



VII



STEAM BUILDERS

$$a^2 + b^2$$



Dobre prakse



Kazalo

| | |
|--|-----------|
| 1: Uvod v »Dobre prakse« projekta STEAM Builders..... | 2 |
| 2: Uvod v projekt »STEAM Builders«..... | 4 |
| 3: Metode, uporabljene v projektu..... | 6 |
| 4: Šola v muzeju in muzej v šoli..... | 7 |
| 5: Kako začeti s 3D tiskanjem?..... | 12 |
| 6: Izbrani primeri iz projekta..... | 20 |
| Primer 1: Misli ob ustvarjalnih kockah - srečanje otrok z umetnostjo s pomočjo vsem poznane igrače..... | 20 |
| Primer 2: Izkušnje s STEAM Builders in otroki s SLD (specifičnimi učnimi težavami).... | 23 |
| Primer 3: STEAM Builders na predmetni stopnji osnovne in srednje šole..... | 27 |
| Primer 4: Ko šole uporabijo okolico za učenje | 31 |
| Primer 5 : Priprava delavnice z izvedbo STEAM aktivnosti | 36 |
| 7 : Priporočila | 39 |
| 8 : Perspektive | 46 |
| 9: Literatura za navdih | 48 |



Slika 1: Fotografija šole Agrinio 5th iz Grčije, prikazuje izdelan "Kilonion"

1: Uvod v »Dobre prakse« projekta STEAM Builders

Izraz »dobra praksa« izraža vedenja, razmišljanja in metode, ki jih večina strokovnjakov nekega področja šteje za nepogrešljive. Običajno so ti pojmi zbrani v zbirkah primerov dobrih praks, ki doprinesejo k boljši kakovosti materialov ter ustreznosti etičnim, higienskimi ali varnostnim razlogom.

Do konca devetdesetih let prejšnjega stoletja se je izraz »dobra praksa« uveljavil v knjigah in raziskovalnih člankih. Pogostost pojavljanja tega izraza se povečuje do sredine drugega tisočletja, nato pa se pogostost pojavljanja besedne zveze ustali. Od takrat so podjetja, javne organizacije in združenja privzela pojem »dobre prakse« s ciljem izboljšati svojo uspešnost.

»Dobre prakse« se uporablja na različnih področjih: v zdravstvu, izobraževanju, razvoju, varnosti hrane, varovanju okolja ipd. Organizacije uporabljajo postopek »dobrih praks« kot delovno orodje na področjih upravljanja znanja, celovitega upravljanja kakovosti ter internega in zunanega primerjanja. V notranjosti



organizacije se nato uvedejo ukrepi za mobilizacijo, kodifikacijo in prenos znanja ter nato razvijejo strategije za prenos znanja med oddelki.

Nekateri od teh ukrepov vključujejo posamezne povratne informacije, katerih cilj je urediti prakse in jih preoblikovati v postopke. Druge organizacije izvajajo ukrepe, katerih namen je razkriti znanje, ki ni oblikovano tako, da bi šlo dlje od preprosto oblikovane povratne informacije.

Vodnik najboljših praks v izobraževanju običajno zahtevajo odgovorni. Potrebni so za upravičenje sredstev, uporabljenih za zagotavljanje najučinkovitejših izobraževalnih storitev. Pravzaprav je logično, da preverjajo, ali so sredstva, ki so na voljo, porabljena na najbolj učinkovit način.

Vzpostavitev »dobrih praks« na področju izobraževanja je lahko zahtevna, saj je to področje bolj prilagodljivo. Če namreč področjem, kot so fizika, kemija ali biologija, lahko pripišemo znanstveni značaj (čeprav napačno nespremenljiv), velja področje izobraževanja za manj normativno.

Kateri je najboljši način za učenje študentov štetja? Kakšna je najboljša ureditev učilnice? Kako lahko tablice ali računalnike vključimo v naravoslovni razred? To so primeri vprašanj, na katera poskuša odgovoriti »dobra praksa«. Če pa so te »dobre prakse« namenjene olajšanju učenja učencev in dela učiteljev, ni nujno, da so učinkovite pri vseh in v vsaki situaciji. Pravzaprav pojem »dobrih praks« v izobraževanju postavlja vprašanja o viziji in osmišljanju izobraževanja. Po dvigu standardov rezultatov z izpiti in diplomami se postavlja še en standard: metoda poučevanja.

Težava pri vzpostavljanju »dobrih praks« je v tem, da je treba upoštevati različne kontekste; socialno-ekonomske, kulturne ali teritorialne. Dejstvo je, da je vsak učenec edinstven. Cilj dela na »dobrih praksah« v izobraževanju je vzpostaviti osnovna načela in trdne metode, ki bodo čim bolj vključujoče.



Ker se zavedamo, da je koncept dobre prakse zapleten, smo v tem projektu s partnerji želeli razjasniti izraze v kontekstu tega projekta. Ta knjižica dobrih praks ni mišljena kot zbirka dobesednih navodil o tem, kako uporabljati gradiva, temveč bolj kot vpogled v namige in nasvete, podane s strani strokovnjakov v izobraževanju, ki so ta gradiva že preizkusili in iz njih potegnili nekatere zaključke. Seveda lahko uporaba orodij vodi do različnih rezultatov glede na posameznikove potrebe in lastnosti končnih uporabnikov, kot velja za vsa pedagoška gradiva. Zato vam svetujemo, da si knjižico dobrih praks preberete z odprtim umom z zavedanjem svojega položaja, potreb in posebnosti, ki jih z danimi predlogi lahko uresničite.

2: Uvod v projekt »STEAM Builders«

Ozadje – opredelitev potrebe po STEAM Builders projektu

Študija PISA iz leta 2018 je pokazala, da je eden od petih mladih v Evropi slabši v naravoslovju ali drugače imenovano STEM (znanost, tehnologija, inženirstvo, matematika) (1 od 4 v vseh državah OECD) in zato ni opremljen z osnovnimi veščinami, potrebnimi za določena pomembna delovna mesta. To kaže na potrebo po alternativnih rešitvah in sistemih podpore v izobraževanju. Raziskave so pokazale, da do porasta neuspešnosti pri STEM običajno pride v srednjih šolah, ko preidemo s kontekstualizirane matematike na abstraktno matematiko. Pomanjkanje kontekstualizacije teorije je torej glavni dejavnik. Zdi se, da učenci tega, kar se naučijo pri pouku, ne znajo povezati s konkretno življenjsko situacijo.

Razvoj projekta – Kako se je vse začelo?

Ob upoštevanju zgoraj navedenega smo si prizadevali najti način, kako abstraktno STEM teorijo utrditi s pomočjo konkretnih življenjskih situacij in tako smo prišli do oblikovanja STEAM Builders. Glavna ideja projekta je učencem predstaviti STEAM



(znanost, tehnologijo, inženirstvo, družbene vede in matematiko) s poustvarjanjem zgodovinskih odkritij s pomočjo uporabe običajnih, preprosto dosegljivih materialov in pripomočkov. Pristop je praktičen, vključujoč in spodbuja poznavanje zgodovine in kulturne dediščine, hkrati pa učencem vzbudi zanimanje za obstoječa šolska gradiva.

Cilji projekta STEAM Builders

Cilj je učiteljem, vzgojiteljem in drugim pedagoškim strokovnjakom zagotoviti orodja, učni pristop in potrebno teorijo za izvajanje tega inovativnega medpredmetnega pristopa k STEAM. S tem bomo lažje dosegli boljše rezultate in povečali zanimanje za naravoslovje, tehnologijo, inženirstvo in matematiko (STEM) med učenci, starimi od 10 do 15 let.

Rezultati – Približajmo ustvarjena orodja in metode

Na koncu projekta bodo imeli učitelji in pedagoški delavci popoln dostop do vseh razvitih orodij:

- Pedagoški priročnik: STEAM skozi zgodovino
- Knjižico o formalnih in neformalnih pristopih k STEAM
- 35 praktičnih poskusov z navodili
- 35 učnih priprav, ki se navezujejo na opisane poskuse
- Knjižica dobrih praks in njihova uporaba v projektu

Partnerji – S skupnim trudom smo ustvarili STEAM Builders

7 različnih evropskih organizacij iz 7 držav - Francije, Cipra, Španije, Belgije, Danske, Slovenije in Grčije je dve leti sodelovalo pri ustvarjanju STEAM Builder-jev.

3: Metode, uporabljene v projektu

Preden uvedete nov kurikulum ali učno metodo, je priporočljivo, da vnaprej ocenite različne vidike izpeljave vašega projekta. Preizkusni testi vam pomagajo izboljšati strukturo izobraževalne vsebine in odkriti najboljši način za doseganje učnih ciljev.

Pred uvedbo novega kurikuluma lahko manjše raziskave v izobraževanju ugotovijo, kaj si o njem mislijo ključni uporabniki-učenci. Organiziranje pilotnega preizkusa v razrednem okolju, preizkušanje novih tehnik in celo izvajanje ocenjevanja za prejemanje ciljnih povratnih informacij od učiteljev in učencev lahko izboljša strukturo izobraževalne vsebine in razkrije najboljše načine za doseganje učnih ciljev.

Zato so pilotni preizkusi STEAM Builders vključevali tri ključna področja — simulacijo projekta, opazovanje in analizo. Najprej so partnerji iz 7 evropskih držav poustvarili načrte v svojih učilnicah, kar je omogočilo bolj praktičen pristop k STEAM-u. Učenci iz vseh držav so izvedli nekatere poskuse in se poigrali z zgodovinsko dediščino, s čimer smo jim pokazali, kako je bil STEAM prisoten v vseh vidikih življenja tako v preteklosti kot danes. Med pilotnimi preizkusi projekta so učitelji in učenci ugotovili in preizkusili povezavo med STEM in kulturno dediščino ter poustvarili zgodovinske spomenike Evrope.

Pilotne študije STEAM Builders so bile namenjene prenosu znanja o izvajanju izdelanih gradiv in pridobivanju povratnih informacij učencev in učiteljev o materialni sprejemljivosti, vsebini in izobraževalnih ciljih projekta.

Analiza prejetih povratnih informacij kaže, da so učenci poudarili pomen izvajanja praktičnih dejavnosti po navodilih, pri čemer so poudarili, kako neodvisni so se počutili, ko so bili povabljeni, da sami odkrijejo povezavo med kulturno dediščino in STEAM. Poleg tega so cenili, kako so se učitelji vključili v njihovo delo ne le intelektualno, ampak tudi socialno in čustveno, jim pomagali in jih podpirali skozi celoten proces.

Pomemben predlog, katerega so izpostavili predvsem učitelji, je bil dodatek kratkega uvoda v zgodovinske objekte, ki bi jih učenci lahko uporabili ob seznanitvi s temo, preden bi nadaljevali s praktičnim pristopom. Učitelji so pokazali posebno zanimanje za tehnološke pristope k zgodovinskim objektom, kot je 3D modeliranje, pri čemer so omenili, da gre za inovativen in vznemirljiv pristop k tradicionalno teoretičnim in zgodovinskim temam. V nekaterih primerih (kot je npr. poskus »Choirokoitia«) se je zastavljen časovni okvir izkazal za pretesnega, zato učenci, ki prej niso uporabljali programske opreme za 3D modeliranje, niso imeli dovolj časa za rešitev morebitnih težav med izvajanjem aktivnosti.

