Atbalsta prasmju apmācības digitālās kokapstrādes un mēbeļu nozarē

Īstenošanas rokasgrāmata



SHIFTVET

Digital Transformation for Wood and Furniture VET

SHIFTVET
Digital Transformation for Wood and Furniture VET

Saturs

Kopsavilkums vadībai 4
1. Ievads 6
2. ShiftVET projekta pārskats 7
3. Metodoloģija 10
4. Digitālo tehnoloģiju novērtējums kokapstrādes PIA 12
4.1 Tehnoloģiju atlases metodoloģija 12
4.2 3D drukāšanas novērtējums 12
4.3 3D skenēšanas novērtējums 13
4.4 CNC apstrādes novērtējums 14
5. Projekta īstenošana un rezultāti 15
5.1 A2 aktivitātes 15
5.2 Mācībspēku atgriezeniskā saite 15
5.3 Izglītojamo atgriezeniskā saite 16
5.4 Ieinteresēto pušu atgriezeniskā saite no A3.3 pasākumiem 17
5.5 Galvenās gūtās atziņas 18
6. Ieteikumi PIA centriem 20
6.1 Stratēģiskā plānošana 20
6.2 Aprīkojums 20
6.3 Personāla apmācība 21
6.4 Mācību programmas integrācija 22
6.5 Ilgtspējība 23
7. Pārnesamība uz citām ražošanas nozarēm 25
7.1 Ievads 25
7.2 Starpnozaru pārnesamības secinājumi 25
7.3 Nozares specifiskā pārnesamība 26
7.4 Galvenie apsvērumi pārnesei 27
8. Labās prakses piemēri 28
8.1 Ievads 28
8.2 ShiftVET projekta ietvaros identificētā labā prakse 28

9. Īstenošanas ceļvedis soli pa solim 30
10. Politikas un stratēģiskie ieteikumi.....33
10.1 Ieteikumi politikas veidotājiem.....33
4. tabula: Ieteikumi politikas veidotājiem. 33
10.2 Stratēģiskie ieteikumi 33
11. Secinājumi un nākotnes perspektīva 35

Kopsavilkums vadībai

Ražošanas nozaru digitālā pārveide rada jaunas prasības profesionālajai izglītībai un apmācībai (PIA), liekot profesionālās izglītības iestādēm nodrošināt audzēkņus ne tikai ar tradicionālajām tehniskajām prasmēm, bet arī ar jaunām digitālajām prasmēm. Kokapstrādes un mēbeļu nozarē tādas tehnoloģijas kā aditīvā ražošana, 3D skenēšana un CNC pakāpeniski tiek ieviestas rūpnieciskajos procesos. Tomēr, neraugoties uz to pieaugošo nozīmi, šo tehnoloģiju integrācija PIA programmās joprojām ir nevienmērīgs ierobežoto mācību resurss, nepietiekamas pedagogu profesionālās pilnveides un praktisku vadlīniju ieviešanas trūkuma dēļ.

ShiftVET projekts tika izstrādāts, lai risinātu šo izaicinājumu, atbalstot PIA pakalpojumu sniedzējus progresīvu digitālo tehnoloģiju efektīvā integrēšanā kokapstrādes jomā.

Projektā ir iesaistīts starpdisciplinārs konsorcijs, kurā darbojas tehnoloģiju centrs un trīs specializēti profesionālās izglītības un apmācības centri Spānijā, Itālijā un Latvijā. Tie apvieno savas zināšanas un plašo izglītības pieredzi, lai izstrādātu praktiskus, pārņemamus un brīvi pieejamus resursus profesionālās izglītības kopienai. Projekts sniedz ieguldījumu Erasmus+ prioritāšu īstenošanā, veicinot digitālo pārveidi, inovācijas profesionālajā izglītībā un apmācībā, kā arī profesionālās izglītības pievilcības palielināšanu, popularizējot mūsdienīgas mācību metodikas un attīstot nākotnes vajadzībām atbilstošas prasmes.

Visā īstenošanas gaitā ShiftVET projekts izmanto pakāpenisku metodoloģiju, kas balstīta uz trim savstarpēji papildinošām aktivitātēm. Pirmkārt, konsorcijs analizēja dažādu digitālo tehnoloģiju potenciālu kokapstrādes jomā un izstrādāja trīs rokasgrāmatas pasniedzējiem, kā arī atvērtas piekļuves tiešsaistes krātuvi, kurā pieejami visi projekta rezultāti. Otrkārt, tika izstrādāti, pārbaudīti un validēti praktiskie uzdevumi, izmantojot šīs trīs tehnoloģijas un īstenojot tos mācību procesā. Tas sniedza iespēju pedagogiem un audzēkņiem novērtēt to izglītojošo vērtību reālos mācību apstākļos. Visbeidzot, tika analizētas iespējas šo pieeju pārnest uz citām ražošanas nozarēm, un tika izstrādāta šī īstenošanas rokasgrāmata, lai veicinātu to plašāku ieviešanu profesionālās izglītības centros visā Eiropā.

Projekts koncentrējas uz trim tehnoloģijām, kas iesaistītajās skolās demonstrēja augstu izglītības potenciālu: 3D drukāšanu, 3D skenēšanu un CNC apstrādi. Šīs tehnoloģijas tika izvēlētas, jo tās papildina esošās kokapstrādes mācību programmas, vienlaikus stiprinot audzēkņu digitālās prasmes, problēmu risināšanas spējas un izpratni par mūsdienīgiem ražošanas procesiem. To ieviešana veicināja arī vairāk uz projektiem balstītu, uz sadarbību vērstu un uz audzēkni orientētu mācību pieeju izmantošanu, tādējādi palielinot audzēkņu iesaisti un motivāciju.

Šī Īstenošanas rokasgrāmata ir projekta rezultāts un apkopo zināšanas, kas iegūtas visu projekta aktivitāšu īstenošanas laikā. Tajā apvienota konsorcija pieredze, no pasniedzējiem, audzēkņiem un ārējiem PIA centriem iegūtās atsauksmes, kā arī mācību procesa īstenošanas laikā gūtās atziņas, izveidojot praktisku uzziņas materiālu. Rokasgrāmata sniedz stratēģiskus ieteikumus, ieviešanas vadlīnijas, apsvērumus par pieeju pārnesamību un pakāpenisku rīcības plānu, lai atbalstītu PIA iestādes, kas vēlas modernizēt savas programmas, integrējot digitālās tehnoloģijas.

Noslēgumā ShiftVET projekts apliecina, ka sekmīga PIA digitālā pārveide ir atkarīga ne tikai no piekļuves tehnoloģijām, bet arī no kvalitatīvu izglītības resursu pieejamības, pienācīgi sagatavotiem pasniedzējiem, iestādes vadības un personāla apņēmības, kā arī sadarbības starp izglītības iestādēm un tehnoloģiju organizācijām.

1. Ievads

Digitālās tehnoloģijas strauji pārveido apstrādes rūpniecību, radot jaunas iespējas un jaunas kompetenču prasības profesionālajai izglītībai un apmācībai (PIA). Koka un mēbeļu nozarē tādas tehnoloģijas kā 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC apstrāde kļūst arvien nozīmīgākas rūpnieciskajā praksē, padarot to integrāciju PIA programmās par būtisku priekšnoteikumu izglītojamo sagatavošanai nākotnes darba tirgum.

ShiftVET projekts tika izstrādāts, lai atbalstītu šo pāreju, nodrošinot PIA centrus ar praktiskiem resursiem, mācīšanas metodoloģijām un īstenošanas pieredzi, kas atvieglo digitālo tehnoloģiju pieņemšanu kokapstrādes izglītībā. Sadarbojoties tehnoloģiju centram un specializētiem PIA nodrošinātājiem no Spānijas, Itālijas un Latvijas, projekts izstrādāja un pārbaudīja mācību materiālus, praktiskās aktivitātes un ieteikumus, kas balstīti uz reālu pieredzi mācību stundās.

Šī īstenošanas rokasgrāmata apvieno visā projekta gaitā gūtās zināšanas un mācības. Tās mērķis ir atbalstīt PIA vadītājus, mācībspēkus un citas izglītībā ieinteresētās puses digitālo tehnoloģiju plānošanā, īstenošanā un pielāgošanā viņu pašu mācību programmās. Līdztekus praktiskiem ieteikumiem rokasgrāmatā sniegti arī projekta laikā iegūtie rezultāti, mācībspēku un izglītojamo atsauksmes, kā arī vadlīnijas šīs pieejas pārnesei uz citām ražošanas nozarēm.

2. ShiftVET projekta pārskats

ShiftVET (Atbalsts prasmju apmācībai digitālajā koka un mēbeļu nozarē) ir Erasmus+ KA210-VET sadarbības partnerība, kuras mērķis ir atbalstīt profesionālās izglītības un apmācības (PIA) digitālo transformāciju koka un mēbeļu nozarē. Projekts reaģē uz pieaugošo pieprasījumu pēc digitālajām kompetencēm ražošanā, veicinot inovatīvu tehnoloģiju integrāciju profesionālajā izglītībā, izmantojot praktiskus, pieejamus un pārnesamus mācību resursus.

