



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



3D spausdinimo mokymo moduliai profesinio mokymo mokytojams, dirbantiems elektros - elektronikos srityse

(2019-1-TR01-KA202-07433)



3D print training modules

IO1: ECVET žinių ir įgūdžių tobulinimo sistema

Pradžia: 01-12-2019

Pabaiga: 30-06-2020

Atsakingas partneris: Vienna Association of Education Volunteers



Turiny

1. Pratarinė	3
2. Įvadas	5
3. Mokymosi rezultatai	7
4. Įrangos ir programinės įrangos palyginimas	17
4.1 3D modeliavimo programos	17
4.2 Pjaustymo programos	20
4.3 3D spausdintuvai	21

1. Pratarinė

Profesinio mokymo mokytojų tobulėjimas yra pagrindinis elementas užtikrinant profesinio ir techninio mokymo kokybę ir tinkamumą tiek mokykloje, tiek darbo vietoje. Naudojant naujas technologijas, tokias kaip 3D spausdinimas ir prototipų formavimas profesinio rengimo ir mokymo įstaigose, bus sustiprinti ryšiai tarp švietimo ir darbo rinkos. Kol kas nėra sukurto unifikuoto 3D spausdinimo mokymo modulių mokymo plano, skirto dirbantiems elektros – elektronikos srityse, kuriuo būtų sudominami jauni žmonės, padidintas mokymosi tempas bei studentų kūrybiškumas. 3D spausdinimo technologija yra svarbi šių dienų profesinio mokymo studentams, nes būtent jie bus darbuotojai ateityje.

3D spausdinimas taikomas sveikatos apsaugos srityje, aviacijoje, gamyboje ir daugelyje kitų sričių. Tačiau 3D spausdinimo technologija yra gana mažai pritaikyta švietimo tikslams. Nepaisant galimos naudos, nėra parengtos unifikuotos mokymo medžiagos, leidžiančios integruoti 3D spausdinimo technologiją profesinio rengimo įstaigose rengiant besimokančius elektros - elektronikos srityse.

Plečiant 3D spausdinimo technologijos pritaikymą elektros elektronikos pramonėje, svarbu, kad profesinio mokymo mokytojai pradėtų tobulinti techninius įgūdžius, reikalingus šios technologijos pritaikymui.

Profesinis švietimas ir mokymas kartu su visomis švietimo ir mokymo sistemomis turės prisidėti skatinant Europos ekonomikos konkurencingumą ir inovacijas. Įgūdžių gerinimas yra būtinas atitinkamai atnaujinant ir mokymo programą, kad būtų galima efektyviai mokytis atsižvelgiant į elektros ir elektronikos sektoriaus poreikius ir naujas technologijas.

Dėl naujo požiūrio į mokymąsi keičiasi mokytojo vaidmuo. Vis daugiau dėmesio skiriant aktyviam mokymuisi, atsakomybė pereina nuo profesinio mokymo mokytojo prie studento, mokytojas tampa pagalbininku mokymosi procese, o ne ekspertinių žinių perdavėju. Savarankiškas mokymasis tampa būtinybe besikeičiančioje visuomenėje.

Projektą “3D spausdinimo mokymo moduliai profesinio mokymo mokytojams, dirbantiems elektros - elektronikos srityse” bus sukurta mokomoji medžiaga, skirta profesinio mokymo mokytojams profesionaliai įdiegti 3D spausdinimo technologijas švietimo įstaigose. atmosferoje. Tai bus pagalba profesinio mokymo mokytojams:

- Klasėje užsiėmimų metu pateikti vaizdinę medžiagą,
- Įtraukti studentus į mokymo procesą,
- Pagerinti praktinį mokymąsi naudojant realius modelius.

Projektą bus sukurti šie intelektiniai produktai profesinio rengimo mokytojams, dirbantiems elektros - elektronikos srityse:

- o IO1: ECVET paremta žinių ir įgūdžių tobulinimo sistema
- o IO2: 3D spausdinimo mokymo modulis, skirtas profesinio rengimo studentams, besimokantiems elektros - elektronikos srityse
- o IO3: 3D spausdinimo mokymo modulio e-platforma

Pagrindinis projekto tikslas – ECVET paremtos mokymo medžiagos, skirtos profesinio mokymo mokytojų, dirbančių elektros – elektronikos srityse, kvalifikacijai kelti, sukūrimas.