4: Šola v muzeju in muzej v šoli.

Učenje STEAM v muzeju – pogled učitelja

Učitelju lahko zelo koristi, če si prizadeva za premik učenja delov učne snovi iz učilnice v muzej. Muzeji so lahko pomemben igralec v prihodnosti izobraževanja! V danščini to označuje izraz »Udeskole« - gre za premik ciljno usmerjenega poučevanja iz učilnice, kar nudi »motnjo« vsakodnevne rutine in vzorcev v razredu. Učenci in včasih tudi učitelji so postavljeni drugam, tako rekoč »stran od doma«, kjer je okolje pogosto tudi arhitekturno drugačno od tistega, ki so ga vajeni. To so lahko zgodovinska okolja, kot so obnovljene zgradbe, muzeji na prostem ali muzeji s posebno arhitekturo, ki učence izzovejo s posebno estetiko, ki jih motivira. Omeniti velja, da je izobraževanje na prostem kategorizirano kot »zunanji učni prostor«, v katere spadajo poleg zgoraj omenjenih tudi živalski vrtovi, športni klubi itd.



Slika 2: Učenci iz Ranum Efterskole College (Danska) izdelujejo in preizkušajo litofon – zvok kamnov (foto: Center kamene dobe na Danskem)

Kaj lahko ciljno usmerjeno poučevanje nudi učencem zunaj vsakodnevne učilnice?

V prejšnjem priročniku »Neformalno izobraževanje v STEAM« smo z naslednjimi utemeljitvami opisali prednosti selitve poučevanja iz učilnice in vključitve poučevanja, povezanega s STEAM:

- Boljše fizično zdravje
- Povezava med telesno dejavnostjo in učenjem
- Učenje v kontekstu
- Socialni vidiki
- Vsestransko učenje
- Nevroizobraževanje

V tem okolju se vsakodnevna razredna hierarhija za nekaj časa ustavi, saj se učenci vključijo v poučevanje, ki se razlikuje od bolj znanih oblik poučevanja v razredu in ima pogosto značaj praktičnih vaj, kjer učenci urijo natančnost skozi učenje obrti, igro vlog ali drugih dejavnosti.



Z drugimi besedami-zgodovina, dediščina in umetnost postanejo zelo konkretne in žive! To pomaga pri povezovanju naučene učne snovi z učenčevimi čustvi, kar povzroči globlje prepoznavanje in zadrževanje informacij.

Kako začeti izobraževanje v muzeju?

Obstajajo velike razlike med izvajanjem muzejskega izobraževanja po Evropi. Nekateri muzeji sploh ne ponujajo šolskih tečajev ali pa poučevanje izvaja osebje brez pedagoškega znanja. Drugi muzeji imajo posebne izobraževalne oddelke z izobraževalnim osebjem, ki namensko razvija in izvaja izobraževalne programe in gradiva za vrtce, šole in srednješolsko izobraževanje.

Možnosti je torej ogromno, a tudi omejitev. To vam kot izobraževalcu ne sme preprečiti, da stopite v stik z muzeji in raziščete možnosti za sodelovanje. Morda se zdi utopično sodelovati z muzeji pri poučevanju, vendar že več muzejev po Evropi to uspešno izkorišča. Ne pozabite, da so ravno šolarji najštevilčnejši obiskovalci muzejev!

Priporočila za začetek sodelovanja

- Morate biti motivirani, da svoje poučevanje premaknete iz učilnice – odlične izkušnje in spoznanja čakajo vaše učence in vas!
- Morda bi bilo dobro začeti lokalno! Ali je v bližini vaše šole muzej?
- Obiščite spletno stran muzeja in preverite, ali ponuja delavnice.
- Obrnite se na pedagoga v muzeju po elektronski pošti ali telefonu in raziščite možnost fizičnega srečanja – sodelovanje je veliko lažje, če se spoznate.
- Pomembno je, da ste dobro pripravljeni, PREDEN stopite v stik z muzeji, še posebej, če želite osnovati novo skupino ali izobraževalno temo.
- Pripravite vso logistiko že vnaprej: rezervacijo avtobusa, soglasje staršev za odobritev izleta v muzej...

- Ekскурzijo poskusite uskladiti z drugimi razredi. Če gredo isti dan v muzej, si tako lahko z delitvijo znižate stroške.
- Kaj si želite? Katere učne cilje morate doseči? Kakšni so stroški? Skupaj razjasnite pričakovanja.

Muzej kot učitelj – priporočila mentorjem in pedagoškim delavcem v muzejih

Mnogi muzeji imajo dolgoletno tradicijo ponujanja programov za vrtce, osnovnošolce in srednješolce. Pogosto so ti povezani s stalnimi ali občasnimi muzejskimi razstavami. Včasih se obisk muzeja uporabi kot družabni dogodek ali zabava itd. Vendar pa lahko muzeji igrajo veliko bolj proaktivno vlogo v izobraževanju, saj so jasni glede tega, kaj lahko ponudijo, in so morda tudi inovativni pri dopolnjevanju tega, kar se poučuje v izobraževalnih ustanovah:

Med načrtovanjem razmislite o naslednjih vprašanjih:

- Ali lahko lokalna občina podpre sodelovanje med muzeji in šolami, da bi bili izobraževalni programi za šole brezplačni?
- Na koga v šoli se morate obrniti, da vključite tudi učitelje? Ni vedno najboljša pot do sodelovanja, če dosežemo najprej učitelje, čeprav je lahko še težje doseči ravnatelje.
- Predstavite in ponudite vaše delavnice v muzeju na srečanju ravnateljev ali učiteljev. Morda bo fizično srečanje pomenilo lažjo pot do sodelovanja.
- Prilagodite svojo ponudbo učnih delavnic državnemu učnemu načrtu – če jih ne poznate, prosite za pomoč učitelje.
- V svoji ponudbi jasno povejte, kaj ponujate v smislu državnega učnega načrta.

Upoštevajte cilje, vsebino, čas in ceno.

Opomba! Predsodki, pričakovanja in nepoznavanje svetov drug drugega lahko včasih učiteljem otežijo odločitev, da bi muzej lahko uporabili kot učilnico. Zato vam ponujamo idejo: Predstavite vse, kar lahko naredite preko pričakovanega, npr. Ali se

lahko učite matematike ali živilstva v muzeju umetnosti? Predstavite način, kako to lahko dosežete.

Vsebina:

Zapomnite si, da ni potrebno, da vaš muzej spremenite v šolo. Raje ponudite učenje tistih stvari, s katerimi imajo učitelji in šole težave; česar učence težje naučijo oz. česar se učenci v šoli niti ne morejo naučiti!

Zavedajte se namenov in ciljev različnih predmetov, da boste lahko prilagodili svoje učne cilje. Na ta način pomagajte učiteljem rešiti problem.

Osredotočite se na to, kar lahko ponudite v smislu lokalnega znanja, da bi pomagali doseči učne cilje iz državnih učnih načrtov, npr.

- i) Srečanje z uporabno znanostjo; pomagajte osmisliti izraze, kot so ogljik 13 in 14, razpolovna doba, DNK itd.
- ii) Spremeniti nekaj abstraktnega v konkretno.
- iii) Srečanje s pravimi znanstveniki: zgodovinarji, arheologi, konservatorji itd.
- iv) Približevanje resničnim predmetom, artefaktom itd.



Slika 3: Gradnja srednjeveškega trebušeta v 4. razredu osnovne šole. Foto: Kim Callesen, Muzej Vesthimmerlands, Danska



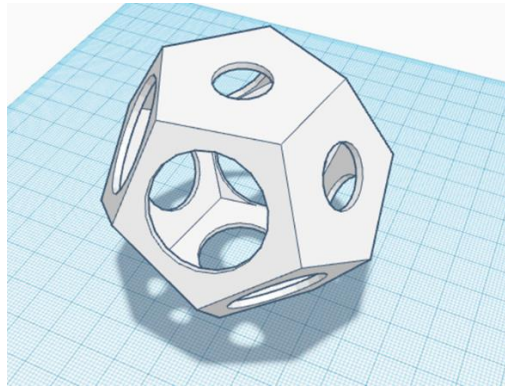
- v) Učenje skozi skupne izkušnje.
- vi) Aktivna uporaba zgodovine in umetnosti.
- vii) Za muzeje na prostem se zavedajte preoblikovalnih učnih procesov.
- viii) Muzeji lahko pogosto ponudijo posebne učne prostore za otroke s posebnimi potrebami.

Obstaja velik pedagoški, metodološki in didaktični potencial za sodelovanje šol in muzejev na področjih, povezanih s STEAM. Šolam toplo priporočamo, da se nekoliko potrudijo in ga izkoristijo v dobro učencev.

5: Kako začeti s 3D tiskanjem?

Uvod

Postopek 3D tiskanja je sam po sebi zelo enostaven. Mediji, še posebej prevladujoč marketing, predstavljajo 3D tiskanje kot čarobno tehnologijo prihodnosti, ki lahko hitro posnema kompleksne objekte. Zato težko določimo, kaj točno je 3D tiskanje. V resnici obstaja veliko različnih tehnologij 3D tiskanja. Najpogostejša tehnologija, o kateri bomo podrobneje spregovorili, je modeliranje taljenega nanosa (FDM). S FDM tehnologijo 3D tiskalnik natisne dele s termoplastičnim filamentom. To je v bistvu kroglica materiala, ki ga lahko stopimo, nato nanesimo na izbrano mesto v plasteh in ohladimo. Natisnjeni izdelki so zgrajeni z dodajanjem ene plasti na drugo z določenimi koordinatami, ki izhajajo iz digitalnega modela.



To tehnologijo so ustvarili, da bi ljudje hitreje prišli do željenih prototipov delov, ne da bi morali čakati na njihovo industrijsko obdelavo. Danes je hitra izdelava prototipov ena najpomembnejših prednosti FDM in 3D tiskanja. Počasi pa postaja 3D tiskanje tudi zmogljiva proizvodna rešitev.

3D tiskanje je proces, ki nima hitrega učinka. Pri procesu ne gre za znanje, kako mehansko stroj uporabljati, temveč se namesto tega začne z idejo modela in 2D risbo, nato pa se premakne na računalnik z uporabo programske opreme za 3D računalniško podprto načrtovanje (programska oprema CAD). Do samega 3D tiskalnega stroja še nismo prišli. Ko imamo 3D načrt, prenesemo datoteko, da jo posredujemo novi programske opreme (programska oprema CAM), ki poustvari narisani model v obliki, ki jo bo razumel in ustvaril 3D tiskalnik. Ta programska oprema ustvari datoteko *.gcode, ki se posreduje tiskalniku, da lahko nato natisne predmet. Proces 3D tiskanja je torej sestavljen iz dveh delov: strojne in programske opreme.

Strojna oprema

Najlažji način za razumevanje delovanja 3D tiskanja je, da najprej razumete fizične dele, ki sestavljajo 3D tiskalnik. Omeniti velja, da večina 3D tiskalnikov uporablja tri osi: X, Y in Z. Osi X in Y sta odgovorni za gibanje levo, desno, naprej in nazaj, medtem ko je os Z odgovorna za navpično gibanje.