Konsorcijs apvienoja četras papildinošas organizācijas no trim Eiropas valstīm, apvienojot ekspertīzi tehnoloģiju pārnesē, profesionālajā izglītībā un mācību programmu izstrādē:

- CETEM (Spānija) – Projekta koordinators un tehnoloģiju centrs, kas specializējies pētniecībā, inovācijās un tehnoloģiju pārnesē koka un mēbeļu rūpniecībā.
- IES José Luis Castillo Puche (Spānija) – Profesionālās izglītības nodrošinātājs, kas sniedza ieguldījumu mācību stundu aktivitāšu izstrādē, īstenošanā un pārbaudē.
- ASLAM - ArtWood Academy (Itālija) – PIA iestāde, kas specializējusies koka un mēbeļu izglītībā, atbildīga par izstrādāto mācību aktivitāšu testēšanu un novērtēšanu.
- Rīgas Mākslas un Mediju tehnikums (Latvija) – Profesionālās izglītības nodrošinātājs, kas sniedza ieguldījumu projekta rezultātu starptautiskajā pārbaudē un pārnesamībā.

Projekts tika strukturēts ap četriem specifiskajiem mērķiem (SM), kas vadīja visas tā īstenošanas laikā veiktās aktivitātes:

- SM1. Identificēt un novērtēt digitālās tehnoloģijas ar potenciālu to integrēšanai kokapstrādes PIA programmās.
- SM2. Izstrādāt praktiskus izglītības resursus, tostarp mācībspēku rokasgrāmatas un atvērtu tiešsaistes krātuvi, kas atbalsta izvēlēto tehnoloģiju īstenošanu.

- SM3. Izstrādāt, īstenot un pārbaudīt praktiskas mācību stundu aktivitātes, kas ļauj izglītojamajiem iegūt digitālās ražošanas kompetences ar praktiskas mācīšanās palīdzību.
- SM4. Veicināt izstrādātās metodoloģijas pārnesamību, izstrādājot īstenošanas vadlīnijas un ieteikumus citiem PIA nodrošinātājiem un ražošanas nozarēm

Lai sasniegtu šos mērķus, projekta ietvaros tika organizētas trīs galvenās tehniskās aktivitātes:

- 1. aktivitāte – Tehnoloģiju atlase un izglītības resursu izstrāde: Konsorcijs analizēja vairākas jaunās tehnoloģijas, kas attiecas uz koka un mēbeļu nozari, un izvēlējās tās, kas piedāvā vislielāko izglītojošo vērtību profesionālajai apmācībai. Tika izstrādātas mācībspēku rokasgrāmatas un atbalsta mācību materiāli kopā ar atvērtas piekļuves tiešsaistes krātuvi, lai atvieglotu to izmantošanu PIA nodrošinātājiem.
- 2. aktivitāte – Praktiskā īstenošana mācību stundās: Pamatojoties uz izvēlētajām tehnoloģijām, tika izstrādāti un testēti izglītojoši vingrinājumi dalīborganizāciju PIA centros. Mācībspēki un izglītojamie novērtēja aktivitātes reālos mācību stundu apstākļos, sniedzot vērtīgas atsauksmes par lietojamību, mācīšanās rezultātiem un izglītojošo ietekmi.
- 3. aktivitāte – Pārnesamība un īstenošana: Balstoties uz pieredzi, kas gūta mācību stundu īstenošanas laikā, konsorcijs novērtēja izstrādātās metodoloģijas piemērojamību ārpus projekta partneru loka. Tika izstrādātas faktu lapas, kurās aprakstīta pieejas pielāgošana papildu ražošanas nozarēm, kopā ar šo īstenošanas rokasgrāmatu, kas apkopo projekta ieteikumus un gūtās mācības praktiskā atsauces dokumentā nākamajiem lietotājiem.

ShiftVET projekta galvenie rezultāti ietver mācībspēku rokasgrāmatas izvēlētajām tehnoloģijām, atvērtu izglītības krātuvi, praktiskus mācību stundu vingrinājumus, izglītojamo projektus, tehnoloģiju pārneses faktu lapas un šo īstenošanas rokasgrāmatu. Kopā šie resursi nodrošina saskanīgu ietvaru, kas atbalsta PIA

nodrošinātājus digitālo tehnoloģiju ieviešanā kokapstrādes izglītībā, vienlaikus atvieglojot to pielāgošanu citiem ražošanas kontekstiem.

3. Metodoloģija

ShiftVET metodoloģija tika izstrādāta kā pakāpenisks, uz praksi orientēts process, kas apvienoja tehnoloģiju novērtēšanu, izglītības resursu izstrādi, īstenošanu mācību stundās un pārbaudi. Tā vietā, lai digitālās tehnoloģijas tieši ieviestu PIA programmās, projekta ietvaros tika sekots strukturētai metodoloģijai, kurā katrs posms balstījās uz iepriekšējā posma rezultātiem, nodrošinot, ka visi izstrādātie resursi tika pārbaudīti reālos izglītības apstākļos, pirms tie tika iekļauti galīgajos ieteikumos.

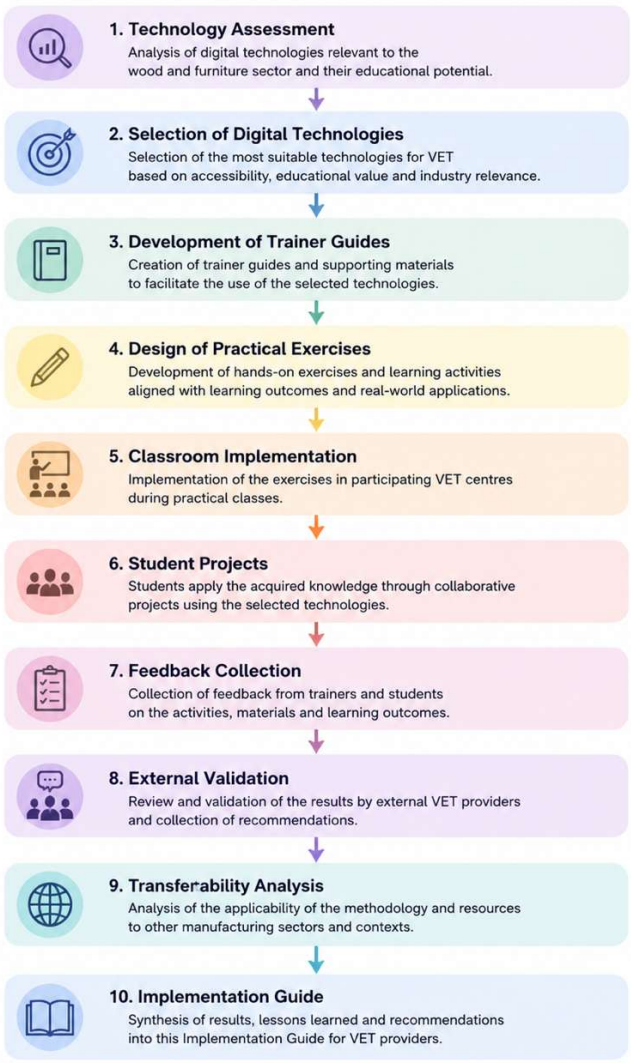
Pirmais posms bija vērsts uz to digitālo tehnoloģiju identificēšanu, kurām ir vislielākais potenciāls kokapstrādes profesionālajā izglītībā. Konsorcijs analizēja esošos tehnoloģiskos risinājumus, pārskatīja to lietojumu izglītībā un novērtēja to piemērotību PIA programmām. Balstoties uz šo analīzi, tika izvēlētas trīs tehnoloģijas to pieejamības, izglītojošās vērtības un atbilstības dēļ pašreizējai rūpnieciskajai praksei: 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC apstrāde. Pēc tam tika izstrādātas mācībspēku rokasgrāmatas un atbalsta dokumentācija, lai atvieglotu to īstenošanu izglītības vidē.

Otrais posms bija vērsts uz praktisku mācību aktivitāšu izstrādi un pārbaudi. Esošie atvērtie izglītības resursi tika papildināti ar jauniem vingrinājumiem, kas īpaši pielāgoti kokapstrādes PIA, kurus pēc tam praktiskajās nodarbībās īstenoja dalīborganizāciju centri. Izglītojamie pielietoja iegūtās zināšanas sadarbības projektos, izmantojot izvēlētās tehnoloģijas, sniedzot vērtīgus pierādījumus par to izglītojošo efektivitāti un praktisko piemērojamību.

Visā īstenošanas procesā tika vāktas atsauksmes no mācībspēkiem un izglītojamajiem. Turklāt ārējie PIA nodrošinātāji pārskatīja izstrādātos materiālus, novērtēja to atbilstību un īstenojamību, kā arī sniedza ieteikumus nākotnes īstenošanai. Šī tehniskās, pedagoģiskās un institucionālās perspektīvas kombinācija stiprināja projekta rezultātu pārbaudi.

