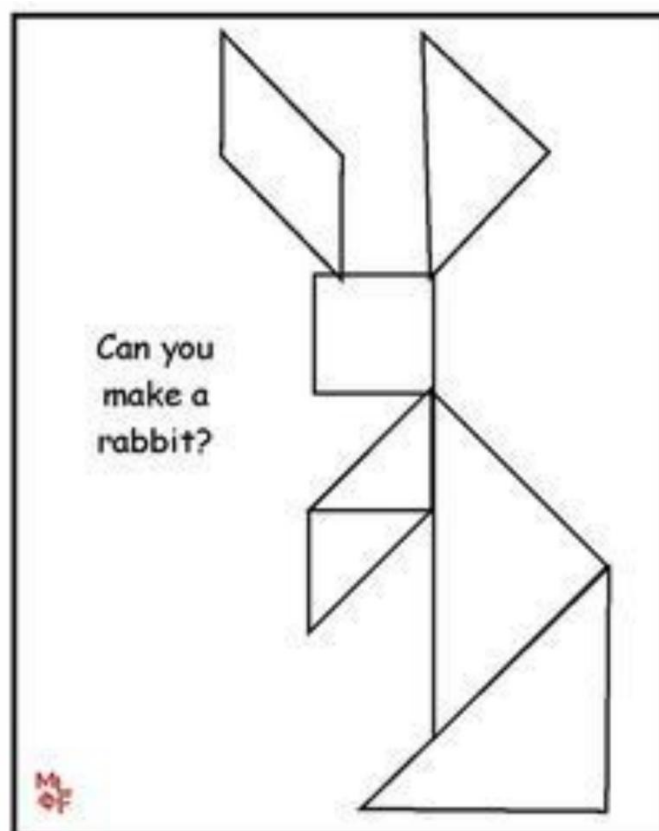
Pohyb a zdravie

Manipulácia s tangramovými dielikmi podporuje rozvoj jemnej motoriky a koordinácie oka a ruky. Aktivita zároveň podporuje pokojné tempo práce a schopnosť sústrediť sa.

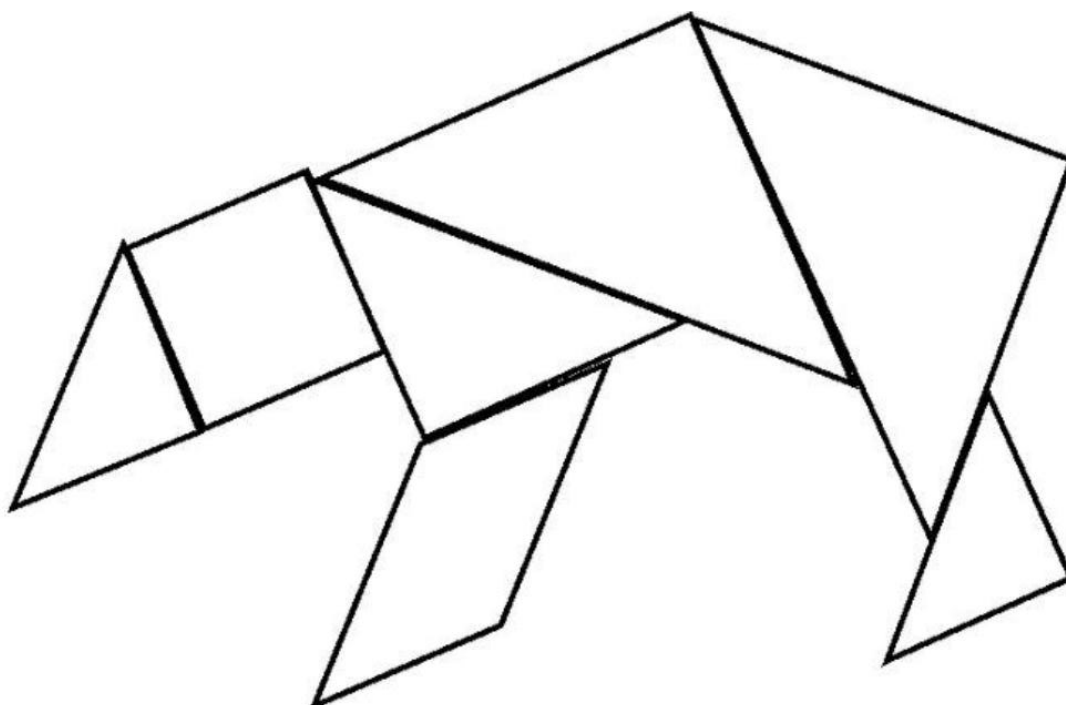
Fotodokumentácia



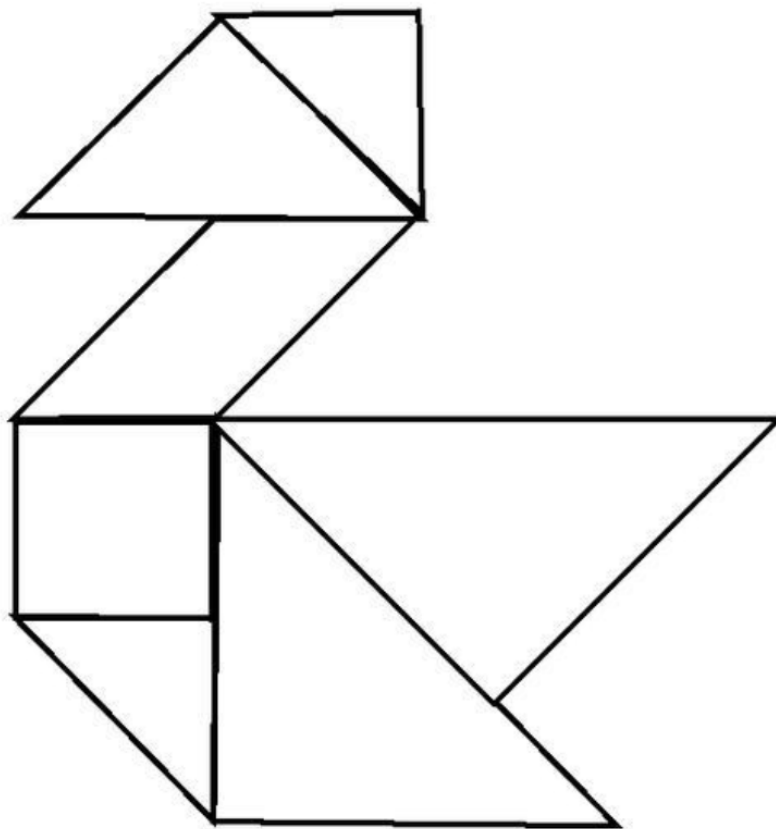
Obrázok 25 Práca s 3D perom



Obrázok 26 Šablóna - vieš urobiť zajaca?



Obrázok 27 Šablóna - vieš urobiť polárneho medveďa?



Obrázok 28 Šablóna - vieš urobiť labuť?

Reflexia:

Edukačná aktivita „3D tangramy“ bola realizovaná v rámci hier a hrových činností s deťmi vo veku 5 – 6 rokov. Deti prejavovali o aktivitu veľký záujem a radosť zo skladania tvarov a vytvárania obrázkov.

Práca s tangramovými dielikmi podporila rozvoj priestorovej predstavivosti, matematického myslenia a jemnej motoriky. Vystúpené 3D tvary boli pre deti atraktívne a umožnili im zapojiť aj hmatové vnímanie. Deti si navzájom pomáhali a komunikovali o svojich nápadoch.

Zapojenie 3D pera bolo realizované pod priamym dohľadom učiteľa a primerane schopnostiam detí. Ako veľmi vhodné sa ukázalo kombinovať hotové 3D dieliky s klasickými papierovými predlohami a stavebnicami.

Ciele aktivity boli splnené. Deti si rozvíjali matematické predstavy, tvorivosť, spoluprácu a pozitívny vzťah k učeniu prostredníctvom hry.

Do budúcnosti sa odporúča:

- rozšíriť ponuku predlôh o rôzne úrovne náročnosti,
- pracovať s menšími skupinami detí,
- zaradiť aktivitu opakovane počas školského roka.

5.1.3 Bludiská a grafomotorika s 3D perom

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce, Človek a príroda, Umenie a kultúra, Matematika a práca s informáciami

Edukačná oblasť: Matematika a práca s informáciami, Umenie a kultúra

Téma: Bludiská a grafomotorika s 3D perom

Ročník: 5 – 6-ročné deti v materskej škole (predprimárne vzdelávanie)

Celkový čas: 1 – 2 edukačné aktivity v rámci hier a hrových činností

Prierezové gramotnosti:

Vizuálna gramotnosť – dieťa rozvíja schopnosť porozumieť vizuálnemu jazyku, sleduje líniu, tvar a smer a využíva ich pri riešení úloh v bludisku a grafomotorických prvkoch.

Digitálna gramotnosť – dieťa sa zoznamuje s jednoduchým technickým nástrojom (3D pero) ako prostriedkom tvorby, učí sa základným pravidlám bezpečnej práce a primeranému používaniu technológií.

Environmentálna výchova – dieťa sa oboznamuje so zodpovedným používaním pomôcok, šetrným zaobchádzaním s materiálom a minimalizovaním odpadu pri tvorivej činnosti.

Obsahový štandard: Dieťa si prostredníctvom hry a riadených činností rozvíja grafomotorické zručnosti, orientáciu v priestore a koordináciu oka a ruky. Sleduje jednoduché línie, cestičky a bludiská, rozlišuje začiatok a koniec trasy a získava základnú skúsenosť s používaním jednoduchého technického nástroja pri tvorivej činnosti. Oboznamuje sa so základnými pravidlami bezpečnej práce.

Výkonový štandard: Dieťa obťahuje jednoduché grafomotorické prvky a bludiská, sleduje smer línie, vytvára súvislú stopu pomocou 3D pera, dodržiava dohodnuté pravidlá bezpečnosti pri práci s pomôckami a jednoduchými vetami vyjadruje postup a výsledok svojej činnosti.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- Dieťa rozumie tomu, že 3D pero je jednoduchý technický nástroj na tvorenie čiar a tvarov.
- Dieťa rozlišuje začiatok a koniec cesty v bludisku alebo grafomotorickom prvku.
- Dieťa vníma, že línia vedie určitým smerom.

Afektívny cieľ:

- Dieťa s radosťou a záujmom sa zapája do grafomotorickej a tvorivej činnosti.
- Dieťa prejavuje vytrvalosť pri obťahovaní línie.
- Dieťa rešpektuje dohodnuté pravidlá práce a správania v malej skupine.
- Dieťa zažíva úspech z dokončenej úlohy.

Psychomotorický cieľ:

- Dieťa obťahuje jednoduché grafomotorické prvky a bludiská pomocou 3D pera.
- Dieťa rozvíja jemnú motoriku a koordináciu oka a ruky.
- Dieťa používa 3D pero primeraným a bezpečným spôsobom pod dohľadom učiteľa.

STEAM:

S (Science) – Dieťa vníma pohyb, smer a priestor, v ktorom sa 3D pero pohybuje.

T (Technology) – Dieťa sa oboznamuje s funkciou a používaním 3D pera.

E (Engineering) – Dieťa vytvára trasu v bludisku alebo sleduje grafomotorický prvok.

A (Art) – Dieťa tvorivo pracuje s líniou, tvarom a farbou.

M (Math) – Dieťa sa orientuje v priestore, sleduje smer (hore, dole, vľavo, vpravo) a poradie pohybu.

Organizácia výučby:

Edukačná činnosť prebieha v triede materskej školy v rámci hier a hrových činností. Deti pracujú v malých skupinách pri stoloch v pripravenom pracovnom priestore. Prostredie je pokojné, prehľadné a bezpečné, s dostatočným priestorom na manipuláciu s pomôckami.

Aktivita sa realizuje individuálne s podporou učiteľa, pričom učiteľ pracuje vždy s menšou skupinou detí (3 – 5 detí). Deti sa pri práci striedajú, aby bol zabezpečený individuálny prístup a bezpečná manipulácia s 3D perom.

Učiteľ môže ponúknuť dve možnosti aktivity, medzi ktorými si dieťa vyberá podľa záujmu a úrovne zručností:

- Možnosť A – Bludisko (sledovanie cesty od začiatku po cieľ).
- Možnosť B – Grafomotorické pracovné listy (obtákovanie línií, tvarov a jednoduchých prvkov).

Organizačná forma:

- **Individuálna práca dieťaťa** – dieťa samostatne obtahuje bludisko alebo grafomotorický prvok pomocou 3D pera.
- **Riadená činnosť učiteľa** – učiteľ vysvetľuje úlohu, demonštruje postup, dohliada na bezpečnosť a poskytuje individuálnu pomoc.
- **Práca v malej skupine** – deti sa navzájom pozorujú, povzbudzujú a učia sa rešpektovať pravidlá práce v skupine.

Vyučovacie metódy: učenie sa hrou, zážitkové učenie, rozhovor a jednoduchá riadená diskusia, demonštrácia postupu učiteľom, praktická činnosť dieťaťa, pozorovanie a povzbudzovanie, slovná reflexia primeraná veku dieťaťa.

Didaktické prostriedky: nízкотеплотné 3D perá určené pre deti, filamenty rôznych farieb, podložky odolné voči teplu na ochranu pracovnej plochy, bludiská (tlačené a zalamované), grafomotorické pracovné listy (tlačené a zalamované), stoly a stoličky prispôbené veku detí.

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Učiteľ si sadne s deťmi k stolu (pracuje vždy s malou skupinkou detí) a hovorí pokojne, pútavo: „Pozrite sa, deti, dnes tu mám pre vás zaujímavú úlohu. Vidíte tieto obrázky? Sú to cestičky a bludiská. Skúsime spolu zistiť, kadiaľ vedie cesta a kam nás zavedie.“

Učiteľ prstom ukáže na začiatok cesty a pokračuje:

„Tu začíname a pôjdeme až sem. Skúsime ísť pomaly, aby sme z cestičky nezišli.“

Učiteľ sa pýta:

- „Kde začneme?“
- „Kam chceme ísť?“

Deti odpovedajú jednoslovne alebo krátkou vetou („Tu.“ „Sem.“ „Na koniec.“).

Učiteľ povzbudí deti: „Najprv budeme cestičku sledovať očami a prstom a potom si ju skúsime nakresliť pomocou 3D pera.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D perom

Učiteľ deťom ukáže 3D pero a jednoduchými vetami vysvetľuje:

„Toto je 3D pero. Nie je to ceruzka. Keď ho zapneme, vyjde z neho tenká šnúčka. Tou budeme kresliť po cestičke.“ Učiteľ predvedie krátku ukážku: pomaly vedie pero po čiare, ukáže správny úchop.

Zdôrazní bezpečnosť: „Pero držíme opatrne, sedíme pokojne a pozeráme sa na to, čo kreslíme. Keď pero nepoužívame, položíme ho sem.“

Variant A – Bludisko

Hlavná časť:

Učiteľ položí pred dieťa zalaminované bludisko a povie:

„Najprv si bludisko prejdeme prstom. Nájdeme cestu od začiatku až do cieľa.“

Dieťa: sleduje cestu prstom, hľadá správny smer.

Učiteľ dieťa jemne usmerňuje:

- „Ideme pomaly.“
- „Pozri, tu je zákruta.“

Po precvičení učiteľ povie: „Teraz si vezmeme 3D pero a skúsime tú istú cestu nakresliť.“

Dieťa: obťahuje cestu pomocou 3D pera, snaží sa držať líniu.

Učiteľ priebežne povzbudzuje:

- „Dará sa ti.“
- „Skús ísť ešte pomalšie.“

Ak dieťa zide z cesty, učiteľ reaguje pokojne: „Nevadí, skúsime to znovu.“

Variant B – Grafomotorické pracovné Listy

Hlavná časť:

Učiteľ položí pred dieťa grafomotorický pracovný list a hovorí:

„Pozri sa, aká je tu čiarka/vlnka/slimáčik. Skúsime ju najprv prejsť prstom.“

Dieťa: sleduje tvar prstom, vníma smer pohybu.

Učiteľ sa pýta:

- „Kam ide čiarka?“
- „Ide hore alebo dole?“

Po krátkom precvičení učiteľ povie: „Teraz si túto čiaru skúsime nakresliť pomocou 3D pera.“

Dieťa: obťahuje grafomotorický prvok, vedie pero pomaly a sústredene.

Učiteľ povzbudzuje:

- „Pekne sleduješ čiaru.“
- „Vidíš, aká je teraz vystúpená?“

Záverečná časť:

Po dokončení práce sa učiteľ s dieťaťom krátko porozpráva: „Podme sa pozrieť, čo si urobil/a.“

Učiteľ kladie jednoduché otázky:

- „Kde si začal/a?“
- „Kam si sa dostal/a?“
- „Čo bolo pre teba ťažké?“

Pri grafomotorike môže doplniť:

- „Čo ti tento tvar pripomína?“ (napr. „slimáčika“, „vlnu“, „cestu“)

Medzipredmetové prepojenie

Matematika a práca s informáciami

Dieťa rozvíja orientáciu v priestore a vnímanie smeru (hore, dole, vľavo, vpravo). Sleduje cestu v bludisku alebo grafomotorickom prvku od začiatku po koniec, porovnáva smery a učí sa chápať jednoduché vzťahy medzi líniami a pohybom.

Jazyk a komunikácia

Dieťa slovne pomenúva, kadiaľ vedie cesta alebo ako ide línia. Učiteľ podporuje rozvoj slovnej zásoby otázkami zameranými na začiatok, priebeh a koniec činnosti („Kde začíname?“, „Kam ideme?“, „Čo bolo ťažké?“). Deti sa učia vyjadrovať svoje zážitky z činnosti jednoduchými vetami.

Umenie a kultúra

Pri práci s bludiskami a grafomotorickými prvkami dieťa pracuje s líniou ako výtvarným prvkom. Vníma tvar, smer, rytmus pohybu a farbu. Tvorba pomocou 3D pera podporuje tvorivosť, estetické cítenie a individuálne vyjadrenie dieťaťa.

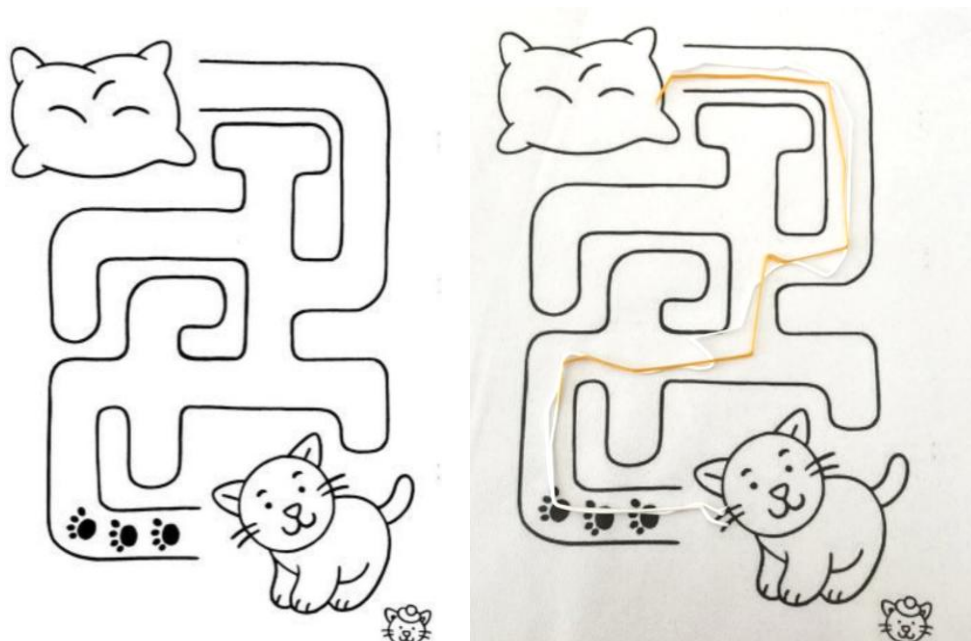
Človek a svet práce

Dieťa sa oboznamuje so základmi práce s jednoduchým technickým nástrojom. Učí sa dodržiavať pravidlá bezpečnosti, správne pracovné návyky a zodpovedný prístup k pomôckam.

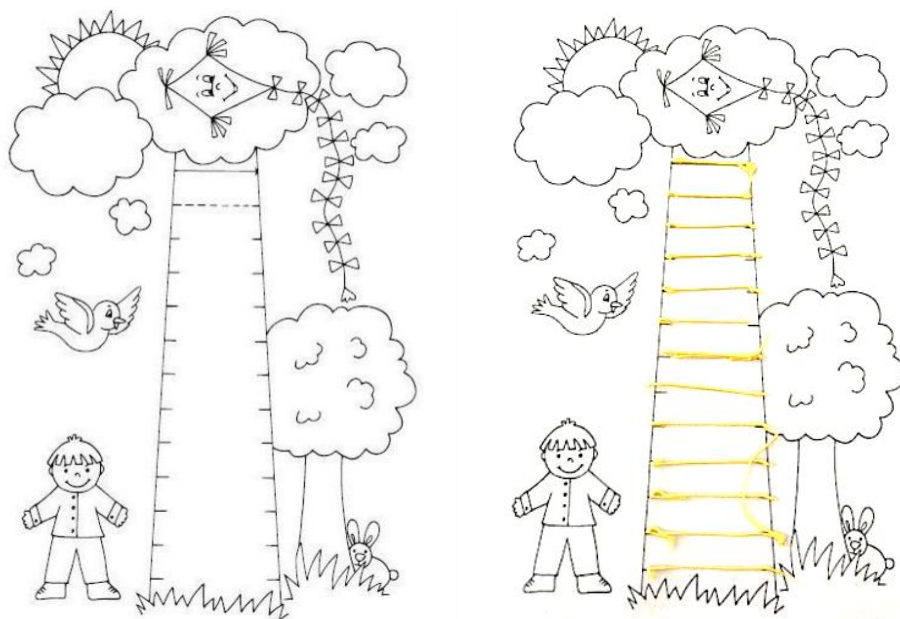
Pohyb a zdravie

Pri práci s 3D perom dieťa rozvíja jemnú motoriku ruky, koordináciu oka a ruky a učí sa správne sedeniu pri stole. Činnosť podporuje primeranú sústredenosť a pokojný pracovný rytmus.

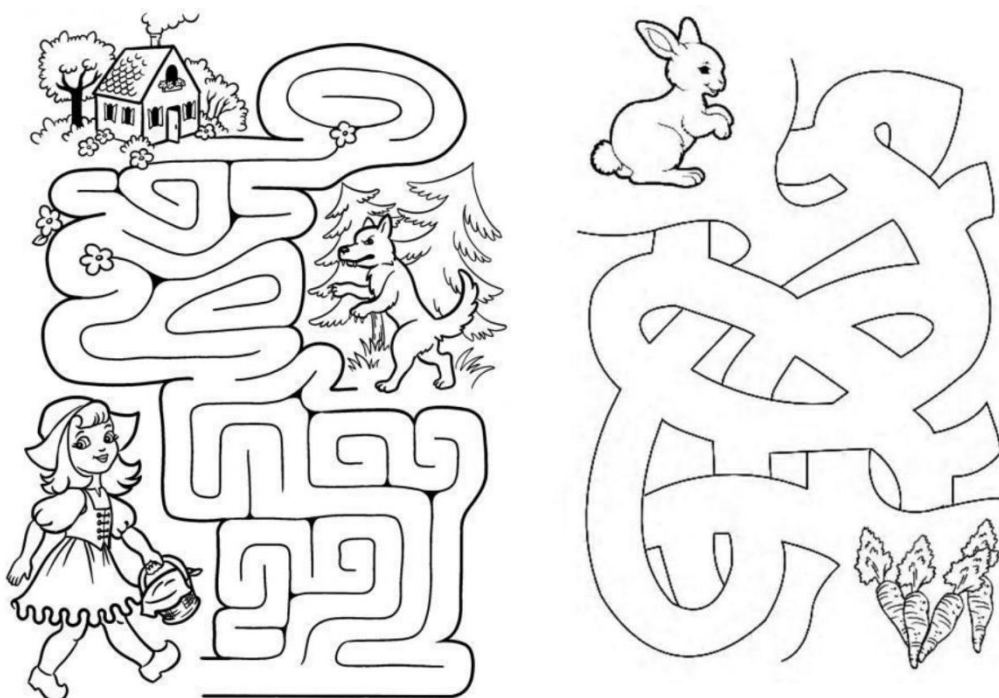
Fotodokumentácia



Obrázok 29 Čistý a hotový pracovný list 1



Obrázok 30 Čistý a hotový pracovný list 2



Obrázok 31 Ďalšie alternatívy pracovných listov

Reflexia:

Edukačná aktivita bola realizovaná v rámci hier a hrových činností s deťmi vo veku 5 – 6 rokov. Zameriavala sa na rozvoj grafomotorických zručností, orientácie v priestore a jemnej motoriky prostredníctvom práce s jednoduchým technickým nástrojom – 3D perom.

Deti prejavovali o aktivitu veľký záujem. Práca s 3D perom bola pre ne atraktívna a motivačná, zároveň však vyžadovala pokojné tempo, individuálny prístup a neustály dohľad učiteľa.

Najviac sa osvedčilo pracovať s menšími skupinami detí a ponúknuť im možnosť výberu medzi bludiskom a grafomotorickým pracovným listom.

Deti, ktoré mali lepšie rozvinuté grafomotorické zručnosti, uprednostňovali bludiská, kde mohli sledovať cestu od začiatku po cieľ. Deti, ktoré potrebovali viac podpory, si častejšie vybrali jednoduché grafomotorické prvky. Táto diferenciácia prispela k tomu, že každé dieťa mohlo zažiť pocit úspechu.

Počas práce bolo potrebné často pripomínať pravidlá bezpečnosti a správne držanie 3D pera. Deti však postupne dokázali pracovať sústredenejšie a s väčšou istotou. Dôležitým prvkom bola priebežná pochvala a povzbudzovanie.

Ciele aktivity boli splnené. Deti rozvíjali jemnú motoriku, koordináciu oka a ruky, orientáciu v priestore a základné technické zručnosti. Zároveň sa učili vytrvalosti, trpezlivosti a rešpektovaniu pravidiel práce v malej skupine.

Do budúcnosti sa odporúča:

- pracovať s ešte jednoduchšími vzormi pre mladšie alebo menej zdatné deti,
- rozšíriť ponuku grafomotorických listov o rôzne úrovne náročnosti,
- zaradiť aktivitu opakovane v priebehu školského roka ako súčasť grafomotorickej prípravy na školu.

5.2 Primárne vzdelávanie

V primárnom vzdelávaní sa deti postupne učia prepájať svoje predstavy s konkrétnymi postupmi a riešeniami. Práve v tomto období je vhodné rozvíjať ich technické myslenie, schopnosť plánovať, experimentovať a vytvárať vlastné projekty. Moderné 3D technológie – najmä **3D pero** a **3D tlač** – predstavujú atraktívny spôsob, ako tieto kompetencie prirodzene podporiť.

3D pero umožňuje žiakom okamžite tvoriť priestorové objekty vlastnou rukou. Je ideálne na rýchle prototypovanie, modelovanie jednoduchých tvarov, dopĺňanie konštrukcií či tvorbu dekoratívnych a funkčných prvkov. Deti tak môžu rýchlo overovať svoje nápady, opravovať chyby a intuitívne pracovať s priestorom.

3D tlač posúva tvorivý proces ešte ďalej. Umožňuje žiakom navrhovať objekty v digitálnom prostredí a následne ich premeniť na reálne modely. Tento proces podporuje systematické myslenie, prácu s postupom krokov, presnosť a schopnosť dokončiť projekt od návrhu až po realizáciu. Zároveň otvára priestor pre medzipredmetové prepojenia – od matematiky a geometrie cez prírodovedu až po výtvarnú výchovu.

Aktivity v tejto kapitole sú navrhnuté tak, aby podporovali:

- rozvoj priestorovej predstavivosti a konštrukčného myslenia,
- schopnosť plánovať, analyzovať a reflektovať vlastný postup,
- spoluprácu v tíme a komunikáciu pri riešení úloh,
- tvorbu jednoduchých prototypov a modelov,
- prepojenie učiva s reálnymi problémami a praktickými situáciami,
- radosť z objavovania a tvorby.

V nasledujúcich častiach nájdete konkrétne aktivity, metodické odporúčania a návrhy, ako 3D pero a 3D tlač efektívne integrovať do vyučovania. Cieľom je ukázať, že 3D technológie

nie sú len technickým doplnkom, ale silným edukačným nástrojom, ktorý podporuje kreativitu, logické myslenie a praktické zručnosti žiakov.

5.2.1 Ako lienke pribúdajú bodky? – Cesta Sedembodkovanej Ozobotky

Predmet: Integrovaný STEAM celok v predprimárnom vzdelávaní v rámci jednotlivých vzdelávacích oblastí: Človek a príroda, Človek a svet práce, Matematika a práca s informáciami, Umenie a kultúra (výtvarná výchova a hudobná výchova) alebo v predmetoch primárneho vzdelávania: Prírodoveda, Technológia, Matematika, Výtvarná výchova, Hudobná výchova.

Ročník: 5 – 6-ročné deti v materskej škole/žiaci na 1. stupni základnej školy.

Počet hodín: 2 – 3 vzdelávacie aktivity/vyučovacie hodiny.

Didaktické ciele:

- Porozumieť poslednej fáze životného cyklu lienky a jej charakteristickým znakom.
- Prepájať prírodovedné poznatky s technológiou prostredníctvom tvorivého a zážitkového učenia.
- Rozvíjať pozorovacie, riešiteľské a kódovacie schopnosti s využitím Ozobota.
- Podporovať tvorivosť, spoluprácu a sebaujedenie prostredníctvom výtvarných a hudobných činností.

Špecifické ciele:

- dieťa/žiak vysvetlí, ako sa lienka mení počas svojho životného cyklu,
- dieťa/žiak rozpozná a spočíta počet bodiek na lienke,
- dieťa/žiak navrhne a zakóduje cestu pre Ozobota, ktorá symbolizuje cestu lienky,
- dieťa/žiak vytvorí plášť pre Ozobota – lienku so siedmimi čiernymi bodkami,
- dieťa/žiak prezentuje hudobnú cestu Ozobota podľa rytmu piesne „Sedembodkováná lienka“.

TEMATIZÁCIA A PROBLEMATIZÁCIA

Zameranie a obsah témy „Ako lienke pribúdajú bodky?“ je pre deti/žiacov zmysluplná, pretože vychádza z ich prirodzenej zvedavosti a z témy prírody a živočíšnej ríše. Deti/žiaci často pozorujú hmyz v okolí a pýtajú sa, ako žije a mení sa. Prostredníctvom skúmania životného cyklu lienky pochopia princípy rastu, vývinu a premeny živých organizmov. Téma zároveň rozvíja environmentálne cítenie a pozitívny vzťah k prírode, podporuje technickú gramotnosť prostredníctvom programovania Ozobota a tvorivosť v umeleckom vyjadrení (prostredníctvom hudobnej a výtvarnej činnosti).

Problémová situácia: Deti/žiaci sa zamýšľajú nad otázkou, ako a prečo lienke pribúdajú bodky počas jej dospievania. Tento problém motivuje k bádateľskému prístupu a umožňuje hľadať odpoveď prostredníctvom hry, pozorovania, tvorby modelov a kódovania Ozobota – „Lienky“.

Kľúčové otázky:

- Ako sa mení lienka počas svojho života?
- Kedy a prečo má lienka bodky?
- Aký význam majú bodky na tele lienky?
- Ako môžeme pomocou Ozobota znázorniť cestu lienky k dospelosti?

- Čo sa môžeme naučiť o prírode a technológiách z pozorovania lienky?
- Ako vieme prepojiť vedu, umenie, techniku a hudbu v jednej aktivite?

Didaktická stratégia vychádza z konštruktivismu a princípov učenia prostredníctvom riešenia problémov (PBL – Problem Based Learning). Deti/žiaci riešia reálny problém – ako sa mení lienka počas života a ako vznikajú jej bodky. Učia sa prostredníctvom plánovania, spolupráce a tvorby výsledného produktu (plášť pre Ozobota, navrhnutá trasa, hudobná prezentácia).

Použitá bola aj metóda EUR (Evokácia – Uvedomenie si významu – Reflexia):

- Evokácia: Motivácia cez otázku „Ako lienke pribúdajú bodky?“; brainstorming, rozhovor, predstavenie Ozobota ako „Lienky“.
- Uvedomenie si významu: Bádateľská činnosť – pozorovanie životného cyklu, návrh cesty Ozobota, zber „bodiek“.
- Reflexia: Hudobno-pohybová prezentácia Ozobota, rozhovor o tom, čo sa deti naučili a ako spoločne spolupracovali pri realizácii projektu.

Prepojenie s rozvojom kompetencií:

- Prírodovedné kompetencie: Poznávanie a porozumenie životnému cyklu hmyzu.
- Digitálne a matematické kompetencie: Využitie Ozobota a základov programovania.
- Tvorivé kompetencie: Výtvarný a hudobný prejav (tvorba plášťa, rytmizácia piesne).
- Sociálne a komunikačné kompetencie: Spolupráca, zdieľanie, prezentovanie. Takto realizovaná aktivita vedie žiakov k hlbšiemu porozumeniu geometrických pojmov a zákonitostí, prepája poznatky z matematiky, fyziky a techniky a ukazuje zmysel učenia v kontexte reálneho problému.

VSTUPNÉ ZRUČNOSTI ŽIAKA

- Základy Tinkercad: Dieťa/žiak vie vytvoriť jednoduchý 3D tvar (napr. krídlo lienky, bodku) alebo pozná princíp digitálneho modelovania.
- Skúsenosti s GeoGebra3D: Dieťa/žiak sa orientuje v základných geometrických tvaroch a chápe vzťah medzi tvarom a priestorom.
- Práca so súbormi STL/OBJ: Dieťa/žiak pod vedením učiteľa vie identifikovať 3D model a pozorovať, ako sa prenáša do tlače (vysvetlenie princípu).
- Základy slicing (PrusaSlicer/Cura/Bambu Studio): Dieťa/žiak sleduje proces prípravy modelu na tlač, vie pomenovať základné kroky (návrh – úprava – tlač).
- Skúsenosti s iným softvérom: Ozobot Edu, Ozobot Blockly, Tinkercad, Paint, PowerPoint – podľa dostupnosti. Dieťa/žiak ovláda základné princípy pohybu Ozobota pomocou farebných kódov.
- Bezpečnosť pri 3D tlači: Dieťa/žiak vie, že počas tlače sa zariadenia nesmú dotýkať, dodržiava pokyny učiteľa a správa sa bezpečne v prostredí technológií.

3D NÁSTROJE A SOFTVÉR

- Modelovací softvér: Tinkercad, Fusion 360, Blender, GeoGebra 3D (na tvorbu jednoduchých 3D objektov – napr. tela lienky, bodiek, krídielok alebo prostredia pre Ozobota).
- Slicer: PrusaSlicer, Bambu Studio (na konverziu modelu do formátu pre 3D tlač a ukážku vrstiev).
- Viewer/AR: iPhone – AR Viewer/USDZ (na vizualizáciu 3D modelu v priestore – napr. zobrazenie lienky v prostredí triedy cez tablet alebo mobil).

Poznámka pre učiteľa: Podľa veku detí/žiacov môže byť väčšina týchto nástrojov použitá v demonštračnom alebo zážitkovom režime – deti/žiaci pozorujú, experimentujú a opisujú, čo vidia, pričom učiteľ vysvetľuje princípy 3D modelovania, tlače a rozšírenej reality.

3D TLAČ

Vybavenie potrebné k aktivite:

- 3D tlačiareň (napr. Prusa i3 MK3S+, Bambu Lab P1P, Creality Ender 3) – na tlač modelu lienky alebo bodiek pre Ozobota.
- Filament PLA (červený, čierny) – ekologický a bezpečný materiál vhodný pre prácu s deťmi.
- Počítač alebo notebook – na modelovanie v Tinkercade a prípravu modelu na tlač.
- Prístup k internetu – pre prácu s cloudovým softvérom Tinkercad.
- Slicer softvér (PrusaSlicer, Bambu Studio) – na konverziu modelu do G-code pre 3D tlač.
- USB alebo SD karta – na prenos G-code súboru do 3D tlačiarne.
- Základné ochranné pomôcky (napr. rukavice pri manipulácii s horúcou podložkou, okuliare pri údržbe).
- Modely pre tlač – napr. plášť pre Ozobota v tvare lienky, bodky alebo ozdobné krídla.
- Podložka alebo základňa – ako „tráva“ alebo „lúka“, kde sa bude Ozobot pohybovať (možno vytlačiť alebo namaľovať deťmi/žiakmi).

Poznámka pre učiteľa: 3D tlač je možné realizovať vopred (učiteľ pripraví vytlačené modely) alebo ako demonštráciu pre deti/žiacov – sledovanie procesu tlače, diskusia o princípe vrstvenia a konštrukcie objektu.

Vzdelávacie ciele viažuce sa na 3D modelovanie a tlač

Hlavný cieľ:

Vytvoriť jednoduchý 3D model (plášť alebo krídla lienky) a pripraviť ho na 3D tlač, pričom dieťa/žiak aplikuje základné princípy modelovania a technológie 3D tlače.

Vedľajšie ciele:

- Poznať a využívať základné nástroje modelovacieho softvéru (Tinkercad, Blender, Fusion 360).
- Pochopiť princíp vrstvenia a prípravy modelu pre 3D tlač (slicing).
- Bezpečne manipulovať s tlačiarňou a filamentom podľa pokynov učiteľa.
- Analyzovať výsledný model a identifikovať možné zlepšenia/úpravy pred opakovanou tlačou.
- Dokázať spojiť 3D model s tvorivou úlohou (napr. umiestnenie bodiek, tvorba plášťa pre Ozobota).
- Prezentovať a vysvetliť vlastný model (produkt) spolužiakom a reflektovať vlastnú tvorbu.

STEAM prvky

PRÍRODOVEDA: Deti/žiaci pozorujú životný cyklus lienky, zisťujú, ako a kedy sa objavujú bodky, diskutujú o funkcii sfarbenia a prežitia v prírode.

TECHNOLÓGIE: Použitie Ozobota a farebných Ozokódov na znázornenie pohybu lienky; práca s 3D modelovacím softvérom (Tinkercad) a príprava modelu na 3D tlač.

INŽINIERSTVO: Deti/žiaci navrhujú a programujú trasu Ozobota, plánujú umiestnenie bodiek, tvoria plášť a krídla lienky – proces riešenia technického problému.

UMENIE: Výtvarná tvorba plášt'a a krídel lienky; rytmizácia a prezentácia cesty Ozobota na hudobný podklad piesne „Sedembodkovaná lienka“.

MATEMATIKA: Počítanie bodiek na lienke, plánovanie trasy pre Ozobota, orientácia v priestore a vzťahy medzi tvarmi pri modelovaní 3D objektov.

Sylabus previazaných predmetov v rámci kurikula

PREDMETY	VZDELÁVACIA OBLASŤ	OBSAHOVÝ ŠTANDARD	VÝKONOVÝ ŠTANDARD
Prírodoveda	Životný cyklus živočíchov	Dieťa/žiak pozná základné fázy životného cyklu hmyzu, jeho charakteristické znaky a význam sfarbenia.	Dieťa/žiak dokáže popísať fázy vývoja lienky a vysvetliť význam jej bodiek.
Technológie	Digitálna gramotnosť, programovanie	Dieťa/žiak využíva základné programovacie nástroje (Ozobot, Ozokódy) a rozumie princípom robotického pohybu.	Dieťa/žiak naprogramuje Ozobota tak, aby prešiel navrhnutou trasou, znázorňujúc životný cyklus lienky.
Inžinierstvo	Riešenie problémov, tvorba modelov	Dieťa/žiak navrhuje jednoduchý model alebo produkt, plánuje jeho realizáciu a sleduje funkčnosť.	Dieťa/žiak vytvorí model krídel a plášt'a lienky, testuje pohyb Ozobota podľa navrhutej trasy.
Výtvarná výchova	Tvorivá činnosť, vizuálne vyjadrenie	Dieťa/žiak používa rôzne techniky na tvorbu a dekoráciu objektov (farby, tvary, vzory).	Dieťa/žiak navrhne a zhotoví estetický plášť a krídla lienky, spolupracuje pri spoločnej prezentácii.
Hudobná výchova	Hudobná gramotnosť, rytmus	Dieťa/žiak reaguje na rytmus a hudobný podklad, spája pohyb s melódiou.	Dieťa/žiak prezentuje pohyb Ozobota podľa rytmu piesne „Sedembodkovaná lienka“.
Matematika	Počítanie, geometria	Dieťa/žiak rozpoznáva a počíta tvary, čísla a vzory v prostredí.	Dieťa/žiak spočíta počet bodiek na lienke, plánuje trasu Ozobota v priestore podľa tvarov a vzorov.

ČASŤ 2: Konkrétne plánovanie – vyučovacia jednotka

Názov vyučovacej jednotky (1): Úvod do témy rezy kockou

Ciele hodiny:

- Pochopiť význam záverečnej fázy životného cyklu lienky a jej premenám.
- Prepájať poznatky o prírode s technológiou prostredníctvom programovania Ozobota.
- Rozvíjať tvorivosť pri navrhovaní cesty lienky a pri výtvarnom zobrazení jej krídel.
- Uplatniť rytmus piesne „Sedembodkovaná lienka“ pri prezentácii pohybu Ozobota.
- Spolupracovať v tíme a reflektovať priebeh učenia.

Výstupy pre dieťa/žiaka:

- Vysvetlí, že lienka prechádza vývojom od larvy po dospelého jedinca.
- Určí a spočíta počet bodiek na lienke.
- Navrhne cestu pre Ozobota (pomocou Ozokódov) ako symbolickú cestu dospievania lienky.
- Vytvorí sedem čiernych bodiek na plášť Ozobota pomocou 3D pera,
- Prezentuje hudobno-pohybovú cestu Ozobota na rytmus piesne „Sedembodkovaná lienka“.
- Reflektuje svoj postup a spoluprácu v skupine.

Plán hodiny (fázovaný opis)

1. Úvod – motivácia, ciele, kritériá (Evokácia)

- Rozhovor s deťmi/žiakmi: Čo vieme o lienkach? Ako vyzerajú? Koľko majú bodiek?
- Brainstorming: „Ako lienke pribúdajú bodky?“
- Uvedenie cieľov vzdelávacej aktivity/vyučovacej hodiny: Spoločne zistíme, ako lienka dospieva a ako sa mení.
- Predstavenie Ozobota – „Sedembodkovanú Ozobotku“, ktorá bude lienku sprevádzať.

Pomôcky: Obrázky lienky, Ozobot, fixky, papier, plátno, interaktívna tabuľa.

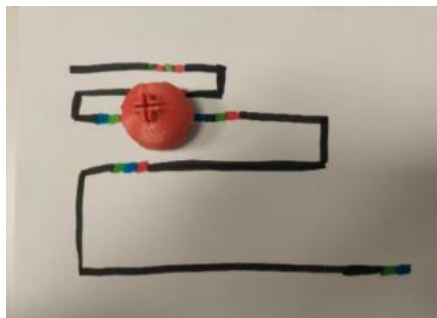


Obrázok 32 Obrázok lienky

2. Učenie sa dieťaťa/žiaka – spracovanie poznatkov (Uvedomenie si významu)

- Deti/žiaci pozorujú obrázky alebo video o životnom cykle lienky.
- Diskusia: Čo sa deje, keď lienka dorastie? Ako získava svoje bodky?
- Praktická aktivita: Návrh cesty pre Ozobota (pomocou farebných kódov – Ozokódov).
- Úloha: „Pomôžme lienke získať jej sedem bodiek!“
- Na trase Ozobota deti umiestňujú papierové bodky – po každej zastávke sa pridá jedna.
- Deti/žiaci programujú Ozobota, aby prešiel celou trasou.