Najpomembnejši deli 3D tiskalnika:



Tiskalna plošča (imenovana tudi tiskalna postelja) je v bistvu površina, na kateri se izdeluje 3D izdelek. Tiskalne postelje so lahko tople ali hladne, odvisno od lastnosti materiala, uporabljenega za tiskanje 3D izdelka.

Ekstruder je del tiskalnika, odgovoren za vlek in potisk filamenta skozi tiskalno glavo. Odvisno od oblike ekstruderja (neposredni ali Bowden) se ekstruder in tiskalna glava včasih štejeta za isto stvar.

Ekstruder je tako sestavljen iz dveh delov: Hladen del je mehanični, sestavljen iz motorja, zobnikov in ostalih manjših delov, ki potiskajo in vlečejo filament. Vroči del je sestavljen iz grelca in šobe, kjer grelec segreje filament, da ga lahko šoba iztisne.

Glava tiskalnika: Večina tiskalnikov ima eno glavo, lahko jih je pa tudi več.

Kontrolni zaslon: Nekateri sodobni 3D tiskalniki imajo zaslon na dotik, ki se uporablja za upravljanje 3D tiskalnika. Starejši tiskalniki imajo preprost LCD zaslon s fizičnim pomikom in kolescem. Odvisno od modela sta lahko na zaslonu tudi reža za kartico SD in USB vhod.



Za začetek 3D tiskanja potrebujemo naslednjo strojno opremo:

- 3D tiskalnik (obstaja veliko različnih tiskalnikov, izbira je odvisna od vaših tehnoloških sposobnosti, načina uporabe in proračuna).
- FDM filament (obstaja veliko različnih barv in lastnosti).
- Lak ali drug sistem lepljenja, da natisnjen del ne odstopi od tiskalne plošče.
- Orodje za vzdrževanje 3D tiskalnika.

Programska oprema

Kot je razloženo v uvodu, so 3D modeli ustvarjeni s programsko opremo za 3D modeliranje, kot je programska oprema CAD (računalniško podprto načrtovanje).

Tukaj je nekaj primerov priljubljene programske opreme za 3D modeliranje:

- Fusion 360 (brezplačen CAD za nekomercialno uporabo).
- SolidWorks (plačljiv CAD)
- Blender (prosta površina in organsko modeliranje)

Vendar pa večina začetnikov v 3D tiskanju nima potrebnega znanja za uporabo te vrste programske opreme. Če je tako tudi pri vas, ne skrbite, saj obstajajo druge rešitve.

Za začetek obstajajo enostavnejši načini programske opreme CAD. Primer je Tinkercad, brezplačno dostopen program, ki temelji na spletnem brskalniku in ga lahko uporablja skoraj vsak brez predhodnih izkušenj. To je spletna aplikacija, ki jo je zasnoval Autodesk, eden vodilnih razvijalcev programske opreme CAD v industriji. Ko imamo končni model izrisan v programu za 3D načrtovanje, ga je treba pripraviti s pomočjo druge vrste programske opreme. Ta bo prevedla narisani model v zemljevid navodil, ki ga bo stroj razumel in nato natisnil. Uporabimo programsko opremo za rezanje, najbolj znana med njimi se imenuje Slicer (mnogi tiskalniki imajo lastno programsko opremo za ustvarjanje G-kode). Uporablja se za nastavitve številnih

parametrov, kot so hitrost in temperatura tiskanja, debelina stene, odstotek polnila, višina plasti in mnogih drugih.

Datoteka, ki nastane, je sestavljena iz G-kode, »jezika« 3D tiskalnikov in CNC strojev. G-koda je v bistvu dolg seznam koordinat, ki jim bo 3D-tiskalnik sledil pri izdelavi svojega modela. Z drugimi besedami, 3D tiskanje je nemogoče brez datotek z G-kodo (g-code)!

Ker je dostop do 3D tiskalnikov v zadnjih letih postal dosegljiv za mnoge, so nastala številna spletna mesta, ki služijo kot arhivi 3D modelov. Na teh straneh lahko prenesemo modele, ki so morda že oblikovani in jih ni treba ponovno ustvariti. Tukaj je nekaj najbolj priljubljenih arhivov 3D modelov:

- Thingiverse (vse brezplačno)
- MyMiniFactory (veliko brezplačnih in nekaj plačljivih)
- Cults3D (brezplačno in plačljivo)
- CGTrader (nekaj brezplačnih in večina plačljivih)
- Printables (vse brezplačno)

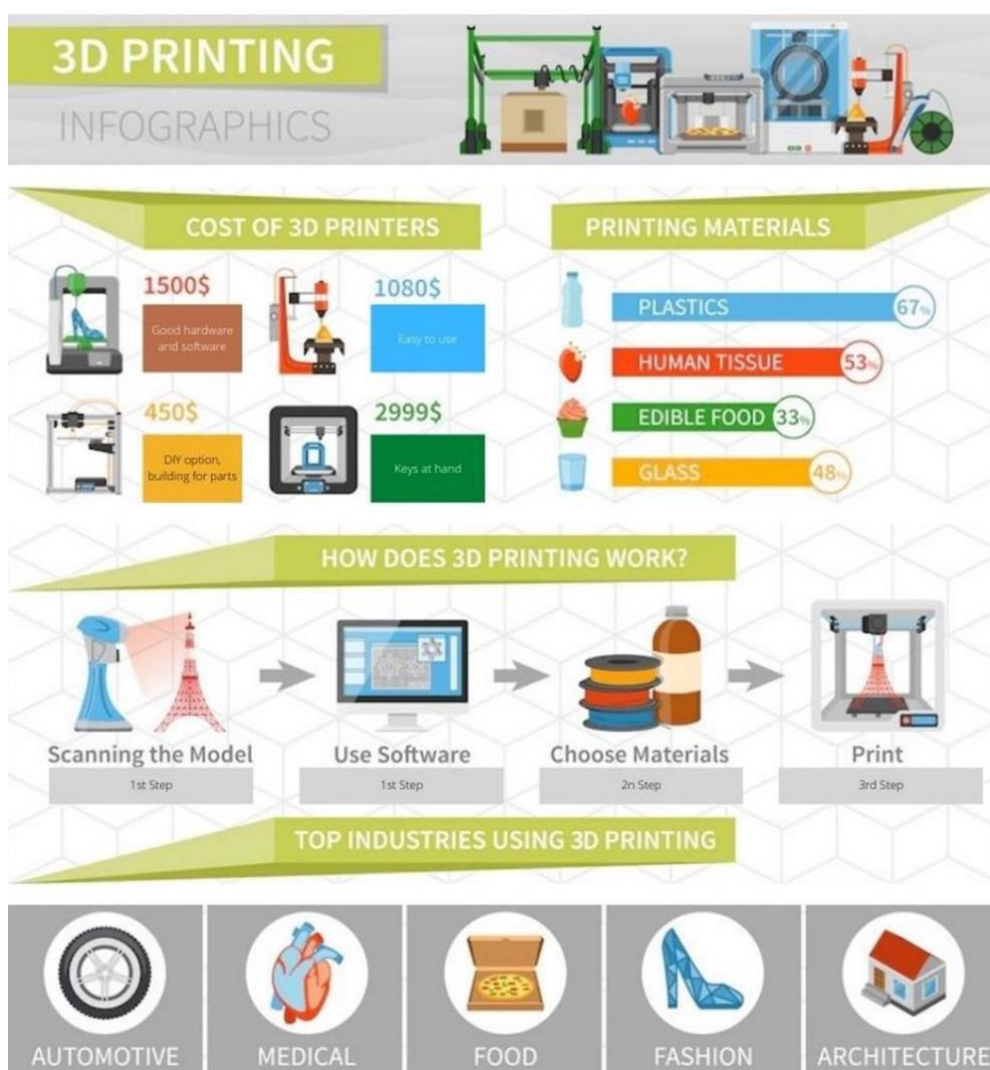
Pedagoška priporočila in omejitve

V osnovnošolskih in srednješolskih učnih načrtih učitelji izkoriščajo tehnologije in ustvarjalne učne načine, da bi omogočili bolj v raziskovanje usmerjene, praktične, privlačne in na učence osredotočene oblike učenja (Freeman, Becker in Cummins, 2017). Ta prizadevanja so v skladu z nedavnim mednarodnim poudarkom na razvoju spretnosti v disciplinah, kot so znanost, tehnologija, inženiring, umetnost in matematika (STEAM) (Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj, 2018; UNESCO et al., 2015), kot tudi na razvoj tako imenovanih veščin 21. stoletja, kot so sodelovanje, kritično mišljenje, reševanje problemov in ustvarjalnost (Broadband Commission for Sustainable Development, 2017; Luna Scott, 2015).



Razumevanje in uporaba tehnologij in ustvarjalnega učnega načina predstavljata ključne izzive za vodje šol in učitelje v razredu. Mnogi učitelji ne poznajo učenja in poučevanja na podlagi izdelovanja, čeprav to nudi poklicno in praktično učenje kar v razredu. Poleg tega pomanjkanje raziskav o učnih aktivnostih, ki podpirajo ali omejujejo poučevanje v ustvarjalnih prostorih, pomeni, da imajo učitelji malo izkustvenih smernic, na katerih bi lahko postavili svojo prakso (Papavlasopoulou et al., 2017).

Eden najpomembnejših elementov pri vključevanju procesov 3D tiskanja v učilnico je potrpežljivost. Bodite jasni glede vsakega koraka učnega procesa in ustvarite primerno časovnico za načrtovanje in izvedbo projekta.



Prevod infografike: 3D tiskanje

Zgoraj levo: Stroški 3D tiskalnika: strojna in programska oprema; enostaven za uporabo; možnost samostojne izdelave izdelkov ali delov izdelka; stroški vzdrževanja

Zgoraj desno: Materiali, ki se jih lahko natisne: plastika, človeška tkiva, užitna hrana, steklo

Na sredini: Kako 3D tiskanje deluje?

Optično branje in kopiranje modela → uporaba računalniške programske opreme → izbira materiala → tiskanje

Spodaj: Industrije, ki najpogosteje uporabljajo 3D tiskanje

Avtomobilska, medicinska, živilska, modna industrija in arhitektura.



Viri:

Broadband Commission for Sustainable Development. (2017). Working group on education: Digital skills for life and work. Retrieved from

<http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002590/259013e.pdf>

Freeman, A., Becker, S. A., & Cummins, M. (2017). NMC/CoSN horizon report: 2017 K-12.

Luna Scott, C. (2015). The Futures of Learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century? Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002431/243126e.pdf>

Organisation for Economic Co-operation Development. (2018). The future of education and skills: Education 2030. Retrieved from

[http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review.

Entertainment Computing, 18, 57-78. <https://doi:10.1016/j.entcom.2016.09.002>

UNESCO et al. (2015). Incheon Declaration Education 2030: Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all.

<http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-internationalagenda/education-for-all/education>

[-2030-framework-for-action/](http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-internationalagenda/education-for-all/education-2030-framework-for-action/)

6: Izbrani primeri iz projekta

Primer 1: Misli ob ustvarjalnih kockah - srečanje otrok z umetnostjo s pomočjo vsem poznane igrače.