Visbeidzot, visā projekta gaitā gūtās zināšanas tika apkopotas pārnesamos resursos, tostarp nozaru faktu lapās un šajā īstenošanas rokasgrāmatā. Kopā šie rezultāti nodrošina uz pierādījumiem balstītu ietvaru, lai atbalstītu digitālo

tehnoloģiju integrāciju kokapstrādes izglītībā un atvieglotu to pielāgošanu citiem ražošanas sektoriem.



1. attēls: ShiftVET metodoloģija

4. Digitālo tehnoloģiju novērtējums kokapstrādes PIA

4.1 Tehnoloģiju atlases metodoloģija

ShiftVET projekta ietvaros novērtēto tehnoloģiju atlase balstījās uz to izglītojošo vērtību, atbilstību pašreizējai rūpnieciskajai praksei un īstenošanas iespējām sākotnējā profesionālajā izglītībā un apmācībā (s-PIA). Mērķis bija identificēt digitālās tehnoloģijas, kas varētu uzlabot kokapstrādes izglītību, vienlaikus saglabājot pieejamību un piemērojamību PIA vidē.

Konsorcijs novērtēja dažādas tehnoloģijas, ņemot vērā vairākus kritērijus, tostarp to atbilstību koka un mēbeļu nozarei, to potenciālu attīstīt tehniskās un digitālās kompetences, to savietojamību ar esošajām mācību programmām, nepieciešamo aprīkojumu un infrastruktūru, kā arī to piemērotību praktiskai, uz projektiem balstītai mācīšanās pieejai.

Šī novērtējuma rezultātā tika izvēlētas trīs papildinošas tehnoloģijas: 3D drukāšana, 3D skenēšana un datorizētā skaitliskā vadība (CNC apstrāde). Kopā šīs tehnoloģijas pārstāv dažādus digitālās ražošanas darba plūsmas posmus, ļaujot izglītojamajiem pieredzēt procesus no digitalizācijas un straujās prototipēšanas līdz funkcionālu komponentu ražošanai.

Pēc to izvēles katrai tehnoloģijai tika izstrādātas īpašas mācībspēku rokasgrāmatas un tās tika pārbaudītas praktiskās mācību stundu aktivitātēs, ko veica projekta partneri. Šajos pilotprojektos gūtā pieredze veido turpmākajās sadaļās sniegtā novērtējuma pamatu.

4.2 3D drukāšanas novērtējums

3D drukāšana tika identificēta kā viena no piemērotākajām tehnoloģijām digitālās ražošanas jēdzienu ieviešanai kokapstrādes PIA. Tās pieejamība, lietošanas ērtums un spēja strauji pārvērst digitālos dizainus fiziskos objektos padara to par efektīvu rīku praktiskas un uz projektiem balstītas mācīšanās atbalstam. Tehnoloģija ļauj izglītojamajiem labāk izprast produkta izstrādes procesu, vienlaikus veicinot radošumu, eksperimentēšanu un problēmu risināšanu.

ShiftVET pilota aktivitāšu laikā 3D drukāšana pierādīja savu īpašo vērtību gan tehnisko, gan caurviju kompetenču attīstīšanā. Izglītojamie ieguva pieredzi digitālajā dizainā, printera darbināšanā un prototipu pārbaudē, vienlaikus stiprinot komandas darbu, kritisko domāšanu un digitālās prasmes. Aktivitātes parādīja, ka tehnoloģiju var pakāpeniski integrēt esošajās kokapstrādes mācību programmās, neaizstājot tradicionālās ražošanas tehnikas, bet drīzāk tās papildinot.

Īstenošana arī izgaismoja vairākus faktorus veiksmīgai pieņemšanai. Skolotājiem ir nepieciešama pamatapmācība aditīvās ražošanas darba plūsmās, un mācību stundu aktivitātes ir rūpīgi jāplāno, ņemot vērā drukāšanas laiku un aprīkojuma pieejamību. Tomēr, kad šie meklējumi tiek ņemti vērā, 3D drukāšana piedāvā elastīgu un saistošu mācību vidi, kas palielina izglītojamo motivāciju un atvieglo izpratni par mūsdienīgiem ražošanas procesiem.

Kopumā projekta ietvaros tika apstiprināts, ka 3D drukāšana ir efektīvs sākumpunkts kokapstrādes PIA digitālajai transformācijai, nodrošinot izglītojamos ar praktisku pieredzi digitālajā ražošanā, vienlaikus sagatavojot viņus ar vien vairāk uz tehnoloģijām virzītām rūpnieciskajām vidēm.

4.3 3D skenēšanas novērtējums

3D skenēšana tika izvēlēta arī kā tehnoloģija, jo tā ļauj izglītojamajiem pārvarēt plaisu starp fiziskiem objektiem un digitālo dizainu. Konvertējot reālus komponentus digitālos modeļos, tā iepazīstina izglītojamos ar reverso inženieriju, digitālo dokumentāciju un produktu izstrādes darba plūsmām, ko ar vien vairāk izmanto koka un mēbeļu nozarē.

ShiftVET aktivitāšu laikā 3D skenēšana izrādījās efektīva izglītojamo izpratnes attīstīšanā par digitalizācijas procesiem un to integrāciju ar citām tehnoloģijām. Izglītojamie ieguva praktisku un teorētisku pieredzi 3D modeļu tveršanā, apstrādē un rediģēšanā, kā arī uzlaboja savu telpisko izpratni, analītisko domāšanu un digitālās prasmes.

Īstenošana parādīja, ka 3D skenēšanu var veiksmīgi iekļaut profesionālās izglītības programmās, izmantojot praktiskus vingrinājumus, kas saistīti ar esošajiem kokapstrādes projektiem. Lai maksimāli palielinātu tās izglītojošo vērtību, pasniedzējiem sniedzams atbalsts un vadlīnijas par skenēšanas paņēmieniem,

datu apstrādi un dažādu skenēšanas mehānismu ierobežojumiem. Pareizi apgaismojuma apstākļi un pamata aprīkojuma uzstādīšana ir svarīga arī uzticamu rezultātu iegūšanai.

Kopumā projekta ietvaros tika pierādīts, ka 3D skenēšana ir vērtīga izglītības tehnoloģija, kas papildina tradicionālās kokapstrādes prasmes, vienlaikus sagatavojot izglītojamos ar vien vairāk digitālām dizaina un ražošanas vidēm. Apvienojumā ar 3D drukāšanu un CNC apstrādi tā ļauj izglītojamajiem pieredzēt pilnīgu digitālo darba plūsmu no objekta tveršanas līdz ražošanai.

4.4 CNC apstrādes novērtējums

CNC apstrāde tika izvēlēta kā galvenā tehnoloģija, ņemot vērā tās plašo izmantošanu koka un mēbeļu rūpniecībā un tās atbilstību ražošanas procesiem. Šī tehnoloģija ļauj izglītojamajiem izprast, kā digitālie dizaini tiek pārvērsti precīzās, atkārtojamās un funkcionālās detaļās, vienlaikus iepazīstinot viņus ar rūpnieciskās ražošanas darba plūsmām.

Visā ShiftVET aktivitāšu laikā CNC tehnoloģija ir pierādījusi savu efektivitāti ar digitālo ražošanu saistīto tehnisko prasmju attīstīšanā, tostarp CAD-CAM darba plūsmās, iekārtu iestatīšanā un precīzajā apstrādē. Vienlaikus izglītojamie stiprina savas problēmu risināšanas, precizitātes un procesu plānošanas prasmes, tādējādi gūstot labāku izpratni par kvalitātes kontroli un efektīvām ražošanas metodēm.

Praktiskā īstenošana parāda, ka šo tehnoloģiju var veiksmīgi integrēt kokapstrādes profesionālajā izglītībā, izmantojot praktiskus projektus, kas apvieno digitālo dizainu ar manuālo izgatavošanu. Tomēr, ņemot vērā iekārtu sarežģītību, veiksmīgai īstenošanai nepieciešama atbilstoša skolotāju apmācība, stingrākas drošības procedūras un rūpīga darbnīcu aktivitāšu plānošana.

Kopumā ShiftVET projekta ietvaros tiek apstiprināts, ka CNC apstrāde ir būtiska tehnoloģija izglītojamo sagatavošanai mūsdienu kokapstrādes rūpniecībai. Kopā ar pārējām divām tehnoloģijām tas nodrošina izglītojamajiem lielāku izpratni par digitālās ražošanas procesu.

5. Projekta īstenošana un rezultāti

5.1 A2 aktivitātes

2. aktivitāte ietvēra praktisku pārbaudes posmu ShiftVET projekta ietvaros, kura laikā 1. aktivitātē izstrādātie izglītības resursi tika īstenoti un novērtēti reālās profesionālās izglītības vidēs. Šīs aktivitātes vispārējais mērķis bija novērtēt izvēlēto tehnoloģiju izglītojošo vērtību, identificēt labāko praksi to integrēšanai mācību stundās un savākt datus, lai atbalstītu to pieņemšanu PIA centros.

