(CNC) TEHNOLOĢIJA



SHIFTVET

Digital Transformation for
Wood and Furniture VET

SHIFTVET
Digital Transformation for Wood and Furniture VET

SATURS

SAĪSINĀJUMI 4
1. Ievads 5
1.1 ShiftVET Projekta apskats 5
1.2 Šī ceļveža mērķis 5
1.3 Kam šis ceļvedis ir paredzēts? 6
1.4 Kā izmantot šo ceļvedi? 7
2. Tehnoloģiju raksturojums 9
2.1 Kas ir CNC? 9
2.2 Kā darbojas CNC? 10
2.3 CNC griešanas procesu veidi 11
2.4 Vispārīgās pielietošanas jomas 12
2.5 Nepieciešamais tehniskais nodrošinājums 13
2.6 Tehniskās uzstādīšanas kontrolsaraksts 15
3. Tehnoloģiju potenciāls profesionālajā izglītībā (VET) galdniecībā un koka apstrādē 17
3.1 Izglītības ieguvumi 17
3.2 Tehniskās priekšrocības CNC izmantošanai profesionālajā izglītībā koka apstrādei 18
3.3 Skolotāja kontrolsaraksts 19
3.4 Piemēri aktivitātēm profesionālajā izglītībā (VET) galdniecībā 20
4. Integrācija klases vidē 22
4.1 Metodiskie ieteikumi 22
4.2 Ieviešanas plāns soli pa solim 23
4.3 Klases integrācijas kontrolsaraksts 24
4.4 Ieteikumi skolotājiem 25
5. Drošība un ilgtspējība CNC darbā 27
6. Papildresursi 29
7. Nobeigums 30

Literatūras saraksts.....31

Attēls

Attēls 1: CNC mašīna [2]. 10
Attēls 2: CNC darbība soli pa solim. Avots: Open AI 2026. 11
Attēls 3: CNC darba objekts [7]. 13
Attēls 4: CNC rūtera spindelis [8].....14
Attēls 5: CNC programmatūra [12].....23
Attēls 6: Skolēns izmanto CNC mašīnu [13]. 24
Attēls 7: Cilvēks, kas izmanto pareizu aizsargapģērbu. [14].....28

SAĪSINĀJUMI

CAD (Computer-Aided Design)
Programmatūra, ko izmanto detaļas formu, izmēru un īpašību izstrādei pirms ražošanas.

CAM (Computer-Aided Manufacturing)
Programmatūra, kas pārvērš CAD dizainu mašīnas komandās CNC apstrādei.

CAD–CAM–CNC Workflow
Digitālais darbplūsmas process, kas ietver dizainu (CAD), instrumenta ceļa ģenerēšanu (CAM) un fizisko apstrādi (CNC).

G-code
Programmēšanas valoda, ko izmanto CNC mašīnu vadīšanai, nosakot kustības, ātrumus, griešanas dziļumu un instrumenta darbības.

Toolpath
Digitālais ceļš, pa kuru griešanas instruments pārvietojas apstrādes laikā, ko ģenerē CAM programmatūra.

EDM (Electrical Discharge Machining)
CNC apstrādes process, kas noņem materiālu, izmantojot elektriskās dzirksteles; galvenokārt lieto metālu apstrādē, koksnes apstrādē nav izplatīts.

PPE (Personal Protective Equipment)
Drošības aprīkojums, piemēram, aizsargbrilles vai dzirdes aizsargi, kas tiek izmantots CNC darbības laikā.

1. Ievads

1.1 ShiftVET Projekta apskats

ShiftVET projekts ir izstrādāts, lai atbalstītu sākotnējās profesionālās izglītības un apmācības (i-VET) skolotājus, ieviešot digitālās tehnoloģijas galdniecības mācību procesā. Projekta mērķis ir modernizēt esošās apmācību programmas, lai skolēni attīstītu digitālās prasmes, kas nepieciešamas galdniecības un ražošanas nozarēs. Padarot mācīšanos inovatīvāku un saistošāku, projekts arī veicina skolēnu interesi par šīm karjeras iespējām.
Lai virzītu šo pārveidi, ShiftVET koncentrējas uz četriem galvenajiem mērķiem:

- Palīdzēt skolotājiem saprast, kā digitālās tehnoloģijas var tikt pielietotas profesionālajā izglītībā galdniecībā un kā tās var uzlabot mācīšanu un mācīšanos.
- Izveidot bezmaksas tiešsaistes materiālu krātuvi ar pieejamiem materiāliem, piemēriem un uzdevumiem, ko skolotāji var viegli integrēt savās nodarbībās.
- Testēt praktiskos digitālos rīkus, piemēram, CNC, kopā ar skolēniem, lai izpētītu, kā šīs tehnoloģijas var uzlabot praktisko mācīšanos.
- Veicināt progresīvu tehnoloģiju izmantošanu ne tikai projekta partneru vidū, bet arī citos profesionālās izglītības centros, vienlaikus izpētot, kā šie rīki varētu būt noderīgi citās nozarēs.

1.2 Šī ceļveža mērķis

Šis ceļvedis ir izstrādāts, lai palīdzētu profesionālās izglītības un apmācības (VET) skolotājiem galdniecībā ieviest un integrēt CNC darbgaldu izmantošanu savā mācību praksē. Tā kā digitālās tehnoloģijas arvien vairāk ietekmē galdniecības un ražošanas nozari, datorvadības (CNC) tehnoloģija ir kļuvusi par svarīgu instrumentu precīzai apstrādei, digitālai ražošanai un efektīvai darba plūsmai. Izpratne par tās potenciālu ir būtiska, lai sagatavotu studentus darbam mūsdienu tehnoloģijām bagātā profesionālajā vidē.
Ceļvedis ir īpaši izstrādāts, lai palīdzētu skolotājiem iegūt nepieciešamās zināšanas, pārliecību un praktiskās prasmes, lai efektīvi izmantotu CNC galdniecības mācībās. Tas sniedz skaidru un pieejamu ievadu digitālās

atņemšanas ražošanas pamatos: kas ir CNC, kā tas darbojas un kāpēc tas ir būtisks papildinājums tradicionālajām galdniecības tehnikām.

Konkrētāk, šī ceļvedis cenšas:

- Izveidot stingru pamatu CNC darba galdu principos, tostarp iepazīstināt ar galvenajiem jēdzieniem, mašīnas komponentēm, asu konfigurācijām, griešanas instrumentiem un būtiskajām CAD–CAM–CNC darba plūsmām.
- Skaidrot CNC nozīmi galdniecībā, rādot, kā šī tehnoloģija atbalsta precīzu griešanu, paneļu apstrādi, savienojumu izgatavošanu, atkārtotu ražošanu, dizaina pārbaudi un sarežģītu formu apstrādi, kā arī citas darbības, kas bieži tiek izmantotas koka un mēbeļu ražošanas nozarē.
- Nodrošināt praktiskas, klasē izmantojamas stratēģijas CNC iekārtu integrēšanai VET programmās, tostarp mācību idejas, praktiskus vingrinājumus, drošības apsvērumus un labākās prakses vadlīnijas mašīnas iestatīšanai un darbībai.
- Atbalstīt skolotājus ar dažādu pieredzes līmeni, piedāvājot skaidrojumus un piemērus praksē, lai CNC tehnoloģija būtu pieejama arī pedagogiem ar ierobežotu iepriekšēju pieredzi digitālajā ražošanā.
- Stiprināt saikni starp digitālo ražošanu un tradicionālo amatniecību, palīdzot studentiem saprast, kā CNC darbgaldi uzlabo precizitāti, efektivitāti un atkārtojamību, vienlaikus papildinot, nevis aizvietojot, tradicionālās galdniecības prasmes.

Galu galā, ceļveža mērķis ir padarīt CNC tehnoloģiju pieejamu, motivējošu un izglītībai vērtīgu resursu gan skolotājiem, gan skolēniem, atbalstot pāreju no tradicionālām galdniecības praksēm uz digitāli atbalstītām profesionālajām darba plūsmām koka un mēbeļu nozarē.