Danski multi-umetnik Per Kirkeby je ustvaril serijo skulptur iz opek po vsej Evropi. Ni jih imenoval skulpture, temveč »stroji svetlobe in sence«. Ta stavek je navdih za praktičen poskus z istim naslovom, ki uči geometrijo skozi lokalno gradbeno umetnost prek eksperimentalnih konstrukcij Stehle (mestna vrata, ki temeljijo na kvadratnem tlorisu) z uporabo LEGO kock. To je bilo ozadje za 14 testnih srečanj v 5 dneh s 344 sodelujočimi učenci, starimi od 6 do 13 let, iz mesta Aars v Vesthimmerlandu na Danskem.



*Slika 4: Stehle na krožišču v mestu Aars na Danskem, vir:
<https://skulpturblog.org/2020/10/06/aars-2006-byporte/>*

Vsaka aktivnost je trajal 60 minut in je vsebovala:

- Uvod v muzej, seznanitev s Perem Kirkebyem in projektom Erasmus+ STEAM Builders.
- Izdelava 1. modela s senčnim testom.
- Izdelava 2. modela s senčnim testom.
- Ocena.



V uvodu so učence vprašali: »Ali bi želeli biti nekakšen testni pilot« projekta. Vsi učenci so izrazili zanimanje, med njimi je bilo čutiti veliko radovednosti glede samega projekta.

Per Kirkeby je imel zelo eksperimentalen pristop k uporabi kock, zato smo učencem kot najbližji gradbeni material ponudili LEGO kocke, kar jih je navdušilo. Spontano so izrazili »Da!« ali »Kul«, kar jasno nakazuje na všečnost igranje med učenci.

Kasneje je več učencev reklo: »Kul je, da dobiš posebno nalogo ob uporabi LEGO kock. To je drugačen način gradnje«.

Nekaj učencev je imelo na voljo omejeno število različnih gradnikov. Na vprašanje, ali je to ovira za njihovo gradnjo, so odgovorili: »Ne, zabavno je bilo, da nismo imeli toliko vrst na izbiro, saj nas je to prisililo k uporabi naše domišljije!«

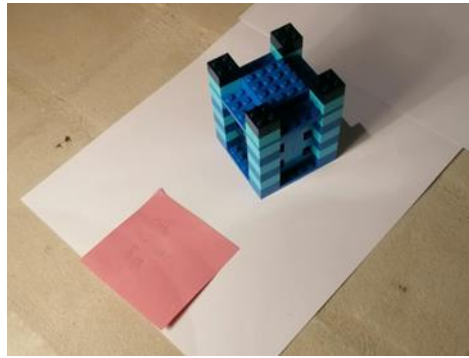


Slika 5: Stehle, ki ga je sestavil 6-letni učenec. Veliko časa smo razpravljali o tem, kaj se zgodi, ko avto posveti nanj in kako ustvari sence... Foto: Kim Callesen, Vesthimmerland Museum

Starost učencev se je najbolj izražala v konstrukcijah. Mlajši učenci so bili bolj navdušeni nad funkcijo Stehle, starejši učenci pa so se bolj ukvarjali z videzom.

Občasno ločeno poučevanje po spolu in druge vrste ločenega poučevanja

Ali je to nekaj posebnega pri danskih otrocih, ne znamo povedati, vendar je bila uporaba kock LEGO kot učnega materiala enako zanimiva vsem učencem, ne glede na spol. Morda so učence pritegnile odprte možnosti reševanja naloge? LEGO kocke še vedno pogosto veljajo za igračo za fante. Tokrat pa so tudi dekleta pokazala veliko predanost aktivnosti.



Slika 6: Stehle, ki ga je sestavil 12-letni učenec. Bodite pozorni na barvno usklajenost.

Foto: Kim Callesen, Vesthimmerlands Museum

V dveh razredih so se učitelji odločili za razdelitev po spolu oziroma po parih. To sta bili dve zelo tihi in koncentrirani aktivnosti, zato tega ne priporočamo. Vendar pa lahko uporabimo tudi ta način ločevanja po skupinah za krajša obdobja, saj je lahko LEGO tako zelo privlačen za določene skupine, da celo vodi do skorajšnje izključitve iz aktivnosti učencev, ki niso tako navajeni konstrukcij s kockami. Učence lahko razdelimo glede na:

- Starost
- Izkušeni/neizkušeni gradbeniki
- Spol
- Dodelitev različnih vrst blokov določenim skupinam.

Stroji svetlobe in sence so pokazali, da je mogoče ustvariti medpredmetne učne programe, saj je lokalna umetnost postala katalizator matematike, znanosti in zanimanja za EU. Preizkus je pokazal, da je program angažiral in krepil sodelovanje deklet in fantov v fazi ideje in gradnje.

Primer 2: Izkušnje s STEAM Builders in otroki s SLD (specifičnimi učnimi težavami)

Kratka predstavitev SLD-specifičnih učnih težav:

Specifična učna motnja ali SLD je trajno stanje, ki vpliva na učni proces posameznika. Obstajajo različne SLD: disleksija, disgrafija, diskalkulija, disfazija in dispraksija. Imajo nevrobiološki vzrok, ki vpliva na način, kako možgani obdelujejo informacije: kako sprejemajo, integrirajo, zadržujejo in izražajo informacije. To lahko vpliva na kognitivni razvoj učne sposobnosti, vendar ne izhaja iz telesne okvare ali intelektualne prizadetosti. Vsak SLD ustvarja svoj nabor izzivov, ki vplivajo na šolsko življenje učencev. Za več informacij vam svetujemo, da se obrnete na Pedagoški vodnik tega projekta.

Težave, povezane z učenjem STEAM

Večina specifičnih učnih težav lahko posredno vpliva na učenje STEAM zaradi načina, kako vplivajo na načine obdelave informacij v možganih. Na primer, disleksija se lahko prevede v težave pri branju in spretnostih jezikovnega procesiranja. Oteži dekodiranje matematičnih težav, saj lahko vpliva na tekoče branje, dekodiranje, razumevanje branja, priklic, pisanje, črkovanje in včasih govor.

Diskalkulija je najbolj očitna motnja, ko gre za težave v STEAM, saj se na splošno prevede v težave z razumevanjem matematičnih simbolov, štetjem, pomnjenjem in organiziranjem števil, kar prizadeto osebo ovira pri računanju ali abstraktnih matematičnih operacijah.

¹ PISA. (2018). *Home*. OECD iLibrary. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/a9b5930a-en/index.html?itemId=/content/component/a9b5930a-en>

Potrebe učencev s SLD v STEAM aktivnostih

Učenci s SLD bodo imeli koristi od več zaporedij in konkretnih materialov, ki jim bodo pomagali vizualizirati, komunicirati in razumeti teorijo, ki se je učijo. Potrebujejo jasne korake in priložnost, da stvari povežejo s konkretnimi situacijami, da lažje vključijo materiale. To je obravnavano z načrti manipulacij v STEAM Builders.

Predstavitev testiranih aktivnosti: Kaj in zakaj?

- Izhodišča:

Glavna izhodišča testiranja so bili praktični poskusi in njihove učne priprave. Partnerji smo testirali različne aktivnosti in rezultati so bili v splošnem zelo pozitivni.

Pogled iz vidika učencev s SLD na STEAM Builders: Uporabnost in izzivi

- Uporabnost:

Praktični poskusi, ustvarjeni v projektu STEAM Builders, omogočajo učencem, da lahko razpravljajo o gradivih v razredu, jih vidijo in praktično preizkušajo. To jim pomaga bolje ohraniti informacije, saj so v aktivnost vključena vsa njihova čutila. Prav tako bodo lahko v celoti razumeli mehanizme, namesto da bi se jih preprosto naučili na pamet in pozabili takoj, ko je učna ura končana. Učencem omogoča, da v učnem procesu sodelujejo aktivno namesto pasivno. Navsezadnje praktični poskusi ustvarjajo zanimanje in spodbujajo sodelovanje pri pouku, kar je vedno vir boljšega uspeha.

- Izzivi

Nekateri od teh praktičnih poskusov pomagajo učencem razumeti kompleksne teorije, hkrati pa se ukvarjajo z elementi. Poleg tega, čeprav so fine motorične sposobnosti lahko izziv za učence s SLD, lahko skupinsko delo zlahka ublaži neuspeh. Prav tako so tovrstne dejavnosti omejene z vidika dolgoročnih možnosti; na žalost učitelj ne bo



zmogel predelati snovi celotnega šolskega leta s takim načinom učenja. To je orodje, ki ga je treba uporabljati občasno za povečanje zanimanja in angažiranosti.

Analiza primera: Faza testiranja

- Postopek testiranja

Faza testiranja je bila zaradi časovne umeščenosti nekoliko zahtevna. Testi so pokazali zelo pozitivne rezultate za vse aktivnosti. Ena od naših učenk se je zelo prestrašila zaradi poskusa, ko je izvajala sistem škripcev, a ko je ugotovila, da so smernice preproste in jasne, je lahko večino korakov naredila sama, čeprav se je sprva morda zdelo, da je gradivo težko uporabljati. Po nekaj korakih dodajanja škripcev je spoznala, da je fizika bolj konkretna, kot je mislila. Povedala je tudi, da je treba to metodo uporabiti za vse snovi v fiziki, da bi se učenci lahko bolj aktivno vključili v predmet, o katerem razpravlja učitelj.

- Vtisi in pričevanja

Učitelji, ki so izvajali teste, so bili zelo zadovoljni z načinom izdelave načrtov. Pohvalili so poskus s »kompasom«, o katerem so povedali:

»Ta je bil res prijeten, ker je učencu resnično pomagal razumeti, kako deluje kompas, čeprav je bilo to razloženo že prej skozi snov. Dejansko ga je ta bolj konkreten del, ko je moral magnetizirati svojo iglo z razmišljanjem o pozitivnih in negativnih straneh magnetov, res spodbudil k razmišljanju o delovanju obeh magnetov in seveda kompasa. Poleg tega ta aktivnost vsebuje bolj osebni ustvarjalni del z vrtnico kompasa, ki jo je treba narisati, kar učencu omogoča hiter pregled nekaterih geometrijskih pojmov, medtem ko jih uporablja na nečem konkretnem, hkrati pa učenec poskrbi tudi za estetsko plat (celo če gre preprosto za izbiro barv in oblike njegovih črk). To je učencu omogočilo, da se je počutil, kot da res gradi svoj predmet in ne samo nek predmet po navodilih, da bi se nečesa naučil.