Aktivitātes veica trīs konsorcija dalīborganizāciju profesionālās izglītības centri, kuros mācībspēki integrēja 3D drukāšanu, 3D skenēšanu un CNC apstrādi praktiskajās nodarbībās. Izglītojamie piedalījās šajās aktivitātēs un mācījās par digitālo dizainu, ražošanas procesiem un sadarbību problēmu risināšanu.

Pēc praktiskajām nodarbībām izglītojamie strādāja pie nelieliem projektiem, kuros bija nepieciešams izmantot izvēlētās tehnoloģijas, lai izstrādātu, izgatavotu vai pārbaudītu dažādas kokapstrādes detaļas. Šie projekti veicināja radošumu, komandas darbu un patstāvīgu mācīšanos, vienlaikus iepazīstinot izglītojamos ar digitālās ražošanas darba plūsmām, ko parasti izmanto mēbeļu rūpniecībā.

Īstenošanas posms sniedza arī iespēju novērtēt mācībspēku rokasgrāmatas, mācību stundu vingrinājumus un izstrādāto mācīšanas metodoloģiju. Mācībspēku un izglītojamo sniegtās atsauksmes apstiprināja šo tehnoloģiju integrēšanas iespējas PIA programmās un sniedza vērtīgus ieteikumus nākotnes uzlabojumiem. Aktivitātes rezultāti veido pamatu ieteikumiem, kas sniegti šajā īstenošanas rokasgrāmatā.

5.2 Mācībspēku atgriezeniskā saite

Atgriezeniskā saite, kas saņemta no mācībspēkiem A2.2 un A2.3 aktivitāšu laikā, apstiprināja 3D drukāšanas, 3D skenēšanas un CNC apstrādes integrēšanas praktisko iespējamību kokapstrādes profesionālajā izglītībā. Mācībspēki uzskatīja vingrinājumus par atbilstošiem, saprotamiem un pietiekami elastīgiem, lai tos pielāgotu dažādiem izglītības kontekstiem, aprīkojumam un izglītojamo profiliem.

Viena no galvenajām identificētajām stiprajām pusēm bija spēja sasaistīt digitālās tehnoloģijas ar praktiskiem lietojumiem kokapstrādē un pakāpeniski pāriet no demonstrācijām uz vadītām aktivitātēm un izglītojamo projektiem. Mācībspēki uzsvēra arī dažus īstenošanas izaicinājumus, jo īpaši nepieciešamību pēc pietiekama laika praktiskajam darbam, papildu atbalstu CNC, CAD/CAM un 3D skenēšanas procesiem, kā arī aktivitātes, kas pielāgotas dažādiem iepriekšējās pieredzes līmeņiem.

Par svarīgiem tika uzskatīti arī organizatoriskie meklējumi. Darbnīcu pieejamība, piekļuve aprīkojumam, pedagoģiskā personāla slodze un mācību kalendārs var ietekmēt īstenošanu. Kopumā mācībspēku atgriezeniskā saite apstiprināja ShiftVET metodoloģiju, vienlaikus uzsverot, ka veiksmīgai integrācijai nepieciešama gan pedagoģiskā sagatavošanās, gan reālistiska plānošana profesionālās izglītības centrā.

5.3 Izglītojamo atgriezeniskā saite

Izglītojamo atsauksmes bija konsekventi pozitīvas visās trīs dalībvalstīs. A2.2 posma laikā 39 anketu atbildes nodrošināja kopējo vidējo vērtējumu 4,08 no 5, savukārt 26 anketas, kas savāktas A2.3 posmā, nodrošināja apvienoto vidējo rādītāju 4,21 no 5. Šie rezultāti apstiprina augstu apmierinātības līmeni ar aktivitātēm un to izglītojošo atbilstību.

Izglītojamie īpaši novērtēta aktivitāšu praktisko raksturu, piekļuvi reālam aprīkojumam, komandas darbu un iespēju sasniegt taustāmus rezultātus. Viņi arī atzina 3D drukāšanas, 3D skenēšanas un CNC apstrādes atbilstību nākotnes profesionālajai videi. A2.3 aktivitātē interese par šīm tehnoloģijām sasniedza 4,46 no 5, un gatavība iekļaut līdzīgus vingrinājumus nākotnes mācību programmās sasniedza 4,31 no 5.

Galvenās grūtības bija saistītas ar programmatūras izmantošanu, CNC konfigurāciju, skenēšanas procesiem un ierobežoto laiku, kas atvēlēts praktiskajiem darbiem. Tomēr šie izaicinājumi veicināja arī problēmu risināšanu un savstarpēju mācīšanos. Kopumā atsauksmes apstiprināja, ka ShiftVET pieeja ir saistoša, saprotama un atbilstoša profesionālās izglītības izglītojamajiem.

5.4 Ieinteresēto pušu atgriezeniskā saite no A3.3 pasākumiem

Kā daļa no A3.3 aktivitātes Spānijā, Itālijā un Latvijā tika noorganizēti trīs izplatīšanas un pārbaudes pasākumi, kuros kopumā piedalījās 89 cilvēki. Pasākumi apvienoja profesionālās izglītības izglītojamos, skolotājus, izglītības speciālistus, vadības personālu un biznesa sektora pārstāvjus. Tie sniedza iespēju iepazīstināt ar ShiftVET rezultātiem un savākt ārējās atsauksmes par 3D drukāšanas, 3D skenēšanas un CNC tehnoloģiju praktisko integrāciju profesionālajā izglītībā.

Visās trīs valstīs saņemtās atsauksmes apstiprināja šo tehnoloģiju atbilstību profesionālajai izglītībai un ShiftVET projekta ietvaros izstrādāto praktisko resursu lietderību. Dalībnieki īpaši novērtēja praktiskās aktivitātes, reālos piemērus, rokasgrāmatas mācībspēkiem, mācību vingrinājumus un pieejamos mācību materiālus. Šie resursi tika uzskatīti par noderīgiem gan tehnoloģiju iepazīstināšanai skolotājiem ar ierobežotu iepriekšējo pieredzi, gan praktisko uzdevumu izpildes atbalstam mācību stundās.

Vienlaikus dalībnieki identificēja vairākus kopīgus šķēršļus, kas kavē plašāku īstenošanu. Galvenie izaicinājumi bija saistīti ar aprīkojuma sākotnējām un uzturēšanas izmaksām, apkopi un tehnoloģiskajiem atjauninājumiem, piemērotas programmatūras un tehniskā atbalsta pieejamību, ierobežoto laiku stundu sarakstā un jo īpaši nepieciešamību skolotājiem nepārtraukti atjaunināt savas digitālās un tehniskās prasmes.

Tāpēc diskusijas stiprināja nepārtrauktas, uz praksi orientētas skolotāju apmācības nozīmi. Dalībnieki ieteica apvienot praktisko apmācību ar skaidriem un atkārtoti izmantojamiem atbalsta resursiem, vienlaikus veicinot savstarpējo mācīšanos un ciešāku sadarbību ar uzņēmumiem un tehnoloģiju centriem. Šāda sadarbība var palīdzēt PIA nodrošinātājiem saglabāt piekļuvi pašreizējām tehnoloģijām, profesionālajai ekspertīzei un reāliem rūpnieciskajiem lietojumiem.

Cits kopīgs secinājums attiecās uz ShiftVET pieejas pārnesamību. Dalībnieki uzskatīja, ka metodoloģija ir piemērojama arī ārpus koka un mēbeļu nozares, ja vien aktivitātes tiek pielāgotas katra profesionālā konteksta vajadzībām. Pasākumu laikā pārrunātie piemēri ietvēra produktu un interjera dizainu, metālapstrādi,

mehāniku, mehatroniku, loģistiku, elektroinstalācijas un darba vidē balstītas mācību programmas.

Visbeidzot, pasākumos tika uzsvērts, ka digitalizāciju nevajadzētu uzskatīt par aizstājēju esošajām profesionālajām zināšanām vai tradicionālajām prasmēm. Īpaši programmās, kas fiksētas uz amatniecību un dizainu, digitālās tehnoloģijas var būt visefektīvākās, ja tās tiek apvienotas ar manuālajām prasmēm, radošumu un nostiprinātu profesionālo praksi.

Kopumā ieinteresēto pušu atsauksmes par A3.3 pasākumiem apstiprināja pamatprincipus, uz kuriem balstās ShiftVET pieeja: praktiska mācīšanās, pieejami mācību resursi, nepārtraukta mācībspēku attīstība, reālistiska aprīkojuma un apkopes plānošana, starpdisciplinārs lietojums un pielāgošanās katras PIA programmas specifiskajām vajadzībām.