1.3 Kam šis ceļvedis ir paredzēts?

Šis ceļvedis ir paredzēts profesionālajiem pedagogiem galdniecībā, kuri vēlas ieviest CNC iekārtas savā mācību praksē. Tas ir domāts speciālistiem ar dažādu pieredzes līmeni digitālajās tehnoloģijās – gan tiem, kas tikai sāk, gan pieredzējušiem pedagogiem, kuri vēlas efektīvāk integrēt CNC savās klasēs un darbnīcās.

Konkrētāk, ceļvedis ir paredzēts:

- Galdniecības VET (profesionālās izglītības) skolotājiem, kuri meklē praktiskus rīkus, piemērus un stratēģijas CNC iekārtu izmantošanai klasēs un darbnīcās.
- Profesionālās izglītības iestādēm un centru vadītājiem, kuri vēlas modernizēt mācību programmas un skolēniem nodrošināt piekļuvi aktuālajām digitālajām tehnoloģijām.
- Pedagogiem saistītās tehniskās vai ražošanas jomās, kuri vēlas saprast, kā CNC tehnoloģija var papildināt tradicionālās galdniecības prasmes, uzlabot ražošanas precizitāti un bagātināt mācību pieredzi profesionālās izglītības kontekstā.
- Profesionālās pilnveides kursu vadītajiem, kuri vēlas stiprināt savas digitālās prasmes un paplašināt mācību resursus.
- Ikvienam, kas iesaistīts profesionālās izglītības programmu izstrādē, koordinēšanā vai atbalstā, ar mērķi veicināt inovāciju, radošumu un digitālo sagatavotību starp skolēniem.

1.4 Kā izmantot šo ceļvedi?

Šis ceļvedis ir izstrādāts kā praktisks un elastīgs resurss, kas palīdz pedagogiem integrēt CNC iekārtas profesionālajā izglītībā galdniecībā.
To var izmantot pakāpeniski, atgriežoties pie dažādām sadaļām, palielinot izpratni un pārliecību darbā ar tehnoloģiju. Nav nepieciešams lasīt visu uzreiz – ceļvedis var būt jums līdzi visu mācību prakses laiku.
Kā izmantot ceļvedi visefektīvāk:

1. Sāciet ar pamatiem – iepazīstieties ar ievada nodaļām, lai saprastu, kas ir CNC, kā tas darbojas un kāpēc tas kļūst arvien nozīmīgāks galdniecībā. Šī bāze palīdzēs sasaistīt tehnoloģiju ar tradicionālajām mācību metodēm.
2. Iepazīstieties ar rīkiem un materiāliem – pārskatiet sadaļas par CNC tehnoloģiju veidiem, biežāk izmantotajiem materiāliem, programmatūras plūsmām un svarīgāko terminoloģiju.
3. Izpētiet pedagoģiskās pielietošanas iespējas – ceļvedī ir piemēri un skaidrojumi, kā CNC var izmantot profesionālajā izglītībā galdniecībā. Šīs sadaļas palīdzēs vizualizēt iespējas klasē.

4. Izmantojiet praktiskās aktivitātes – ceļvedī ir demonstrācijas piemēri stundām. Šīs aktivitātes ir elastīgas un tās var pielāgot dažādiem prasmju līmeņiem.
5. Eksperimentējiet un reflektējiet kopā ar skolēniem – visefektīvākā mācīšanās notiek, kad pedagogi un skolēni kopā izmēģina tehnoloģiju. Izmantojiet praktiskos uzdevumus, lai eksperimentētu, diskutētu par rezultātiem, risinātu problēmas un veicinātu skolēnu dizaina uzlabošanu.
6. Izmantojiet ceļvedi kā pastāvīgu atsauces materiālu – tas nav paredzēts tikai vienreizējai lasīšanai. Ceļvedi var izmantot jebkurā brīdī, kad nepieciešami paskaidrojumi, piemēri vai iedvesma jaunu nodarbību izstrādei. Ceļvedi var apvienot arī ar citiem ShiftVET projekta izstrādātajiem resursiem.

2. Tehnoloģiju raksturojums

2.1 Kas ir CNC?

CNC (Computer Numerical Control – datorizētā ciparu vadība) ir veids, kā datoru izmantot, lai automātiski vadītu iekārtu, nepaļaujoties uz manuālu cilvēka kontroli. Vienkāršiem vārdiem sakot, CNC iekārta ir instruments, kas seko digitālām instrukcijām, lai grieztu, veidotu vai apstrādātu materiālu ar minimālu tiešu cilvēka iesaisti.

Šajā sistēmā programmēts instrukciju komplekts, bieži izveidots no digitālā dizaina, norāda iekārtai precīzi, kādus kustību veikt, cik ātri pārvietoties, cik dziļi griezt un kur apstāties. Tas nozīmē, ka, kad instrukcijas ir sagatavotas, iekārta var darboties konsekventāk un precīzāk nekā cilvēks, kurš strādā ar rokām.

Pat ja iekārta darbojas automātiski, pedagogam vai operatoram joprojām jāgatavo dizains, jāielādē instrukcijas un jāuzrauga, lai viss būtu pareizi sagatavots pirms darba sākšanas. Viņu uzdevums ir nodrošināt, ka materiāls tiek griezts pareizi un process ir drošs.

Galdniecībā CNC iekārtas parasti izmanto formu griešanai, caurumu urbšanai, rievu veidošanai un detaļu ražošanai, kas katru reizi jāizgatavo vienādi, piemēram, mēbeļu atkārtoti komponenti vai sarežģīti raksti, ko ar rokām ir grūti izveidot.

Galvenās idejas, ko atcerēties:

- CNC iekārtas lasa datoru instrukcijas, nevis rokasgrāmatas vai sviras
- Tās ir paredzētas precīzam un atkārtojamam darbam
- CNC iekārtas neatceļ cilvēka lomu procesā, bet atbalsta to, samazinot nepieciešamību manuāli kontrolēt katru griezumu [1].



Attēls 1: CNC mašīna [2].

2.2 Kā darbojas CNC?

Runājot par to, kā darbojas CNC, to var uzskatīt par secīgu procesu, kas pārvērš ideju datorā reālā objektā, ko izgatavo CNC mašīna. Saskaņā ar darbību pa soļiem, CNC darba plūsma ietver šādas fāzes:

Pirmais solis – Produktu izstrāde datorā:

Vispirms tiek izveidots digitālais dizains tam elementam, ko vēlamies izgatavot. To dara, izmantojot CAD programmatūru, kurā tiek uzzīmēta forma, izmēri un detaļas, lai to saprastu gan cilvēki, gan mašīnas.

Otrais solis – CNC programmas izveide:

Kad dizains ir gatavs, to nepieciešams pārvērst instrukcijās, ko CNC mašīna spēj izpildīt. Šīs instrukcijas tiek rakstītas valodā, piemēram, G-kodā, un tās nosaka, kur griezt, ar kādu ātrumu un kādu instrumentu.

Trešais solis – Programmas simulācija un pārbaude:

Pirms mašīnas palaišanas daudzas CNC sistēmas ļauj simulēt procesu datorā. Tas nozīmē, ka var redzēt, kā kustēsies griešanas instruments, un pārbaudīt kļūdas, pirms tiek griezts koks, tādējādi izvairoties no sadursmēm vai kļūdām.

Ceturtais solis – Mašīnas sagatavošana:

Tagad sagatavo fizisko mašīnu:

- Iestata pareizo griešanas instrumentu
- Fiksē koka gabalu
- Nosaka sākuma pozīciju
- Pielāgo mašīnas iestatījumus, piemēram, ātrumu un padevi.

Šī sagatavošana nodrošina, ka mašīna spēj pareizi izpildīt instrukcijas.

