



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

3DAcademy Kombinirani program osposobljavanja za strukovne trenere, nastavnike i stručnjake iz industrije

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere

Radni paket 3, Aktivnost br. 3.3.

Naziv projekta	3DAcademy
Program	Erasmus+
Ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava	2023-1-BG01-KA220-VET-000158373
Nacionalna agencija	BG01 - Centar za razvoj ljudskih resursa (HRDC)



Co-funded by
the European Union



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Financirano od strane Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su, međutim, isključivo stavovi autora/autorica i ne odražavaju nužno stavove Europske unije ili Izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

Broj verzije	1
Glavni partner	Calidus
Datum dospelja	01.10.2025.
WP broj	3
Broj aktivnosti	3.3
Status	Nacrt
Autori	Carmen Tariba, Miro Tariba, Plamen Todorov

Suradnici

Ime	Organizacija
Navedite jednog ovdje	Organizacija 1
Navedite dva ovdje	Organizacija 2
Navedite tri ovdje	Organizacija 3
Navedite četiri ovdje	Organizacija 4

Recenzije kolega

Ime	Organizacija
Navedi jednog ovdje	Organizacija 1
Navedite dva ovdje	Organizacija 2
Navedite tri ovdje	Organizacija 3
Navedite četiri ovdje	Organizacija 4



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Povijest revizija

Verzija	Datum	Recenzent	Izmjene
1	01.10.2025.	Carmen Tariba	Sadržaj
2	10.10.2025.	Plamen Todorov	Sadržaj i povratne informacije
3	20.10.2025.	Carmen Tariba	Sadržaj
..			

Obuka u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere, 3DAcademy kombinirani program obuke za VET trenere, nastavnike i stručnjake iz industrije © 2025.

3DAcademy projektni konzorcij licenciran je pod CC BY-NC 4.0. Za pregled kopije ove licence posjetite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Financirano od strane Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su, međutim, isključivo stavovi autora/autorica i ne odražavaju nužno stavove Europske unije ili Izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih.



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Sadržaj

Kako koristiti ovaj priručnik.....	11
Poglavlje 1: Uvod.....	13
1.1 Pregled 3DAcademy	13
Pedagoško obrazloženje (prizma strukovnog obrazovanja)	13
1.2 Pregled kurikuluma (moduli × scenariji)	13
Tablica 1. Moduli – Pregled scenarija (što dodijeliti i zašto).....	14
1.3 Scenariji i očekivani rezultati (pregled kompetencija)	15
Tablica 2. Kratki pregled scenarija (vrijeme, fokus, autentični dokazi)	15
1.4 Mapiranje kompetencija u EQF (visoka razina)	15
Tablica 3. Usklađenost s EQF-om (okvirno)	15
1.5 Ciljevi i zadaci (profinjeni, svjesni scenarija)	16
1.6 Ciljne skupine i smjernice za odabir	16
1.7 – Pregled scenarija učenja.....	17
Poglavlje 2: Detaljan opis programa	18
2.1 Pregled strukture programa	18
Tablica 2.1 Karta kurikuluma – moduli × ishodi × scenariji	18
2.2 Tijek isporuke scenarija (okvirni sati).....	19
Tablica 2.2 Tok scenarija	19
2.3 Matrica mapiranja EQF-a (ishodi učenja → procjena)	19
2.4 Predlošci za planiranje sesije (spremni za upotrebu).....	21
2.4.1 Plan sesije (licem u lice) – 90 minuta	21
2.4.2 Plan sesije (online) – 45–60 minuta	21
2.5 Odjeljak s uputama za trenere	22
2.6 Upravljanje grupama s različitim sposobnostima i mekim vještinama	22
2.7 Procjena u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju: kratka bilješka o usklađivanju.....	22
2.8 Kontrolne liste za provjeru spremnosti	23
2.8.1 Brzi ekran za provjeru spremnosti učenika (Da/Ne)	23



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



2.8.2 Spremnost za postavljanje staze (trener/administrator).....	23
2.9 Podrška i eskalacija	23
Poglavlje 3: Organizacija i provedba obuke – Kombinirani model	24
3.1 Što znači „kombinirano“ u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (kratko obrazloženje)	24
3.2 Uloge u kombiniranoj isporuci	24
3.3 Korištenje online platforme 3DAcademy (pregled).....	25
3.4 Tjedna kadenca i vremenski okvir (predloženi uzorak)	25
Tablica 3.1 Tjedna mješavina (okvirno)	25
3.5 Scenariji isporuke – operativni pogled	26
Tablica 3.2 Scenariji na prvi pogled (operacije)	26
3.6 Prikupljanje dokaza i povratne petlje (gdje se nalaze)	26
3.7 Analitika → Akcije (mini-matrica ranog upozorenja)	27
Tablica 3.3 Signali i intervencije	27
3.8 Sigurnost i uključenost (minimalna početna vrijednost)	27
Poglavlje 4: Implementacija i osiguranje kvalitete	28
Poglavlje 5: Procjena učenika	29
Poglavlje 6: Planovi lekcija i ishodi učenja	30
6.1 Kako funkcionira slijed poučavanja (modularno i scenarijski)	30
6.2 Ishodi učenja po modulima – Osnovni tok.....	30
6.3 Ishodi učenja po modulima – Napredni smjer.....	31
6.4 Scenarijski hookovi – koji su moduli najvažniji (i zašto).....	33
Tablica 6.4 Naglasak scenarija i proizvodi	33
6.5 Nacrti lekcija (spremni za izvođenje)	33
6.5.1 Tiskarski laboratorij (90 minuta).....	33
6.5.2 Laboratorij za skeniranje (60–75 minuta).....	34
6.5.3 Radionica modeliranja (60–90 minuta).....	34
6.6 Usklađivanje procjene po modulima (što prikupiti)	34
Tablica 6.6 Dokazi i naglasak rubrike	34



6.7 Diferencijacija i uključivanje (niska brzina / visoka brzina)	35
6.8 Kontrolna lista za pripremu (trener)	35
Poglavlje 7: Evaluacija programa i osiguranje kvalitete	36
Poglavlje 8: Scenariji učenja i poučavanja i materijali za učenike	39
8.1 Scenariji poučavanja (pregled)	39
Tablica 8.1 Kratki pregled scenarija poučavanja	39
8.1.1 PBL – Primjer sprinta od 4 lekcije (okvirno)	39
8.1.2 Suradničko učenje – Primjer slijeda	40
8.1.3 Samostalne vježbe – Primjer izbornika	40
8.2 Materijali za učenje (što osigurati)	41
Tablica 8.2 Paket materijala	41
8.3 Scenariji provođenja obuke (primijenjeni)	41
Tablica 8.3 Scenariji isporuke (planer operacija)	41
8.4 Plan pilotiranja (5 × 45 minuta)	42
Tablica 8.4 Pilot sesije i dokazi	42
8.5 Brzo rješavanje problema (prvi sloj i mreža)	43
Poglavlje 9: Paket alata i materijala	44
9.1 Kako čitati ovo poglavlje	44
9.2 Osnovne specifikacije (kako izgleda „dovoljno dobro“)	44
9.3 Troškovni razredi (s datumskim pečatom)	45
Ažurirano: Listopad 2025. (zamijeniti pri sljedećem pregledu)	45
9.4 Komplet scenarija (što nabaviti za svaki model isporuke)	45
Tablica 9.4A Scenarij 1 – Uvođenje (100% online)	45
Tablica 9.4B Scenarij 2 – Sprint (kombinovano; 2 laboratorijska dana)	46
Tablica 9.4C Scenarij 3 – Prošireno (tjedni laboratorijski testovi + završni)	46
9.5 Savjeti za nabavu (ušteta proračuna, povećanje vremena rada)	46
9.6 Održavanje i sigurnost (kratki pregled)	47
9.7 Predviđanje potrošnog materijala (brzi model)	47
9.8 Predlošci za inventar i lokalizaciju	47



Tablica 9.8A Registar inventara (primjer)	47
Tablica 9.8B List lokalizacije (cijene)	48
Poglavlje 10: Materijali (određeno)	49
10.1 Principi kuriranja (kako biramo)	49
10.2 Mapa kategorija (što koristiti i kada)	49
10.3 Top 5 odabranih resursa po kategoriji (primjeri).....	50
10.3.1 Uvodno modeliranje (Top-5).....	50
10.3.2 Vodiči za rezanje (Top-5).....	50
10.3.3 Popravak mreže (Top-5)	51
10.3.4 Sigurnost ispisa (Top-5)	51
10.3.5 Tijekovi skeniranja (Top-5)	51
10.3.6 DfAM reference (Top-5).....	52
10.3.7 Pristupačnost i uključenost (Top-5).....	52
10.4 Kontrolna lista za pristupačnost i uključenost (minimalni standard)	52
10.5 Održavanje i upravljanje (održavajte ga svježim).....	53
Poglavlje 11: Praktični zadaci	54
Poglavlje 12: Komplet alata za trenere – osmišljavanje novih praktičnih vježbi.....	55
12.1 Opseg i namjera	55
12.2 Nacrt modula vježbi (EM).....	55
Tablica 12.2 – Nacrt EM-a (kopiraj i ispuni)	55
12.3 Primjeri usmjerenih EN ciljeva	56
12.4 Sigurnosne i pripravne pregrade (prije praktičnog rada)	56
12.5 Usklađenost dokaza i procjene (što prikupljati).....	56
Tablica 12.5 – Odabir dokaza.....	57
12.6 Diferencijacija i uključenost (objaviti oboje unaprijed)	57
Tablica 12.6 – Planer za nisku/visoku brzinu (ispuniti po EM-u)	57
12.7 Vrijeme i resursi (budite realni).....	57
12.8 Kvaliteta, moderiranje i verzioniranje (jednostavno).....	58
12.9 Tijek podnošenja (dijeljenje između centra/partnera).....	58



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

12.10 Brzi popis za provjeru autorstva	58
Poglavlje 13: Korištenje online platforme 3dacademy (sažeti vodič)	60
13.1 Svrha i usklađenost	60
13.2 Uloge i dopuštenja (na prvi pogled)	60
13.3 Struktura tečaja (minimalna)	60
13.4 Zadaci i rubrike (brzo postavljanje)	61
13.5 Kvizovi (lagani integritet)	61
13.6 Komunikacija i suradnja	61
13.7 Analitika → akcije (mini-matrica ranog upozorenja)	62
13.8 Pristupačnost i GDPR (minimalni standard)	62
13.9 Rješavanje problema (brza rješenja)	62
3.10 Operativne kontrolne točke	62
Poglavlje 14: Evaluacija programa i osiguranje kvalitete – priručnik centra	64
14.1 Kako izgleda „dobra kontrola kvalitete“ (na jednoj stranici)	64
14.2 Instrumenti i mjerenje vremena (pogled iz središta)	65
Tablica 14.2 – Što prikupljati i kada	65
14.3 Uloge i tok podataka (tko što radi)	65
Tablica 14.3 – Tok podataka	65
14.4 KPI-jeva koje treba pratiti (osnovni podaci za nadzornu ploču)	66
Tablica 14.4 – Predloženi ključni pokazatelji uspješnosti (KPI)	66
14.5 Raspored vršnjačkog promatranja i moderiranja	66
Tablica 14.5 – Mali kalendar osiguranja kvalitete	66
14.6 Provjere pristupačnosti i uključenosti (minimalni standard)	67
14.7 Predlošci za izvještavanje (naslovi spremni za lijepljenje)	67
14.8 Rizici i mjere ublažavanja (osiguranje kvalitete centra)	67
Tablica 14.8 – Glavni rizici osiguranja kvalitete	67
14.9 Etika, privatnost i zadržavanje podataka (GDPR)	68
14.10 Pravilo „jednog poboljšanja“	68
Poglavlje 15: Online platforma – sažeti vodič za operacije	69



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



15.1 Minimalni kostur staze (prvo napravite ovo)	69
15.2 Uloge i dopuštenja (na prvi pogled)	69
15.3 Zadaci i rubrike (osnovne postavke)	70
15.4 Kvizovi (lagani integritet)	70
15.5 Komunikacija i suradnja	70
15.6 Analitika → akcije (mini-matrica ranog upozorenja)	70
5.7 Pristupačnost i GDPR (minimalni standard)	71
15.8 Rješavanje problema (brza rješenja)	71
15.9 Operativne kontrolne točke	71
Prilog A – Alati za procjenu učenika	73
A0. Kako koristiti Prilog A	73
A1. Generička analitička rubrika (temeljena na LO)	73
A1.1 Praktična sigurnosna kontrolna lista (kratka)	73
A2. Scenarij 1 – Tablica procjene (Onboarding Foundation, 100% online)	74
A3. Scenarij 2 – Mreža za procjenu (Sprint učenje s vježbom)	74
A4. Scenarij 3 – Završna rubrika (Prošireni / Stručni dio)	74
A5. Zapisnik promatranja – Praktična vježba	75
A6. Obrazac za povratne informacije – WWW / EBI	75
A7. Drugi zapisnik o ocjenjivanju i moderiranju	76
A8. Ocjenjivački list (po kohorti)	76
Prilog B – Alati za evaluaciju programa (QA)	77
B0. Kako koristiti Prilog B	77
B1. Tjedni puls (Dnevnik učitelja + Mikroanketa)	77
B2. Završna evaluacija tečaja (polaznik)	77
B3. Praćenje nakon 3 mjeseca (Polaznik/Poslodavac)	78
B4. Sažetak evaluacije – Predložak	78
B5. Zapisnik akcija evaluacije	79
B6. Tok podataka i uloge	80
Prilog C – Proširena biblioteka resursa	81



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

C1. Katalog resursa.....	81
C2. Dnevnik promjena (Održavanje u Prilogu C).....	82
C3. Kontrolna lista za odabir (brza)	82



Co-funded by
the European Union



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Kako koristiti ovaj priručnik

Dobrodošli u 3DAcademy Priručnik za obuku (verzija 3) – namijenjen nastavnicima, trenerima i stručnjacima u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju koji provode ili koordiniraju programe 3D tehnologije unutar strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.

Ovaj priručnik pruža cjelovit okvir za osmišljavanje, provođenje, procjenu i osiguravanje kvalitete obuke za 3D tehnologiju. Kombinira pedagoške metode, ishode temeljene na EQF-u i stvarne primjere iz prakse strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.

Kako se kretati kroz priručnik:

- Svako poglavlje odgovara određenoj fazi obuke - od izrade nastavnog plana i programa do osiguranja kvalitete.
- Priručnik je namijenjen i početnicima (scenariji 1–2) i naprednim učenicima (scenarij 3).
- Prilozi uključuju rubrike, kontrolne liste, predloške i obrasce za evaluaciju za izravnu upotrebu u učionici i osiguranju kvalitete.

Savjet: Ovaj priručnik možete koristiti kao samostalni vodič za podučavanje ili kao resurs za mentoriranje drugih trenera u vašem centru.

Kako koristiti ovaj priručnik

Dobrodošli u 3DAcademy Priručnik za obuku (verzija 3) – namijenjen nastavnicima, trenerima i stručnjacima u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju koji provode ili koordiniraju programe 3D tehnologije unutar strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.

Ovaj priručnik pruža cjelovit okvir za osmišljavanje, provođenje, procjenu i osiguravanje kvalitete obuke za 3D tehnologiju. Kombinira pedagoške metode, ishode temeljene na EQF-u i stvarne primjere iz prakse strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.

Kako se kretati kroz priručnik:

- Svako poglavlje odgovara određenoj fazi obuke - od izrade nastavnog plana i programa do osiguranja kvalitete.
- Priručnik je namijenjen i početnicima (scenariji 1–2) i naprednim učenicima (scenarij 3).
- Prilozi uključuju rubrike, kontrolne liste, predloške i obrasce za evaluaciju za izravnu upotrebu u učionici i osiguranju kvalitete.



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Savjet: Ovaj priručnik možete koristiti kao samostalni vodič za podučavanje ili kao resurs za mentoriranje drugih trenera u vašem centru.



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Poglavlje 1: Uvod

1.1 Pregled 3DAcademy

3DAcademy – Kombinirani program osposobljavanja za nastavnike/učitelje u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju odgovara na rastuću potrebu za vještinama 3D tehnologije u strukovnom obrazovanju i učenju na radnom mjestu. Razvijen od strane konzorcija obrazovnih i industrijskih partnera, program premošćuje praksu strukovnog obrazovanja i osposobljavanja s brzo razvijajućim 3D tehnologijama – skeniranjem, modeliranjem i ispisom – koje se koriste u proizvodnji, zdravstvu, arhitekturi, kreativnim industrijama i šire. Program je nastao u okviru Erasmus+ projekta 3DAcademy – Unapređenje vještina pružatelja usluga strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u području 3D tehnologija (Ref. 2023-1-BG01-KA220-VET-000158373). Koristi kombinirani pristup (online + praktično) i usklađuje učenje s Europskim kvalifikacijskim okvirom (EQF) kako bi nastavnici mogli jasno artikulirati ishode učenicima i poslodavcima.

