

Priručnik za izvođenje praktičnih radionica na 3D pisaču



3D FOR VET



Co-funded by the
Erasmus+ programme
of the European Union

Priručnik za izvođenje praktičnih radionica na 3D pisaču



3D FOR VET



Sufinancirano sredstvima
programa Europske unije
Erasmus+

Potpore Europske komisije proizvodnji ove publikacije ne predstavljaju potporu sadržaju koji odražava samo stavove autora i Komisija ne može biti odgovorna za uporabu sadržanih informacija.

Doprinos

Koordinator

- Istarska županija, Hrvatska
- Javna ustanova „Regionalni koordinator Istarske županije za europske programe i fondove - Coordinatore regionale della Regione Istriana per i programmi e fondi europei“, Hrvatska

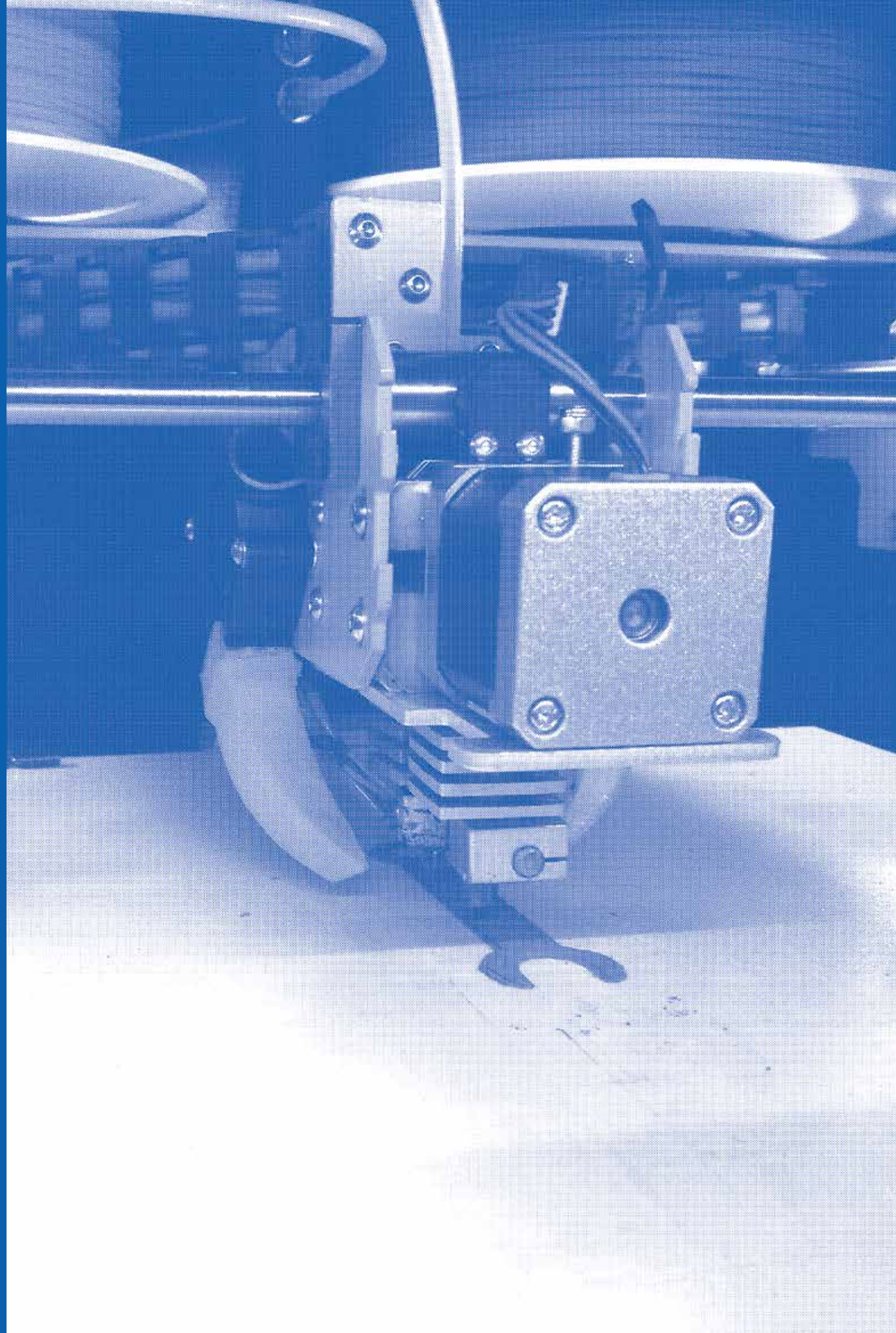
Dizajn

- Javna ustanova „Regionalni koordinator Istarske županije za europske programe i fondove - Coordinatore regionale della Regione Istriana per i programmi e fondi europei“, Hrvatska
- MPS d.o.o., Hrvatska

Radna skupina - projektni partneri

- Javna ustanova „Regionalni koordinator Istarske županije za europske programe i fondove - Coordinatore regionale della Regione Istriana per i programmi e fondi europei“, Hrvatska
- Koruški fakultet primijenjenih znanosti, Austrija
- Tehnička škola Pula, Hrvatska
- Centar za istraživanje materijala Istarske županije - METRIS, Hrvatska
- Regija Malopolska, Poljska
- Javna ustanova za strukovno obrazovanje i usavršavanje Panevėžys, Litva
- Srednja strukovna škola Jan Pawel II Miechowie, Poljska





Sadržaj

1.	Opće informacije o projektu i priručniku	6
1.1.	Kako je pokrenuta inicijativa	6
1.2.	O projektu	7
1.3.	Ciljevi i struktura priručnika	7
2.	Zajednički treninzi nastavnika	8
2.1.	Prvi zajednički trening nastavnika	9
2.2.	Drugi zajednički trening nastavnika	9
2.3.	Treći zajednički trening nastavnika	10
3.	Razmjena učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju	13
3.1.	Prva razmjena učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju	13
3.2.	Druga razmjena učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju	14
4.	Studija slučaja	16
4.1.	O studiji slučaja	16
4.2.	Studija slučaja - pregled	16
4.3.	Intervjui s glavnim dionicima	19
4.4.	Studija slučaja – zaključak	19
5.	Primjeri praktičnih vježbi za izvođenje na 3D pisaču	20
5.1.	Vježba „Kockica”	20
5. 2.	Vježba „Lego privjesak”	23
5.3.	Vježba „Stolni organizator”	26
5.4.	Vježba „Model viličasto-okastog ključa”	30
5.5.	Vježba „Četverocilindrični motor”	34
5.6.	Vježba „Vjetroagregat”	38
5.7.	Vježba „Izrada osovine”	42
6.	Priručnik – zaključak	46

1 Opće informacije o projektu i priručniku

1.1.

Kako je pokrenuta inicijativa

Brzi tehnički razvoj i globalna konkurencija u svim europskim zemljama stvaraju sve veću potražnju za visokokvalificiranim radnicima. Industrije i tvrtke tra-

že radnike koji su visoko specijalizirani za moderne tehnologije i spremni nositi se s digitalnim izazovima čim završe školovanje.

Kako bi održali korak sa zahtjevima tržišta rada, ustanove za strukovno obrazovanje i osposobljavanje moraju biti u toku s modernim tehnologijama i obrazovati svoje učenike na način koji će im omogućiti da ispune zahtjeve poslodavaca. Stoga je ulaganje u obrazovanje od iznimne važnosti. Mladim ljudima je potrebno približiti strukovno obrazovanje i osposobljavanje kako bi sami poželjeli steći profesionalne kvalifikacije i nadopunjavati ih tijekom svog radnog vijeka.

Imajući u vidu nove trendove na globalnom tržištu rada i veliko međunarodno iskustvo u okviru različitih programa i inicijativa Europske unije, Istarska županija je stvorila međunarodno partnerstvo u kojem okuplja druge europske regije u okviru svoje bilateralne suradnje, uključujući austrijsku regiju Korušku i regiju Malopoljsku iz Poljske. Partneri su uključili svoje ustanove za strukovno obrazovanje i osposobljavanje, pripremili **projekt 3D FOR VET - Strateško partnerstvo za razvoj 3D kompetencija** i uspješno ga prijavili za financiranje. Ocijenjen je najboljim projektnim prijedlogom, te je odobren za financiranje u okviru programa **ERASMUS+**, u sklopu **Ključne mjere 2 - Suradnja za inovacije i razmjenu dobrih praksi**. Ukupni proračun projekta iznosi 250.585,00 EUR. Započeo je u rujnu 2017. godine, a završava u kolovozu 2020. godine.

1.2.

O projektu

Cilj 3D FOR VET - Strateškog partnerstva za razvoj 3D kompetencija je omogućiti učenicima tehničkih stru-

kovnih škola bolji položaj na tržištu rada uvođenjem 3D tehnologije u njihovo formalno obrazovanje, primjenom njihovog znanja u praksi i radom s vršnjacima iz drugih zemalja EU. Ciljne skupine koje će imati najviše koristi od projekta su učenici i nastavnici iz strukovnih škola koje sudjeluju u projektu i dvije partnerske regije.

U projektu sudjeluju partneri iz četiri europske zemlje: Hrvatske, Litve, Austrije i Poljske. Partneri uključeni u projektne aktivnosti su sljedeći: Tehnička škola Pula, Centar za istraživanje materijala Istarske županije - METRIS, Javna ustanova za strukovno obrazovanje i usavršavanje Panevežys, Koruški fakultet primijenjenih znanosti, Regija Malopolska i Srednja strukovna škola Jan Pawel II Miechowie, a vodeći partner je Regionalni koordinator Istarske županije za europske programe i fondove.

Tijekom projekta su provedene različite aktivnosti kako bi se poboljšali obrazovni kapaciteti uključenih škola, kako bi se povećala konkurentnost učenika kao rezultat stjecanja znanja o 3D tehnologijama i promicalo uvođenje modernih tehnologija u srednjoškolsko obrazovanje uopće. U nastavku su opisane glavne projektne aktivnosti.

1.3.

Ciljevi i struktura priručnika

Jedna od ključnih projektnih aktivnosti je priprema priručnika za provođenje praktičnih radionica na temu 3D tehnologije. Svrha priručnika je pružiti na-

stavnicima smjernice i primjere praktičnih vježbi za primjenu u nastavi.

Ovim priručnikom projektni partneri žele nastavnicima i pružateljima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja pružiti koristan alat za provođenje radionica na temu 3D tehnologije, a koji se temelji na praktičnim primjerima i iskustvima svih partnerskih institucija korištenih tijekom različitih radionica provedenih u sklopu projektnih aktivnosti.

Dodana vrijednost ovog priručnika je sustavni pregled strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u zemljama sudionicama. Kroz studiju slučaja prikazane su razlike i zajedničke karakteristike obrazovnih sustava u četiri zemlje, zbog čega je ovaj priručnik primjenjiv na sve škole za strukovno obrazovanje i osposobljavanje u uključenim zemljama kao i na svu srednjoškolsku mladež. Nadalje, priručnik se temelji na metodologijama i iskustvima dobivenim kroz različite radionice provedene u sklopu projekta.

- Priručnik se sastoji od 6 poglavlja, od kojih svaki započinje s kratkim opisom i uvodom u ciljeve pojedinog poglavlja.

2 Zajednički treninzi nastavnika

U okviru projekta realizirana su tri (3) zajednička treninga nastavnika: dva (2) od strane Koruškog fakulteta primijenjenih znanosti, Villach, zbog njihove stručnosti u modernim tehnologijama, dok je treći održan u Centru za istraživanje materijala Istarske županije - METRIS, Pula.

Glavni cilj treninga (3D radionice za nastavnike u području strukovnog obrazovanja i osposobljavanja) je pomoći nastavnicima da održe korak s modernim tehnologijama i prenesu svoja znanja učenicima. Edukacija nastavnika u području strukovnog obrazovanja i osposobljavanja jedan je od glavnih preduvjeta za modernizaciju strukovnih škola. To se može postići suradnjom između ustanova za strukovno obrazovanje i osposobljavanje, što će znatno doprinijeti promociji strukovnih programa, umrežavanju i uspoređivanju s drugim institucijama, razmjeni informacija i iskustava.