Pomôcky: Ozobot, fixky, biely papier, farebné Ozokódy, bodky z papiera, červený „plášť“ pre Ozobota.

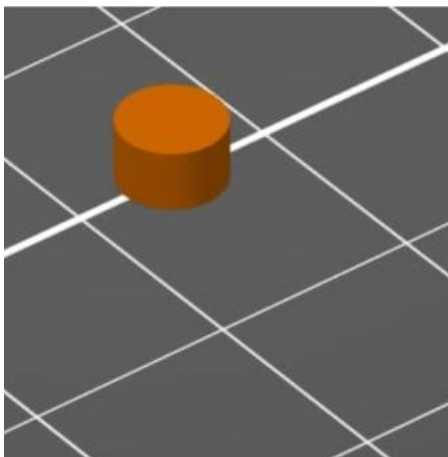


Obrázok 33 Návrh cesty pre Ozobota

3. 3D modelovanie – CAD (tvorivá fáza)

(prispôsobené veku dieťaťa/žiaka, môže byť realizované manuálne alebo digitálne)

- Deti/žiaci navrhujú model krídel lienky – tvar, počet bodiek, farby.
- Deti/žiaci môžu modelovať krídla z papiera, plastelíny, pomocou 3D pera alebo v jednoduchom 3D programe (napr. Tinkercad).
- Cieľom je pochopiť, ako tvar a farba lienky pomáhajú v prírode (kamufláž, varovné sfarbenie)



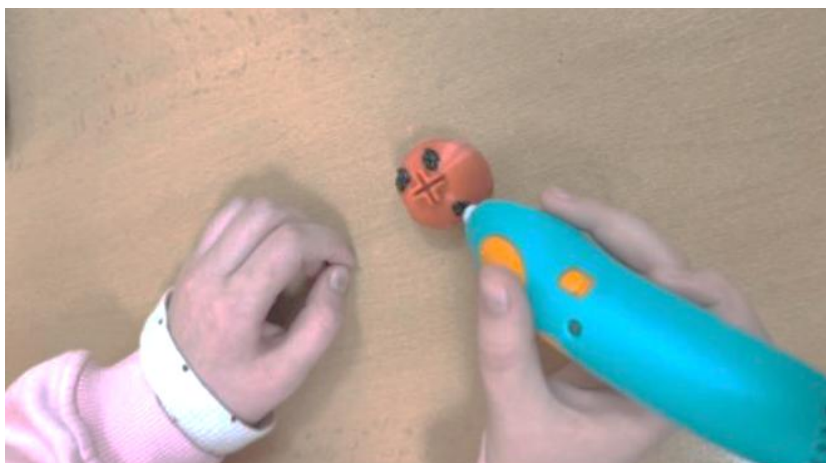
Obrázok 34 Digitálne modelovanie

4. 3D tlač – slicing a tlač (alebo tvorivá realizácia)

- Učiteľ (alebo deti/žiaci) vytlačia jednoduchý 3D model lienky a bodiek.
- Alternatívne: deti/žiaci vytvoria lienku ako papierovú ozdobu na Ozobota.
- Dokončia „plášť“ pre Ozobota – červený obal so siedmimi čiernymi bodkami.



Obrázok 35 Jednoduchý 3D model lienky



Obrázok 36 Dokončenie „plášť“ pre Ozobota

Hodnotenie – prehľad

Spoločná aktivita: Spomienková cesta Ozobota – deti/žiaci spustia Ozobota po trase na pieseň „Sedembodkovaná lienka“.

Deti/žiaci opisujú, čo sa naučili, čo sa im podarilo, čo by urobili inak.

Učiteľ kladie otázky: Ako sa lienka mení? Ako sme pomohli Ozobotke získať sedem bodiek? Čo sa vám páčilo najviac? (čo sa deťom/žiakom podarilo, príp. nepodarilo v rámci realizácie jednotlivých častí projektu)

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

- 1) Rozumie/vie študent (dieťa/žiak) princípu zmeny v životnom cykle lienky?
 - Metóda: Myšlienková mapa, diskusia.
- 2) Vytvoril študent (dieťa/žiak) plášť alebo model lienky s príslušnými bodkami?
 - Metóda: Posúdenie produktu – v tomto prípade na model krídel a plášťa lienky, trasy Ozobota, počet bodiek, vizuálne spracovanie a funkčnosť pohybu.
 - Stanovenie kritérií: presnosť počtu bodiek na plášti (7 bodiek); farebné a tvarové vyhotovenie plášťa a krídel; funkčnosť trasy Ozobota (či Ozobot prejde celú cestu podľa návrhu); kreatívny a estetický prístup k modelu.
 - Pozorovanie a hodnotenie: Učiteľ alebo spolužiaci sledujú produkt a vyhodnocujú podľa stanovených kritérií.
 - Spätná väzba: Posúdenie produktu sa kombinuje s krátkou diskusiou – čo sa podarilo, čo je možné zlepšiť, ako produkt reflektuje vedomosti o životnom cykle lienky.
 - Dokumentácia: Fotografie hotového produktu; Krátky popis alebo prezentácia dieťaťa/žiaka o jeho modeli.
- 3) Dokáže študent (dieťa/žiak) prezentovať výsledok svojej práce a opísať postup?
 - Metóda: Prezentácia, peer review – deti/žiaci tak majú možnosť nielen ukázať svoj produkt (napr. plášť lienky, trasu Ozobota), ale aj reflektovať a hodnotiť produkty svojich spolužakov, čo podporuje komunikáciu, kritické myslenie a sociálne zručnosti.
 - Príprava prezentácie: Dieťa/žiak vysvetlí, ako vytvoril svoj model (plášť, krídla lienky, Ozobot trasu), zdôrazní počet bodiek, farebné riešenie, funkčnosť trasy a inovatívne nápady.
 - Prezentácia pred triedou alebo skupinou: Dieťa/žiak prezentuje svoj produkt a demonštruje, ako Ozobot prechádza trasou, ostatní deti/žiaci sledujú a kladú otázky, čím sa rozvíja diskusia a schopnosť argumentovať.
 - Peer review – hodnotenie spolužiakmi: Dieťa/žiak krátko ohodnotí produkt rovesníka podľa jednoduchých kritérií: Počet a správne umiestnenie bodiek; Farebné a tvarové

spracovanie; Funkčnosť trasy Ozobota; Kreatívny a estetický prístup. Hodnotenie môže byť slovné alebo vizuálne (napr. hviezdčky, smajlíky, farebné lístky).

- Spätná väzba a reflexia: Dieťa/žiak prijíma komentáre od spolužiakov a učiteľa. Diskutuje sa o tom, čo sa podarilo, čo je možné zlepšiť, a ako produkt súvisí s učením sa o životnom cykle lienky.

4) Implementuje/zlepší svoj návrh alebo opravil chyby po spätnej väzbe?

- Metóda: Revízia prototypu – dieťa/žiak analyzuje a upravuje svoj predbežný produkt (napr. model plášťa alebo krídel lienky, trasu Ozobota) na základe skúseností, testovania alebo spätnej väzby od učiteľa či spolužiakov.
- Testovanie prototypu: Dieťa/žiak nechá Ozobota prejsť trasou alebo zhodnotí 3D model plášťa a bodiek, sleduje, či sa Ozobot pohybuje správne, či plášť funguje a bodky sú umiestnené podľa plánu.
- Analýza a identifikácia nedostatkov: Dieťa/žiak alebo učiteľ spoločne zisťujú, čo nefunguje (napr. trasa Ozobota koliduje, plášť sa nehodí na Ozobota, počet bodiek nie je správny).
- Úprava prototypu: Dieťa/žiak upraví model, trasu alebo plášť podľa zistených nedostatkov, pri 3D modelovaní môže zmeniť tvar, veľkosť, umiestnenie bodiek, farbu alebo proporcie.
- Testovanie a opätovná kontrola: Upravený prototyp sa opäť otestuje, hodnotí jeho funkčnosť a estetiku. Proces môže byť opakovaný, kým je produkt uspokojivý.

5) Spolupráca v tíme pri tvorbe a programovaní Ozobota?

- Metóda: Pozorovanie, sebahodnotenie – spája priame pozorovanie správania a činnosti dieťaťa/žiaka učiteľom alebo spolužiakmi s reflexiou vlastného učenia sa a výkonu dieťaťa/žiaka. Umožňuje identifikovať, ako dieťa/žiak spolupracuje, rieši problémy, tvorivo uvažuje a aplikuje získané poznatky pri využití Ozobota a 3D modelovania.
- Pozorovanie učiteľom: Učiteľ sleduje aktivitu dieťaťa/žiaka počas práce na modeli lienky, tvorbe trasy Ozobota alebo prezentácie, zameriava sa na spoluprácu v tíme, správnosť krokov, kreativitu, dodržiavanie pokynov a bezpečnosť.
- Pozorovanie rovesníkmi (voliteľné): Spolužiáci sledujú, ako ich spolužiak vykonáva jednotlivé činnosti, a poskytujú krátku spätnú väzbu (napr. čo sa mu podarilo).
- Sebahodnotenie dieťaťa/žiaka: Dieťa/žiak hodnotí sám seba pomocou jednoduchého formulára alebo diskusie: Čo sa mi podarilo?, Čo by som zlepšil pri ďalšej aktivite?, Aké schopnosti som nadobudol? Ako som spolupracoval s ostatnými?
- Spätná väzba a reflexia: Učiteľ diskutuje s dieťaťom/žiakom o jeho sebahodnotení a dopĺňa postrehy zo svojho pozorovania, dieťa/žiak sa učí kriticky hodnotiť vlastnú činnosť a stanoviť si ciele na ďalšie úlohy.

Doplňujúce informácie: Téma umožňuje diferencované učenie sa – deti/žiaci môžu podľa schopností navrhovať jednoduchšie alebo zložitejšie trasy pre Ozobota.

Učebné zdroje/podporné materiály:

- Obrázky životného cyklu lienky, Ozobot, fixky, papier, hudba „Sedembodkovaná lienka“, pracovné listy, video o hmyze.

Evalvačné zdroje/materiály:

- Pozorovacie listy, myšlienková mapa, fotodokumentácia, sebahodnotiaci hárok.

Iné zdroje/materiály:

- Tinkercad (alebo iný 3D program), 3D tlačiareň (ak je dostupná), výtvarné pomôcky.

5.2.2 Obrázkové čítanie

Vzdelávacia oblasť: Jazyk a komunikácia, Človek a svet práce, Umenie a kultúra, Matematika a práca s informáciami, Človek a príroda

Vyučovaci predmet: Slovenský jazyk a literatúra (literárna výchova), Pracovné vyučovanie, Výtvarná výchova

Ročník: 3. ročník ZŠ

Celkový čas: 1x45 minút

Prierezové gramotnosti:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie spolupráce, empatie, komunikácie a schopnosti riešiť problémové situácie prostredníctvom príbehu a tímovej práce.

Environmentálna výchova – uvedomovanie si vzťahu človeka k prírode, zvieratám a prostrediu prostredníctvom tematických úloh z príbehu.

Mediálna a digitálna výchova – zmysluplné využitie technológie (3D pero) ako nástroja tvorivého a aktívneho učenia.

Obsahový štandard: Žiak prostredníctvom obrázkového čítania a tvorivých úloh rozvíja čitateľskú gramotnosť, predstavivosť a schopnosť interpretovať príbeh. Prepája literárny text s výtvarnou a technickou činnosťou. Prostredníctvom praktických úloh rieši problémové situácie a uplatňuje vlastné nápady a skúsenosti.

Výkonový štandard: Žiak rozumie obrázkovému príbehu, aktívne sa zapája do jeho dotvárania, rieši úlohy vyplývajúce z deja, používa 3D pero na vytváranie jednoduchých tvarov a objektov, spolupracuje v skupine a dokáže slovne vyjadriť svoje riešenia.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- žiak rozvíja porozumenie príbehu a dejovej postupnosti,
- žiak rieši problémové úlohy vyplývajúce z príbehu,
- žiak prepája text, obraz a praktickú činnosť.

Afektívny cieľ:

- žiak prejavuje záujem o príbeh a tvorivé činnosti,
- žiak rozvíja empatiu a schopnosť pomáhať druhým,
- žiak zažíva pocit úspechu z vyriešenia úloh.

Psychomotorický cieľ:

- žiak rozvíja jemnú motoriku pri práci s 3D perom,
- žiak manipuluje s materiálom a nástrojmi,
- žiak dodržiava bezpečnostné pravidlá pri práci.

STEAM:

S (Science) – Pozorovanie prírodných javov v príbehu (oceán, zvieratá, svetlo).

T (Technology) – Používanie 3D pera ako nástroja na tvorbu riešení.

E (Engineering) – Navrhovanie a tvorba objektov (batož, loď, vodítko) podľa zadania.

A (Art) – Výtvarné dotváranie príbehu, práca s farbou a tvarom.

M (Math) – Práca s tvarmi, počítanie, logické uvažovanie a jednoduché výpočty v úlohách príbehu.

Organizácia výučby:

Vyučovanie prebieha v triede s možnosťou práce v skupinách. Trieda je usporiadaná tak, aby mali žiaci dostatok priestoru na spoločné sledovanie obrázkového príbehu a následnú tvorivú činnosť. Aktivita je realizovaná ako integrované vyučovanie, v ktorom sa strieda spoločná práca s individuálnou a skupinovou činnosťou. Učiteľ zabezpečuje organizačný dohľad, riadi priebeh príbehu a metodicky usmerňuje riešenie úloh.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – spoločné čítanie a interpretácia obrázkového príbehu.
- **Skupinová práca** – riešenie úloh vyplývajúcich z deja príbehu.
- **Individuálna činnosť v skupine** – tvorba konkrétnych objektov pomocou 3D pera.
- **Riadená diskusia** – spoločné hľadanie riešení a interpretácia príbehu.
- **Záverečná reflexia** – zhrnutie príbehu a prezentácia riešení.

Vyučovacie metódy: obrázkové čítanie a interpretácia, rozhovor a riadená diskusia, problémové vyučovanie, tvorivé a zážitkové učenie, učenie sa prostredníctvom činnosti (learning by doing), skupinová spolupráca a reflexia.

Didaktické prostriedky: obrázkový príbeh „Výprava za stratenou hviezdou“, nízкотеплотné 3D pera určené pre deti, filamenty rôznych farieb, podložky odolné voči teplu, pracovné listy alebo zadania k príbehu, papier, ceruzky, pastelky, hotové ukážkové výrobky (podľa možnosti).

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Učiteľ vytvorí pokojnú atmosféru a pripraví obrázkový príbeh.

Učiteľ:

„Dnes si spolu prečítame príbeh trochu inak. Nebudeme čítať písmená, ale obrázky. Skúsime zistiť, čo sa v príbehu deje a ako by sme mohli pomôcť jeho hrdinom.“

Učiteľ:

„Čo si myslíte, o čom môže byť príbeh, keď sa volá Výprava za stratenou hviezdou?“

PO: „Budú ju hľadať.“ „Možno sa stratila na oblohe.“

Učiteľ postupne ukazuje jednotlivé obrázky príbehu.

Učiteľ:

„Pozrite sa na tento obrázok. Kde sa asi nachádzame?“

PO: „Na mori.“ „Na ostrove.“

Učiteľ kladie doplňujúce otázky:

- „Kto je na obrázku?“
- „Čo sa tu asi stalo?“
- „Ako sa postavy môžu cítiť?“

Žiaci opisujú obrázky vlastnými slovami a spoločne dotvárajú dej príbehu.

Učiteľ nadviaže na konkrétnu situáciu v príbehu.

Učiteľ:

„Naši hrdinovia chcú pokračovať v ceste, ale niečo im chýba. Ako by sme im mohli pomôcť?“

PO: „Postaviť loď.“ „Vyrobiť batoh.“ „Urobiť rebrík.“

Učiteľ vysvetlí:

„Vašou úlohou bude navrhnúť a vytvoriť riešenie, ktoré pomôže hrdinom v príbehu. Použijeme na to 3D pero.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D perom

Učiteľ žiakom pripomenie princíp práce s 3D perom.

Učiteľ:

„Z 3D pera vychádza plastová čiarka, ktorá je najprv mäkká a potom stuhne. Keď budeme pracovať pomaly, vytvoríme pevný tvar.“

Učiteľ zopakuje pravidlá bezpečnosti:

- pracujeme posediačky,
- nedotýkame sa hrotu,
- pero odkladáme na podložku.

Hlavná časť:

Žiaci pracujú v skupinách.

Učiteľ zadá úlohu:

„V skupine sa dohodnite, čo pre hrdinov vyrobíte a ako to bude fungovať.“

Žiaci: navrhujú riešenie, rozdeľujú si úlohy, vytvárajú jednoduché objekty pomocou 3D pera.

Učiteľ priebežne usmerňuje:

- „Na čo bude váš predmet slúžiť?“
- „Bude dosť pevný?“

Každá skupina predstaví svoje riešenie.

Učiteľ:

„Ukážte nám, čo ste vytvorili a ako to pomôže hrdinom.“

Žiaci: prezentujú výrobok, opisujú jeho využitie, spoločne pokračujú v príbehu podľa navrhnutých riešení.

Záverečná časť:

Učiteľ vedie krátku reflexiu.

Učiteľ: „Čo sa vám dnes páčilo najviac?“ „Čo bolo najťažšie?“

Žiaci odpovedajú vlastnými slovami.

Učiteľ zhrnie hodinu: „Dnes ste boli čitateľmi, rozprávačmi aj tvorcami. Pomohli ste príbehu pokračovať vlastnými nápadmi.“

Medzipredmetové prepojenie

Slovenský jazyk a literatúra (literárna výchova)

Aktivita rozvíja čitateľskú gramotnosť prostredníctvom obrázkového čítania. Žiaci interpretujú dej príbehu, vyjadrujú svoje myšlienky, pocity a domnienky, rozvíjajú porozumenie príbehu a schopnosť tvoriť súvislé rozprávanie. Príbeh podporuje rozvoj fantázie a porozumenia neverbálnemu textu.

Výtvarná výchova

Žiaci výtvarne dotvárajú príbeh prostredníctvom tvorby jednoduchých objektov pomocou 3D pera. Pracujú s tvarom, farbou a kompozíciou, rozvíjajú tvorivosť a estetické cítenie.

Technika/Pracovné vyučovanie

Žiaci sa oboznamujú so základmi práce s jednoduchým technickým nástrojom. Učia sa plánovať pracovný postup, spolupracovať v skupine a dodržiavať bezpečnostné pravidlá pri práci s 3D perom.

Matematika a práca s informáciami

Pri tvorbe riešení žiaci pracujú s tvarmi, priestorovými vzťahmi a jednoduchým logickým uvažovaním. Uvažujú o veľkosti, pevnosti a funkčnosti vytvorených objektov.

Osobnostný a sociálny rozvoj

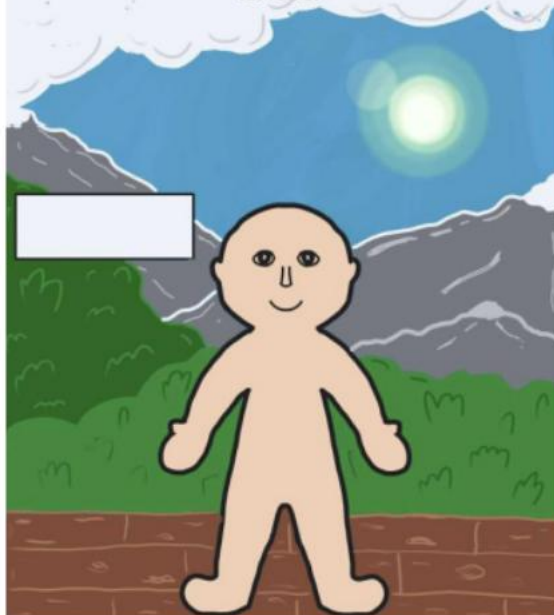
Aktivita podporuje spoluprácu, komunikáciu, empatiu a schopnosť riešiť problémové situácie v skupine. Žiaci sa učia rešpektovať názory druhých a spoločne hľadať riešenia.

Fotodokumentácia



Obrázok 37 Príbeh o stratenej hviezde

Úloha č. 1 : Pomocou 3D pera máš možnosť vytvoriť si svojho superhrdinu. Dokresli postavičku oblečenie na výpravu, čarovný prútik, či meč, vymysli jej meno a zapíš ho do rámčeka.

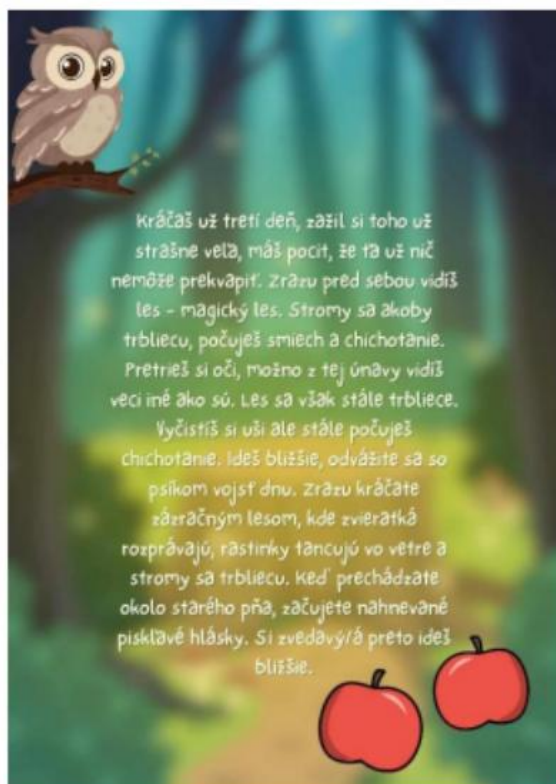


Na výprave ťa čakajú rôzne situácie, v ktorých budeš musieť zakročiť a preto potrebuje každý dobrodruh svoj batoh, do ktorého si zbalí všetky veci.

Úloha č. 2: 3D perom obkresli batoh a zakrúžkuj veci, ktoré si do neho zabališ.



Obrázok 38 Úlohy z pracovného listu I.



Obrázok 21 Úlohy z pracovného listu II.



Obrázok 22 Úlohy z pracovného listu III.



Obrázok 39 Úlohy z pracovného listu IV

Reflexia:

Vyučovacia hodina bola zameraná na rozvoj čitateľskej gramotnosti a tvorivého myslenia prostredníctvom obrázkového čítania a praktických úloh. Žiaci prejavovali vysokú mieru záujmu o príbeh a aktívne sa zapájali do jeho interpretácie a dotvárania.

Pozitívne sa prejavila práca v skupinách, kde si žiaci rozdelili úlohy a navzájom si pomáhali pri navrhovaní riešení. Práca s 3D perom bola pre žiakov silným motivačným prvkom a podporila ich tvorivosť, sústredenosť a jemnú motoriku.

Niektorí žiaci potrebovali viac usmernenia pri plánovaní funkčnosti vytvoreného objektu, čo je vhodné zohľadniť pri ďalšej realizácii aktivity. Bezpečnostné pravidlá boli dodržiavané a práca prebiehala v pokojnej atmosfére.

Ciele aktivity boli splnené. Žiaci porozumeli príbehu, dokázali navrhnúť riešenia problémových situácií a prezentovať svoje nápady pred triedou.

Do budúcnosti sa odporúča:

- rozdeliť príbeh na viac častí a pracovať s ním postupne,
- zapojiť ďalšie tvorivé úlohy podľa deja príbehu,
- využiť obrázkové čítanie ako pravidelnú formu práce na hodinách literárnej výchovy.

5.2.3 Výroba vianočných ozdôb pomocou 3D pera

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce – Technika

Vyučovací predmet: Výtvarná výchova a Pracovné vyučovanie

Ročník: 3. ročník ZŠ

Celkový čas: 2:45 hod.

Prierezové témy:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie kreativity, posilňovanie trpezlivosti, jemnej motoriky, spolupráca.

Environmentálna výchova – zodpovedné používanie pomôcok a minimalizovanie odpadu, tvorba ozdôb ako alternatíva ku kupovaným.

Mediálna výchova – práca s modernou technológiou ako nástrojom tvorby.

Obsahový štandard: Žiak vytvára jednoduché výrobky z prírodných materiálov (napr. mach, vlna, šúpolie, kamienky) a z technických materiálov (napr. drôt, gombíky, koráliky a pod.) s využitím primeraných pracovných postupov.

Výkonový štandard: Žiak realizuje jednoduché projekty s využitím vhodných techník, technológií, prírodných a technických materiálov a pri práci dodržiava zásady bezpečnosti a ochrany zdravia (BOZP).

Kognitívny cieľ:

- Žiak pochopí princíp fungovania 3D pera a jeho možnosti pri tvorbe predmetov.
- Žiak vie vysvetliť, čo je 3D pero a na aký účel sa používa.

Afektívny cieľ:

- Žiak sa aktívne zapája do tvorby vianočných ozdôb pomocou 3D pera.
- Žiak spolupracuje s ostatnými pri spoločnej tvorbe a rešpektuje pravidlá tímovej práce.

Psychomotorický cieľ:

- Žiak vytvára jednoduché predmety (ozdoby) podľa predlohy aj podľa vlastného návrhu pomocou 3D pera.
- Žiak sa oboznámi s bezpečnou manipuláciou 3D pera a používa ho správnym pracovným postupom.

STEAM:

S (Science) – Žiaci pozorujú tavenie plastu pôsobením tepla a následné tuhnutie materiálu pri chladení.

T (Technology) – Žiaci sa oboznámia s funkciou a ovládaním 3D pera.

E (Engineering) – Návrh a konštruovanie tvarov vianočných ozdôb.

A (Art) – Žiaci navrhujú a vytvárajú vlastný dizajn vianočnej ozdoby.

M (Math) – Práca s tvarmi, určenie veľkosti, porovnanie rozmerov.

Organizácia výučby: Výučba prebieha v triede, žiaci pracujú v laviciach v rámci pripraveného pracovného priestoru.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ vysvetľuje, demonštruje a vedie spoločnú časť aktivity.
- **Individuálna práca** – žiaci samostatne realizujú tvorivú úlohu podľa predlohy alebo vlastného návrhu.

Vyučovacie metódy: rozhovor, diskusia, demonštrácia postupu, inštruktáž k práci s 3D perom, STEAM metóda, prezentácia (vizuálne ukážky, prípadne video), reflexia (zhodnotenie procesu a výsledkov).

Didaktické prostriedky: pracovné podložky, papiere na návrhy, tri 3D perá, filamenty (tuhy do 3D pier) rôznych farieb, šablóny vianočných ozdôb, inštruktážne video k práci s 3D perom (voliteľné).

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Žiaci sedia na svojich miestach v laviciach. Učiteľ začne hodinu riadeným rozhovorom a pýta sa:

„Viete, aký sviatok sa blíži?“

Predpokladaná odpoveď (PO): „Vianoce.“

„Čo je podľa vás typické pre Vianoce?“

PO: „Darčeky, stromček, jedlo, rodina...“

„A čo máte najčastejšie na stromčeku?“

PO: „Ozdoby, hviezdu, salónky...“

„Ako vyzerajú vianočné ozdoby?“

PO: „Gul'até, farebné...“

Učiteľ nadviaže:

„Správne. A dnes si jednu takú ozdobu sami vyrobíme. Z čoho by sme ju podľa vás mohli vytvoriť?“

PO: „Z papiera, plastu, kartónu...“

Učiteľ sa ďalej pýta:

„Počuli ste už niekedy o 3D pere?“

PO: „Áno. / Nie.“

Učiteľ žiakom ukáže 3D perá aj filamenty a pokračuje:

„Prečo sa podľa vás volá 3D pero práve '3D'?“

PO: „Lebo bude vytvárať skutočné ozdoby...“

Učiteľ vysvetlí:

„Áno, 3D pero umožňuje vytvárať priestorové tvary – napríklad gul'u alebo iný tvar podľa vašej fantázie. Môže to byť ozdoba, ktorá bude visieť na stromčeku a nebude pripevnená na papier.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D perom

Učiteľ sa opýta:

„Ako si myslíte, že sa s 3D perom pracuje?“

PO: „Budeme kresliť na papier...“

Potom vysvetlí správny postup jednoduchým jazykom:

„3D pero funguje tak, že sa do neho vloží náplň – filament. Po zapojení do elektriny sa filament zohreje, roztaví a po stlačení tlačidla vyteká z pera ako mäkký plast. Ten tuhne do tvaru, ktorý nakreslíme. Kreslíme na plastovú podložku, pričom môžeme používať aj papierové šablóny pod ňou. Keď plast stuhne, tvar jednoducho odlepíme z podložky a môžeme ho spájať do trojrozmerného objektu.“

Učiteľ môže doplniť výklad aj ukážkou:

„Pozrieme si krátke video, aby ste videli, ako 3D pero zapnúť a ako s ním pracovať.“
(vložený link) <https://www.youtube.com/watch?v=pl1ujnWg3Gc>

Hlavná časť:

Učiteľ nadviaže na úvodnú aktivitu:

„Ako sme si na začiatku povedali, dnes budeme vyrábať vianočné ozdoby pomocou 3D pera.“ Skôr než žiaci začnú pracovať, je dôležité, aby si premysleli tvar a dizajn ozdoby, ktorú chcú vytvoriť. Učiteľ môže ponúknuť vopred pripravené šablóny (vložené v euroobaloch), šablóny vytlačené na tvrdej plastovej podložke, alebo nechá žiakov vytvoriť vlastný návrh. (Pozn.: Ak sú šablóny iba na papieri bez ochrany, môže sa stať, že po kreslení 3D perom nepôjde hotová ozdoba z papiera dobre odlepiť.)

Učiteľ žiakom názorne ukáže, ako držať 3D pero – podobne ako obyčajné pero, ako ho zapnúť a vypnúť, ktoré tlačidlo stlačiť pri kreslení, ako vymieňať filament, ak je to potrebné. Následne upozorní na bezpečnosť, napríklad že nechytáme sa prednej časti pera, odkiaľ vychádza roztavený filament, pero vždy pokladáme na určenú podložku, keď s ním nepracujeme, vždy ho vypneme, ak ho nepoužívame, nechodíme po triede so zapnutým 3D perom, dbáme na bezpečnosť vlastnú aj spolužiakov.

Po vysvetlení postupu začnú žiaci pracovať samostatne. Môžu:

- kresliť podľa šablóny,
- alebo vytvoriť vlastný návrh,
- kombinovať farby filamentov,
- vytvoriť jednoduchú dvojrozmernú ozdobu,
- alebo poskladať viac častí do jednoduchého 3D tvaru.

Pre príjemnú, tvorivú atmosféru môže učiteľ počas práce pustiť tichú vianočnú hudbu.

Po dokreslení šablóny a výbere filamentov nasleduje samotná práca s 3D perom.

- **Výber šablóny alebo vlastného jednoduchého tvaru.** Žiaci si vyberú šablónu alebo si zvolia jednoduchý vlastný návrh. Ak je na podložke priestor bez nakresleného tvaru, môžu si tam vyskúšať manipuláciu s 3D perom, napríklad kresliť čiary či krátke úsečky, aby získali cit pre nástroj.
- **Bezpečnostný dohľad učiteľa.** Učiteľ priebežne dozerá na bezpečnú prácu so zariadením a pripomína pravidlá (nechytáť horúcu špičku, nepracovať so zapnutým perom v pohybe, správne pokladať pero na stojan/podložku).
- **Obtŕahovanie tvaru.** Keď si žiak prácu vyskúša, začne obtŕahovať kontúry tvaru na podložke. Počet vrstiev závisí od toho, akú hrúbku a pevnosť chce ozdoba mať – môže prejsť obrysy viackrát, prípadne doplniť výstuž vo vnútri tvaru.
- **Výmena farby.** Ak chce žiak zmeniť farbu, môže minúť zvyšok filamentovej struny na skúšobnej ploche, alebo sa opýtať spolužiaka, či ju nepotrebuje. *(Zabraňuje sa tým plytvaniu materiálom.)*
- **Tuhnutie a odlepovanie.** Po dokončení nechajú žiaci ozdobu **vychladnúť na podložke** a následne ju jemne odlepia. Hotový tvar uložia na parapet alebo na určené miesto.
- **Dokončenie ozdoby.** Po úplnom stuhnutí je možné cez ozdobu **prevliecť špagát alebo stužku**, aby sa dala zavesiť na stromček či výstavnú plochu.
- **Priebežná pomoc učiteľa.** Učiteľ počas celej práce obchádza žiakov, poskytuje podporu, upravuje pracovné postupy a kladie dôraz na bezpečnosť pri narábaní s 3D perom.

Doplňujúca aktivita – jednoduchý pokus počas tuhnutia ozdôb

Kým ozdoby na podložkách tuhnú, môžeme so žiakmi urobiť jednoduchý pokus, v ktorom porovnáme tvrdosť plastu pred ohrevom a po ohreve. Učiteľ v krátkosti vysvetlí princíp – že ide o fyzikálnu zmenu spôsobenú teplom (tavenie a následné tuhnutie).

- **Pozorovanie materiálu pred ohrevom.** Učiteľ žiakom ukáže filament (náplň do 3D pera) v jeho pôvodnej podobe a položí otázku: „Aký je tento materiál pred ohrevom?“ Predpokladaná odpoveď (PO): „Je tvrdý, pevný, má svoj tvar...“
- **Pozorovanie materiálu po ohreve.** Učiteľ nadviaže otázkou: „Čo sa stane s plastom, keď prejde cez 3D pero a zohreje sa?“ PO: „Začne sa topiť, je mäkký, dá sa ohýbať...“ Učiteľ vysvetlí, že pri pôsobení tepla sa plast roztaví, stane sa tvárnym, a po ochladení opäť stuhne do nového tvaru.
- **Otázky na porozumenie.** Učiteľ sa ďalej pýta: „Prečo plast teplom mäkne?“ PO: „Lebo je tam teplo a roztápa sa...“ „Ktoré vianočné tvary sú podľa vás pevné a ktoré krehké? PO: „Pevné sú tie, ktoré sú viackrát obtiahnuté. Krehké sú tie, ktoré sú len raz/dvakrát alebo nerovnomerne obtiahnuté.“ „Čo by sa stalo, keby bola ozdoba veľmi tenká? PO: „Mohla by sa zlomiť, nedala by sa zavesiť, neudržala by špagát...“
- **Diskusia so žiakmi.** Učiteľ so žiakmi spoločne diskutuje, porovnáva ich odpovede a upevňuje poznatky o tom, ako teplo mení vlastnosti plastu, hrúbka a počet vrstiev ovplyvňuje pevnosť ozdoby, správny pracovný postup vedie k trvácnejšiemu výsledku.

Záverečná časť:

Na záver hodiny sa so žiakmi vrátíme k tomu, čo sme sa dnes naučili. Učiteľ kladie reflexné otázky: „Ako sa pracuje s 3D perom?“ „Čo všetko 3D pero potrebuje, aby fungovalo?“ „Aké predmety alebo ozdoby by sa dali pomocou 3D pera ešte vyrobiť?“

Každý žiak si vezme svoju hotovú ozdobu a krátko ju predstaví:

- aký tvar si vybral,
- aké farby použil a prečo,
- čo mu išlo ľahko,
- čo bolo náročnejšie a prečo,
- čo by na budúce urobil inak, ak by mal pracovať s 3D perom znova.

Učiteľ podporuje atmosféru pozitívnej reflexie a tvorivého zhodnotenia. Hotové ozdoby môžeme:

- zavesiť na nástenku,
- využiť na výzdobu vianočného stromčeka v triede,
- alebo si ich žiaci môžu pred prázdninami odniesť domov a zavesiť na svoj vlastný stromček.

Medzipredmetové prepojenie

Matematika (geometria): Vyrobené ozdoby môžeme využiť aj na nasledujúcich hodinách matematiky, napríklad pri téme geometrických tvarov a útvarov. So žiakmi môžeme:

- pomenovať tvary (kruh, ovál, trojuholník, hviezda, srdce...),
- porovnať rozdiel medzi rovinnými a priestorovými útvarmi,
- spočítať počet strán alebo rohov,
- zmerať veľkosť jednotlivých častí (napr. priemer, výšku, šírku),
- určiť, či je tvar symetrický, a ak áno, kde má os symetrie.

Takto sa ozdoby stanú nielen estetickým výrobkom, ale aj didaktickou pomôckou, ktorá podporí chápanie geometrických pojmov v reálnom kontexte.

Fotodokumentácia



Obrázok 40 Šablóny vianočných ozdôb



Obrázok 41 Tvorba ozdôb s 3D perom



Obrázok 42 Hotové 3D vianočné ozdoby

Reflexia:

Vyučovacia hodina bola zameraná na oboznámenie žiakov s prácou s 3D perom a na rozvoj ich tvorivosti a technických zručností. V motivačnej časti sme žiakom predstavili 3D pero, vysvetlili jeho využitie, spôsob fungovania a pracovný postup. Zároveň sme ich oboznámili s tým, aký výrobok budú vytvárať a aké kroky bude práca vyžadovať.

Keďže sme mali k dispozícii iba tri 3D perá, práca prebiehala počas troch vyučovacích hodín paralelne s bežným vyučovaním. Aktivita bola integrovaná do predmetov informatika, výtvarná výchova a pracovné vyučovanie. Počas jednotlivých hodín sme postupne vyvolávali žiakov, aby si prácu s 3D perom vyskúšali, zatiaľ čo ostatní pokračovali v štandardných činnostiach v rámci vyučovania. Tým sme zabezpečili plynulý chod hodiny a zároveň umožnili každému žiakovi vytvoriť vlastnú vianočnú ozdobu.

Počas celej práce s 3D perom sme boli žiakom plne k dispozícii, poskytovali sme pomoc, vysvetľovali postupy, pripomínali bezpečnostné pravidlá a podľa potreby opakovali jednotlivé kroky. Žiaci mali možnosť pracovať vlastným tempom, konzultovať svoje nápady a postupne si osvojiť základné techniky práce s týmto technologickým nástrojom.

Ku každému 3D peru bola pripravená jedna pracovná šablóna doplnená o farebné filamenty. Na každej šablóne sa nachádzalo šesť vianočných predlôh, z ktorých si žiaci mohli vybrať jednu a obkresliť ju pomocou 3D pera. Po dokončení ozdoby sme na hotové výrobky upevnili šnúрку, aby si ich žiaci mohli zavesiť na svoj vianočný stromček alebo ich podarovať ako vianočný darček.

Žiaci o aktivitu prejavovali veľký záujem. Práca s 3D perom ich veľmi bavila a s nadšením čakali, kedy príde na rad. Práca však mala aj svoje obmedzenia. Najväčšou nevýhodou bol nízky počet 3D pier (3 kusy), čo si vyžadovalo postupné vyvolávanie žiakov a spôsobovalo dlhšie čakanie. Ďalším problémom bolo rýchle vybíjanie pier, ktoré bolo potrebné opakovane nabíjať. V jednom z pier sa dokonca počas aktivity zasekol filament, takže počas poslednej vyučovacej hodiny sme mali k dispozícii iba dve funkčné perá, čo ešte viac spomalilo priebeh práce.

Napriek týmto technickým a organizačným obmedzeniam hodnotíme realizáciu aktivity pozitívne. Žiaci si mohli vyskúšať prácu s novou technológiou, vyrobiť si vlastnú ozdobu a rozvíjať svoju tvorivosť, jemnú motoriku a technické zručnosti. Ciele aktivity považujeme za splnené.

Do budúcnosti by bolo vhodné zabezpečiť väčší počet 3D pier, ideálne tak, aby mala každá lavica k dispozícii jedno pero. Táto zmena by umožnila plynulejší, časovo efektívnejší priebeh práce a aktívnejšie zapojenie všetkých žiakov.

5.2.4 Rastlina a jej časti

Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda, Človek a svet práce, Umenie a kultúra

Vyučovací predmet: Prvouka, Technika, Výtvarná výchova

Ročník: 2. ročník ZŠ

Celkový čas: 2x45 min

Prierezové gramotnosti:

Environmentálna výchova – uvedomenie si významu rastlín pre život, poznávanie stavby rastliny a jej funkcií prostredníctvom priameho pozorovania a tvorby modelu.

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie spolupráce v skupine, komunikácie, zodpovednosti za spoločnú prácu a schopnosti prezentovať výsledok.

Mediálna a digitálna výchova – zmysluplné a bezpečné využívanie jednoduchého technologického nástroja (3D pero) pri učení.

Obsahový štandard: Žiak spoznáva základné časti rastliny (koreň, stonka, list, kvet, plod) a ich význam pre život rastliny. Prostredníctvom pozorovania, diskusie a praktickej tvorivej činnosti si vytvára predstavu o stavbe rastliny a vzťahoch medzi jej jednotlivými časťami. Pri práci rozvíja jemnú motoriku a technické zručnosti.

Výkonový štandard: Žiak pomenuje základné časti rastliny, vysvetlí ich funkciu, zhotoví jednoduchý 3D model rastliny alebo jej častí podľa predlohy, spolupracuje v skupine, dodržiava základné bezpečnostné pravidlá pri práci s 3D perom a dokáže prezentovať výsledok svojej práce.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- žiak pozná a pomenuje základné časti rastliny (koreň, stonka, list, kvet, plod),
- žiak chápe základnú funkciu jednotlivých častí rastliny,
- žiak porovná reálnu rastlinu s vytvoreným modelom.

Afektívny cieľ:

- žiak prejavuje záujem o poznávanie prírody prostredníctvom bádateľskej činnosti,
- žiak spolupracuje so spolužiakmi pri tvorbe spoločného modelu,
- žiak zažíva pocit úspechu z dokončenej práce,
- žiak rozvíja pozitívny vzťah k učeniu sa a prírodovedným témam.

Psychomotorický cieľ:

- žiak vytvára jednotlivé časti rastliny pomocou 3D pera,
- žiak rozvíja jemnú motoriku a koordináciu oka a ruky,
- žiak používa 3D pero bezpečne a primerane veku,
- žiak podieľa sa na zostavení 3D modelu rastliny.

STEAM:

S (Science) – Pozorovanie reálnych rastlín, pomenovanie ich častí a vysvetlenie ich funkcie.

T (Technology) – Používanie 3D pera ako nástroja na tvorbu trojrozmerných objektov.

E (Engineering) – Plánovanie postupu práce, skladanie jednotlivých častí rastliny do funkčného celku.

A (Art) – Tvorivé spracovanie modelu rastliny, práca s farbou a tvarom.

M (Math) – Uvažovanie o veľkosti, symetrii a proporciách jednotlivých častí rastliny.

Organizácia výučby: Vyučovanie prebieha v triede, ktorá umožňuje skupinovú prácu. Trieda je usporiadaná tak, aby mali žiaci dostatok priestoru na spoluprácu a bezpečnú manipuláciu s 3D perom. Na viditeľnom mieste je pripravený pracovný stôl na zostavovanie a prezentáciu hotových modelov rastlín.

Žiaci pracujú v malých skupinách (3 – 4 žiaci). Každá skupina vytvára spoločný model rastliny. Učiteľ zabezpečuje organizačný dohľad, metodicky usmerňuje prácu skupín a dbá na dodržiavanie bezpečnostných pravidiel počas celej aktivity.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ uvádza tému, aktivizuje žiakov, vysvetľuje cieľ aktivity a demonštruje prácu s 3D perom.
- **Skupinová práca** – žiaci spolupracujú pri tvorbe jednotlivých častí rastliny a ich skladaní do celku.

- **Individuálna činnosť v skupine** – každý žiak sa podieľa na tvorbe konkrétnej časti rastliny (koreň, list, kvet a pod.).