Mokomosios medžiagos kūrimo procesas remsis šiais keturiais mokymo kokybės principais:

1. Kompetencijomis grįsta sistema
2. Aktyvus valdymas ir bendradarbiavimas
3. Aukšto lygio įgūdžių ugdymas
4. Atsakingumas

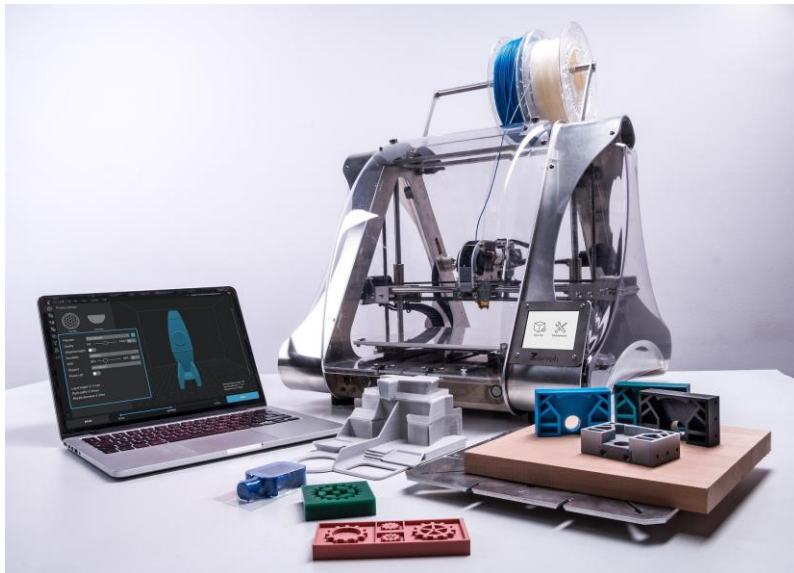
2. Įvadas

Pagrindinis šio darbo tikslas yra sukurti ECVET pagrįstą unikalią 3D spausdinimo modulių mokymo programą, kurią galėtų naudoti elektros ir elektronikos dalykų mokytojai profesinėse mokyklose.

ECVET pagrįstą žinių ir įgūdžių tobulinimo sistemą sudaro mokymosi rezultatai, mokymo programos, techninių reikalavimų ataskaita, įrangos ir programinės įrangos aprašai. Ji yra suskaidyta į 6 pagrindines dalis:

1. Įvadas į 3D spausdinimą
2. 3D spausdinimo procesas
3. Modelio 3D spausdinimui sukūrimas
4. Modeliavimo įgūdžių vystymas
5. Optimizacija
6. 3D spausdinimas elektros - elektronikos srityse

Žinių ir įgūdžių sistema orientuota į vidutinį studentų parengimo lygį. Įgytos žinios ir įgūdžiai laikomi mokymosi rezultatais. Visa tai bus naudojama planuojant pamokas besimokantiems elektros - elektronikos srityse, įvertinant naują mokymosi programą.



Novatoriškumas:

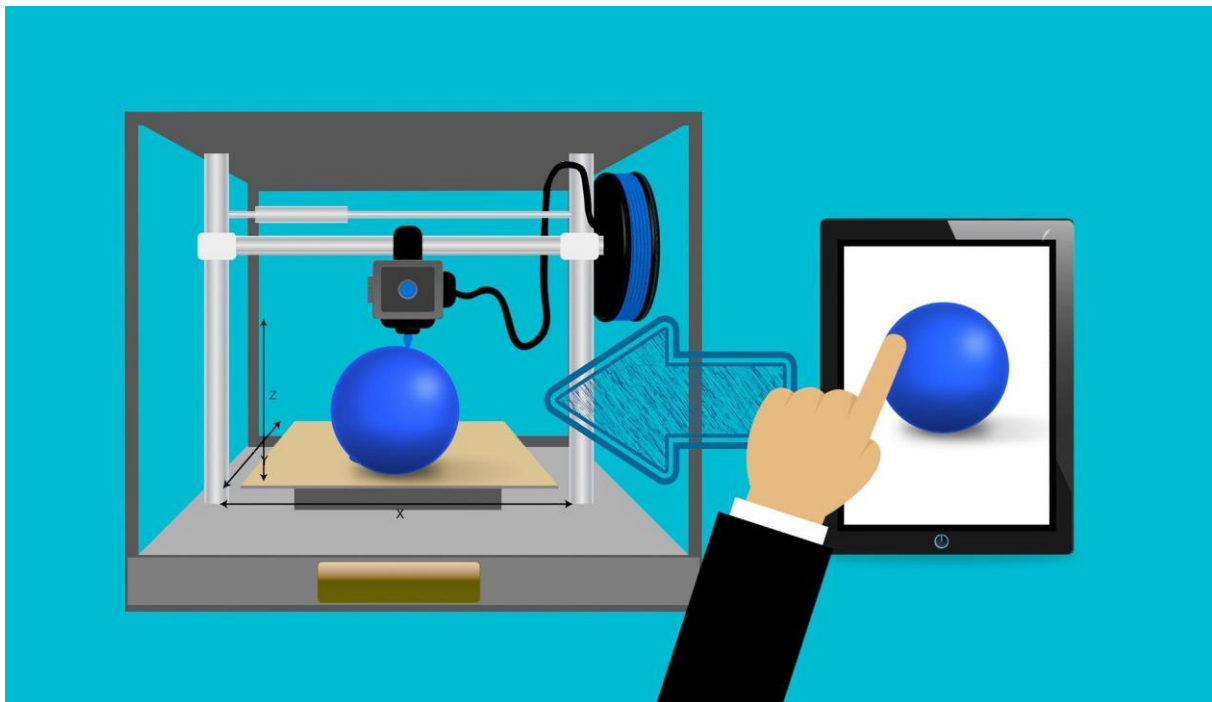
Sukurta unikali ECVET grįsta mokymo programa, skirta 4 šalyse profesinio rengimo mokytojams, dirbantiems elektros – elektronikos srityse 3D spausdinimo mokymo modulių naudojimui.