5.5 Galvenās gūtās atziņas

A2.2 un A2.3 pasākumu īstenošana ir sniegusi vairākas svarīgas mācības digitālās ražošanas tehnoloģiju turpmākai integrēšanai profesionālajā izglītībā.

Pirmkārt, šīs tehnoloģijas ir visefektīvākās, ja tās ir saistītas ar praktiskiem un atpazīstamiem profesionālajiem uzdevumiem. Izglītojamie izrādīja lielāku iesaisti, kad 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC apstrāde tika lietota mēbeļu detaļām, prototipiem un citiem ar kokapstrādi saistītiem izstrādājumiem.

Otrkārt, pakāpeniska mācīšanās pieeja pierādīja savu īpašo efektivitāti. Pāreja no īsiem paskaidrojumiem un demonstrācijām uz vadītiem vingrinājumiem un sadarbības projektiem palīdzēja izglītojamajiem iegūt pārliecību un pakāpeniski attīstīt lielāku patstāvību.

Treškārt, ir būtiski atvēlēt pietiekami daudz laika praksei, īpaši sarežģītākiem procesiem, piemēram, CNC programmēšanai, CAD/CAM sagatavošanai un 3D skenēšanai. Īstenošana arī izgaismoja to, cik svarīgi ir pielāgot aktivitātes izglītojamo dažādajiem profiliem un ļaut pasniedzējiem pielāgot piemērus un grūtības pakāpes savam kontekstam.

Visbeidzot, īstenošanas panākumi ir atkarīgi ne tikai no pašas tehnoloģijas, bet arī no tādiem organizatoriskajiem faktoriem kā aprīkojuma pieejamība, personāla apmācība, darbnīcu plānošana un koordinācija ar mācību kalendāru. Kopumā ShiftVET projekta ietvaros tika apstiprināts, ka šīs tehnoloģijas var veiksmīgi integrēt kokapstrādes profesionālajā izglītībā, ja tās ievieš pakāpeniski, sasaista ar reāliem lietojumiem un atbalsta ar atbilstošu plānošanu.

6. Ieteikumi PIA centriem

6.1 Stratēģiskā plānošana

Veiksmīga digitālās ražošanas tehnoloģiju integrācija PIA prasa rūpīgu stratēģisko plānošanu pirms īstenošanas. Tā vietā, lai ieviestu jaunu aprīkojumu kā vienreizēju investīciju, PIA centriem vajadzētu pieņemt strukturētu pieeju, kas saskaņo tehnoloģiju pieņemšanu ar to izglītības mērķiem, institucionālajām prioritātēm un esošajiem resursiem.

Pirmais solis ietver paredzamo mācīšanās rezultātu definēšanu un to, kā digitālās tehnoloģijas var uzlabot esošās mācību programmas. Tas ietver darba tirgū nepieciešamo prasmju analīzi, pašreizējo mācību programmu pārskatīšanu un noteikšanu, kurās jomās šīs tehnoloģijas var nodrošināt augstu izglītojošo vērtību. Īstenošanai vajadzētu papildināt tradicionālās prasmes, nevis tās aizstāt, vienlaikus sagatavojot izglītojamos ar vien vairāk digitālām ražošanas vidēm.

Institucionālā apņemšanās ir vienlīdz svarīga. Centra personālam, mācībspēkiem, vadībai un citām ieinteresētajām pusēm jābūt iesaistītām jau no agrīnajiem plānošanas posmiem, lai nodrošinātu, ka īstenošanu atbalsta atbilstoši resursi un kopīga vīzija par projekta mērķiem. Pakāpeniska īstenošanas plāna izstrāde ļauj iestādēm tehnoloģijas ieviest pakāpeniski, novērtēt to efektivitāti un veikt pielāgojumus pirms to izmantošanas paplašināšanas citos kursos vai programmās.

Visbeidzot, PIA iestādes tiek aicinātas sadarboties ar ārējām ieinteresētajām pusēm, jo īpaši ar uzņēmumiem un nozares pārstāvjiem, lai nodrošinātu, ka izvēlētās tehnoloģijas un mācību aktivitātes saglabā atbilstību pašreizējai rūpnieciskajai praksei. Šī dialoga uzturēšana palīdz stiprināt saikni starp profesionālo izglītību un darba tirgus vajadzībām, vienlaikus palielinot sniegtās apmācības ilgtermiņa ietekmi un ilgtspējību.

6.2 Aprīkojums

Pareizā aprīkojuma izvēle ir galvenais faktors veiksmīgai tehnoloģiju īstenošanai PIA. Izvēlei jābalstās uz izglītības mērķiem, nevis vienkārši uz vismodernāko vai dārgāko risinājumu iegādi. Aprīkojumam jābūt atbilstošam izglītojamo līmenim,

viegli lietojamam un uzturamam, kā arī spējīgam atbalstīt visā projektā definētās praktiskās aktivitātes.

Plānojot investīcijas, profesionālās izglītības centriem jāņem vērā ne tikai sākotnējās izmaksas, bet arī tādi meklējumi kā apkope, programmatūras licences, patēriņa materiāli un pat nepieciešamais tehniskais atbalsts. Dzelžu un programmatūras savietojamības nodrošināšana ir būtiska, lai izveidotu nepārtrauktu digitālo darba plūsmu, īpaši apvienojot tādas tehnoloģijas kā 3D skenēšana, 3D drukāšana un CNC apstrāde.

Mācību vide arī jāpielāgo izvēlētajām tehnoloģijām. Tas ietver piemērotas darba vietas nodrošināšanu, atbilstības nodrošināšanu drošības pasākumiem un aprīkojuma organizēšanu tā, lai maksimāli palielinātu izglītojamo iesaisti praktiskajās nodarbībās. Kur vien iespējams, jānodrošina pietiekama piekļuve aprīkojumam, lai izglītojamie varētu iegūt nozīmīgu praktisko pieredzi.

Iestādes tiek aicinātas pieņemt arī pakāpenisku investīciju stratēģiju. Sākot ar būtisko aprīkojumu un paplašinot resursus, pieaugot ekspertīzei un pieprasījumam, profesionālās izglītības centri var īstenot digitālās ražošanas tehnoloģijas ilgtspējīgā un ekonomiski izdevīgā veidā, vienlaikus saglabājot elastību pielāgoties nākotnes tehnoloģiskajiem sasniegumiem.

6.3 Personāla apmācība

Veiksmīga digitālās ražošanas tehnoloģiju pieņemšana ir atkarīga arī no mācībspēku sagatavotības. Pedagogiem ir galvenā loma, nodrošinot, ka šīs tehnoloģijas tiek izmantotas efektīvi un integrētas jēgpilnā mācību pieredzē. Tāpēc nepārtraukta profesionālā pilnveide ir jāuzskata par prioritāti visā īstenošanas procesā.

Pirms jaunu tehnoloģiju ieviešanas mācību stundās skolotājiem jāsaņem atbilstoša apmācība gan tehniskajos, gan pedagoģiskajos meklējumos. Tas ietver pārliecības veidošanu 3D printeru, 3D skeneru un CNC iekārtu lietošanā, kā arī izpratni par to, kā šos rīkus iekļaut stundu mācību aktivitātēs.

Profesionālā pilnveide nedrīkst ierobežoties tikai ar sākotnējo apmācību. Attīstoties digitālajām tehnoloģijām, PIA centriem ir jāveicina nepārtraukta

mācīšanās, izmantojot darbnīcas, savstarpējo pieredzes apmaiņu, sadarbību ar nozari un dalību profesionālajos tīklos. Pieredzes apmaiņa mācībspēku starpā palīdz arī identificēt efektīvu mācīšanas praksi un atvieglo apmācības aktivitāšu nepārtrauktu uzlabošanu.

Ieguldot personāla apmācībā, PIA centri var nodrošināt, ka pedagogi saglabā pārliecību par digitālo tehnoloģiju izmantošanu, vieglāk pielāgojas jaunām norisēm un piedāvā izglītojamajiem reālistiskāku un praktiskāku pieredzi. Viens no svarīgākajiem faktoriem ir labi sagatavots mācībspēku sastāvs, kas spēj veiksmīgi un ilgtspējīgi integrēt digitālo ražošanu profesionālajā izglītībā.

6.4 Mācību programmas integrācija

Šo tehnoloģiju integrācijai profesionālās izglītības programmās vajadzētu pieiet kā esošo mācību programmu pakāpeniskai uzlabošanai, nevis kā jaunu apmācības virzienu izveidei. Tādām tehnoloģijām kā 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC vajadzētu papildināt tradicionālās kokapstrādes prasmes, ļaujot izglītojamajiem attīstīt tehniskās zināšanas un digitālās prasmes.

Šī integrācija ir visefektīvākā, ja tehnoloģijas tiek iekļautas praktiskās, uz projektiem balstītās aktivitātēs, kas atspoguļo reālos rūpnieciskos procesus. Dizaina, ražošanas un problēmu risināšanas uzdevumu apvienošana ļauj izglītojamajiem izprast pilnu ražošanas darba plūsmu, vienlaikus lietojot teorētiskās zināšanas reālistiskās situācijās. Šī pieeja veicina arī sadarbību, radošumu un kritisko domāšanu – īpašības, ko ar vien vairāk vērtē darba devēji.