Vyučovacie metódy: rozhovor a riadená diskusia, pozorovanie a práca s reálnym objektom (rastlina, obrázky), demonštrácia pracovného postupu, projektové a bádateľské vyučovanie, konštruktivistické učenie (learning by making), praktická činnosť, reflexia a sebahodnotenie žiakov.

Didaktické prostriedky: nízkoteplotné 3D perá určené pre deti, filamenty (PLA) rôznych farieb, šablóny jednotlivých častí rastliny (koreň, stonka, list, kvet, plod), podložky odolné voči teplu, reálne rastliny alebo obrázky rastlín, papier, ceruzky, pastelky (na náčrt), pracovná plocha na skladanie modelu.

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Žiaci sedia v skupinách. Učiteľ prinesie živú rastlinu (napr. jahodu) alebo jej obrázok a položí ju na viditeľné miesto.

Učiteľ sa pýta:

„Čo je toto?“

Predpokladaná odpoveď (PO): „Rastlina.“ „Jahoda.“

„Z čoho sa podľa vás rastlina skladá?“

PO: „Má listy.“ „Má kvet.“ „Má korene.“

Učiteľ ukazuje na jednotlivé časti rastliny a pýta sa:

„Na čo slúžia listy?“

PO: „Aby rástla.“ „Aby mala energiu.“

„Prečo má rastlina koreň?“

PO: „Aby držala v zemi.“ „Aby pila vodu.“

Učiteľ uzatvorí motivačnú časť:

„Dnes sa z vás stanú malí bádatelia. Rastlinu nielen preskúmame, ale si ju aj sami vytvoríme – v 3D podobe.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D modelovaním a Tinkercadom

Učiteľ ukáže 3D pero a demonštruje jeho použitie: správny úchop, pomalé vedenie línie, spájanie tvarov.

Zdôrazní bezpečnostné pravidlá: pero držíme pokojne a posediačky, nedotýkame sa hrotu, po práci pero odkladáme na podložku.

Učiteľ vysvetlí zadanie: „Každá skupina vytvorí jednotlivé časti rastliny pomocou 3D pera a potom ich spojí do jedného modelu.“

Doplňujúca aktivita – využitie 3D pera (medzifáza, voliteľná)

Pred samotnou prácou v Tinkercade učiteľ môže zaradiť prechodovú aktivitu:

„Skôr než začneme pracovať v počítači, vyskúšame si bludisko vytvoriť rukami.“

Žiaci pomocou 3D pera vytvárajú jednoduché bludisko na podložke alebo podľa predlohy.

Učiteľ zdôrazňuje:

„Skúste myslieť na to, kadiaľ by guľôčka išla ľahko a kde by sa mohla zastaviť.“

Táto fáza slúži na:

- pochopenie priestoru a tvaru,
- prepojenie manuálnej a digitálnej tvorby,
- jednoduché experimentovanie bez technických obmedzení.

Učiteľ po aktivite zhrnie:

„To, čo ste teraz vytvorili rukami, sa pokúsime preniesť aj do digitálneho návrhu.“

Hlavná časť:

Žiaci pracujú v skupinách. Každá skupina dostane: živú rastlinu alebo obrázok, pracovný papier.

Úloha pre žiakov: pozorovať rastlinu, pomenovať jej časti, zakresliť jednoduchú schému rastliny.

Učiteľ obchádza skupiny a kladie podporné otázky:

- „Kde je koreň?“
- „Ktorá časť je nad zemou?“
- „Čo by sa stalo, keby rastlina nemala listy?“

Žiaci si v skupine rozdelia úlohy: jeden žiak vytvára koreň, druhý stonku, ďalší listy alebo kvet.

Žiaci: pracujú podľa šablón, vedú 3D pero pomaly, vyberajú farby podľa skutočnej rastliny.

Učiteľ počas práce: dohliada na bezpečnosť, pomáha so spájaním častí, kladie otázky podporujúce myslenie:

- „Je tvoja stonka dosť pevná?“
- „Ako spojíme list so stonkou?“

Po vytvorení jednotlivých častí žiaci: skladajú rastlinu do celku, upravujú detaily, porovnávajú model s reálnou rastlinou.

Učiteľ sa pýta:

- „Má vaša rastlina všetky časti?“
- „Ktorá časť bola najťažšia na vytvorenie?“

Záverečná časť:

Každá skupina predstaví svoj model: pomenuje jednotlivé časti rastliny, vysvetlí ich funkciu, zhodnotí spoluprácu v skupine.

Otázky učiteľa:

- „Čo ste sa dnes naučili?“
- „Čo by ste nabudúce urobili inak?“

Učiteľ zhrnie hodinu: „Dnes ste pracovali ako skutoční bádatelia – pozorovali ste, premýšľali a vytvorili vlastný model rastliny.“

Medzipredmetové prepojenie

Prvouka (Človek a príroda)

Aktivita priamo nadväzuje na tematický celok *Rastliny*. Žiaci si upevňujú poznatky o základných častiach rastliny a ich funkciách prostredníctvom pozorovania a vlastnej tvorby. Vytvorený 3D model slúži ako názorná didaktická pomôcka pri ďalšom opakovaní učiva.

Technika (Človek a svet práce)

Žiaci pracujú s jednoduchým technickým nástrojom – 3D perom. Rozvíjajú technické myslenie, plánovanie pracovného postupu a zodpovedný prístup k práci. Učia sa dodržiavať bezpečnostné pravidlá a spolupracovať v skupine.

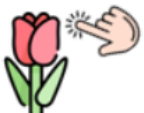
Výtvarná výchova (Umenie a kultúra)

Žiaci pracujú s farbou, tvarom a kompozíciou. Rozvíjajú estetické cítenie a kreativitu pri tvorbe modelu rastliny. Uvedomujú si, že prírodné objekty možno znázorniť rôznymi výtvarnými prostriedkami.

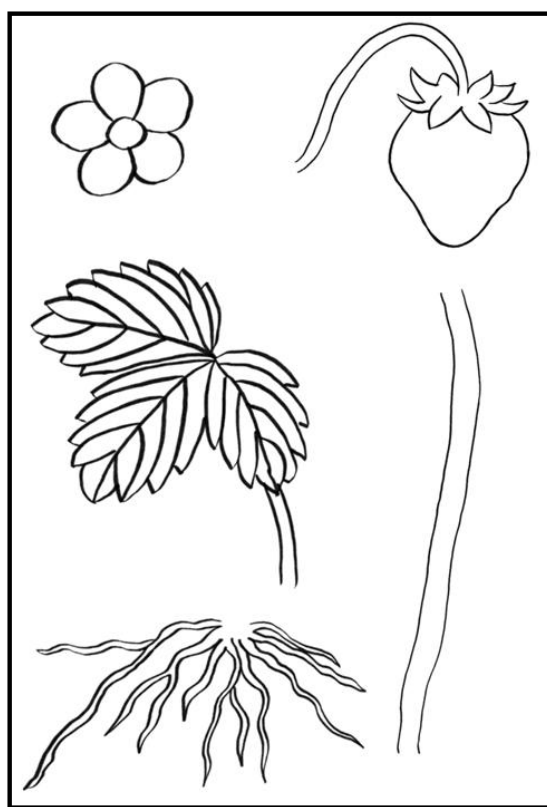
Matematika

Pri tvorbe modelu žiaci uvažujú o veľkosti, proporciách a symetrii jednotlivých častí rastliny. Porovnávajú rozmery a vzťahy medzi časťami (napr. dĺžka stonky a veľkosť kvetu).

Fotodokumentácia

Akú majú okvetné lístky úlohu? 			PREDPOKLAD 	OVERENIE 
Akú má tulipán vôňu? 			Koľko okvetných lístkov (lupeňov) má tulipán? 	
Keď sa chytíme lupeňa, aký je na pocit? 			Je vo vnútri kvetu niečo skryté? 	
			Ak áno, koľko by toho mohlo byť? 	

Obrázok 43 Pracovné listy pre žiakov



Obrázok 44 Šablóna pre prácu s 3D perom



Obrázok 45 Práca s 3D perom



Obrázok 46 Hotové časti rastliny



Obrázok 47 Finálny výsledok

Reflexia:

Počas hodiny sa žiaci oboznámili s princípom fungovania 3D pera a jeho využitím vo vyučovaní na primárnom stupni ZŠ. Spoznali, ako sa pero nahrieva, aký uhol a rýchlosť práce je najvhodnejší, aby sa materiál tvaroval presne. Postupne si precvičili základné techniky práce, ako je ťahanie čiar, spájanie tvarov a modelovanie do priestoru. Na základe týchto skúseností mali žiaci vytvoriť jednoduchú didaktickú pomôcku, ktorá poslúži počas vyučovania na primárnom stupni. Naša skupina sa rozhodla vytvoriť model tela rastliny, konkrétne jahody, ktorý pomáha žiakom pochopiť časti rastliny (koreň, stonka, list, kvet, plod). Pomôcku je farebne rozlíšená, aby bolo možné jednotlivé časti rastliny názorne ukázať a pomenovať.

Táto aktivita bola pre žiakov veľmi prínosná. Naučili sa prakticky pracovať s modernou technológiou, ktorá rozvíja kreativitu, priestorové myslenie, trpezlivosť a jemnú motoriku.

5.2.5 3D písmená

Predmet: Integrovaný STEAM celok v predmetoch primárneho vzdelávania: Slovenský jazyk, Technológie, Výtvarná výchova.

Ročník: 1. ročník

Počet hodín: 1x15 min

Didaktické ciele:

- Rozvíjať grafomotorické zručnosti žiakov prostredníctvom netradičného písania písmen.
- Podporovať jemnú motoriku, koordináciu oka a ruky a presnosť pohybov.
- Rozvíjať technickú a digitálnu gramotnosť primeranú veku žiakov.
- Podporovať pozornosť, sústredenie a trpezlivosť pri práci podľa predlohy.
- Prepájať učivo slovenského jazyka s prvkami techniky a tvorivej činnosti.

Špecifické ciele:**Žiak:**

- rozpozná a pomenuje tvar písmena podľa predlohy,
- sleduje správny smer a tvar písania písmena,
- obťahuje písmeno na šablónu pomocou 3D pera,
- dodržiava základné bezpečnostné pravidlá pri práci s 3D perom,
- pracuje sústredene a trpezlivo,
- dokončí zadanú úlohu,
- dokáže jednoduchou vetou zhodnotiť svoju prácu (čo sa mu podarilo).

TEMATIZÁCIA A PROBLEMATIZÁCIA

Osvojovanie písania písmen v 1. ročníku základnej školy je pre mnohých žiakov náročný proces, ktorý si vyžaduje dostatočne rozvinutú jemnú motoriku, koordináciu pohybov a schopnosť udržať pozornosť. Tradičné písanie ceruzkou na papieri môže byť pre niektorých žiakov málo motivujúce alebo frustrujúce, najmä ak majú oslabené grafomotorické zručnosti. Navrhovaná aktivita reaguje na túto potrebu využitím 3D pera ako motivačného a názorného nástroja, ktorý umožňuje žiakovi vnímať písmeno nielen vizuálne, ale aj hmatovo a priestorovo. Písmeno sa nestáva len plošným znakom na papieri, ale konkrétnym objektom, ktorý žiak

aktívne vytvára. Takýto prístup podporuje učenie prostredníctvom vlastnej skúsenosti, zvyšuje motiváciu žiakov a napomáha lepšiemu pochopeniu tvaru písmena.

Zároveň je aktivita postavená na princípoch konštruktivistického učenia, kde žiak nevystupuje ako pasívny prijímateľ hotových poznatkov, ale ako aktívny tvorca vlastného poznania. Prostredníctvom práce s 3D perom si žiak sám konštruuje predstavu o tvare písmena, overuje si správnosť svojho postupu a na základe skúsenosti upravuje svoju činnosť. Edukačný proces prebieha individuálnym tempom a rešpektuje vývinové možnosti každého žiaka.

Takto koncipovaná aktivita podporuje zmysluplné osvojovanie poznatkov, rozvoj grafomotorických zručností, technickej gramotnosti a zároveň vytvára pozitívny emocionálny vzťah žiaka k poznávaniu a k písaniu. Proces prebieha individuálnym tempom a rešpektuje vývinové možnosti každého žiaka.

VSTUPNÉ ZRUČNOSTI ŽIAKA

- Základy Tinkercad
- Skúsenosti s GeoGebra3D
- Práca so súbormi STL/OBJ
- Základy slicing (PrusaSlicer/Cura/Bambu Studio)
- Skúsenosti s iným softvérom
- Bezpečnosť pri 3D tlači:
Žiak vie, že počas tlače sa zariadenia nesmie dotýkať, dodržiava pokyny učiteľa a správa sa bezpečne v prostredí technológií.

Poznámka: Aktivita nevyžaduje predchádzajúce skúsenosti s 3D modelovaním ani prácou so súbormi STL. Žiaci pracujú s fyzickým modelom a jednoduchým technologickým nástrojom – 3D perom.

3D NÁSTROJE A SOFTVÉR

- 3D pero (napr. 3Doodler Start) – nízкотеплотné pero určené pre deti, pracujúce s bezpečným ECO-PCL filamentom.

Vzdelávacie ciele viažuce sa na 3D modelovanie a tlač

Hlavný cieľ:

Cieľom vyučovacej hodiny je, aby žiaci upevnili správny tvar písmena prostredníctvom jeho obťahovania na šablónu pomocou 3D pera, rozvíjali si jemnú motoriku a grafomotorické zručnosti a zároveň sa bezpečne oboznámili s jednoduchým technickým nástrojom. Aktivita podporuje motiváciu k učeniu, tvorivosť a aktívne zapojenie žiakov do procesu osvojovania písania.

Vedľajšie ciele:

- Posilňovať sebavedomie žiakov pri osvojovaní písania prostredníctvom úspešného zvládnutia úlohy.
- Podporovať pozitívny vzťah k písaniu a učeniu pomocou zážitkovej a tvorivej aktivity.
- Rozvíjať zmyslové vnímanie (zrakové, hmatové) pri práci s trojrozmerným objektom.
- Upevňovať pracovné návyky – dokončenie úlohy, dodržiavanie postupu a pravidiel.
- Rozvíjať schopnosť sebareflexie a jednoduchého hodnotenia vlastnej práce.
- Podporovať spoluprácu a rešpektovanie pravidiel pri práci v dvojiciach alebo malých skupinách (striedanie sa pri práci s 3D perom).

STEAM prvky

PRÍRODOVEDA: Charakteristika prvku v aktivite.

TECHNOLÓGIE: Používanie 3D pera obsluha jednoduchého zariadenia, rozvoj technickej gramotnosti, dodržiavanie pracovných postupov.

INŽINIERSTVO: Práca podľa predlohy (šablóny), plánovanie postupu práce, riešenie jednoduchých problémov, konštrukčné myslenie.

UMENIE: Tvorba tvaru písmena, práca s farbou, estetické spracovanie, rozvoj kreativity.

MATEMATIKA: Práca s líniou a tvarom, orientácia v priestore, smer písania, presnosť a proporcie.

Sylabus previazaných predmetov v rámci kurikula

Predmety/vzdelávacia aktivita	Vzdelávacia oblasť	Obsahový štandard	Výkonový štandard
Slovenský jazyk	Jazyk a komunikácia	Vytvárať, zapísať tvary vybraných veľkých a malých písaných písmen.	Žiak grafomotoricky správne píše tvary písaných písmen na základe predlohy.
Technika	Človek a svet práce	Rozvíjať technické a konštrukčné myslenie žiakov.	Žiak zhotoví jednoduchý technický výrobok podľa predlohy a dodržiava bezpečnostné pravidlá pri práci s 3D perom.
Výtvarná výchova	Umenie a kultúra	Cielene použiť nástroje, materiály, techniky, technológie.	Technické kresby, maľby, grafiky, modelovania priestorovej tvorby a ich kombinácie.

ČASŤ 2: Konkrétne plánovanie – vyučovacia jednotka

Ciele hodiny:

- Upevniť správny tvar písaných písmen obťahovaním vzoru na šablóne pomocou 3D pera.
- Rozvíjať jemnú motoriku a grafomotorické zručnosti pri vedení línie 3D perom.
- Osvojiť si bezpečné používanie 3D pera a dodržiavanie pravidiel práce.
- Podporiť tvorivosť žiakov výberom farby a estetickým spracovaním písmena.
- Zvýšiť motiváciu k učeniu písania aktívnou a zážitkovou činnosťou.
- Viesť žiakov k aktívnemu zapojeniu a jednoduchému zhodnoteniu vlastnej práce.

Výstupy pre študenta:

- rozpozná a správne pomenúva písmeno, s ktorým pracoval,
- vymyslí slovo s použitím vybraného písmena,
- dodržiava základný tvar a smer písania písmena,
- obťahuje písmeno na šablóne pomocou 3D pera so zameraním na presnosť,
- vytvorí jednoduchý 3D model písmena podľa predlohy,
- používa 3D pero bezpečne a podľa pokynov učiteľa,
- pracuje sústredene počas celej aktivity,
- vyjadrí jednoduchým spôsobom svoj zážitok z práce (čo sa mu podarilo, čo bolo náročné),

- prejavuje radosť z vlastného výsledku a pozitívny vzťah k učeniu.

Plán hodiny (fázovaný opis)

1. Úvod – motivácia, ciele, kritériá

Učiteľ motivuje žiakov rozhovorom o písmenách, ktoré sa už naučili, a predstaví 3D pero ako netradičný nástroj na písanie. Ukáže hotový 3D model písmena. Oboznámi žiakov s cieľom hodiny – vytvoriť písmeno, ktoré si žiak zvolí pomocou 3D pera – a vysvetlí kritériá úspechu (správny tvar písmena, dodržanie smeru, bezpečná práca).

Pomôcky: 3D pero, hotový 3D model písmena, obrázkové karty / ukážky písmen, interaktívna tabuľa alebo tabuľa (voliteľné)

2. Učenie sa žiaka – spracovanie poznatkov a plán

Žiaci si zopakujú tvar a smer písania vybraného písmena. Spoločne s učiteľom pozorujú šablónu a určujú, kde písanie začína a končí. Učiteľ vysvetlí postup práce s 3D perom a bezpečnostné pravidlá.

Pomôcky: šablóny písmen, pracovné listy (voliteľné), 3D pero (na ukážku postupu).

3. 3D modelovanie

Žiaci pracujú jednotlivo alebo v dvojiciach. Pomocou 3D pera obťahujú písmeno na šablóne. Striedajú sa pri práci, sústredene sledujú líniu a dodržiavajú pokyny učiteľa. Učiteľ priebežne poskytuje pomoc a dohliada na bezpečnosť.

Pomôcky: 3D perá, filament (rôzne farby), šablóny písmen (laminované alebo vo fólii), podložky odolné voči teplu.

4. Testovanie

Po vychladnutí žiaci opatrne odlepujú písmeno zo šablóny. Pozorujú výsledný tvar, porovnávajú ho s predlohou a overujú, či písmeno zodpovedá požadovanému tvaru a smeru písania.

Pomôcky: hotové 3D písmená, šablóna písmena na porovnanie, pracovná plocha/lavica.

Hodnotenie – prehľad

Žiaci postupne prezentujú svoje vytvorené písmeno pred triedou. Na úvod uvedú slovo, ktoré sa začína na danú grafému, čím preukážu porozumenie jej zvukovej aj vizuálnej podobe. Následne sa stručne vyjadria k procesu svojej práce – zhodnotia, čo sa im podarilo, s čím sú spokojní a čo považovali za náročné. Môžu spomenúť napríklad tvarovanie písmena, dodržanie správneho smeru ťahov, veľkosť či úpravu pracovnej plochy. Týmto spôsobom si rozvíjajú schopnosť sebahodnotenia a uvedomujú si vlastný pokrok.

Učiteľ počas prezentácií poskytuje žiakom formatívnu spätnú väzbu. Zameriava sa najmä na ocenenie ich snahy, presnosti pri tvorbe grafémy a dodržiavania stanovených pravidiel práce. Povzbudzuje ich k ďalšiemu zlepšovaniu a konkrétnymi odporúčaniami im pomáha uvedomiť si, na čo sa majú nabudúce viac sústrediť.

Aktivita je ukončená spoločným hodnotením práce žiakov, ktoré môže mať podobu krátkej reflexie alebo zhrnutia. Hodnotenie zdôrazňuje pokrok jednotlivcov aj celej skupiny a podporuje pozitívnu motiváciu k ďalšiemu učeniu.

Hodnotenie 3D modelovania a 3D tlače (detail)

1. Rozumie pojmom princípu tvaru a smeru písania písmen. Žiak vysvetlí alebo ukáže, ako sa písmeno píše, kde písanie začína a končí, a aký má písmeno základný tvar. Učiteľ kladie jednoduché otázky (napr. „Kde začneme písať písmeno?“, „Je to rovná alebo zakrivená čiara?“). **Metóda:** diskusia, práca so šablónou, riadené otázky.

2. Vytvoril žiak 3D model písmena podľa šablóny? Stanovenie kritérií: dodržanie tvaru písmena podľa šablóny, dodržanie smeru písania, plynulosť a súvislosť línie, primeraná veľkosť

písmena, čistota a estetické spracovanie (bez nadbytočných prebytkov materiálu). **Metóda:** posúdenie produktu – hotový 3D model písmena.

3. Dokáže prezentovať výsledok svojej práce a opísať postup? **Metóda:** prezentácia, peer hodnotenie.

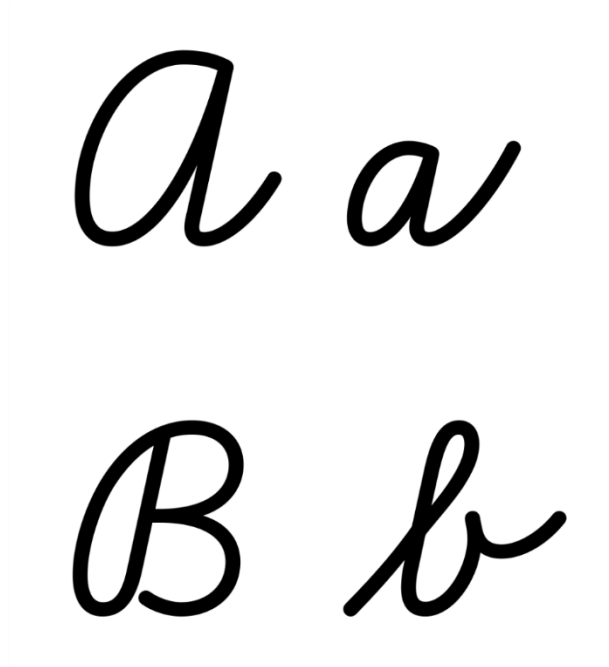
4. Dokáže žiak opraviť chyby alebo zlepšiť svoj výrobok na základe spätnej väzby? **Metóda:** revízia produktu – úprava 3D písmena.

5. Spolupracoval žiak so spolužiakom? Rešpektoval rozdelenie úloh v skupine? **Metóda:** pozorovanie, sebahodnotenie.

Doplňujúce informácie

Poznámky: Téma umožňuje diferencované učenie sa – zdatnejší môžu pracovať s náročnejšími písmenami alebo skúšať písanie bez úplnej šablóny.

Učebné zdroje/podporné materiály: šablóny písmen (tlačené/laminované), pracovné listy na nácvik tvaru písmen, obrázkové karty písmen, interaktívna tabuľa/ukážkové video práce s 3D perom (voliteľné).



Obrázok 48 Šablóna písmen

5.2.6 Stavanie mosta

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce, Matematika a informatika, Umenie a kultúra

Vyučovacie predmet: Pracovné vyučovanie

Téma: Postav most

Ročník: 4. ročník/2. cyklus ZŠ

Celkový čas: 2x45 min

Prierezové gramotnosti:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie spolupráce v skupine, schopnosti komunikovať, rešpektovať názory spolužiakov, vytrvalosti pri riešení problémov a reflexie vlastnej práce.

Environmentálna výchova – uvedenie si zodpovedného používania materiálov, minimalizovanie odpadu pri práci s filamentom a pochopenie významu efektívnych technických riešení.

Mediálna výchova – využívanie moderných technológií ako nástroja tvorby, kritické vnímanie technických riešení v každodennom živote (mosty, dopravné stavby).

Obsahový štandard: Žiak sa oboznamuje so základnými princípmi technických konštrukcií, so stabilitou a pevnosťou stavieb a s využitím jednoduchých technických nástrojov pri tvorbe modelov. Prostredníctvom praktickej činnosti spoznáva vlastnosti materiálov a ich správanie pri zaťažení.

Výkonový štandard: Žiak navrhne a zhotoví jednoduchý technický výrobok podľa zadania, používa vhodné pracovné postupy, dodržiava zásady bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a dokáže zhodnotiť funkčnosť vytvoreného výrobku na základe jeho testovania.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- žiak pochopí, prečo musí byť most stabilný a pevný,
- žiak vysvetlí základnú funkciu mosta a princípy rozloženia záťaže,
- žiak rozlišuje medzi funkčnou a nefunkčnou konštrukciou mosta.

Afektívny cieľ:

- žiak aktívne sa zapája do skupinovej práce,
- žiak spolupracuje so spolužiakmi pri návrhu a realizácii mosta,
- žiak prejavuje vytrvalosť pri riešení problémov a pozitívny vzťah k technickej tvorbe,
- žiak dokáže prijať spätnú väzbu a reflektovať vlastné riešenie.

Psychomotorický cieľ:

- žiak navrhne jednoduchý most formou náčrtu,
- žiak vytvorí model mosta pomocou 3D pera podľa predlohy alebo vlastného návrhu,
- žiak bezpečne manipuluje s 3D perom a dodržiava pracovný postup,
- žiak otestuje nosnosť a stabilitu mosta pomocou autíčka,
- žiak upravi konštrukciu mosta na základe výsledkov testovania.

STEAM:

S (Science) – Žiaci pozorujú pôsobenie hmotnosti, gravitácie a rovnováhy pri zaťažení mosta.

T (Technology) – Žiaci sa oboznámia s funkciou a ovládaním 3D pera.

E (Engineering) – Návrh a konštruovanie mostov.

A (Art) – Žiaci navrhujú a esteticky spracujú most.

M (Math) – Meranie dĺžky, symetria, porovnávanie, odhad.

Organizácia výučby: Výučba prebieha v triede alebo v učebni techniky. Žiaci pracujú v laviciach usporiadaných tak, aby mali dostatočný priestor na skupinovú prácu a bezpečnú manipuláciu s 3D perom a testovanie mostov.

Žiaci pracujú v malých skupinách (2 – 4 žiaci), pričom jednotliví členovia skupiny sa podieľajú na návrhu, tvorbe a testovaní konštrukcie mosta. Učiteľ zabezpečuje organizačný dohľad, usmerňuje činnosť skupín a dbá na dodržiavanie bezpečnostných pravidiel.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ vedie motivačnú časť hodiny, vysvetľuje zadanie, ciele aktivity a demonštruje prácu s 3D perom.

- **Skupinová práca** – žiaci spolupracujú pri návrhu mosta, jeho realizácii a testovaní nosnosti.
- **Individuálna činnosť v skupine** – každý žiak sa aktívne zapája do tvorby konkrétnej časti konštrukcie alebo manipulácie s 3D perom.

Vyučovacie metódy: rozhovor a riadená diskusia, motivačné otázky, demonštrácia pracovného postupu, projektové vyučovanie, konštrukcionistický prístup (učenie sa prostredníctvom tvorby), experimentovanie a testovanie, pozorovanie, reflexia a sebahodnotenie žiakov.

Didaktické prostriedky: 3D perá (napr. nízкотеплотné perá určené pre deti), filamenty (ECO-PCL alebo PLA) rôznych farieb, pracovné podložky odolné voči teplu, papier, ceruzky, pravítka (na tvorbu náčrtov), obrázky alebo prezentácia rôznych typov mostov (voliteľné), malé autíčko alebo iný štandardizovaný predmet na testovanie nosnosti, rovná podložka alebo lavica na testovanie mostov.

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Žiaci sedia v laviciach v skupinách. Učiteľ začne hodinu riadeným rozhovorom a kladie žiakom otázky:

„Viete, čo majú spoločné cesty, rieky a železnice?“

Predpokladaná odpoveď (PO): „Vedú z jedného miesta na druhé.“

Učiteľ pokračuje: „A čo nám pomáha dostať sa cez rieku alebo dolinu?“

PO: „Most.“

Učiteľ nadviaže: „Videli ste už niekedy most?“

PO: „Áno.“

Učiteľ: „Kde ste ho videli?“

PO: „Na ceste, pri rieke, v meste, v televízii.“

Učiteľ sa ďalej pýta: „Myslíte si, že každý most musí byť pevný?“

PO: „Áno.“

U: „Čo by sa stalo, keby most nebol pevný?“

PO: „Zrútil by sa, autá by spadli, bol by nebezpečný.“

Učiteľ uzavrie motivačnú časť slovami: „Dnes si vyskúšame úlohu malých inžinierov. Vašou úlohou bude navrhnuť a postaviť most, ktorý sa nezrúti, keď naň postavíme dinosaura.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D modelovaním a Tinkercadom

Učiteľ žiakom vysvetlí zadanie jednoduchým a zrozumiteľným jazykom:

„Most musí byť stabilný a pevný. To znamená, že musí mať dobrú oporu, správny tvar a musí uniesť záťaž. Najskôr si most nakreslite, potom ho vytvoríte pomocou 3D pera a nakoniec ho otestujete.“

Učiteľ sa opýta: „Ako si myslíte, že by mal vyzerat' most, aby sa nezrútil?“

PO: „Mal by byť hrubý.“/„Mal by mať opory.“/„Nemal by byť krivý.“

Učiteľ krátko vysvetlí základné princípy:

- most potrebuje oporu,
- tvar ovplyvňuje pevnosť,
- hrubšie a rovnomernejšie časti sú pevnejšie.

Hlavná časť:

Žiaci pracujú v skupinách. Každá skupina dostane papier, ceruzku a pravítko.

Učiteľ zadá úlohu: „Najskôr si most nakreslite. Zamyslite sa nad tým, kde bude stáť, aký bude mať tvar.“

Žiaci diskutujú v skupine, navrhujú tvar mosta, vytvárajú jednoduchý náčrt.

Učiteľ obchádza skupiny, kladie doplňujúce otázky a usmerňuje prácu:

- „Kde bude most podopretý?“
- „Bude most rovný alebo oblúkový?“
- „Ako zabezpečíte, aby sa most neprehýbal?“

Pred začiatkom práce učiteľ žiakom pripomenie pravidlá bezpečnosti:

- nedotýkame sa horúcej špičky 3D pera,
- pero pokladáme len na určené miesto,
- s perom nechodíme po triede,
- pracujeme pokojne a sústredene.

Učiteľ názorne ukáže: ako správne držať 3D pero, ako viesť líniu, ako vytvárať pevnejšie časti prechádzaním jednej línie viackrát.

Žiaci následne vytvárajú jednotlivé časti mosta podľa návrhu a spájajú časti do celku, kombinujú farby filamentov, podľa potreby most spevňujú.

Učiteľ počas práce poskytuje pomoc, sleduje bezpečnosť a povzbudzuje žiakov k premýšľaniu:

„Myslíš, že by most uniesol väčšiu záťaž?“ „Čo by si mohol urobiť, aby bol pevnejší?“

Po dokončení modelu nasleduje testovanie.

Učiteľ pripraví rovný povrch a malého dinosaura. Žiaci postupne: položia most na podložku a na most položia dinosaura, pozorujú správanie konštrukcie.

Učiteľ kladie otázky:

- „Udržal most dinosaura?“
- „Kde sa most najviac prehýbal?“
- „Čo spôsobilo, že most obstál/neobstál?“

Ak most neobstojí, žiaci hľadajú príčinu, navrhujú úpravy, most spevňujú alebo menia jeho tvar.

Záverečná časť:

Na záver hodiny sa žiaci vrátia k svojej práci. Každá skupina krátko predstaví svoj most: aký tvar zvolili, čo im fungovalo, čo bolo náročné, čo by na budúce zmenili.

Učiteľ kladie reflexné otázky:

- „Čo ste sa dnes naučili?“
- „Prečo je dôležité plánovanie?“
- „Ako vám pomohla spolupráca v skupine?“

Medzipredmetové prepojenie

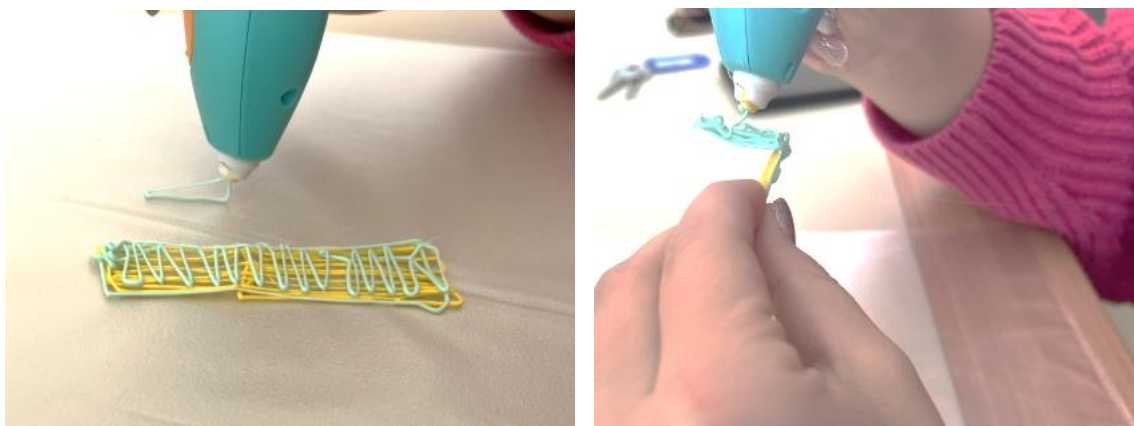
Matematika (geometria a meranie): Vytvorené mosty možno využiť na nasledujúcich hodinách matematiky. So žiakmi je možné: pomenovať základné geometrické tvary použité v konštrukcii, porovnať dĺžku, šírku a výšku mostov, odhadnúť a porovnať rozmery jednotlivých častí, určiť, či je konštrukcia symetrická.

Prírodoveda: Žiaci si upevňujú poznatky o pôsobení hmotnosti, rovnováhy a stability. Diskutujú o tom, prečo sa niektoré mosty prehýbajú a iné nie, a ako tvar ovplyvňuje ich správanie pri zaťažení.

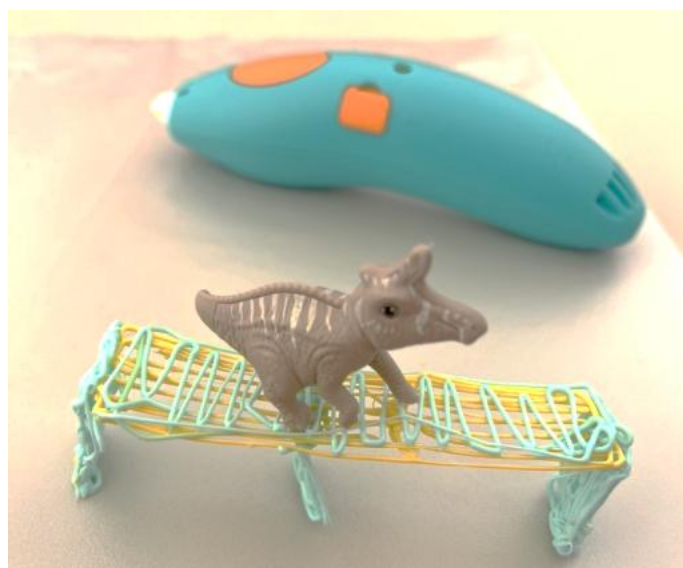
Výtvarná výchova: Žiaci pracujú s farbou, tvarom a dizajnom. Vnímajú estetickú stránku technického výrobku a uvedomujú si, že technické riešenia môžu byť funkčné aj vizuálne zaujímavé.

Technika: Aktivita priamo nadväzuje na rozvoj technického myslenia, plánovania, tvorby modelu a hodnotenia jeho funkčnosti.

Fotodokumentácia



Obrázok 49 Práca s 3D perom



Obrázok 50 Most počas testovania

Reflexia:

Vyučovacia hodina bola zameraná na rozvoj technického a konštrukčného myslenia žiakov prostredníctvom praktickej a tvorivej činnosti. Žiaci boli postavení pred konkrétny problém – navrhnuť a vytvoriť most, ktorý unesie záťaž v podobe autíčka. Táto úloha ich prirodzene motivovala k premýšľaniu, diskusii a spolupráci.

V motivačnej časti žiaci aktívne reagovali na otázky učiteľa a dokázali vychádzať zo svojich skúseností z bežného života. Počas plánovania mostov prejavovali tvorivosť a schopnosť dohodnúť sa v skupine. Práca s 3D perom bola pre žiakov veľmi atraktívna a podporila ich záujem o technickú tvorbu.

Počas realizácie sa ukázalo, že nie všetky navrhnuté konštrukcie boli dostatočne pevné. Práve tieto situácie však vytvorili priestor na učenie sa z chýb, hľadanie riešení a zlepšovanie návrhov.

Žiaci dokázali pomenovať príčiny neúspechu a navrhnúť úpravy, ktoré viedli k zlepšeniu stability mosta.

Za obmedzenie aktivity možno považovať počet dostupných 3D pier, čo si vyžadovalo striedanie žiakov pri práci a predĺženie času realizácie. Napriek tomu sa podarilo zabezpečiť aktívne zapojenie všetkých žiakov prostredníctvom skupinovej práce. Pri práci bola potrebná pomoc učiteľky.

Ciele vyučovacej jednotky boli splnené. Žiaci si osvojili základné princípy stability a pevnosti konštrukcií, rozvíjali jemnú motoriku, spoluprácu a schopnosť reflexie vlastnej práce. Do budúcnosti by bolo vhodné zabezpečiť väčší počet 3D pier, čo by umožnilo plynulejší priebeh aktivity a ešte intenzívnejšie zapojenie žiakov.

5.2.7 Bludisko

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce, Matematika a informatika, Človek a príroda, Umenie a kultúra

Vyučovaci predmet: Technika, Informatika, Matematika, Prírodoveda/Fyzika

Ročník: 4. – 5. ročník ZŠ

Celkový čas: 4x45 min

1. hodina – návrh a plánovanie
2. hodina – 3D modelovanie v Tinkercade
3. hodina – úpravy, export, príprava tlače
4. hodina – testovanie, reflexia

V prípade využitia 3D pera vhodné zaradiť hodinu navyše (medzi návrh a prácu v Tinkercad).

Prierezové gramotnosti:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie schopnosti spolupracovať v dvojici alebo skupine, komunikovať vlastné nápady, prijímať spätnú väzbu a reflektovať vlastný pracovný postup.

Mediálna výchova – využívanie digitálnych technológií ako nástroja tvorby, rozvíjanie kritického myslenia pri práci s digitálnym modelom a jeho prenose do reálneho sveta.

Environmentálna výchova – uvedomenie si zodpovedného používania materiálov pri 3D tlači, plánovanie návrhu s cieľom minimalizovať spotrebu filamentov a odpadu.

Obsahový štandard: Žiak sa oboznamuje so základmi digitálneho modelovania, s princípmi technických riešení a s vlastnosťami priestorových objektov. Prostredníctvom praktickej činnosti spoznáva vzťah medzi tvarom, rozmermi a funkčnosťou výrobku a aplikuje poznatky z matematiky a prírodných vied v technickej úlohe.

Výkonový štandard: Žiak navrhne a vytvorí jednoduchý 3D model podľa zadania, používa vhodné digitálne nástroje, dodržiava základné technické požiadavky na 3D tlač a dokáže otestovať a zhodnotiť funkčnosť vytvoreného výrobku.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- žiak pochopí princípy pohybu guľôčky v bludisku,
- žiak vysvetlí vzťah medzi tvarom cesty, sklonom, šírkou a pohybom guľôčky,
- žiak rozlišuje medzi funkčným a nefunkčným návrhom bludiska.

Afektívny cieľ:

- žiak prejavuje záujem o riešenie technického problému,
- žiak spolupracuje so spolužiakom pri návrhu a realizácii bludiska,
- žiak prijíma spätnú väzbu a je ochotný upraviť svoj návrh,
- žiak rozvíja vytrvalosť pri hľadaní funkčného riešenia.

Psychomotorický cieľ:

- žiak navrhne bludisko formou náčrtu,
- žiak vytvorí 3D model bludiska a guľôčky v digitálnom prostredí,
- žiak manipuluje s digitálnymi nástrojmi pri modelovaní,
- žiak exportuje model do formátu vhodného na 3D tlač,
- žiak otestuje funkčnosť vytlačeného modelu a identifikuje problematické miesta,
- žiak upraví návrh na základe výsledkov testovania.

STEAM:

S (Science) – Žiaci pozorujú pohyb guľôčky, pôsobenie gravitácie a trenia.

T (Technology) – Žiaci sa oboznámia s používaním softvéru Tinkercad a technológie 3D tlače.

E (Engineering) – Návrh, testovanie a optimalizácia technického riešenia bludiska.

A (Art) – Dizajn bludiska, estetické spracovanie tvarov a farieb.

M (Math) – Práca s rozmermi, mierkou, priestorovými vzťahmi a symetriou.

Organizácia výučby: Výučba prebieha v počítačovej učebni. Žiaci pracujú pri pracovných staniciach s počítačmi/tabletmi. Priestor je usporiadaný tak, aby umožňoval bezpečnú prácu s digitálnymi zariadeniami, prípadne s 3D perom, a zároveň poskytoval miesto na testovanie hotových bludísk.

Žiaci pracujú vo dvojiciach alebo v malých skupinách. Spoločne plánujú návrh bludiska, vytvárajú digitálny model, testujú jeho funkčnosť a reflektujú výsledok svojej práce. Učiteľ počas celej aktivity zabezpečuje organizačný dohľad, metodické usmernenie a technickú podporu.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ uvádza tému, vysvetľuje ciele aktivity, kritériá úspechu a základné princípy fungovania bludiska.
- **Skupinová práca/práca vo dvojiciach** – žiaci spolupracujú pri návrhu, modelovaní a testovaní bludiska.
- **Individuálna činnosť v skupine** – jednotliví žiaci sa podieľajú na konkrétnych úlohách (návrh, modelovanie, kontrola rozmerov, testovanie).

Vyučovacie metódy: rozhovor a riadená diskusia, motivačné otázky, demonštrácia práce v digitálnom prostredí (Tinkercad), projektové vyučovanie, konštruktivistický prístup (učenie sa prostredníctvom vlastnej tvorby), experimentovanie a testovanie funkčnosti, pozorovanie, reflexia a sebahodnotenie žiakov.

Didaktické prostriedky: počítače alebo tablety s prístupom na internet, online softvér Tinkercad, papier, ceruzky, pravítka (na návrh bludiska), 3D tlačiareň (FDM) a filament (PLA) – zabezpečuje učiteľ, guľôčky na testovanie pohybu v bludisku, hotové alebo ukážkové bludiská (voliteľné), pracovné listy – návrh bludiska (voliteľné).