Laukiamas poveikis:

1. Išaugusios VET mokytojų žinios apie 3D spausdinimo procesus, 3D modelių kūrimą, 3D modeliavimo ir pjaustymo programas.
2. Didesnis supratimas apie 3D spausdinimo techninius reikalavimus įrangai ir programinei įrangai
3. Išaugusi VET mokytojų patirtis efektyviai naudoti mokymo rezultatus ir mokymo programą.

Panaudojimo galimybės:

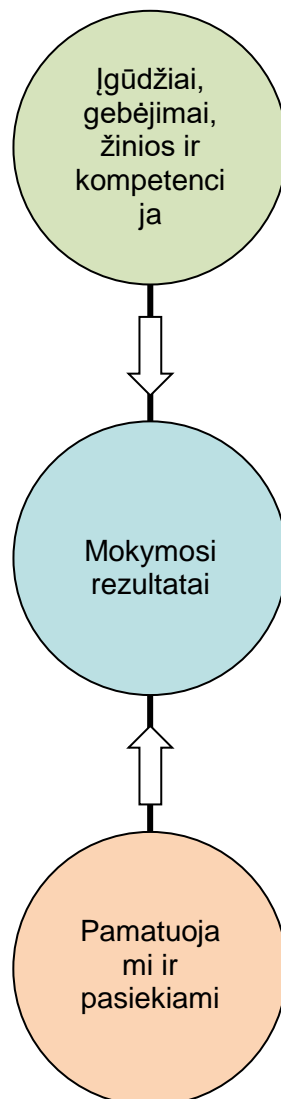
Sukurti mokymosi planai, mokymosi rezultatai, aprašyti techniniai reikalavimai įrangai ir programinei įrangai, kurie gali būti lengvai panaudojami ir kitoms VET programoms, tokioms kaip mechatronika, automatika, mašinų technologijos. Mokymo lygis gali kilti iki tinkamo naudoti profesinėse kolegijose ir universitetuose.



3. Mokymosi rezultatai

Mokymosi rezultatai apibūdina žinias, įgūdžius ir kompetencijas, kuriuos besimokantieji turėtų įgyti iki tam tikros užduoties, klasės, kurso ar programos pabaigos ir padeda besimokantiems suprasti, kodėl tos žinios ir tie įgūdžiai jiems bus naudingi. Jie sutelkia dėmesį į galimą žinių ir įgūdžių pritaikymą, padeda besimokantiems apjungti mokymąsi įvairiuose lygiuose, įvertinti ir įsivertinti.

Mokymosi rezultatai – tai išmatuojami įgūdžiai, gebėjimai, žinios ir kompetencijos, kurios yra besimokančiųjų kurso pabaigimo rezultatas. 6 dalių mokymosi rezultatai yra visiškai orientuoti į besimokančiuosius, apibrėžia, ko turi mokytis besimokantieji ir ko mokys instruktorius.