Na edukativnim događanjima u Austriji i Puli (Hrvatska) razgovaralo se o suvremenim nastavnim metodama i inovativnim temama vezanim uz upotrebu suvremenih tehnologija u procesu učenja, kao i o nastavnim planovima i predstojećim aktivnostima. Nastavnici su dobili opće informacije i praktične primjere o tome kako programirati i upravljati 3D pisačem, što će ih potaknuti da uvode i primjenjuju dostupne tehnologije u nastavi kao njen sastavni dio.

Radionice su unaprijedile sposobnosti nastavnika i njihove kompetencije u podučavanju, što je ključno za prijenos znanja na učenike u okviru radionica koje su organizirane u školama.

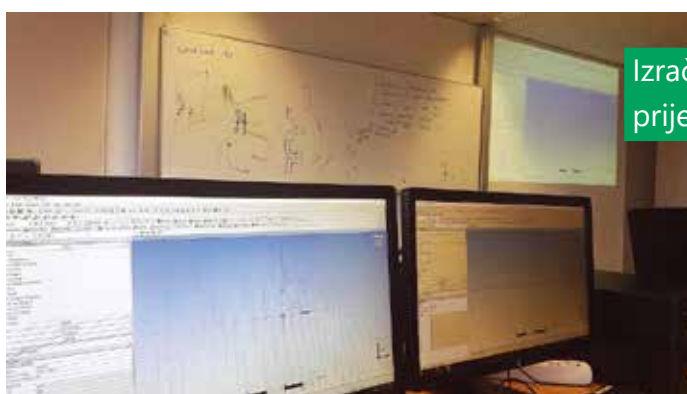
Prvi trening nastavnika, Villach



2.1.

Prvi zajednički trening nastavnika

Prvi zajednički trening nastavnika (3D radionica za nastavnike u području strukovnog obrazovanja i osposobljavanja) organiziran je na Koruškom fakultetu primijenjenih znanosti u Villachu u listopadu 2017. godine, a sudjelovali su nastavnici iz partnerskih škola. Sudionici su upoznali tehnologije 3D ispisa, osnove konstrukcije 3D pisača i pravila dizajna 3D ispisa, kao i tehnike simulacije i optimizacije u području 3D tehnologija. Također su predstavljene metode i alati za razvoj prilagođenih tehnika 3D ispisa. Analizirane su i razmotrene različite metode, vrste i primjene 3D ispisa. Tijekom praktičnih aktivnosti primijenjeno je nekoliko alata za 2D i 3D crtanje, te softverskih programa za modeliranje i testiranje materijala. Svi sudionici su nacrtali i ispisali vlastite 3D modele.



Izračuni i pripreme prije printanja, Villach

2.2.

Drugi zajednički trening nastavnika

Koruški fakultet primijenjenih znanosti ugostio je i drugi zajednički trening nastavnika koji je održan od 3. do 6. prosinca 2018. godine. Glavne teme obuhvaćene ovom aktivnošću bile su sljedeće: mogućnosti i prednosti integriranja 3D ispisa u obrazovanje, primjeri praktične primjene 3D ispisa u različitim školskim predmetima, praktične metode generativnog dizajna i metode konačnih elemenata (FEM), uloga 3D ispisa u industriji 4.0, strukturna robusnost 3D printanih objekata i primjena 3D ispisa u strojarstvu. Posebna pažnja posvećena je rezultatima prvog treninga nastavnika održanog u Villachu.



Predstavnici škola sudionika, Villach

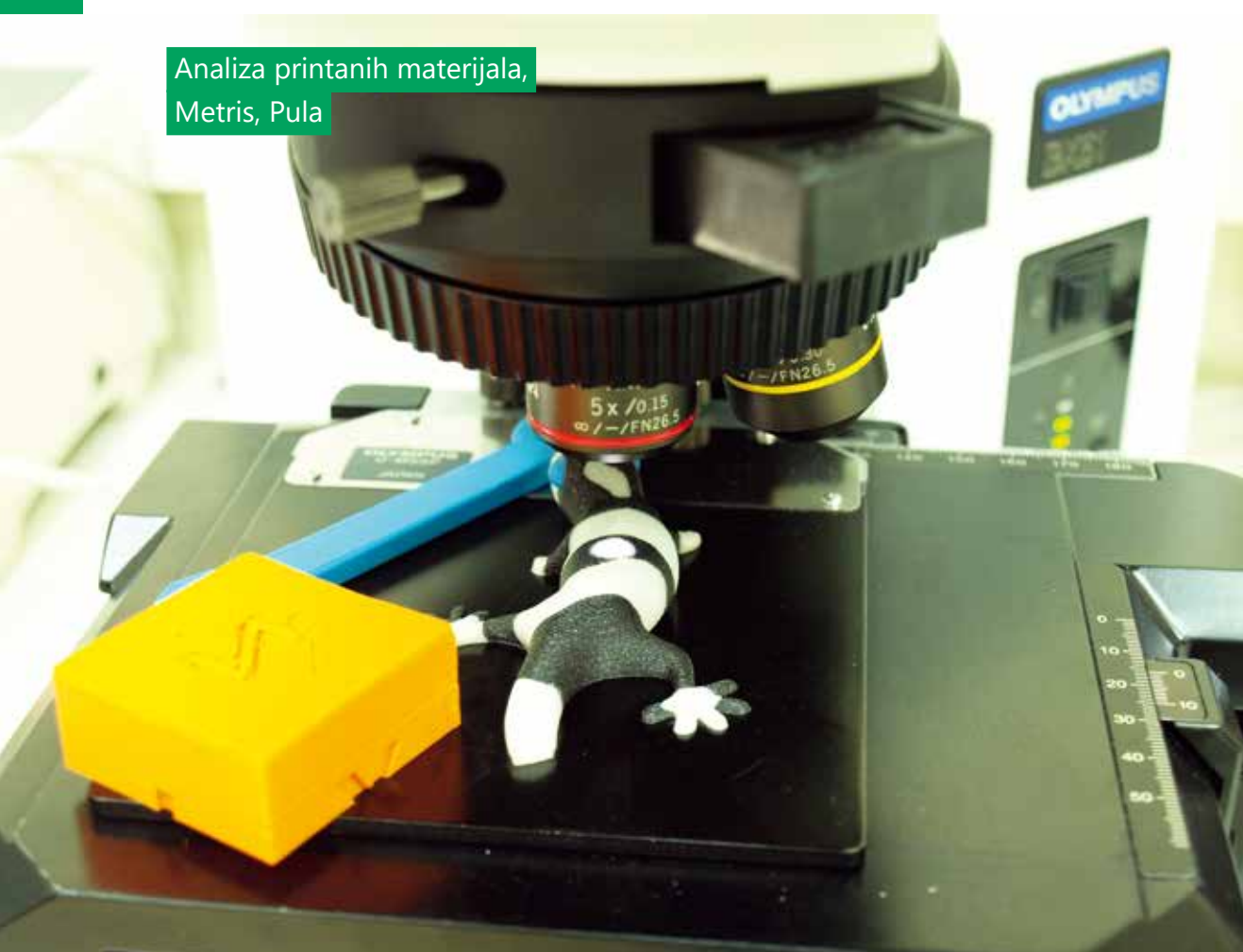
2.3.

Treći zajednički trening nastavnika

U listopadu 2019. godine u METRIS-u je održan treći zajednički trening nastavnika u sklopu projekta 3D FOR VET, koji je uključivao posjet Tehnološkom inkubatoru i Centru za popularizaciju znanosti Istarske županije.

Sudionici radionice bili su nastavnici partnerskih škola i učenici Tehničke škole koji su demonstrirali svoj rad na 3D pisačima i skenerima. Predstavljene su različite ustanove koje djeluju na području Istarske županije a u svom radu koriste 3D tehnologiju. Tako je Arheološki muzej Istre predstavio predmete i replike artefakata koje su proizveli uz pomoć suvremenih tehnologija. CIMOS grupa također je predstavila 3D pisače, kalupe i tehnike 3D skeniranja koje koriste u procesu proizvodnje. Tijekom vježbi izvedenih u centru Metris analizirani su različiti proizvodi printani 3D tehnikom s naglaskom na kemijske i mehaničke komponente istih i analize njihovih struktura u usporedbi s neprintanim materijalima. Kombinirani su različiti aspekti printanih materijala kako bi se osmislili eksperimenti prikladni za učenike u različitim predmetima.

Analiza printanih materijala,
Metris, Pula





Nastavnici strukovnog obrazovanja
i osposobljavanja koriste opremu
centra Metris, Pula



3 Razmjena učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju

Tijekom provedbe projekta organizirane su dvije razmjene učenika iz 2 partnerske škole koje sudjeluju u projektu. Glavni cilj mobilnosti bio je da učenici steknu međunarodno iskustvo i razmijene znanja i iskustva stečena tijekom radionica koje su vodili nastavnici u školama. Posebna pažnja posvećena je suradnji i umrežavanju obrazovnih ustanova u svrhu stvaranja sinergije i jačanja odnosa između učenika i nastavnika u području strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u međunarodnom kontekstu. Razmjene su posebno koristile mladim ljudima koji su imali priliku naučiti nove vještine i poboljšati zapošljivost, steći životne vještine i razviti samopouzdanje. Na taj način su imali priliku poboljšati svoje obrazovanje i steći međunarodne kompetencije.

3.1.

Prva razmjena učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju

U mobilnosti su sudjelovali nastavnici i 30 učenika iz Hrvatske i Poljske koje su odabrali njihovi učitelji. Tom prilikom učenici su posjetili i Centar za tehnološke inovacije u Vilnius,

partnersku školu i partnerske institucije, te su sudjelovali u radu u mješovitim međunarodnim grupama. Provedene aktivnosti su pružile sudionicima mogućnost da nauče i poboljšaju svoje znanje o 3D tehnologijama, kao i da razviju jezične vještine i međukulturalne kompetencije.

Fotografija sudionika mobilnosti, Litva



Učenici i nastavnici pokušavaju izraditi 3D model kockice, Litva



3.2. *Druga razmjena učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju*

Učenici i nastavnici imali su priliku upoznati Tehničku školu u Puli i opremu kojom raspolaže a koja se sastoji od 3D pisača i skenera. Na taj su način imali priliku primijeniti svoje teorijsko znanje na konkretnim i praktičnim primjerima. Učenici su posjetili i Centar za popularizaciju znanosti i inovacija Istarske županije, Centar za istraživanje materijala Istarske županije - Metris i tvornicu Cimos u Buzetu. Upoznali su se s učenicima koje su posjetili, kao i s objektima i sadržajima škole, razmijenili su iskustva i posjetili najvažnije institucije s kojima škola surađuje.

Upotreba 3D skenera,
Tehnička škola Pula





Učenci eksperimentiraju
u centru Metris, Pula



Učenci u posjetu
tvornici Cimos, Buzet

4 Studija slučaja

4.1.

O studiji slučaja

Regionalne studije slučaja predstavljaju središnji dio priručnika. Njihova je glavna svrha pružanje sustavne usporedbe obrazovnih sustava partnerskih zemalja, definiranje zajedničkih problema u području strukovnog obrazovanja i osposobljavanja i metodologija za njihovo rješavanje. Upotreba suvremenih tehnologija u strukovnim školama u 4 zemlje prikazana je kroz analizu studija slučaja, što je bilo ključno kako bi partneri prepoznali probleme, pronašli primjere dobre prakse iz drugih partnerskih zemalja i primijenili ih u svom sustavu strukovnog obrazovanja. Na taj način je stvoren kontekstualni okvir za razvoj aktivnosti i metodologija koje će se koristiti tijekom provođenja radionica na temu 3D tehnologije u zemljama sudionicama.

Pored toga, analizom studija slučaja utvrđene su prednosti i nedostaci sustava strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u svakoj zemlji, problemi postojećih tehnologija i uređaja koji se koriste u nastavi 3D tehnologije u školama strukovnog obrazovanja u svakoj partnerskoj regiji, kao i zajedničke značajke i mogućnosti za suradnju i razmjenu iskustava.

4.2.