Piektais solis – Apstrāde (CNC griež detaļu):

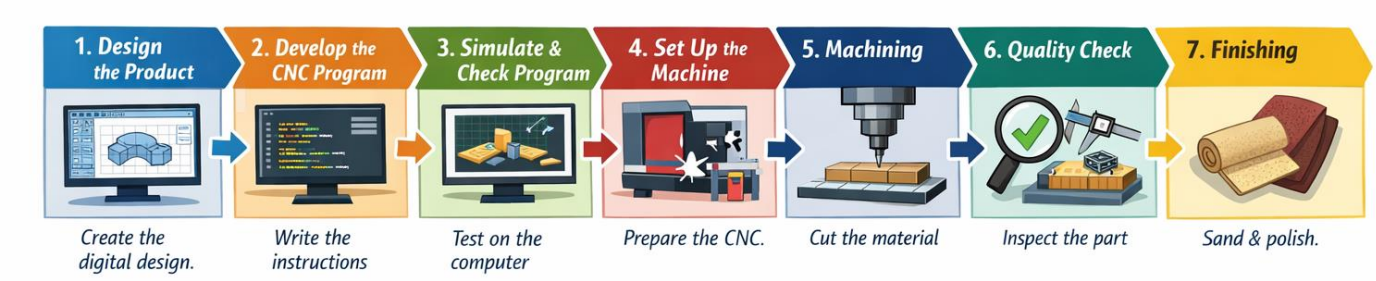
Šī ir galvenā fāze, kurā mašīna seko programmai un griež materiālu. CNC instruments kustas precīzi saskaņā ar instrukcijām, veidojot detaļu tieši tā, kā bija paredzēts dizainā.

Sestais solis – Kvalitātes kontrole griešanas laikā:

Kamēr mašīna strādā, skolotājam vai operatoram svarīgi novērot procesu un mērīt detaļas, lai pārliecinātos, ka viss norit kā paredzēts. Ja kaut kas neizskatās pareizi, var veikt pielāgojumus, pirms tiek zaudēts pārāk daudz materiāla.

Septītais solis – Apdare un pēcapstrāde:

Pēc griešanas pabeigšanas detaļai var būt nepieciešami pēdējie darbi, piemēram, slīpēšana, pulēšana vai montāža, lai sasniegtu vēlamo kvalitāti. Tas notiek pēc CNC posma un ir daļa no gala produkta izgatavošanas.[3]



Attēls 2: CNC darbība soli pa solim. Avots: Open AI 2026.

2.3 CNC griešanas procesu veidi

CNC (Computer Numerical Control) tehnoloģijas ļauj instrumentiem kustēties ļoti precīzi saskaņā ar datorā sagatavotu programmu. Katram CNC veidam ir specifiska pielietojuma joma atkarībā no griešanas/metināšanas metodes un materiāliem.

CNC maršrutētājs (CNC Router)

Ļoti izplatīts kokapstrādē. Darbības princips: datorā kontrolēts instruments kustas vairākās asīs, griežot formas, profila detaļas vai izveidojot rakstus uz koka vai koksnes plāksnēm. Piemērots: mēbeļu daļu, dekoratīvo paneļu atkārtojama ražošanai. Faktiski: frēzēšanas mašīna pielāgota kokam un viegliem materiāliem.

CNC frēzmašīna (CNC Milling Machine)

Noņem materiālu ar rotējošu griešanas instrumentu. Spēj griezt plaknes, līkumus un sarežģītas formas ar augstu precizitāti. Piemērota kokapstrādē, kad nepieciešama precīza forma vai detaļa.

CNC virpa (CNC Lathe)

Darbības princips: darba gabals griežas, kamēr instruments paliek vietā un griež. Ideāli piemērota cilindriskiem vai apaļiem elementiem, piemēram, kājiņām, stieņiem, rokturiem vai virpotām mēbeļu detaļām.

CNC lāzera griezējs (CNC Lāse Cutter)

Griež materiālus ar koncentrētu lāzera staru. Piemērots plānām koka plāksnēm, dekoratīviem elementiem, ātrai un precīzai griešanai.

CNC ūdens strūklas griezējs (CNC Waterjet Cutter)

Materiāls tiek griezts ar augsta spiediena ūdens strūklu, bieži ar abrazīvu piedevu. Neizraisa siltumu, tāpēc labi piemērots materiāliem, kas jutīgi pret karstumu (plastmasa, kompozīti). Var griezt cietus materiālus, kas varētu deformēties vai kausēties karstumā.

CNC elektroerozijas mašīna (CNC EDM / Electrical Discharge Machining)

Noņem materiālu, izmantojot elektriskas dzirksteles. Ļoti laba metode cietiem materiāliem un sarežģītām formām, kad citas metodes nestrādā. Piemērots instrumentu un mirstu izgatavošanai, metālu apstrādei; reti izmanto kokapstrādē.

2.4 Vispārīgās pielietošanas jomas

CNC tehnoloģija kokapstrādē tiek izmantota, lai precīzi un atkārtojami grieztu, formētu un sagatavotu koka detaļas. Tā vietā, lai katru gabalu apstrādātu manuāli, CNC ļauj vienu un to pašu dizainu izgatavot precīzi vairākkārt, izmantojot digitālu failu kā atsauci.

Galvenās CNC pielietošanas jomas kokapstrādē ir:

Mēbeļu ražošana: CNC iekārtas plaši izmanto mēbeļu detaļu ražošanā, piemēram, galdos, krēslos, skapjos un plauktos. Mašīna griež paneļus un komponentus tā, lai tie precīzi savienotos, nodrošinot konsekventu kvalitāti vairākiem gabaliem. Tā ir īpaši noderīga virtuves mēbeļu, skapju un iebūvēto mēbeļu ražošanā, kur nepieciešama augsta precizitāte, jo ļauj precīzi izgriezt paneļus, slotus un caurumus, lai detaļas pareizi sakristu montāžas laikā.

Kokapstrādes savienojumi un mezgli: CNC var izveidot kopnes, rievotas vietas un savienojumu detaļas, ko manuāli izgatavot būtu grūti vai laikietilpīgi. Tas palīdz skolēniem saprast, kā digitālie rīki papildina tradicionālās kokapstrādes tehnikas.

Dekoratīvi darbi: CNC plaši izmanto dekoratīvos elementus veidošanai, piemēram, gravējot rakstus, logotipus vai tekstūras kokā. To izmanto zīmju izgatavošanai, paneļiem un mākslinieciskām detaļām.
Prototipu un testu izgatavošana: CNC ļauj izgatavot prototipus vai testa gabaliņus pirms galīgās ražošanas. Tas palīdz pārbaudīt izmērus, savietojamību un vizuālo izskatu pirms pilnas partijas izgatavošanas.

Mazās detaļas, amatniecība un izglītības projekti: CNC noder arī rotaļlietu, mācību projektu vai amatniecības objektu izgatavošanai. Šīs pielietošanas jomas īpaši svarīgas mācību vidē, kur svarīgs ir „mācīšanās caur darīšanu" princips [5], [6].



Attēls 3: CNC darba objekts [7].

2.5 Nepieciešamais tehniskais nodrošinājums

Darbs ar CNC kokapstrādes apmācību kontekstā prasa dažus pamata rīkus un aprīkojumu, kas ļauj pārvērst digitālo dizainu par gatavu koka detaļu. CNC apstrāde ir kontrolēts process, kurā no koka bloka tiek noņemts materiāls, izmantojot datorvadāmas mašīnas un griešanas rīkus.
Galvenais aprīkojums, kas parasti nepieciešams:

1. CNC iekārta: Tā ir galvenā mašīna, kas veic griešanu. CNC iekārtas tiek vadītas ar datorprogrammu, kas pārvieto griešanas rīku un noņem materiālu, lai izveidotu vēlamo detaļu formu. Ir dažādi CNC mašīnu tipi, taču galvenā doma ir tāda, ka mašīnas rāmis, motori, elektroniskais kontrolieris un griešanas rīku spindelis strādā kopā ar datoru un kontrolē, lai realizētu dizainu.
2. Dators un programmatūra (CAD + CAM): Lai darbinātu CNC iekārtu, nepieciešams dators ar atbilstošu programmatūru:

- CAD (Computer-Aided Design) – datorizēta dizaina programmatūra detaļas veidošanai vai atvēršanai.
- CAM (Computer-Aided Manufacturing) – programmatūra, kas ģenerē instrukcijas mašīnai, lai tā veiktu griešanas kustības.
  Šī kombinācija ļauj dizainu pārvērst kustību un griešanas darbību programmā, ko CNC iekārta spēj izpildīt.