1 dalis	Įvadas į 3D spausdinimą
Atsakingas partneris	P4, Vienna Association of Education Volunteers - Austrija
Turinys	<p>1.1 3D technologijos apžvalga</p> <p>1.2 3D spausdinime naudojamos medžiagos</p> <p>1.3 3D spausdintuvų sudedamosios dalys</p> <p>1.4 Saugumo problemos 3D spausdinimo procese</p> <p>1.5 3D spausdinimo pritaikymo sritys</p> <p>1.6 3D modeliavimo ir spausdinimo programos</p> <p>1.7 Failų formatai 3D spausdinimui</p>
Mokymosi apimtis	Teorinė dalis (val.): 5, praktinės valandos :2
Mokymosi rezultatai	<p>Žinios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gedėti nurodyti skirtumus tarp 3D prototipavimo mašinų (CNC) ir 3D spausdintuvų 2. Žinoti skirtingas 3D spausdinimo technologijas ir apibūdinti jų skirtumus 3. Nurodyti 3D spausdinimo technologijų stiprybes ir silpnybes 4. Parinkti tinkamas 3D medžiagas atskiriems projektams 5. Žinoti 3D spausdintuvų sudedamąsias dalis 6. Žinoti saugumo ir atsargumo priemones 3D spausdinimo procese <p>Įgūdžiai:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Naudoti skirtingas 3D spausdinimo technologijas, tokias kaip FDM ir SLA 2. Paruošti tinkamas medžiagas, tokias kaip PLA, ABS siūlas, naudojamas 3D spausdinimo procese, 3. Pažinti 3D spausdintuvų mechanines ir elektrines dalis 4. Laikytis saugumo instrukcijų 3D spausdinimo procese <p>Kompetencijos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Būti atsakingam už 3D spausdinimo technologijas 2. Vykdyti 3D spausdinimo saugos instrukcijas 3. Parinkti projektui reikalingos programinės įrangos ir 3D spausdinimo medžiagų tinkamumą.
Vertinimo tipas	Testas (10 klausimų)

2 dalis	3D spausdinimo procesas
Atsakingas partneris	P2. Kauno mokslo ir technologijų parkas – Lietuva
Turinys	<p>2.1 Įrengimas ir kalibravimas</p> <p>2.2 Įrenginio parengimas spausdinimui (medžiagų pakrovimas, spausdinimo platforma, aplinka)</p> <p>2.3 Spausdinimo parametrų nustatymas (greitis, temperatūra, kt.)</p> <p>2.4 Apdorojimas po spausdinimo (dalių pašalinimas iš įrenginio, papildomi apdorojimo darbai, kt.)</p> <p>2.5 3D spausdinių kokybės kontrolė (atkartojamumas, tikslumas, kt.).</p>
Mokymosi apimtis	Teorinė dalis (val.): 10, praktinės valandos:2
Mokymosi rezultatai	<p>Žinios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3D spausdinimo procesai: (naudojant 3D modeliavimo programinę įrangą - Solid Works (student edition), programinę įrangą 3D pjaustymui - Cura). 3D spausdinime naudojamos medžiagos. <p>Įgūdžiai:</p> <ol style="list-style-type: none"> Vykdyti 3D spausdinimo procesą. Vykdyti 3D spausdinimo procesą naudojant skirtingas medžiagas. <p>Kompetencijos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pagaminti 3D objektą. Pagaminti 3D objektą naudojant skirtingas medžiagas.
Vertinimo tipas	Testas (10 klausimų)



3 dalis	Modeliavimo įgūdžių vystymas
Atsakingas partneris	P1, Yunus Emre Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi – Turkija
Turinys	<p>3.1 Ortografinė projekcija.</p> <ul style="list-style-type: none">3.1.1 Taško projekcija3.1.2 Linijų projekcija3.1.3 Plokštumų projekcija <p>3.2. 2D ir 3D matmenys</p> <ul style="list-style-type: none">3.2.1. Matmenų įrankiai3.2.2. 2D matmenys3.2.3. 3D matmenys <p>3.3.2D eskizas</p> <ul style="list-style-type: none">3.3.1 Linija3.3.2 Stačiakampis3.3.3 Grioveliai <p>3.3.4 Apskritimas</p> <ul style="list-style-type: none">3.3.5 Lankas3.3.6 Daugiakampis3.3.7 Tolydi kreivė3.3.8 Elipsė3.3.9 Užapvalinimas3.3.10 Tekstas3.3.11 Objekto kirpimas3.3.12 Objekto konvertavimas3.3.13 Objekto perstūmimas3.3.14 Objektų veidrodinis atspindys <p>3.4. Pagrindas</p> <ul style="list-style-type: none">3.4.1 Pagrindo ištempimas3.4.2 Pagrindo sukimas3.4.3 Pagrindo traukimas pagal trajektoriją3.4.4 Pagrindas pagal skerspjūvius3.4.5 Apribotas pagrindas <p>3.5. Kirpimas</p> <ul style="list-style-type: none">3.5.1 Iškirpimas tempiant