Pedagoško obrazloženje (prizma strukovnog obrazovanja)

- **Usredotočeno na učenika i modularno:** Kratke, na ishod usmjerene jedinice smanjuju kognitivno opterećenje i omogućuju fleksibilan tempo.
- **Orijentacija na radnom mjestu:** Scenariji odražavaju stvarne kontekste isporuke (uvođenje u posao, praktične vježbe sprinta, prošireni završni dio) i daju prioritet djelovanju nad pripovijedanjem.
- **Spojeno dizajnom:** Teorija se seli online (okrenuta učionica); dragocjeno vrijeme u laboratoriju rezervirano je za praktičnu primjenu i rješavanje problema.
- **Digitalna spremnost:** Platforma standardizira kvalitetu, dok se treneri usredotočuju na olakšavanje, sigurnost i izgradnju kompetencija.

Savjet trenera: Koristite online module za unaprijed usvajanje terminologije i sigurnosti, a zatim svaku minutu laboratorijskog vježbanja pretvorite u praksu, promatranje i povratne informacije.

1.2 Pregled kurikuluma (moduli × scenariji)

Ovaj sažetak pokazuje kako online moduli podržavaju svaki scenarij izvedbe i što polaznici mogu učiniti na kraju svakog puta.



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Tablica 1. Moduli – Pregled scenarija (što dodijeliti i zašto)

Tok i modul	Ključni fokus	Scenarij 1 (Uvođenje u posao)	Scenarij 2 (Sprint)	Scenarij 3 (Prošireni)
Osnovni M1: Uvod u 3D tehnologije	Procesi, vokabular, pregled sigurnosti	☒ Puno	☒ Puno	☒ Pregled (po potrebi)
Osnovni M2: Uvod u 3D ispis	FDM/SLA, materijali, osnove rezanja	☒ Odabrane jedinice	☒ Potpuno (kritično)	☒ Recenzija (podloge)
Osnovni M3: Uvod u 3D skeniranje	Principi, hardver/softver, osnove mreže	☒ Odabrane jedinice	☒ Odabrane jedinice	☒ Pregled (uvod u Adv M2)
Osnovni M4: Uvod u 3D modeliranje	Osnove CAD-a; dizajn spreman za ispis	☒ Odabrane jedinice	☒ Potpuno (TinkerCAD/CAD)	☒ Pregled (uvod u Adv M3)
Osnovni M5: 3D u obrazovanju/radnom tijeku	Integracija učionice/tijeka rada	(resurs za trenere)	(resurs za trenere)	(mentorski resurs)
Napredni M1: Napredni 3D ispis	DfAM, optimizacija, materijali	—	—	☒ Jezgra
Napredno M2: Napredno 3D skeniranje	Automatizacija, GD&T, inspekcija	—	—	☒ Jezgra
Napredni M3: Napredno 3D modeliranje	Parametarski/površinski/generativni	—	—	☒ Jezgra
Napredni M4: Studije slučaja/Budućnost	Capstone, profesionalna praksa	—	—	☒ Jezgra (završni kamen)

Savjet trenera: U scenariju 2, inzistirajte na završetku M1+M4 prije dana u laboratoriju. To sprječava trošenje vremena na radionici na osnovnu navigaciju CAD-om.



1.3 Scenariji i očekivani rezultati (pregled kompetencija)

Scenariji se razlikuju po vremenu, dubini i praksi - svaki vodi do različitih, autentičnih demonstracija kompetencije.

Tablica 2. Kratki pregled scenarija (vrijeme, fokus, autentični dokazi)

Scenarij	Vrijeme i format	Što učenici mogu učiniti (autentični dokazi)	Tipični dokazi
Scenarij 1 – Temelji za uvođenje u posao	20–25 sati, 100% online	Objasnite ključne procese i sigurnost; pročitajte preglede slicera; isplanirajte jednostavan ispis; koristite zajednički vokabular s nadređenima	Rezultati kviza; kratki pisani planovi; dnevnicu refleksije
Scenarij 2 – Učenje sprintom s vježbom	30–40 sati, ~70/30 miješano + 2 praktična dana	Izradite rezultat od dizajna do ispisa; sigurno koristite FDM; osnovno rješavanje problema; osnovno skeniranje u mrežu	STL + profil rezača; otisnuti dio; kontrolna lista zapažanja; mini prezentacija
Scenarij 3 – Prošireni (Stručnjak + Završni)	80–100 sati, ~60/40 pomiješano s tjednim laboratorijskim vježbama	Optimizirajte ispise; primijenite DfAM; pregledajte dijelove (GD&T); izvršite obrnuti inženjering; dostavite dokumentirani završni rezultat	Capstone dosje; karte odstupanja; recenzija; prezentacija i obrana

1.4 Mapiranje kompetencija u EQF (visoka razina)

Učenje je usklađeno s dimenzijama EQF-a (znanje, vještine, odgovornost/autonomija). Program ne zamjenjuje pune kvalifikacije; podržava napredovanje i priznavanje.

Tablica 3. Usklađenost s EQF-om (okvirno)

Scenarij	Fokus EQF-a	Znanje (Z)	Vještine (S)	Odgovornost i autonomija (R&A)
----------	-------------	------------	--------------	--------------------------------



Uvođenje u posao	Pred-L3 → L3	Osnovne činjenice, sigurnosni pojmovi, procesi	Čitajte preglede rezača; planirajte korake	Samostalno upravljajte online poslom; zatražite podršku na odgovarajući način
Sprint	L3 → L3/4	Razumijevanje procesa i materijala	Upravljanje FDM-om; rezanje i ispis; osnovno skeniranje/mreža	Slijedite laboratorijske standardne operativne postupke; upravljajte vremenom u timu; razmišljajte o rezultatima
Prošireno	L4 (odabrano)	DfAM, GD&T koncepti; multitehnološki	Optimizirati; pregledati; rekonstruirati; mentorirati	Završni korak plana/voditelja; odluke o dokumentiranju; odgovornost za kvalitetu

Savjet trenera: Procijenite što scenarij omogućuje: Scenarij 1 ≠ nedostatak vještine – njegov ishod je teorijska spremnost za nadziranu praksu.

1.5 Ciljevi i zadaci (profinjeni, svjesni scenarija)

- **Scenarij 1:** teorijska i sigurnosna spremnost za nadziranu praksu (zajednički vokabular, razumijevanje tijeka rada, prepoznavanje opasnosti).
- **Scenarij 2:** prvi puni ciklus dizajna → križanja → ispisa; siguran rad; osnovno rješavanje problema; samopouzdanje za nastavak učenja.
- **Scenarij 3:** napredna optimizacija i inspekcija; završni korak koji demonstrira donošenje odluka i dokumentiranje na profesionalnoj razini.

1.6 Ciljne skupine i smjernice za odabir

Odaberite scenarij prema svrsi, profilu učenika i resursima:

- Ograničeni laboratorijski kapaciteti ili ste novi u 3D-u? → Scenarij 1
- Kohorte strukovnog obrazovanja kojima je potreban brz opipljiv rezultat? → Scenarij 2
- Tehničari/diplomirani studenti koji traže specijalizaciju i vodstvo? → Scenarij 3



Savjet trenera (grupe s različitim sposobnostima): Spojite učenika koji je „napredan u hardveru“ s učenikom koji je „napredan u CAD-u“ kako biste potaknuli mentorstvo među kolegama i uravnotežen napredak.

1.7 – Pregled scenarija učenja

3DAcademy scenariji i razine

Kako bi se trenerima pomoglo u odabiru pravog formata izvođenja, 3DAcademy pristup uključuje tri scenarija učenja koji su usklađeni s dvjema razinama kompetencija (početna i napredna).

Scenarij	Svrha	Tipično trajanje	Način učenja	Razina
Scenarij 1 – Uvođenje u posao	Osvješčivanje i motivacija (npr. radionice, dani otvorenih vrata).	10–15 sati	Licem u lice ili hibridno	Početnik
Scenarij 2 – Sprint	Strukturirana obuka s osnovnom vježbom i vodstvom.	30–40 sati	Miješano (40% online / 60% F2F)	Početnik
Scenarij 3 – Prošireni	Završno ili projektno učenje s autonomijom.	80–120 sati	Miješano (60% online / 40% F2F)	Napredno

Svaki scenarij je potpuno modularan – treneri mogu prilagoditi trajanje, složenost i način izvedbe ovisno o iskustvu i resursima polaznika.

Savjet trenera: Scenarij 2 koristite za uvodnu obuku unutar škola ili centara za strukovno obrazovanje, a scenarij 3 za profesionalne ili napredne polaznike koji su spremni za samostalan rad na projektima.



Poglavlje 2: Detaljan opis programa

2.1 Pregled strukture programa

Program je modularan i svjestan scenarija. Teorija se priprema online i primjenjuje u laboratoriju. Treneri mogu prilagoditi dubinu od uvodnog dijela (S1) do sprinta (S2) i proširenog/završnog dijela (S3).

Tablica 2.1 Karta kurikuluma – moduli × ishodi × scenariji

Modul	Temeljni ishodi učenja (sažetak)	S1	S2	S3
M1 – Uvod u 3D tehnologije	Opišite AM procese i terminologiju; prepoznajte osnovne rizike; pročitajte preglede slicera	☒	☒	☒ (po potrebi)
M2 – Uvod u 3D ispis	Pripremiti jednostavne otiske; odabrati materijale/profile; izvršiti osnovnu naknadnu obradu	☐ Odabrano	☒	☒ Temelji
M3 – Uvod u 3D skeniranje	Odaberite metodu skeniranja; snimite/očistite mrežu; izvozite STL/OBJ	☐ Odabrano	☐ Odabrano	☒ Most do naprednog M2
M4 – Uvod u 3D modeliranje	Izradite CAD za ispis; provjerite razdjelnost/zidove/mjeru; ispravno izvezite	☐ Odabrano	☒ (kritično)	☒ Most do Adv M3
M5 – 3D tijek rada u obrazovanju	Planirajte tijekove rada u učionici; sigurnosne rutine; prikupljanje dokaza	Sudija trenera.	Sudija trenera.	Referenca mentora.
ADV-M1 – Napredni 3D ispis	Primijenite DfAM; optimizirajte orijentaciju/potporu; procijenite kvalitetu/trošak	—	—	☒
ADV-M2 – Napredno 3D skeniranje	Skeniranje registara/fuzije; izrada karata odstupanja; GD&T provjere	—	—	☒
ADV-M3 – Napredno 3D modeliranje	Parametarski/površinski/generativni; obrnuti inženjering	—	—	☒
ADV-M4 – Capstone i buduće investicije	Upravlajte završnim planom; dokumentirajte odluke; profesionalno prezentirajte	—	—	☒

Savjet trenera: U S2, inzistirajte na online završetku M1 + M4 prije laboratorijskih dana kako biste zaštitili praktično vrijeme za ispis i rješavanje problema.



2.2 Tijek isporuke scenarija (okvirni sati)

Koristite ovo kao početni raspored. Prilagodite ga svojoj kohorti, pristupu laboratoriju i datumima semestra.

Tablica 2.2 Tok scenarija

Scenarij	Online (teorija)	Laboratorij (praktični)	Procjene (ugrađene)	Tipični proizvodi
S1 – Uvođenje u posao	18–22 sata	0 h (praksa počinje na radnom mjestu)	Kvizovi; kratke refleksije; provjera spremnosti	Jednostavan plan ispisa; sigurnosni odraz
S2 – Sprint	20–26 sati	10–14 sati (2 laboratorijska dana)	Kontrolne liste za promatranje; pregled prototipa; mini prezentacija	STL + profil rezača; otisnuti dio
S3 – Prošireno	40–50 sati	40–50 sati (tjedno laboratorijske vježbe)	zadaci DfAM/GD&T; završni dosje; uživo prezentacija	Završni artefakt + dokumentacija

2.3 Matrica mapiranja EQF-a (ishodi učenja → procjena)

EQF napredovanje u programu 3DAcademy

Program 3DAcademy usklađen je s razinama 3 do 5 Europskog kvalifikacijskog okvira (EQF). Napredak kroz razine odražava rastuću složenost znanja, vještina i autonomije učenika razvijenih kroz tri scenarija učenja.

Razina 1: Vođena praksa (raspon EQF 3–4)

Kontekst učenja: Početnici rade pod nadzorom. Fokus: Primjena poznatih tehnika i sigurno i točno praćenje utvrđenih postupaka. Tipičan scenarij: Scenarij 2 – Sprint. Ishodi učenja uključuju:

- Razumije tijek rada 3D ispisa i može opisati osnovne procese.
- Upravlja 3D printerima i softverom za rezanje pod vodstvom.
- Pridržava se sigurnosnih postupaka i standarda kvalitete.
- Učinkovito radi kao dio nadziranog tima.



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

💡 Primjer: Učenik priprema jednostavan model u TinkerCAD-u i uspješno ga ispisa nakon validacije trenera.

Razina 2: Samostalna primjena (raspon EQF 4–5)

Kontekst učenja: Napredni polaznici sposobni donositi tehničke i dizajnerske odluke. Fokus: Prilagođavanje poznatih postupaka, rješavanje problema i samostalno upravljanje tijekom rada. Tipičan scenarij: Scenarij 3 – Prošireni. Ishodi učenja uključuju:

- Samostalno planira i izvršava cijeli tijek rada od dizajna do tiska i inspekcije.
- Donosi odluke o materijalima, parametrima ispisa i kvaliteti.
- Analizira greške i implementira poboljšanja.
- Dokumenti funkcioniraju pomoću profesionalnih alata za izvještavanje i refleksiju.

💡 Primjer: Učenik dizajnira funkcionalni objekt (npr. stalak za telefon), optimizira ga za ispis, procjenjuje njegovu kvalitetu i dokumentira proces.

Sažetak EQF progresije

Aspekt	EQF 3–4 (početnik)	EQF 4–5 (Napredni)
Znanje	Činjenično razumijevanje alata, materijala i procesa.	Primijenjeno razumijevanje principa dizajna, osiguranja kvalitete i optimizacije.
Vještine	Izvršava zadatke koristeći zadane upute i modele.	Odabire i prilagođava metode kako bi postigao željene rezultate.
Autonomija i odgovornost	Radi pod nadzorom, traži smjernice.	Radi samostalno, preuzima odgovornost za rezultate i kvalitetu.
Kontekst učenja	Učionica/laboratorij sa strukturiranom podrškom.	Projektno utemeljeno, samoupravno okruženje za učenje.
Primjer scenarija	Sprint trening s osnovnim otiscima.	Završni projekt ili prošireni tečaj.

Ključna poruka za trenere

Napredak kroz razine EQF-a u 3DAcademyju ne odnosi se na duljinu tečaja – već na razinu autonomije, složenosti i donošenja odluka koju polaznici pokazuju.

Treneri mogu procijeniti usklađenost s EQF-om putem uočljivog ponašanja:



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



- Slijede li učenici postupke ili ih osmišljavaju?
- Trebaju li nadzor ili djeluju samostalno?
- Reproduciraju li poznate rezultate ili inoviraju rješenja?

2.4 Predlošci za planiranje sesije (spremni za upotrebu)

Koristite ove kratke tablice za planiranje i vođenje sesija. Kopirajte za svaku lekciju.

2.4.1 Plan sesije (licem u lice) – 90 minuta

Odjeljak	Vrijeme	Što trener radi	Što učenici rade	Dokaz
Početak i sigurnost	10 minuta	Dobrodošli; stanje LO; sigurnosni podsjetnik	Prisustvujte; postavljajte pojašnjavajuća pitanja	Prijava; sigurnosna kvačica
Demonstracija	10 minuta	Demo tijek rada/zamka	Promatrajte; zabilježite korake	Kontrolna lista za demonstraciju
Vođena praksa	25 minuta	Trenirajte male grupe	Isprobajte korake; problemi s prijavom	Fotografije; bilješke
Samostalna praksa	35'	Cirkulirati; ispitati razumijevanje	Izradi artefakt	Artefakt; kontrolna lista
Zaključak	10 minuta	Povratne informacije; sljedeći koraci	Samorefleksija; podnijeti	Karta za brzi izlaz

2.4.2 Plan sesije (online) – 45–60 minuta

Odjeljak	Vrijeme	Aktivnost	Dokaz
Aktivirati	175 cm	Anketa za probijanje leda ili provjera s 2 pitanja	Rezultati ankete
Ulazni	10–15 minuta	Kratki video/stranica; provjera glosara	Anotacija/kviz
Primijeni	20–25 minuta	Mikro-zadatak (CAD korak / podešavanje rezača)	Snimka zaslona/STL
Razmišljaj	175 cm	„WWW/EBI“ ili rad od 1 minute	Post za razmišljanje



Savjet trenera: Obavezno je prenijeti jednu stvar u svakoj sesiji (fotografija prvog sloja, STL, profil rezača) kako bi se održao čist trag dokaza.