3. Griešanas rīki: CNC mašīnas koku negriež ar metāla detaļām tieši; tās izmanto griešanas rīkus, piemēram, frēzes vai rūtera uzgaļus. Šie rīki tiek fiksēti mašīnas spindelī un noņem materiālu no koka. Rīka izvēle ietekmē griešanas veidu, virsmas kvalitāti un rīka kalpošanas ilgumu.



Attēls 4: CNC rūtera spindelis [8].

4. Darba fiksācijas ierīces: Lai mašīna grieztu precīzi, koka detaļa jānostiprina vietā. To nodrošina: skavas, fiksēšanas plāksnes un ierīces, kas paredzētas konkrētām formām.
   Droša detaļas fiksācija novērš tās kustēšanos griešanas laikā, ļaujot mašīnai precīzi izpildīt programmu.
5. Materiāla bloki vai sākotnējās detaļas: Nepieciešams izejmateriāls – koka bloks vai plāksne, no kuras tiks izveidota galīgā detaļa. Darbnīcās šo bieži sauc par “blanku” vai “darba gabalu”.
6. Mērīšanas un apdares rīki: Pēc CNC detaļas izgriešanas bieži veic manuālu apdari, piemēram, slīpēšanu, dimensiju pārbaudi ar lineāli vai šķēlēm (skalpeli/kliperiem), vai detaļu montāžu. Šie tradicionālie rīki noslēdz CNC darba plūsmu kokapstrādes kontekstā [9].

2.6 Tehniskās uzstādīšanas kontrolsaraksts

Pirms uzsākt jebkādu stundas aktivitāti ar CNC iekārtu, ir būtiski pārliecināties, ka mašīna, instrumenti un digitālie faili ir pareizi sagatavoti un droši lietošanai. Šis kontrolsaraksts apkopo galvenos elementus, ko skolotājiem jāverificē pirms CNC darba uzsākšanas. To var izmantot kā ātru atsauces rīku, lai nodrošinātu precizitāti, drošību un raitu darbību aktivitātes laikā.

Iekārtas sagatavotība

- CNC iekārta ir uzstādīta stabilā, tīrā un labi vēdināmā darbnīcas vietā.
- Mašīna ir ieslēgta un pārbaudīta – nav redzamu kļūdu paziņojumu.
- Griešanas instruments (frēze) ir pareizi uzstādīts un cieši nostiprināts.
- Izvēlētais instruments atbilst materiālam un operācijai (griešana, gravēšana, slīpuma frēzēšana).
- Darba objekts (koks vai panelis) ir stingri nostiprināts uz mašīnas galda (ar skavām vai vakuumu).
- CNC mašīnas nulles punkts (sākuma pozīcija) ir pareizi iestatīts.
- Materiāla biezums ir pietiekams, lai droši veiktu operāciju.
- CNC programmatūra ir atjaunināta un saderīga ar mašīnas kontrolieri.
- CNC programma ir pārskatīta (instrumentu ceļi, griešanas dziļums, ātrumi un padeves).

Drošības pārbaudes

- Skolēni ir informēti par kustīgajām daļām un rotējošajiem instrumentiem.
- Garie mati, vaļīgas drēbes un rotaslietas ir aizsietas vai noņemtas.
- Drošības brilles un slāpējošās austiņas ir pieejamas un tiek izmantotas, ja nepieciešams.
- Avārijas pogas ir skaidri identificētas un viegli pieejamas.
- Skolēniem ir sniegtas skaidras instrukcijas par to, kur stāvēt un ko nedrīkst pieskarties, kamēr mašīna darbojas.

Digitālie resursi

- Ir pieejama CAD programmatūra pēdējām dizaina izmaiņām.
- CNC programma ir ģenerēta, izmantojot CAM programmatūru, kas atbilst mašīnai.
- Dizaina faili ir pārbaudīti pareiziem izmēriem un mērogam.
- Faili no ārējiem avotiem ir piemēroti izglītības lietošanai un juridiski izmantojami klasē.

Biežākās iesācēju kļūdas un riski CNC darbā

Strādājot ar CNC mašīnām pirmo reizi, iesācēji bieži pieļauj kļūdas, kas var ietekmēt darba kvalitāti vai radīt drošības riskus, ja tās netiek pienācīgi novērstas. Viena no visbiežāk pieļautajām kļūdām ir nepareiza detaļas fiksācija. Ja materiāls nav droši nostiprināts vai fiksēts, tas var pārvietoties apstrādes laikā, izraisot neprecīzus griezumus vai instrumentu bojājumus. Vēl viena bieži sastopama problēma ir nepareiza nulles punkta iestatīšana, kas var izraisīt nepareizus vai pārāk dziļus griezumus.

Sācēji var arī izvēlēties nepiemērotus griešanas instrumentus vai parametrus, piemēram, nepareizus padeves ātrumus vai vārpstas ātrumus, kas var izraisīt sliktu virsmas apdari, instrumentu nodilumu vai koksnes apdegšanu. Simulācijas vai programmas pārskatīšanas izlaišana ir vēl viens risks, jo neatklātas kļūdas instrumenta trajektorijā var izraisīt sadursmes vai materiāla izšķērdēšanu.

Šo kļūdu savlaicīga novēršana palīdz studentiem attīstīt drošas ieradumus un saprast sagatavošanās un pārbaudes nozīmi pirms apstrādes.

3. Tehnoloģiju potenciāls profesionālajā izglītībā (VET) galdniecībā un koka apstrādē

3.1 Izglītības ieguvumi

Integrējot CNC tehnoloģiju profesionālajā izglītībā, tiek nodrošinātas vairākas izglītības priekšrocības, kas atbalsta gan tehniskās prasmes, gan skolēnu iesaisti. Klases vai darbnīcas apstākļos CNC savieno digitālās prasmes, praktisko darbu un reālās pasaules pielietojumu.

Praktiska mācīšanās ar reālu nozīmi:

CNC iekārtas ļauj skolēniem strādāt ar tādu pašu tehnoloģiju, kādu izmanto profesionālās darbnīcās. Skolēni ne tikai apgūst teoriju, bet arī praktiski piemēro to, projektējot detaļas un redzot to izgatavošanu. Šī praktiskā pieeja palīdz saprast, kā prasmes tiek izmantotas reālajā darbā.

Problēmu risināšanas un kritiskās domāšanas attīstība:

Strādājot ar CNC, skolēni plāno, testē un pielāgo savas idejas. Ja detaļa neveidojas kā paredzēts, jāanalizē, kas nogāja greizi, un jāuzlabo dizains vai iestatījumi. Šis process stiprina loģisko domāšanu un problēmu risināšanas prasmes.

Stipra saikne starp digitālo dizainu un fizisko ražošanu:

CNC ļauj skolēniem skaidri redzēt saikni starp datorizēto dizainu un fizisko izgatavošanu. Projektējot detaļu ekrānā un pēc tam ražojot to uz iekārtas, abstraktās idejas kļūst konkrētas un vieglāk saprotamas.

Lielāka skolēnu iesaiste un motivācija:

CNC iekārtas piesaista skolēnu uzmanību, jo tās rada redzamus, profesionāli izskatīgus rezultātus. Redzot, kā mašīna pārvērš digitālu failu par reālu objektu, skolēni ir motivēti un iesaistīti mācību procesā.

Atbalsts radošumam un projektu mācībām:

CNC tehnoloģija ļauj skolēniem izveidot pielāgotas detaļas un oriģinālus dizainus, kas veicina radošo domāšanu. Tā ir piemērota projektu bāzētai mācībai, kur skolēni paši projektē, ražo un uzlabo savu darbu laika gaitā.