	<p>3.5.2 Iškirpimas sukant</p> <p>3.5.3 Iškirpimas pagal trajektoriją</p> <p>3.5.4 Iškirpimas pagal skerspjūvius</p> <p>3.6. 3D eskizas</p> <p>3.6.1 Užpildymas</p> <p>3.6.2 Modelis</p> <p>3.6.3 Rėmas</p> <p>3.6.4 Korpusas</p> <p>3.6.5 Susukimas</p> <p>3.6.6 Atspindys</p> <p>3.6.7 Atskaitos geometrija</p> <p>3.7 Surinkimas</p> <p>3.7.1 Komponento įterpimas</p> <p>3.7.2 Sujungimas</p>
Mokymosi apimtis	Teorinė dalis (val.): 15, praktinės valandos:15
Mokymosi rezultatai	<p>Žinios:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Braižyti 2D ir 3D ortografinės projekcijas2. Apibūdinti 2D ir 3D matmenis3. 2D ir 3D eskizams naudoti CAD programinę įrangą4. Įvardinti 3D objektus naudojant CAD programinę įrangą5. Apibūdinti ištemptą, susuktą, ištrauktą pagal trajektoriją, apribotą ir pagal skerspjūvius pagrindą6. Papasakoti apie karpymo įrankius7. Apibūdinti surinkimą <p>Įgūdžiai:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Praktiniai įgūdžiai braižyti objektų 2D ir 3D ortografinės projekcijas2. Valdyti CAD programinę įrangą3. CAD programinės įrangos pagalba kurti animaciją ir surinkimą8. Pristatyti ištemptą, susuktą, ištrauktą pagal trajektoriją, apribotą ir pagal skerspjūvius pagrindą4. Pademonstruoti karpymo įrankius <p>Kompetencijos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Kurti trimatį objektą



	<ol style="list-style-type: none">2. Naudoti CAD programinės įrangos įrankiais3. Tvarkyti pagrindą4. Suderinti karpymo įrankius
Vertinimo tipas	Testas (20 klausimų)



4 dalis	Modelio 3D spausdinimui sukūrimas
Atsakingas partneris	P3, Gheleşian Petru "Aurel Vlaicu" Lugoj aukštoji technologijų mokykla - Rumunija
Turinys	<p>4.1. Trimatis atskiro dizaino komponento atvaizdavimas:</p> <p>4.1.1. SolidWorks sąsaja</p> <p>4.1.2. Eskizas</p> <p>4.1.2.1. Linija, apskritimas</p> <p>4.1.2.2. Matmenys</p> <p>4.1.2.3. Objektų apdaila</p> <p>4.1.2.4. Apskrito eskizo modelis</p> <p>4.1.3. Funkcijos</p> <p>4.1.3.1. Ištemptas pagrindas</p> <p>4.1.3.2. Suktas pagrindas</p> <p>4.1.3.3. Ištemptas pjūvis</p> <p>4.1.3.4. Suktas pjūvis</p> <p>4.2. Surinkimas: 3D dalių ir kitų mazgų išdėstymas:</p> <p>4.2.1. Sujungimo žingsniai</p> <p>4.2.2. Linijiniai ir apvalūs dalių modeliai</p> <p>4.2.3. Detalės perstūmimas ir sukimas</p> <p>4.2.4. Medžiaga / vaizdas</p> <p>4.3. Brėžinys: 2D inžinerija, įprastiniu būdu, dalies ar mazgo:</p> <p>4.3.1. Lentelė, formatas</p> <p>4.3.2. Suprojektuotas vaizdas</p>
Mokymosi apimtis	Teorinė dalis (val.): 10, praktinės valandos:2
Mokymosi rezultatai	<p>Žinios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SolidWorks programinės įrangos naudojimas 3D objektų projektavimui 2. Dalies braižymas, surinkimas dirbant su SolidWorks programine įranga 3. Programinės įrangos SolidWorks naudojimas 4. 3D objektų kūrimas, modifikacija, maketų brėžiniai naudojant SolidWorks komandas. 5. Dalių ir rinkinių medžiagų taisymas su SolidWorks



	<p>6. Komponento bibliotekos naudojimas su SolidWorks</p> <p>Įgūdžiai:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Valdyti 3D projektavimo programinę įrangą2. Atnaujinti duomenis 3D spausdinimui3. Galimybės tobulinti ir dalintis projektavimo įgūdžiais4. Kurti detalių ar mazgų modelius5. Kurti maketus <p>Kompetencijos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Kurti 3D objektus su SolidWorks2. Naudotis 3D spausdintuvais su SolidWorks3. Kurti trimačius kieto kūno modelius4. 3D junginių kūrimas apimant keletą 3D modelių
Vertinimo tipas	Testas (10 klausimų)