2.5 Odjeljak s uputama za trenere

Korištenje priručnika za izvođenje obuke

Treneri mogu prilagoditi ovaj priručnik različitim nastavnim kontekstima:

Kontekst obuke	Kako koristiti priručnik
VET škola ili tehnički razred	Slijedite predloške strukturiranih sesija (pogl. 2.4) i dodijelite male zadatke temeljene na projektima (pogl. 11).
Obuka za odrasle ili usavršavanje	Koristite kombiniranu dostavu: online sadržaj + usmjerene radionice. Uključite više refleksije i samoprocjene.
Obuka u poduzeću ili unutar tvrtke	Koristite okvir projekta iz Scenarija 3; primijenite alate za osiguranje kvalitete iz Poglavlja 14 za internu evaluaciju.

2.6 Upravljanje grupama s različitim sposobnostima i mekim vještinama

- **Strategija uparivanja:** uskladiti hardver s CAD-om; rotirati uloge (dizajner, operater, zapisničar, QA).
- **Slojeviti zadaci:** uvijek objavite varijante s niskim stupnjem prijenosa (vođene) i visokim stupnjem prijenosa (istezanje).
- **Uvod u meke vještine:** inzistirajte na kratkim stand-up isječcima (što sam napravio / na čemu sam zapeo / sljedeće), recenzijama kolega i mini-retro isječcima (što ćemo promijeniti sljedeći put).

2.7 Procjena u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju: kratka bilješka o usklađivanju

- **Formativno:** „provjere učenja“ (kvizovi, mikrozadaci, fotografije napretka) → prilagoditi nastavu.
- **Kumulativno:** uspješnost u odnosu na ishode (kontrolna lista kvalitete ispisa, karta odstupanja, završni dosje).
- **Načelo:** ocjenjujte na temelju rezultata, a ne akademskog pisanja; dajte prednost autentičnim dokazima.



2.8 Kontrolne liste za provjeru spremnosti

Koristite ih prije početka kako biste izbjegli blokade usred tečaja.

2.8.1 Brzi ekran za provjeru spremnosti učenika (Da/Ne)

Artikal	D/N	Bilješke
Ima stabilan pristup računalu i platformi	☐	
Može se snalaziti u osnovnim uredskim alatima i prenositi datoteke	☐	
Razumije jezik tečaja na razini B1-B2	☐	
Pročitao/la je sigurnosnu brošuru na jednoj stranici i položio/la kviz	☐	
Zna kako izvesti STL/OBJ iz svog CAD alata	☐	

2.8.2 Spremnost za postavljanje staze (trener/administrator)

Artikal	Vlasnik	Gotovo
Tečaj kopiran iz predloška; datumi i vremenska zona postavljeni	Administrator	☐
Objavljena stranica „Počnite ovdje“; vidljivo je radno vrijeme	Trener	☐
Moduli su sekvencirani; datumi izdavanja i preduvjeti postavljeni	Trener	☐
Zadaci imaju priložene rubrike; rokovi su vidljivi	Trener	☐
Grupe stvorene za timске zadatke; postavljeni su prozori za međusobno ocjenjivanje	Trener	☐
Potvrđeni laboratorijski kapacitet i materijali (filament/smola/OZO)	Centar	☐
Propusnica za pristupačnost (titlovi/alternativni tekst/kontrast/tip)	Trener	☐

2.9 Podrška i eskalacija

Objavite kratki SLA: gdje tražiti pomoć (problemi s platformom u odnosu na probleme s učenjem), vrijeme odgovora i kada eskalirati problem tehničaru/administratoru centra.

Savjet trenera: Stavite okvir „Pomozite mi odabrati“ na vrh svog tečaja: Ako vam je potrebna dodatna pomoć s CAD-om → otvorite EM-1 podršku; ako vaši ispisi ne uspiju → pročitajte „klinika prvog sloja“; ako imate problema sa skeniranjem → isprobajte paket za vježbu za mrežastu kirurgiju.



Poglavlje 3: Organizacija i provedba obuke – Kombinirani model

3.1 Što znači „kombinirano“ u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (kratko obrazloženje)

Program koristi model "prebaci pa primijeni": ključni koncepti i sigurnost uče se online, dok je vrijeme u laboratoriju zaštićeno za vježbu, promatranje i povratne informacije. To održava fokus na autentičnim performansama (što polaznici mogu učiniti) i prilagođava se stvarnim ograničenjima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (ograničeni strojevi, redovi čekanja za ispis, nadzor).

- **Online = pripremite se i isplanirajte:** terminologija, logika procesa, provjere prije leta, kratki kvizovi.
- **Licem u lice = proizvesti i dokazati:** rukovanje opremom, rješavanje problema, poštivanje sigurne prakse, dokazivanje kompetencije.
- **Povratne petlje:** brze online provjere, rubrike za promatranje u laboratorijima, kratke refleksije za kraj svake sesije.

Savjet trenera: „Jedna sesija, jedan rezultat.“ Svaki put odlučite o artefaktu o kojem se ne može pregovarati (STL, profil rezača, fotografija prvog sloja, snimka zaslona inspekcije) i koji ćete prenijeti.

3.2 Uloge u kombiniranoj isporuci

- **Trener (vlasnik tečaja):** osmišljava tjedni tijek, objavljuje rokove, sigurno provodi laboratorijske vježbe, daje povratne informacije, odobrava kompetencije.
- **Učenik/ca:** dovršava online pripremu prije laboratorijskih vježbi, donosi artefakte (STL/profil/bilješke), slijedi SOP, vodi dnevnik dizajna/učenja.
- **Asistent u nastavi/tehničar:** podržava spremnost laboratorija (strojevi, materijali, sigurnost) i rješavanje problema na prvoj liniji.
- **Administrator centra:** upis, računi/SSO, usklađenost (GDPR, zdravlje i sigurnost), podrška za platformu.





3.3 Korištenje online platforme 3DAcademy (pregled)

Platforma 3DAcademy podupire kombiniranu isporuku. Nudi module i medije prilagođene vlastitom tempu, podržava predaju zadataka i brze kvizove te pruža osnovnu analitiku kako bi treneri mogli pratiti angažman i napredak. Nudi jednostavne alate za najave, raspravu i dijeljenje resursa, osiguravajući kontinuitet između online pripreme i praktičnih radionica.

U praksi, treneri koriste platformu za slijed online i osobnih aktivnosti, ograničavanje praktičnog pristupa putem provjera spremnosti te čuvanje artefakata i povratnih informacija na jednom mjestu. Polaznici je koriste za pristup materijalima, dovršavanje mikrozadataka, suradnju gdje je to prikladno i praćenje vlastitog napretka. Pogledajte Poglavlje 15 za potpune upute o platformi (značajke, konfiguracija, detaljni tijekovi rada i rješavanje problema).

3.4 Tjedna kadenca i vremenski okvir (predloženi uzorak)

Tablica 3.1 Tjedna mješavina (okvirno)

Dan	Modalitet	Svrha	Tipični zadaci	Dokaz
pon–uto	Online (vlastitim tempom)	Pripremiti	Kratka stranica/video; glosar; kviz od 5–8 minuta	Rezultat kviza; bilješke
Sri	Online (prijavite se)	Mikrozadatak	CAD korak / podešavanje rezača / ispravak mreže	STL/profil/snimka zaslona
Čet	Uživo (online)	Pojasni	Pitanja i odgovori; demonstracija; savjeti vršnjaka; podsjetnik na sigurnost	Objava u raspravi
Pet–Sub	Laboratorij (F2F)	Proizvodi	Upravljanje pisačem/skenerom; rješavanje problema; pregled	Artefakt + kontrolna lista
Sunce	Online (razmišljanje)	Konsolidiraj	WWW/EBI objava; planirajte sljedeći korak	Unos refleksije



3.5 Scenariji isporuke – operativni pogled

Koristite ovo za prilagodbu dubine, trajanja i dokaza vašoj skupini i resursima.

Tablica 3.2 Scenariji na prvi pogled (operacije)

Scenarij	Online fokus	Laboratorijski fokus	Dokazi i provjere	Kada odabrati
S1 Uvođenje u rad (20–25 sati, 100% online)	Koncepti, vokabular, sigurnost, čitanje slicerom	– (praksa počinje na radnom mjestu/sljedeći tečaj)	Kvizovi; kratki plan; kontrolna lista spremnosti	Novi zaposlenici/nove kohorte; još nema pristupa laboratoriju
S2 Sprint (30–40 sati, ~70/30)	Osnove M1 + M4 CAD-a; osnove M2 rezanja	2 laboratorijska dana: ispis + osnovno skeniranje; siguran rad	STL/profil; tiskani dio; kontrolna lista zapažanja; mini prezentacija	Grupe za strukovno obrazovanje trebaju opipljiv "prvi otisak"
S3 Produženo (80–100 sati, ~60/40)	Napredni zadaci: DfAM, GD&T, obrnuti inženjering	Tjedni laboratorijski nalazi; inspekcija; završni pregled	Capstone dosje; karte odstupanja; stručna recenzija	Napredne kohorte; program usavršavanja/tehničkog obrazovanja

3.6 Prikupljanje dokaza i povratne petlje (gdje se nalaze)

- **Na mreži:** kratki kvizovi, mikrozadaci (snimke zaslona, STL, profili slicera), kratke refleksije.
- **Laboratorija:** kontrolne liste za promatranje, fotografije postavki i prvih slojeva, snimke zaslona inspekcije.
- **Nakon:** Povratne informacije WWW/EBI-a i kratke obveze za sljedeće korake.
- **Gdje pohraniti:** Dodjele platformi s rubrikama (vidi Poglavlje 15) i predlošcima u Prilogu A.



3.7 Analitika → Akcije (mini-matrica ranog upozorenja)

Tablica 3.3 Signali i intervencije

Signal	Okidač	Akcijski
Nizak broj prijava	Nema prijave ≥ 7 dana	Poruka učeniku; provjeri pristup; ponudi termin za nadoknađivanje propuštenog
Kasni posao	≥ 2 zakašnjele stavke	Raspravite o radnom opterećenju; prilagodite plan; pružite podršku putokazima
Slaba tema kviza	Prosjek $< 60\%$ na banci označenoj s LO	Dodaj sažetak; revidiraj stanje; postavi mikrozadatak
Tihe ploče	Nema objava u 1 tjednu	Početni upiti; dodijeliti uloge (ispitivač/rješavač)
Ponovljeni neuspješni ispis	Dva neuspjeha zaredom	Klinika prvog sloja; promjena filamenta/profila; sljedeći zadatak skele

Savjet trenera: Koristite "Pošalji poruku studentima koji..." (funkcija platforme) kako biste kontaktirali upravo one kojima je potreban poticaj - uključite konkretan, kratak zadatak i rok.

3.8 Sigurnost i uključivost (minimalna početna vrijednost)

- **Sigurnost:** provjere prije leta, osobna zaštitna oprema, rukovanje ventilacijom/smolom, zaključavanje stroja; držite kratku kontrolnu listu na radnom mjestu.
- **Uključenje:** ponudite listove s velikim tiskom, vizualne elemente visokog kontrasta, natpise/alternativni tekst; ponudite varijante zadataka s niskim/visokim stupnjem uspješnosti.
- **Podaci i privatnost:** prikupljati samo potrebne podatke; informirati učenike o zadržavanju učenika; slijediti politiku centra (vidi Poglavlje 7 i Poglavlje 15).



Poglavlje 4: Implementacija i osiguranje kvalitete

Kontrolna lista za spremnost centra i osiguranje kvalitete

Prije početka novog ciklusa treninga, koristite ovu kontrolnu listu kako biste osigurali dosljednost i kvalitetu u svim sesijama:

Područje	Kontrolne točke
Oprema	Pisači i skeneri kalibrirani; dnevnik održavanja ažuriran.
Softver	Alati za rezanje i CAD testirani; licence važeće.
Trener	Upoznat s planovima lekcija, rubrikama i ishodima učenja.
Učenici	Završen kviz spremnosti; pristup platformi potvrđen.
Sigurnost	Dostupna osobna zaštitna oprema; održane i zabilježene sigurnosne upute.

Dokumentacija Pripremljeni obrasci za osiguranje kvalitete i predlošci za refleksiju.

Savjet trenera: Kopije kontrolnih popisa i refleksija trenera čuvajte u svojoj mapi za osiguranje kvalitete – oni su dio EQAVET evidencije.



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Poglavlje 5: Procjena učenika

Integriranje ocjenjivanja u učenje

Procjena ne bi trebala biti zaseban događaj, već kontinuirani proces. Treneri se potiču da u svakodnevno učenje integriraju male kontrolne točke:

- **Formativno ocjenjivanje:** brza zapažanja, listovi za refleksiju, recenzije od strane vršnjaka.
- **Završna procjena:** na temelju konačnih artefakata projekta, dokumentacije i prezentacije.
- **Primjeri dokaza:** fotografije, kratki videozapisi, datoteke slicera, zapisnici inspekcije ili bilješke s refleksije.

Savjet trenera: Potaknite učenike da vode „dnevnik ispisa“ – to pomaže u praćenju napretka i podržava autentičnost tijekom moderiranja.



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Poglavlje 6: Planovi lekcija i ishodi učenja

6.1 Kako funkcionira slijed poučavanja (modularno i scenarijski)

- **Prvo online, zatim laboratorij:** Učenici se upoznaju s jezikom, logikom i sigurnošću online, a zatim dokazuju svoje vještine u laboratorijima.
- **Dubina skaliranja scenarija:** S1 gradi spremnost; S2 postiže prvi potpuni ciklus dizajn→križanje→ispis; S3 dodaje DfAM, inspekciju i završni sloj.
- **Dokazi na svakoj sesiji:** Svaka sesija snima barem jedan artefakt (STL, profil rezača, fotografija prvog sloja, snimka zaslona skeniranja/mreže, mapa inspekcije).

Savjet trenera: Zaštitite vrijeme u laboratoriju ograničavanjem pristupa kratkim online provjerama spremnosti (mini kviz + prijenos mikrozadataka).

6.2 Ishodi učenja po modulima – Osnovni tok

Osnovni tok uspostavlja zajednički jezik i tijek rada od početka do kraja.

M1 – Uvod u 3D tehnologije

Polaznici će moći:

- Ispravno objasnite ključne AM procese (FDM, SLA) i ključni vokabular.
- Identificirati uobičajene materijale i osnovne sigurnosne implikacije.
- Pročitajte preglede rezača kako biste predvidjeli potpore, prevjese i rizike ispisa.
- Opišite kako skeniranje i modeliranje odgovaraju radnom procesu.
- Pokažite poznavanje laboratorijskih standardnih operativnih postupaka (SOP) i osobne zaštitne opreme (OZO).

M2 – Uvod u 3D ispis

Polaznici će moći:

- Pripremite jednostavan model za ispis (orijentacija, nosači, visina sloja, ispuna).
- Odaberite materijal/profil koji odgovara cilju (kompromis između vremena i kvalitete).
- Sigurno izvršite ispis i osnovnu naknadnu obradu.





3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

- Dijagnosticirajte i ispravite česte probleme (prianjanje na podlogu, razvlačenje, savijanje).
- Dokumentirajte odabir parametara i kratko ga obrazložite.

M3 – Uvod u 3D skeniranje

Polaznici će moći:

- Odaberite odgovarajući pristup skeniranja (ručno/fotogrametrijsko) za objekt.
- Snimate i očistite mrežu (poravnajte, popunite rupe, pojednostavite) do standarda vodonepropusnosti.
- Izvezi u ispravnom formatu (STL/OBJ) s razumnom rezolucijom.
- Opišite ograničenja i izvore pogrešaka u jeftinim tijekovima rada.
- Zabilježite kratki "zapisnik skeniranja" (postavke, ograničenja, rezultat).

M4 – Uvod u 3D modeliranje

Polaznici će moći:

- Izradite jednostavan CAD za ispis (razdjelnik, debljina stijenke, mjerilo, jedinice).
- Koristite ograničenja i osnovne parametarske izmjene za poboljšanje točnosti.
- Uvoz/izvoz korištenjem prikladnih formata za razmjenu.
- Pripremite model za rezanje uz minimalnu preradu.
- Predstavite namjeru dizajna s osnovnim prikazima/napomenama.

M5 – 3D tijek rada u obrazovanju (referenca za trenere)

Treneri će moći:

- Planirajte slijed sesija, raspored prostorije i redove čekanja za ispis.
- Integrirajte kratke online zadatke i prikupljanje laboratorijskih dokaza.
- Primijenite prilagodbe uključenosti i pristupačnosti bez razvodnjavanja rezultata.