Sagatavošana nākotnes karjerai un turpmākajai apmācībai:

Prasme izmantot CNC iekārtas palīdz skolēniem iepazīties ar mūsdienīgām ražošanas vidēm. Šī pieredze atbalsta nākotnes nodarbinātību, prakses iespējas

vai turpmāko tehnisko izglītību, veidojot pārliecību darbā ar nozares atbilstošiem rīkiem.

3.2 Tehniskās priekšrocības CNC izmantošanai profesionālajā izglītībā koka apstrādei

No tehniskā viedokļa CNC tehnoloģija sniedz skaidras priekšrocības, kad to izmanto profesionālajā koka apstrādes un galdniecības apmācībā.

- Precizitāte: CNC iekārtas seko digitāliem rīku ceļiem, kas ļauj veikt precīzus griezumus, iegūt tīras malas un pareizi izmēru detaļas. Tas padara tehnisko rezultātu sasniegšanu uzticamāku nekā pilnībā manuālā darbā.
- Atkārtojamība: Kad CNC programma ir izveidota, to pašu detaļu var ražot vairākkārt ar konsekventu kvalitāti. Tas ir īpaši noderīgi mācību vidē, kur skolēni var strādāt ar līdzīgiem uzdevumiem vienādos apstākļos, un rezultātus vieglāk salīdzināt.
- Sarežģītu formu un detaļu izgatavošana: CNC ļauj veidot kompleksas formas un detaļas, piemēram, līkumus, slotus vai dekoratīvus elementus, ko ar rokām būtu grūti vai laikietilpīgi izveidot. Tas paplašina projektu iespējas profesionālās izglītības darbnīcās.
- Efektīva materiālu izmantošana: Griešanas ceļus var plānot, lai samazinātu atkritumus un izvairītos no kļūdām. Pēc iestatīšanas CNC iekārtas spēj atkārtoti veikt darbības efektīvi, palīdzot maksimāli izmantot ierobežoto mācību laiku.

Kopumā šīs tehniskās priekšrocības padara CNC par praktisku un uzticamu tehnoloģiju galdniecības un koka apstrādes VET, nodrošinot, ka darbnīcu prakse atbilst mūsdienīgu profesionāļu standartiem.

CNC un manuālā galdniecība nav pretēji procesi, bet papildinoši:

- Manuālā koka apstrāde attīsta pamatprasmes, piemēram, materiāla izpratni, roku un acu koordināciju un amatniecības prasmes. Tā ļauj skolēniem saprast koka uzvedību, graudu virzienu un apdari caur tiešu saskari.
- CNC apstrāde sniedz precizitāti, atkārtojamību un efektivitāti, ideāli piemērota precīzu detaļu, sarežģītu ģeometriju un atkārtotu daļu

ražošanai. Tā īpaši noder uzdevumos, kur nepieciešami konsekventi rezultāti vai detalizēti raksti, ko grūti panākt ar rokām.

Apvienojot abas pieejas, skolēni iegūst labāko no abām pasaulēm: CNC nodrošina precizitāti un efektivitāti, kamēr manuālā galdniecība stiprina tradicionālās prasmes un amatniecību. Rezultātā tiek sasniegta līdzsvarota un vispusīga mācību pieredze.

3.3 Skolotāja kontrolsaraksts

CNC tehnoloģijas ieviešana profesionālajā izglītībā galdniecībā un koka apstrādē nav tikai tehnisks uzdevums, bet arī pedagoģiska iespēja. Pirms stundas aktivitāšu izstrādes skolotājiem jānodrošina, ka stundu mērķi, skolēnu sagatavotība un mācību programmas atbilstība ir skaidri definēta. Šis kontrolsaraksts palīdz nodrošināt, ka CNC tiek izmantots jēgpilni, motivējoši un pedagoģiski efektīvi.

Mācību mērķi

- Aktivitāte atbilst galdniecības vai koka apstrādes mācību programmai.
- Skolēni saprot pamata CNC darba plūsmu (dizains, programmēšana, sagatavošana un apstrāde).
- Uzdevums veicina problēmu risināšanu un lēmumu pieņemšanu, piemēram, izvēloties instrumentus, iestatījumus vai stratēģijas.
- Aktivitāte ietver praktisku darbu gan ar digitālajiem rīkiem, gan ar fiziskajiem materiāliem.

Pedagoģiskā sagatavošana

- Jūs esat sagatavojis vai izgatavojis piemēra detaļu, ko rādīt klasei.
- Jūs esat identificējis biežāk sastopamās CNC problēmas, ar kurām skolēni var saskarties (nepareiza nulles punkta iestatīšana, instrumenta izvēle, barošanas ātruma problēmas, materiāla nepietiekama fiksācija).
- Jūs esat sagatavojis vadlīniju jautājumus, piemēram: Kāpēc griezums ir neprecīzs? Kas jāpielāgo?
- Jūs esat ieplānojis brīžus grupu sadarbībai un diskusijām dizaina, sagatavošanas vai izvērtēšanas laikā.

Materiālu adaptācija galdniecībai

- CNC aktivitāte ir skaidri saistīta ar reāliem koka apstrādes procesiem (paneļu griešana, savienojumu elementi, sloti, fiksatori vai dekoratīvi elementi).
- Skolēni var salīdzināt CNC izgatavotās detaļas ar manuāli radītajiem komponentiem.
- Jums ir piemēri, kas demonstrē, kā CNC atbalsta un uzlabo amatniecību, nevis aizvieto tradicionālās koka apstrādes prasmes.

3.4 Piemēri aktivitātēm profesionālajā izglītībā (VET) galdniecībā

Lai palīdzētu skolotājiem iedomāties, kā CNC tehnoloģiju var integrēt galdniecības mācībās, turpmākie piemēri piedāvā gatavas aktivitātes, kuras var pielāgot dažādiem līmeņiem un darbnīcas kontekstiem.
Šīs aktivitātes parāda, kā CNC apstrāde var atbalstīt mācīšanos, precīzu darbu, sapratni par savienojumiem un eksperimentēšanu galdniecībā.

Īsa garuma projekts – Iesācēju līmenis (1–2 nodarbības): Vienkārša darbnīcas detaļas izgatavošana ar CNC

- Mērķis: Iepazīstināt skolēnus ar pamata CNC darba plūsmu, izmantojot vienkāršu un funkcionālu objektu, ko var izmantot tieši galdniecības darbnīcā.
- Apraksts: Skolēni lejupielādē vai izveido vienkāršu dizainu, piemēram, starpliku bloku, griešanas ierobežotāju vai urbšanas veidni. Viņi sagatavo CNC programmu, uzstāda mašīnu, izgatavo detaļu un pēc tam pārbauda to reālā galdniecības darbā. Uzsvars ir uz procesa izpratni, nevis sarežģītību.
- Mācību rezultāti:
  1. Saprast pamata CAD–CAM–CNC darba plūsmu;
  2. Novērot dimensiju, precizitātes un toleranču nozīmi;
  3. Savienot CNC izgatavotās detaļas ar praktisku darbnīcas pielietojumu.
- Variācija: Skolēni pielāgo dizainu konkrētai mašīnai, instrumentam vai mērījumam, ko izmanto savā darbnīcā.

Vidēja garuma projekts – Starpnieka līmenis (3–4 nodarbības): CNC atbalstīta savienojumu izpēte

- Mērķis: Izpētīt tradicionālos savienojumu principus, izmantojot digitālo dizainu un CNC apstrādi, lai labāk izprastu saderību, ģeometriju un precizitāti.
- Apraksts: Skolēni izstrādā savienojumu CAD programmā un izgatavo testa versiju ar CNC mašīnu. Viņi pārbauda, cik labi detaļas sader, identificē problēmas, nepieciešamības gadījumā pielāgo dizainu un pēc tam izgatavo savienojumu no reāla koka. Šī pieeja palīdz skolēniem saprast savienojumu uzvedību pirms galīgo detaļu izgatavošanas.
- Mācību rezultāti:
  1. Attīstīt pamata CAD un CNC sagatavošanas prasmes;
  2. Analizēt savienojumu saderību, izlīdzināšanu un mehānisko uzvedību;
  3. Samazināt materiālu atkritumus, testējot dizainus digitāli un pakāpeniski.
- Variācija: Skolēni salīdzina dažādus savienojumu dizainus un prezentē, kura risinājuma darbība ir labākā un kāpēc.