Lai maksimāli palielinātu izglītojošo sniedzamību un ietekmi, mācību aktivitātēm jābūt strukturētām pakāpeniski, sākot ar ievada vingrinājumiem un pakāpeniski palielinot sarežģītību, izglītojamajiem gūstot pārliecību. Šī virzība ļauj izglītojamajiem attīstīt pamatīgu izpratni par digitālo ražošanu, vienlaikus nodrošinot, ka aktivitātes paliek saskaņotas ar paredzētajiem mācīšanās rezultātiem.

Visbeidzot, mācību programmas saturs periodiski jāpārskata, lai nodrošinātu, ka tas turpina atspoguļot tehnoloģiskos sasniegumus un nozares mainīgās vajadzības. Ciešas sadarbības uzturēšana ar uzņēmumiem un citām ieinteresētajām pusēm palīdz profesionālās izglītības centriem nodrošināt savu

mācību programmu atbilstību, nodrošinot izglītojamos ar prasmēm, kas nepieciešamas ar vien vairāk digitālai un inovatīvai koka un mēbeļu nozarei.

6.5 Ilgtspējība

Šo tehnoloģiju ilgtermiņa ilgtspējības nodrošināšana profesionālajā izglītībā un apmācībā prasa nepārtrauktu institucionālo apņemšanos, regulāru izglītības resursu atjaunināšanu un pastāvīgu sadarbību ar ieinteresētajām pusēm, lai nodrošinātu mācību atbilstību.

Lai maksimāli palielinātu tādu iniciatīvu kā ShiftVET ilgtermiņa ietekmi, PIA centriem vajadzētu pieņemt nepārtrauktas uzlabošanas pieeju, kas apvieno resursu uzturēšanu, personāla attīstību, mācību programmu pārskatīšanu un sadarbību ar nozari. Īstenoto aktivitāšu efektivitātes pārraudzība un atsauksmju savākšana no skolotājiem, izglītojamajiem un uzņēmumiem palīdz iestādēm identificēt uzlabojumu iespējas un pielāgot savu mācību piedāvājumu mainīgajām darba tirgus vajadzībām.

Tādējādi ilgtspējību var saprast kā nepārtrauktu ciklu, nevis vienreizēju darbību, kurā katrs elements stiprina pārējos un veicina īstenošanas procesa ilgtermiņa panākumus.



2. attēls: Ilgtspējīgas digitālās ražošanas īstenošanas cikls PIA centros

7. Pārnesamība uz citām ražošanas nozarēm

7.1 Ievads

Kā daļa no A3.1 aktivitātes ShiftVET konsorcijs pētīja projekta digitālās ražošanas pieejas pārnesamību ārpus koka un mēbeļu nozares. Iesaistītie PIA centri izstrādāja trīs faktu lapas, kas aptvēra elektroinstalācijas, rūpniecisko mehanizāciju un elektroniku (JLCP), mehatroniku un Rūpniecību 4.0 (ASLAM), kā arī produktu dizainu/3D formas (RMMT).

Šīs analīzes mērķis nebija tieši kopēt kokapstrādes vingrinājumus citās jomās, bet gan novērtēt, vai tehnoloģijas, mācīšanās metodoloģiju un digitālās kompetences, kas izstrādātas ShiftVET projekta ietvaros, varētu pielāgot dažādiem profesionālās izglītības kontekstiem.

Secinājumi sniedz konsekventu priekšstatu par ShiftVET pieejas pārneses potenciālu un identificē galvenos pielāgojumus, kas nepieciešami lietojumu, materiālu, aprīkojuma, drošības un novērtēšanas ziņā.

7.2 Starpnozaru pārnesamības secinājumi

Analīze, kas veikta, izmantojot trīs faktu lapas no A3.1 aktivitātes, apstiprināja ShiftVET pieejas augsto pārnesamības līmeni visās izskatītajās profesionālās izglītības jomās. Lai gan sākotnējie vingrinājumi tika izstrādāti koka un mēbeļu nozarei, saistītās digitālās ražošanas kompetences ir svarīgas arī elektroinstalācijām un automatizācijai, mehatronikai un produktu dizainam.

Galvenais secinājums ir tāds, ka pārnesamība ir mazāk atkarīga no izglītības metodoloģijas maiņas, bet gan no tās pielietojuma konteksta pielāgošanas. Pamatdarba plūsma, kas izstrādāta ShiftVET projekta ietvaros un kas apvieno digitālo dizainu, skenēšanu, prototipēšanu vai apstrādi, testēšanu un pilnveidošanu, paliek piemērojama visās nozarēs. Tomēr saražotajiem objektiem, izmantotajiem materiāliem, aprīkojumam, drošības prasībām un novērtēšanas kritērijiem jāatspoguļo katras profesionālās jomas raksturlielumi.

Starp analizētajām tehnoloģijām 3D drukāšana uzrādīja īpaši augstu pārneses potenciālu, jo to var ieviest ar salīdzinoši nelielu pielāgošanu, un tā piedāvā pieejamu veidu, kā attīstīt prasmes prototipēšanā un digitālajā ražošanā. Vienlaikus analīze izgaismoja tehnoloģiju apvienošanas papildu izglītojošo vērtību. Integrētās darba plūsmas, piemēram, skenēt → modelēt → drukāt/frēzēt → pārbaudīt → atkārtot, ļauj izglītojamajiem pieredzēt procesus, kas cieši atbilst pašreizējai Rūpniecības 4.0 praksei.

Kopumā rezultāti liecina, ka ShiftVET metodoloģiju var saprast kā starpnozaru pieeju digitālajai ražošanai, nevis pieeju, kas ierobežota tikai ar kokapstrādes apmācību.

7.3 Nozares specifiskā pārnesamība

PIA joma	Pārneses potenciāls	Visatbilstošākās tehnoloģijas	Pielāgošanas piemērs	Galvenie apsvērumi
Elektroinstalācija, rūpnieciskā automatizācija un elektronika	Augsts	CNC, 3D skenēšana un 3D drukāšana	Korpusi, DIN sliežu stiprinājumi, paneļi vai sensoru korpusi	Izolācijas materiāli, elektrodrošība un funkcionālās prasības
Mehatronika / Rūpniecība 4.0	Augsts	3D drukāšana	Mehāniskie savienotāji, kronšteini un prototipu detaļas	CAD modelēšana, mehāniskā veiktspēja un prototipu pārbaude
Produktu dizains / 3D formas	Augsts	3D drukāšana un apvienotās tehnoloģijas	Rokturi, furnitūra, savienotāji un funkcionālās produktu detaļas	Ergonomika, dizaina kvalitāte, kontekstuālā pielāgošana un aprīkojuma pieejamība

1. tabula: ShiftVET pieejas pārnesamība uz citām PIA jomām

Par spīti atšķirībām starp trim profesionālajām jomām, analīze uzrāda kopīgu modeli: pamatā esošās digitālās kompetences pamatā paliek pārnesamas,

savukārt praktiskais lietojums ir jākontekstualizē. Tas nozīme, ka PIA centriem nav obligāti jāizstrādā pilnīgi jaunas mācīšanās metodoloģijas, pārnesot ShiftVET aktivitātes; tā vietā tie var pielāgot esošos vingrinājumus nozarei atbilstošiem izstrādājumiem, materiāliem un profesionālajām prasībām.

7.4 Galvenie apsvērumi pārnesei

Galvenais apsvērums	Vadlīnijas PIA centriem
Kontekstualizēt aktivitāti	Saglabāt mācīšanās mērķi, bet aizstāt kokapstrādei specifiskos izstrādājumus ar detaļām, kas attiecas uz mērķa profesiju.
Pielāgot materiālus	Izvēlēties materiālus atbilstoši nozares prasībām, tostarp mehāniskajām, elektriskajām, estētiskajām vai funkcionālajām īpašībām.
Pārbaudīt aprīkojuma gatavību	Novērtēt pieejamo aprīkojumu pirms īstenošanas un apsvērt kopīgas telpas, uzņēmumus vai radītavu telpas (makerspaces), kur tas nepieciešams.
Pielāgot drošības prasības	Iekļaut mērķa nozares specifiskās drošības un atbilstības prasības.
Saskaņot novērtēšanas kritērijus	Apvienot digitālās ražošanas kompetences ar nozarei specifiskiem kritērijiem, piemēram, funkcionalitāti, precizitāti, drošību, ergonomiku vai dizaina kvalitāti.
Atbalstīt mācībspēkus	Sniegt piemērus un pielāgošanas veidnes, kas palīdz mācībspēkiem kontekstualizēt aktivitātes, nemainot to pamatā esošos mācīšanās mērķus.