6.3 Ishodi učenja po modulima – Napredni smjer

Napredni tok produbljuje profesionalnu praksu za S3 (Prošireni/Završni).

ADV-M1 – Napredni 3D ispis (DfAM i optimizacija)

Polaznici će moći:



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



- Primijenite DfAM principe (određivanje veličine značajki, dizajn svjesni podrške, konsolidacija).
- Optimizirajte orijentaciju/potpore/parametre za kvalitetu, vrijeme i trošak.
- Usporedite otiske koristeći mjerljive kriterije (površina, točnost, vrijeme/materijal).
- Izvršite i objasnite napredne korake završne obrade gdje je to relevantno.
- Obrazložite kompromise dokazima (ploče za usporedbu).

ADV-M2 – Napredno 3D skeniranje (GD&T i inspekcija)

Polaznici će moći:

- Pouzdano registrirajte i spojite više skeniranja; upravljajte velikim skupovima podataka.
- Izradite karte odstupanja u boji i sažete pregledne upute.
- Primijenite GD&T provjere za provjeru značajki/tolerancija.
- Odaberite opseg inspekcije proporcionalan riziku i svrsi.
- Prenesite nalaze tehničkoj publici.

ADV-M3 – Napredno 3D modeliranje (parametarsko/površinsko/generativno)

Polaznici će moći:

- Izgradite složenu parametarsku i/ili površinsku geometriju; upravljajte referencama i verzijama.
- Izvršite obrnuti inženjering od skeniranja do CAD-a s validacijom.
- Koristite generativnu/topološku optimizaciju za postizanje definiranih ciljeva performansi.
- Pripremiti modele za daljnje procese (simulacija, CAM, crteži).
- Surađujte koristeći verzioniranje i zapisnike promjena.

ADV-M4 – Capstone i buduće investicije

Polaznici će moći:

- Izradite cjeloviti 3D projekt (skeniranje → model → ispis) i dogovorite kratki opis sastanka.
- Djelujte s odgovornošću za kvalitetu: sigurnost, testiranje, dokumentacija, prezentacija.
- Kritički razmislite i predložite sljedeće korake za poboljšanje ili primjenu.



6.4 Scenarijski hookovi – koji su moduli najvažniji (i zašto)

Tablica 6.4 Naglasak scenarija i proizvodi

Scenarij	Kritični moduli	Laboratorijski fokus	Minimalni proizvodi/dokazi
Uvođenje u S1	M1 (jezik, sigurnost), odabrane M2/M4 jedinice	– (radno mjesto počinje kasnije)	Pragovi kviza; sigurnosna refleksija; jednostavan plan ispisa
S2 Sprint	M1 + M4 (mora završiti online), M2 (osnove rezanja)	2 laboratorijska dana ispis + osnovno skeniranje	STL + profil rezača; tiskani dio; propusnica za promatranje; mini-prezentacija
S3 Prošireno	ADV-M1/M2/M3 + završni kamen	Tjedni laboratorijski nalazi; inspekcija; dokumentacija	Capstone dosje; karta odstupanja; stručna recenzija; viva/obrana

Savjet trenera: U S2, nikada ne započinite laboratorijski dan bez završetka M1 + M4 - to štiti praktično vrijeme za kvalitetu ispisa i rješavanje problema.

6.5 Nacrti lekcija (spremni za izvođenje)

Koristite ove kompaktne obrasce; kopirajte jednom po sesiji. Usklađeni su s dokazima i rubrikama iz 5. poglavlja.

6.5.1 Tiskarski laboratorij (90 minuta)

Odjeljak	Vrijeme	Trener	Učenici	Dokazi (prijenos)
Početak i sigurnost	10 minuta	LO + podsjetnik na opasnost	Prisustvujte; razjasnite pojmove	Prijava; sigurnosna kvačica
Demo (prvi sloj)	10 minuta	Prikaži niveliranje; kontrolna lista prvog sloja	Promatrati; primijetiti	Fotografija prvog sloja
Vođena praksa	25 minuta	Trener par po par	Kriška s fiksnim profilom	STL + profil
Neovisni tisak	35'	Prošetajte po sobi; ispitajte izbore	Ispis; parametri zapisnika	Fotografija otiska; napomena „zašto“
Zaključak	10 minuta	Povratne informacije; sljedeći korak	Razmišljaj	WWW/EBI (3 retka)



6.5.2 Laboratorij za skeniranje (60–75 minuta)

Odjeljak	Vrijeme	Trener	Učenici	Dokaz
Indukcija	10 minuta	Prikaži dobar/loš snimak	Promatrajte	Kontrolna lista za skeniranje
Hvatanje	20–25 minuta	Podrška za postavke snimanja	Skeniraj objekt	Raw datoteka skeniranja
Mrežasta kirurgija	20–25 minuta	Prikaži brza rješenja	Čišćenje/popravak	Prije/poslije mrežice
Zatvoriti	10 minuta	Ograničenja/pogreške u raspravi	Razmišljaj	Kratki zapisnik skeniranja

6.5.3 Radionica modeliranja (60–90 minuta)

Odjeljak	Vrijeme	Trener	Učenici	Dokaz
Aktivirati	175 cm	Brzi kviz ili dvije istine	Odgovor	Rezultat kviza
Izgraditi	30–50 minuta	Težak korak na skeli	Model	CAD datoteka
Spremno za ispis	15–20 minuta	Provjera razdjelnika/stijenova/skale	Ispravljanje problema	Snimka zaslona + bilješke

6.6 Usklađivanje procjene po modulima (što prikupiti)

Tablica 6.6 Dokazi i naglasak rubrike

Modul	Dokazi za prikupljanje	Naglasak rubrike (vidi poglavlje 5)
M1	Kviz pitanja; kratki plan; promišljanje o sigurnosti	Znanje; Sigurnost (P/F)
M2	STL + profil rezača; fotografija prvog sloja/otiska; obrazloženje	Praktično; Kvaliteta i optimizacija; Dokumentacija
M3	Prije/poslije mreže; zapisnik skeniranja (postavke → rezultat)	Praktično; Dokumentacija
M4	CAD datoteka; provjere spremne za ispis (razdjelnik/stijenke/skala)	Praktično; Dokumentacija
ADV-M1	Ploča za usporedbu (vrijeme/kvaliteta/trošak); optimizirani profil	Kvaliteta i optimizacija; Praktičnost; Dokumentacija



ADV-M2	Karta odstupanja; pregledni sažetak	Praktično; Znanje (GD&T); Dokumentacija
ADV-M3	CAD + zapisnik promjena; REV iz skeniranja	Praktično; Dokumentacija; Suradnja (ako je tim)
Capstone	Dosje; viva/obrana; recenzija	Svi kriteriji; Umjerenost (uzorak ≥ 15%)

6.7 Diferencijacija i uključivanje (niska brzina / visoka brzina)

- **Niska brzina (podrška):** početne CAD datoteke; zaključani profil rezača; kartice koraka; veće područje ispisa za vidljivost; dodatno vrijeme.
- **Visoka brzina (istezanje):** usporedba orijentacije; prilagođeni nosači; živi zglob; hibridno mjerenje+skeniranje; ciljevi tolerancije; mini-inspekcija.
- **Pristupačnost:** titlovi/alternativni tekst za sve medije; brošure s velikim fontom; snimke korisničkog sučelja visokog kontrasta; tihi kutak; alternativni ulazni uređaji gdje je potrebno.

Savjet trenera: Objavite obje varijante odmah kako bi parovi mogli sami odabrati i dalje doći do istih rezultata.

6.8 Kontrolna lista za pripremu (trener)

- Objavljen je nacrt tečaja; rokovi i rubrike su priloženi.
- **M1 + M4** otvoreni su online zadaci (S2 i S3).
- Printer(i) nivelirani; profili testirani; rezervne mlaznice i filament.
- Stanica za skeniranje spremna; kratki vodič za „mrežastu kirurgiju“ na radnom stolu.
- Sigurnosna ploča i klinički slajdovi prvog sloja ispisani/učitani.
- Izrađene su mape dokaza (STL, profili, fotografije, mreže) s konvencijom imenovanja.

Unakrsne veze:

- **Procjena i rubrike** → Poglavlje 5 + Prilog A.
- **Mješovita organizacija** → Poglavlje 3 (ritam i scenariji).
- **Resursi, Top-5 i pristupačnost** → Poglavlje 10 (+ Prilog C).
- **Osiguranje kvalitete i evaluacija** → Poglavlje 7 (+ Prilog B).



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Poglavlje 7: Evaluacija programa i osiguranje kvalitete

Osiguranje kvalitete i kontinuirano poboljšanje u programu 3DAcademy

Pristup 3DAcademyja osiguranju kvalitete slijedi ciklus kontinuiranog poboljšanja koji podržava dosljednu isporuku visokokvalitetne obuke. Ovaj proces usklađen je s načelima okvira Europskog osiguranja kvalitete u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju (EQAVET) i mogu ga primijeniti svi partneri i centri za osposobljavanje.

Ciklus se sastoji od pet ključnih faza koje se ponavljaju nakon svake provedbe treninga.

1. Plan

Na početku svakog ciklusa izvedbe, treneri i koordinatori pripremaju:

- Raspored tečaja i plan izvedbe temeljen na odabranom scenariju.
- Potrebna oprema, softver i materijali (kao što je navedeno u 4. poglavlju).
- Spremnost trenera (planovi lekcija, rubrike i obrasci za refleksiju).
- Upis polaznika i provjere spremnosti (sigurnosni brifinzi, pristup platformi).

Svrha: Osigurajte da i treneri i polaznici započnu s jasnim očekivanjima i odgovarajućim resursima.

2. Dostava

Treneri provode sesije učenja prema odabranom scenariju. Tijekom izvođenja, oni:

- Primijenite predloške lekcija i rubrike iz priručnika.
- Pratite sudjelovanje i angažman.
- Potaknite refleksiju i vršnjačko učenje.
- Zabilježite sva odstupanja, tehničke probleme ili povratne informacije učenika.

Svrha :Održavajte dosljednost u isporuci uz istovremeno bilježenje dokaza o učenju i potencijalnim poboljšanjima.



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



3. Prikupite i procijenite

Nakon svake sesije ili tečaja, treneri prikupljaju podatke i razmišljanja:

- Koristite Obrazac za refleksiju trenera kako biste saželi što je dobro funkcioniralo, a što se može poboljšati.
- Pregledajte rezultate ocjenjivanja učenika, prisutnost i obrasce za povratne informacije.
- Pohranite dokaze (fotografije, zapisnike ispisa, obrasce za kontrolu kvalitete) u mapu s dijeljenom dokumentacijom.
- Provodite moderiranje među kolegama gdje je to primjenjivo.

Svrha: Stvorite pouzdanu bazu dokaza za procjenu učinkovitosti i ishoda učenja.

4. Razmislite i izvijestite

Nakon što su prikupljeni svi dokazi, koordinatori ili voditelji osiguranja kvalitete analiziraju i raspravljaju o rezultatima:

- Identificirajte ponavljajuće probleme ili dobre prakse.
- Sažmite nalaze u Evaluacijskom sažetku (Dodatak B).
- Podijelite uvide sa svim partnerima ili timovima za obuku.

Svrha: Potaknite otvoreno promišljanje i transparentnost – učenje i iz uspjeha i iz izazova.

5. Prilagodite i poboljšajte

Završna faza usredotočuje se na integriranje povratnih informacija u sljedeću iteraciju:

- Po potrebi ažurirajte planove lekcija, rubrike ili kontrolne liste.
- Prilagodite raspored, raspodjelu opreme ili grupiranje učenika.
- Revidirajte materijale za obuku kako biste poboljšali jasnoću ili angažman.
- Dokumentirajte sve radnje u Dnevniku QA radnji radi sljedivosti.

Svrha: Zatvorite petlju povratnih informacija i kontinuirano poboljšavajte kvalitetu obuke.





3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Sažeta tablica: Ciklus kontinuiranog poboljšanja osiguranja kvalitete

Pozornica	Glavne akcije	Tko je uključen	Izlazi / Alati
1. Plan	Pripremiti raspored, materijale i provjere spremnosti.	Treneri, koordinatori	Kontrolna lista spremnosti, plan sesije
2. Dostava	Voditi lekcije, pratiti angažman, bilježiti povratne informacije.	Treneri	Planovi lekcija, bilješke s promatranja
3. Prikupi i procijeni	Prikupite refleksije, procjene i povratne informacije učenika.	Treneri, voditelji osiguranja kvalitete	Obrasci za refleksiju, podaci za procjenu
4. Razmisli i izvijesti	Analizirajte rezultate, sažmite nalaze i podijelite ih s timom.	Koordinatori osiguranja kvalitete, partneri	Sažetak evaluacije
5. Prilagodite i poboljšajte	Implementirajte promjene za sljedeći ciklus, zabilježite ažuriranja.	Treneri, koordinatori	Dnevnik akcija, revidirani materijali

Ključna poruka za trenere

Osiguranje kvalitete u 3DAcademyju nije birokracija - radi se o učenju kao sustavu. Svaka refleksija, povratna informacija i mala prilagodba pomažu u stvaranju boljih iskustava učenja, jačih partnerstava i kompetentnijih učenika.



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Poglavlje 8: Scenariji učenja i poučavanja i materijali za učenike

8.1 Scenariji poučavanja (pregled)

Pomoću donje tablice odaberite pravi obrazac poučavanja za svoju skupinu i resurse.

Tablica 8.1 Kratki pregled scenarija poučavanja

Vrsta scenarija	Najbolje za	Vrijeme / Struktura	Osnovne aktivnosti	Dokazi i kuke za procjenu
Učenje temeljeno na projektima (PBL)	Kohorte različitih sposobnosti; motivacija putem stvarnih proizvoda	2–4 tjedna online priprema + laboratorijski sprintovi	Definiraj sažetak → istraživanje → dizajn → izrada → ponavljanje → prezentiranje	Prototip, dnevnik dizajna, fotografije/video, mini-prezentacija temeljena na rubrikama
Suradničko učenje	Timovi od 3-5; jasnoća uloga; integracija	1–3 tjedna s kontrolnim točkama uloga	Dodjela uloga → paralelna izgradnja → integracija → testiranje/pregled igre	Timski artefakt, vršnjačka procjena, kontrolna lista zapažanja, retroaktivne bilješke
Samostalne vježbe	Konsolidacija vještina; sanacija; ubrzani putevi	Jedna sesija ili 1-2 tjedna	Vođeni zadatak → kviz s kontrolnim točkama → izazov rastezanja	Datoteke zadataka, rezultati kviza, bilješke za učitelje, kratka refleksija

Savjet trenera: Odlučite se za jedan ne pregovarajući artefakt po sesiji (npr. STL, profil rezača, fotografija prvog sloja). To održava trag dokaza čistim i ubrzava povratne informacije.

8.1.1 PBL – Primjer sprinta od 4 lekcije (okvirno)

Lekcija	Fokus	Radnje trenera	Radnje učenika	Dokaz
L1 (online)	Razumjeti kratko; istraživanje	Objavite kratki opis + primjere; podsjetnik o sigurnosti	Pročitajte/pogledajte; objavite jedan uvid	Objava na forumu ili kratka bilješka
L2 (laboratorij)	Izvedivost i planiranje	Voditi „kliniku prvog sloja“; određivanje opsega rada trenera	Papirnati prototip; odabir materijala/profila	Fotografija skice/plana



L3 (laboratorij)	Izrada v1; testiranje	Rove; logika parametara sonde	CAD → kriška → ispis malog probnog otiska	STL + profil + fotografija prvog sloja
L4 (laboratorij)	Ponavljaj i prezentiraj	Omogućite brza korisnička testiranja	Poboljšajte; mini- prezentacija od 3 minute	Prototip + slajdovi/snimke zaslona

Kuke za procjenu: potpunost zapisnika dizajna; kvaliteta ispisa/skeniranja; obrazloženje parametara; kratka prezentacija korištenjem rubrike iz 5. poglavlja.

8.1.2 Suradničko učenje – Primjer slijeda

Korak	Što učiniti	Ključne provjere
Uloge u timu	Dodijelite dizajnera/modelara/printer/zapisničara	Svi znaju ulogu + primopredaju uloga
Kontrolna točka 1	Zamrzavanje dizajna na kraju L2	Kontrolirano puzanje opsega
Kontrolna točka 2	Test integracije na kraju L3	Dijelovi odgovaraju; rizici poznati
Pregled	Testiranje igre i retrospektiva u L4	Zadržite 2 snage, 2 promjene

Kuke za procjenu: vršnjačka procjena (2–3 zadatka), kontrolna lista za promatranje, kvaliteta integracije, retroaktivne bilješke.