Studija slučaja - pregled

Svi partneri su ispunili upitnik koji opisuje sustave strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u njihovim regijama, temeljem svojih iskustava, nacionalnih programa i kurikulumata strukovnog obrazovanja te obrazovnih strategija.

U prvom dijelu studije slučaja predstavljene su obrazovne ustanove koje sudjeluju u projektu. Odgovarajući na 10 pitanja morali su predstaviti regiju i zemlju iz kojih dolaze, ustanovu u kojoj rade, obrazovni sustav svoje ustanove, status učenika koji su završili programe koje nudi njihova škola. U nastavku se nalazi pregled odgovora.

Studija slučaja o korištenju modernih tehnologija

- 4 zemlje
- 4 regionalne studije slučaja
- 40 intervjua
- 40 glavnih dionika

Sustav strukovnog obrazovanja

- dob učenika: 14 - 18 godina
- 3 vrste sustava strukovnog obrazovanja
- praktično osposobljavanje

Status učenika strukovnih škola

- više od 70 % učenika ulazi na tržište rada
- 20% učenika nastavlja obrazovanje
- 5% nezaposleni
- 5% ostalo

Nova oprema i tehnologije

- državna sredstva
- međunarodni fondovi - EU projekti
- privatne donacije

Znanje o 3D tehnologijama

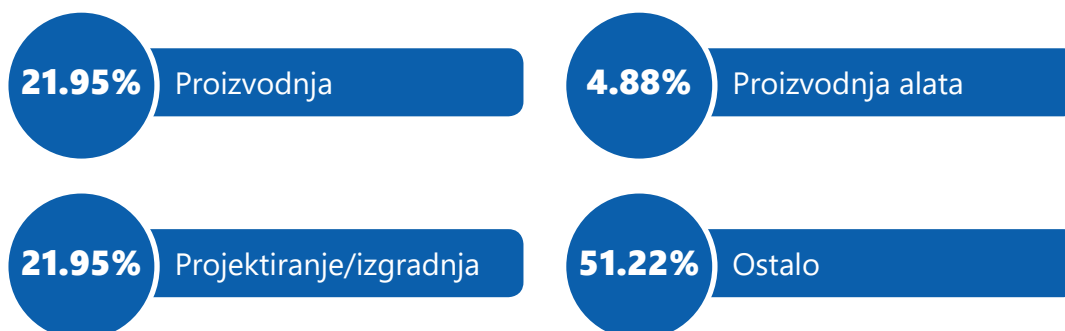
- tečajevi i seminari za nastavnike
- razne aktivnosti i EU projekti
- inovativne metode podučavanja i učenja

4.3. Intervjui s glavnim dionicima

Glavna svrha intervjuja je angažiranje relevantnih dionika radi poboljšanja kvalitete strukovnog obrazovanja i osposobljavanja prikupljanjem informacija

o potrebama i korištenju 3D tehnologija u njihovom radu. Intervjui su provedeni u svim zemljama sudionicama i obuhvatili su male i velike tvrtke koje trenutno koriste ili namjeravaju koristiti 3D tehnologije u svom radu u skoroj budućnosti. Očekivanja: saznati u koje svrhe i u kojim sektorima se koriste 3D tehnologije, kakva je potražnja za 3D inovacijama i interes tvrtki za zapošljavanjem 3D stručnjaka.

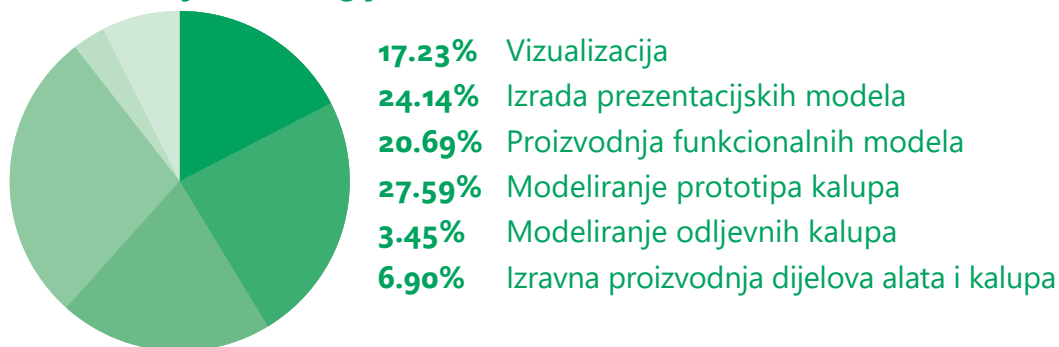
Glavne djelatnosti tvrtki



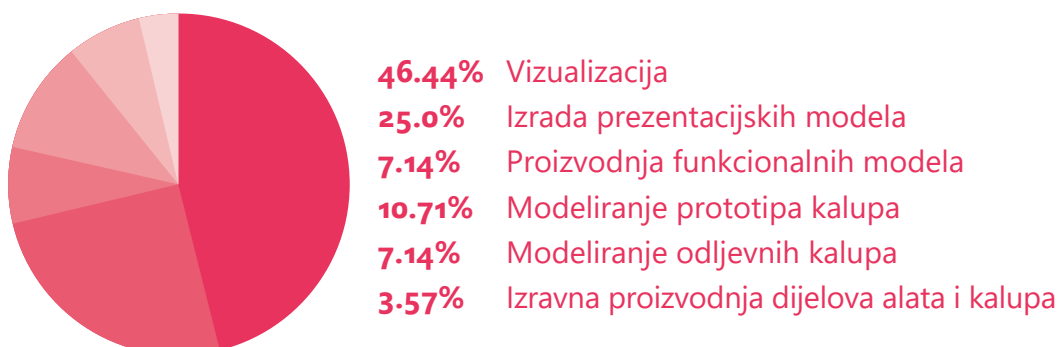
Korištenje 3D printanih proizvoda



Ako da, koje tehnologije?



Ako ne, moguća upotreba 3D modela



Ulaganja u 3D tehnologije (sljedeće godine)

NE	58.97%	DA	41.03%
----	---------------	----	---------------

Nedostatak 3D stručnjaka

NE	43.59%	DA	56.41%
----	---------------	----	---------------

Potreba za zapošljavanjem 3D stručnjaka

NE	71.79%	DA	28.21%
----	---------------	----	---------------

4.4.

Studija slučaja – zaključak

Rezultati prikupljeni u okviru studija slučaja pokazali su da se 3D tehnologija, jedan od najvećih tehnoloških trendova u ovom trenutku, sve više koristi u različitim sektorima, uključujući arhitekturu, građevinarstvo, elektrotehniku, automobilsku i zdravstvenu industriju.

Istraživanje je pokazalo da je do sada više od 50% anketiranih tvrtki implementiralo 3D tehnologije. Upotreba 3D pisača i skenera značajno ubrzava proizvodni proces, što je donedavno bio dugotrajan i skup postupak.

Štoviše, oko 40% tvrtki se izjasnilo da namjerava uložiti u 3D inovacije i opremu u sljedećoj godini, a što je još važnije za ovu studiju slučaja, njih 43,59% bori se sa sve većim nedostatkom 3D stručnjaka.

Stoga se na tržištu rada očekuje kontinuirani rast potražnje za stručnjacima u području 3D tehnologije. Zbog toga se obrazovne ustanove moraju prilagoditi i dalje razvijati svoju ponudu, koja mora biti prilagođena potrebama tržišta rada. Sudjelovanjem u različitim projektima nastavnici unaprjeđuju svoje kompetencije, što rezultira kvalitetnijim nastavnim procesom. Vrlo je važno raspolagati inovativnim tehnologijama u obrazovnim ustanovama i imati mogućnost pružiti učenicima najnovija znanja.

Cilj ovog projekta je uvesti 3D tehnologije u škole kako bi se buduće generacije pripremile za konkurentno tržište rada i daljnje obrazovanje.

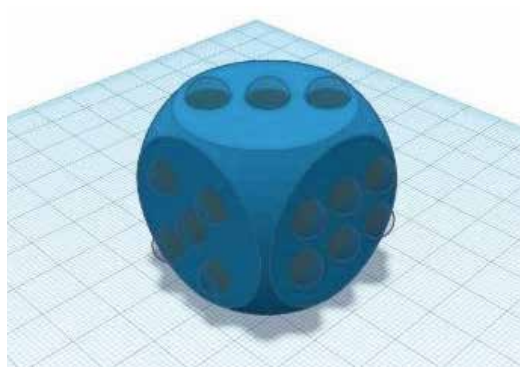
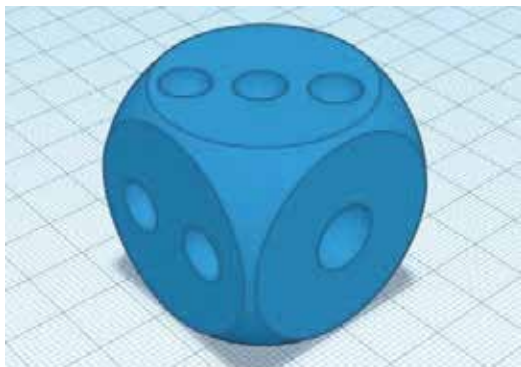
5 Primjeri praktičnih vježbi za izvođenje na 3D pisaču

U ovom se dijelu nalaze primjeri vježbi izvedenih tijekom radionica koje su vodili različiti partneri. Cilj je pružiti praktične primjere nastavnicima i ostalim dio-
nicima u strukovnim školama u svim partnerskim regijama uključenim u projekt, kako bi se olakšala njihova priprema i pridonijelo poboljšanju i promicanju stru-
kovnog obrazovanja i osposobljavanja.

- Tijekom edukacija izvedene su sljedeće praktične vježbe:

5.1. VJEŽBA „KOCKICA“

Predmet:	prirodne znanosti, matematika
Broj učenika:	12 do 14 učenika/2 do 3 učenika po grupi
Trajanje:	1 dan
Potrebni alati:	osim računala i 3D pisača s pripadajućim softverom, za radionicu su potrebni i sljedeći materijali: <ul style="list-style-type: none">• FreeCAD (slobodni ili otvorenog izvora CAD program za modeliranje)• vaga• slobodan prostor za izvedbu• 3D pisač
Ciljevi učenja:	Učenici se upoznaju s osnovama 3D ispisa, funkcioniranjem postupka ispisa i razlikama između procesa ispisa. Uče sa- mostalno upravljati pisačem i pripadajućim softverom kako bi ispisali modele kockica.



Plan aktivnosti:

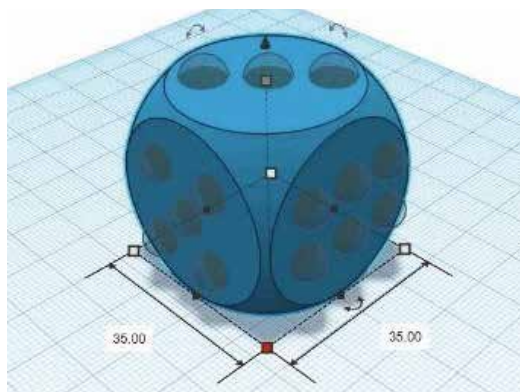
1. Priprema nastavnika

Svaki učenik mora imati računalo i softver.

SAVJET: Ispišite cijelu kockicu od istog materijala i punila. Što se tiče vremena ispisa, ispishite 2-3 jedinice odjednom.

Postavke printanja

Početni sloj (raft)	Ne
Potporni materijal	Da
Promjer mlaznice (rezolucija)	0.4 mm
Stupanj popunjenosti printanog objekta	35%



2. Osnove 3D printanja

Nastavnik je objasnio učenicima kako radi 3D pisač, koje vrste pisača imaju i kako rukovati 3D pisačem. Ključne riječi koje nastavnik treba spomenuti/objasniti: postupak printanja, postotak popunjenosti, oblik i struktura sloja, potporna struktura, prvi sloj, visina sloja printanja, format datoteke, pravila dizajna, greške.