»Tudi z mojega vidika je bil kompas tisti, ki sem ga najraje uporabljal med tremi predlaganimi, ker mi je omogočil delo na več pojmih hkrati, hkrati pa ustvaril zelo konkreten in vizualni rezultat za učenca. Poleg tega so uporabljeni materiali zelo osnovni in zato aktivnost zahteva zelo malo predhodne priprave. Zelo prijeten je tudi način, kako so razlage podprte s fotografijami razvoja izdelka. Učencem omogoča določeno avtonomijo, hkrati pa povečuje njihov občutek, da gradijo svoj predmet in so aktivno udeleženi pri učenju. Primeren je tudi za tiste, ki imajo težave z zaupanjem, saj imajo vtis, da te objekte gradijo sami in ne potrebujejo pomoči prisotnih odraslih.«

Zaključek

Glede na vse pripombe se je pokazalo, da so poskusi zelo zanimivi za učitelje in zelo privlačni za učence. Postopna razlaga s slikami omogoča učencem, da so avtonomni in jih vključi v ustvarjanje zelo konkretnega rezultata, ki ga lahko obdržijo, medtem ko zahteva le osnovne materiale in malo vnaprejšnje priprave. Določeni poskusi lahko zahtevajo fine motorične veščine, zato jih izberimo glede na zmožnosti učenca, ki jih izvaja. Vendar pa so vsi poskusi učinkoviti pri svojem cilju: kontekstualizacija abstraktnih teorij STEAM, pomoč učencem pri razumevanju ozadja teorij ter povečanje ravni angažiranosti in dosežkov v STEAM za vse učence.



Primer 3: STEAM Builders na predmetni stopnji osnovne in srednje šole

Na tej stopnji se izvaja splošno izobraževanje in uvajanje učencev v različne teme. Mladi morajo imeti razvite veščine podajanja informacij, reševanja problemov in vedenje, kako zbirati in ovrednotiti dokaze za sprejemanje premišljenih odločitev (Bourn, 2018). Kot bodoči voditelji se bodo soočali z vedno bolj zapletenimi problemi, zato je praktično znanje STEM ključnega pomena (Indeks vrzeli v digitalnih spretnostih, 2021; Cedefop, 2015).

Učenci se lahko vpišejo v programe STEAM, da razširijo svoj pogled na svet in se hkrati učijo pomembnih življenjskih veščin. Prednosti, ki jih ponujajo STEAM programi za učence:

- Izboljšane sposobnosti reševanja problemov
- Izboljšane sposobnosti sodelovanja in komunikacije
- Samozavest za nadaljevanje kariere in pripravljenost na srednjo šolo in fakulteto
- Prednosti za umestitev na trg dela prihodnosti

Toda kako lahko učitelji uvedejo STEAM v svoje učilnice? STEAM Builders nudi metodologijo za uvajanje dejavnosti STEAM v šolsko učenje. Uporaba večplastnega pristopa za pomoč učencem pri izgradnji njihovih sposobnosti STEAM učiteljem omogoča, da umestijo vključujoče pedagoške načrte v svoje razrede. Na podlagi konzorcija partnerjev z različnim strokovnim znanjem o izobraževanju STEAM in izobraževanju na splošno želimo razviti, ovrednotiti, uporabiti v resničnih razredih in izboljšati številne vire STEAM.

Glede na pristop projekta STEAM Builders so glavni koraki za uvedbo STEAM v šole:

1. Razvoj in vrednotenje načrtov zgodovinskih artefaktov s strani strokovnjakov za to področje
2. Razvoj in vrednotenje pedagoških zaporedij za vsak načrt s strani pedagoških delavcev
3. Uporaba in vrednotenje pedagoških zaporedij in načrtov v izobraževalnih dejavnostih za oceno dodane vrednosti teh virov

Primer iz prakse: V šolskem letu 2021/22 so dijaki 5. višje srednje šole Agrinio iz Grčije uporabili navodila za praktični poskus in učno pripravo, razvito v projektu. Sodelovalo je skupno 42 dijakov, starih 16 let.



Slika 7: Foto: Agrinio 5. srednja šola, Grčija

Aktivnost so dijaki izvedli v treh učnih urah, vključno z izdelavo sekstanta. Načrt se je nanašal na izdelavo sekstanta, učna priprava pa je vključevala uporabo sekstanta za merjenje višine njihove šole. Z uporabo pristopa »učenja z delom« so učenci:

- razvili sekstant z uporabo navodil,
- s pomočjo učitelja spoznali Talesa in njegov izrek o podobnih trikotnikih,
- se poučili o Ksenagori (2. stoletje pr. n. št.), ki je svoje raziskave oprl na Talesove izreke in izračunal višino vrha grškega zahodnega Olimpa, imenovanega Flambouro,
- nazadnje so v skupinah izmerili višino svoje šole s potrebnimi izračuni.



Slika 8: Foto: Agrinio 5. srednja šola, Grčija

Vsi učenci so aktivno sodelovali in uživali v dejavnosti. Ustvarili so nekaj predmetov, se naučili nekaj zgodovinskih dejstev in spoznali praktični potencial matematike v vsakdanjem življenju.

Učenci so rešili kratek vprašalnik, nato pa je potekala razprava o obravnavanih stališčih in prepričanjih. Tabela 1 prikazuje najzanimivejši del vprašalnika in kot lahko vidimo, so bili učenci precej pozitivni do našega pristopa k poučevanju.

Table 1: Opinions of the students

| Question | 1 (Strongly disagree) | 2 (disagree) | 3 (Neutral) | 4 (Agree) | 5 (Strongly agree) |
|--|-----------------------|--------------|-------------|-----------|--------------------|
| A. The content of the activity is interesting and attractive | | | | 2 | 40 |
| B. The content of the activity is clear and understandable | | | | 3 | 39 |
| C. The activity was able to keep me interested and motivated | | | | | 42 |
| D. I want more activities like this! | | | | | 42 |

Prevod Tabele: Mnenja dijakov

Vprašanje/ 1 (Sploh se ne strinjam)/ 2 (Se ne strinjam) / 3 (Niti niti) / 4 (Se strinjam) / 5 (Zelo se strinjam)

- A. Vsebina aktivnosti je zanimiva in privlačna.
- B. Vsebina aktivnosti je jasna in razumljiva.
- C. Ob izvedbi aktivnosti sem bil radoveden in motiviran.
- D. Želim si še več takih aktivnosti.

Zgornja aktivnost je pokazatelj uspešne vključitve STEAM dejavnosti v srednje šole.

Projekt STEAMBuilders ponuja smernice po korakih za podporo vključitve dejavnosti STEAM. Učencem pomaga pri raziskovanju različnih izvedb, učiteljem pa nudi podporo s posebnimi dodatnimi viri.

Viri:

Bourn, D. (2018). Understanding global skills for 21st century professions. Cham: Palgrave Macmillan, 2018.

Cedefop (2015), Skill shortages and gaps in European enterprises: Striking a balance between vocational education and training and the labour market,

https://www.cedefop.europa.eu/files/3071_en.pdf



Primer 4: Ko šole uporabijo okolico za učenje

Pri Fermat Science predlagamo delavnice, povezane z lokalnim območjem in dediščino na primeru Beaumont de Lomagne: delavnice PatriMaths – **»Mesto v srednjem veku«**.

Prva delavnica je namenjena 6-letnim otrokom. Ti odkrijejo temelje kraljeve bastide Beaumont in jo nato sami izdelajo.

Bastida je nastala pred več kot 800 leti na pobudo Filipa III. Drznega in opata Grand Selve. Otroci se sprehajajo skozi mesto po pravokotno sekajočih se ulicah, ki so jih izrisali srednjeveški geodeti, in na sprehodu po središču mesta odkrivajo arhitekturna načela, ki so vodila njegovo gradnjo.

V Kulturnem centru Beaumont de Lomagne otroci odkrivajo hiše z lesenimi okvirji. Bastida Beaumont de Lomagne je bogata s tipičnimi hišami iz 16. stoletja, ki so najstarejši ostanki mesta. Sprehod se nadaljuje proti veličastni rezidenci gospodov Argombat, ki se nahaja v rue de l'Eglise, nato pa naprej do rue de la République, kjer se nahaja izjemna hiša Jeana d'Armagnaca. Med tem sprehodom po zgodovini otroci odkrijejo še številne druge vidike znanosti.

V Kulturnem centru si lahko vsak izdela svojo maketo srednjeveškega mesta. Dobijo lasersko izrezan primer hiše z lesenim okvirjem, katero zanje sestavi mentorica pri

Fermat Science. Nato s pomočjo različnih materialov - peska, proda, plute, likov, živali in predmetov njihov model oživi... Otroci se potopijo v osrčje srednjeveškega mesta!

Potem ko so odkrili življenje preteklosti, ki se odraža v arhitekturi bastide, lahko obdržijo svoje delo in delijo s svojo družino zaklad, ki so ga naredili s svojimi rokami.



Slika 9: Fermat science, Francija

Na drugi opisani delavnici PatriMaths otrokom, starim 6 let in več, pomagamo ustvarjati umetniška dela s pomočjo vitražne tehnike.

Iz Kulturnega središča Beaumont de Lomagne se otroci odpravijo do gotske cerkve Notre Dame de l'Assomption iz 14. stoletja. Mentorja delavnice opozorita na enega od vitražev na zunanji fasadi.

Iz ozke ulice je vitraž nemogoče dobro videti, zato skupina vstopi v cerkev in tam je odkritje! Od znotraj vitraž razkriva svetloba, bogata z barvami in oblikami.

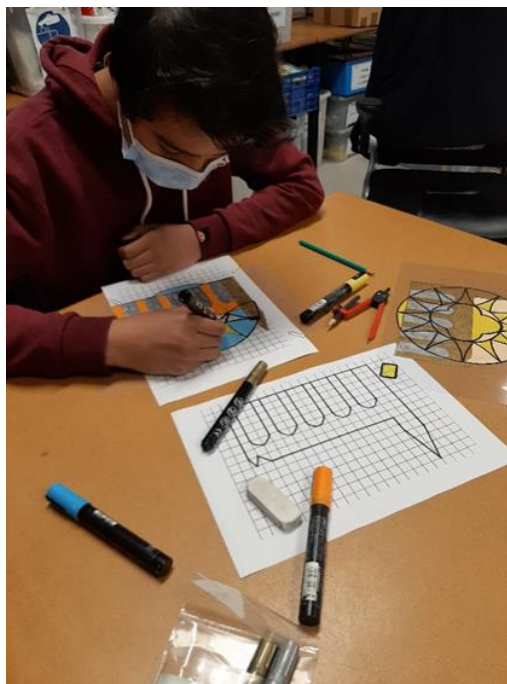
Nato mentor otrokom razloži, kako nastane vitraž: izbira modela in njegova izdelava sta prva koraka. Nato steklarski mojster predstavi obliko, barve, vodilne člene in



kovinski okvir, vse v naravni velikosti. Steklo je brušeno z diamantom, vsak kos posebej je pobarvan z barvo za steklo in žgan. Vsi deli so sestavljeni in povezani s svincem. Nastala steklena streha se nato pritrdi s kovinskim okvirjem.

Po ogledu se vsi vrnejo v Kulturno središče, da otroci sami izdelajo svoj vitraž. S pomočjo različnih orodij, ki so jim na voljo – šestila, ravnila, kotomerji – so otroci povabljeni, da tudi sami postanejo ustvarjalci. Z mešanjem simetrije in geometrije izdelajo obliko modela, ki ga predlaga mentor. Cerkev in njen vitraž oživita. Nato vitraž prenesemo na prozoren papir in osvetlimo kot pravi steklarski mojstri!

Zahvaljujoč tej delavnici imajo otroci možnost, da skozi igro spoznajo dediščino, tehniko prednikov in umetnost ter postanejo pravi steklarski mojstri!



Slika 10: Foto: Fermat Science, Francija

Otroci lahko odkrivajo Beaumont de Lomagne tudi z geometrijske perspektive z delavnico geometrijskega sprehoda.