Garāks projekts – Padziļinātais līmenis (1–2 nedēļas): CNC balstīta galdniecības objekta dizains un izgatavošana

- Mērķis: Apvienot tradicionālās galdniecības prasmes ar digitālo CNC apstrādi pilnīgā projektā.
- Apraksts: Skolēni izstrādā objektu, kas ietver CNC izgatavotas koka detaļas, piemēram, paneļus ar spraugām, līkumotas detaļas vai precīzus izgriezumus. Viņi sagatavo dizainu, izgatavo detaļas ar CNC, un pēc tam saliek un apstrādā objektu, izmantojot tradicionālās galdniecības tehnikas.
- Mācību rezultāti:
  1. Saprast CNC apstrādes papildinošo lomu galdniecībā;
  2. Plānot projektu no dizaina līdz izgatavošanai un montāžai;
  3. Pielietot gan digitālās, gan manuālās prasmes vienā saskaņotā uzdevumā.
- Variācija: Skolēni dokumentē visu procesu (dizains – CNC apstrāde – montāža – apdare) un reflektē par CNC izmantošanas priekšrocībām un ierobežojumiem.

4. Integrācija klases vidē

4.1 Metodiskie ieteikumi

Saskaņā ar 3ERP, CNC tehnoloģijas izmantošana izglītībā piedāvā nozīmīgu iespēju stiprināt profesionālo un tehnisko apmācību, tuvinot mācīšanos reālajai rūpnieciskajai praksei. CNC mašīnas plaši izmanto mūsdienu ražošanas vidē, un to ieviešana izglītības iestādēs ļauj skolēniem strādāt ar instrumentiem un procesiem, kas ļoti līdzinās tiem, kas tiek izmantoti profesionālajās darbnīcās. Tas palīdz samazināt plaisu starp to, ko skolēni apgūst klasē, un to, ko no viņiem sagaida darba vidē.

Viens no galvenajiem CNC ieguldījumiem izglītībā ir spēja atbalstīt praktisko, pieredzes ieguves mācīšanos. Tā vietā, lai koncentrētos tikai uz teorētiskām skaidrošanām, skolēni aktīvi iesaistās detaļu projektēšanā, mašīnas programmu sagatavošanā un novērošanā, kā digitālie norādījumi tiek pārveidoti par fiziskiem objektiem. Šī tiešā iesaiste palīdz labāk izprast ražošanas procesus un nostiprina tehniskos konceptus, izmantojot praktisku darbību.

3ERP arī norāda, ka darbība ar CNC veicina problēmu risināšanas prasmju attīstību. CNC projektos skolēni bieži saskaras ar izaicinājumiem, kas saistīti ar dizaina precizitāti, mašīnas uzstādīšanu vai neparedzētiem rezultātiem. Lai pārvarētu šīs problēmas, viņiem jāanalizē, kas nogāja nepareizi, jāpielāgo parametri vai jāmodificē dizains. Šis iteratīvais process veicina kritisko domāšanu un palīdz skolēniem iemācīties strukturēti un metodiski pieiet tehniskām problēmām.

Papildus darbība ar CNC tehnoloģijām iepazīstina skolēnus ar digitālajiem darba plūsmām, tostarp dizaina failu un mašīnas vadāmo procesu izmantošanu. Šī pieredze atbalsta digitālās kompetences attīstību līdzās tradicionālajām tehniskajām prasmēm. Skolēni apgūst ne tikai mašīnu darbību, bet arī to, kā plānot, testēt un pilnveidot savu darbu, kas atspoguļo mūsdienu ražošanas praksi. Visbeidzot, tiek uzsvērts, ka agrīna CNC tehnoloģijas iepazīšana var uzlabot skolēnu sagatavotību karjerai. Tā kā CNC apstrāde ir centrālā tehnoloģija daudzās nozarēs, pazīšanās ar CNC sistēmām var labāk sagatavot skolēnus ieejas līmeņa darba vietām, mācību praksēm vai turpmākai tehniskajai izglītībai. Šādā nozīmē CNC kalpo ne tikai kā mācību instruments, bet arī kā tilts starp profesionālo izglītību un nākotnes nodarbinātības iespējām [10].

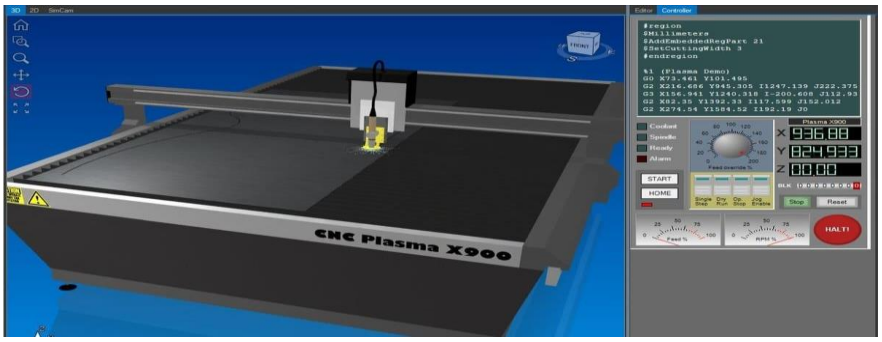
4.2 Ieviešanas plāns soli pa solim

1. solis – Plānošana un mācību satura saskaņošana

Pirms CNC ieviešanas darbnīcā, definējiet skaidrus stundu mērķus un pārliecinieties, ka tie atbilst galdniecības vai kokapstrādes mācību programmai. Noteikt, ko skolēni vajadzētu apgūt katrā posmā, piemēram, pamata darbplūsmas, precizitātes, savienojumu izpratni vai projektu izstrādi, un izvēlēties aktivitātes, kas atbilst viņu pieredzes līmenim.

2. solis – Pasniedzēja sagatavošanās un iepazīšanās

Pasniedzējiem jāiepazīstas ar CNC mašīnu, programmatūru un pamata darba plūsmu pirms darba ar skolēniem. Tas ietver testa darbu veikšanu, biežāko kļūdu identificēšanu un piemēru dizainu vai gatavu detaļu sagatavošanu, ko izmantot demonstrācijās.



Attēls 5: CNC programmatūra [12].

3. solis – CNC koncepciju iepazīstināšana skolēniem

Izskaidrojiet, kas ir CNC un kā tas tiek izmantots galdniecībā, vienkāršā valodā un ar reāliem piemēriem. Īsas demonstrācijas palīdz skolēniem saprast procesu pirms viņi paši sāk strādāt ar mašīnu.

4. solis – Vadīta praktiskā nodarbība

Sāciet ar vienkāršām, uzraudzītām aktivitātēm. Skolēni strādā ar pamata dizainiem vai nelieliem CNC uzdevumiem, kamēr pasniedzējs sniedz ciešu vadību, koncentrējoties uz drošību, pareizu mašīnas uzstādīšanu un katra procesa soļa izpratni.

5. solis – Pakāpeniska skolēnu patstāvība

Palielinoties pārliecībai, skolēni uzņemas vairāk atbildības dizaina lēmumos, mašīnas uzstādīšanā un problēmu risināšanā. Uzdevumi pakāpeniski var kļūt sarežģītāki, virzoties uz savienojumu elementiem vai nelieliem projektiem.



Attēls 6: Skolēns izmanto CNC mašīnu [13].

6. solis – Integrācija ar tradicionālajiem galdniecības uzdevumiem

Apvienojiet CNC apstrādi ar manuālām darbībām, piemēram, montāžu, slīpēšanu un apdari. Tas palīdz skolēniem saprast, kā CNC atbalsta, nevis aizstāj tradicionālās galdniecības prasmes.

7. solis – Novērtēšana un refleksija

Pēc katras aktivitātes pārskatiet rezultātus kopā ar skolēniem. Apspriediet, kas izdevās labi, kādas problēmas radās un kā procesu varētu uzlabot. Refleksija palīdz nostiprināt mācīšanās rezultātus un attīstīt tehnisko domāšanu.