3. Modificiranje izvornih postavki printanja i testiranje novih dijelova

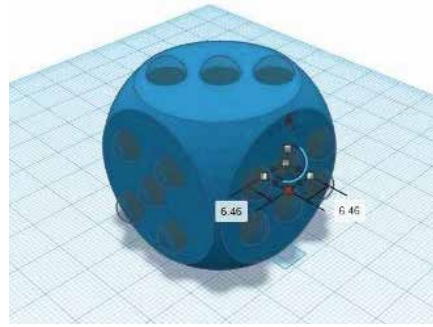
Učenici su ispisali i testirali modificirane dijelove. Izmijeniti postavke printanja znači, primjerice, smanjiti visinu sloja s 0,4 mm na 0,2 mm kako bi se postigao gladi završni sloj. Imajte na umu da će se vrijeme ispisa povećati. Stupanj popunjenosti je još jedan parametar koji učenici mogu izmijeniti. Mogu ga promijeniti s preporučenih 30% na 10% ili 50%. Upotrijebite vagu za mjerenje razlike u težini novih dijelova.

SAVJET: Izmijenite jednu po jednu postavku ispisa da biste vidjeli učinak promjene. Imajte na umu da će manja količina printanog materijala i manji broj slojeva smanjiti težinu, ali i stabilnost printanog objekta.

4. Napredni dio

U ovom dijelu radionice učenici će osmisliti i izraditi svoje kockice. Imaju dvije opcije. Prva opcija je izmijeniti postojeći dizajn. Druga opcija je osmisliti potpuno novi dizajn. Grupe mogu odlučiti koju opciju žele odabrati i započeti planirati dizajn.

Ako se učenici odluče za prvu opciju, moraju izvršiti površinsku rekonstrukciju. Datoteka .STL mora se pretvoriti u čvrsti model. Datoteku nije moguće uređivati s uobičajenim CAD programom. Nakon što se .stl datoteka pretvori u čvrsti model, isti se može eksportirati i uređivati pomoću CAD softvera ili izravno mijenjati u FreeCAD-u.



SAVJET: U CAD programu možete sastaviti model kockice, vidjeti gdje je njegovo središte mase i kako se mijenja.

5. Pregledajte i ocijenite dizajniranu i izrađenu kockicu

Učenici ispisuju samostalno izrađene dizajne i testiraju ih.

6. Osvrt

Što je najvažnije što ste naučili danas? Zašto?

Želite li koristiti 3D ispis za daljnje projekte?

O čemu želite naučiti više i zašto?

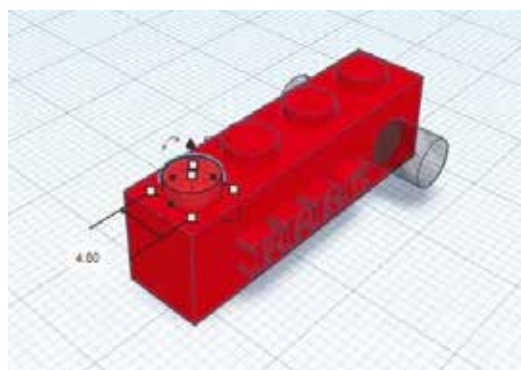
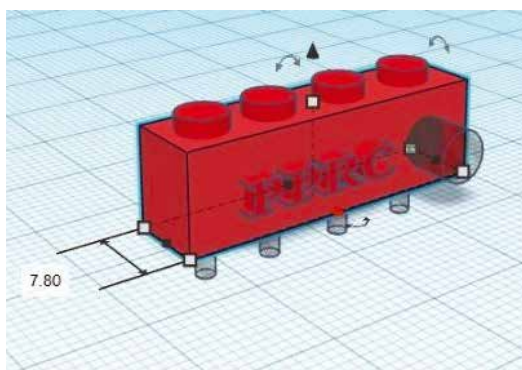
Analizirajte svoja današnja razmišljanja, učenje i rad. Na što ste najviše ponosni?

7. Reference

- www.thingiverse.com/thing:1744950
- www.tinkercad.com/dashboard
- www.bcn3dtechnologies.com/en/3d-printer/bcn3d-sigma/
- www.bcn3dtechnologies.com/en/sigma-getting-started/#break-intro

5. 2. VJEŽBA „LEGO PRIVJESAK“

Predmet:	prirodne znanosti, matematika
Broj učenika:	12 do 14 učenika/2 do 3 učenika po grupi
Trajanje:	jedan dan
Potrebni alati:	osim računala i 3D pisača s pripadajućim softverom, za radionicu je potrebno sljedeće: <ul style="list-style-type: none">• FreeCAD (slobodni ili otvorenog izvora CAD program za modeliranje)• vaga• slobodan prostor za izvedbu• 3D pisač
Ciljevi učenja:	Učenici se upoznaju s osnovama 3D ispisa, uče kako funkcionira postupak ispisa i koje su razlike između pojedinih procesa ispisa. Naučiti će samostalno upravljati pisačem i pripadajućim softverom kako bi ispisali modele Lego privjesaka.



Plan aktivnosti

1. Pripreme nastavnika

Svaki učenik mora imati računalo i softver.

SAVJET: Ispišite cijelu kockicu od istog materijala i punila.
Ispišite sve Lego privjeske zajedno.

Postavke printanja

Početni sloj (raft)	Da
Potporni materijal	Da
Promjer mlaznice (rezolucija)	0.4 mm
Stupanj popunjenosti printanog objekta	100%

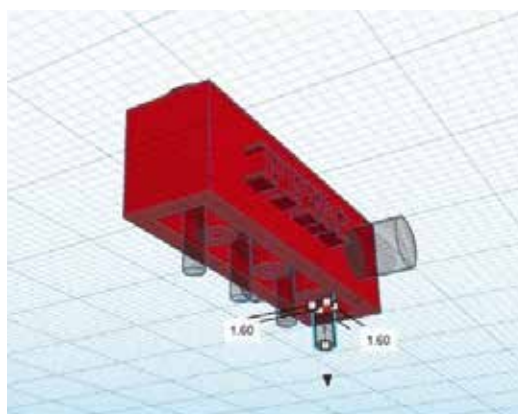
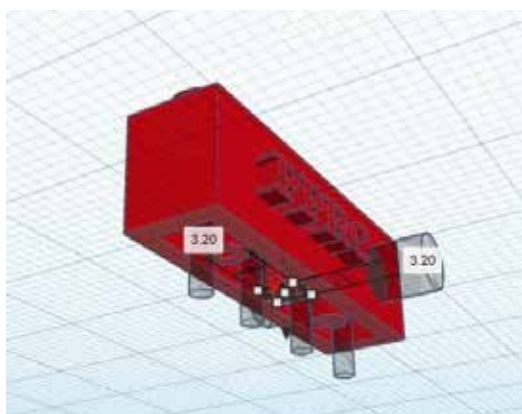
2. Osnove 3D printanja

Nastavnik je objasnio učenicima kako radi 3D pisač, koje vrste pisača imaju i kako rukovati 3D pisačem. Ključne riječi koje nastavnik treba spomenuti/objasniti: postupak printanja, postotak popunjenosti, oblik i struktura sloja, potporna struktura, prvi sloj, visina sloja printanja, format datoteke, pravila dizajna, greške.

3. Modificiranje izvornih postavki printanja i testiranje novih dijelova

Učenici su ispisali i testirali modificirane dijelove. Izmijeniti postavke printanja znači, primjerice, smanjiti visinu sloja s 0,4 mm na 0,2 mm kako bi se postigao gladi završni sloj. Imajte na umu da će se vrijeme ispisa povećati. Stupanj popunjenosti je još jedan parametar koji učenici mogu izmijeniti. Mogu ga promijeniti s preporučenih 30% na 10% ili 50%. Upotrijebite vagu za mjerenje razlike u težini novih dijelova.

SAVJET: Izmijenite jednu po jednu postavku ispisa da biste vidjeli učinak promjene. Imajte na umu da će manja količina printanog materijala i manji broj slojeva smanjiti težinu, ali i stabilnost printanog objekta.



4. Napredni dio

U ovom dijelu radionice učenici će osmisliti i izraditi svoj Lego privjesak. Imaju dvije opcije. Prva opcija je izmijeniti postojeći dizajn. Druga opcija je osmisliti potpuno novi dizajn. Grupe mogu odlučiti koju opciju žele odabrati i započeti planirani dizajn. Ako se učenici odluče za prvu opciju, moraju izvršiti površinsku rekonstrukciju. .STL datoteka se mora pretvoriti u čvrsti model. Datoteku nije moguće uređivati s uobičajenim CAD programom. Nakon što se .stl datoteka pretvori u čvrsti model, isti se može eksportirati i uređivati pomoću CAD softvera ili izravno mijenjati u FreeCAD-u.

SAVJET: U CAD programu možete sastaviti model Lego privjeska, vidjeti gdje je njegovo središte mase i kako se mijenja.



5. Pregledajte i ocijenite dizajniranu i izrađenu kockicu

Učenici ispisuju samostalno izrađene dizajne i testiraju ih.

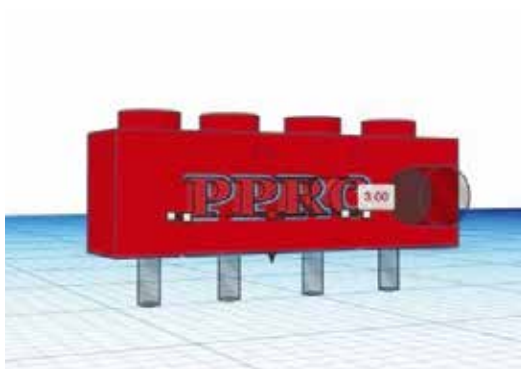
6. Osvrt

Što je najvažnije što ste naučili danas? Zašto?

Želite li koristiti 3D ispis za daljnje projekte?

O čemu želite naučiti više i zašto?

Analizirajte svoja razmišljanja, učenje i rad danas. Na što ste najviše ponosni?



7. Reference

- www.thingiverse.com/thing:1744950
- www.tinkercad.com/dashboard
- www.bcn3dtechnologies.com/en/3d-printer/bcn3d-sigma/
- www.bcn3dtechnologies.com/en/sigma-getting-started/#break-intro

5.3. VJEŽBA „STOLNI ORGANIZATOR“

Predmet:	inženjerstvo, učenje, ergonomija
Broj učenika:	12 do 15 učenika/2 do 3 učenika po grupi
Trajanje:	jedan dan
Sposobnosti učenika:	vještine skiciranja, smisao za prostor, predanost, sposobnost suradnje u grupi
Potrebni alati:	računalo s povezanim 3D pisačem i instaliranim softverom te sljedeći materijali: <ul style="list-style-type: none">● Autodesk Inventor Professional (besplatna CAD verzija ili slično)● ljepljiva traka ili ljepilo● filc● ravnalo, pomična mjerka● blok za skiciranje● škare, nož
Ciljevi učenja:	Na radionicama će se učenici upoznati s osnovama ergonomije i organiziranjem radnog prostora. Tehnologija 3D ispisa može nam pomoći organizirati vlastiti radni prostor. Možemo izraditi različite modele polica, posuda, spremnika za razne materijale, pribor i alate. Nakon što odaberu mjesto koje žele organizirati (npr. radni stol), učenici osmišljavaju vlastite organizatore. U grupama biraju oblik, veličinu i kapacitet. Najprije izrađuju skice na papiru, a zatim ih prebacuju u odgovarajući računalni program.

Plan aktivnosti

1. Pripreme nastavnika

Svaka grupa učenika ima na raspolaganju organizatore različitih oblika i veličina kako bi ih inspirirali i pomogli im u izradi njihovih modela.



SAVJET: Pripremite nekoliko primjeraka organizatora raznih oblika i veličina.

2. Osnovna pravila ergonomije

Nastavnik učenicima objašnjava osnovna ergonomiska načela. Ergonomija podrazumijeva osiguravanje radnih uvjeta psiho-fizičkim potrebama učenika.

1. Organizacija pribora i položaj tijela prilikom sjedenja - održavanje našeg tijela u prirodnom položaju tijekom rada sprječava degenerativne bolesti, grčeve i druge bolesti. Naše radno mjesto treba sadržavati sljedeće:

- udobnu stolicu,
- prostrani stol s odgovarajućom potporom za zglobove,
- oslonac za noge koji štiti koljena,
- odgovarajuća rasvjeta za smanjenje naprezanja očiju,
- ispravan raspored alata i pribora...