2. tabula: Galvenie apsvērumi pārnesamībai

Šie secinājumi parāda, ka pārnesamība būtu jāsaprot nevis kā viena un tā paša vingrinājuma tieša kopēšana citā nozarē, bet gan kā veiksmīga pārnese, kas prasa saglabāt digitālo mācīšanās procesu, vienlaikus pielāgojot profesionālo kontekstu. Mēbeļu detaļa var kļūt par PLC korpusu, mehānisku kronšteinu vai produkta dizaina prototipu, savukārt pamatā esošais projektēšanas, ražošanas, testēšanas un pilnveidošanas process paliek būtībā tas pats.

Šī pieeja ļauj ShiftVET metodoloģiju atkārtot dažādās PIA vidēs, vienlaikus saglabājot gan tās izglītojošos mērķus, gan atbilstību profesionālajam kontekstam, kurā tā tiek lietota.

8. Labās prakses piemēri

8.1 Ievads

Šo tehnoloģiju īstenošana ShiftVET projekta ietvaros nodrošina vērtīgu praktisko pieredzi, kas var atbalstīt citus profesionālās izglītības centrus, kas vēlas ieviest līdzīgas pieejas vai aktivitātes. Ārpus izvēlēto tehnoloģiju tehniskajiem meklējumiem pilotaktivitātes ir parādījušas, kā digitālie rīki var uzlabot izglītojamo iesaisti, veicināt uz projektiem balstītu mācīšanos un stiprināt saikni starp profesionālo izglītību un rūpniecību.

Turpmāk minētie labās prakses piemēri parāda, kā 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC apstrāde var palīdzēt modernizēt PIA programmas.

Tā vietā, lai aprakstītu pašas tehnoloģijas, šajos piemēros galvenā uzmanība pievērsta to lietojumam izglītībā, sasniegtajiem mācīšanās rezultātiem un īstenošanas laikā gūtajām praktiskajām mācībām. Kopā tie ilustrē dažādas pieejas, ko citi profesionālās izglītības centri var pielāgot un atkārtot atbilstoši savam kontekstam un pieejamajiem resursiem.

8.2 ShiftVET projekta ietvaros identificētā labā prakse

Labā prakse	Apraksts	Ieguvums PIA centriem
Sākt ar vienkāršiem projektiem	Sākt ar ievada aktivitātēm, pirms pāriet pie sarežģītiem uzdevumiem.	Veido izglītojamo pārliecību un samazina īstenošanas šķēršļus.
Apvienot tradicionālās un digitālās prasmes	Integrēt digitālās tehnoloģijas esošajos kokapstrādes projektos, nevis uztvert tās kā atsevišķus mācību priekšmetus.	Atvieglo mācību programmas integrāciju un palielina atbilstību.
Veicināt uz projektiem balstītu mācīšanos	Iedrošināt izglītojamos strādāt pie praktiskiem izaicinājumiem, kas apvieno dizainu un ražošanu.	Uzlabo motivāciju un problēmu risināšanas prasmes.
Veicināt sadarbību	Organizēt komandas darbu un savstarpējās mācīšanās aktivitātes.	Attīsta komunikācijas un sadarbības kompetences.
Uzturēt saikni ar rūpniecību	Izmantot piemērus, ko iedvesmojuši reāli rūpnieciskie lietojumi, un pēc iespējas iesaistīt uzņēmumus.	Nodrošina mācību atbilstību darba tirgus vajadzībām.

Vākt nepārtraukti atgriezenisko saiti	Regulāri ievākt atgriezenisko saiti no skolotājiem un izglītojamajiem, lai pilnveidotu aktivitātes.	Atbalsta nepārtrauktu uzlabošanu un ilgtermiņa ilgtspējību.

3. tabula: ShiftVET labā prakse

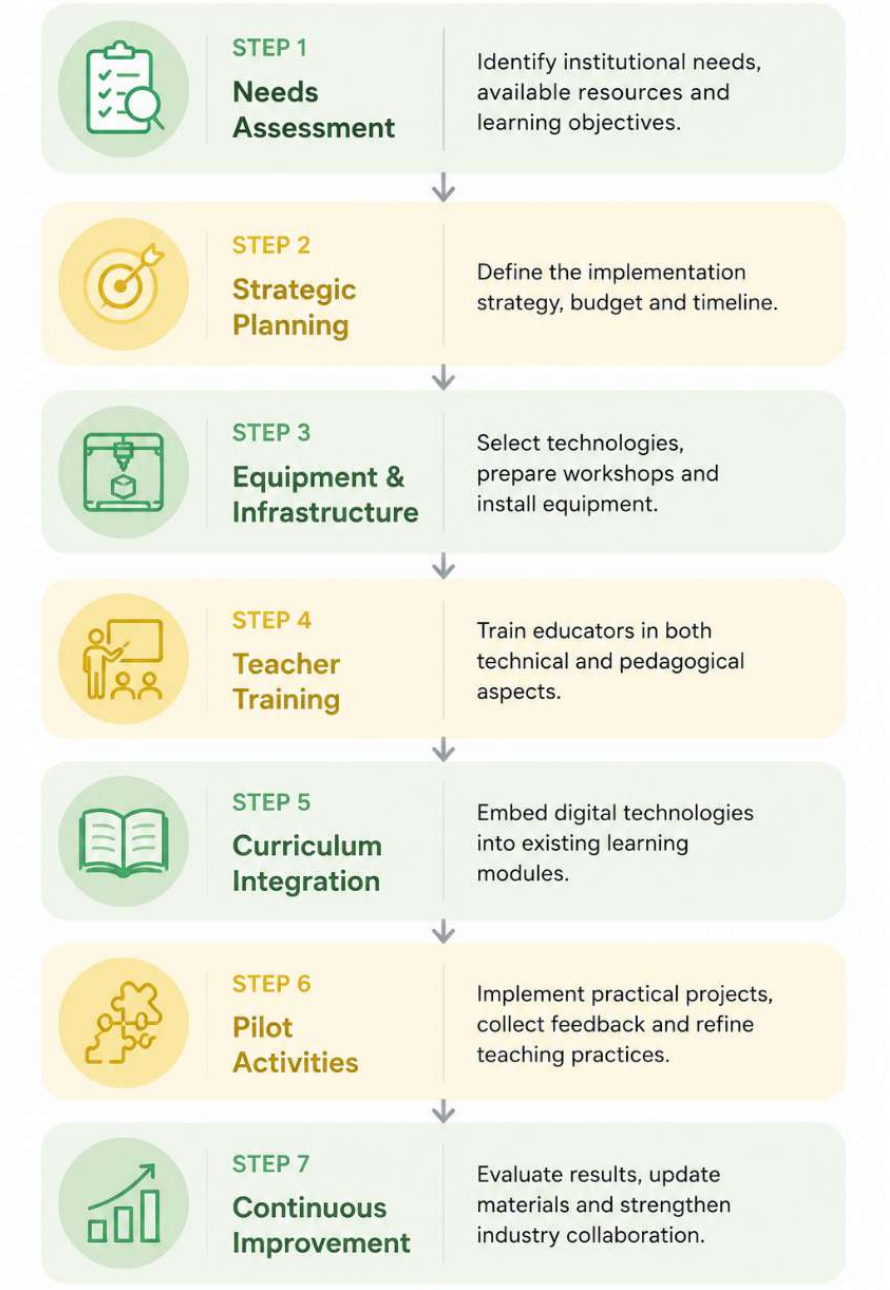
ShiftVET īstenošana parādīja, ka veiksmīga digitālās ražošanas tehnoloģiju integrācija ir atkarīga ne tikai no pieejamā aprīkojuma, bet arī no atbilstošas plānošanas, skolotāju sagatavošanas un aktīvām mācīšanās metodoloģijām. Projektā identificēto labo praksi var viegli pielāgot citi PIA centri, kas vēlas ieviest līdzīgas tehnoloģijas savās mācību programmās.

9. Īstenošanas ceļvedis soli pa solim

Veiksmīga digitālās ražošanas tehnoloģiju integrācija profesionālajā izglītībā un apmācībā vislabāk sasniedzama ar strukturētu, pakāpenisku un labi plānotu īstenošanas procesu. Balstoties uz pieredzi, kas gūta visā ShiftVET projekta gaitā, šis ceļvedis iezīmē galvenos posmus, kas PIA centriem jāņem vērā, plānojot, īstenojot un nostiprinot tādu tehnoloģiju kā 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC apstrāde pieņemšanu. Tā vietā, lai piedāvātu fiksētu modeli, tas piedāvā elastīgu ietvaru, kas var atbalstīt iestādes dažādos to digitālās transformācijas posmos.

Lai gan katrs PIA centrs darbojas savā izglītības kontekstā ar atšķirīgu resursu, ekspertīzes un infrastruktūras līmeni, sekošana skaidrai darbību secībai var būtiski atvieglot īstenošanu, samazināt iespējamos izaicinājumus un atbalstīt pamatotu lēmumu pieņemšanu visa procesa laikā. Virzoties soli pa solim – no sākotnējā institucionālo vajadzību novērtējuma līdz nepārtrauktai mācīšanas prakses novērtēšanai un uzlabošanai –, centri var ieviest digitālās tehnoloģijas ilgtspējīgā un pedagoģiski nozīmīgā veidā.