Geometrijski sprehod izvajamo v mestu, kjer se je rodil matematik Pierre Fermat. Naloga otrok je odkrivanje njegovega mesta z geometričnega vidika, s čimer navaja

otroke, da opazujejo svojo dediščino in arhitekturo ter pogledajo različne arhitekturne oblike in dimenzije ter razmišljajo kot matematiki.

Beaumont de Lomagne je bastida z močnim arhitekturnim potencialom in zelo geometrično obliko, podobno kot vse bastide. Otroci morajo med obiskom mesta skupaj z mentorjem prepoznati simbolične kraje, napolnjene z geometrijo, razumeti zgodovino Beaumont de Lomagne, si zamisliti vprašanja, ki bi jih postavili v zvezi s tem, kar so opazili, fotografirati kraje in arhitekturo, razmišljati o orodjih, ki jih je treba



Slika 11: Foto Fermat Science, Francija

uporabiti za merjenje mesta, in sestaviti dokument o obisku. Ta obisk nato otroci predstavijo staršem, ki se postavijo v kožo obiskovalcev, ki odkrivajo Beaumont de Lomagne z geometrijskega vidika. To nudi otrokom, da so cenjeni s strani staršev, saj lahko nanje prenašajo svoje znanje, hkrati pa jim

omogoča, da tudi staršem pokažejo drugačen pristop k matematiki. Otrokom omogoča, da se potopijo v različne discipline (matematika, zgodovina, dediščina, pisanje, ustvarjanje, opazovanje, umetniška praksa) in uveljavijo številna področja kompetenc za uresničitev globalnega projekta.



Viri

Rey, O. (2016, 4 January). *Les bonnes pratiques en éducation : aller au-delà du slogan*. Des recherches aux pratiques éducatives.

<https://pratiquedu.hypotheses.org/561>

(2016, novembre). Le recensement des bonnes pratiques pédagogiques dans l'enseignement professionnel. Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
file:///C:/Users/UTILIS~1/AppData/Local/Temp/2016-078-recensement-enseignement-professionnel-690447-pdf-31049.pdf.

(2015, mars). Manuel d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques. Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie Québec.

http://extranet.santemonteregie.qc.ca/depot/document/3760/Guide_pratiques_VF.pdf

Primer 5 : Priprava delavnice z izvedbo STEAM aktivnosti

1. Kaj je delavnica?

Delavnica je srečanje, na katerem se skupina ljudi vključi in sodeluje v intenzivni razpravi in dejavnosti o določeni temi ali projektu. Običajno so delavnice kratki izobraževalni programi (trajajo od nekaj šolskih ur do nekaj dni), ki udeležencem omogočajo, da pridobijo nekatere tehnične ali praktične spretnosti ali se naučijo določenega postopka, odprtega za katero koli področje uporabe. Načrtovanje in priprava delavnice je za mentorja zamudna, saj je vsaka delavnica unikatna. Da bi dosegli najboljše rezultate, je treba vsako delavnico pripraviti z mislijo na udeležence in tematiko. Po drugi strani pa to pomeni, da lahko isto delavnico uporabimo za predstavitev različnih tem in učnih področij.

2. Načrtovanje, priprava in izvedba delavnice

Inštitut GoINNO je v projektu STEAM Builders organiziral praktične delavnice z učenci, starimi od 10 do 14 let, kjer so udeleženci in mentorji testirali razvite materiale. V tem odstavku bomo na praktičnem primeru opisali pripravo in izvedbo delavnice.

2.1. Faza načrtovanja – določitev udeležencev (število, starost), mentorjev, aktivnosti

Najprej smo izbrali ciljno skupino in aktivnosti, ki jih bomo izvedli. Nato smo določili največje število udeležencev – omejitve so lahko čas, material, prostor in število mentorjev. Odločili smo se za največ 20 udeležencev (starih 10-14 let) z 2 mentorjema. Mentorji so vedno dobrodošli, če je možnost, je vedno boljše, da jih je več, kot manj. Priporočamo vsaj 2 mentorja za skupino 10-20 učencev, da zagotovite nemoten potek dejavnosti in da učenci prejmejo pomoč pri praktičnem delu, če jo potrebujejo. Dejavnosti so bile izbrane glede na ciljno skupino in njihove interese – priporočamo največ 2 različni praktični dejavnosti, ki nista ne preveč enostavni in ne prezapleteni.



Pomembno je, da lahko dejavnost otroci izvajajo skoraj sami, z lastnimi rokami. Dejavnost lahko izvajajo tudi v parih ali skupinah, vendar moramo poskrbeti, da do vsi otroci aktivno vključeni.

Odločili smo se, da bomo v 3 šolskih urah z vmesnim odmorom izvedli 2 različna poskusa – »Vodni mlin« in »Raziskovanje kamnin«.

2.2. Faza priprave (materiali, prostor, vabila, prijave...)

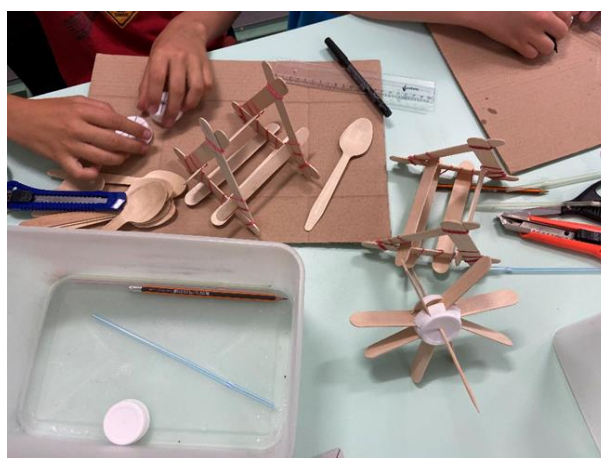
Prostor: Izbrati moramo prostor za delavnico. V našem primeru smo izbrali učilnico v splošni knjižnici, lahko pa je tudi šolska učilnica ali kakšen drug javni prostor (v toplejšem letnem času lahko delavnico izvedemo tudi zunaj). Potrebujemo varno okolje, da preprečimo morebitne poškodbe ali škodo, in dovolj velik prostor, da zagotovimo dovolj prostora.

Materiali: Pripravite dovolj materiala za vse udeležence, ne pozabite na nekaj dodatno pripravljenega materiala, za vsak primer.

Vabila: Pripravite vabila in jih pošljite zainteresirani javnosti – mi smo vabila posredovali staršem šolarjev. Podrobnosti dogodka smo delili na straneh družbenih omrežij in ustvarili spletno prijavnico, ki smo jo redno spremljali. Če je prijavljenih več, kot je mest na delavnici, razmislite o izvedbi dveh dogodkov. Ne pozabite določiti ključnih podatkov: kraj, čas, trajanje, kdo se lahko prijavi in kratek opis teme.

2.3. Izvedba

Mentorji morajo biti na kraju dogodka pred začetkom delavnice, da ustrezno pripravijo prostor in potrebne materiale. Ko se delavnica začne, razdelite udeležence v manjše skupine in začnite z aktivnostjo. Otroci so vedno navdušeni, če lahko kaj odnesejo domov, kar sami izdelajo. Če za izdelavo izdelka ponudimo lahko dostopne in poceni ali celo reciklirane materiale, lahko otrokom dovolimo, da svoj izdelek odnesejo s seboj.



Slike 11-15: Foto: GoINNO, Slovenija. Delavnice z izdelovanjem vodnega mlina in preučevanjem lastnosti kamnin.

7 : Priporočila

Projektni partnerji so podali naslednja priporočila v zvezi s STEAM učenjem:

| Organizacija | Priporočilo |
|---------------------------------|---|
| | |
| Logopsycom (Belgija) | |
| Priprava je ključna | <p>Za čim bolj gladko izvedbo dejavnosti je priprava bistven korak. Prepričati se moramo, da imamo na voljo dovolj orodij ter preveriti, ali delujejo, da imamo ves potreben material za izvedbo praktičnega poskusa ter da imamo nekaj dodatnih zalog (napake so vedno mogoče, zato raje pripravite več materiala, da lahko poskus ponovite z novim, če se kaj zalomi). Prav tako moramo preveriti in pripraviti prostor (npr. stoli, mize...), da bo kar najbolje pripravljen za izvedbo dejavnosti. Druga bistvena točka je, da aktivnost vedno najprej izvedete sami in jo s tem preizkusite. Tako boste poznali težavne elemente, na katere morate biti posebej pozorni, da lahko pomagate učencem in jih kar najbolje vodite med aktivnostjo. Morebitne ostanke materiala pri aktivnosti lahko uporabite tudi za druge dejavnosti. Svetujemo recikliranje materialov, kolikor je le mogoče.</p> |
| Sodelovanje raje kot tekmovanje | <p>Velikokrat se tekmovanje uporablja kot način motiviranja učencev. Čeprav to pri nekaterih morda res deluje, niso vsi izrazito tekmovalni. Poleg tega, učenci, ki »izgubijo«, lahko izgubijo zanimanje za aktivnost in se zato lahko ustavijo na pol poti, kar ni naš namen, poleg tega lahko to v učencu pusti občutek neuspeha. Svetujemo, da se pri teh dejavnostih osredotočimo na</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>dopolnjevanje in sodelovanje. Uporabimo lahko različne vloge za vsakega udeleženca v skupini ali poimenujemo vodilnega v skupini za vsak korak posebej, z namenom, da vsi aktivno sodelujejo v aktivnosti. Pomembno je, da vsak sodeluje po svojih zmožnostih in je nagrajen s splošnim uspehom skupine. To bo omogočilo boljše vključevanje učencev z drugačnim sklopom spretnosti, kot je običajno zahtevana pri pouku v razredu, in tudi vrednotenje nevrodivezitet.</p> |
| <p>Pustimo prostor za »učenje s poskušanjem«</p> | <p>Opisane praktične aktivnosti so odlična priložnost, da učenci gojijo znanstveno radovednost, kar jim pomaga, da lažje in brez strahu sprejmejo in preizkusijo nove stvari. Ko se soočijo z nekim problemom, je popolnoma v redu, če učenec poskusi problem rešiti in pri tem ni uspešen že takoj v prvem poskusu. Tudi to je del učnega procesa v STEAM učnem pristopu. Cilj je, da učenci poskus rešitve ovrednotijo in nato poiščejo pravo. Čeprav verjetno v prvo ne bodo uspešni, bodo s tem razmišljali širše, izven okvirjev, bodo zato bolj aktivno sodelovali (napake ne bodo kaznovane) in bili bolj zavzeti ter vztrajni. Priporočljive so tudi delavnice na temo reševanja težav, na katere učenci naletijo doma, v šoli ali v njihovem vsakdanjem življenju.</p> |
| <p>Fermat Science (Francija)</p> | |
| <p>Spreminjanje okolja</p> | <p>Ureditev učilnice ali delavnega prostora mora biti prilagodljiva. Idealno je, če je postavitve miz prilagojena predlagani dejavnosti. Vendar pa je premikanje miz lahko dolgotrajno in hrupno. Če želite premikati mize po učilnici med izvajanjem delavnice STEAM, je najbolje, da učence naučite, kako to storiti. Na začetku leta učencem pokažite, kako to narediti tiho in hitro. Ko so učenci tega</p> |