2. Analiziranje i prilagođavanje radnih uvjeta (stvaranje radnog prostora prilagođenog psihofizičkim sposobnostima učenika, obavljanje radnih zadataka uz najmanji mogući napor, smanjenje umora i stresa, redovite pauze).

3. Metode izvođenja



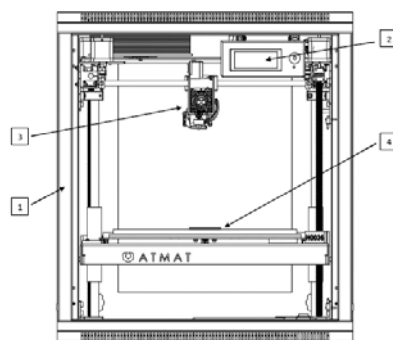
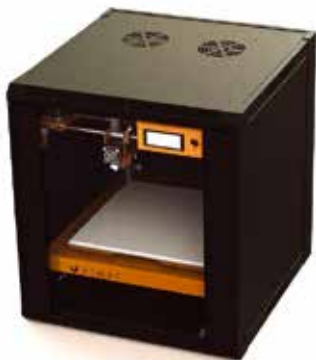
Nastavnik pokazuje kako napraviti stolni organizator za stvari kao što su olovke, kemijske olovke i sl. Druga vrsta organizatora je ona za držanje pomagala za crtanje, poput trokuta, ravnala, itd.

4. Grupni rad

Nakon demonstracije nastavnika, učenici iz dostupnih materijala pokušavaju izraditi različite verzije organizatora. Zadatak je organizirati pribor, materijale i alate ovisno potrebi za koju se organizator izrađuje.

5. Pregledajte i ocijenite dizajnirane predmete

Svaka grupa učenika predstavlja svoj organizator (kutiju za pribor) i njegovu svrhu, raspored organizatora na stolu, optimalnu organizaciju radnog prostora. Učenici također iznose svoja mišljenja i odlučuju hoće li doraditi svoje organizatore u smislu geometrije, spojenih dijelova i oblika. Kako svoj organizator možete učiniti atraktivnijim?



- 1 - okvir pisača
- 2 - upravljačka ploča
- 3 - glava pisača
- 4 - podloga za ispis

6. Osnove 3D printanja

Učenici se upoznaju s 3D pisačem. Uče o dijelovima pisača na kojem će raditi, položaju pisača, pokretanju i upravljanju pisačem. Nastavnik objašnjava kako se koristi 3D pisač, naročito: pravila sigurnog rada na 3D pisaču, sklapanje pisača, transport, instaliranje i održavanje. Nakon toga, učenici se upoznaju s parametrima i mogućnostima pisača konfigurirajući ga putem upravljačke ploče, kao i programom za 3D ispis (npr. 1999 Ultimaker Cura).

Ove su postavke važne za kvalitetu 3D ispisa, a u slučaju stolnih organizatora treba paziti da isti izgledaju glatko i elegantno.

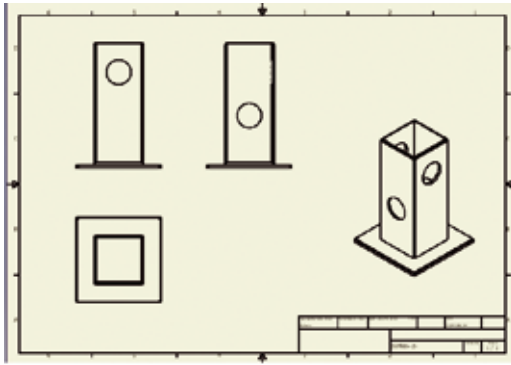
Osnovni parametri pisača su:

- dimenzije
- težina
- tehnologija ispisa
- vrsta ekstrudera
- materijali
- broj mlaznica
- promjer mlaznice
- promjer filamenta
- maks. temperatura glave printera
- maks. brzina ispisa
- radno polje
- podržani formati datoteka

7. Napredni dio

U ovom dijelu radionice učenici rade u grupama na naprednijim zadacima. Zadatak je dizajnirati stolni organizator u nekoliko verzija, tako da skiciraju različite vrste organizatora. Nakon izrade skica, grupa odabire dizajn na temelju kojeg će izraditi organizator. Kvaliteta ispisanog modela ovisi o preciznosti skice, koja utječe na debljinu sloja modela i vrijeme potrebno za ispis. Nakon usporedbe kvalitete nekoliko isprintanih primjeraka, učenici odabiru za njih najprikladniji model. U grupama započinju rad na 3D dizajniranju u CAD programu (npr. Autodesk Inventor, FreeCAD, OpenSCAD i drugi). Spremaju završeni dizajn u potrebne formate datoteka, a jedan od njih je „.STL” format kojeg prepoznaje softver pisača. Neki pisači zahtijevaju konvertiranje datoteke u format „g-code” uz pomoć programa „Ultimaker Cura”. Kao inspiraciju tijekom dizajniranja učenici mogu koristiti gotove, dostupne dizajne.

Pripremljena datoteka šalje se pisaču i ispis započinje.



8. Pregled i ocjenjivanje

Učenici prezentiraju i ocjenjuju završene radove. Može se organizirati natjecanje za najuspješniji projekt. Učenici iznose svoja mišljenja i biraju najkorisnija i najučinkovitija rješenja.

9. Osvrt

Koje ste važne stvari naučili tijekom radionice?

Hoćete li koristiti 3D ispis i u drugim projektima?

Kakva su bila vaša razmišljanja i zašto?

Razmislite utječe li danas 3D tehnologija na vaš posao, učenje, zabavu.

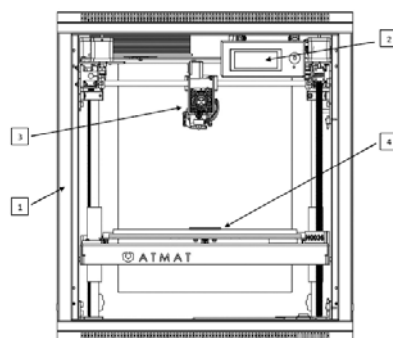
10. Korisne poveznice

- www.thingiverse.com/education
- www.atmat.pl/
- www.makerbot.com/education/3d-printing-guidebook/
- www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional



5.4. VJEŽBA „MODEL VILIČASTO-OKASTOG KLJUČA“

Predmet:	inženjerstvo, učenje, mehanika
Broj učenika:	12 do 15 učenika / 2 do 3 učenika po grupi
Trajanje:	jedan dan
Sposobnosti učenika:	vještine skiciranja, smisao za prostor, sposobnost suradnje u grupi
Potrebni alati:	<p>računalo s povezanim 3D pisačem i instaliranim softverom, kao i sljedeći materijali:</p> <ul style="list-style-type: none">• Autodesk Inventor Professional (besplatna CAD verzija ili slično)• ljepljiva traka ili ljepilo• filc• ravnalo, pomična mjerka• blok za skiciranje• škare, nož
Ciljevi učenja:	Vježba je osmišljena na način da učenicima približi mogućnosti dizajniranja alata, uzimajući u obzir njihov oblik, izgled, proporcije, kao i detalje prilikom dizajniranja čvrstih predmeta. Važan aspekt dizajna je minimiziranje potrošnje materijala za printanje (filamenta). Glavni cilj vježbe je potaknuti mlade na korištenje 3D tehnologije u dizajniranju radnih alata.



- 1 - okvir pisača
- 2 - upravljačka ploča
- 3 - glava pisača
- 4 - podloga za ispis

Plan aktivnosti

1. Pripreme nastavnika

Svaka grupa učenika mora osmisliti viličasto-okaste ključeve koji će po obliku i proporciji nalikovati pravim alatima, počevši od najjednostavnije verzije do složenijih.

2. Osnovne informacije o alatima

Viličasto-okasti ključ je alat koji se koristi za zatezanje i odvrtanje matica i vijaka, obično sa šesterokutnom glavom. Postoje dvije najčešće vrste ovog alata: metrički ili inčni ključevi. U metričkom sustavu veličina ključa odgovara udaljenosti između čeljusti u milimetrima, u inčnom sustavu ta je udaljenost iskazana u inčima.

3. Metode izvođenja

Nastavnik učenike upoznaje s izgledom ključa, te im objašnjava kako izraditi zadani predmet od dostupnih materijala.



4. Grupni rad

Nakon demonstracije, učenici pokušavaju izraditi različite verzije viličasto-okastog ključa na temelju vlastitih ideja.

5. Pregled i ocjenjivanje

Svaka grupa učenika predstavlja vlastiti koncept, oblik i detalje vlastitih modela, te postavke printanja. Učenici također odlučuju hoće li dizajnirane modele malo doraditi. Cilj je promijeniti oblik ključa i povećati broj detalja.

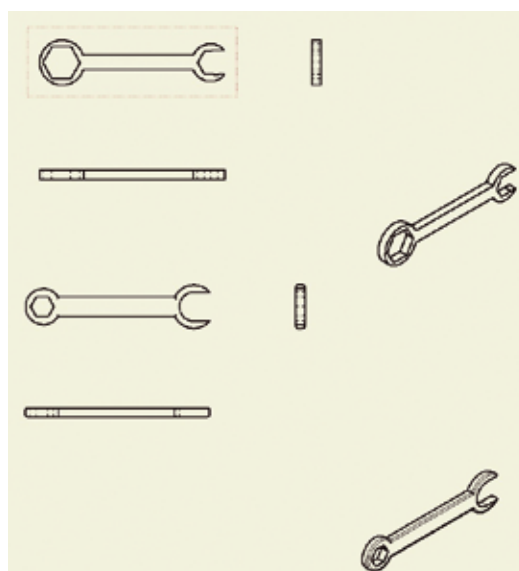
6. Printanje na 3D pisaču - osnovne informacije

Učenici se upoznaju s 3D pisačem. Uče o dijelovima pisača na kojem će raditi, postavljanju pisača na radnu površinu, puštanju u pogon, upravljanju pisačem. Nastavnik objašnjava kako koristiti pisač: pravila sigurnog rada na 3D pisaču, sastavljanje pisača, transport, upotrebu i održavanje.

Nakon toga se učenici upoznaju s parametrima i mogućnostima pisača konfigurirajući ga putem upravljačke ploče, kao i programom 3D ispisa (npr. 1999 Ultimaker Cura).

Osnovni parametri pisača su:

- dimenzije
- težina
- tehnologija ispisa
- vrsta ekstrudera
- materijali
- broj mlaznica
- promjer mlaznice
- promjer filamenta
- maks. temperatura glave printera
- maks. brzina ispisa
- radno polje
- podržani formati datoteka



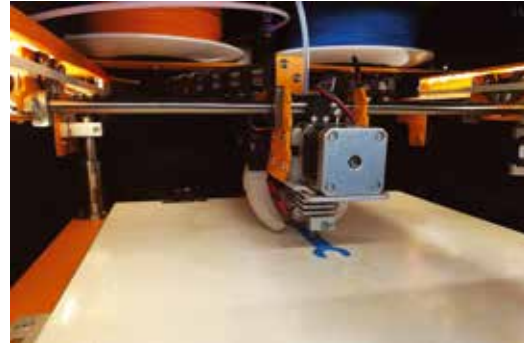
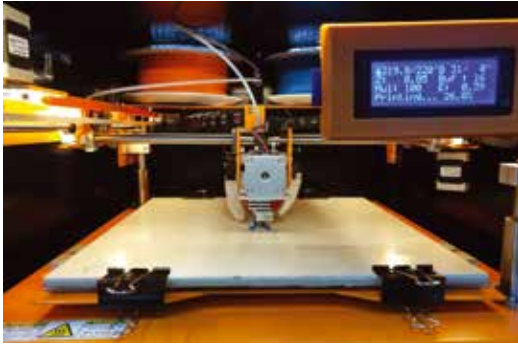
7. Napredni dio

U ovom dijelu radionice učenici rade u grupama na naprednijim zadacima. Zadatak je dizajnirati viličasto-okasti ključ u nekoliko verzija tako da skiciraju različite dizajne organizatora. Nakon izrade skica, grupa odabire dizajn na temelju kojeg će izraditi ključ.