Tāpēc turpmāk sniegtais ceļvedis kalpo par praktisku atsauci iestādēm, kas vēlas stiprināt savu digitālās ražošanas kapacitāti. To var pielāgot dažādām izglītības vidēm, organizatoriskajām struktūrām un tehnoloģiskās gatavības līmeņiem, nodrošinot skaidru ceļu uz inovatīvu ražošanas tehnoloģiju veiksmīgu un ilgtermiņa integrāciju profesionālajā izglītībā.



(3. attēls: ShiftVET ceļvedis)

1. SOLIS: Vajadzību novērtēšana – Identificēt institucionālās vajadzības, pieejamos resursus un mācīšanās mērķus.
2. SOLIS: Stratēģiskā plānošana – Definēt īstenošanas stratēģiju, budžetu un laika grafiku.
3. SOLIS: Aprīkojums un infrastruktūra – Izvēlēties tehnoloģijas, sagatavot darbnīcas un uzstādīt aprīkojumu.

4. SOLIS: Skolotāju apmācība – Apmācīt pedagogus gan tehniskajos, gan pedagoģiskajos meklējumos.
5. SOLIS: Mācību programmas integrācija – Iestrādāt digitālās tehnoloģijas esošajos mācību moduļos.
6. SOLIS: Pilota aktivitātes – Īstenot praktiskus projektus, savākt atsauksmes un pilnveidot mācīšanas praksi.
7. SOLIS: Nepārtraukta uzlabošana – Novērtēt rezultātus, atjaunināt materiālus un stiprināt sadarbību ar nozari.

Ceļvedis būtu jāsaprot kā nepārtraukts uzlabošanas process, nevis kā lineāra atsevišķu darbību secība. Regulāra novērtēšana, ieinteresēto pušu iesaistīšana un mācību programmu atjaunināšana nodrošina, ka digitālās ražošanas tehnoloģijas saglabā savu atbilstību un turpina sniegt vērtību gan izglītojamajiem, gan PIA iestādēm.

10. Politikas un stratēģiskie ieteikumi

Veiksmīgai digitālās ražošanas tehnoloģiju integrācijai profesionālajā izglītībā un apmācībā nepieciešama apņemšanās no PIA centriem, bet arī no izglītības politikām, kas tos balsta, kā arī pamatīga stratēģiskā plānošana. Tādi projekti kā ShiftVET pierāda tādu tehnoloģiju kā 3D drukāšana, skenēšana un CNC ieviešanas iespējamību un izglītojošo vērtību mācību programmās. Turklāt to pieņemšana ir atkarīga arī no labvēlīgu apstākļu radīšanas gan politiskajā, gan organizatoriskajā līmenī. Zemāk sniegtie ieteikumi balstās uz projekta gaitā gūto pieredzi un kuru mērķis ir atbalstīt politikas veidotājus, izglītības iestādes, profesionālās izglītības nodrošinātājus un citas ieinteresētās puses.

10.1 Ieteikumi politikas veidotājiem

Ieteikums	Mērķis
Veicināt investīcijas digitālajā infrastruktūrā	Atbalstīt PIA centrus mūsdienīgu ražošanas tehnoloģiju iegādē un uzturēšanā.
Inkuragēt nepārtrauktu profesionālo pilnveidi	Atvieglot regulāras apmācības iespējas PIA skolotājiem jaunajās digitālajās tehnoloģijās.
Veicināt sadarbību starp izglītību un rūpniecību	Stiprināt partnerības, lai nodrošinātu mācību programmu atbilstību darba tirgus vajadzībām.
Atbalstīt elastīgu mācību programmu izstrādi	Ļaut iestādēm integrēt jaunas tehnoloģijas, nepieprasot pilnīgu mācību programmu pārstrādi.
Veicināt atvērtos izglītības resursus	Inkuragēt no publiskajiem līdzekļiem finansēto projektu ietvaros izstrādāto mācību materiālu dalīšanos un atkārtotu izmantošanu.
Atvieglot starptautisko sadarbību	Veicināt labās prakses apmaiņu starp PIA nodrošinātājiem visā Eiropā.

4. tabula: Ieteikumi politikas veidotājiem.

10.2 Stratēģiskie ieteikumi

Institucionālā līmenī PIA centriem vajadzētu pieņemt ilgtermiņa stratēģiju digitālajai transformācijai. Lai to veiksmīgi īstenotu, nepieciešams nepārtraukti ieguldīt aprīkojumā, skolotāju apmācībā un mācību programmu inovācijās, kā arī veikt regulārus novērtējumus un sadarboties ar ārējām ieinteresētajām pusēm, kas arī var sniegt palīdzību.

Digitālās ražošanas tehnoloģijas būtu pakāpeniski jāintegrē esošajās programmās, nodrošinot, ka tās papildina tradicionālās profesionālās prasmes un atbilst arī mūsdienu rūpniecības vajadzībām. Iestādēm no savas puses būtu jāizveido arī mehānismi mācību materiālu pastāvīgai pārskatīšanai, jāpārrauga tehnoloģiju attīstība un jāveicina aktīva līdzdalība valsts un starptautiskajās sadarbības iniciatīvās.

Visbeidzot jāuzsver arī tas, ka tādu iniciatīvu kā šī ilgtermiņa ilgtspējība ir atkarīga no sadarbības uzturēšanas starp izglītības nodrošinātājiem, rūpniecību, valsts iestādēm un dalīborganizācijām. Strādājot kopā, šīs puses var izveidot izturīgāku, inovatīvāku un uz nākotni vērstu profesionālās izglītības sistēmu, kas spēj sagatavot izglītojamo nozares nodarbinātības izaicinājumiem.



4. attēls: Iesaistītie aģenti: Sadarbība ar nozari, Skolotāju kapacitāte, Institucionālā stratēģija, Politikas atbalsts

11. Secinājumi un nākotnes perspektīva

ShiftVET projekta ietvaros tika pierādīts, ka digitālās ražošanas tehnoloģijas var veiksmīgi integrēt profesionālajā izglītībā, ja tās atbalsta atbilstoši izglītības resursi, skolotāju apmācība, praktiskās aktivitātes un reālistiska plānošana. Tādu rīku kā 3D drukāšana, 3D skenēšana un CNC apstrāde izmantošana palīdz izglītojamajiem attīstīt tehniskās un digitālās prasmes, vienlaikus uzlabojot problēmu risināšanu, komandas darbu un radošumu. Šīs tehnoloģijas ir visefektīvākās, ja tās izmanto tradicionālo profesionālo prasmju papildināšanai, nevis to aizstāšanai.

Īstenošanas pieredze rāda arī to, ka digitalizācijas panākumi ir atkarīgi no vairāk nekā tikai piekļuves aprīkojumam. Vienlīdz svarīgi ir pietiekams laiks praktiskajām aktivitātēm, skolotāju apmācība, pakāpeniski mācīšanās ceļi, integrācija mācību programmā un pareiza darbnīcu organizācija. Mācībspēku un izglītojamo atsauksmes apstiprina ShiftVET pieejas atbilstību un īstenojamību, vienlaikus identificējot arī praktiskos izaicinājumus, kas saistīti ar programmatūru, aprīkojuma pieejamību un iepriekšējās pieredzes līmeņiem.

Cits vērā ņemams secinājums ir potenciāls pārnest projekta pieeju ārpus koka un mēbeļu nozares. A3.1 aktivitātē tika identificēts augsts pārnesamības līmenis uz tādiem kursiem kā elektroinstalācijas un automatizācija, mehatronika vai produktu dizains. Digitālās ražošanas pamatmetodoloģiju var saglabāt, savukārt produktus, materiālus, aprīkojumu, drošības prasības un novērtēšanas kritērijus pielāgo katram profesionālajam kontekstam.

Lūkojoties nākotnē, profesionālās izglītības un apmācības (PIA) digitālā transformācija ir jāuztver kā nepārtraukts process. Tehnoloģijas un darba tirgus vajadzības turpinās attīstīties, kas nozīmē, ka PIA centriem būs jāatjaunina savas mācību programmas, resursi un prakse, vienlaikus uzturot ciešu sadarbību ar rūpniecību un citām ieinteresētajām pusēm.

Tāpēc ShiftVET noslēgums nebūtu jāuzskata par īstenošanas procesa beigām, bet drīzāk par sākumpunktu turpmākai pielāgošanai, atkārtošanai un nepārtrauktai uzlabošanai. Projekta radītie resursi un gūtās mācības nodrošina profesionālās izglītības un apmācības centriem praktisku pamatu, lai turpinātu to digitālo

transformāciju un sagatavotu izglītojamos ražošanas vidēm, kuras ar vien vairāk virza tehnoloģijas.

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.