5 dalis	Optimizavimas
Atsakingas partneris	P5, REDVET – Turkija
Turinys	5.1 Dizaino proceso optimizavimas 5.2 Optimizacija ir kokybė 5.3 Rekomendacijos dizainui 5.4 Parametrai parengimo procesui 5.5 Užpildo dizainas 5.6 Kainos optimizavimas
Mokymosi apimtis	Teorinė dalis (val.): 10, praktinės valandos:10
Mokymosi rezultatai	Žinios: <ol style="list-style-type: none">1. Žinoti optimizacijos technikas 3D spausdinime2. Apibūdinti 3D spausdinimo optimizavimo parametrus3. Suprasti kokybės apibrėžimą ir taisymus Igūdžiai: <ol style="list-style-type: none">1. Naudoti geometrinį modeliavimą2. Parinkti reikiamą medžiagą3. Atlikti 3D spausdinimo proceso taisymus Kompetencijos: <ol style="list-style-type: none">1. Būti atsakingam už 3D spausdinimo procesų optimizavimą
Vertinimo tipas	Testas (10 klausimų)



6 dalis	3D spausdinimas elektros – elektronikos srityse
Atsakingas partneris	ITIS Polo Tecnico “Fermi-Gadda”, Italija
Turinys	<ol style="list-style-type: none"> Elektrinių dalių 3D spausdinimas STL pavyzdžiai: kištukinis lizdas, elektros terminalas Elektros srities projektai STL pavyzdžiai: pavarų dėžė, relė Atsarginių dalių 3D spausdinimas STL pavyzdžiai: “Raspberry Pi Case-Box“, potenciometras, akumulatoriaus dėklas, ventiliatoriaus grotelių dangtis, AA baterijos laikiklis, litavimo platforma, PWM grandinės korpusas Elektronikos srities projektai STL pavyzdžiai: roboto ranka, LED lempa, rezistoriaus laikymo dėžutė, grandinės dėžutė, trirankis litavimo stovas, RGB LED suktukai
Mokymosi apimtis	Teorinė dalis (val.): 4, praktinės valandos:30
Mokymosi rezultatai	<p>Žinios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3D spausdinimo medžiagos. Pjaustymo technikos ir medžiagos <p>Įgūdžiai:</p> <ol style="list-style-type: none"> Problemų sprendimas. 3D spausdinimas naudojant skirtingas medžiagas. <p>Kompetencijos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Naudoti įprastus 3D spausdinimo tipus 3D objekto sukūrimas.
Vertinimo tipas	Praktinis egzaminas

4. Įranga ir programinė įranga

4.1 3D modeliavimo programos

3D modeliavimas – tai procesas, kai sukuriamas matematinis bet kokio objekto (gyvo ar negyvo) paviršiaus atvaizdavimas trimis dimensijomis naudojant, specializuotą programinę įrangą. Produktas vadinamas 3D modeliu.

3D modeliai naudojami animacijoje, architektūroje, gamyboje, pramoniniame dizaine Jie yra svarbiausi skaitmeninės gamybos komponentai. Labai svarbu pasirinkti tinkamą 3D modeliavimo programinę įrangą, nes tai padeda įgyvendinti kūrybines idėjas su mažiausiai problemų.

Surasti geriausią 3D modeliavimo programinę įrangą nėra lengva užduotis. Siekiant padėti pasirinkti tinkamiausią, žemiau pateikiami aprašyti 3D modeliavimo programos, skirtos kiekvieno poreikiui, pradedant nuo 3D modeliavimo pradedantiesiems ir baigiant patyrusiais specialistais.