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Žiaci sedia v laviciach alebo pri počítačoch. Učiteľ začne hodinu riadeným rozhovorom a kladie otázky:

„Hrali ste sa už niekedy s bludiskom?“

Predpokladaná odpoveď (PO): „Áno.“

U: „Čo je cieľom bludiska?“

PO: „Nájsť cestu von.“ „Dostať sa do cieľa.“

Učiteľ nadviaže: „Je každé bludisko jednoduché?“

PO: „Nie, niektoré sú ťažké.“

U: „Čo rozhoduje o tom, či sa nám v bludisku podarí dostať do cieľa?“

PO: „Cesty.“ „Zákruty.“ „Prekážky.“

Učiteľ ukáže hotový model bludiska alebo krátke video jeho fungovania a pýta sa: „Čo sa v tomto bludisku pohybuje?“

PO: „Guľôčka.“

U: „Prečo sa guľôčka niekde pohybuje rýchlo a inde sa zastaví?“

PO: „Lebo je tam kopec.“ „Lebo je úzka cesta.“ „Zasekne sa.“

Učiteľ uzatvorí motivačnú časť: „Dnes si vyskúšate navrhnuť vlastné bludisko tak, aby sa v ňom guľôčka dokázala plynulo pohybovať až do cieľa.“

Vysvetlenie princípu práce s 3D modelovaním a Tinkercadom

Učiteľ žiakom vysvetlí zadanie jednoduchým jazykom:

„Vašou úlohou bude navrhnuť bludisko, vytvoriť ho ako 3D model a otestovať, či guľôčka dokáže prejsť celou cestou.“

Učiteľ kladie otázky:

- „Čo musí mať bludisko, aby bolo funkčné?“

PO: „Cestu.“ „Začiatok a cieľ.“

- „Čo by sa stalo, keby bola cesta príliš úzka?“

PO: „Guľôčka by sa zasekla.“

- „A čo ak by boli steny príliš nízke?“

PO: „Guľôčka by vypadla.“

Učiteľ stručne vysvetlí základné princípy:

- šírka cesty musí byť väčšia ako priemer guľôčky,
- výška stien zabráňuje vypadnutiu guľôčky,
- tvar a sklon cesty ovplyvňujú pohyb guľôčky.

Doplňujúca aktivita – využitie 3D pera (medzifáza, voliteľná)

Pred samotnou prácou v Tinkercade učiteľ môže zaradiť prechodovú aktivitu:

„Skôr než začneme pracovať v počítači, vyskúšame si bludisko vytvoriť 3D perom.“

Žiaci pomocou 3D pera vytvárajú jednoduché bludisko na podložke alebo podľa predlohy.

Učiteľ zdôrazňuje: „Skúste myslieť na to, kde guľôčka pôjde ľahko, a kde by sa mohla zastaviť.“

Táto fáza slúži na:

- pochopenie priestoru a tvaru,
- prepojenie manuálnej a digitálnej tvorby,
- jednoduché experimentovanie bez technických obmedzení.

Učiteľ po aktivite zhrnie:

„To, čo ste teraz vytvorili, sa pokúsime preniesť aj do digitálneho návrhu.“

Hlavná časť:

Žiaci pracujú vo dvojiciach. Každá dvojica dostane papier, ceruzku a pravítko.

Úloha pre žiakov: „Nakreslite návrh bludiska. Premyslite si, kadiaľ pôjde cesta, kde bude začiatok a cieľ.“

Žiaci: kreslia cestu bludiska, premýšľajú o zákrutách a šírke chodieb, konzultujú návrh so spolužiakom.

Učiteľ obchádza triedu a usmerňuje prácu otázkami:

- „Je cesta dosť široká?“
- „Kde by sa guľôčka mohla zastaviť?“
- „Je v bludisku jasne označený cieľ?“

Učiteľ zopakuje alebo ukáže základné ovládanie prostredia Tinkercad: vkladanie tvarov, úpravu rozmerov, zarovnanie a spájanie objektov.

Žiaci následne: vytvárajú podstavu bludiska, modelujú steny cesty s vhodnou výškou a hrúbkou, vytvárajú guľôčku primeranej veľkosti.

Učiteľ priebežne upozorňuje na časté chyby: príliš úzka cesta, príliš nízke alebo tenké steny, nespojené časti konštrukcie.

Po dokončení modelu žiaci exportujú súbor do formátu STL (pod dohľadom učiteľa).

Po vytlačení modelov nasleduje testovanie.

Žiaci: vložia guľôčku do bludiska, sledujú jej pohyb, pozorujú miesta, kde sa guľôčka zastaví alebo pohybuje plynulo.

Učiteľ kladie otázky:

- „Prešla guľôčka celou cestou?“
- „Kde nastal problém?“
- „Čo by ste mohli zmeniť, aby bludisko fungovalo lepšie?“

Žiaci zaznamenávajú svoje pozorovania a navrhujú úpravy návrhu.

Záverečná časť:

Na záver aktivity každá dvojica krátko predstaví svoje bludisko:

- aký tvar zvolili,
- čo fungovalo dobre,
- kde mali problém,
- čo by pri ďalšej práci zmenili.

Učiteľ kladie reflexné otázky:

- „Čo ste sa dnes naučili?“
- „Prečo je dôležité plánovanie návrhu?“
- „Ako vám pomohla spolupráca?“

Učiteľ zhrnie hodinu a vyzdvihne snahu žiakov, ich tvorivosť a schopnosť hľadať riešenia.

Medzipredmetové prepojenie

Matematika: Vytvorené bludiská je možné využiť na rozvíjanie priestorovej predstavivosti a práce s mierkou. Žiaci môžu: porovnávať šírku ciest a výšku stien, merať rozmery jednotlivých častí bludiska, odhadovať, kde je pohyb guľôčky plynulejší.

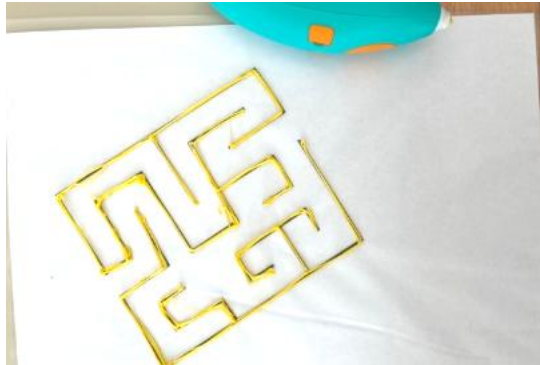
Prírodoveda/Fyzika: Žiaci si upevňujú poznatky o pohybe telies, gravitácii a trení. Diskutujú o tom, prečo sa guľôčka niekde pohybuje rýchlo a inde sa zastavuje.

Informatika: Aktivita rozvíja digitálne kompetencie pri práci s 3D modelovaním, exportom súborov a pochopením rozdielu medzi digitálnym návrhom a fyzickým objektom.

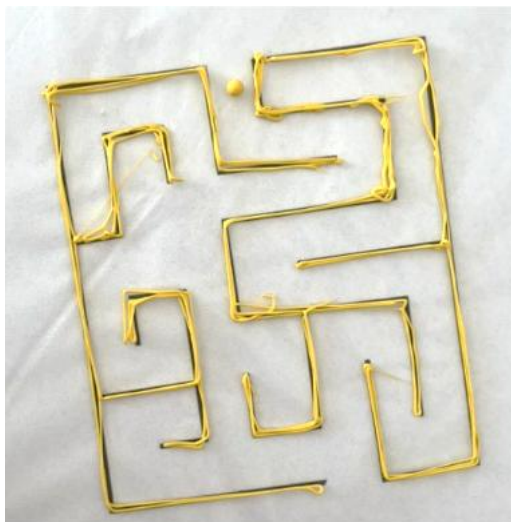
Výtvarná výchova: Žiaci pracujú s dizajnom, tvarom a estetickým spracovaním bludiska. Uvedomujú si, že technický výrobok môže byť funkčný aj vizuálne zaujímavý.

Technika: Žiaci rozvíjajú technické a konštrukčné myslenie, plánovanie, testovanie a optimalizáciu návrhu.

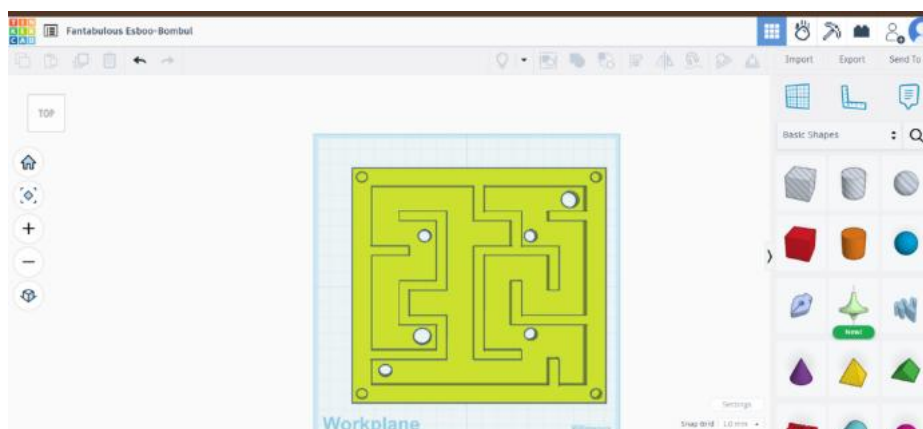
Fotodokumentácia



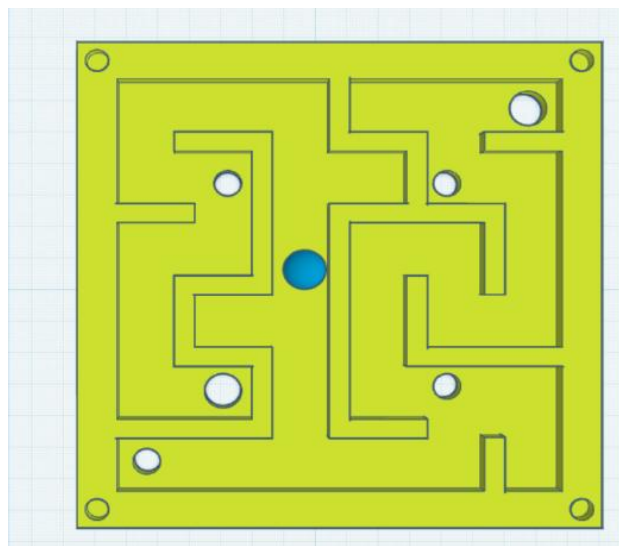
Obrázok 51 Návrh bludiska s pomocou 3D pera



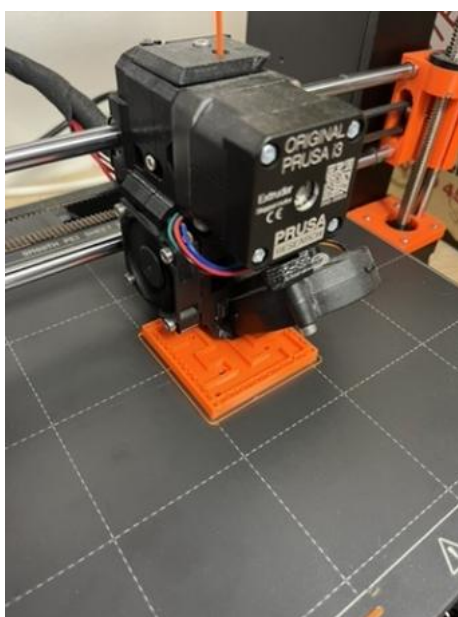
Obrázok 52 Testovanie návrhu bludiska s guľôčkou



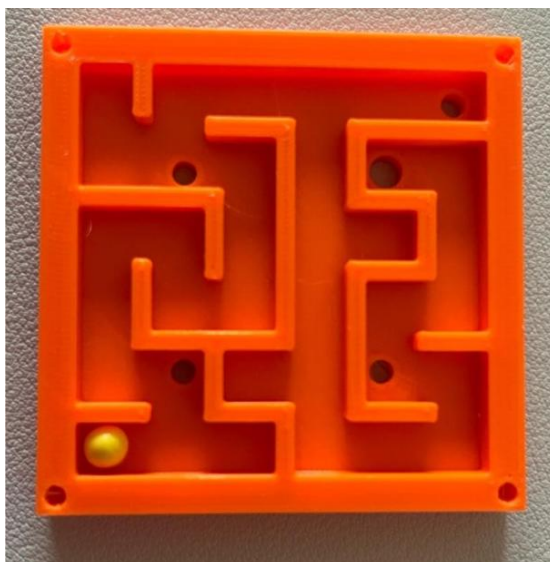
Obrázok 53 Bludisko v prostredí Tinkercad



Obrázok 54 Bludisko v prostredí Tinkercad s guľôčkou



Obrázok 55 Tlač bludiska 3D tlačiarňou



Obrázok 56 Hotové bludisko

Reflexia:

Vyučovacia aktivita bola zameraná na rozvoj digitálnych, technických a logických zručností žiakov prostredníctvom tvorby vlastného bludiska. Žiaci boli postavení pred otvorený problém – navrhnuť také bludisko, v ktorom sa guľôčka dokáže plynulo pohybovať od začiatku až do cieľa. Táto úloha ich prirodzene motivovala a podporila ich záujem o prácu.

V motivačnej časti žiaci aktívne reagovali na otázky učiteľa a dokázali vychádzať zo svojich skúseností s hrou a riešením bludísk. Počas plánovania návrhov prejavovali tvorivosť a schopnosť spolupracovať v dvojiciach. Práca v prostredí Tinkercad bola pre väčšinu žiakov zaujímavá a zároveň náročná, čo vytváralo priestor na rozvoj vytrvalosti a práce s chybou.

Počas testovania si žiaci uvedomili rozdiel medzi digitálnym návrhom a reálnym fyzickým objektom. Niektoré bludiská nefungovali podľa očakávania, čo viedlo k diskusii o príčinách problémov a k návrhom na úpravy. Žiaci dokázali pomenovať chyby v návrhu a navrhovať konkrétne zlepšenia, čím sa naplnil bádateľský a konštruktivistický charakter aktivity.

Za obmedzenie aktivity možno považovať časovú náročnosť 3D tlače a potrebu technického zabezpečenia. Napriek tomu hodnotíme aktivitu pozitívne. Ciele boli splnené, žiaci rozvíjali priestorovú predstavivosť, technické myslenie, schopnosť spolupráce a reflexie vlastnej práce. Do budúcnosti by bolo vhodné zaradiť viac času na opakované úpravy návrhu alebo pracovať s menšími modelmi bludísk, aby mali žiaci možnosť ešte intenzívnejšie experimentovať a zlepšovať svoje riešenia.

5.2.8 Tangramy

Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami, Človek a svet práce, Umenie a kultúra, Informatika

Vyučovaci predmet: Matematika, Informatika, Technika, Výtvarná výchova

Ročník: 4. – 5. ročník ZŠ

Celkový čas: 3x45 minút

Prierezové gramotnosti:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie spolupráce, komunikácie, zodpovednosti za spoločnú prácu, schopnosti dohodnúť sa na rolách v skupine a reflektovať vlastný podiel na riešení problému.

Mediálna a digitálna výchova – zmysluplné a bezpečné využívanie digitálnych technológií (Tinkercad, 3D tlačiareň) pri riešení konkrétneho edukačného problému.

Tvorivosť a estetické cítenie – podpora originálnych riešení, dizajnového myslenia a estetického spracovania vytvorených objektov.

Obsahový štandard: Žiak prostredníctvom projektovej a bádateľsky orientovanej výučby rozvíja geometrickú predstavivosť, priestorové myslenie a technickú gramotnosť. Pracuje s rovinnými a priestorovými útvarmi, modeluje ich v digitálnom prostredí a overuje funkčnosť návrhov prostredníctvom 3D tlače. Prepája matematické, technické a výtvarné poznatky do jedného zmysluplného celku.

Výkonový štandard: Žiak navrhne a vytvorí geometrickú skladačku (tangram alebo stavebnicu) v prostredí Tinkercad, dodržiava stanovené rozmery a geometrickú presnosť, exportuje model do formátu STL, pripraví tlač v sliceri, spolupracuje v skupine, prezentuje výsledok svojej práce a reflektuje proces tvorby.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- žiak rozlišuje a pomenúva rovinné a priestorové geometrické útvary,
- žiak chápe vzťahy medzi tvarom, rozmerom a funkčnosťou objektu,
- žiak aplikuje matematické a technické poznatky pri riešení praktického problému.

Afektívny cieľ:

- žiak prejavuje záujem o tvorivé riešenie problémov,
- žiak pracuje zodpovedne a vytrvalo na spoločnom projekte,
- žiak dokáže obhájiť svoj návrh a prijíma spätnú väzbu,
- žiak rozvíja pozitívny vzťah k technológiám a učeniu sa prostredníctvom tvorby.

Psychomotorický cieľ:

- žiak pracuje s myšou a klávesnicou v prostredí Tinkercad,
- žiak manipuluje s fyzickými modelmi a vytlačenými objektmi,
- žiak rozvíja jemnú motoriku a technické zručnosti,
- žiak dodržiava zásady BOZP pri práci s 3D tlačiarňou.

STEAM:

S (Science) – Meranie fyzických objektov, prenášanie rozmerov do digitálneho prostredia.

T (Technology) – 3D modelovanie v programe Tinkercad, príprava tlače v sliceri Cura, 3D tlač.

E (Engineering) – Analýza problému, návrh riešenia, testovanie kompatibility dielov, úpravy modelu.

A (Art) – Dizajn skladačky, estetické riešenie tvarov a výsledných konštrukcií.

M (Math) – Geometrické útvary, rozmery, kombinatorika, priestorové vzťahy.

Organizácia výučby:

Vyučovanie prebieha v triede informatiky alebo v učebni vybavenej počítačmi a 3D tlačiarňou. Priestor je usporiadaný tak, aby žiaci mohli pracovať v skupinách pri počítačoch a zároveň mali vyhradené miesto na prezentáciu a manipuláciu s vytlačenými modelmi. Aktivita je realizovaná ako projektové vyučovanie rozdelené do viacerých vyučovacích hodín. Učiteľ zabezpečuje organizačný dohľad, metodické vedenie práce a koordinuje jednotlivé fázy projektu.

Organizačná forma:

- **frontálna výučba** – uvedenie témy, vysvetlenie cieľov projektu a pracovného postupu,
- **skupinová práca** – návrh a tvorba tangramu alebo stavebnice v tímoch,
- **individuálna činnosť v skupine** – rozdelenie rolí (modelovanie, kontrola rozmerov, dizajn),
- **projektová práca** – dlhodobejšia činnosť rozdelená do etáp (návrh, modelovanie, tlač, testovanie),
- **záverečná prezentácia** – predstavenie výsledkov práce a reflexia.

Vyučovacie metódy: rozhovor a riadená diskusia, demonštrácia práce v prostredí Tinkercad, projektové a bádateľsky orientované vyučovanie, učenie sa prostredníctvom tvorby (learning by making), problémové vyučovanie, skupinová spolupráca, reflexia a sebahodnotenie žiakov.

Didaktické prostriedky: počítače alebo notebooky s prístupom na internet, softvér na 3D modelovanie (Tinkercad), 3D tlačiareň a slicer (napr. Ultimaker Cura), filament (PLA), vytlačené alebo fyzické vzory geometrických tvarov, pravítka, papier, ceruzky na návrh riešenia, hotové 3D modely ako ukážka.

METODICKÝ POSTUP**Motivácia:**

Učiteľ nadviaže na učivo o geometrických tvaroch a priestorových útvaroch.

Učiteľ: „Poznáte tangram? Z čoho sa skladá?“

PO: „Z rôznych tvarov.“ „Dá sa z neho skladať veľa obrázkov.“

Učiteľ pokračuje: „Dnes nebudeme pracovať s hotovým tangramom. Skúsime si vytvoriť vlastnú geometrickú skladačku, ktorú najprv navrhujeme v počítači a potom ju vytlačíme na 3D tlačiarňu.“

Učiteľ vysvetlí cieľ projektu: „Našou úlohou bude navrhnuť také dieliky, ktoré budú presné a pôjdu z nich skladať rôzne tvary.“

Vysvetlenie princípu práce s – 3D modelovanie a 3D tlač

Učiteľ žiakom vysvetlí základný princíp práce.

Učiteľ: „Najprv si tvar navrhujeme v programe Tinkercad. Potom ho uložíme do počítača a 3D tlačiareň ho postupne vytlačí z plastu.“

Učiteľ ukáže jednoduchý model a vysvetlí: „3D tlačiareň vytvára predmet po vrstvách. Preto musíme dbať na presné rozmery a tvary.“

Učiteľ sa pýta: „Čo by sa stalo, keby mali dieliky rôzne veľkosti?“

PO: „Nedali by sa skladať.“ „Nevyšli by presne.“

Hlavná časť:

Učiteľ rozdelí žiakov do malých skupín (3 – 4 žiaci).

Učiteľ: „V skupine sa dohodnete, kto bude modelovať, kto bude kontrolovať rozmery a kto sa postará o dizajn.“

Žiaci vyberajú typ skladačky (tangram alebo stavebnica), navrhujú základné tvary na papier.

Učiteľ priebežne usmerňuje a kladie otázky:

- „Sú vaše tvary rovinné alebo priestorové?“
- „Ako zabezpečíte, aby k sebe pasovali?“

Záverečná časť:

Každá skupina predstaví svoj výrobok.

Učiteľ: „Ako ste postupovali pri návrhu?“ „Čo bolo najťažšie?“

PO: „Presné rozmery.“ „Dohodnúť sa v skupine.“

Učiteľ zhrnie aktivitu: „Dnes ste pracovali ako dizajnéri a inžinieri. Navrhli ste, vytvorili a otestovali vlastný výrobok.“

Medzipredmetové prepojenie

Matematika

Aktivita rozvíja geometrickú predstavivosť a chápanie rovinných a priestorových útvarov. Žiaci pracujú s rozmermi, tvarmi, uhlami a vzťahmi medzi jednotlivými dielikmi. Pri skladaní tangramu alebo stavebnice uplatňujú logické myslenie, kombinatoriku a priestorovú orientáciu.

Informatika

Žiaci pracujú v digitálnom prostredí na 3D modelovanie. Osvojujú si základy práce s programom Tinkercad, ukladajú a exportujú modely a chápu základné princípy digitálneho návrhu objektu. Aktivita podporuje rozvoj digitálnej gramotnosti a algoritmického myslenia.

Technika/Pracovné vyučovanie

Žiaci plánujú pracovný postup, navrhujú funkčný výrobok a overujú jeho použiteľnosť. Prostredníctvom 3D tlače sa oboznamujú s modernými výrobnými technológiami a rozvíjajú technické myslenie a pracovné návyky.

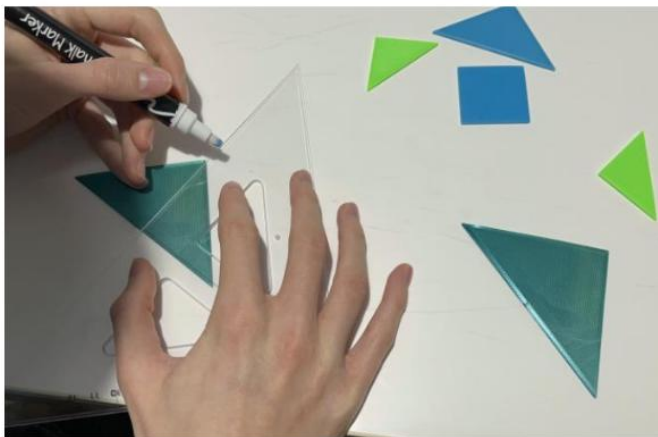
Výtvarná výchova

Pri návrhu skladačky žiaci pracujú s tvarom, farbou a kompozíciou. Estetické spracovanie dielikov podporuje tvorivosť a dizajnové myslenie.

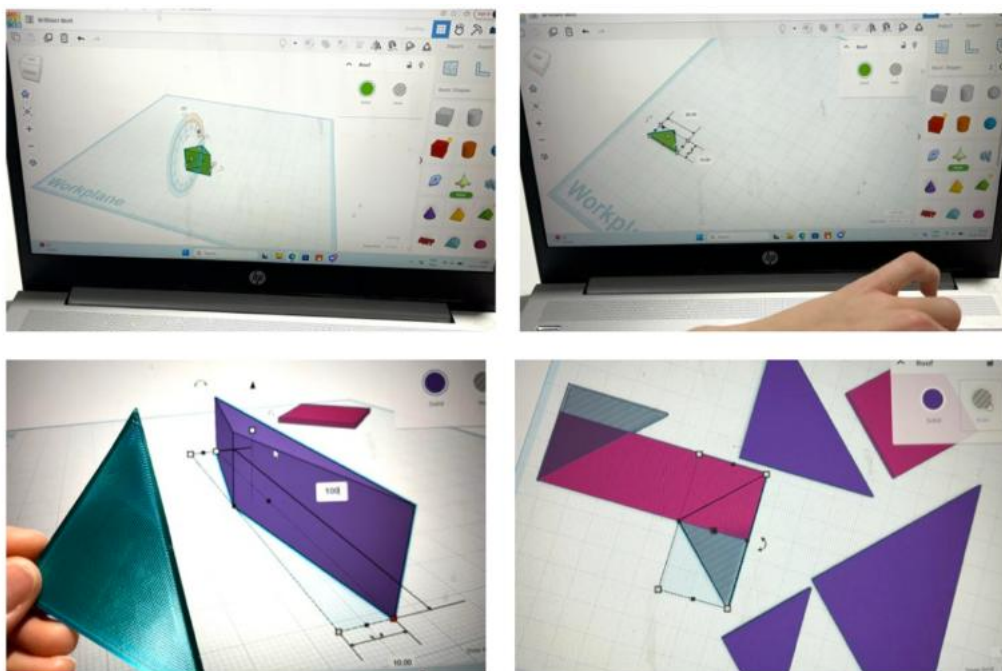
Slovenský jazyk a komunikácia

Žiaci verbálne opisujú svoj postup, prezentujú výsledky práce a reflektujú proces tvorby. Rozvíjajú schopnosť vecne formulovať myšlienky a obhajovať svoje riešenia.

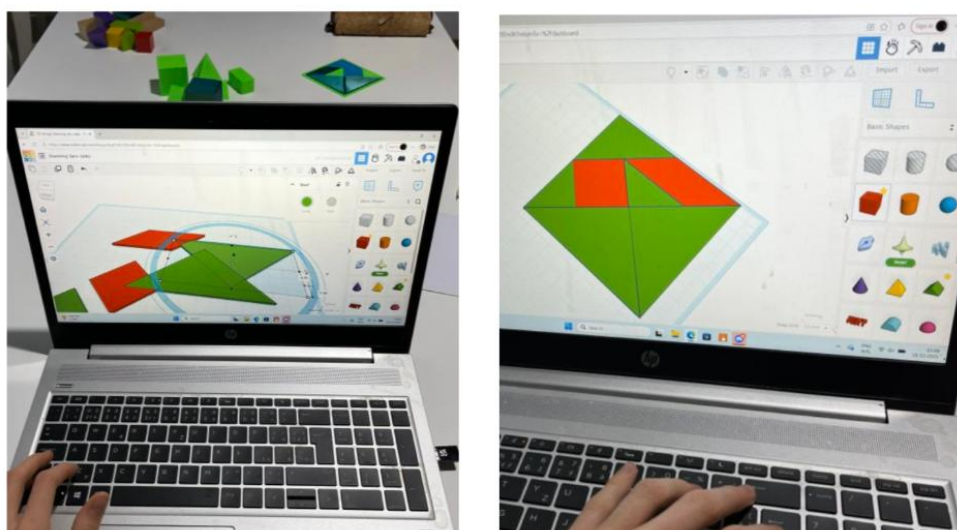
Fotodokumentácia



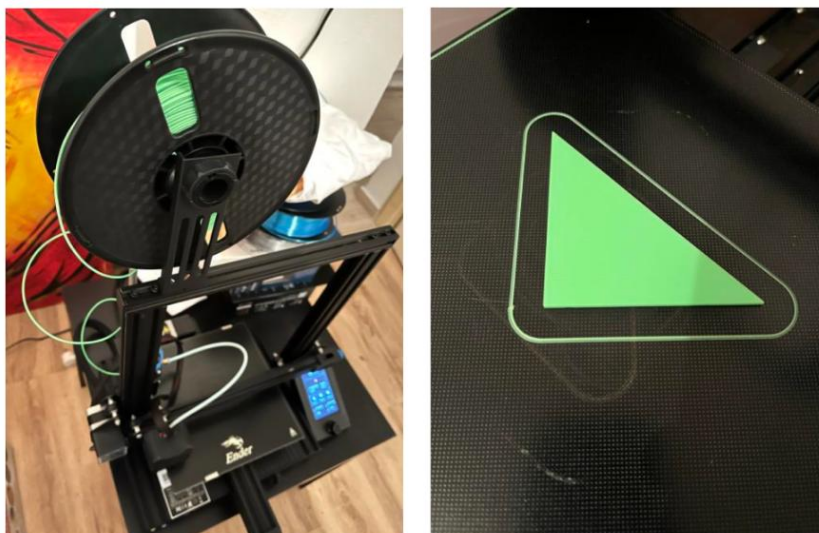
Obrázok 57 Návrh tangramu



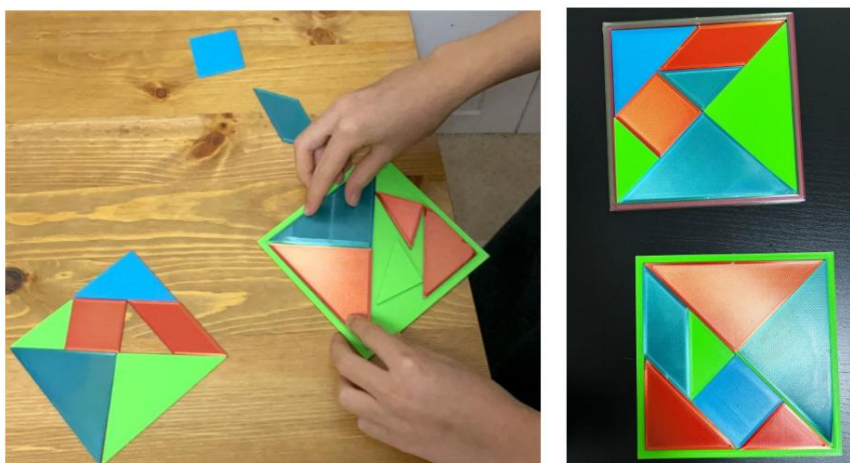
Obrázok 58 Realizácia tangramov v prostredí Tinkercad



Obrázok 59 Realizácia tangramov v prostredí Tinkercad a v učebni



Obrázok 60 Tlač dielikov na 3D tlačiarňi



Obrázok 61 Práca s hotovými dielikmi

Reflexia:

Projektová aktivita „Geometrická skladačka – tangram/stavebnica“ bola zameraná na prepojenie matematiky, techniky a digitálnych technológií. Žiaci prejavovali vysokú mieru záujmu o prácu v prostredí 3D modelovania a aktívne sa zapájali do riešenia zadaných úloh.

Pozitívne sa prejavila tímová spolupráca a rozdelenie rolí v skupinách. Žiaci si uvedomili význam presnosti pri navrhovaní geometrických tvarov a pochopili, že aj malá odchýlka v rozmere môže ovplyvniť funkčnosť celého výrobku. Práca s 3D tlačou pôsobila veľmi motivačne a podporila rozvoj technickej gramotnosti.

Niektorí žiaci potrebovali viac času na orientáciu v programe Tinkercad a na doladenie detailov modelu, čo je vhodné zohľadniť pri ďalšej realizácii aktivity. Napriek tomu boli stanovené ciele splnené a žiaci dokázali navrhnuť, vytvoriť a otestovať vlastnú geometrickú skladačku.

Do budúcnosti sa odporúča:

- rozdeliť projekt do viacerých kratších časových blokov,
- zaradiť aktivitu ako rozširujúce alebo projektové vyučovanie,
- využiť vytvorené skladačky ako didaktické pomôcky na ďalších hodinách matematiky.

5.2.9 Zlomky

Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami, Človek a svet práce, Umenie a kultúra

Vyučovaci predmet: Matematika, Pracovné vyučovanie

Ročník: 4. ročník ZŠ/druhý cyklus

Celkový čas: 2x45 min

Prierezové gramotnosti:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie spolupráce, komunikácie a schopnosti vysvetliť vlastné riešenie matematického problému.

Environmentálna výchova – uvedenie si zodpovedného používania materiálu pri tvorbe 3D modelov a opakovaného využívania didaktických pomôcok.

Mediálna a digitálna výchova – zmysluplné využívanie jednoduchých technológií (3D pero) na podporu učenia matematiky.

Obsahový štandard: Žiak si upevňuje chápanie zlomku ako časti celku. Prostredníctvom názorného a manipulatívneho učenia porovnáva rôzne rozdelenia celku, vytvára modely zlomkov a používa ich pri riešení úloh. Prepája matematické myslenie s praktickou tvorbou.

Výkonový štandard: Žiak znázorní zlomok ako časť celku, porovná zlomky s rovnakým čitateľom alebo menovateľom, vytvorí jednoduchý 3D model zlomku pomocou 3D pera, využíva model pri riešení úloh a prezentuje výsledok svojej práce.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- žiak rozpozná celok a jeho rovnaké časti ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$),
- žiak vysvetlí význam zlomku vlastnými slovami,
- žiak porovná veľkosť rôznych zlomkov,
- žiak chápe, že časti celku musia byť rovnaké.

Afektívny cieľ:

- žiak prejavuje záujem o názorné učenie sa matematiky,
- žiak aktívne sa zapája do skupinovej práce,
- žiak zažíva pocit úspechu z vytvoreného modelu,
- žiak rozvíja sebadôveru pri prezentovaní riešení.

Psychomotorický cieľ:

- žiak vytvára 3D model zlomku vrstvením materiálu,
- žiak rozvíja jemnú motoriku a koordináciu oka a ruky,
- žiak manipuluje s vytvorenými modelmi pri riešení úloh,
- žiak dodržiava bezpečnostné pravidlá pri práci s 3D perom.

STEAM:

S (Science) – Vnímanie vlastností materiálu, tvaru a pevnosti.

T (Technology) – Používanie 3D pera ako jednoduchého nástroja na tvorbu modelov.

E (Engineering) – Rozdelenie celku na rovnaké časti, skladanie a testovanie modelu.

A (Art) – Používanie farby a tvaru na zvýšenie názornosti modelu.

M (Math) – Zlomky, porovnávanie častí celku, manipulácia s modelom.

Organizácia výučby: Vyučovanie prebieha v triede alebo v učebni techniky, ktorá umožňuje skupinovú prácu. Trieda je usporiadaná tak, aby mali žiaci dostatok priestoru na manipuláciu s

vytvorenými modelmi a bezpečnú prácu s 3D perom. Žiaci pracujú v malých skupinách, pričom každá skupina má pripravený pracovný priestor na tvorbu a porovnávanie modelov zlomkov. Učiteľ zabezpečuje organizačný dohľad, metodické usmerňovanie práce žiakov a priebežne sleduje dodržiavanie bezpečnostných pravidiel.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – vysvetlenie témy, cieľov hodiny a zadania, záverečná spoločná reflexia a zhrnutie učiva.
- **Skupinová práca** – spoločná tvorba 3D modelov zlomkov.
- **Individuálna činnosť v skupine** – tvorba konkrétnej časti modelu.

Vyučovacie metódy: rozhovor a riadená diskusia, demonštrácia pracovného postupu učiteľom, názorné vyučovanie a manipulácia s modelmi, bádateľsky orientované vyučovanie, učenie sa prostredníctvom vlastnej činnosti (learning by doing), skupinová práca a reflexia.

Didaktické prostriedky: nízkoteplotné 3D perá určené pre deti, filamenty rôznych farieb na rozlíšenie častí celku, podložky odolné voči teplu, šablóny kruhov a obdĺžnikov rozdelených na rovnaké časti, hotové ukážkové modely zlomkov, papier, ceruzky a pracovná plocha na manipuláciu s modelmi.

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Učiteľ nadviaže na predchádzajúce učivo a vedie krátky rozhovor so žiakmi.

Učiteľ: „Spomeňte si, kde sa v bežnom živote stretávame so zlomkami.“

PO: „Keď delíme pizzu.“ „Keď si rozdelíme čokoládu.“ „Keď máme koláč.“

Učiteľ pokračuje otázkou: „Keď rozdelíme pizzu na štyri rovnaké kúsky a zjem jeden, akú časť celku som zjedol?“

PO: „Jednu štvrtinu.“

Učiteľ zhrnie odpovede a vysvetlí cieľ hodiny: „Dnes si zlomky nielen nakreslíme, ale vytvoríme si ich pomocou 3D modelov, aby sme lepšie pochopili, čo znamená časť celku.“

Učiteľ ukáže pripravený hotový 3D model zlomku (napr. $\frac{1}{2}$ kruhu).

Učiteľ: „Toto je celý kruh. Keď ho rozdelíme na dve rovnaké časti a jednu časť vyberieme, hovoríme, že máme jednu polovicu.“

Učiteľ sa pýta: „Sú tieto dve časti rovnaké?“

PO: „Áno.“

Učiteľ zdôrazní základnú myšlienku: „Aby sme mohli hovoriť o zlomku, časti musia byť rovnaké.“

Učiteľ oboznámi žiakov so zadáním: „Budete pracovať v skupinách. Každá skupina si vyberie zlomok – jednu polovicu, jednu tretinu alebo jednu štvrtinu – a vytvorí ho pomocou 3D pera.“

Učiteľ zopakuje pravidlá bezpečnosti:

- pracujeme posediačky,
- nedotýkame sa hrotu 3D pera,
- pero odkladáme len na podložku,
- pracujeme pokojne a podľa pokynov.

Vysvetlenie princípu práce s 3D modelovaním a Tinkercadom

Učiteľ žiakom ukáže 3D pero a vysvetlí jeho princíp fungovania.

Učiteľ: „Toto je 3D pero. Funguje podobne ako pero alebo ceruzka, ale namiesto atramentu z neho vychádza rozohriaty plast, ktorý po chvíli stuhne.“

Učiteľ demonštruje zapnutie 3D pera a pomalým pohybom vytvorí krátku čiaru na podložke.
Učiteľ: „Keď plast vychádza z pera, je mäkký, a preto ho vieme tvarovať. Keď vychladne, stvrdne a zostane v tvare, ktorý sme vytvorili.“

Učiteľ sa pýta: „Čo si myslíte, prečo musíme pracovať pomaly?“

PO: „Aby sa plast neroztrhol.“ „Aby bol tvar pekný.“

Učiteľ doplní: „Keď pracujeme pomaly a rovnomerne, čiara je pevná a tvar drží.“

Učiteľ upozorní na bezpečnosť: „Špička 3D pera je teplá, preto sa jej nedotýkame. Pero držíme ako ceruzku a odkladáme ho len na podložku.“

Učiteľ zdôrazní spojenie s matematikou: „Pomocou 3D pera dnes nebudeme kresliť obrázky, ale presné matematické tvary, z ktorých si vytvoríme zlomky.“

Učiteľ sa uistí, že žiaci rozumejú: „Rozumiete, ako s perom pracovať a prečo musíme byť opatrní?“

PO: „Áno.“

Hlavná časť:

Žiaci dostanú šablóny kruhov alebo obdĺžnikov rozdelených na rovnaké časti.

Učiteľ sa pýta: „Na koľko rovnakých častí je rozdelený tento kruh?“

PO: „Na štyri.“

Učiteľ pokračuje: „Ktoré časti budeme znázorňovať ako zlomok?“

Žiaci farebne označia vybrané časti a pripravujú sa na tvorbu 3D modelu.

Žiaci pracujú v skupinách. Každý žiak má pridelenú úlohu (obťahovanie, kontrola rovnosti častí, manipulácia s hotovým dielom).

Učiteľ priebežne obchádza skupiny a kladie otázky:

- „Sú všetky časti rovnako veľké?“
- „Čo by sa stalo, keby jedna časť bola väčšia?“

PO: „Už by to nebol správny zlomok.“

Žiaci pomocou 3D pera obťahujú vybrané časti šablóny, nechajú ich stuhnúť a skladajú model do celku.

Po dokončení modelov učiteľ vyzve žiakov, aby porovnávali svoje zlomky.

Učiteľ: „Ktorý zlomok je väčší – jedna polovica alebo jedna štvrtina? Ako to viete?“

PO: „Polovica je väčšia, lebo je z celku väčší kus.“

Žiaci manipulujú s modelmi, prikladajú ich k sebe a svoje odpovede zdôvodňujú názorne.

Učiteľ vedie krátku reflexiu:

Učiteľ: „Čo vám dnes pomohlo lepšie pochopiť zlomky?“ „Bolo jednoduchšie učiť sa zo zošita alebo z modelu? Prečo?“

Žiaci odpovedajú a vyjadrujú svoje postrehy.

Učiteľ zhrnie hodinu: „Dnes ste pracovali ako matematici – skúmali ste, porovnávali a overovali. 3D modely vám pomohli vidieť, že zlomok je vždy časť celku.“

Záverečná časť:

Učiteľ vedie krátku reflexiu:

Učiteľ: „Čo vám dnes pomohlo lepšie pochopiť zlomky?“ „Bolo jednoduchšie učiť sa zo zošita alebo z modelu? Prečo?“

Žiaci odpovedajú a vyjadrujú svoje postrehy.

Učiteľ zhrnie hodinu: „Dnes ste pracovali ako matematici – skúmali ste, porovnávali a overovali. 3D modely vám pomohli vidieť, že zlomok je vždy časť celku.“

Medzipredmetové prepojenie

Matematika

Aktivita priamo nadväzuje na učivo o zlomkoch ako časti celku. Žiaci si prostredníctvom manipulácie s 3D modelmi upevňujú chápanie pojmov čitateľ a menovateľ, porovnávajú veľkosť zlomkov a overujú správnosť riešenia názornou cestou. Práca s modelom podporuje hlbšie porozumenie učiva najmä u žiakov, ktorí majú ťažkosti s abstraktným matematickým myslením.

Pracovné vyučovanie/Technika

Žiaci pracujú s jednoduchým technickým nástrojom – 3D perom. Učia sa plánovať pracovný postup, dodržiavať bezpečnostné pravidlá a zodpovedne používať materiál. Aktivita rozvíja technické zručnosti, pracovné návyky a schopnosť spolupracovať v skupine.

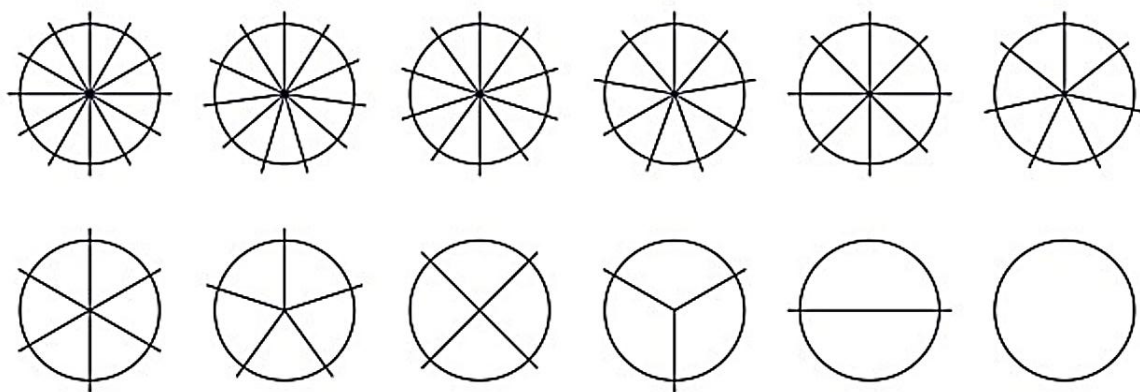
Výtvarná výchova

Pri tvorbe 3D modelov žiaci pracujú s tvarom, farbou a kompozíciou. Farebné rozlíšenie častí celku podporuje vizuálne vnímanie a estetické spracovanie modelu, zároveň zvyšuje názornosť matematického učiva.

Slovenský jazyk a komunikácia

Žiaci verbálne opisujú svoj postup, vysvetľujú význam zlomku a zdôvodňujú svoje odpovede. Rozvíjajú schopnosť vecne a zrozumiteľne formulovať myšlienky a prezentovať výsledky práce pred triedou.