8.1.3 Samostalne vježbe – Primjer izbornika

Zadatak	Glavni cilj	Podrška („niska brzina“)	Istezanje („visoka brzina“)	Dokaz
Mrežasta kirurgija	Napravite mrežu vodonepropusnom	Prethodno snimljeno skeniranje; označene 3 greške	Poravnanje više objekata; strategija desetkovanja	Prije/poslije mreže + bilješke
Tolerirano prianjanje na pritisak	Dizajn za udobnost	Zadane ciljane dimenzije; fiksni profil	Tolerancije definirane od strane učenika;	CAD + ispis; odgovarajuća fotografija
Majstorstvo prvog sloja	Brza stabilizacija ispisa	Fiksni profil; kartica za niveliranje kreveta	Usporedba orijentacije i adhezije	Fotografije jedna pored druge + mjerenje vremena



8.2 Materijali za učenje (što osigurati)

Skupite osnovne stvari kako bi učenici mogli raditi samostalno, a vi možete dosljedno ocjenjivati.

Tablica 8.2 Paket materijala

Materijal	Svrha	Format	Izvor / Bilješke	Pristupačnost
Radni list	Korak po korak; kriteriji uspjeha	PDF/Dokument	Jedan po zadatku; lokalizirati primjere	Jednostavan jezik; ≥11 bodova
Dnevnik dizajna/učenja	Zabilježite parametre, probleme, odluke	Predložak dokumenta/tablice	Uskladi s rubrikom 5. poglavlja	Navigacija putem tipkovnice
Sigurnosni jednostranični vodič	Uvod i podsjetnici	PDF (1 stranica)	Pravila specifična za laboratorij + opća pravila	Visoki kontrast; ikone
Kontrolne liste i rubrike	Dosljedno promatranje i ocjenjivanje	Za ispis + digitalno	Predlošci iz Priloga A	Čitljiv A4 format
Početne datoteke	Početne točke CAD/mreže	CAD/STL/OBJ	Po vježbi	Navedite alternative
Referentne kartice	Brzi upute (rezanje/podrška)	A5 plastificirani	Po alatnom lancu	Mogućnost velikog tiska

Savjet trenera: Stavite sve na platformu jednu razinu niže od tjednog modula s istim imenima koja učenici vide u razredu.

8.3 Scenariji provođenja obuke (primijenjeni)

Planirajte tempo, materijale i dokaze za svaki scenarij na jednom mjestu.

Tablica 8.3 Scenariji isporuke (planer operacija)

Scenarij	Ciljna skupina	Format i trajanje	Online fokus	Praktični fokus	Dokazi i odluka
S1 Onboarding Foundation	Novi zaposlenici; bez pristupa laboratoriju	100% online; 4 tjedna (20–25 sati)	M1 + odabrani M2/M4; sigurnost;	– (praksa počinje na radnom mjestu)	Pragovi kviza; kontrolna lista spremnosti →



			očitavanje rezača		Spremno/Još nisam
S2 Sprint učenje s vježbom	VET/srednje školske skupine	Miješano; ≈1 mjesec (30–40 sati)	Završetak M1 + M4; osnove rezanja	2 laboratorijska dana: ispis i osnovno skeniranje	STL + profil; tiskani dio; propusnica za promatranje; mini-prezentacija
S3 Prošireno (Stručnjak + Završni)	Odrasli, diplomanti, tehničari	Miješano; 6–8 tjedana (80–100 sati)	DfAM, GD&T, obrnuti inženjering	Tjedni laboratorijski nalazi; inspekcija; završni pregled	Capstone dosje; karta odstupanja; stručna recenzija; viva/obrana

Provjera spremnosti (S2/S3): Ne započinjite laboratorijski dan dok se ne dovrše online zadaci M1 + M4.

8.4 Plan pilotiranja (5 × 45 minuta)

Koristite ovo za testiranje pristupa s malom kohortom; prikupite strukturirane povratne informacije.

Tablica 8.4 Pilot sesije i dokazi

#	Fokus	Ključne aktivnosti	Materijali	Dokaz
1	Uvod i registracija	Prijava na platformu; sigurnost; demo ispisi	Računi; slajdovi	Prisutnost; početna anketa
2	3D modeliranje (TinkerCAD)	Osnovni oblici; izvoz STL-a	računala; radni list	STL; snimka zaslona
3	3D skeniranje	Skeniraj mali objekt; očisti mrežu	Skener/telefon; alat za izradu mreže	Prije/poslije mrežice
4	3D ispis i rezanje	Kriška; potpora; ispis malog dijela	Pisač; rezač; OZO	Profil rezača; ispis fotografije
5	Zaključak i evaluacija	Podijelite rezultate; anketu; certifikate	Anketa; certifikati	Rezultati ankete; foto dnevnik

Prikupljanje podataka: provesti tjedni puls od 3 pitanja tijekom pilot-projekta i kratku završnu anketu (vidi Dodatak B).



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Uključenje: osigurati alternativne alate/datoteke; osigurati opise/alternativni tekst; materijale s velikim fontom na zahtjev.

8.5 Brzo rješavanje problema (prvi sloj i mreža)

- **Prvi sloj ne uspijeva:** Očistite krevet; ponovno poravnajte; povišite temperaturu kreveta; smanjite brzinu; prilagodite Z-pomak; preorijentirajte kako biste smanjili prevjese bez rubova.
- **Savijanje/prianjanje:** Rub ili splav; zatvorena komora ili štitnik od propuha; različita površina za gradnju; podešavanje ventilatora/temperatura.
- **Bučne/prljave mreže:** Ponovno snimanje mat sprejem; povećanje značajki; uklanjanje odsjaja; pojednostavljenje nakon popunjavanja rupa.

Savjet trenera: Držite pri ruci slajd s natpisom „klinika prvog sloja“ i imenujte maršala prvog sloja u razredu za trijažu prije nego što intervenirate.

Unakrsne veze

- **Procjena i rubrike** → Poglavlje 5 + Prilog A
- **Mješovita organizacija i ritam** → Poglavlje 3
- **Resursi i pristupačnost** → Poglavlje 10 + Prilog C
- **Osiguranje kvalitete i evaluacija** → Poglavlje 7 + Prilog B



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Poglavlje 9: Paket alata i materijala

9.1 Kako čitati ovo poglavlje

- **Neutralno od strane dobavljača** osnovne vrijednosti koje možete ispuniti s više marki.
- **Troškovni razredi**(Nisko / Tipično / Visoko) nisu ponude; lokalizirano po tržištu.
- **Datum** tablicu i ažurirati jednom po semestru.
- **Sigurnost na prvom mjestu:** Pravila o osobnoj zaštitnoj opremi i rukovanju nisu predmet pregovora (vidi poglavlja 4 i 10; Dodatak A).

Napomena o lokalizaciji: Zamijenite € svojom lokalnom valutom, zadržite istu logiku Nisko / Tipično / Visoko kako bi partneri mogli uspoređivati.

9.2 Osnovne specifikacije (kako izgleda „dovoljno dobro“)

- **Radne stanice (modeliranje/rezanje):** Četvero jezgri CPU; 16 GB RAM-a; SSD; GPU srednje klase; 1080p+ zaslon; poželjna žična mreža.
- **FDM pisač(i):** Volumen izrade $\geq 200 \times 200 \times 200$ mm; grijani sloj; mlaznica od 0,4 mm; pouzdano niveliranje sloja; poželjno kućište.
- **Smola (opcionalna traka):** SLA/MSLA početne razine; komplet za pranje i sušenje; strogi standardni operativni postupci za osobnu zaštitnu opremu/ventilaciju/otpad.
- **3D skener:** Ručni/strukturirani svjetlosni ili fotogrametrijski tijekom rada; stativ/okretni stol je koristan.
- **Rezači:** Cura/PrusaSlicer (FDM); alat dobavljača za smolu; zajednički profili zaključani za početnike.
- **CAD:** Početni (TinkerCAD/Onshape), Napredni (Blender/FreeCAD ili institucionalne Fusion/Inventor/SolidWorks licence).
- **Alati za izradu mreže:** MeshLab (popravak/čišćenje); automatizirana opcija popravka gdje je dostupna.
- **Sigurnost:** Osobna zaštitna oprema (rukavice/zaštitne naočale), upute za isparavanje/ventilaciju, aparat za gašenje požara, prva pomoć; sigurnosni listovi dostupni su za sve materijale.



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

9.3 Troškovni razredi (s datumskim pečatom)

Ažurirano: Listopad 2025. (zamijeniti pri sljedećem pregledu)

Kategorija	Nisko (€)	Tipično (€)	Visoka (€)	Što je uključeno / napomene
Radna stanica za modeliranje (po sjedalu)	900	1.500	5.000+	Računalo, zaslon, periferni uređaji; nadogradite RAM/SSD prije grafičke kartice
FDM pisač (obrazovne razine)	300	1.200	5.000+	Grijani krevet, poželjno kućište; rezervne mlaznice i ploče
Printer za smolu (ulaz) + pranje/sušenje	350	800	2.000+	Stroga osobna zaštitna oprema/ventilacija; uključiti stanicu za pranje/sušenje
3D skener (ili foto oprema)	500	2.000	10.000+	Od telefona i gramofona do ručnog uređaja sa strukturiranim svjetlom
Ručni alati i komplet za naknadnu obradu	100	250	600	Strugači, alati za uklanjanje neravnina, čeljusti, IPA posude, UV lampa (smola)
Sigurnost i signalizacija	80	200	500	Održavanje OZO seta, kompleta za zaštitu od izlivanja, sigurnosnih kartica, aparata za gašenje požara
Potrošni materijal (term starter)	200	600	1.500	Filament/smola, ploče za izradu, mlaznice, alkohol, maramice
Softver (ako je licenciran)	0	300	1.200+	FOSS moguć; inače edu licence po radnom mjestu

9.4 Kompleti scenarija (što nabaviti za svaki model isporuke)

Tablica 9.4A Scenarij 1 – Uvođenje (100% online)

Artikl	Količina	Bilješka
Radne stanice (modeliranje)	po učenikovom mjestu	Prihvatljiv CAD temeljen na pregledniku
Pristup platformi	sve	Sadržaj tečaja + kvizovi/mikrozadaci
Sigurnosni materijali (digitalni)	1 set	Sigurnosni jednostranični slajdovi; indukcijski slajdovi



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Tablica 9.4B Scenarij 2 – Sprint (kombinirano; 2 laboratorijska dana)

Artikl	Količina	Bilješka
FDM pisači	1 na 6–8 učenika	Više = kraći redovi
Radne stanice (modeliranje/rezanje)	1 na 2 učenika	Slušalice za kratki trening
Ručni alati i kompleti osobne zaštitne opreme	skup klasa	Strugači, čeljusti, zaštitne naočale, rukavice
Filament (PLA)	~1–1,5 kg po učeniku (mjesečno)	Započnite s PLA; kasnije PETG
Opcija skeniranja (osnovna)	1 stanica	Pametni telefon + gramofon u redu

Tablica 9.4C Scenarij 3 – Prošireno (tjedni laboratorijski testovi + završni)

Artikl	Količina	Bilješka
FDM pisači (plus rezervni)	1 na 4–6 učenika	Dodajte kućište/ABS/PETG ako je potrebno
3D skener (poboljšani)	1–2	Strukturirano lagana ili robusna telefonska platforma
Tračnica od smole (opcionalno)	1 set	Pranje/sušenje; dodatna OZO; SOP-ovi
Radne stanice (napredni CAD)	1 po učeniku	Parametrijski/površinski tijekovi rada
Alati za inspekciju	1 stanica	GD&T kontrolna lista; karte odstupanja

9.5 Savjeti za nabavu (ušteda proračuna, povećanje vremena rada)

- **Kupite rezervne dijelove unaprijed:** mlaznice od 0,4 mm, ploče za izradu, PEI ploče, Bowden/PTFE cijevi, remeni.
- **Standardizirajte profile:** zaključajte profile početnika za rezanje; držite "stručnu" kopiju odvojeno.
- **Preferirani ograđeni prostor:** stabilizira otiske, smanjuje nacрте; poboljšava stopu uspjeha.
- **Paket obuke:** Jedan sat obuke za postavljanje dobavljača brzo se isplati.
- **Iskoristite FOSS:** MeshLab, Blender, PrusaSlicer smanjuju troškove licenciranja; rezervirajte plaćena mjesta za napredne potrebe.
- **Provjerite ispravnost:** lokalni dijelovi, podrška zajednice i jasni koraci održavanja.



9.6 Održavanje i sigurnost (kratki pregled)

- **Dnevno:** provjere prvog sloja; čišćenje sloja; posuda/filteri sa smolom (ako se koriste); pregled zaliha OZO.
- **Tjedno:** ponovno poravnati krevete; provjeriti remene; obrisati tračnice; očistiti ventilatore/filtere; ispisati probni kalibracijski ispis.
- **Na 100 sati ispisa:** zamijenite mlaznice; pregledajte vrući dio; osvježite radne površine.
- **SOP za smolu:** rukavice/zaštitne naočale; zatvorene posude; označeni otpad; ostaci UV sušenja; nikada ne ispuštajte smolu/IPA u sudopere.
- **Zapisi:** Vodite jednostavan dnevnik održavanja (datum, radnja, tko) pored stroja.

9.7 Predviđanje potrošnog materijala (brzi model)

- **Filament (PLA):** 0,8–1,2 kg / učenik / mjesec u S2; 1,5–2,0 kg / učenik / mjesec u S3 (teški završni kamen).
- **Smola:** 0,25–0,5 L / učenik / mjesec (uvelike ovisi o dizajnu).
- **Izrada ploča/mlaznica:** Planirajte 1 rezervnu ploču po pisaču/terminu i 2–4 mlaznice po pisaču/terminu.
- **IPA/sredstva za čišćenje:** 5–10 L / tromjesečje za skupinu učenika od 12 do 16 godina s povremenom upotrebom smole.

9.8 Predlošci za inventar i lokalizaciju

Tablica 9.8A Registar inventara (primjer)

Artikl	Serijski/ID	Mjesto	Količina	Stanje	Posljednja usluga	Sljedeći rok	Bilješke
FDM pisač broj 1	PR-001	Laboratorij A	1	Dobro	2025-10-01	2026-01-01	Novi PEI list
Printer za smolu br. 1	RS-001	Laboratorij B	1	Dobro	20. rujna 2025.	20.12.2025.	PDV zamijenjen
Radna stanica	WS-A07	Laboratorij A	1	U REDU	—	—	Nadogradnja RAM-a



Tablica 9.8B List lokalizacije (cijene)

Kategorija	Izvor (lokalni dobavljač)	Nisko (lokalno)	Tipično (lokalno)	Visoko (lokalno)	Zadnja provjera
FDM pisač					
Filament (PLA/kg)					
Radna stanica					
3D skener					

Pravilo ažuriranja: Osvježite cijene svaki semestar; ažurirajte datum u odjeljku 9.3 i dodajte sve veće promjene u Zapisnik akcija osiguranja kvalitete (Dodatak B5).

Unakrsne veze

- **Sigurnost i postavljanje**→ Poglavlje 4 (spremnost, zoniranje, SOP-ovi).
- **Artefakti procjene**→ Poglavlje 5 (što prikupiti).
- **Scenariji poučavanja**→ Poglavlje 8 (što ćete zapravo raditi s alatima).
- **Resursi i pristupačnost**→ Poglavlje 10 (odabranih 5 najboljih i kontrolna lista).
- **Praćenje kvalitete i troškova**→ Poglavlje 7 + Prilog B (Dnevnik radnji i ključni pokazatelji uspješnosti).



Poglavlje 10: Materijali (određeno)

10.1 Principi kuriranja (kako bismo)

- **Usklađeno s ishodom:** Svaka stavka podržava određeni modul LO ili zadatak scenarija (vidi poglavlja 6 i 8).
- **Spremno za učionicu:** Kratko, strukturirano, prilagođeno ispisu/prikazu na ekranu; minimalno prethodno čitanje; jasni primjeri.
- **Pristupačno:** Natpisi, alternativni tekst, dijagrami visokog kontrasta, čitljiva tipografija (≥ 11 pt) i navigacija tipkovnicom gdje je bila interaktivna.
- **Označeno po razini:** Početnik / Srednji nivo / Napredni nivo kako bi treneri mogli uskladiti različite sposobnosti.
- **Licenciranje:** Prednost imaju otvorene/obrazovne licence; zahtjevi za pristup dokumentu navedeni su u Prilogu C.

Savjet trenera: Uz svaku poveznicu uključite jednu rečenicu „zašto/kada koristiti“ kako bi učenici točno znali kako im to pomaže.