Kvaliteta ispisanog modela ovisi o preciznosti skice, koja utječe na debljinu sloja modela i vrijeme potrebno za ispis. Nakon usporedbe kvalitete nekoliko isprintanih primjeraka, učenici odabiru za njih najprikladniji model. U grupama započinju rad na 3D dizajniranju u CAD programu (npr. Autodesk Inventor, FreeCAD, OpenSCAD i drugi).

Završni dizajn potrebno je spremati u odgovarajući format, a jedan od njih je „STL” format.

Neki pisači zahtijevaju konvertiranje datoteke u format „g-code” uz pomoć programa „Ultimaker Cura”. Kao inspiraciju tijekom dizajniranja učenici mogu koristiti gotove, dostupne dizajne.



8. Pregled i ocjenjivanje

Učenici prezentiraju i ocjenjuju završene radove. Može se organizirati natjecanje za najuspješniji projekt. Učenici iznose svoja mišljenja i biraju najkorisnija i najučinkovitija rješenja.

9. Osvrt

Koje ste važne stvari naučili tijekom radionice?

Hoćete li koristiti 3D ispis i u drugim projektima?

Kakva su bila vaša razmišljanja i zašto?

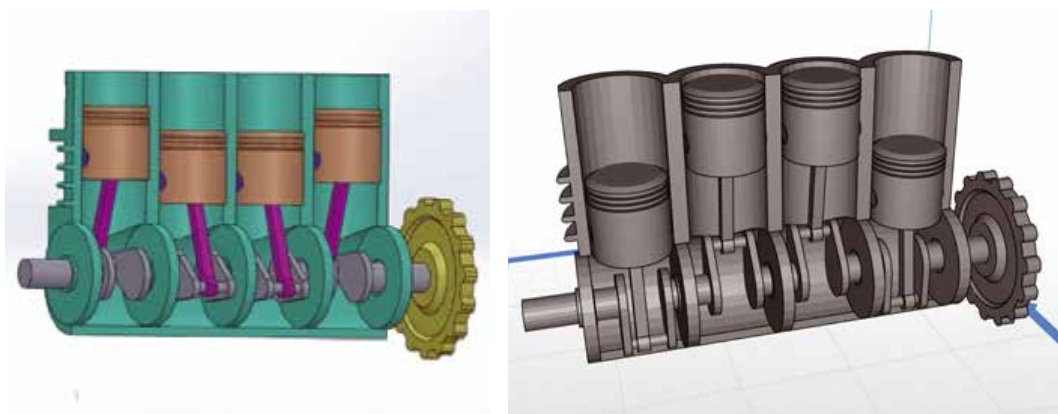
Razmislite utječe li danas 3D tehnologija na vaš posao, učenje, zabavu.

10. Korisne poveznice

- www.thingiverse.com/education
- www.atmat.pl/
- www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional
- www.tinkercad.com/
- www.ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software
- www.google.com/search?q=klucze+3d&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b

5.5. VJEŽBA „ČETVEROCILINDRIČNI MOTOR“

Predmet:	strojarstvo
Broj učenika:	10 do 16 učenika/3 do 4 učenika po grupi
Trajanje:	1 dan uvida u 3D printanje, 2 dana radionice
Potrebni alati:	Osim računala i 3D pisača s pripadajućim softverom, za radionicu su još potrebni: <ul style="list-style-type: none">• FreeCAD (slobodni ili otvorenog izvora CAD program za modeliranje)• dostupni modeli
Reference i modeli:	www.thingiverse.com/thing:2881472
Ciljevi učenja:	Motor s unutarnjim izgaranjem se može izraditi na 3D pisačima. Učenici se upoznaju s osnovama 3D ispisa, funkcioniranjem proizvodnog procesa i razlikom između procesa ispisa. Uče samostalno raditi s pisačem i razlikom između pojedinih procesa ispisa.



Plan aktivnosti

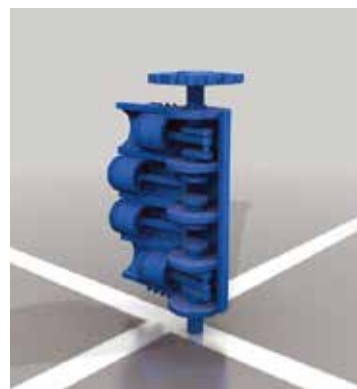
1. Pripreme nastavnika

Svaka grupa učenika trebala bi imati osnovni 3D model svih sastavnih dijelova četverotaktnog četverocilindričnog motora prije nego odabere postavke printanja.

SAVJET: Isprintajte pokretne dijelove motora u jednoj boji (npr. crnoj), a ostale dijelove motora s unutarnjim izgaranjem u nekoj drugoj boji, bez potpornog materijala, pognute ravno na radnoj platformi (ploči).

Postavke printanja

Početni sloj (raft)	Da
Potporni materijal	Da
Promjer mlaznice	0.4 mm
Debljina sloja	0.19 mm
Stupanj popunjenosti printanog objekta	10%

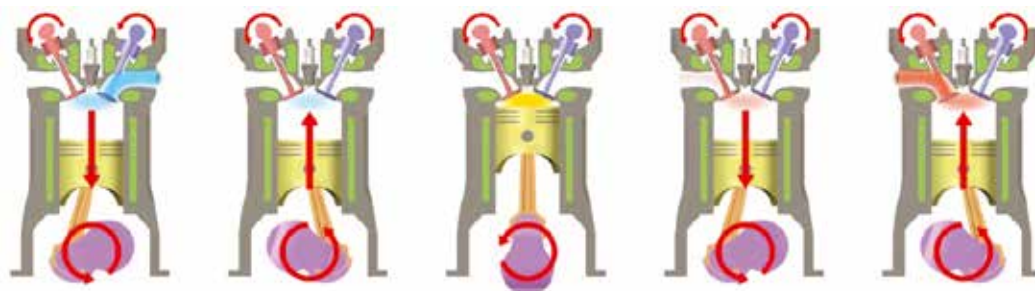


2. Osnove 3D printanja (uvodni sat)

Nastavnik objašnjava učenicima osnovne dijelove i način rada četverotaktnog motora s unutarnjim izgaranjem. Ključne riječi koje nastavnik treba spomenuti/objasniti: postupak printanja, postotak popunjenosti, oblik i struktura sloja, potporna struktura, prvi sloj, visina sloja printanja, format datoteke, pravila dizajna, greške.

3. Osnovna struktura motora s unutarnjim izgaranjem

Nastavnik objašnjava učenicima osnovne dijelove i način rada pojedinih dijelova četverotaktnog motora s unutarnjim izgaranjem.



4. Demonstracija i opis

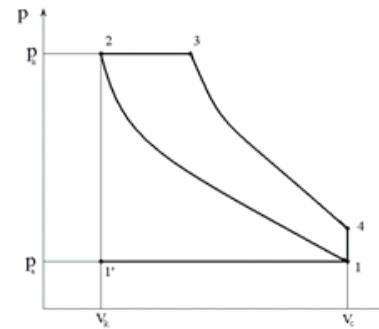
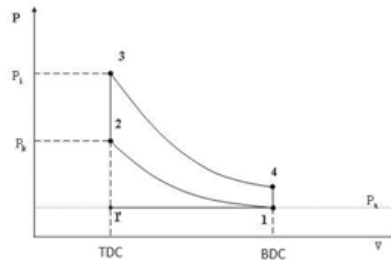
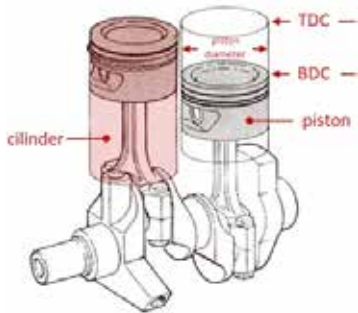
U nastavku je opisan rad četverotaktnog motora.

- Otto proces

Proces započinje ubacivanjem smjese goriva i zraka u cilindar i tada počinje kompresija. Smjesi raste tlak i temperatura, a smanjuje joj se obujam. Tada svjećica stvara iskru i pali smjesu. Smjesa trenutno izgara povećavajući tlak i temperaturu u cilindru, pri konstantnom obujmu. Nakon završetka izgaranja smjese slijedi faza ekspanzije a nakon nje nastupa faza ispuha, gdje tlak i temperatura u cilindru padaju na vrijednosti s početka procesa. Završetkom navedenih koraka, započinje novi ciklus.

- Diesel proces

Dieselov proces je proces izgaranja klipnog motora s unutarnjim izgaranjem. U njemu, gorivo je zapaljeno komprimiranim zrakom u izgarajućem cilindru u koje je gorivo ubrizgano. Proces započinje kompresijom zraka u cilindru. Slijedi početno izobarno grijanje koje se nastavlja ekspanzijom smjese. Teoretski, tlak je konstantan u prvom dijelu faze izgaranja. U praksi postoji povećanje tlaka u ovoj fazi, ali je manje izraženo nego u Ottovom procesu. Zadnja faza procesa je ispuh, kada se ispušni plinovi odvođe van iz cilindra.



5. Složite izrađeni uzorak četverocilindričnog motora

Učenici moraju sastaviti osnovnu jedinicu četverocilindričnog motora u funkcionalnu cjelinu.

6. Pregledajte i ocijenite izrađeni uzorak

Svaka grupa prezentira izrađeni primjer četverocilindričnog motora. Raspravite o tome koji se sve tehnički predmeti i sklopovi mogu izraditi na ovaj način. Koji čimbenici utječu na način modeliranja ovakvog sklopa? Kako možemo poboljšati, promijeniti ili stvoriti vlastiti dizajn modela ovakvog motora?

7. Modifikacija izvornih postavki printanja i testiranje novih dijelova

U grupama razgovaraju o tome koje postavke ispisa žele promijeniti i kako će to utjecati na printani objekt. Učenici printaju i testiraju modificirane dijelove. Izmijeniti postavke printanja znači, primjerice, povećati debljinu sloja sa 0,19 mm na 0,29 mm da se dobije nešto grublja površina. Imajte na umu da će to skratiti vrijeme ispisa. Stupanj popunjenosti je još jedan parametar kojeg učenici mogu izmijeniti. Mogu ga povećati s preporučenih 10% na 20% ili 30%. Upotrijebite vagu za mjerenje razlike u težini novih dijelova.

SAVJET: Izmijenite jednu po jednu postavku ispisa da biste vidjeli učinak promjene. Imajte na umu da će manja količina printanog materijala i manji broj slojeva smanjiti težinu, ali i stabilnost motora.

8. Pregledajte i ocijenite modificirani predmet printanja

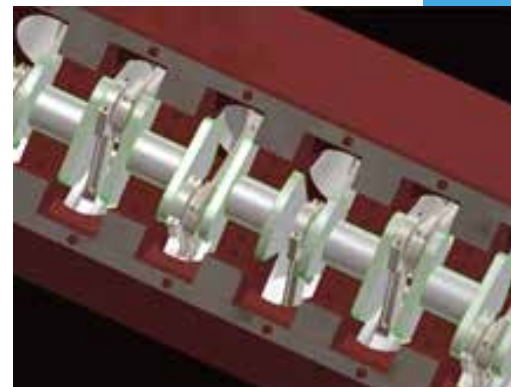
Učenici računaju i procjenjuju glavne parametre ispisa kao što su: debljina sloja, vrijeme ispisa, stupanj popunjenosti, visina sloja i druge karakteristike procesa printanja. Razmislite koji od njih ima najveći utjecaj na postizanje stabilnosti i funkcionalnosti motora. Jeste li postigli očekivane rezultate?

9. Napredni dio - projektiranje i izrada novog motora

U ovom dijelu radionice učenici će osmisлити i izraditi vlastite prijedloge sklopa motora. U tu svrhu učenici modeliraju vlastite nacрте koristeći znanja koja su stekli u radionici, raspravama i testiranjima različitih dijelova i cijelog motora. Imaju dvije moguće opcije, prva je izmijeniti postojeći dizajn, a druga opcija je stvoriti potpuno novi dizajn. Grupe odabiru između dviju opcija i započinju s radom na novom dizajnu.