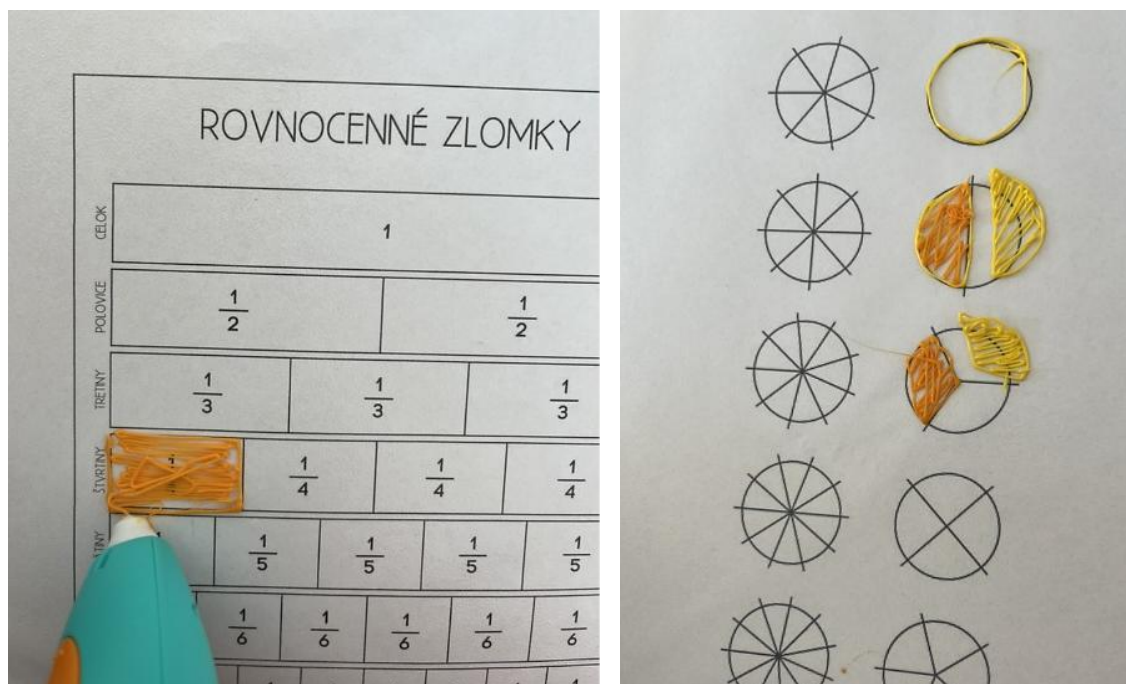
Fotodokumentácia



Obrázok 62 Šablóny na obťahovanie

ROVNOCENNÉ ZLOMKY												
CELOK	1											
POLOVICE	$\frac{1}{2}$					$\frac{1}{2}$						
TRETTY	$\frac{1}{3}$			$\frac{1}{3}$			$\frac{1}{3}$					
ŠTVRTINY	$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$					
PÁTINY	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$			
ŠESTINY	$\frac{1}{6}$		$\frac{1}{6}$		$\frac{1}{6}$		$\frac{1}{6}$		$\frac{1}{6}$			
OSMINY	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$		
DESATINY	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$		
DVANÁSTINY	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$		

Obrázok 63 Šablóna na rovnocenné zlomky



Obrázok 64 Práca s 3D perom



Obrázok 65 Hotové modely zlomkov

Reflexia:

Vyučovacia hodina bola zameraná na názorné a zážitkové osvojovanie učiva o zlomkoch. Žiaci pracovali so zvýšeným záujmom a aktívne sa zapájali do skupinovej práce. Vytváranie 3D

modelov im umožnilo lepšie pochopiť pojem zlomku ako časti celku a overiť si správnosť riešení prostredníctvom manipulácie s modelom.

Pozitívne sa prejavila práca v skupinách, kde si žiaci rozdelili úlohy a navzájom si pomáhali. 3D pero pôsobilo ako silný motivačný prvok a zároveň podporilo rozvoj jemnej motoriky a technických zručností. Žiaci dokázali porovnávať zlomky nielen symbolicky, ale aj názorne, čo prispelo k lepšiemu pochopeniu učiva.

Počas aktivity bolo potrebné priebežne dohliadať na dodržiavanie bezpečnostných pravidiel a tempo práce. Niektorí žiaci potrebovali viac času na presné obťahovanie tvarov, čo je vhodné zohľadniť pri ďalšom plánovaní hodiny.

Ciele aktivity boli splnené. Žiaci pochopili význam zlomku, vedeli ho znázorniť pomocou modelu a dokázali svoje riešenie vysvetliť vlastnými slovami.

Do budúcnosti odporúčame zaradiť aktivitu ako opakovanie učiva o zlomkoch alebo ako podpornú činnosť pre žiakov so slabším porozumením abstraktných matematických pojmov.

5.2.10 Geometrické telesá – kocka a kváder

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce, Matematika a práca s informáciami, Umenie a kultúra

Vyučovací predmet: Matematika, Pracovné vyučovanie, Výtvarná výchova

Ročník: 4. ročník

Celkový čas: 1 – 2 vyučovacie hod.

Prierezové témy:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvoj vytrvalosti, trpezlivosti a precíznosti pri spájaní jednotlivých hrán siete do finálneho 3D telesa, budovanie schopnosti efektívne spolupracovať v tíme.

Environmentálna výchova – zodpovedné zaobchádzanie s materiálom (filamentom), minimalizácia odpadu efektívnym plánovaním ťahov 3D perom a tvorba vlastných trvácnych didaktických pomôcok, ktoré žiakom zostávajú na ďalšie hodiny

Mediálna výchova – využívanie modernej technológie (3D pero) ako aktívneho nástroja na vizualizáciu abstraktných matematických pojmov, transformácia dvojrozmerných náčrtov do trojrozmernej reality a kritické posudzovanie možností a limitov digitálnych technológií pri tvorbe objektov.

Obsahový štandard: Žiak vytvára modely geometrických telies (kocka, kváder) a didaktické pomôcky s využitím moderných technických materiálov (filament) a digitálnych technológií (3D pero), pričom aplikuje primerané pracovné postupy prenosu 2D zobrazenia (sieť telesa) do 3D priestoru.

Výkonový štandard: Žiak realizuje projekt výroby priestorového geometrického modelu, volí vhodnú techniku vrstvenia materiálu a spojov hrán, rešpektuje vlastnosti telies (zhodnosť stien, dĺžku hrán) a pri manipulácii s 3D perom dôsledne dodržiava zásady bezpečnosti a ochrany zdravia.

Špecifické ciele:

Kognitívny cieľ:

- rozlišovať na základe geometrických vlastností kocku a kváder,
- vysvetliť princíp transformácie plošnej siete do trojrozmerného telesa.

Afektívny cieľ:

- prejavovať trpezlivosť pri konštrukcii modelu,
- aktívne spolupracovať v tíme pri riešení technických problémov počas tvorby spoločnej makety,
- mať radosť z dobre vykonanej práce.

Psychomotorický cieľ:

- koordinovane ovládať 3D pero pri presnom nanášaní filamentu na predlohu,
- manuálne spájať steny siete do stabilného objektu.

STEAM:

S (Science) – Žiaci skúmajú fyzikálnu stabilitu modelu a vplyv tuhnutia materiálu na pevnosť výslednej konštrukcie telesa.

T (Technology) – Aktivita zahŕňa využitie 3D pera ako moderného digitálneho nástroja na aktívnu tvorbu a priestorovú vizualizáciu geometrických informácií.

E (Engineering) – Žiak realizuje proces od plánovania a navrhovania konštrukčných spojov až po finálne technické zhotovenie priestorového prototypu.

A (Art) – Estetické hľadisko je zastúpené cez dizajn modelu, voľbu farebných kombinácií filamentu a vizuálnu transformáciu symbolov do 3D podoby

M (Math) – Matematický prvok predstavuje aplikácia poznatkov o sieti telesa, určovanie počtu stien, hrán a vrcholov a rozvoj priestorovej predstavivosti

Organizácia výučby: Výučba prebieha v triede, žiaci pracujú v laviciach v rámci pripraveného pracovného priestoru.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ vysvetľuje, demonštruje.
- **Individuálna práca** – žiaci samostatne realizujú tvorivú úlohu.
- **Skupinová** – žiaci pracujú v skupinách.

Vyučovacie metódy: rozhovor, diskusia, demonštrácia postupu, inštrukciá k práci s 3D perom, STEAM metóda, prezentácia (vizuálne ukážky, prípadne video), reflexia (zhodnotenie procesu a výsledkov).

Didaktické prostriedky: pracovné podložky, papiere na návrhy, tri 3D perá, filamenty (tuhy do 3D pier) rôznych farieb, šablóny, predlohy, pracovný list.

METODICKÝ POSTUP**Motivácia:**

V úvode hodiny učiteľ predstaví žiakom záhadný balíček, v ktorom sa nachádzajú rozložené papierové siete a hotové 3D modely, pričom spoločne pátrajú po tom, ako sa z plochého papiera stane pevný objekt v priestore. Motiváciu dopĺňa krátky príbeh o architektovi, ktorý potrebuje postaviť pevné budovy v tvare kocky a kvádra. Žiaci sú v roli inžinierov, ktorí majú pomocou 3D pera tieto modely zhmotniť. Didaktická stratégia je postavená na princípoch konštrukcionizmu a projektového vyučovania, kde žiak vystupuje ako aktívny tvorca poznania. Výučba prebieha prostredníctvom vlastnej skúsenosti a tvorivej činnosti – žiaci samostatne alebo v skupinách navrhujú a zostavujú fyzický model geometrického telesa z dostupných materiálov. Proces tvorby modelu ich vedie k experimentovaniu, overovaniu hypotéz a reflexii vlastných postupov. Takýto prístup podporuje nielen rozvoj priestorovej predstavivosti, ale aj matematické myslenie, spoluprácu, zodpovednosť za vlastnú prácu a

schopnosť prepájať teoretické poznatky s praktickou činnosťou. Učenie sa tak stáva pre žiakov zmysluplnejším, motivujúcim a trvácnejším.

Učiteľ krátko vysvetlí a demonštruje prácu s 3D perom.

Hlavná časť

V hlavnej fáze žiaci najprv experimentujú s papierovými modelmi, ktoré rozkladajú a opätovne skladajú, aby pochopili vzťah medzi stenou a hranou. Nasleduje technická inštrukcia k práci s 3D perom, po ktorej žiaci samostatne nanášajú filament na pripravené šablóny sietí, pričom dbajú na presnosť a rovnomernosť vrstiev. Po stuhnutí materiálu žiaci steny opatrne odlepia od podložky a pomocou pera ich v priestore spájajú do finálneho tvaru kocky alebo kvádra, čím vytvárajú pevné priestorové teleso.

Evaluačné otázky a doplnkové úlohy

Učiteľ sa žiakov pýta, podľa čoho s istotou spoznajú rozdiel medzi kockou a kvádom, a koľko stien museli pomocou 3D pera vytvoriť, aby bolo teleso úplné. Ďalšie otázky smerujú k technickému postupu, kde žiaci vysvetľujú, ktorá časť konštrukcie bola najnáročnejšia na stabilitu a čo by nabudúce urobili inak, aby ich model stál pevnejšie.

Záverečná časť:

V závere vyučovacej hodiny žiaci umiestnia svoje hotové 3D modely na spoločnú plochu, čím vytvoria malú výstavu geometrických telies, ktorú spoločne s učiteľom analyzujú a hodnotia. Prebieha záverečná reflexia, kde každý žiak alebo skupina stručne odprezentuje svoj výrobok, pomenuje jeho základné časti a podelí sa o skúsenosť s prácou s 3D perom. Učiteľ zhrnie hlavné poznatky o rozdieloch medzi kockou a kvádom, vyzdvihne kreatívne riešenia a technický pokrok žiakov. Následne spoločne upratujú pracoviská a bezpečne odkladajú technológie. Na úplný záver žiaci vyjadria svoje pocity z hodiny pomocou krátkeho sebahodnotenia, čím sa uzavrie proces učenia sa cez vlastnú tvorbu.

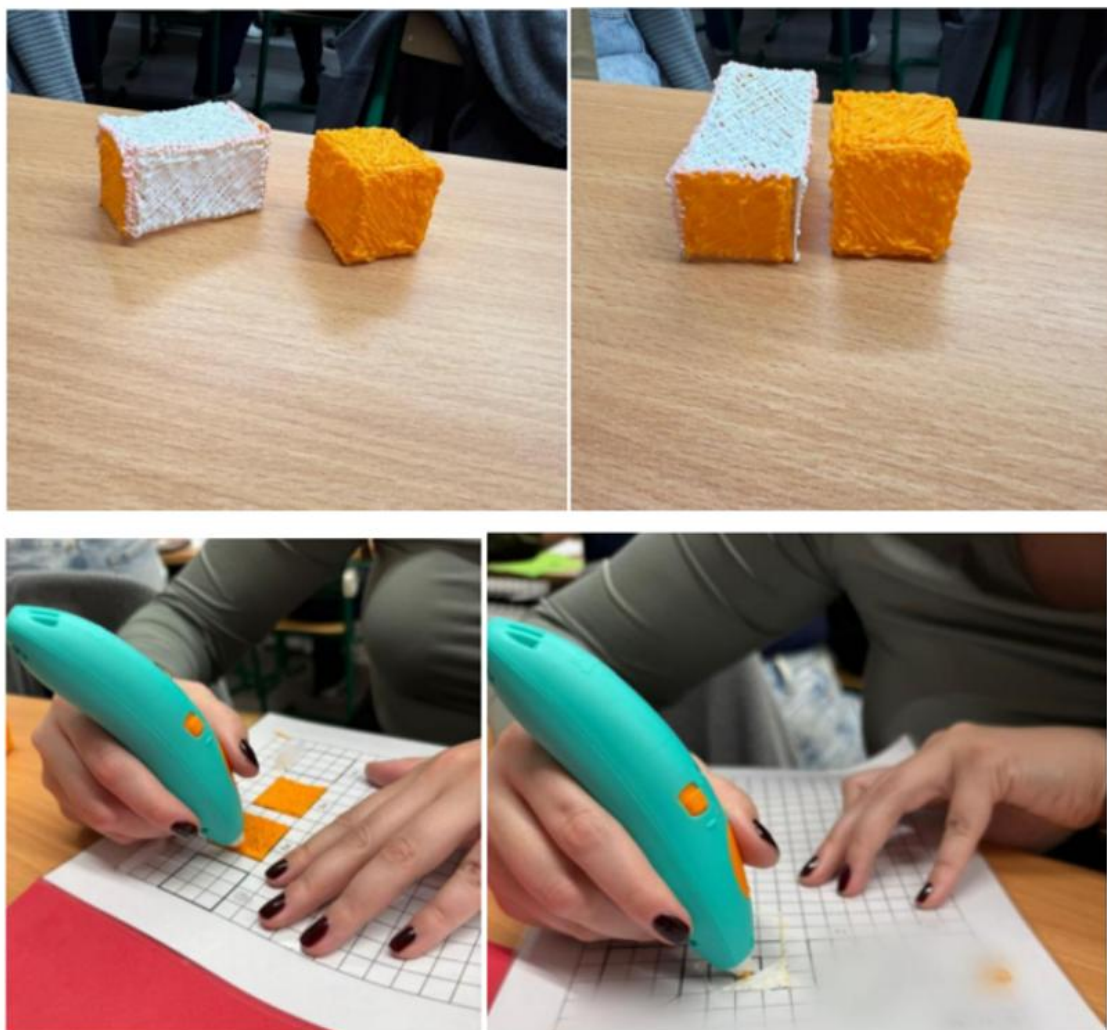
Medzipredmetové prepojenie

Matematika – merať dĺžku hrán pri tvorbe sietí, identifikovať geometrické prvky kocky a kvádra a prakticky realizovať prechod z plošného 2D zobrazenia do 3D priestoru.

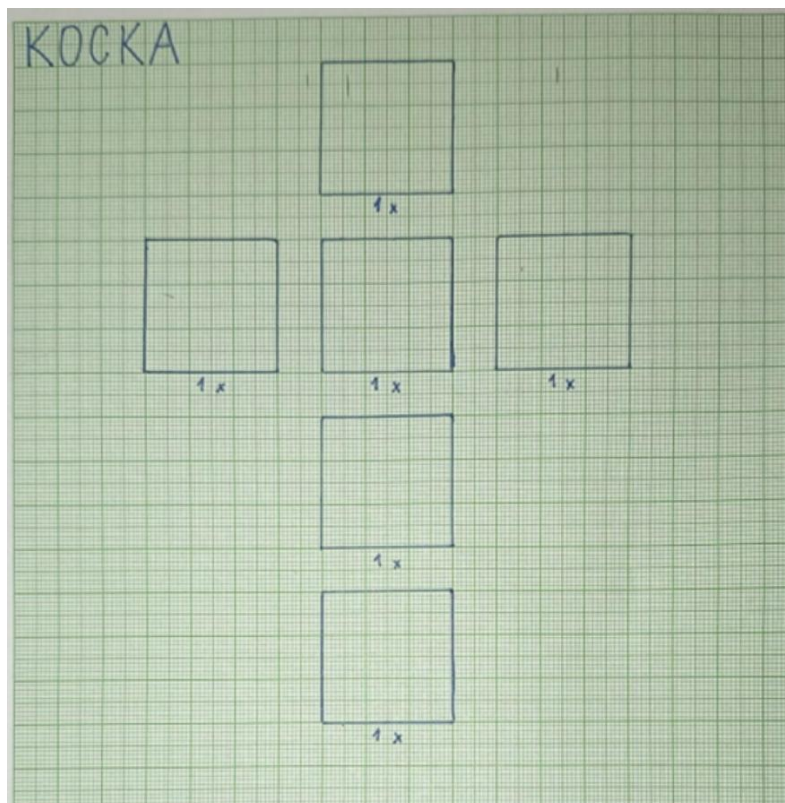
Technika – zhotoviť funkčný technický výrobok podľa predlohy pomocou 3D pera, rozvíjať konštrukčné myslenie a dodržiavať bezpečnostné pravidlá pri práci s modernou technológiou.

Výtvarná výchova – experimentovať s vrstvením plastového materiálu, esteticky stvárniť hrany a steny geometrického telesa a využiť modelovanie na tvorbu originálneho priestorového diela.

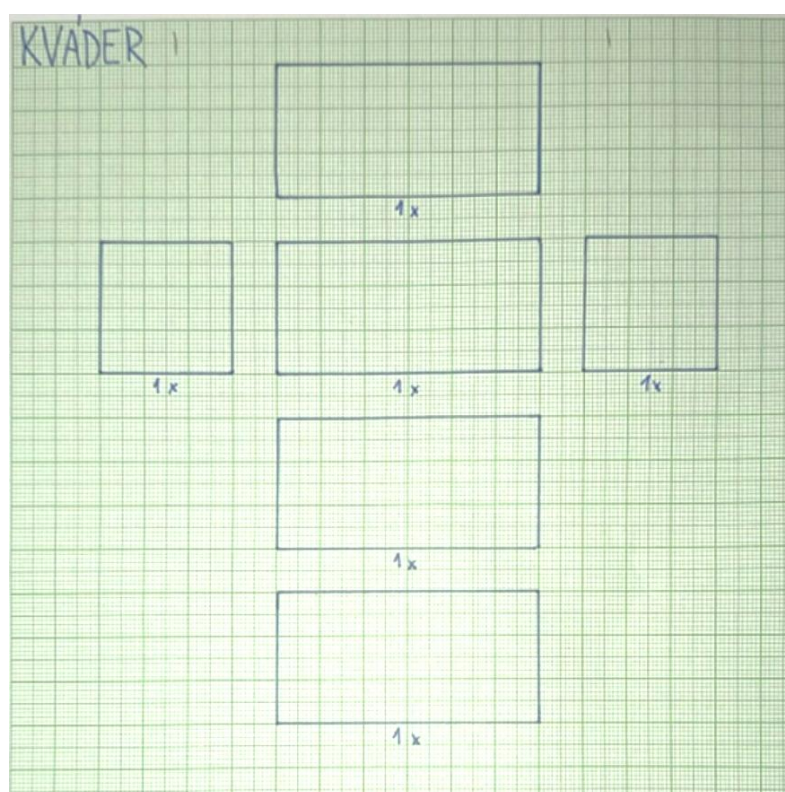
Fotodokumentácia



Obrázok 66 Práca s 3D perom



Obrázok 67 Sieť kocky



Obrázok 68 Sieť kvádra

Pracovný list - príprava na tvorbu kocky a kvádra

4.ročník - práca pred použitím 3 D pera

Meno: Trieda: Dátum:

1.Pripomeň si pojmy

Doplň správne slová do definícií: stena, hrana, vrchol, sieť

- je bod, kde sa stretávajú tri hrany.
- je plošný útvar, ktorý ohraničuje jednotlivé telesá.
- je to priamka, ktorá je priesečnicou 2 stien a je ohraničená 2 bodmi – vrcholmi
- telesa je jeho povrch rozložený do roviny.

2.Pozoruj demonštráciu učiteľa

Učiteľ skladá teleso zo siete. Odpovedz:

- Aký tvar majú steny kocky?
- Čím sa líši kváder od kocky?

3. Práca v skupine - rozmýšľame spolu

Diskutujte v skupine a doplňte tabuľku

	KOCKA	KVÁDER
Počet stien		
Tvar stien		
Príklad z reálneho života (aké predmety poznáme čo majú tento tvar telies?)		

4.Analyzuj siete telies

Zakrúžkuj správnu odpoveď:

Každá sieť kocky má 6 stien - zhodných štvorcov. áno/ nie

Sieť kvádra tvoria tvorí 8 vrcholov. áno/ nie

5.spoločne navrhnete sieť kocky a kvádra

Nakreslite sieť kocky a kvádra, podľa ktorej by ste vedeli tieto telesá vytvoriť pomocou 3D pera.

Obrázok 69 Pracovný list

Reflexia:

Reflexiu realizujeme nasledovnými metódami:

1. Žiak dokáže správne používať pojmy kocka, kváder, sieť telesa. Vie vysvetliť rozdiel medzi kockou a kvádom? Chápe prechod z rovinného útvaru do priestorového telesa?

- Metóda: Myšlienková mapa

2. Vytvoril žiak model kocky alebo kvádra podľa zadania? Má model správny počet stien? Je model stabilný a funkčný?

- Metóda: posúdenie produktu, hodnotenie produktu podľa kritérií

3. Dokáže študent predstaviť svoj produkt spolužiakom? Vie opísať postu svojej práce? Vie pomenovať vlastnosti vytvoreného telesa?

- Metóda: prezentácia, peer hodnotenie

4. Dokáže žiak identifikovať chyby na modeli? Vie navrhnúť zlepšenie konštrukcie?

- Metóda: revízia prototype, testovanie, úprava, reflexia

5. Spolupracoval žiak so spolužiakmi? Rešpektoval rozdelenie úloh v skupine?

- Metóda: pozorovanie, sebahodnotenie

5.2.11 Poznávanie dopravných značiek

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce – Technická výchova

Vyučovaci predmet: Výtvarná výchova, Pracovné vyučovanie, Vlastiveda

Ročník: 3. ročník

Celkový čas: 2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Prierezové témy:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvoj vytrvalosti a trpezlivosti pri precíznej tvorbe objektov, budovanie schopnosti spolupracovať v tíme pri tvorbe spoločnej makety dopravného ihriska.

Environmentálna výchova – zodpovedné zaobchádzanie s materiálom (filamentom), minimalizácia odpadu efektívnym plánovaním používania 3D pera, tvorba vlastných trvácnych pomôcok

Mediálna výchova – využívanie modernej technológie (3D pero) ako aktívneho nástroja na tvorbu a vizualizáciu informácií, transformácia symbolov dopravného značenia do trojrozsomernej podoby

Obsahový štandard: Žiak vytvára modely a pomôcky (dopravné značky) s využitím moderných technických materiálov (filament) a digitálnych technológií (3D pero), pričom aplikuje primerané pracovné postupy transformácie 2D symbolu do 3D priestoru.

Výkonový štandard: Žiak realizuje projekt výroby dopravnej signalizácie, volí vhodnú techniku vrstvenia materiálu, rešpektuje vizuálnu identitu dopravného značenia a pri manipulácii s 3D perom dodržiava zásady bezpečnosti a ochrany zdravia (BOZP).

Kognitívny cieľ:

- identifikovať vybrané dopravné značky a vysvetliť ich význam,
- poznať dopravné značky v blízkom okolí školy,
- riešiť základné dopravné situácie simulované na makete.

Afektívny cieľ:

- spolupracovať v tíme a podieľať sa na deľbe spoločných úloh,
- prejavovať zodpovedný prístup k bezpečnosti v doprave,
- reflektovať priebeh a výsledok vlastnej tvorivej činnosti.

Psychomotorický cieľ:

- pracovať s 3D perom a technickými pomôckami podľa inštrukcií,
- tvoriť jednoduché 3D modely dopravného značenia,
- rozvíjať úroveň jemnej motoriky a vizuomotoriky.

STEAM:

S – (Science) – pozorovanie dopravných situácií v teréne, zber a analýza dát.

T – (Technology) – digitálna mapa, práca s 3D perom, princíp 3D tlače.
E – (Engineering) – stavba 3D modelov budov a značiek, konštrukčné postupy.
A – (Art) – estetické spracovanie makety a modelov.
M – (Math) – mierka, proporcie, geometrické tvary značiek.

Organizácia výučby: Výučba prebieha v triede, žiaci pracujú v laviciach v rámci pripraveného pracovného priestoru.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ vysvetľuje, demonštruje.
- **Individuálna práca** – žiaci samostatne realizujú tvorivú úlohu.
- **Skupinová práca** – žiaci manipulujú dopravnými prostriedkami, riadia sa dopravným značením.

Vyučovacie metódy: rozhovor, riadený rozhovor, demonštrácia postupu tvorby 3D objektov, inštrukcia k bezpečnej práci s 3D perom, skupinová práca, simulácia dopravy s modelmi áut, reflexia a zhodnotenie procesu.

Didaktické prostriedky: 3D perá, farebné filamenty, pracovné podložky, šablóny dopravných značiek, veľkoformátový papier na maketu, kartón a krabice na stavbu budov, modely áut, ukážky hotových 3D značiek, šablóny dopravných značiek.

METODICKÝ POSTUP

Motivácia:

Žiaci sedia v kruhu alebo na svojich miestach. Učiteľ začne hodinu riadeným rozhovorom: „Deti, dnes ráno, keď ste išli do školy, všimli ste si niečo zaujímavé pri ceste? Nemyslím autá, ale také farebné tabule.“

Predpokladaná odpoveď (PO): „Áno, značky.“

„Správne. Skúste si spomenúť, aké značky ste videli cestou z domu ? Ako vyzerali?“

PO: „Videl som červený trojuholník s deťmi. Ja som videla modrý štvorec a v ňom biely panáčik na prechode. Taká červená s nápisom STOP.“

„Výborne! Načo sú nám tie značky vlastne dobré? Čo by sa stalo, keby tam neboli?“

PO: „Autá by do seba narážali. Nevedeli by sme, kedy môžeme prejsť cez cestu. Bol by tam chaos.“

Učiteľ nadviaže: „Presne tak. A dnes sa staneme projektantmi nášho mesta. Vyrobíme si vlastné značky, ktoré umiestnime do našej veľkej makety okolia školy. Z čoho by sme ich mohli vytvoriť, aby boli pevné?“

PO: „Z kartónu. Z plastu. Z lega.“

Učiteľ sa ďalej pýta: „Počuli ste už niekedy o 3D pere? Čo myslíte, prečo sa volá práve 3D?“

PO: „Lebo s ním nekreslíme len na plochý papier, ale môžeme postaviť vec, ktorá stojí v priestore.“

Učiteľ vysvetlí: „Áno, dnes nebudeme značky len kresliť, my ich pomocou 3D pera doslova postavíme, aby sme si z nich mohli urobiť skutočné dopravné ihrisko priamo v triede.“

Motivácii môže predchádzať prechádzka v okolí školy, alebo návšteva dopravného ihriska.

Učiteľ krátko vysvetlí a demonštruje prácu s 3D perom.

Hlavná časť

Učiteľ nadviaže na úvodnú aktivitu slovami: „Ako sme si na začiatku povedali, dnes budeme vyrábať dopravné značky pomocou 3D pera, aby sme dokončili našu maketu okolia školy.“ Skôr než žiaci začnú pracovať, premyslia si konkrétny tvar a dizajn značky, ktorú videli počas prieskumu v teréne. Učiteľ im ponúkne vopred pripravené šablóny vložené v euroobaloch alebo vytlačené na tvrdej plastovej podložke. Následne im učiteľ názorne ukáže, ako držať 3D pero podobne ako obyčajné pero, ako ho zapnúť, vypnúť a ako v prípade potreby vymeniť farebný filament. Dôrazne upozorní na dbanie na bezpečnosť.

Po vysvetlení postupu začnú žiaci pracovať samostatne, pričom si môžu vybrať šablónu alebo kresliť podľa vlastného návrhu na voľné miesto na podložke, kde si najprv vyskúšajú cit pre nástroj kreslením jednoduchých čiar. Keď získajú istotu, začnú obťahovať kontúry značky, pričom počet vrstiev volia podľa toho, akú pevnosť má ich model mať. Ak žiak potrebuje zmeniť farbu filamentu, zvyšok pôvodného filamentu minie na skúšobnej ploche, alebo ju ponúkne spolužiakovi, čím sa predchádza plytvaniu. Učiteľ počas celého procesu pomáha žiakom pri technických problémoch.

Keď sú všetky 3D značky pevne osadené v makete okolia školy, učiteľ vyzve žiakov, aby si vzali modely autíčok a postavičky chodcov. „Teraz, keď sme si postavili naše malé mesto, skúsime si, či v ňom vieme bezpečne jazdiť a chodiť,“ povie učiteľ a rozdelí žiakom úlohy vodičov a chodcov. Žiaci sa pohybujú s modelmi po nakreslených cestách a musia reagovať na značky, ktoré sami vyrobili. Ak auto príde k značke „STOP“, musí zastaviť; ak sa blíži k „Priechodu pre chodcov“, dáva prednosť postavičkám. Učiteľ priebežne vytvára modelové situácie (napr. „Auto chce odbočiť k škole, na akú značku si musí dať pozor?“) a sleduje, či žiaci pravidlá aplikujú správne. Táto aktivita mení statický model na živé učebné prostredie, kde si deti v praxi overujú následky svojho správania v doprave.

Evaluačné otázky a doplnkové úlohy

Počas simulácie a v záverečnej reflexii kladie učiteľ žiakom tieto otázky na upevnenie vedomostí:

Kognitívne a aplikačné otázky:

„Ktorá značka, ktorú sme dnes vyrobili, je pre bezpečnosť pred našou školou najdôležitejšia a prečo?“

„Čo by sa stalo, keby vodič tvoju 3D značku prehliadol alebo keby bola zle vyfarbená?“

„Podľa čoho si vedel, že toto je zákazová značka, aj keď si ešte nečítal nápis na nej? (tvar a farba)“

Doplnkové a problémové úlohy:

Projektant dopravných uzlov: „Skús navrhnuť a vyrobiť 3D perom značku, ktorá v našom okolí chýba, ale podľa teba by tam mala byť.“

Detektív chýb: Učiteľ zámerne otočí niektorú značku opačne alebo ju dá na nelogické miesto a žiaci musia prísť na to, prečo je doprava v tom momente nebezpečná.

Hmatová kontrola: „Zavri oči a skús len hmatom podľa tvaru (kruh/trojuholník/osemuholník) zistiť, akú značku držíš v ruke.“

Záverečná časť:

Na záver hodiny sa so žiakmi vrátíme k ich spoločnej makete a zhodnotíme, ako sa im podarilo premeniť teoretické vedomosti z terénneho prieskumu na funkčný 3D model. Učiteľ vyzdvihne kreativitu a trpezlivosť žiakov pri práci s 3D perom a pýta sa, na čo sú na svojom diele najviac hrdí a čo by pri ďalšom projektovaní navrhli inak. Každý žiak dostane priestor krátko prezentovať svoju značku a vysvetliť jej dôležitosť pre bezpečnosť v okolí ich školy. Hodinu ukončíme spoločným potleskom za vytvorenie bezpečného mini-mesta a žiaci si môžu svoje výrobky buď ponechať ako súčasť triednej expozície, alebo si ich vziať domov.

Medzipredmetové prepojenie

Výtvarná výchova: Experimentovať s líniou a textúrou pri nanášaní plastového materiálu 3D perom, aplikovať funkčnú farebnú symboliku (červená – zákaz, modrá – informácia) a tvoriť estetické modely.

Pracovné vyučovanie: Realizovať technický projekt od plánovania až po tvorbu, voliť vhodné materiály (filament, kartón) a technológie (3D pero), rozvíjať jemnú motoriku a dodržiavať zásady bezpečnej práce.

Vlastiveda: Poznať a aplikovať pravidlá bezpečného pohybu v cestnej premávke na vytvorenom modeli, poznať dopravné značenie.

Fotodokumentácia



Obrázok 70 Plán okolia školy



Obrázok 71 Výroba kľúčových budov do plánu okolia školy



Obrázok 72 Dopravné značky vyrobené 3D perom



Obrázok 63 Motivačná návšteva dopravného ihriska



Obrázok 73 Plán blízkeho okolia

Reflexia:

Vyučovacia hodina bola zameraná na zoznámenie žiakov s prácou s 3D perom a na rozvoj ich kognitívnych, technických a psychomotorických zručností prostredníctvom tvorby modelov. V motivačnej časti sme žiakom predstavili technológiu 3D pera, vysvetlili princíp tavenia a tuhnutia filamentu a názorne predviedli pracovný postup spolu s prísnymi bezpečnostnými pravidlami. Vzhľadom na limitovaný počet troch pier aktivita prebiehala v skupinách. Žiaci pracovali postupne, v skupinách, aby si každý mohol vyskúšať manipuláciu s nástrojom pri obťahovaní šablón. Aj napriek týmto obmedzeniam (obmedzenému počtu pier) hodnotíme aktivitu pozitívne, nakoľko stanovené ciele v oblasti rozvoja jemnej motoriky a technickej gramotnosti boli splnené. Žiaci si z vyučovania odniesli hmatateľný výsledok svojej práce.

5.2.12 3D mapa Slovenska

Vzdelávacia oblasť: Človek a svet práce – Technika

Vyučovací predmet: Pracovné vyučovanie

Ročník: 4. ročník

Celkový čas: 2x45 hod.

Prierezové témy:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie spolupráce pri spoločnom plánovaní úprav modelu, komunikácie pri rozhodovaní o parametroch tlače a reflexii výsledku práce.

Mediálna výchova – práca s digitálnym modelom a softvérom ako nástrojom tvorby.

Regionálna výchova a tradičná ľudová kultúra – prehľbovanie poznania územia Slovenska, jeho tvaru a členenia prostredníctvom 3D modelu.

Obsahový štandard: Žiak sa oboznamuje s vlastnosťami technických materiálov (napr. plast), pracuje s jednoduchým technickým modelom a využíva primerané pracovné postupy a digitálne nástroje pri jeho príprave a realizácii.

Výkonový štandard: Žiak realizuje jednoduchú technickú úlohu s využitím digitálnych technológií, pracuje s materiálmi a technickými zariadeniami podľa pokynov a pri práci dodržiava zásady bezpečnosti a ochrany zdravia.

Didaktický cieľ: Podporiť u žiakov technické myslenie a viesť ich k zmysluplnému využívaniu didaktických pomôcok vo vyučovacom procese.

Kognitívny cieľ:

- žiak pochopí princíp fungovania 3D tlače ako procesu vrstvenia materiálu,
- žiak vie vysvetliť rozdiel medzi 2D mapou a 3D modelom,
- žiak vie opísať základné kroky prípravy 3D modelu na tlač.

Afektívny cieľ:

- žiak sa aktívne zapája do práce s 3D modelom mapy Slovenska,
- žiak spolupracuje s ostatnými pri spoločnom nastavovaní parametrov a skladaní mapy,
- žiak rešpektuje pravidlá bezpečnosti pri práci s 3D tlačiarňou.

Psychomotorický cieľ:

- žiak pod vedením učiteľa nastaví základné parametre 3D tlače,
- žiak manipuluje s vytlačenými časťami mapy a skladá ich do celku,
- žiak používa digitálne nástroje primeraným spôsobom podľa pokynov učiteľa.

STEAM:

S (Science) – Žiaci pozorujú správanie plastového materiálu (PLA) pri zahrievaní a jeho tuhnutie pri chladení počas 3D tlače.

T (Technology) – Žiaci sa oboznámia s funkciou 3D tlačiarne a so základnými nastaveniami v programe slicer.

E (Engineering) – Žiaci analyzujú konštrukciu 3D modelu mapy a pod vedením učiteľa realizujú jeho jednoduchú úpravu a prípravu na tlač.

A (Art) – Žiaci esteticky spracujú a vizuálne usporiadajú jednotlivé časti 3D mapy pri jej skladaní.

M (Math) – Žiaci pracujú s mierkou modelu, porovnávajú rozmery a orientujú sa v priestorových vzťahoch jednotlivých častí mapy.

Organizácia výučby: Výučba prebieha v triede s využitím počítača a 3D tlačiarne. Žiaci pracujú vo vyhradenom pracovnom priestore, sledujú demonštráciu práce s digitálnym modelom a následne sa zapájajú do spoločných činností a individuálnej práce pri riešení pracovného listu a reflexii.

Organizačná forma:

- **Frontálna výučba** – učiteľ vysvetľuje princíp 3D tlače, demonštruje prácu s modelom a vedie diskusiu.
- **Skupinová práca** – žiaci spolupracujú pri analýze modelu, nastavovaní parametrov a skladaní vytlačených častí mapy do celku.

Vyučovacie metódy: rozhovor, diskusia, demonštrácia postupu práce so slicerom a 3D tlačiarňou, inštruktáž, pozorovanie procesu tlače, STEAM metóda, práca s modelom, reflexia (zhodnotenie procesu a výsledku práce).

Didaktické prostriedky: 3D tlačiareň, počítač s programom slicer, STL súbor mapy Slovenska, PLA filament, pracovný list, vytlačené časti 3D mapy Slovenska, projektor (na demonštráciu modelu), prípadne krátke inštruktážne video o procese 3D tlače.

Medzipredmetové vzťahy:**Pracovné vyučovanie – Vlastiveda**

Pri tvorbe 3D mapy Slovenska sa pracovné vyučovanie prirodzene prepája s vlastivedou, keďže žiaci pracujú s geografickým tvarom Slovenska a jeho členením. Počas návrhu a prípravy mapy si upevňujú poznatky o polohe Slovenska, jeho tvare a rozdelení na kraje. U žiakov sa rozvíja

priestorová predstavivosť, schopnosť orientácie a porozumenie geografickým súvislostiam. Pracovné vyučovanie tak nadobúda zmyselné obsahové ukotvenie a vlastiveda sa stáva názornou a praktickou.

Pracovné vyučovanie – Informatika

Výrazné prepojenie vzniká medzi pracovným vyučovaním a informatikou, keďže žiaci pracujú s digitálnymi technológiami a jednoduchými nástrojmi na prípravu 3D modelu. Žiaci sa oboznamujú so základnými princípmi digitálneho návrhu, učia sa chápať súvislosť medzi digitálnym prostredím a reálnym výsledkom. Rozvíjajú sa digitálne kompetencie, algoritmické myslenie, schopnosť postupovať podľa krokov a riešiť jednoduché technické problémy.

Pracovné vyučovanie – Matematika

Pri tvorbe 3D mapy sa pracovné vyučovanie prepája aj s matematikou, najmä v oblasti geometrie a priestorových vzťahov. Žiaci pracujú s tvarmi, veľkosťami a proporciami jednotlivých častí mapy. Uvedomujú si vzťah medzi celkom a jeho časťami, čo podporuje logické myslenie a presnosť. Rozvíja sa schopnosť odhadovania, porovnávania a chápania rozmerov v priestore.

Pracovné vyučovanie – Prírodoveda

Prelínanie s prírodovedou spočíva v práci s materiálmi a technológiami. Žiaci sa oboznamujú s vlastnosťami materiálov používaných pri 3D tlači (napr. plast), ich správaním pri spracovaní a významom bezpečného používania technických zariadení. Rozvíja sa ich environmentálne povedomie, vzťah k technike a základné technické chápanie sveta okolo seba.

TEMATIZÁCIA A PROBLEMATIZÁCIA

Téma tvorby didaktickej pomôcky – mapy Slovenska pomocou 3D tlače je zmysluplná, pretože prepája učivo vlastivedy s praktickou technickou činnosťou a modernými technológiami. Rieši problém nízkej názornosti dvojrozmerných máp a pasívneho osvojovania učiva, keďže žiaci sa aktívne podieľajú na tvorbe trojrozmernej mapy. Zároveň podporuje rozvoj technického myslenia, digitálnych zručností a pochopenie zmysluplného využitia technológií vo vzdelávaní.

Kľúčové otázky

- Ako vzniká didaktická pomôcka pomocou 3D tlače?
- Aký je rozdiel medzi 2D a 3D mapou Slovenska?
- Prečo je mapa rozdelená na jednotlivé časti?
- Ako môžu technológie uľahčiť učenie?

Výstupy pre žiaka

- pracuje v skupine na príprave 3D tlače podľa hotového STL súboru,
- správne nastaví základné parametre tlače v sliceri,
- zvolí vhodný filament pre tlač didaktickej pomôcky,
- dodržiava zásady bezpečnosti pri práci s 3D tlačiarňou,
- reflektuje priebeh a výsledok práce skupiny.

METODICKÝ POSTUP

Evokácia:

Na začiatku vyučovacej hodiny sa snažím u žiakov vzbudiť zvedavosť a záujem o tému prostredníctvom názorného a zážitkového prístupu. Žiakom predstavím hotovú 3D mapu Slovenska – puzzle, ktorú im najskôr ukážem a následne im ju dám do rúk, aby si ju mohli chytiť, rozložiť a preskúmať. Kladiem im otvorené otázky zamerané na rozdiely medzi touto

mapou a mapou v učebnici, jej materiál a spôsob spracovania, čím podporujem diskusiu a aktívne zapojenie žiakov.

Po úvodnom skúmaní žiakom vysvetlíme, že mapa bola najskôr navrhnutá v počítači a následne vytlačená pomocou 3D tlačne. Nadväzujem otázkami, či by chceli vedieť, ako takáto mapa vzniká, a či si myslia, že by ju dokázali vytvoriť aj oni sami. Žiakov motivujeme k vyjadreniu vlastných nápadov a predstáv o možných úpravách

mapy.

Motiváciu uzatváram predstavením cieľa hodiny. Žiakom objasním, že sa budú podieľať na tvorbe vlastnej 3D mapy Slovenska – puzzle pomocou 3D tlačne, pričom zdôrazňujem, že výsledkom ich práce nebude len hotová pomôcka, ale aj skúsenosť s modernou technológiou a pocit z vlastnej tvorivej činnosti.

Pred začiatkom práce oboznámim žiakov so základnými pravidlami bezpečnosti pri práci s 3D tlačiarňou:

- nedotýkať sa horúcich častí tlačiarne (tryska, vyhrievaná podložka),
- nemanipulovať so zariadením bez súhlasu učiteľa,
- hotový výťah vyberať až po vychladnutí tlačiarne,
- udržiavať poriadok na pracovisku,
- pracovať podľa pokynov krok za krokom.