4.3 Klases integrācijas kontrolsaraksts

Kad skolotāji ir gatavi integrēt CNC darba galdu savās nodarbībās, šis kontrolsaraksts sniedz vadlīnijas, kā sagatavoties, vadīt un noslēgt klases aktivitāti. Tas palīdz nodrošināt, ka visi nepieciešamie materiāli, rīki, digitālie resursi un pedagoģiskie soļi ir gatavi, ļaujot vadīt nodarbību gludi un droši.

Sagatavošanās nodarbībai

- Izvēlēta vienkārša CNC aktivitāte, piemērota iesācējiem (piemēram, starplikas, aptures bloks, vienkārša paneļa griešana).
- Visi nepieciešamie digitālie faili (CAD un CNC programma) saglabāti un dublēti.
- CNC mašīna pārbaudīta iepriekšējā dienā, lai izvairītos no negaidītām problēmām.
- Aprēķinātais apstrādes laiks atbilst pieejamajam nodarbības laikam.
- Skolēniem ir pieejama CAD programmatūra, kas atbilst viņu līmenim.
- CNC darba plūsma ir iepriekš plānota: Dizains – Programma – Uzstādīšana – Apstrāde – Novērtēšana.

Materiāli un rīki

- Pieejams piemērots koka vai paneļa materiāls, sagatavots darbam.
- Atbilstoši griešanas rīki (frēzēšanas gali) uzstādīti vai sagatavoti.
- Pieejami skavas vai vakuuma sistēma, lai materiāls būtu droši fiksēts.
- Gatavi mērīšanas rīki (lineāls, skaitītājs) izmēru pārbaudei.
- Putekļu nosūkšanas sistēma pieslēgta un darbojas.
- Pieejami nepieciešamie individuālās aizsardzības līdzekļi (aizsargbrilles, klausīšanās aizsardzība).

Nodarbības laikā

- Skolēni zina savas lomas (dizains, uzstādīšana, uzraudzība, kvalitātes pārbaude, dokumentācija).
- Skolēni spēj identificēt galvenos CNC parametrus, piemēram:
  1. Griešanas dziļums
  2. Rīka veids
  3. Barošanas ātrums (feed rate)
  4. Vārpstas ātrums (spindle speed)
- Ir skaidri izskaidrota darba plūsma: Dizains – CNC programma – Uzstādīšana – Apstrāde – Novērtēšana.
- Skolotājs aktīvi uzrauga mašīnas darbību un skolēnu izvietojumu.
- Plānots laiks pamata apdarei (malošanas slīpēšana, tīrīšana).

Pēc aktivitātes

- Skolēni dokumentē rezultātus (fotogrāfijas, skices, piezīmes par iestatījumiem un rezultātiem).
- Veic īsu refleksijas aktivitāti (Kas izdevās? Kas neizdevās? Ko mainītu?).
- CNC mašīna tiek attīrīta, rīki noņemti, ja nepieciešams, un darba zona atstāta droša nākamajai grupai.

4.4 Ieteikumi skolotājiem

Zemāk ir daži ieteikumi par 3D CNC tehnoloģijas izmantošanu izglītības nolūkos:

Rekomendācijas	Apraksts
Sāciet ar vienkāršiem CNC uzdevumiem	Vispirms izmēģiniet pamata operācijas, piemēram, taisnas griešanas vai vienkāršas formas, pirms pārejiet uz sarežģītākiem projektiem. Tas palīdz skolēniem saprast CNC darba plūsmu.

Parādiet demonstrāciju pirms skolēnu iesaistes	Īsas demonstrācijas ļauj skolēniem vizualizēt procesu, mašīnas kustības un drošības zonas, pirms viņi sāk patstāvīgi strādāt ar CNC.
Integrējiet CNC ar tradicionālo galdniecību	Apvienojiet CNC apstrādi ar manuāliem darbiem, piemēram, montāžu, slīpēšanu un apdari, lai skolēni saprastu CNC kā papildinošu rīku, nevis amatniecības aizvietotāju.
Uzsvērt drošību katrā posmā	Regulāri atgādiniet skolēniem par kustīgajām daļām, rotējošajiem instrumentiem un drošu stāvokli. Skaidras drošības prasības un uzraudzība ir būtiskas drošai CNC izmantošanai.
Veicināt problēmu risināšanu un refleksiju	Kļūdas uztvert kā mācību iespējas. Apspriediet, kāpēc radās kļūdas un kā dizainu, iestatījumus vai parametrus var uzlabot.
Plānojiet lomas un komandas darbu	Piešķiriet skaidras lomas (dizains, iestatīšana, uzraudzība, kvalitātes kontrole), lai iesaistītu visus skolēnus un atspoguļotu reālas darbnīcas prakses.
Atvēlietiet laiku izvērtēšanai	Vienmēr iekļaujiet brīdi, lai pārskatītu rezultātus, salīdzinātu tos ar dizainu un reflektētu par CNC procesu un sasniegtajiem rezultātiem [10], [11].

5. Drošība un ilgtspējība CNC darbā

CNC tehnoloģijas izmantošana galdniecības un kokapstrādes apmācībā sniedz daudz priekšrocību, taču tā prasa rūpīgu uzmanību drošībai un ilgtspējībai. Profesionālās izglītības (VET) kontekstā CNC iekārtas jāizmanto tā, lai aizsargātu gan skolēnus, gan skolotājus, vienlaikus veicinot materiālu un resursu atbildīgu lietošanu.

Drošības apsvērumi, strādājot ar CNC iekārtām:

CNC iekārtās ir kustīgas daļas, rotējoši instrumenti un elektriskās komponentes, tādēļ drošība vienmēr ir prioritāte. Saskaņā ar Proto&Go, viens no svarīgākajiem drošības principiem ir nodrošināt, ka iekārtu operatori ir apmācīti un tiek ievērotas skaidras darbības procedūras. Pirms jebkādas CNC aktivitātes uzsākšanas lietotājiem jābūt pazīstamiem ar iekārtas vadību, avārijas apturēšanas funkcijām un pamata darbības noteikumiem.

Pareiza personīgā aizsardzības aprīkojuma (PPE) izmantošana ir būtiska. Ieteicamas aizsargbrilles, lai pasargātu acis no koka skaidiņām un putekļiem, kā arī, atkarībā no iekārtas un materiāla, var būt nepieciešama slāpējošās austiņas. Brīva apģērba gabali, rotaslietas un gari mati jānostiprina, lai novērstu kontaktu ar kustīgajām daļām.

Svarīgs drošības aspekts ir arī iekārtas uzstādīšana un darba vietas organizācija. Uzsverama nepieciešamība stingri nostiprināt darba materiālu, lai tas nekustētos darbības laikā. Instrumenti jāuzstāda pareizi un cieši jātur, un darba zona jāatbrīvo no nevajadzīgiem priekšmetiem. Kārtīga un organizēta darba vide samazina negadījumu risku un uzlabo redzamību darbības laikā.

Regulāra pārbaude un uzturēšana arī ir būtiska drošībai. Instrumentu nolietojuma pārbaude, aizsargu un drošības sistēmu funkcionalitātes nodrošināšana un iekārtas tīrīšana palīdz novērst darbības traucējumus un negaidītas kļūmes. Izglītības vidē šīs pārbaudes jāveic kā daļa no rutīnas pirms katras nodarbības.



Attēls 7: Cilvēks, kas izmanto pareizu aizsargapģērbu. [14].

Ilgtspējības aspekti, strādājot ar CNC galdniecībā:

Papildus drošībai, CNC tehnoloģija var veicināt ilgtspējīgākas darba prakses galdniecībā, ja to izmanto atbildīgi. Viens no svarīgākajiem ilgtspējības aspektiem ir materiālu efektivitāte. Tā kā CNC apstrāde tiek plānota digitāli, griešanas ceļi var tikt optimizēti iepriekš, palīdzot samazināt materiālu atkritumus un izvairīties no nevajadzīgām kļūdām. Tas ir īpaši nozīmīgi mācību vidē, kur resursi ir ierobežoti.