- Različiti primjeri:



10. Pregledajte i ocijenite modificirani dizajn motora

Učenici ispisuju samostalno izrađene elemente motora i testiraju ih. Imaju li promjene/poboljšanja efekt koji ste očekivali? Međusobno analiziraju postignuti rezultat.

11. Osvrt

Koji su dizajni motora bili najučinkovitiji i imaju li oni zajedničkih karakteristika?

Što je najvažnije što ste naučili danas? Zašto?

Želite li koristiti 3D ispis za daljnje projekte?

O čemu želite naučiti više i zašto?

Analizirajte svoja današnja razmišljanja, učenje i rad. Na što ste najviše ponosni?

5.6. VJEŽBA „VJETROAGREGAT“

Predmet:	elektrotehnika
Broj učenika:	10 do 16 učenika/3 do 4 učenika po grupi
Trajanje:	1 dan uvoda u 3D printanje, 2 dana radionice
Potrebni alati:	osim računala i 3D printera s pripadajućim softverom, za radionicu su još potrebni: <ul style="list-style-type: none">• FreeCAD (slobodni ili otvorenog izvora CAD program za modeliranje)• dostupni modeli
Reference i modeli:	www.thingiverse.com/thing:2822484
Ciljevi učenja:	Ovaj vjetroatregat (vjetrenjača) se može izraditi na 3D pisačima. Učenici se upoznaju s osnovama 3D ispisa, funkcioniranjem proizvodnog procesa, kao i razlikama između pojedinih procesa ispisa. Učenici uče samostalno raditi s pisačem i pripadajućim softverom za ispis modela vjetroatregata (vjetrenjača).

Plan aktivnosti

1. Pripreme nastavnika

Svaka grupa učenika trebala bi imati osnovni 3D model svih sastavnih dijelova vjetroatregata (vjetrenjače) prije nego odabere postavke printanja.

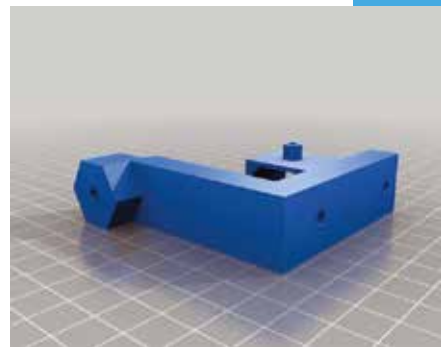
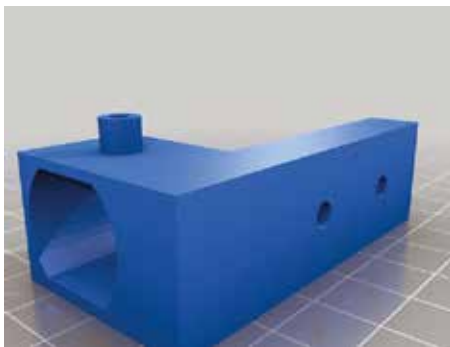
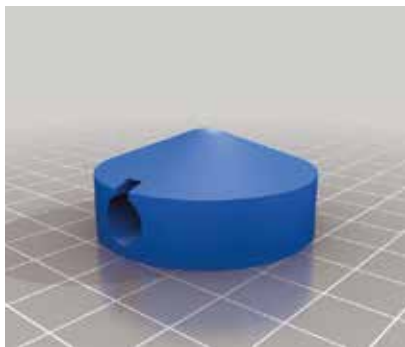
SAVJET: Isprintajte sve pokretne dijelove mehanizma u jednoj boji, a preostale u drugoj boji, bez potpornog materijala, polegnute ravno na radnoj platformi (ploči).

Postavke printanja:

Početni sloj (raft)	Da
Potporni materijal	Ne
Promjer mlaznice	0.4 mm
Debljina sloja	0.19 mm
Stupanj popunjenosti printanog objekta	10%



- Primjeri modela:



2. Osnove 3D printanja (uvodni sat)

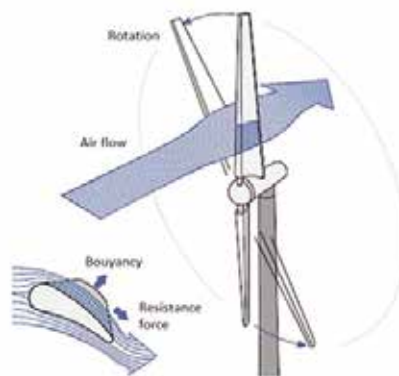
Nastavnik objašnjava način rada 3D pisača, različite vrste i rukovanje 3D pisačem. Ključne riječi koje nastavnik treba spomenuti/objasniti: postupak printanja, postotak popunjenosti, oblik i struktura sloja, potporna struktura, prvi sloj, visina sloja printanja, format datoteke, pravila dizajna, greške.

3. Osnovna struktura vjetroatregata (vjetrenjače)

Učitelj objašnjava učenicima osnovne dijelove i način rada vjetroatregata (vjetrenjače).

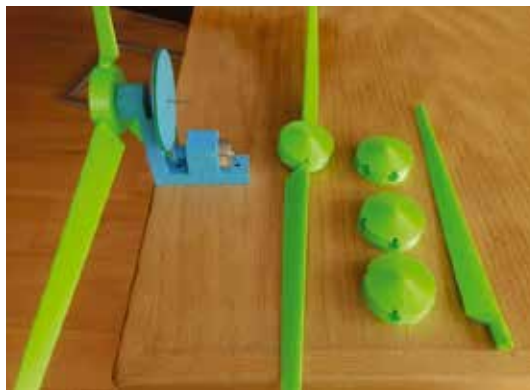
4. Demonstracija i opis

Vjetroatregat je rotirajući stroj koji pretvara kinetičku energiju vjetra najprije u mehaničku, a zatim, preko električnih generatora, u električnu energiju. Pri tome se rotor vjetroturbine i rotor električnog generatora nalaze na istom vratilu. Glavni dijelovi vjetroatregata su: rotor ili vjetroturbina (sastoji se od glavčine, vratila i lopatica - obično 3 lopatice), kočioni sustav, elementi za uležištenje sporohodnog vratila, upravljački i nadzorni sustav, električni generator, zakretnik ili oprema za zakretanje, kućište stroja ili gondola, stup, prijenosnik snage (obično multiplikator), temelj, transformator, spoj na elektroenergetski sustav i posebna oprema.



5. Složite izrađeni uzorak

Učenici moraju sastaviti osnovnu jedinicu vjetroatregata u funkcionalnu cjelinu.



6. Procjena i pregled

Svaka skupina prezentira izrađeni primjer vjetroatregata.

Raspravite o tome koji se sve tehnički predmeti i sklopovi mogu izraditi na ovaj način.

Koji čimbenici utječu na način modeliranja ovakvog sklopa?

Kako možemo poboljšati, promijeniti ili stvoriti vlastiti dizajn modela vjetroatregata?

7. Modifikacija izvornih postavki printanja i testiranje novih dijelova

Učenici u grupama razgovaraju o tome koje postavke ispisa žele promijeniti i kako će to utjecati na printani objekt. Učenici ispisuju i testiraju modificirane dijelove. Izmijeniti postavke ispisa znači, primjerice, smanjiti sloj od 0,4 mm na 0,29 mm da se dobije nešto finija površina. Imajte na umu da će to povećati vrijeme ispisa. Stupanj popunjenosti je još jedan parametar kojeg učenici mogu izmijeniti. Mogu ga povećati s preporučenih 10% na 20% ili 30%. Upotrijebite vagu za mjerenje razlike u težini novih dijelova.

SAVJET: Izmijenite jednu po jednu postavku ispisa da biste vidjeli učinak promjene. Imajte na umu da će manja količina printanog materijala i manji broj slojeva smanjiti težinu, ali i stabilnost vjetroatregata.

8. Pregledajte i ocijenite modificirani predmet printanja

Učenici računaju i procjenjuju glavne parametre ispisa kao što su: debljina sloja, vrijeme ispisa, stupanj popunjenosti, visina sloja i druge karakteristike procesa printanja. Raspravite o tome koji od njih ima najveći utjecaj na postizanje stabilnosti i funkcionalnosti vjetroatregata. Jesu li postignuti očekivani rezultati?

9. Napredni dio - projektiranje i izrada novog vjetroatregata

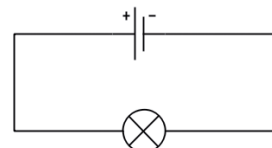
U ovom dijelu radionice učenici će osmisliti i izraditi vlastite prijedloge sklopa vjetroatregata. U tu svrhu učenici modeliraju vlastite nacрте koristeći znanja koja su stekli u radionici, raspravama i testiranjima različitih dijelova i cijelog motora. Imaju dvije moguće opcije, prva je izmijeniti postojeći dizajn, a druga je stvoriti potpuno novi dizajn. Grupe odabiru između dviju opcija i započinju s radom na novom dizajnu.

- Različiti primjeri:



Također, potrebno je implementirati strujni krug korištenjem malog generatora izmjenične struje (dinamo) koji proizvodi električnu energiju slično kao na primjeru rada svjetla na biciklu. On će pretvoriti mehaničku energiju okretanja vjetrokotača u električnu energiju pokretanjem magneta.

Radi na principu elektromagnetske indukcije. Rotirajući magnet stvara promjenjivo magnetsko polje koje inducira struju koja daje svjetlo žaruljici u izrađenom strujnom krugu.



10. Pregledajte i ocijenite modificirani dizajn vjetroatregata

Učenici ispisuju samostalno izrađene elemente vjetroatregata i testiraju ih. Pomažu li promjene/poboljšanja kako ste očekivali? Međusobno analiziraju postignuti rezultat.

SAVJET: Provjerite mogućnost zakretanja lopatice vjetroatregata na postojećem dizajnu.

11. Osvrt

Koji su dizajni vjetroatregata bili najučinkovitiji i imaju li one zajedničkih karakteristika?

Što je najvažnije što ste naučili danas? Zašto?

Želite li koristiti 3D ispis za daljnje projekte?

O čemu želite naučiti više i zašto?

Analizirajte svoja današnja razmišljanja, učenje i rad. Na što ste najviše ponosni?



5.7. VJEŽBA „IZRADA OSOVINE“

Predmet:	inženjerstvo, znanost
Broj učenika:	12 učenika
12 učenika	2 dana
Sposobnosti učenika:	
Potrebni materijali:	AutocAD 2018, 6 računala s potrebnim konfiguracijama, 3D pisač, materijal za printanje (filament)
Ciljevi učenja:	Cilj vježbe je naučiti učenike kako koristiti AutocAD, koja je razlika između 3D ispisa i CNC obrade, kako primijeniti 3D ispis, kako upravljati 3D pisačem.

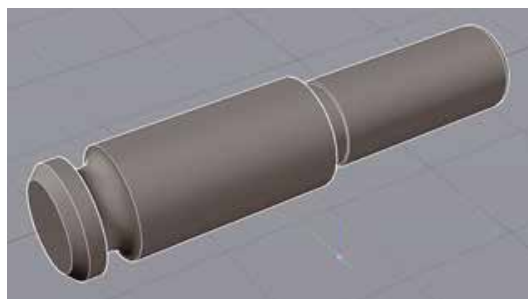
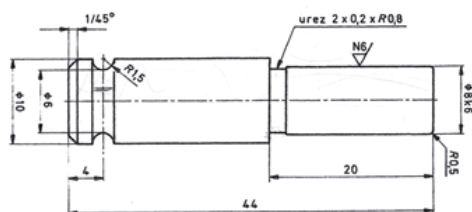
Plan aktivnosti

1. Pripreme nastavnika

Na svako računalo koje učenici koriste instaliran je odgovarajući program. Računalo nastavnika spojeno je na projektor sa zajedničkim zaslonom kako bi ga učenici mogli pratiti. Plan za izradu 3D modela detaljno je prikazan na slikama u nastavku.

2. Zadatak 3D modeliranja

Potrebno je modelirati objekt prema priloženoj slici te ga pripremiti za 3D ispis. Model će biti izrađen u programu AutocAD 2018.