Uvedomenie

Po úvodnej motivácii a oboznámení žiakov s cieľom vyučovacej hodiny ich rozdelím do menších pracovných skupín. Každé skupine vysvetlím, že ich úlohou bude spoločne pripraviť 3D mapu Slovenska vo forme puzzle na tlač pomocou 3D tlačiarne. Najskôr žiakov oboznámim s celkovým postupom práce a vysvetlím im základný princíp fungovania 3D tlačiarne. V tejto fáze im stručne predstavím jednotlivé kroky tvorby mapy – od výberu vhodného podkladu mapy Slovenska, cez jej rozdelenie na jednotlivé dieliky v sliceri. Zároveň sa ich pýtam, prečo potrebujeme použiť slicer pred samotnou tlačou, aby si uvedomili význam prípravy modelu ešte pred jeho odoslaním do tlačiarne.

Žiakom objasním, že budú pracovať s hotovým STL súborom mapy Slovenska. Vysvetlím im, že po dokončení týchto úprav bol model exportovaný do formátu STL, ktorý je nevyhnutný pre prípravu tlačne. Následne žiaci pracujú v sliceri, kde spoločne nastavujú parametre tlačne, ako je typ filamentu (najčastejšie PLA), výška vrstvy približne 0,2 mm a výplň modelu v rozmedzí 15 až 20 %. Počas práce ich vediem k premýšľaniu otázkami, ako môže počet dielikov ovplyvniť skladanie mapy a aký vplyv majú jednotlivé nastavenia na kvalitu výsledného výrobku.

Žiakom zároveň vysvetľujem, že po správnej príprave tlačne nasleduje samotná 3D tlač jednotlivých dielov mapy. V záverečnej fáze spoločne vykonáme finálnu kontrolu vytlačených dielov a pripravíme mapu na jej využitie v triede ako didaktickú pomôcku. Výsledkom práce žiakov je pripravený súbor pre 3D tlač mapy Slovenska vo forme puzzle, ktorý je správne nastavený, bezpečný na tlač a pripravený na realizáciu na 3D tlačiarňi. Prostredníctvom tejto fázy si žiaci uvedomujú význam 3D tlačne ako technológie, ktorá im umožňuje aktívne sa podieľať na tvorbe didaktických pomôcok a zmysluplne ju využívať vo vyučovacom procese.

Doplňujúca aktivita – jednoduchý pokus počas tlačne alebo tuhnutia modelu

Kým prebieha tlač vybraného dielu mapy alebo kým vytlačené časti chladnú, môže učiteľ so žiakmi realizovať jednoduché pozorovanie vlastností plastu (PLA) pred a po zahriatí.

Učiteľ stručne vysvetlí, že ide o fyzikálnu zmenu spôsobenú teplom – tavenie a následné tuhnutie materiálu.

- **Pozorovanie materiálu pred ohrevom.**

Učiteľ ukáže filament v jeho pôvodnej podobe a položí otázku:

„Aký je tento materiál pred zahriatím?“

PO: „Je tvrdý, pevný, drží tvar.“

Učiteľ doplní, že ide o pevný plastový materiál, ktorý sa používa ako vstupný materiál do 3D tlačiarne.

- **Pozorovanie materiálu počas a po ohreve.**

Učiteľ sa pýta:

„Čo sa deje s plastom, keď prechádza cez vyhrievanú tlačovú hlavu?“

PO: „Roztápa sa, je mäkký.“

Učiteľ vysvetlí, že pri pôsobení tepla sa plast roztaví, stane sa tvárnym a môže sa ukladať do vrstiev. Po ochladení opäť stuhne do nového tvaru.

- **Otázky na porozumenie.**

„Prečo plast po ochladení opäť stvrdne?“

PO: „Lebo vychladne.“

„Čo sa stane, ak je vrstva plastu príliš tenká?“

PO: „Môže sa zlomiť.“

„Ako ovplyvní hrúbka vrstvy alebo výplň pevnosť modelu?“

PO: „Keď je hrubšia alebo má viac výplne, bude pevnejšia.“

- **Diskusia so žiakmi.**

Učiteľ so žiakmi spoločne porovnáva odpovede a upevňuje poznatky o tom, že teplo mení vlastnosti materiálu, že hrúbka vrstvy a výplň ovplyvňujú pevnosť modelu a že správne nastavenie parametrov má vplyv na kvalitu výsledku.

Záverečná časť:

Na záver hodiny sa so žiakmi vrátíme k tomu, čo sme sa dnes naučili. Učiteľ kladie reflexné otázky:

„Ako funguje 3D tlačiareň?“

„Čo všetko je potrebné nastaviť pred samotnou tlačou?“

„Aký je rozdiel medzi 2D mapou a 3D modelom?“

„Prečo je dôležité správne nastaviť výšku vrstvy alebo výplň?“

Žiaci odpovedajú a spoločne si zopakujú hlavné poznatky o procese 3D modelovania a tlače.

Následne si žiaci prezrú zloženú 3D mapu Slovenska a krátko sa vyjadria:

- čo nové sa dnes naučili,
- čo bolo pre nich zaujímavé,
- čo im išlo ľahko,
- čo bolo náročnejšie a prečo,
- čo by nabudúce urobili inak pri práci s 3D modelom alebo tlačiarňou.

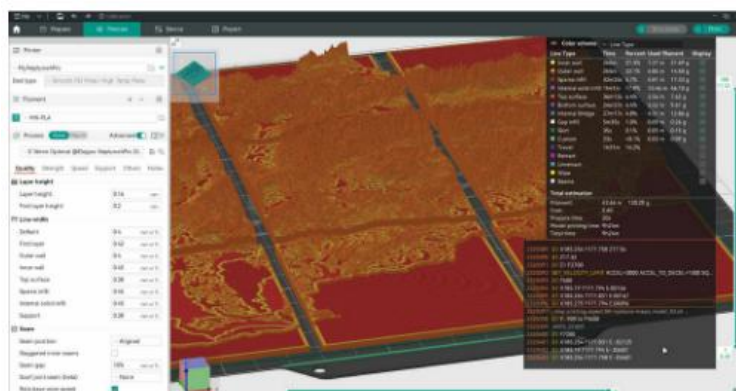
Učiteľ podporuje atmosféru pozitívnej reflexie a oceňuje spoluprácu, dodržiavanie bezpečnostných pravidiel a aktívne zapojenie do práce.

Hotovú 3D mapu Slovenska môžeme:

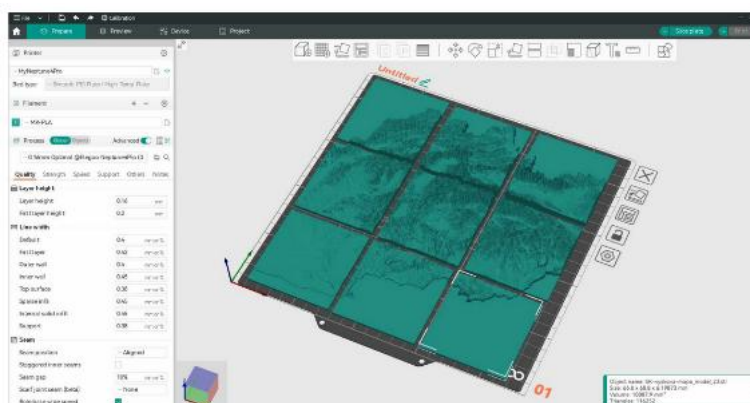
- využiť ako didaktickú pomôcku pri ďalšom vyučovaní,
- vystaviť v triede ako spoločný projekt,
- alebo použiť pri opakovaní učiva o Slovensku.

Po spoločnej diskusii žiaci individuálne vypracujú pracovný list, prostredníctvom ktorého si upevnia poznatky o princípe 3D tlače, použitom materiáli, parametroch tlače a bezpečnosti pri práci s technickým zariadením.

Fotodokumentácia



Obrázok 74 Náhľad vrstiev a nastavenie parametrov tlače



Obrázok 75 Rozdelenie 3D modelu mapy Slovenska na tlačové diely v digitálnom prostredí



Obrázok 76 Detail reliéfu 3D mapy Slovenska po vytlačení



Obrázok 77 Zostavený reliéf 3D mapy Slovenska z vytlačených častí

Reflexia:

Vyučovacia hodina bola zameraná na oboznámenie žiakov s princípom 3D modelovania a 3D tlače a na prehĺbenie ich porozumenia tvaru a členeniu Slovenska prostredníctvom práce s 3D modelom. V motivačnej časti sme žiakom predstavili 3D tlačiareň, vysvetlili jej fungovanie, základné parametre tlače a pracovný postup pri príprave modelu v programe slicer. Zároveň sme ich oboznámili s tým, aký model budú pripravovať a aké kroky bude práca vyžadovať.

Keďže sme mali k dispozícii jednu 3D tlačiareň, tlač prebiehala demonštračne počas vyučovania a väčšina dielov mapy bola pripravená vopred. Aktivita bola realizovaná v rámci predmetu pracovné vyučovanie s medzipredmetovým prepojením na oblasť Človek a spoločnosť. Počas hodiny sa žiaci striedali pri práci s digitálnym modelom, sledovali proces tlače a následne spolupracovali pri skladaní mapy do celku. Tým sme zabezpečili plynulý priebeh vyučovania a zároveň umožnili aktívne zapojenie všetkých žiakov.

Počas celej práce sme žiakom poskytovali priebežnú podporu, vysvetľovali jednotlivé kroky, pripomínali bezpečnostné pravidlá a usmerňovali ich pri nastavovaní parametrov tlače. Žiaci mali možnosť diskutovať o vhodnosti nastavení (výška vrstvy, výplň, mierka modelu) a postupne si osvojovať základné princípy práce s digitálnym modelom.

Po vytlačení alebo použití pripravených dielov žiaci spolupracovali pri skladaní mapy Slovenska do celku. Aktivita podporila ich priestorovú orientáciu, schopnosť rozlišovať polohu jednotlivých častí územia a porozumieť reliéfu krajiny.

Žiaci o aktivitu prejavovali záujem, najmä počas sledovania samotnej tlače, keď mohli pozorovať postupné vrstvenie materiálu. Práca s digitálnym modelom bola pre niektorých žiakov náročnejšia, najmä pri pochopení významu jednotlivých parametrov tlače. Technickým obmedzením bol nízky počet zariadení, čo neumožnilo každému žiakovi individuálne pracovať so softvérom alebo tlačiarňou.

Napriek týmto organizačným obmedzeniam hodnotíme realizáciu aktivity pozitívne. Žiaci si osvojili základné poznatky o procese 3D tlače, prepojili technickú činnosť s učivom o Slovensku a rozvíjali svoje digitálne, technické a priestorové kompetencie. Stanovené ciele považujeme za splnené.

Do budúcnosti by bolo vhodné zabezpečiť väčší počet zariadení alebo viac pracovných staníc s počítačom, aby mali žiaci možnosť intenzívnejšie pracovať s digitálnym modelom. Tým by sa zvýšila miera ich aktívneho zapojenia a prehĺbilo porozumenie procesu 3D modelovania.

Individuálne vypracovanie pracovného listu umožnilo overiť mieru porozumenia učiva a poskytlo spätnú väzbu o tom, do akej miery žiaci pochopili princíp 3D tlače a význam nastavenia parametrov.

Využitie didaktickej pomôcky na 1. stupni ZŠ

3D mapa Slovenska vo forme puzzle predstavuje názornú a interaktívnu didaktickú pomôcku, ktorá má široké využitie vo vyučovacom procese na 1. stupni základnej školy. Jej hlavnou výhodou je možnosť aktívneho zapojenia žiakov do učenia prostredníctvom manipulácie, skúmania a tvorivej činnosti. Prostredníctvom trojrozmerného spracovania poskytuje žiakom lepšie priestorové vnímanie tvaru Slovenska a jeho geografickej štruktúry než tradičné dvojrozmerné mapy v učebniciach.

Pomôcka je vhodná predovšetkým na spoznávanie základnej geografie Slovenska. Žiaci sa prostredníctvom skladania mapy oboznamujú s celkovým tvarom územia Slovenska. Rozlišovanie krajov a ich polohy sa pre žiakov stáva zrozumiteľnejším, keďže jednotlivé časti mapy môžu fyzicky presúvať, porovnávať a opakovane skladať. Tento proces podporuje hlbšie porozumenie priestorových vzťahov medzi regiónmi.

Významným prínosom 3D mapy je aj rozvoj priestorovej orientácie. Žiaci sa učia určovať polohu krajov vzhľadom na svetové strany, vnímajú vzťah medzi celkom a jeho časťami a postupne si vytvárajú mentálnu mapu Slovenska. Skladanie puzzle zároveň podporuje logické myslenie, keďže žiaci musia hľadať správne súvislosti medzi tvarmi jednotlivých dielikov.

Práca s 3D mapou Slovenska prispieva aj k rozvoju jemnej motoriky. Manipulácia s jednotlivými dielmi mapy si vyžaduje presnosť, koordináciu oko–ruka a trpezlivosť, čo je pre žiakov mladšieho školského veku mimoriadne dôležité. Zároveň sa u nich rozvíja schopnosť sústrediť sa na úlohu a dotiahnuť ju do konca.

Didaktická pomôcka je veľmi vhodná aj na kooperatívne učenie v skupinách. Žiaci sa učia spolupracovať, rozdeľovať si úlohy, komunikovať a spoločne hľadať riešenia. Skupinová práca podporuje sociálne kompetencie, empatiu a rešpekt k práci ostatných, pričom každý žiak môže prispieť podľa svojich schopností.

Významným aspektom využitia 3D mapy je aj úvod do práce s modernými technológiami. Žiaci získavajú základné povedomie o tom, ako vznikajú didaktické pomôcky pomocou 3D tlače a uvedomujú si praktické využitie technológií vo vzdelávaní. Tento prístup podporuje rozvoj technického myslenia a pozitívny vzťah k digitálnym nástrojom už v mladšom školskom veku.

Z hľadiska medzipredmetových vzťahov je 3D mapa Slovenska využiteľná najmä vo vlastivede, kde slúži na osvojovanie geografických poznatkov. V pracovnom vyučovaní podporuje rozvoj technických zručností a pochopenie procesu tvorby didaktickej pomôcky. V matematike ju možno využiť na prácu s tvarmi, veľkosťami a priestorovými vzťahmi a vo výtvarnej výchove na rozvoj estetického cítenia a kreativity pri farebnom či vizuálnom spracovaní mapy.

5.3 Nižšie sekundárne vzdelávanie

Na nižšom sekundárnom stupni sa žiaci postupne stretávajú s komplexnejšími úlohami, ktoré si vyžadujú premyslené plánovanie, technické uvažovanie a schopnosť prepájať poznatky z viacerých vzdelávacích oblastí. 3D technológie sa v tomto období stávajú nielen atraktívnym prvkom výučby, ale aj účinným nástrojom na rozvoj konštrukčných zručností, kreativity a riešenia problémov.

Aktivita *Konštrukcia helikoptéry s využitím 3D tlače* predstavuje modelový príklad toho, ako možno 3D tlač využiť v rámci projektovo orientovaného prístupu. Žiaci sa v nej zoznámia s celým procesom tvorby funkčného modelu – od návrhu jednotlivých komponentov, cez ich digitálne spracovanie, až po samotnú tlač a finálnu montáž. Takáto úloha prirodzene prepája technické vzdelávanie, fyziku, informatiku aj výtvarné a dizajnérske myslenie.

Cieľom aktivity nie je len vytvoriť esteticky pôsobivý model, ale najmä:

- pochopiť princípy konštrukcie a mechanického pohybu,
- naučiť sa pracovať s digitálnym 3D modelovaním,
- rozvíjať presnosť, trpezlivosť a schopnosť dokončiť projekt,
- podporiť tímovú spoluprácu a rozdelenie úloh,
- zažiť proces od nápadu až po reálny, hmatateľný výsledok.

Vďaka 3D tlači získavajú žiaci možnosť experimentovať s tvarmi, veľkosťou či funkčnosťou jednotlivých častí helikoptéry. Aktivita zároveň poskytuje priestor na diskusiu o reálnych technických riešeniach, aerodynamike či bezpečnosti konštrukcií. V nasledujúcej časti kapitoly je podrobne rozpracovaný postup, odporúčania pre učiteľa a návrhy na rozšírenie aktivity podľa úrovne a záujmu žiakov.

5.3.1 Konštrukcia helikoptéry s využitím 3D tlače

Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda

Vyučovací predmet: Fyzika, chémia, biológia, matematika, technika

Ročník: 9. ročník

Celkový čas: 3 hodiny (180 minút)

Prierezové témy:

Osobnostný a sociálny rozvoj – rozvíjanie kreativity, posilňovanie trpezlivosti, jemnej motoriky, spolupráca.

Dopravná výchova – porozumenie významu technického stavu a údržby vozidiel pre bezpečnú jazdu.

Environmentálna výchova – zodpovedné používanie pomôcok a minimalizovanie odpadu, ochrana životného prostredia.

Mediálna výchova – práca s modernou technológiou ako nástrojom tvorby, rozvíjanie kritického prístupu k rôznym médiám

Tvorba projektu a prezentačné zručnosti – rozvíjanie komunikácie, argumentácie, vedieť používať informácie a pracovať s nimi, riešiť problémy, spolupracovať v skupine, prezentovať sám seba, ale aj prácu v skupine.

Obsahový štandard: Práca s rôznym materiálom, výber vhodného materiálu na základe jeho vlastností, meranie dĺžky, hmotnosť materiálu, jednoduchý elektrický obvod, rotácia, uhol, prúdenie vzduchu, ochrana životného prostredia.

Výkonový štandard: Žiak vytvára projekt lietajúcej helikoptéry s využitím poznatkov o vlastnostiach materiálov, aerodynamiky, elektrického prúdu a pri práci dodržiava zásady bezpečnosti a ochrany života a zdravia.

Kognitívny cieľ:

- žiak vytvára jednoduchý náčrt základnej konštrukcii helikoptéry (telo, vrtuľa, nohy, pohon),
- žiak pozná princípy pohybu a rotácie (vrtuľa otáča vzduch, motorčekom sa generuje sila),
- žiak navrhne a vytvorí 3D model vrtule v Tinkercade.

Afektívny cieľ:

- žiak spolupracuje a experimentuje,
- žiak rozvíja tvorivosť, logické myslenie a zvedavosť.

Psychomotorický cieľ:

- žiak vie spojiť rôzne materiály (plastová fľaša, paličky, 3D tlačená vrtuľa) do funkčného celku,
- žiak vie zapojiť motorček s batériou tak, aby nastal pohyb vrtule.

STEAM:

S (Science) – princípy pohybu, aerodynamika, premena energie z batérie na pohyb vrtule.

T (Technology) – tvorba 3D modelu, príprava podkladov a samotná 3D tlač.

E (Engineering) – návrh, konštrukcia a montáž funkčného modelu helikoptéry.

A (Art) – vizuálny dizajn vrtule, tvarovanie modelu a estetické spracovanie.

M (Math) – meranie uhlov a dĺžok, práca s proporciami, geometria pri návrhu vrtule a konštrukčných častí.

Organizácia výučby: Výučba prebieha v triede, žiaci pracujú v skupinách v rámci pripraveného pracovného priestoru.

Organizačná forma:

- **Vyučovanie založené na riešení problému** – žiaci dostanú výzvu: „Zostroj helikoptéru, ktorá sa pohybuje pomocou motorčeka.“ Samostatne alebo v tímoch hľadajú riešenia, skúšajú a doladujú konštrukciu. Učia sa experimentovaním a riešením reálnych problémov.
- **Konštruktivizmus** – žiaci tvorbou vlastného modelu (vrtule, tela, nohy) sa učia prepájať vedomosti a zručnosti z fyziky a techniky. Získané vedomosti sú spätne implementované do ich konštrukčného riešenia – učenie sa cez tvorbu.
- **Metóda EUR**
 - **Evokácia:** Skúmanie materiálov (plastová fľaša, paličky, 3D tlač vrtule), pozorovanie pohybu vrtule.
 - **Uvedomenie:** Diskusia o princípoch pohybu, tvaru vrtule, fungovaní motorčeka.
 - **Reflexia:** Žiaci hodnotia, čo fungovalo, čo treba zmeniť, ako by helikoptéru vylepšili.

Vyučovacie metódy: inštruktáž, rozhovor, diskusia, demonštrácia obrazového materiálu, metóda riešenia problému, bádateľské metódy, prezentácia (vizuálne ukážky), reflexia (zhodnotenie procesu a výsledkov).

Didaktické prostriedky: drevené paličky, pastová fľaša (330 ml), nožik, nožnice, váha, vodiče, batéria (4,5 V), vypínač, tavná pištoľ, váha, motorček, 3D tlačiareň, SW PrusaSlicer, spájkovačka, cín.

METODICKÝ POSTUP

EVOKÁCIA – 45 min

Motivácia (10 min)

Učiteľ položí problémovú otázku:

„Ako vytvoriť helikoptéru, ktorá sa bude pohybovať pomocou motorčeka?“

Krátka diskusia:

- Čo umožňuje helikoptére vzlietnuť?
- Prečo sa vrtuľa točí?
- Ako vzniká pohyb?

Ukážka videa reálnej helikoptéry (napr. Airbus Helicopters) alebo modelu.

Bádateľská aktivita (20 min)

Žiaci pracujú v skupinách:

- skúmajú plastovú fľašu (hmotnosť, pevnosť),
- odvážia materiál,
- sledujú motorček napojený na batériu (jednoduchý elektrický obvod),
- pozorujú rotáciu vrtuľky.

Diskusné otázky:

- Čo sa stane, ak zmeníme uhol vrtule?
- Ako ovplyvní hmotnosť pohyb?
- Čo sa stane, ak je vrtuľa príliš malá?

U – Uvedomenie – 60 min

Teoretické ukotvenie (20 min)

Učiteľ vysvetlí:

Fyzika – rotácia a moment sily, prúdenie vzduchu, premena elektrickej energie na mechanickú.

Matematika – uhol nábehu vrtule, symetria, proporcie.

Technika – jednoduchý elektrický obvod, stabilita konštrukcie.

3D modelovanie vrtule (40 min)

Žiaci pracujú v Tinkercad:

- navrhnu 2 – 3 listy vrtule,
- určia uhol (napr. 15 – 30°),
- sledujú symetriu,
- exportujú model do STL,
- príprava tlače v PrusaSlicer.

Ak je dostupná 3D tlačiareň (napr. Prusa Research), prebehne tlač počas hodiny alebo sú vrtule pripravené vopred.

KONŠTRUKČNÁ ČASŤ – 45 min

Žiaci pracujú v skupinách:

Postup:

1. Príprava tela – plastová fľaša (330 ml).
2. Konštrukcia podvozku – drevené paličky.
3. Upevnenie motorčeka.
4. Zapojenie obvodu:
 - batéria 4,5 V,
 - vodiče,
 - vypínač.
5. Nasadenie 3D tlačenej vrtule.
6. Fixácia tavnou pištoľou.

Bezpečnosť – práca s nožnicami a nožikom pod dohľadom, opatrnosť pri tavnej pištoli, kontrola skratov v obvode.

TESTOVANIE A OPTIMALIZÁCIA – 20 min

Žiaci: testujú funkčnosť, sledujú stabilitu, merajú: čas rotácie, vibrácie, hmotnosť modelu.

Diskusia:

- Čo by sa dalo zlepšiť?
- Je vrtuľa dostatočne pevná?
- Je model stabilný?

REFLEXIA – 10 min

Každá skupina prezentuje:

- Ako riešili problém.
- Čo fungovalo.
- Čo by zmenili.
- Ako by znížili ekologickú stopu výroby.

Reflexívne otázky:

- Čo bolo najťažšie?
- Čo vás prekvapilo?
- Ako by ste model vylepšili?

Uplatnenie medzipredmetových vzťahov a napĺňanie cieľov prierezových tém:

Fyzika – Rotácia, energia, sila

Matematika – Uhly, symetria, meranie

Technika – Konštrukcia, montáž, obvod

Environmentálna výchova – Recyklácia plastovej fľaše, minimalizácia odpadu

Dopravná výchova – Význam technickej kontroly a stability konštrukcie (analógia s reálnou údržbou lietadiel)

HODNOTENIE

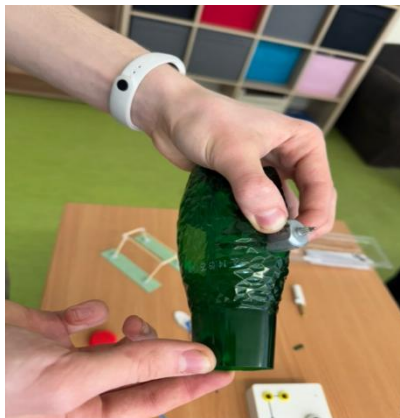
V rámci hodnotenia sa môže prihliadať k týmto kritériám:

- Funkčnosť modelu.
- Kreativita dizajnu.
- Správne zapojenie obvodu.
- Tímová spolupráca.
- Prezentácia riešenia.

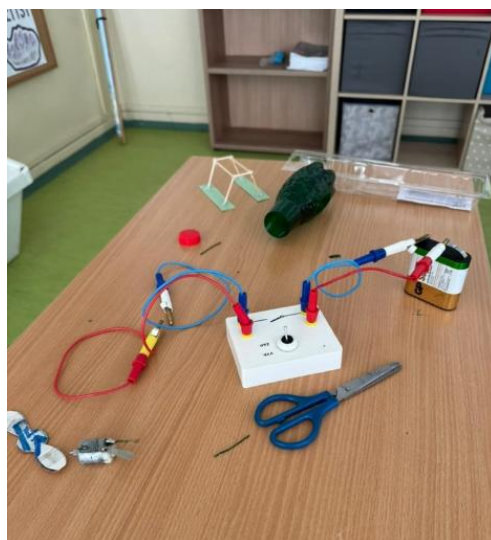
Fotodokumentácia



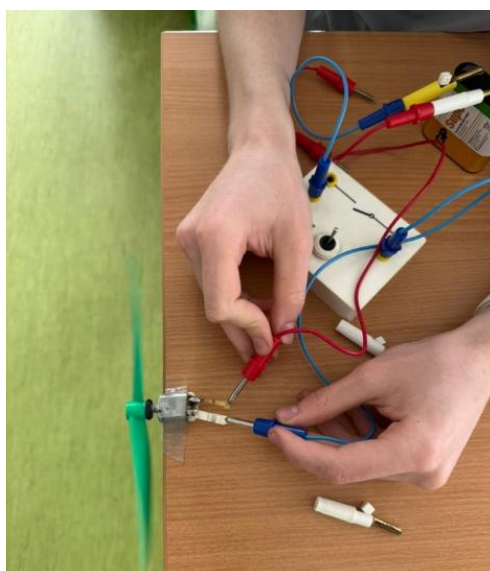
Obrázok 78 Spájkovanie kovového pliešku na motorček



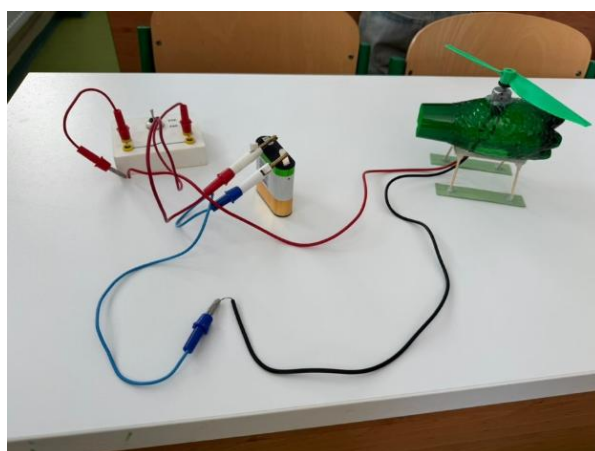
Obrázok 79 Inštalácia motorčeka do plastového trupu helikoptéry



Obrázok 80 Zapájanie vypínača do jednosmerného elektrického obvodu



Obrázok 81 Skúmanie rotácie vrtule



Obrázok 82 Helikoptéra – konečný produkt



Obrázok 83 Skúmanie vplyvu dĺžky vrtule na vzlietnutie helikoptéry

Reflexia:

Projekt konštrukcie helikoptéry s využitím 3D tlače predstavoval pre žiakov 9. ročníka komplexnú a interdisciplinárnu učebnú skúsenosť. Aktivita prepájala poznatky z fyziky, matematiky, techniky, chémie aj environmentálnej výchovy v zmysle princípov STEAM vzdelávania. Žiaci pracovali metódou riešenia problému, čo podporovalo ich samostatnosť a tvorivé myslenie.

V úvodnej fáze skúmania prejavili zvedavosť pri pozorovaní premeny elektrickej energie na mechanickú energiu pohybu vrtule. Praktická manipulácia s motorčekom a materiálmi im umožnila lepšie porozumieť princípom rotácie a prúdenia vzduchu.

Modelovanie vrtule v prostredí Tinkercad rozvíjalo ich digitálne kompetencie a priestorovú predstavivosť. Žiaci si uvedomili význam presnosti merania a symetrie pri zabezpečení stability modelu.

Konštrukčná fáza preverila ich trpezlivosť, jemnú motoriku a schopnosť spolupracovať v tíme. Pri zapájaní jednoduchého elektrického obvodu si upevnili poznatky o bezpečnosti práce.

Vyskytli sa technické problémy, najmä s upevnením motorčeka a vyvážením vrtule. Tieto situácie však podporili analytické myslenie a hľadanie alternatívnych riešení.

Žiaci prirodzene prechádzali fázami metodiky EUR – od skúmania cez porozumenie až po reflexiu.

Diskusia o funkčnosti modelov viedla k hlbšiemu porozumeniu aerodynamických princípov. Environmentálny rozmer projektu bol posilnený využitím recyklovanej plastovej fľaše. Žiaci si uvedomili význam zodpovedného používania materiálov a minimalizácie odpadu. Prezentácie jednotlivých skupín rozvíjali komunikačné a argumentačné schopnosti. Projekt mal vysokú motivačnú hodnotu, keďže žiaci videli okamžitý výsledok svojej práce. Praktická forma výučby podporila aktívne učenie sa a vnútornú motiváciu.

Väčšina skupín dokázala vytvoriť funkčný model spĺňajúci stanovené kritériá, ktorý ale nemohol vzlietnuť, pretože bol ťažký alebo použitý motorček nie dostatočne výkonný. Položením modelu helikoptéry na digitálnu váhu žiaci dokázali, že rotácia vrtule helikoptéry spôsobila mierne zmenšenie hmotnosti pôsobiacej na váhu. Celkovo možno projekt hodnotiť ako efektívny nástroj rozvoja technickej gramotnosti, spolupráce a tvorivosti žiakov.

5.4 Vyššie sekundárne vzdelávanie

Vo vyššom sekundárnom vzdelávaní sa žiaci stretávajú s náročnejšími matematickými a priestorovými problémami, ktoré si vyžadujú presné uvažovanie, schopnosť vizualizácie a prácu s abstraktnými pojmami. Jednou z oblastí, ktorá býva pre mnohých študentov výzvou, je prienik roviny s telesom, najmä pri zložitejších priestorových útvaroch. Práve preto je vhodné doplniť tradičné vyučovanie o moderné technológie, ktoré umožňujú žiakom vidieť, manipulovať a analyzovať priestorové situácie v reálnej podobe.

Aktivita *Rez kocky* využíva 3D tlač ako nástroj na podporu priestorovej predstavivosti a hlbšie pochopenie geometrických vzťahov. Žiaci pracujú s fyzickým modelom kocky, ktorý im umožňuje:

- skúmať rôzne polohy roviny,
- pozorovať vznikajúce útvary pri reze,
- porovnávať teoretické predpoklady s reálnym modelom,
- overovať svoje hypotézy a diskutovať o výsledkoch.

Vďaka 3D tlači je možné pripraviť modely s rôznymi typmi rezov, prípadne umožniť žiakom navrhnuť vlastné varianty. Takýto prístup podporuje nielen pochopenie geometrie, ale aj rozvoj technického myslenia, presnosti a schopnosti pracovať s digitálnymi nástrojmi.

5.4.1 Prienik roviny s telesom – Rez kocky

Predmet: Matematika, informatika

Ročník: 2. ročník gymnázia (vek 16 – 17 rokov)

Počet hodín: 6 vyučovacích hodín po 45 minút (4 matematika + 2 informatika). Spolu 270 minút.

Didaktické ciele:

- Rozvíjať priestorovú predstavivosť a schopnosť vizualizovať geometrické situácie v rôznych prostrediach (manipulatívne, digitálne, teoretické).
- Rozvíjať priestorové myslenie a porozumenie pojmu prienik roviny s telesom prostredníctvom praktického 3D modelovania.
- Rozvíjať digitálne kompetencie prostredníctvom práce s 3D modelovacím softvérom.
- Používať vzorce na výpočet povrchu rôznych rovinných útvarov, ktoré vzniknú ako prienik kocky s rovinou rezu.
- Skúmať, ako známe body patriace rezu môžu ovplyvniť tvar rezu a koľko uholníkov môžu takto vzniknúť.
- Rozvíjať tvorivé a logické myslenie pri riešení neštandardných geometrických úloh.
- Podporiť spoluprácu a komunikáciu v skupine pri argumentácii a obhajobe riešenia.

- Podporiť transfer poznatkov medzi teoretickou a praktickou rovinou geometrie.
- Rozvíjať schopnosť autonómneho učenia sa a práce s chybou.

Špecifické ciele:

- oboznámiť sa s nástrojmi GeoGebra 3D, Tinkercad,
- vytvoriť a upraviť 3D telesá,
- porovnať teoretické výpočty s reálnymi modelmi,
- získať istotu pri používaní 3D modelovacích a tlačových nástrojov,
- posilniť logické a priestorové myslenie,
- uvedomiť si prepojenie matematiky, dizajnu a technológie.

TEMATIZÁCIA A PROBLEMATIZÁCIA

Téma je zmysluplná z hľadiska prepojenia matematického myslenia so skúsenosťou žiakov v prostredí reálnych modelov a digitálnych technológií. Riešený problém – rez kocky rovinou určenou tromi bodmi – predstavuje netriviálnu stereometrickú úlohu, pri ktorej žiaci rozvíjajú priestorovú predstavivosť, logické uvažovanie a schopnosť prepájať rôzne reprezentácie (model, náčrt, digitálny 3D objekt).

Kľúčové otázky:

- Ako možno určiť prienik roviny s kockou?
- Aké tvary rezu môžu vzniknúť?
- Ako možno overiť správnosť riešenia pomocou fyzického a digitálneho modelu?
- Aké rozdiely sú medzi prácou s reálnym modelom a s digitálnym prostredím?

Didaktická stratégia vychádza z konštruktivismu a princípov učenia prostredníctvom riešenia problémov (PBL – Problem Based Learning). Žiaci sa stávajú aktívnymi účastníkmi procesu učenia – formulujú problém, hľadajú cesty riešenia, testujú hypotézy a reflektujú vlastné poznatky. Úlohou učiteľa je usmerňovať ich myslenie prostredníctvom otázok a vytvárať podmienky na skúmanie, experimentovanie a spoluprácu. V rámci PBL sa kladie dôraz na proces objavovania, nie iba na výsledok.

Takto koncipovaná aktivita podporuje zmysluplné učenie sa, rozvoj grafomotorických zručností, technickej gramotnosti a zároveň vytvára pozitívny emocionálny vzťah žiaka k procesu učenia a písaniu.

Použitá bola aj metóda EUR (Evokácia – Uvedomenie si významu – Reflexia):

- Evokácia: žiaci predvídajú, aký tvar môže vzniknúť prienikom roviny a kocky.
- Uvedomenie si významu: skúmajú situáciu experimentálne (modely zo špajlí a slamiek, 3D vizualizácia v programe GeoGebra a Tinkercad).
- Reflexia: porovnávajú rôzne prístupy, pomenúvajú objavené súvislosti a hodnotia, ktorý prístup im najviac pomohol pochopiť riešenie.

Takto realizovaná aktivita vedie žiakov k hlbšiemu porozumeniu geometrických pojmov a zákonitostí, prepája poznatky z matematiky, fyziky a techniky a ukazuje zmysel učenia v kontexte reálneho problému.

VSTUPNÉ ZRUČNOSTI ŽIAKA

- Základy Tinkercad
- Skúsenosti s GeoGebra3D
- Práca so súbormi STL/OBJ

- Základy slicing (PrusaSlicer/Cura/Bambu Studio)
- Skúsenosti s iným softvérom
- Bezpečnosť pri 3D tlači

3D NÁSTROJE A SOFTVÉR

- Modelovací softvér: Tinkercad, GeoGebra 3D
- Slicer: PrusaSlicer
- Viewer/AR

3D TLAČ

Vybavenie potrebné k aktivite: papierové slamky, tavná pištoľ/sekundové lepidlo, kartón, tvrdý papier, 3D tlačiareň.

Vzdelávacie ciele viažuce sa na 3D modelovanie a tlač

Hlavný cieľ:

Rozvíjať priestorové a konštrukčné myslenie žiakov prostredníctvom tvorby, analýzy a interpretácie 3D modelov, ktoré prepájajú teoretické poznatky zo stereometrie s praktickým využitím 3D technológií.

Vedľajšie ciele:

- Vymenovať základné fázy postupu pri tvorbe modelu určeného pre 3D tlač.
- Rozpoznať základné geometrické telesá a ich vlastnosti potrebné pre konštrukciu modelu.
- Vysvetliť, ako sa geometrický tvar mení v závislosti od polohy roviny rezu.
- Opísať vzťah medzi digitálnym modelom, reálnym objektom a matematickým opisom.
- Použiť softvérové nástroje (GeoGebra 3D, Tinkercad) na vytváranie a úpravu geometrických modelov.
- Implementovať poznatky o rovine a prieniku v praktickej úlohe – návrh rezu kocky tromi bodmi.
- Porovnať jednotlivé prístupy k riešeniu (manipulatívny model, digitálny model, výpočtové riešenie).
- Identifikovať chyby alebo nepresnosti v návrhu modelu a navrhnúť spôsoby ich odstránenia.
- Posúdiť kvalitu a presnosť vlastného modelu v porovnaní s teoretickým riešením.
- Diskutovať o prínosoch a obmedzeniach 3D technológií pri vyučovaní matematiky.
- Navrhnuť a vytvoriť vlastný 3D model rezu telesa podľa zadaných parametrov.
- Experimentovať s rôznymi tvarmi a polohami roviny s cieľom objaviť nové vzťahy a súvislosti.
- Zostaviť postup pre spolužiakov alebo mladších žiakov – „Ako vytvoriť rez kocky rovinou“ – ako formu zdieľania poznatkov.

STEAM prvky

Technológie: Žiaci používajú digitálne nástroje – GeoGebra 3D, Tinkercad a PrusaSlicer – na vytváranie, úpravu a prípravu modelov na 3D tlač. Učia sa exportovať modely do formátu G-code a chápať prepojenie medzi virtuálnym a fyzickým prostredím.

Inžinierstvo: V procese navrhovania a testovania modelov žiaci uplatňujú princípy inžinierskeho myslenia: plánovanie, overovanie presnosti, korekcie chýb a optimalizáciu tvaru modelu. Učia sa chápať 3D model ako funkčný výstup, nie iba ako vizualizáciu.

Umenie: Aktivita podporuje estetické vnímanie a tvorivosť – žiaci skúšajú rôzne materiály pri tvorbe modelov, navrhujú vizuálne atraktívne riešenia a diskutujú o názornosti jednotlivých modelov. Vnímajú čistotu prevedenia, proporcie nielen matematicky, ale aj vizuálne.

Matematika: Žiaci aplikujú poznatky z geometrie a stereometrie – určujú rovinu v priestore, analyzujú prienik roviny a kocky, používajú pojmy vrchol, hrana, stena, rovnobežnosť, priesečník. Prepájajú rôzne reprezentácie (náčrt, fyzický model, digitálny model) a rozvíjajú priestorové myslenie.

Sylabus previazaných predmetov v rámci kurikula

PREDMETY	VZDELÁVACIA OBLASŤ	OBSAHOVÝ ŠTANDARD	VÝKONOVÝ ŠTANDARD
Informatika/Digitálne technológie	Človek a technológie	Žiak využíva digitálne nástroje na modelovanie, simuláciu a 3D vizualizáciu objektov.	Vie vytvoriť jednoduchý 3D model v prostredí Tinkercad, exportovať ho do formátu STL a pripraviť na tlač pomocou slicera.
Technika/Fyzika	Človek a svet práce	Žiak chápe základné princípy konštruovania, stability a presnosti technických modelov.	Vie naplánovať a zrealizovať jednoduchý inžiniersky projekt – od návrhu po overenie funkčnosti vytvoreného modelu.
Výtvarná výchova/Umenie a kultúra	Umenie a kultúra	Žiak skúma tvary a proporcie objektov, uplatňuje estetické princípy (symetria, rovnováha, kompozícia).	Vie navrhnuť vizuálne atraktívny 3D model, ktorý spája funkčnosť s estetickým výrazom.
Matematika	Matematika a práca s informáciami	Žiak chápe pojem roviny v priestore a vzťah medzi rovinou a telesom, analyzuje prienik roviny a kocky.	Vie určiť prienik roviny a kocky určený tromi bodmi, vytvoriť jeho náčrt a model v digitálnom prostredí.

ČASŤ 2: Konkrétne plánovanie – vyučovacia jednotka

Názov vyučovacej jednotky (1): Úvod do témy rezy kockou

Ciele hodiny:

- Oboznámiť sa so základnými vlastnosťami a pravidlami.
- Prepojenie 3D modelov s náčrtom vo voľnom rovnobežnom premietaní.

Výstupy pre študenta:

- Vytvorenie modelu kocky zo stavebnice Polydron a jej aktívne využívanie pri objavovaní vlastností mimobežiek a rôznobežiek vo voľnom rovnobežnom premietaní.

Plán hodiny (fázovaný opis)

Úvodná motivácia – krátke video <https://www.youtube.com/watch?v=WQgw89fT4BM> a vizuál rezu kocky jednoduchými rovinami s použitím modelu.

Diskusia: Kde sa v praxi s prienikmi rovín stretávame (architektúra, 3D modelovanie, dizajn).

Práca s Polydronom – žiaci zostavia kocku, skúmajú vzťahy medzi hranami (mimobežky, rôznobežky) a priamkami ležiacimi v stenách kocky.

Premietanie do roviny – pokus o zakreslenie kocky vo voľnom rovnobežnom premietaní spolu s vyznačenými priamkami.

Diskusia o tom, prečo niektoré priamky „vyzerajú“, že sa pretínajú, hoci sa v priestore nepretínajú.

Hodnotenie – prehľad

Pozorovanie práce žiakov s modelom, schopnosť pomenovať vlastnosti priamok, účasť na diskusii.

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

Žiaci pomenovali problém priestorového zobrazenia a uvedomili si obmedzenia 2D náčrtu. Väčšina žiakov pochopila, že voľné rovnobežné premietanie „skresľuje“ priestorové vzťahy.

Názov vyučovacej jednotky (2): Rez kocky rovinou danou tromi bodmi

Ciele hodiny:

- Zostrojiť vlastný model, ktorý by mohol slúžiť pri potrebe predĺžiť jednotlivé hrany kocky, aby bolo zrejmé, či sa dané priamky v priestore pretínajú – sú rôznobežné alebo sa nepretínajú a ich existujúci priesečník je len „ilúziou“ spôsobenou voľným rovnobežným premietaním v rovine.

Výstupy pre študenta:

- Vytvorenie modelu kocky z papierových slamiiek a jej aktívne použitie pri hľadaní prieniku roviny danej tromi bodmi patriacimi hranám kocky.
- Určenie tvaru tohto prieniku a následná diskusia, koľkouholník môže byť prienik roviny s kockou.

Plán hodiny (fázovaný opis)

Krátke opakovanie: čo je rovina, ako ju môžeme určiť.

Učiteľ zadá tri body, ktoré patria rôznym hranám kocky.