10.2 Mapa kategorija (što koristiti i kada)

Kategorija	Cilj učenja	Tipična upotreba u tečaju	Bilješke
Uvodno modeliranje	Izgradite osnovnu CAD pismenost i vokabular	Priprema za laboratorij; obrnuta nastava; domaća zadaća	Najbolje djeluje prije M4 radionica
Vodiči za rezanje	Prevedi CAD u upute za pisac	Prije prvih ispisa; rješavanje problema	Uparite s M2 klinikom prvog sloja
Popravak mreže	Čišćenje/priprema skenova za ispis/CAD	Nakon skeniranja demoa; sanacija	Uparuje se s M3 skeniranjem u mrežu
Sigurnost ispisa	Sigurno rukovanje materijalima i korištenje strojeva	Uvod i osvježnja znanja	Obavezno prije pristupa laboratoriju
Tijekovi skeniranja	Snimanje i obrada podataka skeniranja	Dani skeniranja; priprema prije aktivnosti	Inspekcija mosta do ADV-M2
DfAM reference	Dizajn za aditivna ograničenja	Napredni put; planiranje završetka	S ADV-M1 optimizacijskim zadacima



Pristupačnost i uključivost	Inkluzivna praksa u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju	Sve skupine; referenca učitelja	Primjenjuje se na sve module i scenarije
-----------------------------	--	---------------------------------	--

10.3 Top 5 odabranih resursa po kategoriji (primjeri)

(Zamijenite naslove/poveznice svojim institucionalnim odabirima; zadržite strukturu i „zašto/kada“. Aktivni URL-ovi pripadaju u Dodatak C.)

10.3.1 Uvodno modeliranje (Top-5)

1. „**Osnove CAD-a – od skice do čvrstog oblika**“ (Web, početnik) – Brzo upoznavanje s osnovnim alatima; koristiti prije prve M4 sesije.
2. „**Osnove blendera: Odabir i transformacije**“ (Video, početnik) – Kratki videozapisi za zagrijavanje kod kuće ili u učionici.
3. „**Onshape Pathway: Dijelovi i sklopovi**“ (Web, početnik) – Temeljeno na pregledniku; jednostavno postavljanje za škole.
4. „**Fusion 360: Parametrijsko razmišljanje**“ (Web/Video, Početnik) – Premošćivanje ograničenja i jednostavnih parametrija.
5. „**Osnove upravljanja CAD datotekama**“ (PDF, početnik) – Imenovanje, jedinice, verzije; zalijepite na zid laboratorija.

10.3.2 Vodiči za rezanje (Top-5)

1. „**Osnove FDM rezanja**“ (PDF, početnik) – Orijentacija, ispuna, zidovi, nosači; poravnava se s klinikom prvog sloja.
2. „**Brzi početak sa smolom**“ (PDF, početnik) – Izloženost, podrška, period nakon stvrdnjavanja; ugrađeni sigurnosni podsjetnici.
3. „**Biblioteka za rješavanje problema (nizanje/iskrivljenje)**“ (Web, Srednji nivo) – Foto-vođeni alat za pronalaženje grešaka.
4. „**Strategije podrške i previsa**“ (Video, Srednji nivo) – Uštedite vrijeme/materijal; smanjite naknadnu obradu.
5. „**Metode lijepljenja na montažnu ploču**“ (Web, Početnik) – Izravnavanje, prvi sloj, ljepila; kontrolna lista za ispis.



10.3.3 Popravak mreže (Top-5)

1. **"Vodonepropusnost i popravci koji nisu na razdjelniku"** (PDF, početnik) – Jednostavne provjere prije rezanja ili uvoza iz CAD-a.
2. **„MeshLab: Očistite i pojednostavite“** (Web, Početnik) – Tijek rada otvorenog koda; snimke zaslona koraka.
3. **"Osnove automatiziranog popravka"** (Web, Srednji nivo) – Ispravci jednim klikom plus ručno čišćenje.
4. **„Fotogrametrija za ispis: Zamke“** (Web, Srednji nivo) – Rad sa snimkama samo tekstura.
5. **"Postavke izvoza za STL/OBJ"** (PDF, početnik) – Mjerilo, jedinice, rezolucija aspekta; standardne zadane vrijednosti.

10.3.4 Sigurnost ispisa (Top-5)

1. **„Sigurnost u laboratoriju za 3D ispis – priručnik na jednoj stranici“** (PDF, Sve) – Kontrolna lista za uvođenje u posao; OZO; bilješke za hitne slučajeve.
2. **„Najvažnije informacije o sigurnosno-tehničkim listovima (PLA/ABS/smole)“** (PDF, Sve) – Čitljivi ulomci iz sigurnosno-tehničkih listova.
3. **"Ventilacija i rukovanje smolom"** (Web, Sve) – Savjeti za postavljanje; odlaganje otpada; higijena.
4. **"Električne i toplinske opasnosti"** (Web, Sve) – Poster/slajdovi za brzo osvježanje.
5. **"Osnove održavanja pisača"** (Web, Početnik) – Mlaznice, kreveti, kade; rutinski intervali.

10.3.5 Tijekovi skeniranja (Top-5)

1. **"Početni dio fotogrametrije"** (Web, Početnik) – Putanje kamere; osvjetljenje; površine bogate značajkama.
2. **„Ručno skeniranje: Najbolja praksa“** (PDF, Srednji nivo) – Izbjegavanje zanošenja; strategije markera; reflektirajuće površine.
3. **"Registracija i usklađivanje 101"** (Web, Srednji nivo) – Poravnanje parova; ICP; provjere pogrešaka.
4. **"Čišćenje i popunjavanje rupa"** (Video, početnik) – Vizualni vodič za projekciju u razredu.
5. **„Izvoz za CAD u odnosu na ispis“** (PDF, početnik) – Odaberite topologiju i razlučivost prema nizvodnoj upotrebi.



10.3.6 DfAM reference (Top-5)

1. **"Minimalne veličine i tolerancije elemenata"** (PDF, Srednji nivo) – Šalabahter za preglede dizajna.
2. **"Pregled rešetkastih struktura"** (Web, Napredno) – Težina u odnosu na čvrstoću; razmatranja ispisivosti.
3. **„Konsolidacija sklopova za AM“** (Web, Napredno) – Smanjenje broja dijelova/pričvršćivača; kompromisi između DFM-a i DfAM-a.
4. **„Tehnike dizajna svjesne podrške“** (Video, Srednji nivo) – Osmišljavanje potpora; ušteda troškova/vremena.
5. **"Površinska obrada i orijentacija"** (Web, Srednji nivo) – Kompromisi između estetike i funkcionalnosti; savjeti za inspekciju.

10.3.7 Pristupačnost i uključenost (Top-5)

1. **„Inkluzivni dizajn u tehničkim učionicama“** (PDF, Sve) – Kontrolni popis za planiranje i izvođenje lekcija.
2. **"Kratki vodič za titlove i alternativni tekst"** (Web, Sve) – Ispunite osnovne standarde pristupačnosti za medije i dokumente.
3. **"Predlošci s velikim fontom i visokim kontrastom"** (Doc/PDF, Sve) – Predlošci brošura/slajdova za kopiranje.
4. **„Dizajn zadataka prilagođen neuroraznolikosti“** (Web, Sve) – Prekinite zadatke; smanjite kognitivno opterećenje; predvidljiva struktura.
5. **"Mogućnosti pomoćne tehnologije za CAD"** (Web, Sve) – Prečaci na tipkovnici, alati za govor, alternativni unosi.
- 6.

10.4 Kontrolna lista za pristupačnost i uključenost (minimalni standard)

Kriterij	Što provjeriti	Minimum
Titlovi/transkripti	Svi videozapisi i audiozapisi	Pruženi su titlovi ili transkript
Alternativni tekst	Slike u PDF-ovima/slajdovima/web stranicama	Prisutan je smislen alternativni tekst
Boja/kontrast	Dijagrami i snimke zaslona korisničkog sučelja	Prolazi WCAG AA standarde za kontrast
Tipografija	Glavni tekst i naslovi	Čitljivi fontovi; ≥ 11 pt na A4 formatu
Pristup s tipkovnice	Interaktivni web resursi	Tabuliranje radi; fokus je vidljiv
Jednostavan jezik	Upute, radni listovi	Kratke rečenice; glagoli radnje



Mogućnost preuzimanja	Ključne upute	Osiguran je PDF A4 formata za ispis
-----------------------	---------------	-------------------------------------

Savjet trenera: U katalogu u Aneksu C imajte stupac s propusnicama za pristupačnost; učit ćete probleme prije nastave.

10.5 Održavanje i upravljanje (održavajte ga svježim)

- **Ciklus osvježavanja:** pregledati i ažurirati top 5 po kategoriji svaki semestar.
- **Vlasništvo:** Urednik 10. poglavlja (npr. 8Cell) prikuplja doprinose partnera; bilježi promjene u Dodatku C – Zapisnik promjena.
- **Pravilo o odlasku u mirovinu:** uklonite stavke ako su zastarjele, blokirane bez licence, nedostupne ili zamijenjene boljim opcijama.
- **Povratna petlja:** prikupljati ocjene i komentare učitelja/učenika putem platforme; dati prioritet resursima s velikim utjecajem i visokom dostupnošću.

Unakrsne veze:

- **Prilog C – Proširena biblioteka resursa** (aktivni URL-ovi, pristup/licenciranje, bilješke o pristupačnosti, status osiguranja kvalitete, dnevnik održavanja).
- **Prilog B – Evaluacija programa** (koristite komentare na kraju ankete za ažuriranje ovog poglavlja).



Poglavlje 11: Praktični zadaci

Kako odabrati pravu vježbu

Svaka praktična vježba (EM) osmišljena je za određenu razinu vještine. Treneri bi trebali koristiti sljedeći vodič za odabir vježbi:

Razina vještine	Predložene vježbe (EM)	Fokus
Početak	EM-1, EM-2	Osnovno rezanje, modeliranje, siguran ispis
Srednji	EM-3, EM-4	Parametarski dizajn, rješavanje problema
Napredno	EM-5, EM-6	Optimizacija, inspekcija, kontrola kvalitete DfAM-a

Savjet trenera: Kombinirajte vježbe na različitim razinama kako biste stvorili „ljestve učenja“ - počnite s EM-2 i završite s EM-5 za napredak projekta.



Poglavlje 12: Komplet alata za trenere – osmišljavanje novih praktičnih vježbi

12.1 Opseg i namjera

Ovo poglavlje daje vam jednostavnu, ponovljivu metodu za osmišljavanje novih praktičnih aktivnosti (Modula vježbi – EM) koje:

- uskladiti s ishodima učenja iz 6. poglavlja i scenarijima iz 8. poglavlja;
- prikupiti odgovarajuće dokaze za rubrike za procjenu u 5. poglavlju;
- su sigurni, dostupni i vremenski ograničeni za pružanje strukovnog obrazovanja i osposobljavanja;
- kolege ih mogu brzo dijeliti i usvojiti.

Savjet trenera: Dizajnirajte blok od 60–90 minuta s jednim nepregovarajućim artefaktom za prijenos (npr. STL + profil rezača, mreža prije/poslije).

12.2 Nacrt modula vježbi (EM)

Koristite ovaj format za svaku novu aktivnost kako bi je kolege mogle isporučiti sutra.

Tablica 12.2 – Nacrt EM-a (kopiraj i ispuni)

Polje	Što napisati
Naziv (EM-# + ime)	npr. EM-9: Prototip parametarske šarke
Prilagođenost scenariju	S1 (Uvođenje u posao) / S2 (Sprint) / S3 (Prošireno)
Teškoća	Početak / Srednji / Napredni
Veza modula (Pogl. 6)	npr. M4 Uvod u 3D modeliranje; ADV-M1 DfAM
Cilj (1–2 retka)	Glagol radnje + ishod (npr. „Stvoriti prijanjanje koje drži pod silom X”)
Preduvjeti	Prethodni online zadaci (M1/M4), alati, uvod u sigurnost
Osnovni koraci (kratki)	4–6 grafičkih oznaka, prvo glagoli (bez odlomaka)
Dokazi za prijenos	Datoteke + snimke zaslona/fotografije + obrazloženje od 3–5 redaka
Sigurnost / SOP	Specifične provjere (OZO; rukovanje smolom; klinika za prvi sloj)
Redovi rubrika (Pogl. 5)	Praktično; Kvaliteta i optimizacija; Dokumentacija; Sigurnost (P/F); Suradnja (ako je tim)
Niska brzina / Visoka brzina	Jedna potporna i jedna rastezljiva varijanta



Napomene o pristupačnosti	Tablica s velikim fontom; dijagrami s alternativnim tekstom; snimke korisničkog sučelja visokog kontrasta; alternativne mogućnosti unosa
Reference	Uputite na poveznice na resurse iz 10. poglavlja / Prilog C

12.3 Primjeri usmjerenih EN ciljeva

- **Tiskanje (početnik):** „Izrežite i napravite malu zgradu s prihvatljivim prvim slojem i bez savijanja.“
- **Skeniranje (srednji nivo):** "Snimate i popravite vodonepropusnu mrežu pogodnu za FDM tisak."
- **Modeliranje (srednji nivo):** „Dizajnirajte kućište koje se brzo pričvršćuje i zadovoljava cilj od $\pm 0,3$ mm.“
- **DfAM (Napredno):** „Smanjite masu za $\geq 25\%$ optimizacijom rešetke ili topologije bez gubitka funkcije.“
- **Inspekcija (napredna):** „Generirajte kartu odstupanja i jednostranični pregledni sažetak za tiskani dio.“

12.4 Sigurnosne i pripravne pregrade (prije praktičnog rada)

- **Provjera spremnosti online:** kratki kviz + mikrozadatak (npr. prijenos STL-a ili profila prvog sloja) vezan uz EM.
- **Vrata laboratorija:** sigurnosna kvačica (OZO, uvodna oprema, provjere prije leta).
- **Kontrola prvog sloja:** Imenujte maršala prve razine za trijažu kreveta i Z-pomake prije nego što intervenirate.

Kartica za brzu klupu (ispis i postavljanje):

- Čišćenje kreveta → Provjera nivelacije → Z-pomak → Fotografija prvog sloja → Nastavi/Pokušaj ponovno.

12.5 Usklađenost dokaza i procjene (što prikupljati)

Povežite svoj EM s rubrikama iz 5. poglavlja. Odaberite barem jedan artefakt po kriteriju.





Tablica 12.5 – Odabir dokaza

Kriterij (Pogl. 5)	Ideje za dokaze
Praktično	STL + profil rezača; ispis fotografije; mreža prije/poslije; CAD datoteka
Kvaliteta i optimizacija	Orijentacijsko obrazloženje; usporedna ploča (vrijeme/kvaliteta/trošak)
Dokumentacija	Napomena „zašto“ od 3–5 redaka; zapisnik skeniranja/popravka; kratki pregled
Sigurnost (P/F)	Potpisana kontrolna lista za promatranje; kvačica u klinici prvog sloja
Suradnja (ako je tim)	Mini obrazac za vršnjačku procjenu; bilješke o integraciji; retro grafičke oznake

12.6 Diferencijacija i uključivost (objaviti oboje unaprijed)

- **Niska brzina (podrška):** početni CAD; fiksni profil; označene greške; produženo vrijeme.
- **Visoka brzina (istezanje):** prilagođeni profil; cilj tolerancije; poravnanje više objekata; dodatak za inspekciju.
- **Pristupačnost:** opisi/alternativni tekst; brošure s velikim slovima; dijagrami visokog kontrasta; dopuštanje alternativnih ulaznih uređaja; tihi kutak za koncentraciju.

Tablica 12.6 – Planer za nisku/visoku brzinu (ispuniti po EM-u)

Elektromagnetski sustav	Niska brzina (podrška)	Visoka brzina (istezanje)	Prilagodba pristupačnosti
EM-__			

12.7 Vrijeme i resursi (budite realni)

- **Vremenski okvir:** 60–90 minuta (ili 2×45 minuta).
- **Planiranje reda čekanja:** 1 pisač na 6-8 učenika (S2) / 1 na 4-6 (S3).
- **Potrošni materijal:** planirajte filament/smolu po učeniku (vidi Poglavlje 9).
- **Raspored sobe:** čista zona pisača; stabilno područje skeniranja; modelirajuća računala u vidnom polju trenera.



12.8 Kvaliteta, moderiranje i verzioniranje (jednostavno)

- **Provjera prikladnosti:** EN cilj mapira se na LO-ove iz 6. poglavlja i scenarij u 8. poglavlju.
- **Umjerenost :** uzorak ≥ 3 artefakta pri prvom mjerenju; zabilježite rezultat koristeći Prilog A7 (dodajte „EM-ID“).
- **Verziranje:** ažuriranja datumskih žigova unutar EM-a („v1.1 2025-10-26“).
- **Pravilo o odlasku u mirovinu:** zamijeniti EN-ove koji su nedostupni, nesigurni ili imaju mali utjecaj za dvije kohorte.