 AUTODESK®
FUSION 360™

 blender®

 CATIA

 creo® 6.0

 SketchUp

 SOLIDWORKS

 TIN
KER
CAD



3D modeliavimo programos	Privalumai	Trūkumai
AutoDESK Fusion 360	<p>Patogi vartotojui</p> <p>3 metus studentams nemokama</p> <p>Apima daug įvairių nemokamų dalių (CAM, CAD ir kt.)</p> <p>Debesų technologija paremta mainų ir saugojimo sistema</p> <p>Pramonėje standartinė programinė įranga</p> <p>Naudojama paprastoms simuliacijoms</p>	Intuityvi surinkimo sąsaja
Blender	<p>Nemokama (atviro kodo)</p> <p>Tinka mažoms komandoms ar laisvai samdomiems darbuotojams</p> <p>Turi CAD funkciją, skirtą tvarkyti tinklui</p>	Pradedantiems nelengva naudotis
Catia V5 Student Edition	Tinka dideliems projektams (pvz. automatikos sistema gamykloje)	<p>\$110 kaina kiekvienam studentui</p> <p>Išlaidos (projektavimui, surinkimui ir kt.)</p> <p>Kompleksinė 3D modeliavimo programa projektavimui ir surinkimui</p> <p>Reikalingas aukštų specifikacijų PC (pvz. su "i5" procesoriumi, 1GB kortele)</p>
PTC Creo Parametric Essentials	<p>Lengva grįžti į projektavimą.</p> <p>Parametrinė programa, todėl keičiant projektą automatiškai keičiasi dalys</p> <p>Greitas kūrimo procesas</p> <p>Lankstus modeliavimas</p>	<p>Neįprasta ir nelengva mokytis</p> <p>Didelė kaina (\$7.699), nėra studentams pritaikytos versijos</p>

3D modelavimo programos	Privalumai	Trūkumai
Sketchup Design	Nemokama vartotojams Patogi vartotojams Lengva išmokti Aukštos kokybės Tinka didelėms, vidutinio dydžio kompanijoms	Apribojimų dėl nemokamos versijos
Solid Works Student Edition	Naudinga didelių mašinų projektavimui Lengvas, paprastas perėjimas Siūlomi modelavimo paketai	Kaina \$86 kiekvienam studentui per metus Sudėtinga 3D modelavimo programa projektavimui Reikalingi aukštų specifikacijų PC (pvz. mažiausiai 1GB grafikai)
TinkerCad 123D	Labai patogi vartotojui, tinka vaikams nuo 4 metų (supaprastintas funkcionalumas) Vaikams pritaikyta sąsaja Nemokama	Žemas funkcionalumas projektavimui ir surinkimui, nepritaikyta specifinėms dalims Daugiau nebus atnaujinama

Lentelė-1: 3D modelavimo programų palyginimas

4.2 Pjaustymo programos.

Pirmiausia 3D modelius reikia pjaustyti į sluoksnius, nes 3D spausdintuvas spausdina modelį sluoksniais. Pjaustymo algoritmas vaidina labai svarbų vaidmenį 3D spausdinimo procese. Dažniausias pjaustymo būdas yra kontūrų duomenų gavimas iš STL failų. Tada programinė įranga sukuria įrankio kelią (.g kodą), kurį spausdintuvas naudos spausdindamas. Daugumoje pjaustymo programinės įrangos turi spausdinimo peržiūros funkciją, kuri padeda išvengti spausdinimo klaidų.

Pjaustymo Programos	Privalumai	Trūkumai
Cura	Patogi vartotojui Paprasta sąsaja Vartotojams nemokama Pakankamai detali Atviro kodo Patikrina visus sluoksnius, ar pjaustymas atliktas teisingai Pažangus įrankio kelias Greitas spausdinimo greitis	Prasta palaikymo kokybė spausdinant
Craftware	Daug išsamios pagalbos Vartotojams nemokama	Sudėtinga
Simplyfy3D	Daug detalių Geros kokybės spausdinimas	Sudėtinga 149\$
Slic3r	Paprasta sąsaja Normali spausdinimo kokybė Vartotojams nemokama	Prasta palaikymo kokybė spausdinant Ne taip sudėtinga Klaidos ant plonų spausdinių

Lentelė-2: Pjaustymo programų palyginimas

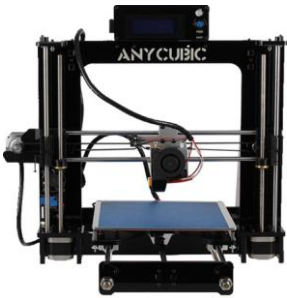



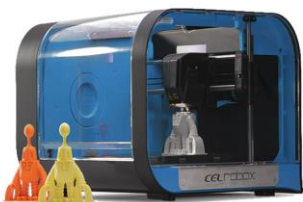
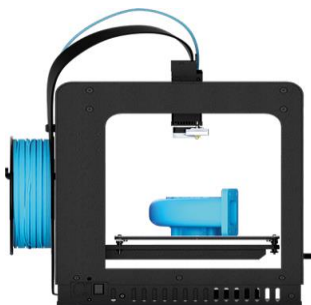
4.3. 3D spausdintuvai



3D spausdinimas - tai trimačių objektų gamybos iš skaitmeninio failo procesas. 3D spausdinio sukūrimas galimas atliekant tam tikrus procesus. Objektas kuriamas klojant iš eilės atskirus sluoksnius, kol sukuriamas objektas. Kiekvienas sluoksnis – tai plonai supjaustytas horizontalus kuriamo objekto pjūvis.