Žiaci vytvoria kocku zo slamiiek a špajlí.

Pokusne určenie prieniku roviny s kockou – označovanie prienikov na modeloch.

Diskusia: tvar prieniku, počet vrcholov (koľkouholník vznikne).

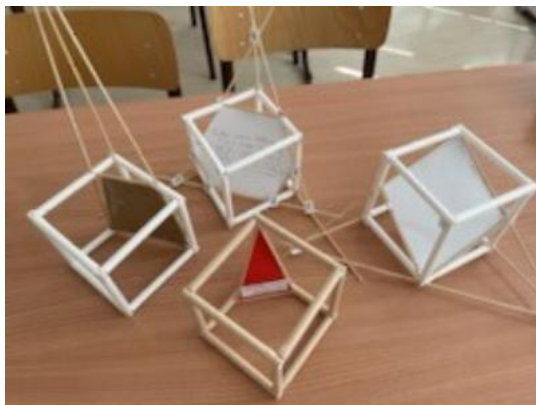
Skupinová prezentácia rôznych riešení.

Hodnotenie – prehľad

Aktivita v trojčlenných skupinách, schopnosť argumentovať a pomenovať výsledný tvar, presnosť modelu.

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

Žiaci boli motivovaní pracovať prakticky. Objavili, že rovnaké zadanie môže viesť k rôznym vizualizáciám, čo podnietilo diskusiu o presnosti geometrických konštrukcií.



Obrázok 84 Tvorba geometrických konštrukcií

Názov vyučovacej jednotky (3): Určenie obsahu rezu kocky

Ciele hodiny:

- Určiť presné rozmery rezu a jeho povrch.

Výstupy pre študenta:

- Vytvorenie modelu rezu kocky z kartónu.
- Vymodelovanie danej situácie v programe GeoGebra 3D a overenie svojich výpočtov s použitím programu GeoGebra 3D.

Plán hodiny (fázovaný opis)

Opakovanie: vzorce na povrch a pytagorova veta, využitie podobnosti vo výpočtovej geometrii.

Vytvorenie kartónového modelu rezu podľa slamkovej konštrukcie.

Meranie a výpočet obsahu prieniku.

Práca v GeoGebre 3D – vymodelovanie kocky a roviny, kontrola tvaru a rozmery rezu.

Porovnanie výpočtov s digitálnym modelom.

Diskusia o výhodách digitálnej verifikácie výsledkov.

Hodnotenie – prehľad

Presnosť výpočtov, schopnosť preniesť model do GeoGebry, argumentácia pri porovnávaní.

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

Žiaci ocenili vizualizáciu v GeoGebre. Objavili, že nie všetky modely boli zhodné s výpočtami, čo viedlo k lepšiemu pochopeniu potreby presnosti.

Názov vyučovacej jednotky (4): Siete telies, ktoré vznikli z kocky po jej rozrezaní rovinou

Ciele hodiny:

- Vytvoriť siete telies, ktoré vznikli z kocky po jej rozrezaní rovinou.

Výstupy pre študenta:

- Vytvorenie dvoch papierových telies, ktoré budú slúžiť ako maketa pre prácu s 3D tlačou.

Plán hodiny (fázovaný opis)

Diskusia: čo sa stane, keď kocku „rozrežeme“?

Návrh sietí vzniknutých telies na papier – žiaci uvažujú o tom, ktoré hrany sú spoločné.

Vytváranie papierových modelov oboch telies.

Porovnávanie, ako sa dajú znova spojiť do tvaru pôvodnej kocky.

Reflexia: ktoré tvary sa ľahšie modelovali, ktoré boli zložitejšie.



Obrázok 85 Model rozrezanej kocky



Obrázok 86 Kocka znova spojená do pôvodnej kocky

Hodnotenie – prehľad

Tvorba sietí, presnosť výpočtov ale aj zlepenia, schopnosť odôvodniť zvolený postup.

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

Žiaci si uvedomili, že každá sieť predstavuje inú interpretáciu toho istého problému. Rozvíjala sa priestorová predstavivosť aj trpezlivosť pri práci s materiálom.

Názov vyučovacej jednotky (5, 6): Oboznámenie sa a práca s programom Tinkercad

Ciele hodiny:

- Oboznámenie sa s funkcionalitami, ktoré ponúka program Tinkercad, na takej úrovni, aby boli schopní vytvoriť návrh telies, ktoré vzniknú prerezaním kocky rovinou.

Výstupy pre študenta:

- Vytvorenie dvoch 3D modelov telies pomocou 3D tlače, ktoré budú výstupným produktom.

Plán hodiny (fázovaný opis)

Úvod: vysvetlenie cieľa – previesť model z papiera do digitálnej podoby.

Prehľad funkcií Tinkercadu, demonštrácia základných nástrojov.

Brainstorming: ako spojiť dve telesá, aby vytvorili kocku.

Návrh riešenia s „valcovým zámkom“ – priehlbina a výstupok.

Samostatná práca žiakov na návrhu, export STL, slicing a 3D tlač.

Záverečné porovnanie fyzických modelov a diskusia o presnosti tlače.

Veľkú časť času sme venovali brainstormingu nad tým, ako obe telesá navrhnuť tak, aby sa dali spojiť do tvaru kocky. Na tento problém sme narazili už pri tvorbe papierového modelu a hľadali sme spôsob, ako ho vyriešiť aj v 3D podobe. Nakoniec sme sa rozhodli pre riešenie, pri ktorom sme v rovine rezu jedného telesa vytvorili priehlbinu v tvare valca a v druhom telese

sme na rovnakom mieste vymodelovali valcový výstupok. Ten presne zapadne do priehlbiny, čím zabezpečí stabilné spojenie oboch dielov a zabráni ich vzájomnému „šmýkaniu sa“.



Obrázok 87 Kocka s „valcovým zámkom“



Obrázok 88 Kocky do seba zapadajúce

Hodnotenie – prehľad

Úspešné dokončenie modelu, správny export do STL, pochopenie princípu slicing-u, funkčnosť vytlačeného modelu.

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

Žiaci vnímali prepojenie matematiky a technológie ako zmysluplné. Objavili dôležitosť presného plánovania a rozmerov pri 3D modelovaní. Viacerí vyjadrili prekvapenie nad tým, ako detailne sa musia matematické vedomosti aplikovať v technickej praxi.

Hodnotenie 3D modelovania a 3D tlače (detail)

1. Rozumie/vie študent...?

Študent rozumie vzťahom medzi reálnym telesom a jeho digitálnym modelom. Vie vysvetliť, ako sa matematické princípy (roviny, prieniky, rozmery) prenášajú do 3D prostredia. V rámci myšlienkovvej mapy dokázal pomenovať postupy od konštrukcie po 3D tlač a zdôvodniť, prečo sú jednotlivé kroky dôležité.

2. Vytvoril študent...?

– metóda: posúdenie produktu

Študent vytvoril digitálny model telesa v programe Tinkercad a fyzický model prostredníctvom 3D tlače. Produkt spĺňa základné technické aj matematické požiadavky – rozmery, rovinnosť rezu, funkčnosť zámku medzi telesami. Pri posudzovaní produktu sa hodnotila presnosť, estetika, stabilita a originalita riešenia.

3. Dokáže študent prezentovať výsledok svojej práce a opísať postup?

– metóda: prezentácia, peer review

Študent dokázal predstaviť svoj postup od návrhu po tlač, poukázať na chyby a ich riešenie. Vzájomné hodnotenie medzi skupinami (peer review) podporilo argumentáciu a kritické myslenie. Žiaci dokázali pomenovať, v čom sa ich prístup líšil, a reflektovali, ako sa dalo postupovať efektívnejšie.

4. Implementuje/zlepšuje...?

– metóda: revízia prototypu

Na základe spätnej väzby dokázal študent upraviť návrh, opraviť chyby v rozmeroch alebo tvaroch a optimalizovať model pre 3D tlač. Tým si osvojil základný princíp iteratívneho procesu – chybu nevníma ako zlyhanie, ale ako prirodzenú súčasť učenia sa. Väčšina skupín dokázala prototyp prepracovať tak, aby bol funkčný.

5. Spolupráca v tíme...?

– metóda: pozorovanie, sebahodnotenie

Žiaci pracovali v malých trojčlenných tímoch s jasne rozdelenými úlohami (konštrukcia, výpočet, modelovanie, tlač). Pri pozorovaní bolo zrejmé, že väčšina tímov komunikovala efektívne a vedela využiť silné stránky jednotlivcov. V rámci sebahodnotenia reflektovali, ako spolupráca ovplyvnila kvalitu výsledného modelu a ich vlastnú motiváciu.

Doplňujúce informácie

Poznámky: Je potrebná aktívna spolupráca s vyučujúcim informatiky, ktorý vie ovládať 3D tlačiareň a je zdatný v práci s programom Tinkercad a PrusaSlicer.

Učebné zdroje/podporné materiály:

- Učebnica matematiky pre stredné školy – tematický celok Stereometria, rezy telies.
- GeoGebra 3D – softvér na vizualizáciu priestorových vzťahov a overovanie výpočtov.
- Tinkercad – online nástroj na 3D modelovanie a prípravu objektov pre tlač.
- Polydron, papierové slamky, špajle, kancelárske potreby (lepidlo, nožnice, kartón) – manipulatívne pomôcky na tvorbu fyzických modelov.
- PrusaSlicer/Ultimaker Cura – softvér na prevod 3D modelu do formátu G-code.
- 3D tlačiareň (napr. Prusa Mini+, Ender 3) – výstupný nástroj pre fyzické modely.

Evalvačné zdroje/materiály:

- Pozorovacie hárky učiteľa – sledovanie procesu práce, spolupráce a riešenia problémov.
- Sebahodnotiace listy žiakov – reflexia vlastného učenia sa, spolupráce a chýb.
- Hodnotiaca rubrika k 3D modelovaniu – presnosť, funkčnosť, estetika, inovatívnosť riešenia.
- Peer review formulár – vzájomné hodnotenie prezentácií a návrhov riešení.
- Fotodokumentácia priebehu a výsledkov projektu.

Iné zdroje/materiály:

- https://www.researchgate.net/profile/Lilla-Korenova/publication/317850893_Digitalne_technologie_v_skolskej_matematike/link/s/594edbb3a6fdcebf5e7b/Digitalne-technologie-v-skolskej-matematike.pdf
- Online tutoriály k programom GeoGebra 3D a Tinkercad (YouTube, oficiálne stránky).
- Odborné články o využití 3D tlače vo vyučovaní matematiky.
- Školský vzdelávací program.

5.5 Terciárne vzdelávanie

V terciárnom vzdelávaní sa študenti stretávajú s úlohami, ktoré presahujú rámec základného poznania a vyžadujú schopnosť analyzovať, interpretovať a kriticky hodnotiť získané informácie. V oblasti biológie, ekológie či environmentálnych vied je dôležitou kompetenciou schopnosť pracovať s reálnymi dátami z terénu a porozumieť vzťahom medzi organizmami a ich prostredím. Jednou z praktických a zároveň vedecky hodnotných aktivít je určovanie živočíšnych druhov podľa ich typických stôp.

Táto aktivita umožňuje študentom preniesť teoretické poznatky do autentického kontextu. Práca so stopami, či už ide o odtlačky končatín, pobytové znaky, trus, ohryz alebo iné indikátory prítomnosti živočíchov, rozvíja schopnosť pozorovania, systematickej analýzy a interpretácie ekologických javov. Študenti sa učia identifikovať charakteristické znaky jednotlivých druhov, porovnávať ich s odbornými zdrojmi a formulovať závery na základe dôkazov.

Cieľom aktivity je:

- prehĺbiť porozumenie biodiverzite a ekologickým vzťahom v konkrétnom biotope,
- rozvíjať schopnosť pracovať s terénnymi údajmi a ich interpretáciou,
- posilniť vedecké myslenie, argumentáciu a prácu s dôkazmi,
- podporiť samostatnosť pri riešení odborných úloh,
- ukázať význam stopovania v ekologickom výskume, monitoringu populácií a ochrane prírody.

Aktivita zároveň vytvára priestor na diskusiu o metodológii terénneho výskumu, etických aspektoch práce s voľne žijúcimi živočíchmi či o možnostiach využitia moderných technológií (napr. fotopasce, GIS, digitálne databázy). V nasledujúcej časti kapitoly je podrobne rozpracovaný postup aktivity, odporúčania pre vyučujúcich a návrhy na rozšírenie podľa odboru a úrovne študentov.

5.5.1 Určovanie živočíšnych druhov podľa typických stôp

Predmet: Prírodovedné praktikum – živá príroda

Ročník: 1. a 2. ročník magisterského štúdia študijného programu učiteľstvo pre primárne vzdelávanie

Počet hodín: 3 vyučovacie hodiny (1. hodina: motivácia, diskusia o téme, rozdelenie úloh v projekte, 2. hodina: ukážky práce v programe Tinkercad, PrusaSlicer, vysvetlenie STEAM vzdelávania, 3D modelovania a tlače, 3. hodina: vyhodnotenie projektov, diskusia medzi skupinami – vyhodnotenie projektov a diskusia prebiehali po mesačnej práci študentov na projekte, jednotlivé kroky projektu študenti priebežne na predmete Prírodovedného praktika s vyučujúcim konzultovali)

Didaktické ciele: Na hodine predmetu Prírodovedného praktika pre oblasť živej prírody študenti študijného programu primárna pedagogika PdF UK v Bratislave pracovali na projekte návrhu a 3D modelovania STEAM pomôcky pre určovanie živočíšnych druhov podľa typických stôp využiteľnej v primárnom prírodovednom vzdelávaní.

Špecifické ciele:

Kognitívne ciele:

- študenti v rámci projektu poznajú, ako sa živočíchy v danom prostredí pohybujú, aké stopy pri pohybe zanechávajú a ako sa tieto stopy dajú rozpoznať bez toho, aby živočícha v prírode priamo videli,
- zároveň hodnotili, ktorý živočích je pre pridelenú skupinu živočíchov (cicavce, vtáky, plazy, obojživelníky) najtypickejší, resp. je pre prostredie žiaka primárneho vzdelávania najbližší,
- pri návrhu STEAM pomôcky sa naučia rozmyšľať interdisciplinárne (využitie nových technológií, umenia, matematiky a inžinierstva v prírodovednom vzdelávaní).

Afektívne ciele:

- študenti pracujú na projekte návrhu a modelovania STEAM pomôcky v skupine,
- v rámci skupiny sa učia rešpektovať názor svojich spolužiakov, diskutujú o probléme a prijímajú riešenia, ktoré spoločne vyhodnotili ako najúspešnejšie pre zodpovedanie problémovej úlohy.

Psychomotorické ciele:

- pri návrhu a modelovaní STEAM pomôcky si študenti upevňujú digitálne zručnosti (práca v programe Tinkercad a PrusaSlicer), rozvíjajú svoju kreativitu a motorické zručnosti pri návrhu prototypov STEAM pomôcky pomocou rôznych techník a materiálov.

TEMATIZÁCIA A PROBLEMATIZÁCIA

Téma určovania živočíchov v prírode bez ich priamej prítomnosti je vysoko aktuálna. Posledných 10 rokov sa na Slovensku zvyšuje počet priamych kontaktov človeka s divo žijúcim zvieratkom (hlavne s medveďom hnedým alebo diviakom lesným) a to nie len v lesnom prostredí, ale aj v prostredí mesta či obce. Edukáciou žiakov a študentov k rozpoznávaniu živočíšnych stôp môžeme znížiť počet takýchto neželaných stretnutí a zabrániť vzniku zranenia alebo dokonca smrti. V projekte preto riešime kľúčovú otázku, ako sa stopy živočíchov v prírode dajú rozpoznať a či by sme nevedeli vytvoriť jednoduchú pomôcku, pomocou ktorej by sme živočíšne stopy spoznávali priamo v teréne. Pre riešenie problému sme zvolili didaktickú stratégiu projektového a problémového vyučovania. Problémového vyučovania z dôvodu riešenia reálneho problému zo života žiakov (študentov) a projektového vyučovania z dôvodu tvorby STEAM pomôcky ako kľúča na určovanie živočíšnych druhov priamo v teréne. Na hodine predmetu Prírodovedného praktika (oblasť živej prírody) pracujeme so študentami učiteľstva pre primárne vzdelávanie, preto sme tematicky projekt orientovali na tému obsahom zameranú na primárne prírodovedné STEAM vzdelávanie, čiže študenti vytvorenú pomôcku budú môcť využiť vo svojej budúcej pedagogickej praxi. Nové kurikulum pre vzdelávaciu oblasť „Človek a príroda“ (ŠVP, 2023) je z hľadiska uplatňovania princípov STEAM aktuálne, je však na skúsenosti učiteľa viesť tieto princípy do vzdelávania aj aplikovať. Za podstatné preto považujeme prípravu budúcich učiteľov na pedagogickú prax.

VSTUPNÉ ZRUČNOSTI ŽIAKA

- Základy Tinkercad
- Skúsenosti s GeoGebra3D
- Práca so súbormi STL/OBJ
- Základy slicing (PrusaSlicer/Cura/Bambu Studio)
- Bezpečnosť pri 3D tlači

3D NÁSTROJE A SOFTVÉR

- Modelovací softvér: Tinkercad
- Slicer: PrusaSlicer
- Viewer/AR

3D TLAČ

Vybavenie potrebné k aktivite: Original Prusa i3 MK3S

Vzdelávacie ciele viažuce sa na 3D modelovanie a tlač

Hlavný cieľ:

3D modelovanie a tlač (3DMP) je nástrojom rozvoja priestorovej predstavivosti. Študenti musia rozmyšľať, ako pomocou geometrických útvarov, príp. funkciou kreslenia naprojektujú prototyp STEAM pomôcky, vytvorenej rôznou technikou a materiálmi do virtuálneho priestoru programu Tinkercad. Zároveň model STEAM pomôcky musí byť naprojektovaný tak, aby bolo možné ho reálne pomocou 3D tlačiarne vytlačiť.

Vedľajšie ciele:

Študenti sa naučia vnímať techniku 3D tlače ako problematiku environmentálneho riešenia. Spoznajú možnosti recyklácie materiálu PLA, resp. návrh pomôcky, ktorá nie je jednoúčelová, ale je možné ju opakovane v rámci výučby využiť.

STEAM prvky

Prírodoveda

Krok 1: V skupine študenti diskutovali, ktorý živočích by mohol byť typickým zástupcom danej skupiny (cicavce, vtáky, plazy a obojživelníky) vhodným pre poznávanie v primárnom prírodovednom vzdelávaní. Zároveň museli zohľadniť skutočnosť, že sa daný živočích pohybuje aj po súši a je pravdepodobné, že v prírode zaznamenáme jeho typickú stopu (zohľadňovali prostredie, v ktorom živočích žije). Po výbere vhodného živočícha sledovali, ako sa v danom prostredí pohybuje, aký tvar a veľkosť má jeho končatina, ktorá pri danom pohybe na vhodnom podklade (hlina, blato, sneh, výkaly, mokrá stopa na chodníku a pod.) zanecháva v prírode stopu.

Technológia

Krok 5: Finálny prototyp pomôcky v rámci skupiny študenti modelovali v programe Tinkercad. Študenti sa rozhodli buď vybrať pre 3D modelovanie ten prototyp pomôcky, ktorý spĺňal všetky kritéria (pomôcka vhodná pre STEAM vzdelávanie, ako aj schopnosť vymodelovať ju pomocou geometrických útvarov a funkcie kreslenia v programe Tinkercad) alebo v rámci skupiny vytvorili nový návrh, v ktorom zohľadnili prvky z viacerých prototypov pomôcky v rámci skupiny. Výsledky projektu prezentovali v programe PowerPoint na hodine Prírodovedného praktika všetky skupiny medzi sebou. Po vzájomnej diskusii študenti vybrali jednu pomôcku, ktorú si vytlačili pomocou 3D tlačiarne.

Inžinierstvo

Krok 3: Študenti vytvárali prototypy STEAM pomôcky, aby vizualizovali svoje návrhy a vedeli medzi sebou prezentovať, prečo by práve ich prototyp pomôcky bol vhodný pre primárne prírodovedné STEAM vzdelávanie. Niektorí študenti využili nákresy (náčrty) prototypu pomôcky, niektorí študenti prototyp modelovali z jednoduchých dostupných materiálov.

Umenie

Krok 2: Po naštudovaní spôsobu pohybu daného živočícha a typickej stopy, ktorú pri ňom vytvára, študenti kreovali návrhy STEAM pomôcky, pomocou ktorej by sme vedeli určiť vybraného zástupcu priamo v teréne a ktorú by sme mohli zároveň využiť v primárnom prírodovednom STEAM vzdelávaní.

Matematika

Krok 4: V rámci skupiny študenti diskutovali, ktorý z predložených prototypov pomôcky by bol využiteľný nielen pre STEAM vzdelávanie, ale zároveň by boli schopní pomôcku vymodelovať v programe Tinkercad (3D modeling) využitím základných geometrických útvarov (guľa, polguľa, valec, kocka, ihlan, obdĺžnik a pod.) a funkcie kreslenia.

Sylabus previazaných predmetov v rámci kurikula

PREDMETY	VZDELÁVACIA OBLASŤ	OBSAHOVÝ ŠTANDARD	VÝKONOVÝ ŠTANDARD
Človek a príroda	Človek a príroda (obsahový komponent Evolúcia, 2. cyklus primárneho vzdelávania)	Organizmy sa prispôbujú rôznymi spôsobmi prostrediu, v ktorom žijú.	Zhotovenie a porovnanie odtlačkov a odliatkov organizmov a ich stôp.
Matematika	Matematika a informatika (obsahový komponent Geometria, 2. cyklus primárneho vzdelávania)	Jednoduché rovinné geometrické útvary, vlastnosti a vzťahy. Jednoduché priestorové geometrické útvary, vlastnosti a vzťahy.	Matematické modelovanie.
Informatika	Matematika a informatika (obsahový komponent Technológia, 2. cyklus primárneho vzdelávania)	Hardvér a softvér.	Používanie rôzneho aplikačného softvéru (napríklad školského vzdelávacieho softvéru, digitálnej učebnice, encyklopédie), ktorý je primeraný veku.
Človek a svet práce	Človek a svet práce (obsahový komponent Technika, 2. cyklus primárneho vzdelávania)	Skúmanie technických materiálov a ich vlastností.	Skonstruovať jednoduchý objekt, prezentovať a obhájiť výsledky svojej práce v oblasti jednoduchej konštrukcie a dizajnu pred skupinou.
Výtvarná výchova	Umenie a kultúra (obsahový komponent Komunikácia, 2. cyklus primárneho vzdelávania)	Techniky kresby, maľby, grafiky, modelovania, priestorovej tvorby a ich kombinácie.	Cielene použiť nástroje, materiály, techniky, technológie.

ČASŤ 2: Konkrétne plánovanie – vyučovacia jednotka

Ciele hodiny:

Kognitívne ciele:

Študenti v rámci projektu poznajú, ako sa živočíchy v danom prostredí pohybujú, aké stopy pri pohybe zanechávajú a ako sa tieto stopy dajú rozpoznať bez toho, aby živočích v prírode priamo videli. Zároveň hodnotili, ktorý živočích je pre pridelenú skupinu živočíchov (cicavce, vtáky, plazy, obojživelníky) najtypickejší, resp. je pre prostredie žiaka primárneho vzdelávania najbližší. Pri návrhu STEAM pomôcky sa naučia rozmýšľať interdisciplinárne (využitie nových technológií, umenia, matematiky a inžinierstva v prírodovednom vzdelávaní).

Afektívne ciele:

Študenti pracujú na projekte návrhu a modelovania STEAM pomôcky v skupine. V rámci skupiny sa učia rešpektovať názor svojich spolužiakov, diskutujú o probléme a prijímajú riešenia, ktoré spoločne vyhodnotili ako najúspešnejšie pre zodpovedanie problémovej úlohy.

Psychomotorické ciele:

Pri návrhu a modelovaní STEAM pomôcky si študenti upevňujú digitálne zručnosti (práca v programe Tinkercad a PrusaSlicer), rozvíjajú svoju kreativitu a motorické zručnosti pri návrhu prototypov STEAM pomôcky pomocou rôznych techník a materiálov.

Výstupy pre študenta:

- Prezentácie projektu v PowerPointe.
- 3D STEAM pomôcky vhodné na určovanie živočíchov v prírode využiteľná v primárnom prírodovednom vzdelávaní.

Plán hodiny (fázovaný opis)

1. Vyučovacia hodina – motivácia, predstavenie problému a diskusia, rozdelenie úloh v projekte

Motivácia:

Vieme, že živočíchy môžu žiť v rôznych prostrediach – na súši, skalách, jaskyniach, v pôde, vo vzduchu, vo vode, na iných živočíchoch, v ľudských obydlíach. Sú súčasťou rôznych prírodných spoločenstiev, kde žijú spoločne s inými organizmami, napr. spoločenstvo lesov, lúk, polí, vodného spoločenstva. K tomuto prostrediu sa živočíchy prispôbili aj svojim tvarom tela a spôsobom života. Otázka do diskusie: *Viete uviesť príklad, ako sú rôzne živočíchy prispôbené danému prostrediu, ktoré sme si práve vymenovali?*“ (napr. kapor pláva vo vode, preto má žiabre, na povrchu tela šupiny a končatiny má premenené na plutvy, preto aj pohyb živočíchov je prispôbený prostrediu, v ktorom žijú, pričom na pohyb používajú živočíchy rôzne časti tela ako sú krídla, plutvy, končatiny).

Pretože živočíchy často žijú v úkryte, sú plaché alebo aktívne iba v noci, ich stopy sú najdôležitejším a často jediným dôkazom ich prítomnosti. Otázka do diskusie: *„Podľa akých stôp by ste vedeli rozpoznať živočích v prírode bez toho, aby ste ho reálne videli“* (napr. aj keď sa živočíchy skrývajú, nechávajú za sebou množstvo stôp, ako sú odtlačky, stavby alebo zvyšky potravy). Spoznávať živočíchy v prírode naozaj môžeme aj nepriamo, keď samotného živočích v prírode nevidíme. Musíme však dobre poznať ich spôsob života a spôsob pohybu v danom prostredí. Rozpoznaním stopy živočích môžeme predísť k neželanému stretu s nebezpečnými divo žijúcimi zvieratami a zabrániť vzniku nášho zranenia alebo dokonca smrti. V súčasnosti je táto téma na Slovensku v spoločnosti veľmi aktuálna, pretože sa často stretávame s informáciou, že došlo k zraneniu človeka pri kontakte s medveďom

hnedým. Skúsme sa preto stať dobrými stopármi, aby sme sa podobnému stretu s nebezpečným zvieratom mohli vyhnúť.

Priblíženie problematiky, učenie sa o probléme:

Stopy zvierat sú viditeľné na rôznych miestach. Veľa zvierat sa pohybuje často tou istou trasou a rady sa zdržiavajú na okraji lesa. Veľa stôp sa nachádza aj na miestach, kde zvierat pravidelne žerie, napr. často sa dá nájsť hárka ohlodaných orechov vevericou, množstvo sovích vývržkov v stodole, šišky vyďobané d'atľom pri pňoch stromov alebo kúsky stromovej kôry olúpanej bobrom (Lisak, 2004).

Stopy zvierat, ktoré v prírode môžeme rozpoznať, môžu byť rôzne (Svojtko & co., 2014):

- pohybové – odtlačky chodidiel, polámané kriky pri prechode,
- ležiskové – zanechané v ležiskách, v brlohoch, pelechoch, v hniezdach,
- ohryzové – ohryzené stromy (napr. typické „ceruzky“ od bobrov), olúpaná kôra,
- výlučkové – trus a vývržky,
- hlasové – mnohé zvukové prejavy cicavcov a vtákov,
- rozličné iné – srst' zachytená na stromoch, zhodené parohy, stratené perie.

Na vhodnom podklade zanecháva končatina stopu ako pozitívny odtlačok (Richarz, 2009). Stopy v takomto podklade môžu zanechávať hlavne skupiny obojživelníkov, plazov, vtákov a cicavcov, ktoré žijú aspoň časť svojho života na súši. Ryby žijú vo vode, preto nemôžete na súši nájsť ich odtlačky končatín. Bezstavovce na druhej strane končatiny buď nemajú, a ak majú, ich odtlačky končatín na súši sú málo viditeľné. Podľa tvaru, veľkosti a rozmiestnenia stôp si môžete predstaviť, ako sa rôzne zvieratá v danom prostredí pohybujú (Townsend, 2018). Cicavce podľa stavby končatín sa delia na ploskochodce, prstochodce a kopytníky. Zatiaľ čo ploskochodci došľapujú celou plochou chodidla, chodia pomaly (napr. jazvec), u prstochodcov sa odtlačujú iba prsty (bruška prstov) alebo ich posledné články a chodidlový vankúšik, čo im dovoľuje vyvinúť vyššiu rýchlosť (napr. líška). Palec sa u cicavcov (najmä prstochodcov) nemusí vždy na zemi odtlačiť (Richarz, 2009; Svojtko & co., 2014; Lisak, 2004).

U kopytníkov je koniec končatiny chránený zrohovateným útvarom, kopytom, čiže došľapujú na špičky posledných prstových článkov (napr. kamzík, srnec). Kopytníky sa delia na párnokopytníkov a nepárnokopytníkov. Kopytá párnokopytníkov sa nazývajú ratice. Kopytníky majú 4 prsty, ale len dva stredné zvyknú vytvárať odtlačok. 4 prsty odtláča napríklad diviak, dva zadné odtlačky sú stopy paratíc, dva predné väčšie sú odtlačky dvoch stredných prstov (ratic). Stopy párnokopytníkov sú často podobné, väčšinou sa líšia iba dĺžkou a hrúbkou odtlačku, prípadne dĺžkou bruška v ratici (jelen, daniel, srnec, kamzík, ovca a pod.). Stopy sú dobre viditeľné v piesku a na zablatených cestičkách, po daždi alebo tiež na brehoch rybníkov a riek. Najlepšie sa stopy čítajú v snehu, najmä keď napadne v noci a ráno sú dobre viditeľné. U nepárnokopytníkov sa zrohovatené puzdro na konci prstov nazýva kopyto (napr. kôň a osol) (Richarz, 2009; Svojtko & co., 2014; Lisak, 2004; Hecker, 2019).

Aj napriek tomu, že sa hlavne malé vtáky zriedkakedy zdržiavajú na zemi, môžete na vhodnom povrchu nájsť množstvo ich stôp. Tie môžu napomôcť k určovaniu nie len ich druhov, ale aj pri vyhodnocovaní aktivity vtákov. Pri hľadaní stôp vtákov s úspechom využijete vlhké brehy a piesčité alebo bahenné plochy. Tvar odtlačku vtákov je v úzkom vzťahu so stavbou beháku. Okolo dolnej časti beháku sú usporiadané spravidla štyri prsty. Často zakrpatený prvý prst ukazuje smerom dozadu, druhý (vnútorný) na stranu tela, tretí (stredný) je spravidla najdlhší. Štvrtý (vonkajší) prst ukazuje smerom dovnútra tela. Odtlačky zanecháva dolná časť beháku, bruška prstov a pazúriky. Podľa hlavnej funkcie sa rozlišujú u vtákov rôzne typy nôh: noha uchopovacia, kráčavá (chodiaca), veslovacia, plávacia (Richarz, 2009). Vodné vtáky majú

zvyčajne predné tri prsty spojené plávacou blanou (napr. kačica) alebo majú okolo prstov lem (napr. lyska) (Svojtko & co., 2014).

Plazy rozdeľujeme do viacerých skupín, z ktorých v Európe žijú v prírode len príslušníci korytnačiek, obrúčkavcov a šupináčov (sem patria beznohé hady a jaštery, z ktorých väčšina má nohy). Podobnosť stôp rôznych druhov znamená, že nemajú pri identifikácii veľký význam. Podobne aj iné znaky, napríklad vyliahnuté vajíčka, sú síce zaujímavé, nie však ľahko rozpoznateľné. Na druhej strane veľký význam pri pokuse o identifikáciu jašterov a hadov má zvrátená koža, lebo zachováva charakteristickú štruktúru šupín a kresby, dokonca aj stopy farby. Stopy jašterov často vidno v piesčitých oblastiach, no málokedy sa dajú prísúdiť určitému druhu, sú to šľapaje nôh aj stopy chvosta (Gibson, 2005).

Nohy obojživelníkov sa prispôbili ich životnému štýlu, napríklad niektoré majú na prstoch prichytávacie terčiky, iné majú medzi prstami plávacie blany. V našich podmienkach žijú mloky a žaby a rozlišujú sa podľa toho, či majú v dospelosti chvost. Obojživelníky po sebe zanechávajú málo rozoznateľných stôp. Okrem toho, že počujeme ich hlas, alebo ich nájdeme v skorých fázach vývinu, jediný možný spôsob, ako zaznamenať ich prítomnosť, je nájsť dospelého jedinca (Gibson, 2005).

Pri určovaní veku stopy treba brať ohľad na rôzne okolnosti. Rozhoduje predovšetkým počasie – vietor, vlhkosť vzduchu, dážď, teplota – to všetko má vplyv na rýchlosť zvetrávania stopy a nakoniec na jej zánik. V celom procese pochopiteľne svoju úlohu zohráva aj kvalita podkladu – v bahnatej pôde vydržia šľapaje zachované dlhšie ako v piesku alebo v surovom humuse z listov ihličnatých a listnatých stromov, ktorý vietor veľmi rýchlo vysuší a šľapaje rozruší (Svojtko & co., 2014).

Zviera môže svojimi stopami aj klamať. *Viete ako?* Ak kladie zviera nohy do odtlačkov nôh iného zvieratá, nezanecháva žiadne vlastné stopy. Robia to napríklad vlčie svorky, pri ktorých je veľmi ťažké určiť podľa stôp počet ich členov. Niektoré zvieratá, napríklad jelene, dokážu ísť niekoľko metrov naspäť vo vlastnej stope a potom náhle zmeniť smer. Vznikne tak slepá ulička, ktorá môže prípadného prenasledovateľa zmiasť (Svojtko & co., 2014).

Cieľ projektu a jeho realizácia:

Po predstavení problému sme povzbudili študentov k návrhu a tvorbe takej pomôcky, ktorá by nám mohla pomôcť stopy živočíchov rozpoznať priamo v prírode (v teréne) a zároveň by bola využiteľná v primárnom prírodovednom STEAM vzdelávaní. Študentov sme rozdelili do skupín, pričom každá skupina navrhovala a modelovala STEAM pomôcku pre určovanie rôznych zástupcov živočíchov (skupina, ktorá navrhovala pomôcku pre určovanie druhu cicavcov, vtákov, plazov a obojživelníkov, ak máme študentov viac, skupiny cicavcov môžeme rozdeliť na ploskochodce, prstochodce a kopytníky – študentov preto môžeme rozdeliť do 4 alebo 6 skupín). Každá skupina mala navrhnúť k tvorbe pomôcky typického zástupcu danej skupiny a odôvodniť svoj výber. Študenti pracovali na prototypu pomôcky a modelovaní v prostredí Tinkercad. V priebehu mesiaca úlohy priebežne konzultovali s vyučujúcim na hodine Prírodovedného praktika, ako aj medzi jednotlivými členmi skupiny študentov.

2. Vyučovacia hodina – ukážky práce v programe Tinkercad, PrusaSlicer, vysvetlenie STEAM vzdelávania a 3D modelovania a tlače

Motivácia:

3D tlač je široko využívaná technológia v mnohých oblastiach STEAM a často býva integrovaná do vzdelávania s cieľom zapojiť študentov alebo žiakov do aktívneho učenia sa. Používanie stratégií aktívneho prístupu preukázateľne zlepšuje osvojovanie poznatkov, ako aj školské výsledky a znižuje mieru neúspechu (Guenther et al., 2021). STEAM je vzdelávacie

kurikulum založené na vzdelávaní v piatich základných oblastiach – veda, technológia, inžinierstvo, umenie a matematika. Od ostatných kurikúl sa odlišuje tým, že sa snaží o osvojovanie spomenutých základných oblastí ako jedného celku, čiže sa zameriava na integrované prepájanie. STEAM je čoraz populárnejší spôsob vzdelávania, v ktorom sa študent, resp. žiak prostredníctvom interdisciplinárneho prístupu k učeniu stáva tvorcom vedomostí, nielen reprodukovateľnom informácií.

3D tlač v rámci prírodovedného vzdelávania sa dá využiť rôznym spôsobom, napríklad pri tvorbe 3D modelov anatómie ľudského tela a mikroštruktúr bunky v rámci zlepšenia trojrozmerného pochopenia anatomických štruktúr a pochopenia zložitých fyziologických vzťahov, pri environmentálnej výchove, kde sa filamenty pre 3D tlač dajú využiť z odpadového plastového materiálu, alebo pri tvorbe 3D modelov, ktoré slúžia ako hmatová pomôcka pre zrakovo postihnutých žiakov (Hansen et al., 2020). Na hodine Prírodovedného praktika sa študenti naučia, ako si pomocou 3D tlačiarne môžu vytvoriť pomôcku, ktorá im pomôže určovať stopy zvierat priamo v prírode a ktorá by bola zároveň opakovane využiteľná v primárnom prírodovednom STEAM vzdelávaní. Zároveň študentom pripomenieme, že aj samotné PLA filamenty pre 3D tlač sú vyrobené z kukuričného škrobu alebo cukrovej trstiny, preto sú recyklovateľné a vhodné na tvorbu ďalšej pomôcky.

Priblíženie problematiky, učenie sa o probléme:

Jednu vyučovaciu hodinu sme využili na predstavenie programov 3D modelovania a 3D tlače, aby študenti pri tvorbe pomôcky mali predstavu, akým spôsobom pomôcku navrhnuť tak, aby ju vedeli reálne pomocou 3D tlačiarne vytlačiť. Študenti sa v prvom rade museli prihlásiť cez osobné účty do voľne dostupného programu Tinkercad. V procese 3D modelovania (tvorby nového 3D objektu) sme študentom priblížili virtuálne prostredie programu, základnú orientáciu objektu v priestore, spôsob použitia základných geometrických útvarov, funkciu voľného kreslenia, ako aj možnosť spájania a rozdeľovania objektov v priestore. Následne sme študentov oboznámili, ako 3D objekt importovať do súboru .stl a preniesť do predinštalovaného programu PrusaSlicer. V tomto programe sa študenti naučili, ako upraviť 3D objekt do podoby vhodnej pre 3D tlač konkrétnej 3D tlačiarne (Original Prusa i3 MK3S 0,25 nozzle). Jednalo sa o funkcie úpravy vnútornej štruktúry, povrchové úpravy, prípadne veľkosti 3D modelu a jeho správnej orientácii vhodnej pre 3D tlač. V programe PrusaSlicer sa študenti naučili, ako vygenerovať G-kód, pomocou ktorého môžu 3D objekt vytlačiť. Dôležité bolo pripomenúť študentom bezpečnosť práce pri 3D tlači, pretože tlačiareň pracuje v podmienkach vysokej teploty (do 220°C). Všetky funkcie v programe Tinkercad a PrusaSlicer si mali možnosť na hodine vyskúšať všetci študenti na ich osobných notebookoch.

Úloha pre 3D modelovanie a 3D tlač následne bola špecifikovaná na možnosť STEAM využitia pomôcky:

S – pomocou pomôcky bude možné rozpoznávať živočícha v prírode.

T – návrh aktivity, kde pomôcka bude využiteľná v úlohe rozvoja digitálnej gramotnosti žiakov.

E – návrh aktivity, kde bude pomôcka využiteľná v úlohe rozvoja technickej gramotnosti žiakov, žiaci pomocou pomôcky budú konštruovať, skladať, spájať, manipulovať.

A – návrh aktivity, kde bude pomôcka využiteľná v úlohe rozvoja umeleckej gramotnosti žiakov.

M – návrh aktivity, kde bude pomôcka využiteľná v úlohe rozvoja matematickej gramotnosti žiakov.

3. Vyučovacia hodina: vyhodnotenie projektov, diskusia medzi skupinami – vyhodnotenie projektov a diskusia prebiehali po mesačnej práci študentov na projekte, jednotlivé kroky projektu študenti priebežne na predmete Prírodovedného praktika s vyučujúcim konzultovali, svoje výsledky študenti prezentovali v programe PowerPoint

Študenti prezentovali výsledky svojich projektov v skupine a navzájom o výsledkoch diskutovali. Uvádzame zhrnutie a hodnotenie výsledkov:

Výber živočícha

Študenti volili typického zástupcu danej skupiny podľa rôznych kritérií. Jedným z najčastejších kritérií bolo prostredie, v ktorom živočích žije. Za vhodné prostredie a živočícha, ktorý sa v ňom pohybuje, navrhovali také, ktoré je dieťaťu mladšieho školského veku blízke, čiže prostredie okolia školy alebo jeho bydliska. Ďalším kritériom bola ich vlastná skúsenosť s obľúbenosťou daného živočícha u detí v danom veku, napr. živočích je často prezentovaný ako hlavný hrdina rozprávok, básničiek a bájok. Podnetom pre voľbu typického zástupcu bolo okrem preferencie živočícha deťmi aj eliminovanie miskoncepcií alebo zdôraznenie jeho významu pre človeka. Dôležitou poznámkou výberu typického zástupcu bolo dodržanie obsahových a výkonových štandardov aktuálneho ŠVP pre primárne prírodovedné vzdelávanie.

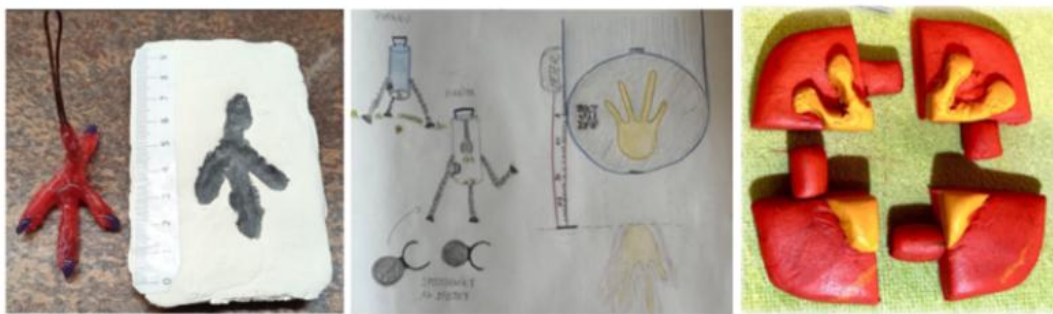
Pre skupinu cicavcov – ploskochodcov zvolili študenti ježa tmavého, pre skupinu cicavcov – prstochodcov mačku domácu, pre skupinu cicavcov – kopytníkov srnca lesného, pre skupinu vtákov holuba domáceho, pre skupinu plazov jaštericu múrovú a pre skupinu obojživelníkov ropuchu bradavičnatú.

Návrh prototypu 3D pomôcky

Po diskusii a voľbe vhodného typického zástupcu danej skupiny živočíchov študenti prezentovali prvotné prototypy 3D pomôcky na určovanie zvierat pomocou stôp, ktorá by bola zároveň využiteľná v primárnom prírodovednom STEAM vzdelávaní. Prvotné prototypy pomôcok študenti navrhovali rôznymi technikami s využitím rôznych materiálov. Buď prototyp pomôcky nakreslili alebo vymodelovali z rôznych materiálov ako je sadra, plastelína, modelovacia hmota, papier, drôt, špagát, špongia. Návrhy niektorých prototypov uvádzame v obrázkoch č. 89 a č. 90. V skupine študenti rozmýšľali o návrhoch prototypov, ktoré by spĺňali všetky podmienky pre STEAM vzdelávanie, resp. hodnotili, ktorý z prototypov by bolo možné pomocou geometrických útvarov a funkcie kreslenia v programe Thincad vymodelovať a vytlačiť v programe PrusaSlicer. Po vzájomnej diskusii študenti zvolili pre 3D modelovanie buď vhodný prototyp alebo vytvorili nový návrh, v ktorom zohľadnili prvky z viacerých prototypov pomôcky v rámci skupiny.