3. Modeliranje u AutocAD -u

Nastavnik i učenici prolaze kroz proces modeliranja, korak po korak, u različitim fazama, kako bi učenici mogli pratiti i kreirati vlastiti model pomoću programa. Svaka grupa ima različite dimenzije izratka.

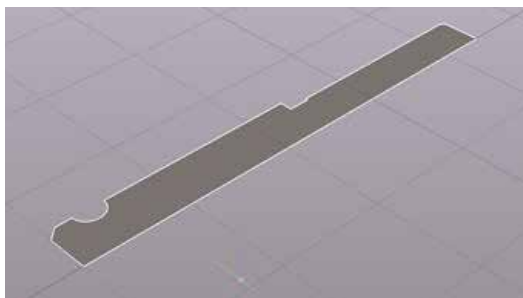
Izrada 2D skice u pogledu TOP.
Upotreba naredbi LINE (crtanje linija), CIRCLE (kružnica), TRIM (izrezivanje):



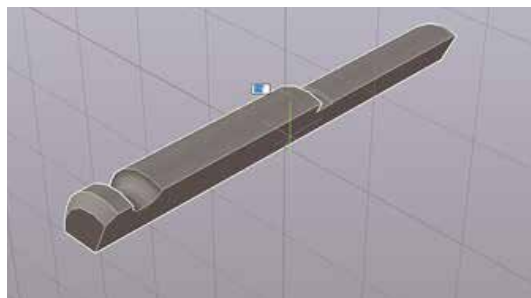
Naredbom REGION formira se površina koja će se rotirati i iz koje će nastati.



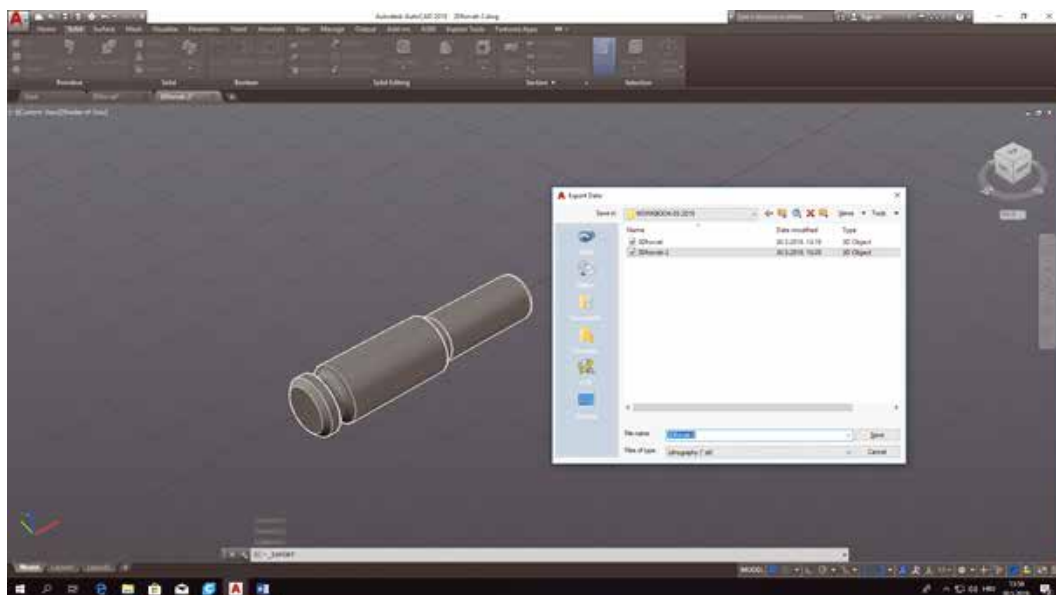
Prikaz u pogledu ISOMETRIC SW:



Uporabom naredbe REVOLVE rotacija predmetne površine oko osi „x“ za 360°:



Konačni izgled modela:



Naredbom UNION potrebno objedinjavanje pojedinačnih objekata u jedan objekt. Zatim je potrebno izvršiti eksportiranje u .STL format.

4. Prikaz simulacije

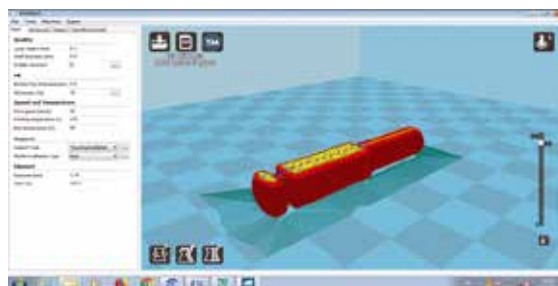
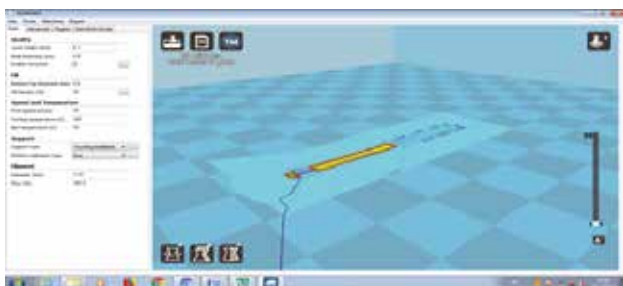
Nastavnik pokazuje učenicima kako raditi u programu koji se koristi za prikaz postavki simulacije i ispisa. U ovom slučaju to je „CURA“, ali postoje mnogi drugi programi koji se lako mogu koristiti u tu svrhu.

U ovom dijelu nastavnik objašnjava učenicima važnost faze simulacije u procesu 3D ispisa.

Sljedeće slike prikazuju programsko sučelje, kao i koje se veličine mogu mijenjati i kako.

Otvorite program CURA koji služi za formiranje postavki za izradu 3D ispisa te učitajte model (u .STL formatu):

Prikaz simulacije ispisa modela po slojevima u različitim fazama:

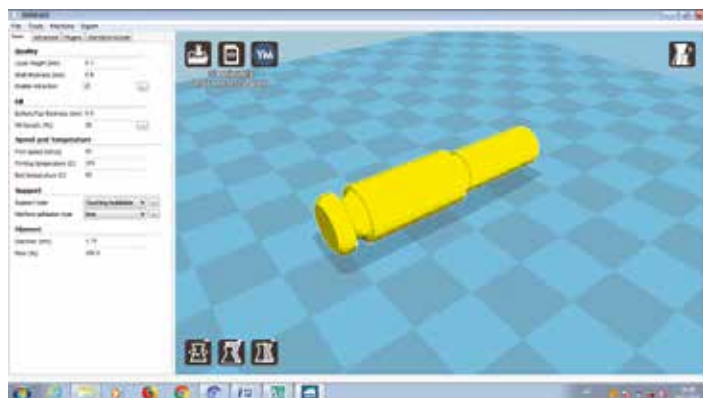


5. Osnove 3D printanja

Nastavnik objašnjava učenicima svojstva pisača: njegov rad, vrste i pokrete osi, osovinski pogon, način primjene filameta, temperaturu filameta i ispisne podloge, postavke ispisa, reference pisača i ostale parametre. Nakon modeliranja slijedi:

Prelazak na G-code („spremite kao g-code“) i podešavanje parametara ispisa na pisaču:

- visina pojedinog sloja: 0.1 mm
- širina sloja: 0.8 mm
- debljina popunjenog sloja s gornje i donje strane: 0.6 mm
- postotak ispunjenosti središnjeg dijela: 30%
- brzina ispisa: 50 mm/s
- temperatura filameta: 195°C
- temperatura podloge: 50°C
- nosači: ne
- i ostali parametri



6. Modificiranje izvornih postavki printanja i testiranje novih dijelova

Gornje postavke ispisa mogu se mijenjati. Nastavnik pokazuje učenicima kako promjena određenog parametra utječe na kvalitetu i brzinu ispisa. Učenici mogu slobodno mijenjati ulazne parametre u prihvatljivim granicama (koje određuje nastavnik). Ovo će učenicima pružiti primjer kako određena postavka utječe na 3D ispis.

Na primjer:

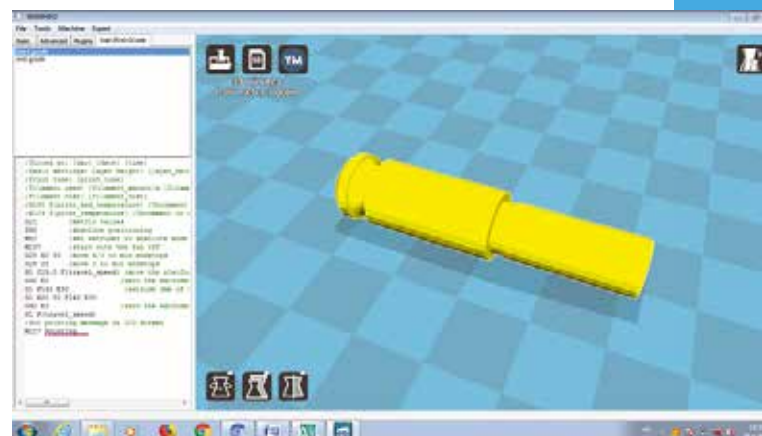
- postotak punjenja utječe na čvrstoću izratka, brzinu ispisa, težinu izratka, potrošnju materijala
- brzina ispisa utječe na kvalitetu površine izratka, vrijeme ispisa
- debljina svakog sloja utječe na kvalitetu ispisa, međusobno povezivanje slojeva
- temperatura površine utječe na kvalitetu osnovnog sloja nanesenog na podlogu

SAVJET: Svaka bi grupa trebala promijeniti samo jedan od navedenih parametara da vidi kako utječe na dimenzije. Na primjer, jedna grupa mijenja samo postotak punjenja, druga grupa mijenja samo temperaturu podloge, itd.

Pogledajte programske naredbe u g-codeu:

7. Proces 3D ispisa

Grupe učenika ispisuju vlastite modele prema parametrima koje su prethodno dogovorili s nastavnikom. Nakon što dovrše ispis, učenici procjenjuju u kojoj je mjeri modificirani parametar utjecao na njihov printani objekt. Nakon što sve grupe završe svoje ispise, učenici razmjenjuju svoje predmete i objašnjavaju kako je mijenjanje pojedinog parametra utjecalo na kvalitetu ispisa. To učenicima daje uvid u sve modifikacije ulaznih parametara po grupama i omogućava im da izmijene iskustva.



6 Priručnik

– zaključak

Ovaj priručnik je namijenjen nastavnicima u području strukovnog obrazovanja i osposobljavanja koji su uključeni u proces učenja s naglaskom na 3D tehnologije. Uz ostale aktivnosti koje se provode u okviru projekta, priručnik bi trebao imati značajan utjecaj na profesionalni razvoj nastavnika strukovnog obrazovanja kao i na poboljšanje kvalitete nastave.

Cilj priručnika je pružiti nastavnicima metode i praktične primjere s kojima mogu raditi u svojim obrazovnim ustanovama. Glavna svrha priručnika usko je povezana s glavnim ciljem projekta, a to je stvaranje obrazovnog sustava strukovnog obrazovanja i osposobljavanja koji je povezan s poslovnim svijetom i prilagođava se stalnim promjenama potražnje za novim vještinama i kompetencijama na tržištu rada. Kako bi se postigao ovaj cilj, pružatelji strukovnog obrazovanja i osposobljavanja moraju kontinuirano unaprjeđivati svoje obrazovanje te na taj način doprinose modernizaciji i poboljšanju kvalitete strukovnog obrazovanja. Zahvaljujući vježbama i praktičnim primjerima koje sadrži, priručnik bi trebao omogućiti nastavnicima da osmisle i uvedu inovativne programe i vještine temeljene na metodama i alatima koje su rezultat analize praksi partnerskih obrazovnih ustanova, što je jedan od prioriteta strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u svim zemljama partnerima.

Postizanje bilo kojeg od ovih ciljeva predstavljat će značajan uspjeh za projektne partnere i autore ovog priručnika.

Reference

- Regionalne studije slučaja (4)
- Intervjui s glavnim dionicima (40)
- Izvješća sa zajedničkih treninga nastavnika (3)
- Izvješća s razmjene učenika u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (2)
- Praktične vježbe s učenicima