| | |
|---|--|
| | že navajeni, lahko sprememba učnega okolja traja manj kot tri minute. |
| Ne bojte se iti ven! | Izhod iz učilnice nudi pristno in izkustveno učenje ter omogoča boljši dostop do glavnih poti učenja (vizualne, slušne in kinestetične). Učenci ne le doživljajo znanosti v konkretnem in drugačnem okolju, ampak se lahko osvobodijo včasih omejujočih pričakovanj učilnice. Učenje naravoslovja izven učilnice, na primer v muzeju, ni le obogatitev znanja, temveč je v središču krepitve posameznikovega razumevanja predmeta. |
| Zmanjšajte tveganje za neenakost! | Za učence, ki so socialno oddaljeni od kulture, je jezik, ki ga uporabljamo pri učenju STEAM, lahko vir nesporazumov, ki povzročajo neuspeh in stres, saj pogosto obstaja neskladje med znanstvenim in resničnim smislom. Zato je pri neformalnem učenju bistvenega pomena uporaba pravih besed. Da bi zmanjšali tveganje neenakosti, je treba razviti: <ul style="list-style-type: none"> - Neformalne dejavnosti, dostopne vsem in povsod izven šol - Usposabljanje mentorjev v različnih metodah naravoslovnega izobraževanja in znanstvenem jeziku |
| GoINNO (Slovenija) | |
| Pustite učencem prosto pot za učenje – lahko se hkrati učijo in zabavajo! | Mentor mora usmerjati, ne pa voditi vseh aktivnosti v svojem ritmu za doseganje načrtovanih rezultatov. Bistveno je vedeti, kje se aktivnost začne in kakšni so cilji, njen rezultat pa je posledica udeležencev, njihove motivacije, sposobnosti in znanja. Ne bojte se, če bodo učenci naredili nekaj drugače, kot ste pričakovali. Del praktičnega poskusa, ki pritegne in motivira, je zabava! Cilj je dosežen, če učitelj to združi z učenjem. |

| | |
|--|--|
| <p>Izvedite delavnico in ponudite skoncentrirano učno izkušnjo v kratkem času.</p> | <p>Izvajanje praktičnih poskusov v obliki delavnice je dobra izbira, saj učencem ponuja priložnost, da preizkusijo nove metode, pri katerih jim lahko tudi spodleti, v varnem zavetju. Vsak učenec je obkrožen z mentorjem, ki mu lahko pomaga pri težavah ob izvedbi, in drugimi učenci, kar omogoča hiter in učinkovit prenos znanja in povratnih informacij med mentorjem in učencem. Med njimi se ustvari občutek skupnosti in sodelovanja, kar vodi do večje motivacije za dejavnost. Pomembno je, da ima vsakdo možnost, da vsaj delček praktične dejavnosti opravi sam, kar ga pripelje do večjega učnega uspeha.</p> |
| <p>Mentorji se morajo biti sposobni prilagoditi novim situacijam.</p> | <p>Pripravo za vodenje dejavnosti mora mentor opraviti vnaprej, vendar mora biti obenem pripravljen na različne situacije. Običajno mora mentor zgraditi nekatere dele učne strukture in načrta skozi izvedbo aktivnosti in ne vnaprej. Bistveno je, da mentor uvidi, kako udeležencem dati toliko znanja, kot ga lahko pridobijo, glede na temo in udeležence.</p> |
| <p>CIP (Ciper)</p> | |
| <p>Učitelji STEM naj dodajo družbene vede v svoj učni načrt</p> | <p>Temelji STEAM-a ležijo v raziskovanju, kritičnem razmišljanju in procesnem učenju. Celotna zamisel o lekcijah in pristopu STEAM temelji na spraševanju. Želimo začeti postavljati vprašanja, ki jih ni mogoče postaviti Googlu.</p> <p>Poizvedovanje, radovednost, sposobnost iskanja rešitve za problem in ustvarjalnost pri iskanju rešitve so v središču tega pristopa. To pomeni, da je humanistika vtkana v STEAM tako kot vse ostalo.</p> |
| <p>Postavite »makerspace« -</p> | <p>Izraza STEAM in ustvarjalni prostor se pogosto omenjata skupaj. Izobraževalno gibanje STEAM namreč poudarja večšine 21.</p> |

| | |
|--|---|
| ustvarjalni prostor na vaši šoli. | stoletja, projektno učenje in medsebojno povezanost akademskih predmetnih področij. Poučevanje STEAM pomaga študentom, da postanejo bolj spretni v sodelovanju, spraševanju, reševanju problemov in kritičnem razmišljanju. Kje so skupne točke z ustvarjalnim prostorom? Ti nudijo praktičen prostor za učenje STEAM, ki daje učencem priložnost za raziskovanje znanosti, tehnologije, inženirstva, umetnosti in matematike. |
| Neopazno vključite matematiko in znanost v projekte. | Matematika in naravoslovje, ki jo predstavite učencem, naj bosta pomembna za njihov trenutni projekt, povezana s scenariji iz resničnega sveta in naj služita določenemu namenu. Na primer, morda bodo matematične enačbe zagotovile pravilno delovanje njihove zasnove ali jim pomagale razumeti, kako nekaj ustvariti. |
| Transit (Španija) | |
| UNESCO in cilji trajnostnega razvoja | Voditelji držav in vlad, visoki uradniki ZN in predstavniki civilne družbe so se zbrali septembra leta 2015 na 70. zasedanju Generalne skupščine ZN. Tam so sprejeli cilje trajnostnega razvoja (SDG). Ti cilji tvorijo program trajnostnega, univerzalnega in ambicioznega razvoja, program ljudi, s strani ljudi in za ljudi, zasnovan z aktivnim sodelovanjem Unesca. https://en.unesco.org/sustainabledevelopmentgoals |
| Vključenost | Dejavnosti MakerEducation v dobro podprtem okolju z dostopom do orodij in materialov lahko mladim pomagajo, da se počutijo povezane. Lahko jim dajo priložnost, da izrazijo svoje misli, občutke in strasti s kreativnimi, a praktičnimi metodami ter se učijo o pomenu družbene odgovornosti in vključenosti. http://m4inclusion.com/ |

| | |
|--------------------------------|---|
| Ne bojte se | Ustvarjalni prostor za inovacije v učnih pristopih se osredotoča na raziskovalni proces za razvoj bolj privlačnih učnih metod in učnih okolij v resničnem življenju. Izobraževalni potencial Makerspaces in FabLabs (ter tehnologija hitre izdelave prototipov, ki se uporablja v teh prostorih) lahko podpira učitelje in vzgojitelje na tem področju. Predvsem projekt »MakIN Teach« združuje filozofijo Naredi sam (DIY), značilno za te prostore, z aktivistično teorijo in idejami, povezanimi z »učenjem učenja« in »aktivnim učenjem«. |
| Agrinio (Grčija) | |
| Začnite zgodaj | Kljub mnenju večine ljudi, ni nikoli prezgodaj, da bi otroke navdušili za naravoslovje in matematiko. Najnovejše raziskave pravijo, da se je treba čim bolj potruditi, da bi otroke navdušili za naravoslovje že ob vstopu v osnovno šolo. Študije so pokazale, da se otroci odločijo, ali želijo biti znanstveniki, inženirji ali matematiki, že v osnovni šoli. |
| Raznolikost v STEM | Na inženirskih in računalniških delovnih področjih je zaposlenih premalo žensk. Učitelj STEM lahko pripomore k zmanjšanju razlik v prihodnosti s spodbujanjem žensk in učencev iz premalo zastopanih skupin, da se usmerijo na najbolj iskana in dobro plačana področja STEM. |
| Več učnih aktivnosti | Več medpredmetnih in uporabnih raziskovalnih programov za pomoč učencem na vseh ravneh izobraževanja pri razvoju širšega nabora spretnosti in vključitvi STEM v druge predmete, da bi pokazali, kako in kje se STEM uporablja v resničnem svetu. |
| Vesthimmerland (Danska) | |
| Manj je več. | Ne prenatrpajte dejavnosti. Učenci absorbirajo ogromno novih senzoričnih vnosov in preveč podatkov lahko povzroči nered in |

| | |
|---|--|
| | <p>zmedo. Preprostost pušča prostor učenčevi lastni domišljiji, delovanju, idejam in izražanju. Ko so učenci na ta način povabljeni k ustvarjanju, postane poučevanje smiselno.</p> |
| <p>Kronološka izvedba in proces aktivnosti.</p> | <p>Ustvarite ravnovesje med umirjenostjo, kontemplacijo in zagonom. Sam proces naj bo kronološki, z aktivnostmi, ki so logično vzročno povezane. Učenci naj izvedejo delovni proces od začetka do konca, tako da so vsi podprocesi v delovnem ciklu zaključeni. Na primer, vodo, črpano iz vodnjaka, uporabimo za nekaj, zmleta kavna zrna skuhamo za pripravo kave.</p> |
| <p>Uporabite preproste materiale</p> | <p>Izberite preproste materiale in reciklirajte - npr. okrogle palice, plastične vrečke, plastične skodelice, kartonske škatle, veje itd. To pomaga zmanjšati materialne stroške. Učence lahko prosite za pomoč pri zbiranju gradiva za učno uro, kar lahko vzbudi radovednost o tem, za kaj se materiali uporabljajo ali lahko uporabijo. Če lahko, si naredite zalogo materialov ter si tako zmanjšajte stroške in čas priprave.</p> |



8 : Perspektive

STEM in STEAM obstajata že kar nekaj časa, vendar se poučevanje s pomočjo STEM praktičnih poskusov in dejavnosti ter združevanje z »A« v STEAM še vedno dojemajo kot nekaj novega in včasih zelo zahtevnega za učitelje in druge izobraževalne delavce. Učitelji so ljudje, ki svoje življenje posvetijo prenosu znanja na naslednjo generacijo. Čeprav učence poučujejo vsak dan in imajo določena pričakovanja glede ravni znanja učencev, učitelji sami pogosto niso prepričani v svoj pristop k učenju. Zato se ne lotevajo nečesa novega, na primer poučevanja s STEM poskusi in podobnih praktičnih dejavnosti v šoli. To odraža dejstvo, da niso seznanjeni s to metodologijo poučevanja, saj na univerzah v večini primerov pedagoški študijski programi ne pokrivajo praktičnih ali eksperimentalnih/projektno temelječih metodologij poučevanja STEM ali pa so te le na kratko omenjene brez temeljnih napotkov ali primerov.