12.9 Tijek podnošenja (dijeljenje između centra/partnera)

1. Nacrt EN-a izradite koristeći Tablicu 12.2.
2. Pilotirajte s malom grupom; prikupite 2-3 artefakta i kratke komentare učenika.
3. Finalizirajte popis dokaza i retke rubrika; dodajte napomene o niskoj/visokoj opremi i pristupačnosti.
4. Pošaljite uredniku 11. poglavlja za uvrštavanje u zajedničku banku.
5. Dodajte sve aktivne poveznice na Prilog C i ažurirajte dnevnik promjena.

12.10 Brzi popis za provjeru autorstva

- Cilj je usklađen s ciljevima učenja iz 6. poglavlja i scenarijem iz 8. poglavlja.
- Ključni koraci su označeni i orijentirani na djelovanje
- Popis dokaza podržava retke rubrika iz 5. poglavlja
- Sigurnost i standardni operativni postupci (posebno smola) jasno navedeni
- Varijante s niskim/visokim stupnjem prijenosa + navedena pristupačnost
- Vremenski ograničeno; potrebe za resursima realne; uzet je u obzir red čekanja za ispis
- Plan moderiranja za prvo pokretanje (≥ 3 artefakta)
- Prisutni su datumski žig i „EM-ID“

Unakrsne veze

- **Ishodi učenja** → Poglavlje 6





3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

- **Mješovita organizacija i scenariji**→ Poglavlje 3 i Poglavlje 8
- **Procjena i rubrike**→ Poglavlje 5 + Prilog A
- **Alati, troškovi i sigurnost**→ Poglavlja 4 i 9
- **Resursi i poveznice**→ Poglavlje 10 + Prilog C



Co-funded by
the European Union



Poglavlje 13: Korištenje online platforme 3dacademy (sažeti vodič)

Opseg: Ovo poglavlje daje minimalni operativni standard za sve kohorte. Za detaljnije detalje tijeka rada i proširene mogućnosti, pogledajte poglavlje o cijeloj platformi kasnije u priručniku.

13.1 Svrha i usklađenost

- Uključite scenarije isporuke (vidi Poglavlje 3) u ljusku tečaja.
- Povežite procjenu s rubrikama iz 5. poglavlja i pohranite dokaze na platformi.
- Koristite ovo poglavlje kao osnovu – svaka kohorta trebala bi zadovoljiti ili premašiti ove postavke.

13.2 Uloge i dopuštenja (na prvi pogled)

Uloga	Izrada/uređivanje sadržaja	Ocjena/Umjereno	Prikaži analitiku	Bilješke
Administrator ustanove	Da	Da	Sve kohorte	Računi/SSO; pravila; sigurnosne kopije
Vlasnik tečaja (trener)	Da	Da	Vlastita kohorta	Rasporedi; rubrike; rokovi
Asistent u nastavi	Ograničeno	Kako je delegirano	Vlastita kohorta (ograničeno)	Podrška za označavanje; povratne informacije
Učenik	Vlastiti radovi	—	Vlastiti napredak	Prati tok; prenosi artefakte

13.3 Struktura tečaja (minimalna)

- **Početna stranica tečaja:** Stranica „Počnite ovdje“, poruka dobrodošlice, radno vrijeme, kanal za pomoć.
- **Moduli:** Imenovanje stila W01–W08; datumi izdanja; preduvjeti gdje je potrebno.
- **Zadaci:** priloženi kratki opis + rubrika; ispravna vrsta predaje; vidljivi rokovi.



- **Datoteke:** čiste mape; verzionirana imovina; dosljedno imenovanje (npr. GGMMDD_naslov).

Savjet trenera: Pristup laboratoriju s provjerom spremnosti (mini kviz + prijenos mikrozadataka) 48–72 sata prije dana radionice.

13.4 Zadaci i rubrike (brzo postavljanje)

Tip	Koristiti	Ključne postavke
Prijenos datoteke	CAD/STL, profili rezača, izvješća	1–2 pokušaja; pravila o kašnjenju; rubrika + povratne informacije u tekstu
Unos teksta	Razmišljanja, dizajnerski zapisnici	Jedan pokušaj; kratki upiti; rubrika
Grupna prijava	Timski artefakt + recenzija kolega	Dodijelite grupama; prozor za međusobno recenziranje; jedan glasnogovornik

- Prije objave priložite analitičku rubriku (vidi Poglavlje 5 / Dodatak A).
- U EM-ovima (Poglavlje 11) definirajte jednu nepregovaračku datoteku za prijenos (npr. profilnu ili fotografiju prvog sloja).

13.5 Kvizovi (lagani integritet)

Okruženje	Preporuka
Banke pitanja	Grupiranje po LO; izvlačenje nasumičnih podskupova
Randomizacija	Promiješaj pitanja/odgovore gdje je to izvedivo
Povratne informacije	Prikaži odgovore nakon isteka roka; kratke bilješke o stavkama
Pokušaji	2 formativna; 1 sumativni

13.6 Komunikacija i suradnja

- **Obavijesti:** tjedni sažetak ritma; poveznica trenutnih zadataka i rokova.
- **Diskusijske ploče:** Teme s pitanjima i odgovorima; prikvačite "bonton"; priznajte korisne objave.
- **Grupe i međusobna recenzija:** automatski dodijelite timove od 3 do 5 članova; koristite strukturirane rubrike; završite kratkim osvrtom na tim.



13.7 Analitika → akcije (mini-matrica ranog upozorenja)

Signal	Okidač	Aksijski
Nizak broj prijave	Nema prijave ≥ 7 dana	Učenik poruke; provjera pristupa; dodjeljivanje mikrozadatka za nadoknađivanje
Kasni posao	≥ 2 zakašnjele stavke	Raspravite o radnom opterećenju; prilagodite plan; pružite podršku putokazima
Slaba tema u učenju	Prosjeck < 60% na LO banci	Dodaj sažetak; ažuriraj banku podataka; postavi kratki korektivni zadatak

Koristite značajku platforme „Pošalji poruku studentima koji...” za precizno ciljanje podsjetnika.

13.8 Pristupačnost i GDPR (minimalni standard)

- **Titlovi/transkriptiza** sve videozapise; smisleni alternativni tekst za slike.
- **Čitljiva tipografija** (≥ 11 pt) i WCAG-AA kontrast na vizualnim prikazima.
- **Minimizacija podataka:** prikupljajte samo ono što vam je potrebno; objavite pravila o čuvanju podataka; pribavite privolu gdje je to potrebno.

13.9 Rješavanje problema (brza rješenja)

Izdati	Brzi popravak
Datoteka se ne može prenijeti	Provjerite vrstu/veličinu datoteke; komprimirajte; pokušajte ponovno ožičeno; ako se nastavi, prijavite tiket
Video se ne reproducira	Isprobajte drugi preglednik; navedite poveznicu za preuzimanje; prijavite blokirane domene
Skrivene oznake	Uključi zvuk u kolumnu/pravila objavljivanja; ponovno objavi povratne informacije

3.10 Operativne kontrolne točke

- **Početak tečaja:** kopiraj predložak; postavi datume; objavi "Počni ovdje"; priloži rubrike; stvori grupe; testiraj jedan podnesak.
- **Srednji dio tečaja:** provesti pulsno istraživanje; djelovati na temelju analitike; rebalansirati laboratorijske kapacitete.



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

- **Kraj tečaja:** objaviti ocjene; pokrenuti završnu anketu; izvesti ključne artefakte/knjigu ocjena; arhivirati; retrospektiva tima.

Unakrsne veze

- **Mješovita organizacija i scenariji**→ Poglavlje 3
- **Procjena i rubrike**→ Poglavlje 5 + Prilog A
- **Praktične vježbe (EM-1...EM-8)**→ Poglavlje 11
- **Resursi i pristupačnost**→ Poglavlje 10 + Prilog C



Poglavlje 14: Evaluacija programa i osiguranje kvalitete – priručnik centra

Opseg: Ovo poglavlje je operativni vodič za osiguranje kvalitete za centre. Ono pretvara model evaluacije u tko-što-radi-kada, minimalne podatke koje treba prikupiti i kako pretvoriti uvide u promjene za sljedeću kohortu. (Procjena učenika = Poglavlje 5; alati za evaluaciju = Prilog B.)

Pregled predloška za refleksiju trenera

Kako bi se osigurala kvaliteta i dosljednost, svaki trener nakon svakog razdoblja izvođenja izrađuje kratku refleksiju:

Refleksija trenera – ključna pitanja:

1. Što je posebno dobro funkcioniralo u ovoj skupini?
2. Koje aktivnosti ili alate treba poboljšati?
3. Jesu li ishodi učenja u potpunosti postignuti?
4. Koja bi dodatna podrška ili materijali pomogli budućim kohortama?

Savjet trenera: Ova refleksija nije samo administrativna - to je prilika za dokumentiranje dobre prakse i dijeljenje inovacija s drugim trenerima.

14.1 Kako izgleda „dobra kontrola kvalitete“ (na jednoj stranici)

- **Malo signala, često se prikupljaju** (tjedni puls; završno istraživanje; praćenje nakon 3 mjeseca).
- **Male, konkretne akcije** po kohorti (jedno poboljšanje je bolje od deset ideja).
- **Dijeljena vidljivost** (Sažetak evaluacije na 1 stranici; Zapisnik akcija s vlasnicima/datumima).
- **Pristupačnost je uvijek dostupna** (provjera natpisa/alternativnog teksta/kontrasta pri svakom pokretanju).
- **Uključena moderacija i promatranje** (primjeri artefakata; jedan posjet vršnjaka).



14.2 Instrumenti i mjerenje vremena (pogled iz središta)

Tablica 14.2 – Što prikupljati i kada

Instrument	Kada	Vlasnik	Svrha	Alat (Dodatak)
Tjedni puls (kratki)	Tjedno	Trener	Problemi s ranim hvatanjem/pristupom	B1
Anketa na kraju tečaja	Posljednji tjedan	Trener	Reakcija na L1; samoprocjena učenja na L2	B2
Praćenje nakon 3 mjeseca	+12 tjedana	Voditelj osiguranja kvalitete	Prijenos L3; rani utjecaj L4	B3
Sažetak evaluacije	Nakon označavanja	Voditelj osiguranja kvalitete	Podijelite ključne nalaze i akcije	B4
Zapisnik radnji	Valjanje	Trener/Osiguratelj kvalitete	Vlasnici i rokovi praćenja	B5

Savjet trenera: Završnu anketu provedite u razredu tijekom posljednjeg predavanja uživo: 5 minuta, telefoni su dozvoljeni.

14.3 Uloge i tok podataka (tko što radi)

Tablica 14.3 – Tok podataka

Korak	Opis	Dokaz	Vlasnik
Plan	Odredite datume; dodijelite uloge	Kalendar osiguranja kvalitete	Voditelj osiguranja kvalitete
Prikupiti	Puls, završna anketa, praćenje	Sirovi odgovori	Trener / Osiguranje kvalitete
Agregat	Očisti i kompajliraj	Sažetak tablica	Voditelj osiguranja kvalitete
Analizirati	3–5 ključnih nalaza	Kratke stavke	QA + trener
Zakon	Dogovorite se o akcijama; postavite vlasnike/datume	Zapisnik radnji	Trener / Centar
Udio	Kratki izvještaj za osoblje/partnere od 1 stranice	Sažetak evaluacije	Voditelj osiguranja kvalitete



14.4 KPI-jeva koje treba pratiti (osnovni podaci za nadzornu ploču)

Tablica 14.4 – Predloženi ključni pokazatelji uspješnosti (KPI)

Ključni pokazatelj uspješnosti (KPI)	Cilj / Domet	Izvor
Stopa spremnosti prije laboratorijskog pregleda (S2)	≥ 85% (M1 + M4 završeni)	Analitika platforme
Uspjeh prvog otiska (S2)	≥ 70%	Kontrolna lista za laboratorijsko promatranje
Capstone na vrijeme (S3)	≥ 85%	Dnevnik ocjena / dnevnik trenera
Zadovoljstvo na kraju ankete (L1)	≥ 4,2/5	B2
3-mjesečna prijava (L3)	≥ 70% „primijenjeno“	B3
Uključivanje (tempo i pristup)	≥ 4/5	Puls (B1)

Ograničite se na 5-6 KPI-jeva. Ako je sve prioritet, ništa nije.

14.5 Raspored vršnjačkog promatranja i moderiranja

- Vršnjačko promatranje (1 po kohorti):** Kolega prisustvuje jednom laboratoriju ili pregledava mješavinu; bilježi 2 jačine + 2 poboljšanja.
- Moderiranje procjene (uzorak ≥ 15% ili ≥ 3 artefakta):** Drugi ocjenjivač koristi rubriku; zabilježite slaganja/varijacije u Prilogu A7.

Tablica 14.5 – Mali kalendar osiguranja kvalitete

Tjedan	Radnja osiguranja kvalitete	Vlasnik
1	Puls počinje; provjera pristupačnosti stranica tečaja	Trener / Osiguranje kvalitete
2–3	Vršnjačko promatranje (laboratorijsko ili uživo)	Vršnjak / Trener
4	Provjera ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI); male prilagodbe ako je potrebno	Trener
Konačno	Završna anketa u razredu	Trener
+2 tjedna	Sažetak evaluacije; Ažuriran dnevnik akcija	Voditelj osiguranja kvalitete
+12 tjedana	Praćenje nakon 3 mjeseca; ažuriranje ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI-jeva)	Voditelj osiguranja kvalitete



14.6 Provjere pristupačnosti i uključivosti (minimalni standard)

Koristite kontrolni popis iz 10. poglavlja; uzorkujte barem 5 stavki pri svakom pokretanju.

Brze stavke:

- Titlovi/transkripti na video; alternativni tekst na slikama; WCAG-AA kontrast.
- Dostupni su materijali s velikim tiskom; pristup interaktivnim resursima putem tipkovnice.
- Objavljene su varijante s niskim/visokim stupnjem prijenosa za sve korištene EM-ove.

14.7 Predlošci za izvještavanje (naslovi spremni za lijepljenje)

Koristite Prilog B4. Preporučeni naslovi:

1. Kohorta i datumi
2. Stope sudjelovanja i odgovora
3. L1 Reakcija – ključni citati i rezultati
4. Učenje drugog jezika – značajni dobici (ukupno)
5. L3 Ponašanje – rani signali prijenosa
6. Rezultati L4 – ako su dostupni
7. **Preporuke**(maksimalno 5 metaka)
8. **Zapisnik radnji** poveznica (Prilog B5)

14.8 Rizici i mjere ublažavanja (osiguranje kvalitete centra)

Tablica 14.8 – Glavni rizici osiguranja kvalitete

Rizik	Rani signal	Smanjenje
Nizak odziv na anketu	< 40% na kraju ankete	Trčanje u razredu; QR poveznica; vremenski okvir od 5 minuta
Podaci zaglavljani u silosima	Datoteke na osobnim diskovima	Dijeljeni disk; imenovani voditelj osiguranja kvalitete; upravljanje verzijama
Nema praćenja	Radnje se prenose među kohortama	Vlasnici + rokovi + statusi u zapisniku radnji



Razlika u pristupačnosti	Pritužbe; niska razina angažmana	Primijenite kontrolnu listu iz poglavlja 10; alternative 1. dana
Moderiranje preskočeno	Žalbe; odstupanje od ocjena	Raspored A7 na početku; uzorak mali i dosljedno

14.9 Etika, privatnost i zadržavanje podataka (GDPR)

- **Neka** odgovori budu tajni; dijeliti samo agregirane podatke.
- **Obavijestiti** učenike kamo podaci idu i na koliko dugo.
- **Zadržati podatke** samo u skladu s pravilima; brisati nakon ciklusa.
- **Ograničiti pristup** voditelju osiguranja kvalitete i vlasnicima tečajeva; nema širokog dijeljenja sirovih podataka.

14.10 Pravilo „jednog poboljšanja“

Zatvorite svaki sažetak evaluacije s jednom promjenom za sljedeću kohortu (npr. „Laboratoriji vrata S2 sa završetkom M1+M4; zamijenite slajd 'izravnavanje kreveta' s 2-minutnim demo videom“). Ljestvice jednostavnosti.

Unakrsne veze

- **Instrumenti i predlošci**→ Prilog B (B1–B6).
- **Rubrike i moderiranje**→ Poglavlje 5 + Prilog A7.
- **Pristupačnost**→ Poglavlje 10.
- **Signali platforme**→ Poglavlje 13.





Poglavlje 15: Online platforma – sažeti vodič za operacije

Opseg: Ovo poglavlje pruža osnovne postavke koje sve kohorte moraju ispunjavati. Koristite ga s Poglavljem 3 (kombinacija i ritam), Poglavljem 5 (procjena), Poglavljem 11 (praktični rad) i Prilozima (predlošci).