CNC iekārtas arī palīdz labāk kontrolēt ražošanas procesus, kas samazina nepieciešamību atkārtoti pārstrādāt vai izmest detaļas. Precīzu komponentu ražošana no pirmās reizes samazina atkritumu daudzumu un enerģijas patēriņu, kas saistīts ar darbību atkārtošanu.

Vēl viens ilgtspējības aspekts ir putekļu un atkritumu pārvaldība. Abas nozares uzsver pareizu putekļu nosūces sistēmu nozīmi, kas ne tikai uzlabo drošību, bet arī samazina vides ietekmi no gaisā esošajām daļiņām darbnīcā. Savāktos koka atkritumus var efektīvāk pārvaldīt un, kur iespējams, atkārtoti izmantot vai pārstrādāt.

No izglītības perspektīvas, CNC nodrošina iespēju paaugstināt skolēnu izpratni par atbildīgu ražošanu. Diskutējot par materiālu izvēli, griešanas stratēģijām un atkritumu samazināšanu CNC aktivitāšu laikā, skolotāji var palīdzēt skolēniem saprast, kā digitālie rīki var veicināt ilgtspējīgāku galdniecības praksi [14], [15].

6. Papildresursi

Title: Ievads CNC iekārtās

Autors: CNCKing

Apraksts: Īss video, kas iepazīstina ar to, kas ir CNC un kā tas darbojas.

Saite: https://www.youtube.com/watch?v=-C_h7BOq4ps

Title:

Autors: The ultimate Guide to CNC Machining

Apraksts: Papildu informācija un resursi, lai uzzinātu vairāk par šo tehnoloģiju un tās iespējamo pielietojumu.

Saite: https://www.fictiv.com/articles/the-ultimate-guide-to-cnc-machining

Title: CNC apstrādes veidi un pielietojumi

Autors: YIJIN Hardware

Apraksts: Īss video, kas iepazīstina ar dažādiem CNC iekārtu veidiem un to iespējamo pielietojumu.

Saite: https://www.youtube.com/watch?v=u1jiod4c-eI

7. Nobeigums

Integrācija CNC tehnoloģijā profesionālās izglītības galdniecības un kokapstrādes programmās veicina mūsdienīgu VET attīstību, savienojot digitālos procesus ar tradicionālo amatniecību. CNC ļauj audzēkņiem strādāt ar instrumentiem un darba plūsmām, kas atspoguļo mūsdienīgu profesionālo praksi, vienlaikus attīstot būtiskas manuālās prasmes.

Šis ceļvedis demonstrē, kā CNC var ieviest strukturētā, drošā un pedagoģiski jēgpilnā veidā, sniedzot skolotājiem praktiskus ieteikumus, aktivitāšu piemērus un vadlīnijas klases darbības īstenošanai. Kad CNC tiek izmantots kā papildinošs instruments, tas uzlabo precizitāti, atbalsta mācīšanos un veicina labāku izpratni par ražošanas procesiem.

ShiftVET projekta ietvaros šis ceļvedis veicina VET piedāvājuma stiprināšanu, atbalstot inovatīvu tehnoloģiju ieviešanu, kas atbilst darba tirgus vajadzībām. Tas palīdz sagatavot audzēkņus mūsdienīgas galdniecības un kokapstrādes profesiju izaicinājumiem.

ShiftVET — vieta, kur CNC satiekas ar mūsdienīgu amatniecību.

Literatūras saraksts

[1] Goodwin University, "What is CNC Machining in Manufacturing?," Goodwin University, 09 July 2024. [Online]. Available: https://www.goodwin.edu/enews/what-is-cnc/. [Accessed 08 January 2026].

[2] J. mentira, "A Guide to the Wood CNC Router," Runsom, [Online]. Available: https://www.runsom.com/es/blog/cnc-wood-router/. [Accessed 08 January 2026].

[3] AM Soluciones, "The 7 phases of the CNC program: from design to production," AM Soluciones, 16 November 2023. [Online]. Available: https://www.amsoluciones.com/las-7-fases-del-programa-cnc-desde-el-diseno-hasta-la-produccion/. [Accessed 08 January 2026].

[4] PartMFG, «What is CNC cutting?,» PartMFG, 15 September 2025. [Online]. Available: https://www.partmfg.com/es/que-es-el-corte-cnc/. [Accessed 08 January 2026].

[5] IGOLDENCNC, "The top 10 applications of CNC wood milling machines," IGOLDENCNC, 05 September 2025. [Online]. Available: https://www.igolden-cnc.com/es/top-10-applications-of-wood-cnc-router/. [Accessed 08 January 2026].

[6] CNC industry blog, "What is a CNC machine used for in woodworking?," CNC industry blog, [Online]. Available: https://cncblogs.com/cnc-industry-blog/what-is-a-cnc-machine-used-for-in-woodworking/. [Accessed 08 January 2026].

[7] MASMADERAZARAGOZA, "Numerical control or CNC cutting machines," MASMADERAZARAGOZA, 2024. [Online]. Available: https://www.masmaderazaragoza.com/muebles-a-medida/cnc/. [Accessed 08 January 2026].

[8] AVIDCNC, AVIDCNC, [Online]. Available: https://www.avidcnc.com/cnc-router-bit-set-p-427.html?srsltid=AfmBOopJft-j8CgKF1IOgthhhmz7pClPJZCt1uUGIjW_f-fgA8CVbox8. [Accessed 08 January 2026].

[9] XOMETRY, "The Definitive Guide to CNC Machining," XOMETRY, 08 September 2023. [Online]. Available: https://xometry.pro/es/articulos/mecanizado-cnc-guia/. [Accessed 08 January 2026].

[10] R. Ye, "CNC Machining in Education: Applications and Benefits," 3ERP, [Online]. Available: https://www.3erp.com/blog/cnc-education/. [Accessed 08 January 2026].

[11] MatterHackers, "Transform Your Classroom: Top Reasons to Add a CNC Machine This School Year," MatterHackers, 15 August 2024. [Online]. Available: https://www.matterhackers.com/about/transform-your-classroom-top-reasons-to-add-a-cnc-machine-this-school-year?srsltid=AfmBOoopxufxCnby_Qs8OdhwqZJj69PG462kzkep4b1lkypZcm5uxw2t. [Accessed 08 January 2026].

[12] A. A. a. L. F. Caleb Favela, «The best CNC programs (15 are free),» All3DP, 11 March 2024. [Online]. Available: https://all3dp.com/es/2/mejor-programa-cnc-gratuito/#google_vignette. [Accessed 09 January 2026].

[13] UDIT, «What is a CNC milling machine used for?: Uses in the Product Design Degree,» UDIT, 12 December 2024. [Online]. Available: https://www.udit.es/para-que-sirve-una-fresadora-cnc-usos-en-el-grado-en-diseno-de-producto/. [Accessed 09 January 2026].

[14] J. Zhang, "CNC machine safety precautions: dos and don'ts," BlueElephant, 30 March 2025. [Online]. Available: https://es.elephant-cnc.com/blog/cnc-machine-safety-precautions/. [Accessed 09 January 2026].

[15] PROTO&GO!, «Basic aspects and safety tips for CNC machines,» PROTO&GO!, [Online]. Available: https://protoandgo.com/aspectos-basicos-y-consejos-de-seguridad-para-las-maquinas-cnc/. [Accessed 09 January 2026].
[16] «3DP TEACHER,» [Online]. Available: https://3dp-teacher.erasmus.site/ite/3DP%20Teacher's%20Guidebook_final_ES.pdf.

SHIFTVET

Co-funded by
the European Union

Līdzfinansē Eiropas Savienība. Paustie uzskati un viedokļi ir tikai autora(-u) uzskati un viedokļi, un tie ne vienmēr atspoguļo Eiropas Savienības vai Spānijas Izglītības internacionalizācijas dienesta (SEPIE) nostāju. Ne Eiropas Savienība, ne finansējuma piešķīrēja iestāde nevar tikt saukta pie atbildības par tiem.