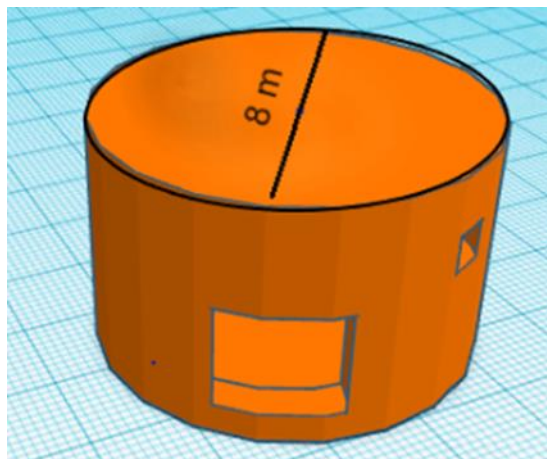
Druga težava leži v dejstvu, da so učitelji preobremenjeni s preverjanjem, ali pokrivajo državni učni načrt, in jim zato primanjkuje časa za pripravo in izvedbo novih STEM dejavnosti. Tudi ko se učitelj odloči, da bo vključil dejavnosti STEM, nima kakovostnega gradiva za praktični pristop, ki bi ga lahko uporabil v šolskem razredu, saj je malo koristnih virov o tem, kako voditi takšno učno uro. Zato učitelji niso prepričani, ali so sposobni nadzorovati situacijo v razredu z mešanjem različnih pristopov poučevanja, kot so npr. obrnjena učilnica, projektno učenje, problemsko učenje itn.

S projekti, kot je STEAMBuilders, učiteljem omogočamo dostop do kakovostnih gradiv, ki jih vodijo skozi celotno učno uro od priprave do glavnega dela izvedbe ter faze ozaveščanja in ohranjanja znanja. Učitelji dobijo priložnost in podporo za izvajanje praktičnih učnih ur na STEAM način v svojih razredih. S tem, ko prejmejo poglobljena in predhodno pripravljena gradiva, ki so preprosta za uporabo, se učitelji počutijo bolj samozavestni, da poskusijo uporabiti praktične dejavnosti za poučevanje STEAM v svojih razredih. Seznanijo se s pozitivnimi vidiki poučevanja STEM prek praktičnih



dejavnosti v svojih razredih in tako povečajo zavest, da je učenje STEM ključnega pomena za učence. Tako učenje učence zelo pritegne, saj so vedno aktivno udeleženi v svoje učenje.

Pristop praktičnega poučevanja STEM prinaša prednosti tudi pri multidisciplinarnem poučevanju. Vsebuje znanstveni način razmišljanja, ki lahko pomaga pri poučevanju umetnosti in zgodovine na praktičen način. Ta analitični pristop pripomore k temu, da je pouk zgodovine bolj inovativen in ne le teorija, ampak tudi praksa. Učitelji bodo dobili nove ideje in napotke, kako sestaviti A in STEM v STEAM – to je mogoče povezati z umetnostjo (Newtonov disk lahko povežete z mavrico pri pouku fizike ali risanjem pri pouku umetnosti), zgodovino (rimski lok je mogoče uspešno povezati z Rimljani, zgodovinskimi arhitekturnimi objekti in inženiringom...). Nebo je meja, ko uvidimo učne predmete s STEAM perspektive. V projektu STEAMBuilders želimo učiteljem ponuditi moč, da uvidijo povezavo med znanostjo, tehnologijo, tehniko, umetnostjo in matematiko in jo pri pouku tudi enostavno in uspešno uporabijo.



Slika 16: Iz praktičnega poskusa »Zgradi svojo neolitsko hišo«, CIP, Ciper

9: Literatura za navdih

| Organizacija | Avtor | Naslov in leto izida ali povezava na spletno stran. |
|--|-------|---|
| | | |
| Logopsycom (Belgija) | | |
| Anna Claybourne, Crabtree Publishing | | <p>"Izdelaj strojne izume" (v angleščini)</p> <p>4. – 7. razred.</p> <p>Izdal: Crabtree Publishing, 2019</p> <p>https://crabtreebooks.com/shop/show/14425</p> |
| Anna Claybourne, Crabtree Publishing | | <p>"Izdelaj odkritja o silah" (v angleščini)</p> <p>4. – 7. razred.</p> <p>Izdal: Crabtree Publishing, 2019</p> <p>Del serije delovnih zvezkov "Izdelaj odkritja o..." (O svetlobi, silah, živih stvareh, zvokih, snoveh...)</p> <p>https://crabtreebooks.com/shop/search_results?utf8=%E2%9C%93&q=scientific+discoveries</p> |
| Jill Staake, We are Teachers | | <p>60 enostavnih znanstvenih poskusov z uporabo materialov, ki jih imate pri roki (v angleščini)</p> <p>Jill Staake, 2. marec 2022, na spletni strani We are Teachers, https://www.weareteachers.com/easy-science-experiments/</p> |
| Fermat Science (Francija) | | |
| Centre d'étude des bastides villes neuves d'Europe et du Moyen-Âge | | <p>Le livre blanc des bastides (v francoščini)</p> <p>Vsebuje veliko zanimivih podatkov in načrtov bastid</p> |

| | |
|---|---|
| <p>IREM – coordonné par Marc Moyon et Dominique Tournès</p> | <p>Passerelles : enseigner les mathématiques par leur histoire au cycle 3 (v francoščini) Predstavitev in analiza učne ure matematike, ki temelji na zgodovinskih dokumentih</p> |
| <p>Antoine Houlou-Garcia</p> | <p>Youtube kanal: https://www.youtube.com/c/ArithmAntique</p> |
| <p>GoINNO (Slovenija)</p> | |
| <p>http://www.scientix.eu/</p> | <p>Scientix je vodilna skupnost za znanstveno izobraževanje v Evropi. Njen namen je spodbujati in podpirati vseevropsko sodelovanje med učitelji STEM, raziskovalci izobraževanja, oblikovalci politik in drugimi zainteresiranimi osebami v izobraževanju, da bi učence navdihnili za nadaljevanje kariere na področju znanosti, tehnologije, inženirstva in matematike (STEM). (v angleščini)</p> |
| <p>Crystal Chatterton; 2018</p> | <p>Čudoviti znanstveni poskusi za otroke: 100+ Zabavnih STEM / STEAM Projektov in zakaj delujejo (v angleščini); knjiga z idejami za praktične poskuse, ki jih lahko vključimo v šolske učne ure.</p> |
| <p>Cassie F. Quigley, Danielle Herro; 2019</p> | <p>Priročnik za učitelje o STEAM: Pritegnite učence z reševanjem problemov iz resničnega sveta (v angleščini); Priročnik za učitelje, kako začeti s praktičnim poučevanjem STEAM.</p> |
| <p>CIP (Ciper)</p> | |
| <p>Designing a School Makerspace, Jennifer Cooper</p> | <p>Vodnik za učitelje, kako izdelati ustvarjalni prostor v vaši učilnici. (v angleščini)</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Wonyong Park and Hohee Cho, 2022</p> | <p>Sodelovanje zgodovine in STEM učnih ciljev v razvitih učnih načrtih-priložnosti in izzivi za STEAM izobraževanje (v angleščini)</p> |
| <p>David A. Slykhuis et al.</p> | <p>Učenje STEM skozi zgodovinske rekonstrukcije: Prihodnost se skriva v preteklosti (v angleščini) https://citejournal.org/volume-15/issue-3-15/editorial/teaching-stem-through-historical-reconstructions-the-future-lies-in-the-past/</p> |
| <p>Transit (Španija)</p> | |
| <p>ReMaking History- Ponovno izdelajmo zgodovino Del 1: Zgodnji izumitelji Make Community, LLC; Illustrated edition (26. avgust 2016); v angleščini ISBN-10 : 1680450603 ISBN-13 : 978-1680450606</p> | <p>William Gurstelle začena svoje izjemno potovanje skozi zgodovino s to knjigo, Zgodnji izumitelji. Vsako poglavje preučuje izjemnega posameznika ali skupino ljudi iz preteklosti, katerih spoznanja in izumi so pomagali ustvariti svet, v katerem živimo. Kar ločuje to serijo od drugih zgodovinskih knjig – vključno z drugimi zgodovinami tehnologije – je, da vsako poglavje vključuje tudi navodila po korakih za izdelavo lastne različice zgodovinskega izuma.</p> |
| <p>ReMaking History- Ponovno izdelajmo zgodovino Del 2: Industrijski revolucionarji</p> | <p>Industrijski revolucionarji so drugi del edinstvene raziskave Williama Gurstella o velikih izumiteljih zgodovine. Vsako poglavje ponovno obravnava življenje in čas enega od napredno mislečih revolucionarjev, ki so pomagali ustvariti svet, v katerem živimo. Ne boste le izvedeli o njihovih velikih izumih, dobili boste tudi navodila po korakih, kako jih sami poustvariti. Zgodovina</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Ed. : Make Community, LLC; Illustrated edición (2. december 2016); v angleščini ISBN-10 : 1680450662 ISBN-13 : 978-1680450668</p> | <p>bo zaživela, kot je še niste doživeli, ko jo boste zgradili z lastnimi rokami.</p> |
| <p>ReMaking History- Ponovno izdelajmo zgodovino Del 3: Ustvarjalci modernege sveta</p> <p>Ed. : Make Community, LLC (14. marec 2017); v angleščini ISBN-10 : 1680450727 ISBN-13 : 978-1680450729</p> | <p>Ustvarjalci sodobnega sveta je tretji del edinstvenega, praktičnega potovanja Williama Gurstella skozi zgodovino. Vsako poglavje obravnava izjemen lik iz preteklosti, enega od ljudi, katerih spoznanja in izumi so pomagali ustvariti naš sodobni svet. To serijo loči od drugih zgodovinskih knjig – vključno z drugimi zgodovinami tehnologije – to, da vsako poglavje vključuje tudi navodila po korakih za izdelavo lastne različice zgodovinskega izuma. Zgodovina oživi na način, kot ga še niste doživeli, ko sledite korakom izumiteljev in z lastnimi rokami poustvarite prelomne naprave iz preteklosti.</p> |
| <p>Agrinio (Grčija)</p> | |
| <p>https://www.youtube.com/channel/UCSTEAMspirations</p> | <p>STEAMspirations ustvarjajo brezplačne video navodila v angleščini in španščini</p> |
| <p>https://www.goodhousekeeping.com/life/parenting/g32176446/science-experiments-for-kids/</p> | <p>33 enostavnih znanstvenih poskusov za otroke, za katere potrebujemo le vsakdanje pripomočke</p> |

| | |
|--|---|
| <p>https://supastem.club/blogs/activity-ideas/stem-activity-book-pdf</p> | <p>Brezplačna PDF knjiga s STEM aktivnostmi za otroke. Lahko jo natisnemo, vsebuje pa zanimive znanstvene, tehnološke, inženirske in matematične izzive.</p> |
| <p>Vesthimmerland (Danska)</p> | |
| <p>https://udeundervisning.dk/english</p> | <p>“Izobraževanje izven učilnice”, spletna stran. Brezplačni portal za izobraževanje izven učilnice (tudi v angleščini) Udeundervisning.dk je brezplačni danski spletni portal za predstavitev profesionalnih znanj s področja učnega pristopa, poznanega kot 'izobraževanje izven učilnice (EOtC)' ali 'šolsko učenje izven učilnice'.</p> |
| <p>Klinge, Louise</p> | <p>“Lærereens relationskompetence” Dafolo 2019 (primerno za učitelje, le v danščini)</p> |
| <p>Saplagkoglu, Yasemin</p> | <p>“To je 'Lola,' 5,700 let stara ženska, katere celo življenje se razkrije v njeni »žvečilki«, na Live science: https://www.livescience.com/ancient-chewing-gum-reconstructs-lola.html ;2019, v angleščini</p> |