15.1 Minimalni kostur staze (prvo napravite ovo)

- **Početna stranica tečaja:** stranica „Počnite ovdje“; poruka dobrodošlice; radno vrijeme; kanal za pomoć.
- **Moduli:** Naziv W01–W08 (ili tjedni koji se koriste lokalno); datumi izdanja; preduvjeti gdje je to korisno.
- **Zadaci:** priloženi kratki opis + rubrika (vidi poglavlje 5/dodatak A); vidljivi rokovi; upute uključuju potrebne artefakte (npr. STL + profil rezača).
- **Datoteke i imenovanje:** čisto mapiranje; verzionirana imovina; format GGMMDD_naslov.
- **Pragovi spremnosti:** objavite mini-kviz + mikro-zadatak (upload) 48–72 sata prije svakog laboratorijskog rada.

Savjet trenera: Ako učenik propusti test spremnosti, zadajte mu kratki mikrozadatak za nadoknađivanje propuštenog, a ne ad-hoc ponavljanje tijekom laboratorijske vježbe.

15.2 Uloge i dopuštenja (na prvi pogled)

Uloga	Izrada/uređivanje sadržaja	Ocjena/Umjereno	Prikaži analitiku	Bilješke
Administrator ustanove	Da	Da	Sve kohorte	Računi/SSO; pravila; sigurnosne kopije
Vlasnik tečaja (trener)	Da	Da	Vlastita kohorta	Rasporedi; rubrike; rokovi
Asistent u nastavi	Ograničeno	Kako je delegirano	Vlastita kohorta (ograničeno)	Podrška za označavanje; povratne informacije
Učenik	Vlastiti radovi	—	Vlastiti napredak	Prati tok; prenosi artefakte



15.3 Zadaci i rubrike (osnovne postavke)

Tip	Koristiti	Ključne postavke
Prijenos datoteke	CAD/STL; profili rezača; inspekcijski uputni zadaci	1–2 pokušaja; pravila o kašnjenju; rubrika + povratne informacije u tekstu
Unos teksta	Refleksije; WWW/EBI; zapisnici dizajna	Jedan pokušaj; kratki upiti; rubrika
Grupna prijava	Timski artefakt + recenzija kolega	Dodijelite grupama; prozor za međusobno recenziranje; jedan glasnogovornik

- Rubrike: koristite analitički format iz 5. poglavlja / Priloga A.
- EM-ovi (Pogl. 11): navedite jedan nepregovarajući prijenos (npr. fotografiju ili profil prvog sloja) kako bi dokazi bili dosljedni.

15.4 Kvizovi (lagani integritet)

Okruženje	Preporuka
Banke pitanja	Grupiranje po LO; izvlačenje nasumičnih podskupova
Randomizacija	Promiješaj pitanja/odgovore gdje je to izvedivo
Povratne informacije	Prikaži odgovore nakon isteka roka; kratke bilješke o stavkama
Pokušaji	2 formativna; 1 sumativni

15.5 Komunikacija i suradnja

- **Obavijesti:** tjedni sažetak koji povezuje trenutne zadatke i rokove.
- **Diskusijske ploče:** Teme s pitanjima i odgovorima; prikvačite "bonton"; priznajte korisne odgovore.
- **Grupe i međusobna recenzija:** automatska dodjela timova od 3 do 5 članova; strukturirana rubrika za vršnjake; završite kratkim osvrtom na tim.

15.6 Analitika → akcije (mini-matrica ranog upozorenja)

Signal	Okidač	Akcijski
Nizak broj prijava	Nema prijave ≥ 7 dana	Učenik poruke; provjera pristupa; dodjeljivanje mikrozadatka za nadoknađivanje



Kasni posao	≥ 2 zakašnjele stavke	Raspravite o radnom opterećenju; prilagodite plan; pružite podršku putokazima
Slaba tema u učenju	Prosjek < 60% na LO banci	Ponovite mikro-lekciju; pregledajte gradivo; postavite brzi popravni zadatak

Koristite "Pošalji poruku studentima koji..." za precizno ciljanje podsjetnika.

5.7 Pristupačnost i GDPR (minimalni standard)

- **Titlovi/transkripti** za sve videozapise; smisleni alternativni tekst za slike.
- **Čitljiva tipografija** (≥ 11 pt) i WCAG-AA kontrast na vizualnim prikazima.
- **Pristup s tipkovnice** na interaktivnim resursima; izbjegavajte signalizaciju samo u boji.
- **Minimizacija podataka:** prikupljajte samo ono što vam je potrebno; objavite pravila o čuvanju podataka; pribavite privolu gdje je to potrebno.

15.8 Rješavanje problema (brza rješenja)

Izdati	Brzi popravak
Datoteka se ne može prenijeti	Provjerite vrstu/veličinu datoteke; komprimirajte; pokušajte ponovno ožičeno; prijavite tiket ako se nastavi
Video se ne reproducira	Isprobajte drugi preglednik; unesite poveznicu za preuzimanje; prijavite blokiranu domenu
Skrivene oznake	Uključi zvuk u kolumnu/pravila objavljivanja; ponovno objavi povratne informacije

15.9 Operativne kontrolne točke

- **Početak tečaja:** kopiraj predložak; postavi datume/vremensku zonu; objavi "Počni ovdje"; priloži rubrike; stvori grupe; testiraj jedan podnesak.
- **Srednji dio tečaja:** provesti istraživanje o mišljenjima; djelovati na temelju analitike; rebalansirati laboratorijske kapacitete (vidi ritam u 3. poglavlju).
- **Kraj tečaja:** objaviti ocjene; pokrenuti završnu anketu; izvesti ključne artefakte/dnevnik ocjena; arhivirati; retrospektiva tima (ažurirati Dnevnik akcija - Dodatak B).

Unakrsne veze



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

- **Kombinirana kadenca i scenariji** → Poglavlje 3
- **Procjena i rubrike** → Poglavlje 5 + Prilog A
- **Praktične vježbe (EM-1...EM-8)** → Poglavlje 11
- **Resursi i pristupačnost** → Poglavlje 10 + Prilog C
- **Osiguranje kvalitete i evaluacija** → Poglavlje 14 + Prilog B



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Prilog A – Alati za procjenu učenika

Koristite s Poglavljem 5 (Procjena učenika) i Poglavljem 11 (Moduli vježbi). Duplicirajte stranice po skupini i pohranite u arhivu tečaja.

A0. Kako koristiti Prilog A

- Uskladite kriterije s ishodima učenja iz 6. poglavlja.
- Odaberite rubriku/mrežu koja odgovara scenariju isporuke (S1–S3).
- Koristite kontrolne liste za promatranje i sigurnost u praktičnim vježbama.
- Zabilježite moderaciju (A7) i sačuvajte ocjenjivački list (A8).

A1. Generička analitička rubrika (temeljena na LO)

Kriterij	Težina	Još ne (1)	Prolaz (2)	Zasluge (3)	Odlikovanja (4)	Dokazi / Komentari
Znanje (teorija)	10–20%	Velike praznine; netočno	Zadovoljava osnove	Zvuk i preciznost	Pronicljiv; proteže se dalje od kratkog	
Praktične vještine	40–60%	Ne može sigurno/samostalno obavljati posao	Izvodi se uz vodstvo	Samostalno nastupa	Optimizira; mentorira vršnjake	
Sigurnost i usklađenost	Prošao/Pao	Kršnja; nesigurno	Ispunjava minimum	—	—	Referencakontrolne liste: A1.1 / A5
Dokumentacija	10–20%	Rijetko/nejasno	Aдекватno i jasno	Potpuno i sljedivo	Uzoran; ponovljiv	
Suradnja (ako je primjenjivo)	0–20%	Niska participacija	Doprinosi	Proaktivan i pouzdan	Vodi; rješava probleme	

A1.1 Praktična sigurnosna kontrolna lista (kratka)

Artikl	☐ Da / ☐ Ne	Bilješke
Ispravno nošenje osobne zaštitne opreme (rukavice, zaštitne naočale itd.)		
Pripremljeno radno mjesto (ventilacija, čiste površine)		
Prethodne provjere stroja (izravnavanje sloja / posuda za smolu)		
Sigurno rukovanje materijalom (u skladu s MSDS-om, pripremljeno za kante za otpad)		



Kratki opis postupaka u hitnim slučajevima (zaustavljanje, prva pomoć, požar)		
---	--	--

A2. Scenarij 1 – Tablica procjene (Onboarding Foundation, 100% online)

Aspekt	Mjera	Težina	Postići	Komentari
Izvedba kviza (prosj.)	≥ 70% cilja	40%		
Primjena koncepta	Kratki zadaci / refleksije	30%		
Angažman na platformi	Završetak i pravovremenost	20%		
Provjera spremnosti	Kontrolna lista za samoprocjenu	10%		

A3. Scenarij 2 – Mreža za procjenu (Sprint učenje s vježbom)

Aspekt	Mjera	Težina	Postići	Komentari
Kvaliteta prototipa	Ispis/skeniranje/modeliranje	35%		
Sigurnosna usklađenost	Prolaznica za kontrolnu listu	Prošao/Pao		
Odluke o dizajnu i procesu	Obrazloženje u zapisniku	20%		
Timski rad i uloge	Ocjene vršnjaka/nastavnika	15%		
Prezentacija	3–5 min; bistrina	10%		
Online priprema	Završetak modula	20%		

A4. Scenarij 3 – Završna rubrika (Prošireni / Stručni dio)

Kriterij	Težina	1 – Razvoj	2 – Kompetentan/n a	3 – Vješt	4 – Primjerno	Dokazi / Bilješke
Definicija i opseg problema	10%	Nejasno; pogrešno poravnato	Jasne osnove	Dobro istražen	Pronicljivo; ograničenja eksplicitna	
Tehnička izvedba	30%	Česte pogreške	Ispunjava specifikacije	Robustan, malo grešaka	Optimizirano; validirano	



Dokazi i validacija	20%	Malo/nikakvo testiranje	Osnovni testovi	Relevantni testovi; podaci	Sveobuhvatno; triangulirano	
Integracija DfAM-a / GD&T-a	15%	Minimalno	Primjenjuje se gdje je potrebno	Dosljedna primjena	Napredno, opravdano	
Upravljanje projektima	10%	Kasno/kaotično	Na vrijeme; osnovni plan	Praćene prekretnice	Svjestan rizika; prilagodljiv	
Prezentacija i dokumentacija	15%	Nejasno	Jasno i potpuno	Profesionalno	Objavljiva kvaliteta	

A5. Zapisnik promatranja – Praktična vježba

Učenik	Datum	Zadatak/EM	Opažena ponašanja (označite): sigurnost ☐ / samostalnost ☐ / timski rad ☐ / rješavanje problema ☐	Incidenti/Bilješke	Povratne informacije dane

A6. Obrazac za povratne informacije – WWW / EBI

Učenik	Zadatak/Modul	Procjenitelj	Datum

Što je prošlo dobro (WWW):

Još bolje ako (EBI):



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Sljedeći koraci i rok:

A7. Drugi zapisnik o ocjenjivanju i moderiranju

Kohorta/Grupa	Veličina uzorka	Razina sporazuma	Pronađene varijacije	Dogovorene akcije	Potpis (imena/datum)

A8. Ocjenjivački list (po kohorti)

Student ska iskaznica	Ime	Scenarij /EM	Zna nje (10)	Prakti čno (40)	Sigurnost (P/F)	Dokument acija (10)	Surad nja (10)	Ukup no (100)	Razr ed	Komen tari



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Prilog B – Alati za evaluaciju programa (QA)

Koristiti s Poglavljem 14 (Evaluacija i osiguranje kvalitete programa). Instrumenti trebaju biti kratki, redoviti i primjenjivi.

B0. Kako koristiti Prilog B

- Prikupljajte tjedna mišljenja tijekom predavanja; provodite praćenje na kraju tečaja i nakon 3 mjeseca.
- Anonimizirajte odgovore; pohranite sigurno; agregirajte po kohorti i partneru.
- Sažmite svaki ciklus u Evaluacijskom sažetku (B4) i vodite Dnevnik akcija (B5).

B1. Tjedni puls (Dnevnik učitelja + Mikroanketa)

Tjedan	Kohorta	Postotak posjećenosti	Angažman (1–5)	Zabilježeni blokeri	Poduzete mjere podrške	Nastavak sljedeći tjedan

Predložene stavke mikro-ankete za učenike (1–5 Likert):

- Tempo ovog tjedna bio je primjeren.
- Znam što učiniti prije sljedeće sesije.
- Imao/la sam pristup potrebnim resursima.
- Osjećao/la sam se uključeno/a i sposobno/a sudjelovati. Otvoreno pitanje: Jedna stvar koja bi mi pomogla sljedeći tjedan je: _____.

B2. Završna evaluacija tečaja (polaznik)

Područje	Artikl	Ocjena (1–5)	Komentari
Izvedba i podučavanje	Sesije su bile dobro strukturirane i jasne.		
Resursi i platforma	Materijali i platforma su podržali moje učenje.		
Uključivost i pristup	Mogao/la sam u potpunosti sudjelovati i osjećao/la sam se uključeno/a.		



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

Ishodi učenja	Postigao/la sam željene ishode učenja.		
Ukupno	Preporučio/la bih ovaj tečaj drugima.		

Otvorena pitanja: 1) Najvrjedniji aspekt:

2) Što bismo trebali poboljšati:

3) Sve prepreke s kojima ste se suočili:

B3. Praćenje nakon 3 mjeseca (Polaznik/Poslodavac)

Ispitanik	Artikl	Ocjena (1–5)	Komentari
Učenik	Primijenio/la sam vještine iz programa.		
Učenik	Imao/la sam podršku za korištenje novih vještina (alati/vrijeme).		
Poslodavac/Nadzornik	Učenikov učinak se poboljšao.		
Poslodavac/Nadzornik	Obraćale su se pozornosti na prepreke u primjeni vještina.		

B4. Sažetak evaluacije – Predložak

Odjeljak	Bilješke
Kohorta i datumi	
Stope sudjelovanja i odgovora	
Ključni nalazi – L1 reakcija	
Ključni nalazi – Učenje drugog jezika (agregirano)	



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Ključni nalazi – Ponašanje na 3. razini (prijenos)	
Ključni nalazi – Rezultati L4 (ako su dostupni)	
Preporuke	

B5. Zapisnik akcija evaluacije

Nalaz/Problem	Akcijski	Vlasnik	Datum dospijeća	Status	Veza s dokazima
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	
				Nije započeto / U tijeku / Završeno	

B6. Tok podataka i uloge

Korak	Opis	Vlasnik	Alat/Trgovina
Plan	Definirajte instrumente, vrijeme, kohorte	Voditelj osiguranja kvalitete	Projektni pogon
Prikupiti	Provoditi tjedne/završne/kontrolne ankete	Trener / Osiguranje kvalitete	Platforma / Obrasci
Agregat	Anonimizirajte i kompilirajte skupove podataka	Voditelj osiguranja kvalitete	Tablice / Spremište podataka
Izvješće	Nacrt sažetka evaluacije; podijelite najvažnije elemente	Voditelj osiguranja kvalitete	PDF / Slajdovi
Poboljšati	Zapisivanje radnji; praćenje dovršetka	Svi partneri	Zapisnik radnji



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere



Prilog C – Proširena biblioteka resursa

Koristiti s Poglavljem 10 (Odabrani materijali). Održavajte ovaj katalog kao živi registar. Dajte prednost otvorenim ili institucionalno licenciranim resursima; osigurajte standarde pristupačnosti.

C1. Katalog resursa

Kategorija	Titula	URL	Izdavač	Format	Razina	Pristup/Licenca	Napomene o pristupačnosti	Datum dodavanja	Recepcija	Status osiguranja kvalitete	Bilješke
Uvodno modeliranje										Nacrt / Odobreno	
Vodiči za rezanje										Nacrt / Odobreno	
Popravak mreže										Nacrt / Odobreno	
Sigurnost ispisa										Nacrt / Odobreno	
Tijekovi skeniranja										Nacrt / Odobreno	
DfAM reference										Nacrt / Odobreno	
Pristupačnost										Nacrt / Odobreno	



3D ACADEMY

Unapređenje vještina pružatelja strukovnog obrazovanja u području 3D tehnologija

uključivost											
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C2. Dnevnik promjena (Održavanje u Prilogu C)

Datum	Promijeniti	Po	Razlog	Pogođeni unosi

C3. Kontrolna lista za odabir (brza)

Kriterij	☐ Da / ☐ Ne	Bilješke
Izravno podržava modul LO ili scenarij		
Jasan format, prilagođen učionici		
Pristupačnost: titlovi / alternativni tekst / kontrast		
Prisutna oznaka razine (početnik / srednji / napredni)		
Licenca provjerena (otvoreni / trenutni pristup)		
Pregledao voditelj teme		



Co-funded by
the European Union

Trening u 3D tehnologijama – Priručnik za napredne trenere