3D spausdintuvai gali būti naudojami tiek žaislo, tiek ir prototipų sukūrimui. Kovoiant su COVID - 19 pandemija 3D spausdintuvai buvo naudojami apsauginių skydų gamybai. Dėl tokio pritaikymo lankstumo 3D spausdintuvai rado savo vietą mokymo klasėse, dizaino dirbtuvėse ir net mėgėjų ir kūrėjų namuose.

Su plačiu vartotojų spektru atsirado platus ir 3D spausdintuvų pasirinkimas. Įvairių formų ir dydžių 3D spausdintuvai kainuoja nuo kelių šimtų eurų iki kelių tūkstančių.

Spausdintuvai	Privalumai	Trūkumai
<p data-bbox="188 1294 427 1328">Anycubic Prusa i3</p> 	<p data-bbox="617 1133 1018 1671"> Spausdinamas tūris: 200x200x200mm Minimalus surinkimas 100–600 mikronų sluoksnio storis Veikia su visomis medžiagomis Galima prijungti SD kortelę ir kompiuterį Visos atsarginės dalys yra pigios ir labai paplitusios 500 USD Greita vartotojo sąsaja </p>	<p data-bbox="1046 1133 1337 1335"> Vienas ekstruderis Spausdinimo kokybė Šiek tiek triukšmingas Nelabai patogus atnaujinimams </p>

Spausdintuvai	Privalumai	Trūkumai
<p>Makerbot Replicator</p> 	<p>Lankstus prijungimas („WiFi“, internetas, USB) Spausdinamas tūris: 52,8x44,1x41,0 cm 100 mikronų sluoksnio storis Gera spausdinimo kokybė Dėžės forma Greitas spausdinimo greitis Paprasta naudoti</p>	<p>Naudoja tik Makerbot medžiagą (brangu) Naudoja tik Makerbot pjaustymo programinę įrangą Atsarginių dalių problema \$800</p>
<p>Robox Dual</p> 	<p>Du ekstruderiai Dėžės forma (mažesnis triukšmas) Gera spausdinimo kokybė Min. sluoksnio storis 20 mikronų Palaiko atvirojo kodo įrangą ir programinę įrangą</p>	<p>210x150x100mm (maža plokštelė spausdinimui) Atsarginių dalių problema Ribota skiriamoji geba £1000 Pagrindinė sąsaja Atviro rėmo dizainas</p>
<p>Ultimaker 2+</p> 	<p>Spausdinamas tūris: 22.3x22.3x20.5cm Gera spausdinimo kokybė 20-600 mikronų sluoksnio storis Veikia su visomis pjaustymo programomis Jokių apribojimų keičiant įrenginį ir norimų pjaustyklių naudojimą Atviro kodo</p>	<p>Vienas ekstruderis Brangios atsarginės dalys Sujungimas su SD kortele £2750</p>
<p>Zortrax M200</p> 	<p>Spausdinamas tūris (200 x 200 x 180mm) 90-400 mikronų sluoksnio storis Gera spausdinimo kokybė Dėžės formos Skirta profesionaliam naudojimui Nedaro klaidų Patogi priežiūra</p>	<p>Vienas ekstruderis Naudoja tik savo specialią medžiagą Naudoja tik savo specialią pjaustymo programinę įrangą Sujungimas su SD kortele Problema dėl atsarginių dalių 1 000 USD Ribotos bet kokios modifikacijos Nėra atviro kodo</p>

Spausdintuvai	Privalumai	Trūkumai
<p>Elegoo Mars UV SLA</p> 	<p>Puikios kainos 3D spausdintuvas naudojantis skystą polimerą Puiki spausdinimo kokybė Minimalūs nustatymai Paprastas bet efektyvus Spausdinamas tūris (120 x 68 x 155 mm) 2560 x 1440 pikselių, 10 mikronų sluoksnio storis</p>	<p>Pagrindinė jungtis (USB) nepatogioje vietoje Ventiliatorius gana garsiai dirba Ilgalaikis naudojimas gali sugadinti programinę įrangą</p>
<p>Anycubic Predator Delta</p> 	<p>DELTA konstrukcijos spausdintuvas, minimalūs virpesiai spausdinant Lengvas išlyginimas, sutaupoma daug laiko ir pastangų lyginant spausdinimo plokštę Spausdinamas tūris (370m x 455mm) Sluoksnio storis: 0.05-0.3 mm Didelis tikslumas ir stabilumas</p>	<p>Kontrolierio problemos</p>

Lentelė-3: 3D spausdintuvų palyginimas