Obrázok 89 Prototypy STEAM pomôcky na určovanie druhov cicavcov (prstochodce, ploskochodce a kopytníky)



Obrázok 90 Prototypy STEAM pomôcky na určovanie druhov vtákov, plazov a obojživelníkov

Zvolený prototyp 3D pomôcky na určovanie živočíchov podľa stôp, pomocou ktorej by vedeli navrhnuť STEAM aktivitu pre primárne prírodovedné vzdelávanie vizualizovali v programe Tinkercad. Uvádzame príklady 3D pomôcky pre určovanie cicavcov, vtákov, plazov a obojživelníkov s vysvetlením využitia pomôcky v primárnom prírodovednom STEAM vzdelávaní.

Návrh a modelovanie 3D pomôcky na určovanie cicavcov – ploskochodcov – ježa tmavého (obr. 91)

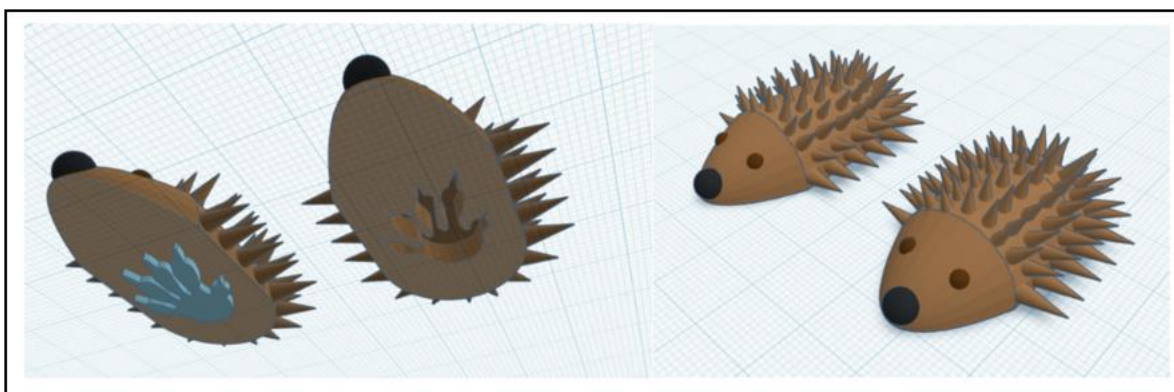
S (science) – na pomôcku umiestniť krátky text o ježovi, jeho správaní a význame v ekosystéme.

T (technology) – nalepiť QR kód so zvukom ježa, nalepiť QR kód návod ako vyskladať pichliače.

E (engineering) – vyskladať pichliače ako skladačku.

A (art) – stopu vyplniť rôznymi farebnými plastelínami alebo inými modelovacími hmotami (vyrobiť rôzno- farebné stopy).

M (mathematics) – na pomôcku zaznamenať meter, žiaci môžu stopu zmerať, porovnať veľkosť, vzdialenosť medzi stopami, spočítať pichliače.



Obrázok 91 3D modelovanie STEAM pomôcky pre určovanie cicavcov – ploskochodcov (ježa tmavého) v programe Tinkercad

Návrh a modelovanie 3D pomôcky na určovanie cicavcov – prstochodcov – mačky domácej (obr. 92)

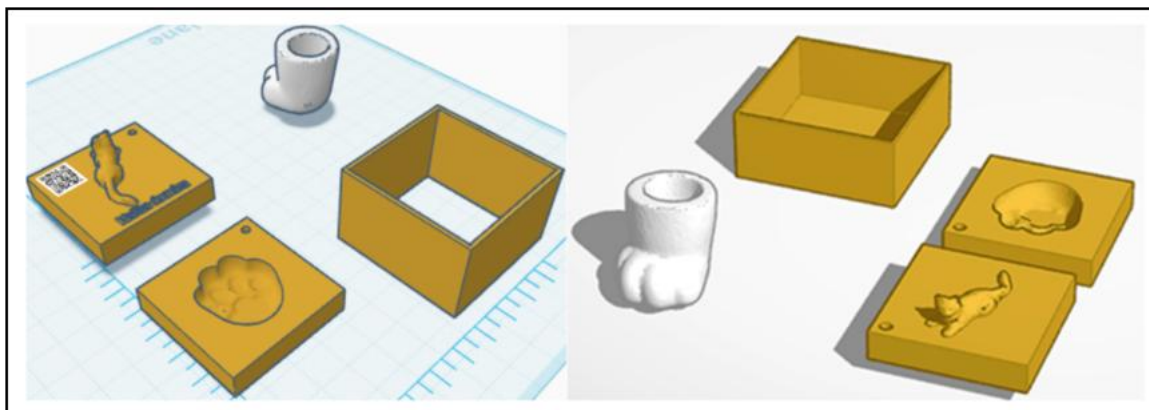
S (science) – rozpoznávanie stopy zvieraťa a typického zvuku, ktorý toto zviera vydáva, opis zvieraťa a jeho charakteristika.

T (technology) – skenovanie QR kódu so zvukovou spätnou väzbou predstavujúcou typický zvuk, ktorý vydáva mačka, využívanie rôznorodých materiálov (cesto, plastelína, sadra hmota) na zhotovenie odtlačku stopy prostredníctvom pomôcky.

E (engineering) – skladanie skladačky – správne natočenie pri vkladaní pozitívu do negatívu odtlačku a vkladanie do obvodovej vykrajovačky (v prípade pexesa aj správne spárovanie), odoberanie stopy zvieraťa.

A (art) – viacmyslové vnímanie – zrkové, hmatové, sluchové, odtlačanie 2D odtlačky na papier, textil, 3D odtlačky do rôznych povrchov, napr. pôda, íl, vlhký piesok, kinetický piesok, plastelína.

M (mathematics) – porovnávanie s reálnymi odtlačkami – narábanie s pojmami väčší, menší, zhodný, rozdiel, skladanie skladačky, odtlačky - narábanie s pojmami pozitív, negatív, osová súmernosť, vykrajovačka – výrez tvar kvádra, 2D odtlačok tvar štvorca.



Obrázok 92 3D modelovanie STEAM pomôcky pre určovanie cicavcov – prstochodcov (mačky domácej) v programe Tinkercad

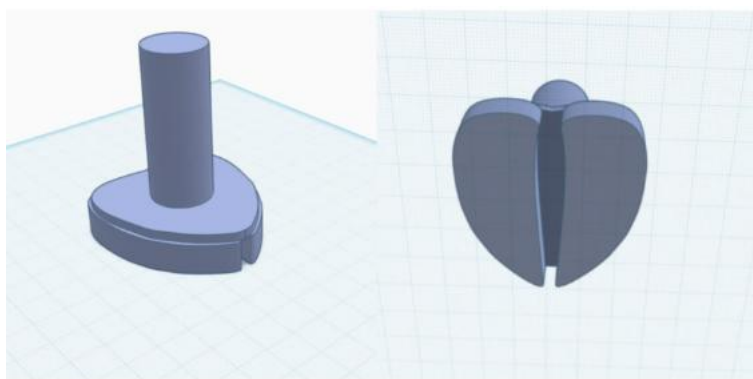
Návrh a modelovanie 3D pomôcky na určovanie cicavcov – kopytníkov – srnca lesného (obr. 93)

S (science) – skúmame, kde sa dajú odtlačky realizovať a vďaka tomu vieme, kde máme reálne stopy hľadať, porovnanie s reálnymi stopami.

T (technology) – návrh migračnej trasy srnca prostredníctvom googlmaps, pričom musia byť zohľadnené prírodné prvky ako lúky, lesy, polia, a rieky, pomocou pomôcky zmerať dĺžku vytvorenej trasy.

E (engineering) + A (art) – náčrt stopy srnca podľa predlohy v pomôcke, na základe náčrtu modelovanie stopy srnca z plastelíny, na výkres otláčať pomôcku v rôznych farebných kombináciách a v rôznych smeroch, na výkres dokresliť prostredie lesa a lúky, kde sa srnce pohybujú.

M (mathematics) – pomocou stopy v pomôcke sa dajú merať rôzne predmety, napríklad, koľko "srnčích stôp" meria lavica, tabuľa, koberec alebo lavička na dvore.



Obrázok 93 3D modelovanie STEAM pomôcky pre určovanie cicavcov – kopytníkov (srnca lesného) v programe Tinkercad

Návrh a modelovanie 3D pomôcky na určovanie vtákov – holuba domáceho (obr. 94)

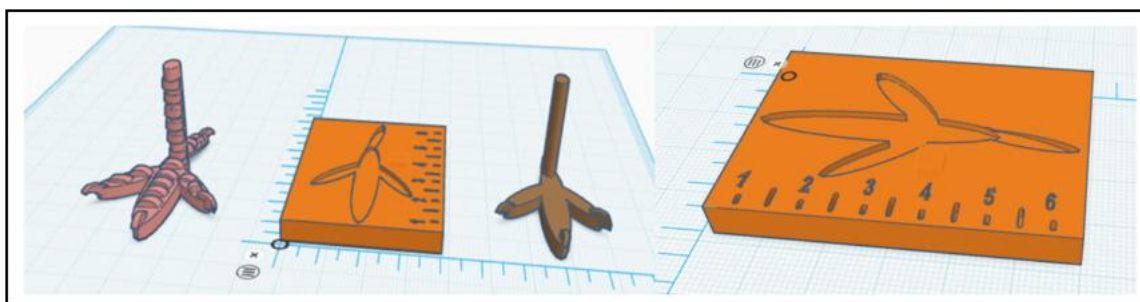
S (science) – skúmať tvar a veľkosť stopy holuba, porovnávať stopu holuba so stopami iných vtákov.

T (technology) – skenovať 3D model a skúsiť ho preniesť do digitálneho prostredia (napr. 3D skener alebo fotogrametria), využiť aplikácie na určovanie vtáčích stôp pomocou mobilov a rozšírenej reality.

E (engineering) – vytvoriť vlastný 3D model nohy a odtlačok stopy holuba z plastelíny alebo iných vhodných materiálov, skladanie dvoch komponentov – vytvorenie skladačky, kde obidve časti sa dajú pri určovaní stopy využiť.

A (art) – vytvárať farebné odtlačky modelu na papier a vytvoriť z nich vzory, vytvoriť výtvarný projekt na tému „Stopy v prírode“, dokresliť druhú nohu holuba.

M (mathematics) – merať veľkosť stopy pomocou centimetrovej mierky priamo v teréne, porovnať pomer veľkosti napr. ľudskej stopy a stopy holuba, pravítko na pomôcke vie slúžiť aj na premenu jednotiek $\text{cm} \rightarrow \text{mm}$.



Obrázok 94 3D modelovanie STEAM pomôcky pre určovanie vtákov (holuba domáceho) v programe Tinkercad

Návrh a modelovanie 3D pomôcky na určovanie plazov – jašterice múrovej (obr. 95)

S (science) – pozorovať a identifikovať stopy rôznych druhov plazov priamo v prírode.

T (technology) – QR kód na maketách stôp (info o zvierati).

E (engineering) – skladačka (pripevniť baterku, nohy, meter...).

A (art) – obkresľovanie stôp podľa tieňov.

M (mathematics) – meranie vzdialenosti od pomôcky po stopu na zemi.



Obrázok 95 3D modelovanie STEAM pomôcky pre určovanie plazov (jašterice múrovej) v programe Tinkercad

Návrh a modelovanie 3D pomôcky na určovanie obojživelníkov – ropuchy bradavičnatej (obr. 96)

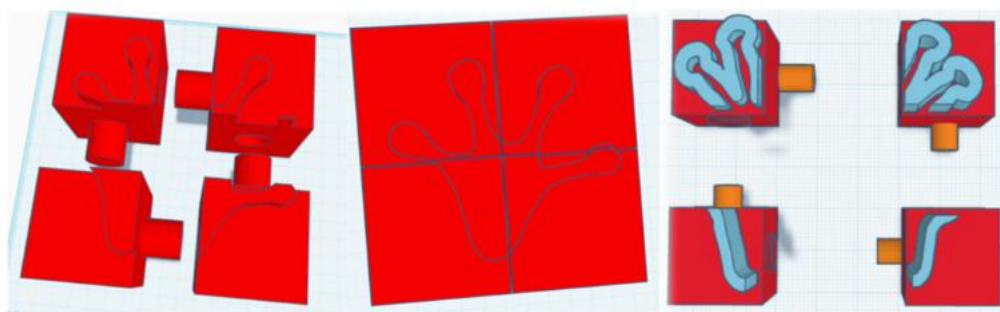
S (science) – skúmať rozdiel medzi skokom a chôdzou ropuchy, analyzovať jej prispôsobenie prostrediu a porovnávať jej stopy s inými živočíchmi.

T (technology) – pomocou digitálnej technológie, ako napríklad mobilné aplikácie alebo programy na analýzu tvarov pre identifikovanie a porovnávanie rôznych stôp ropúch.

E (engineering) – správne poskladať skladačku stopy a vytvárať odtlačky ropuchy v rôznych materiáloch, ako je hlina, piesok alebo sadra.

A (art) – vlastná vizualizácia stôp ropuchy prostredníctvom kresieb alebo modelov, resp. návrh umeleckého znázornenia rôznych druhov ropúch a ich stôp v prírode, pričom inšpiráciou môžu byť tvary a vzory, ktoré sa nachádzajú v reálnom prostredí.

M (mathematics) – pomocou merania a porovnávania stôp si žiaci osvoja základné matematické koncepty, ako sú mierka, rozmery a pomery, pri skladaní pomôcky budú pracovať s pojmami – kocka, kváder, valec.



Obrázok 96 3D modelovanie STEAM pomôcky pre určovanie obojživelníkov (ropuchy bradavičnatej) v programe Tinkercad

Z časového hľadiska po prezentácii projektov študenti vybrali medzi sebou jeden návrh, ktorý si vytlačili pomocou 3D tlačiarne. Na obrázku č. 97 uvádzame výsledok 3D modelu pomôcky na určovanie mačky domácej po vytlačení 3D tlačiarňou.



Obrázok 97 3D model pomôcky na určovanie mačky domácej pomocou jej stopy vytlačený v 3D tlačiarňou

Hodnotenie – prehľad

Reflexia/hodnotenie – spätná väzba

Po hodnotení projektov sme zistili, že všetky skupiny študentov pri výbere typického zástupcu danej skupiny živočíchov postupovali podľa rôznych kritérií, ale zhodli sa na tom, že to musí byť hlavne živočích, ktorého majú deti mladšieho školského veku možnosť spozorovať vo svojom okolí, a tým aj vidieť jeho typickú stopu vo vhodnom podklade. Východiskom pre voľbu živočícha preto boli hlavne obsahové a výkonové štandardy aktuálneho ŠVP (2015, resp. 2023). Aj napriek tomu, že počas tvorby projektu riešili študenti hlavne technické úlohy, pretože bol projekt pre nich technicky náročný, všetky navrhované projekty obsahovali správny návrh stopy živočícha, aj keď technické detaily neboli schopní všetci študenti previesť do virtuálneho prostredia programu Tinkercad. Každý z navrhovaných projektov pomôcky však bol vhodný na určovanie živočícha v prírode. Daná aktivita študentov zaujala, pri tvorbe prototypov využívali rôzne materiály a boli pri návrhoch naozaj kreatívni. V závere môžeme konštatovať, že aj keď bola aktivita pre študentov technicky náročná, pomohla im pochopiť problematiku spoznávania živočíchov podľa typických stôp, ako aj priblížiť spôsob výučby v rámci STEAM vzdelávania.

Hodnotenie 3D modelovania a 3D tlače (detail)

1) Rozumie/vie študent...?

Študenti za najzaujímavejšiu časť v rámci projektu označovali prácu v programe Tinkercad, pretože to bola pre nich nová metóda a pri tvorbe pomôcky a práci v danom programe sa naučili niečo nové. Na druhej strane práve prácu v programe Tinkercad uvádzali študenti za najnáročnejšiu časť v rámci projektu, pretože s 3D modelovaním v danom programe ešte nemali skúsenosť. Zložitejšie stopy, ako je stopa žaby, mali študenti problém v programe naprojektovať pomocou geometrických útvarov, preto využívali skôr funkciu kreslenia, pričom sa im pomocou programu kreslilo ťažšie ako na papier. Niektorí študenti sa vyjadrili, že sa im ťažšie projektovala pomôcka, ktorú sami nenavrhli, ale o ktorej sa dohodli, že bude spĺňať viac princípov STEAM vzdelávania alebo tvorili nový prototyp. Práca v programe Tinkercad im pri návrhu zaberala najviac času a bola pre nich technicky náročná. Pred hodinou Prírodovedného praktika poznalo program Tinkercad necelých 23 % študentov. Z tohto dôvodu sme jednu hodinu vyčlenili na oboznámenie sa s danou metódou (s prácou v programe Tinkercad a PrusaSlicer, ako aj s významom pre STEAM prírodovedné vzdelávanie). Pri plánovaní podobných aktivít je preto dôležité vopred študentov s novou technickou metódou oboznámiť, aby v rámci STEAM vzdelávania boli jednotlivé disciplíny zastúpené približne rovnako. V našom prípade niektorí študenti riešili v projekte viac technické úlohy ako prírodovedné, dokonca pri samotnom návrhu používali ďalšie technológie (Google, YouTube, AI, pinterest, printables 3D tlač a pod.).

2) Vytvoril študent...?

Po vzájomnej konzultácii študentov sa podarilo každej skupine vymyslieť finálnu 3D pomôcku, ktorá by bola svojim spôsobom využiteľná v rámci primárneho prírodovedného STEAM vzdelávania. Najväčší problém mali s implementáciou prvku E – inžinierstvo v rámci STEAM vzdelávania. Napríklad pri pomôcke na určovanie ježa tmavého študenti až dodatočne pri prezentácii označovali možnosť zapichovania pichliáčov na vyskladanie kompletného modelu ježa. Vo finálnom návrhu v programe Tinkercad sa však tento prvok neobjavil. Prípadne volili žiacku aktivitu na vymodelovanie stopy pomocou vytvorenej pomôcky, ktorá slúžila ako model príkladu. Tento prvok študenti najčastejšie diskutovali a konzultovali s vyučujúcim. Každému študentovi sa ich finálny model podaril v rôznej kvalite v programe naprojektovať, avšak nie všetky modely sa dali kompletne v 3D tlači vytlačiť. Napríklad pri pomôcke na určovanie jašterice múrovej sa nepodarilo vytlačiť niektoré časti, nakoľko pomôcku naprojektovali ako

jeden celok. Druhým najčastejším problémom bolo naprojektovať dve časti, ktoré mali byť osovo súmerné a mali preto do seba ako skladačka zapadať. S programom PrusaSlicer sme študentov síce oboznámili, ale až v závere projektu si mali možnosť študenti z časového hľadiska vytlačiť jednu navrhnutú 3D pomôcku. Model 3D tlačiarne Original Prusa i3 MK3S pracuje pomaly, preto výtláčok pomôcky trval viac ako 4 hodiny (často zmenšený model aj o 30 – 50 % ako pôvodne naprojektovaný). Pre 3D modelovanie a 3D tlač preto navrhujeme venovať viac času na technickú prípravu študentov, aby sa v rámci hodiny Prírodovedného praktika nemuseli študenti zameriavať na riešenie viac technických úloh ako prírodovedných. Predpokladáme, že ak by študenti mali viac skúseností s 3D tlačou, podobné chyby v návrhoch pomôcky by sa eliminovali.

3) Dokáže študent prezentovať...?

V rámci prezentácie svojich návrhov, každý študent v rámci skupiny prezentoval svoj návrh prototypu pomôcky, pričom dokázal určiť, prečo práve jeho návrh by mohol byť vhodný pre STEAM vzdelávanie. Pri prezentácii niektoré časti korigovali po ukážke prezentovania návrhov inej skupiny študentov a vzájomnej diskusii priamo na hodine a dokázali zhodnotiť, prečo ich pôvodný návrh 3D pomôcky nebol vhodný. Ak bol návrh niektorej 3D pomôcky v rámci skupiny víťazný, o ktorom sa študenti dohodli, že najviac spĺňa všetky podmienky STEAM vzdelávania, študent, ktorý návrh pôvodne vymyslel, sa často ujal vedenia na konci prezentácie. Ako vhodné sa nám preto zdalo rozdelenie niektorých úloh, ktoré museli spĺňať všetci študenti nie len skupina študentov a pomocné otázky učiteľa jednotlivým prezentujúcim. Potvrdilo sa nám to pri prezentovaní projektov, kde každý študent mal šancu sa vyjadriť k návrhu pomôcky, či už svojej pôvodnej alebo novo vytvorenej.

4) Implementuje/zlepší...?

Pri prezentovaní svojich návrhov najčastejšie študenti korigovali prvok E – inžinierstvo a prvok T – technológia. V skupine, ktorá navrhla pomôcku na určovanie ježa tmavého pomocou stopy, síce promptne upravila svoj návrh na model skladačky, tým, že jednotlivé kužele by mohli byť ako pichliače, ktoré do ježa zapichnú a vytvoria tak kompletný model ježa, v danom programe Tinkercad však už túto podmienku nezakomponovali. Využitie pomôcky na rozvoj digitálnej gramotnosti žiakov v rámci STEAM vzdelávania sa najčastejšie eliminovala na použitie QR kódov. V jednom prípade použili študenti aplikáciu googlemaps, pomocou ktorej by určovali vzdialenosť, ktorú zviera prešlo pomocou stopy danej pomôcky (tzv. „srnčia stopa“) a v jednom prípade zakomponovali mobilné aplikácie, ktoré by stopu vedeli identifikovať (či už na pomôcke alebo reálne vytvorenú v rôznom podklade). Umelecký prvok upravili do STEAM vzdelávania iba niektoré skupiny, napr. vytvorenie umeleckého projektu „Stopy v prírode“ pomocou pomôcky. Iné skupiny tento prvok komponovali iba v zmysle tvorby odtlačku v rôznom materiáli (piesok, hlina, plastelína, farby a pod.) bez zjavného prepojenia s prírodovednou témou.

5) Spolupráca v tíme...?

Keďže sme na hodine Prírodovedného praktika využili projektovú metódu a skupinovú prácu v rámci projektu, všetci študenti museli na projekte participovať. Aj napriek tomu, že väčšina študentov považovala aktivitu za aktuálnu a zaujímavú, aj napriek jej technickej náročnosti na vypracovanie a vysokému nasadeniu kreativity, niektorí študenti uviedli, že mali problém v skupine spolupracovať, nakoľko členov skupiny vyberal vyučujúci (náhodne podľa abecedy priezviska). Boli by radšej, keby si do skupiny mohli vybrať spolužiakov sami. V skupine sa viac prezentovali prirodzení lídri, napr. ak vymyslel vhodnú pomôcku jeden študent v skupine hneď na začiatku, ujal sa na konci prezentácie projektov vedenia alebo on sám konzultoval s vyučujúcim niektoré prvky STEAM vzdelávania. V iných skupinách bola

vyššia miera spoluohodnotenia projektu, nakoľko učiteľ pozoroval vzájomnú diskusiu úloh projektu aj mimo vyučovania. Napriek spomínaným úvodným problémom sa všetkých študentom podarilo v skupine vytvoriť model pomôcky (či už v návrhu nákresu a modelovania, alebo modelu v programe Tinkercad) a svoje návrhy prezentovať, či už v rámci skupiny alebo na konci hodiny. Učiteľ študentov, ktorí absolvovali predmet Prírodovedné praktikum vopred nepoznal, ale navrhujeme zvoliť buď náhodný výber študentov, alebo ak učiteľ študentov pozná, do každej skupiny zaradiť iba jedného prirodzeného lídra, aby nevznikali v rámci riešenia projektu v skupine problémy. Vhodné je aj jednotlivým členom skupiny vopred stanoviť úlohy, ktoré musia všetci študenti v rámci skupiny splniť, aby na projekte pracovali študenti medzi sebou navzájom.

Doplňujúce informácie

Poznámky: Pomôcky môžu byť použité v teréne aj v prostredí triedy, prípadne pre nevidiacich.

Učebné zdroje/podporné materiály: rôzne druhy materiálu na odtlačenie stôp – plastelína, kinetický piesok, sadra – 3D odtlačky stôp; farba, tuš, papier – 2D odtlačky stôp; mobil s aplikáciami na rozpoznávanie stôp, napr. Google Lens, skenovanie odtlačkov stôp – Magiscan, obrázky stôp a informácie o živočíchovi – QR generátor, baterka na presvietenie stôp.

Evalvačné zdroje/materiály: názorový dotazník na STEAM aktivitu.

Iné zdroje/materiály: fotografovanie prototypov, digitálne súbory STL.

Zhrnutie kapitoly 5

Kapitola sa zameriavala na širšie pedagogické, spoločenské a technologické súvislosti využívania 3D technológií vo vzdelávaní a ich perspektívy do budúcnosti. Poukázala na význam inovatívnych prístupov vo vzdelávaní, ktoré reagujú na potreby digitálnej spoločnosti a trhu práce. Zdôraznený bol potenciál 3D technológií pri rozvoji kľúčových kompetencií, ako sú tvorivosť, kritické myslenie, digitálna gramotnosť a schopnosť riešiť komplexné problémy. Kapitola zároveň reflektovala význam prepojenia vzdelávania s praxou, najmä prostredníctvom projektovo orientovaných a makerských aktivít. Osobitná pozornosť bola venovaná výzvam spojeným s implementáciou technológií, vrátane potreby systematickej podpory učiteľov, rozvoja infraštruktúry a metodického vedenia. Kapitola poukázala aj na budúce trendy vo vzdelávaní, ako je rozvoj digitálnej fabrikácie, personalizovaného učenia a integrácia nových technológií do vzdelávacích systémov. Záver kapitoly zdôrazňuje, že efektívne využívanie 3D technológií si vyžaduje komplexný prístup, ktorý prepája pedagogické, technologické a kurikulárne aspekty vzdelávania.

Záver

Integrácia 3D technológií do vzdelávania predstavuje významný transformačný potenciál, ktorý presahuje rámec technologickej inovácie a zasahuje do samotnej podstaty edukačného procesu. Zavádzanie nástrojov, ako sú 3D modelovanie, 3D tlač, 3D perá a digitálna fabrikácia, umožňuje prechod od transmisívneho modelu vzdelávania k modelu založenému na aktívnej konštrukcii poznania, experimentovaní a tvorbe. Tento posun reflektuje súčasné požiadavky na rozvoj kompetencií pre 21. storočie a zároveň reaguje na potrebu prepojenia vzdelávania s reálnymi výzvami technologickej spoločnosti.

Navrhovaný koncept systematickej implementácie 3D technológií vytvára komplexný didaktický rámec, ktorý integruje projektovo orientované prístupy, problémovo orientované prístupy, bádateľské aktivity, dizajnové myslenie a makerské vzdelávanie. Takýto prístup umožňuje vytvárať autentické učebné situácie, v ktorých žiaci aktívne navrhujú, testujú a iteratívne zlepšujú vlastné riešenia. Výsledkom je nielen hlbšie porozumenie učivu, ale aj rozvoj metakognitívnych schopností, schopnosti reflexie a adaptívneho myslenia. Zásadným prínosom tohto prístupu je jeho interdisciplinárny charakter, ktorý je v súlade s princípmi STEAM vzdelávania. Prepojenie matematiky, prírodných vied, techniky, informatiky a umenia prostredníctvom 3D technológií umožňuje žiakom vnímať poznatky v širších súvislostiach a aplikovať ich pri riešení komplexných problémov. Takýto prístup podporuje transfer poznatkov medzi disciplínami a pripravuje žiakov na riešenie reálnych situácií, ktoré si vyžadujú integráciu rôznych typov vedomostí a zručností.

Z pohľadu vzdelávacej politiky a strategických dokumentov Európskej únie je navrhovaný prístup plne v súlade s prioritami digitálnej transformácie vzdelávania, rozvoja digitálnych kompetencií a podpory inovatívnych pedagogických prístupov. Integrácia 3D technológií priamo prispieva k rozvoju kompetencií definovaných v rámcoch ako DigCompEdu a podporuje implementáciu kurikulárnych cieľov Štátneho vzdelávacieho programu, najmä v oblasti rozvoja kľúčových kompetencií, technickej gramotnosti a tvorivého riešenia problémov.

Významný vplyv možno očakávať aj na úrovni pedagogickej praxe. Navrhovaný didaktický model poskytuje učiteľom systematický nástroj na efektívnu integráciu technológií do vyučovania, pričom zdôrazňuje ich úlohu ako facilitátorov učenia a tvorcov inovatívneho vzdelávacieho prostredia. Súčasne podporuje profesijný rozvoj učiteľov v oblasti digitálnych a pedagogických kompetencií a vytvára predpoklady pre budovanie kolaboratívnych komunit praxe a zdieľanie inovatívnych prístupov medzi školami a univerzitami.

Implementácia 3D technológií má zároveň potenciál prispieť k zvýšeniu motivácie a angažovanosti žiakov, keďže umožňuje realizáciu tvorivých projektov a viditeľných výstupov učenia. Možnosť transformovať digitálny návrh do fyzického artefaktu predstavuje významný motivačný faktor, ktorý podporuje záujem žiakov o technické a prírodovedné disciplíny a zároveň rozvíja ich priestorové myslenie, technické zručnosti a digitálnu gramotnosť.

Napriek identifikovaným výzvam, ako sú technická a materiálna náročnosť, časové obmedzenia či potreba systematickej prípravy učiteľov, predstavuje navrhovaný prístup udržateľný model inovácie vzdelávania. Kľúčovým predpokladom jeho úspešnej implementácie je vytvorenie podporného ekosystému zahŕňajúceho dostupnosť technologickej infraštruktúry, metodickú podporu, profesijné vzdelávanie učiteľov a prepojenie výskumu s pedagogickou praxou.

V širšom spoločenskom kontexte má implementácia 3D technológií potenciál prispieť k rozvoju ľudského kapitálu a pripravenosti budúcich generácií na dynamicky sa meniaci trh práce. Podporuje rozvoj kompetencií potrebných pre uplatnenie v oblastiach vedy, techniky,

inžinierstva, digitálnych technológií a kreatívneho priemyslu, čím prispieva k posilneniu inovačného potenciálu spoločnosti.

Výsledky súčasných výskumov potvrdzujú, že integrácia digitálnych technológií do vzdelávania, najmä v kontexte STEAM prístupov, má významný potenciál podporiť rozvoj kľúčových kompetencií žiakov. Prepojenie matematického, technického a kreatívneho myslenia, podporované digitálnymi nástrojmi, predstavuje perspektívny smer rozvoja moderného vzdelávania (Hohenwarter et al., 2008; Thuneberg, 2017; Santos et al., 2023).

Z hľadiska ďalšieho výskumu predstavuje táto oblasť významný priestor pre empirické overovanie efektívnosti didaktických modelov, analýzu vplyvu 3D technológií na učenie sa žiakov a rozvoj metodických nástrojov podporujúcich ich implementáciu v rôznych vzdelávacích kontextoch. Systematické skúmanie týchto aspektov môže významne prispieť k rozvoju teórie aj praxe digitálne podporovaného STEAM vzdelávania.

Predložená metodika predstavuje systematický rámec integrácie 3D technológií do vzdelávania v kontexte STEAM prístupov. Zdôrazňuje potrebu prepájania pedagogických, technologických a kurikulárnych aspektov, pričom ponúka konkrétne modely a postupy ich implementácie. Vzhľadom na dynamický rozvoj digitálnych technológií možno očakávať, že ich význam vo vzdelávaní bude naďalej narastať, pričom kľúčovú úlohu bude zohrávať pripravenosť učiteľov a kvalita didaktického návrhu. Publikácia tak prispieva k rozvoju inovatívnych prístupov vo vzdelávaní a vytvára východisko pre ďalší výskum a pedagogickú prax v oblasti digitálne podporovaného STEAM vzdelávania.

Literatúra

3D pero návod: <https://www.youtube.com/watch?v=pl1ujnWg3Gc>

Alholjailan, M. I. (2012). Thematic Analysis: A critical review of its process and evaluation.

West East Journal of Social Sciences, 1(1), 39–47.

Andić, B., Šorgo, A., Helm, C., Weinhandl, R., & Lang (2023). Exploring Factors Affecting Elementary School Teachers' Adoption of 3D Printers In Teaching. *TechTrends* 67, 990–1006. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00909-y>

Andić, B., Maričić, M., Weinhandl, R., & Lavicza, Z. (2024). Metaphorical evolution: A longitudinal study of secondary school teachers' concepts of 3D modelling and printing in education. *Education and Information Technologies*, 29, (11), 14091–14126. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12408-x>

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer.

Beane, J. (1997). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. Teachers College Press.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11.

Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking creates new alternatives for business and society*. HarperCollins.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.

Dobišová Adame, R., & Kováčiková, O. (2015). *Prvouka pre 1. ročník základnej školy: Metodické komentáre*. AITEC.

Dobišová Adame, R., & Kováčiková, O. (2021). *Prvouka pre prvákov LITE: Pracovná učebnica pre 1. ročník*. Aitec. <https://www.aitec.sk/produkt-preview-ng/prvouka-pre-prvakov-lite-381>

Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka v technickém vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11–14. https://doi.org/10.1162/INOV_a_00135

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.

European Commission. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>

European Commission. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/569540>

European Commission. (2020). *STEM education strategic framework*. Brussels.

European Commission. (2022). *Digital Education Action Plan 2021–2027*. Brussels.

European Union. (2018). *Key Competences for Lifelong Learning*. Publications Office of the European Union.

Ford, S., & Minshall, T. (2019). Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131–150. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>

Fuchsová, M. (2025). *Implementácia princípov STEAM do primárneho prírodovedného vzdelávania*. Univerzita Komenského v Bratislave.

Gershenfeld, N. A. (2005). *The Coming Revolution on Your Desktop - from Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books.

Gibson, C. (2005). *Príroda do vrecka: Zvieratá Európy*. Slovart.

- Gonscherowski, P., & Rott, B. (2025). A systematic review of the literature on TPACK instruments used with pre-service teachers from 2017 to 2023 focused on selecting digital resources. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-025-00379-6>
- Guenther, C., Hayes, M., Davis, A., & Stern, M. (2021). Building confidence: Engaging students through 3D printing in biology courses. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 47(1), 40–58.
- Haas, B., Lavicza, Z., Houghton, T., & Kreis, Y. (2023). Can you create? Visualising and modelling real-world mathematics with technologies in STEAM educational settings. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 52, 101297. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2023.101297>.
- Hansen, A. K., Langdon, T. R., Mendrin, L. W., Peters, K., Ramos, J., & Lent, D. D. (2020). Exploring the potential of 3D-printing in biological education: A review of the literature. *Integrative and Comparative Biology*, 60(4), 896–905. <https://doi.org/10.1093/icb/icaa100>
- Hecker, F. (2019). *Spoznaj zvieratá podľa stôp*. Ikar.
- Henriksen, D. (2013). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *The Transdisciplinary STEAM+ Journal*, 1(2), Article 15. <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/15>
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. In *TSG 16: Research and development in the teaching and learning of calculus, 11th International Congress on Mathematical Education (ICME-11)* (pp. 1–9). Monterrey, Mexico,
- How to make a helicopter from used plastic bottle. <https://www.youtube.com/shorts/R6uIWVbmXWk>
- Huang, C. Y. (2022). Effectiveness of a three-dimensional-printing curriculum. *Computers & Education*, 187, Article 104553. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104553>
- Hvorecký, J., & Schmid, A. (2023). Developing prerequisite knowledge for 3D modelling and 3D printing. In S. Fejedelem (Ed.), *ICETA 2023: Proceedings of the 21st International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications* (pp. 220–224). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICETA61311.2023.10344311>
- iStock. (n. d.). *Kruhové zlomky – infografika rozdelenia rozsahu na 12 častí alebo sektorů (matematický vektor)*. <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/kruhovy%C3%A9-zlomky-infografika-rozd%C4%9Blen%C3%AD-rozsahu-na-12-%C4%8D%C3%A1st%C3%AD-nebo-sektor%C5%AF-matematick%C3%BD-gm1479999488-507808127> Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky. (2023). *Konsolidovaný štátny vzdelávací program pre predprimárne vzdelávanie (ISCED 0)*.
- Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1843–1862. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Koreňová, L., & Schmid, A. (2024). Integrating 3D modelling into STEAM education. In *Proceedings of the Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM 2024)*. ATCM.
- Kwon, H. (2017). Effects of 3D Printing and Design Software on Students'™ Interests, Motivation, Mathematical and Technical Skills. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18(4). <https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2049>
- Leutscher, A. (1996). *Stopy a značky zvierat*. Mladé letá.

- Lisak, F. (2004). *Stopy*. Slovart.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky. (2023). *Konsolidovaný Štátny vzdelávací program pre základné vzdelávanie (ISCED 1)*.
- Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky. (2023). *Štátny vzdelávací program pre prvý stupeň základnej školy – Človek a svet práce*. https://www.minedu.sk/data/files/11817_clovek-a-svet-prace.pdf
- Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky. (2023). *Štátny vzdelávací program pre prvý stupeň základnej školy – Človek a spoločnosť*. https://www.minedu.sk/data/files/11816_clovek-a-spolocnost.pdf
- Norouzi, B. et al. (2024). Enabling children's genuine participation in digital design and fabrication. *International Journal of Technology and Design Education*, 34, 1067–1091. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09856-4>
- OECD. (2019). *OECD learning compass 2030: A series of concept notes*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Pinterest. *Tangram – geometrické tvary (inšpirácia)*. <https://sk.pinterest.com/pin/460493130654723785/>
- Pinterest. *Tangram – skladanie tvarov (inšpirácia)*. <https://sk.pinterest.com/pin/370913719280435256/>
- Pinterest. *Tangram – obrazce z geometrických tvarov (inšpirácia)*. <https://sk.pinterest.com/pin/460493130654723778/>
- Pracovné listy k téme Bludiská a grafomotorika s 3D perom:
<https://sk.pinterest.com/pin/703756178431420/>
<https://sk.pinterest.com/pin/432838214161458984/>
<https://sk.pinterest.com/pin/432838214165838493/>
<https://sk.pinterest.com/pin/432838214180540400/>
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>
- Repko, A., & Szostak, R. (2021). *Interdisciplinary research: Process and theory*. Sage.
- Richarz, K. (2009). *Atlas stop zvířat: Jak je poznávat a určovat*. Academia.
- Santos, M., Carlos, V., & Moreira, A. A. (2023). Towards interdisciplinarity with STEAM educational strategies: the Internet of Things as a catalyser to promote participatory citizenship. *Educational Media International*, 60(3–4), 274–291. <https://doi.org/10.1080/09523987.2023.2324581>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Sieíńska, K., & Ordza, T. (2022). *Best practice guide of STEAM methodology in eTwinning projects for future teachers*. European Commission. <https://school-education.ec.europa.eu/en/discover/research/ecr2022-steam-methodology-etwinning?prefLang=sk>
- Staribratov, I., & Manolova, N. (2024). 3D technologies in STEAM education. *Discover Education*, 3(92). <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00181-z>
- Svojtka & Co. (2014). *Stopy živočíchov*. Svojtka & Co.

- Štátny pedagogický ústav. (2014). *Štátny vzdelávací program: Prvouka – primárne vzdelávanie*. https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/prvouka_pv_2014.pdf
- Štátny pedagogický ústav. (2023). *Prierezové témy v Štátnom vzdelávacom programe pre prvý stupeň základnej školy*. <https://www.statpedu.sk/sk/svp/statny-vzdelavaci-program/svp-prvy-stupen-zs/prierezove-temy/>
- Štátny vzdelávací program pre základné vzdelávanie. (2025, February 3). Ministerstvo školstva SR. https://www.minedu.sk/data/files/11808_statny-vzdelavaci-program-pre-zakladne-vzdelavanie-cely.pdf
- Tejera, M., Galiç, S., & Lavicza, Z. (2026). 3D Modelling and Printing in Teacher Education: A Systematic Literature Review. *Journal for STEM Education Research*, 9, 1–32. <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00147-2>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- Thuneberg, H., Salmi, H., & Fenyvesi, K. (2017). Hands-On Math and Art Exhibition Promoting Science Attitudes and Educational Plans. *Education Research International*, 9132791. <https://doi.org/10.1155/2017/9132791>
- Townsend, J. (2018). *Stopy zvierat z celého sveta v skutočnej veľkosti*. Slovart.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass/Wiley.
- Turakhia, D., Ludgin, D., Mueller, S., & Desportes, K. (2024). Understanding the educators' practices in makerspaces for the design of education tools. *Educational technology research and development*, 72, 329–358. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10305-1>
- Učitelia učiteľom. (n. d.). *Matematika – zlomky: rovnocenné zlomky*. <https://uciteliaucitelom.sk/material/matematika/zlomky-rovnocenne>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Využitý STL súbor: <https://www.printables.com/model/271713-double-sided-marble-maze/files>
- Yakman, G. (2007). STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education. In *The Pupils' Attitudes Towards Technology Conference* (pp. 1–28). Academia.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

Lilla Koreňová – Mária Belešová a kolektív

3D TECHNOLOGIE V STEAM VZDELÁVANÍ

DIDAKTICKÉ PRÍSTUPY, MODELÝ A IMPLEMENTÁCIA V EDUKAČNEJ PRAXI

Vydala Univerzita Komenského v Bratislave, 2026
Jazyková korektúra: Mgr. Lenka Szentesiová, PhD.

Rozsah 197 strán, 12,48 AH, 1. vydanie
vyšlo ako elektronická publikácia

ISBN 978-80-223-6276-4 (online)

Ide o prvú učebnicu z tejto oblasti, ktorá predstavuje významný inovačný impulz pre vzdelávanie. Prepojenie teórie s praxou je naplnené logicky a systematicky. Obsah je realizovaný nielen v teoretickej rovine, on k ale je doplnený aj veľkým počtom názorných príkladov – námetov na úlohy rôznej obtiažnosti pre žiakov a študentov. Tie čerpajú z oblasti STEAM a vhodne ju pokrývajú. Zároveň ukazujú zjednodušené modely, vďaka čomu je obsah pochopiteľný pre rôzne vekové skupiny podľa náročnosti modelu a jeho zjednodušenia respektíve dokonalosti.

prof. RNDr. Jozef Hvorecký, PhD.

Osobitne oceňujem dôraz na skúsenostné učenie, tvorivú činnosť a reflexiu, ktoré sú v publikácii prezentované ako kľúčové prvky prípravy budúcich učiteľov. Tento aspekt je v súlade s aktuálnymi trendmi v pedagogike, ktoré zdôrazňujú význam aktívnej účasti študenta na procese učenia a jeho schopnosť reflektovať vlastnú pedagogickú skúsenosť. Publikácia je zároveň v súlade s požiadavkami Štátneho vzdelávacieho programu pre základné vzdelávanie, najmä so vzdelávacou oblasťou Človek a svet práce. Navrhované aktivity podporujú rozvoj praktických zručností, technického myslenia, tvorivosti a schopnosti riešiť problémy v autentických situáciách, čím prispievajú k napĺňaniu cieľov kurikulárnej reformy.

doc. PaedDr. Janka Medová, PhD.

Mezi hlavní silné stránky publikace patří její aktuálnost a společenská relevance, propojení teoretických východisk s praktickou aplikací, interdisciplinární přístup a přehledná struktura textu. Pozitivně lze hodnotit také konkrétní didaktické návrhy a příklady, které zvyšují využitelnost publikace pro studenty učitelství i pedagogy v praxi.

Ing. Jan Vaněk, Ph.D.

