



AVICO

CODING TRAINING WITH AVIATION TECHNOLOGIES

**Metodološki okvir za pružatelje strukovnog obrazovanja i
osposobljavanja**



**Co-funded by
the European Union**

Potporna Europske komisije izradi ove publikacije ne predstavlja odobravanje sadržaja, koji odražava isključivo stavove autora, te se Komisija ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu upotrebu informacija sadržanih u njoj.

Sadržaj

Uvod	3
1. Pregled AVICO MOOC-a	4
2. Vodič za korisnike MOOC platforme	5
2.1. Pristup Platformi.....	5
2.1.1. Pristup putem lokalnog korisničkog računa	6
2.2. Pregled tečaja	8
2.3. Komunikacija i podrška	11
3. Vodič za simulaciju eksperimentalnog kompleta	12
3.1. Svrha i uloga eksperimentalnog kompleta.....	12
3.2. Scenarij pedagoške upotrebe	13
3.3. Tehničke specifikacije	15
3.3.1. Softverski zahtjevi	15
3.3.2. Hardverske komponente	17
3.4. Struktura eksperimentalnih zadataka.....	19
3.5. Praktični scenariji simulacije	21
3.6. Procjena i evaluacija	23
3.6.1. Rubrike za procjenu specifičnih scenarija	24
3.7. Priručnik za učitelje i vođenje.....	25
3.7.1. Strategije facilitacije	25
3.7.2. Rješavanje problema i uobičajene pogreške.....	26
3.8. Prilog: Materijali spremni za upotrebu	27
3.8.1. Predložak kontrolnog popisa: Sigurnost prije leta	27
3.8.2. List za promatranje: analiza podataka	27
4. Okvir za usvajanje i replikaciju.....	28
4.1 Svrha i strateški pristup.....	28
4.2. Proces usvajanja i integracije u praksu strukovnog obrazovanja i osposobljavanja	28
4.3. Prilagodba potrebama učenika i modeli provedbe	29
5. Održivost i dugoročna upotreba	29



Uvod

Projekt AVICO – Coding Training with Aviation Technologies je Erasmus+ partnerstvo za suradnju u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju koje ima za cilj ojačati vezu između razvoja digitalnih vještina, obrazovanja o kodiranju i tehnologija bespilotnih letjelica (UAV). Projekt odgovara na brzo širenje primjene bespilotnih letjelica u sektorima kao što su poljoprivreda, logistika, praćenje okoliša, mediji i javne usluge, a istovremeno prepoznaje da sustavima strukovnog obrazovanja često nedostaju strukturirani putovi učenja koji učinkovito kombiniraju tehnologije dronova s kodiranjem i računalnim razmišljanjem.

Središnji rezultat projekta je razvoj namjenskog okruženja za učenje temeljenog na Moodleu koje je domaćin AVICO programa obuke. Ova platforma integrira sadržaj nastavnog plana i programa, otvorene obrazovne resurse, vježbe kodiranja, materijale vezane uz bespilotne letjelice i aktivnosti temeljene na simulaciji unutar strukturiranog i interaktivnog online prostora za učenje. Osmišljena da bude pristupačna i prilagodljiva, platforma podržava učenike strukovnih škola, edukatore i pružatelje obuke u angažiranju s inovativnim i praktično orijentiranim iskustvima učenja.

Kombiniranjem kodiranja kao transverzalne digitalne kompetencije s UAV tehnologijama kao primijenjenim kontekstom učenja, AVICO potiče razvoj tehničkih vještina, analitičkog razmišljanja i sposobnosti rješavanja problema. Istovremeno, Moodle sustav za upravljanje učenjem (LMS) omogućuje fleksibilno i kolaborativno učenje, omogućujući korisnicima pristup materijalima, sudjelovanje u aktivnostima, praćenje napretka i interakciju s digitalnim alatima usklađenim s ciljevima učenja projekta.

U tom okviru, ovaj je dokument razvijen kako bi podržao pružatelje strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (VET) u učinkovitom razumijevanju, usvajanju i implementaciji AVICO MOOC platforme i kompleta za eksperimente temeljenog na simulaciji. Vodič nadilazi isključivo tehničko objašnjenje alata pružajući sveobuhvatan metodološki okvir koji omogućuje nastavnicima, trenerima i institucijama da odgovore na promjenjive potrebe svojih učenika i pripravnika, posebno u vezi s digitalnom transformacijom, STEM obrazovanjem i novim tehnologijama.

Na brzo promjenjivom tržištu rada, od pružatelja strukovnog obrazovanja i osposobljavanja sve se više traži da učenike opreme praktičnim, prenosivim i vještinama usmjerenim na budućnost. Ovaj dokument stoga kombinira tehničke smjernice, pedagoška načela i strategije širenja u jedinstven, koherentan resurs. Osmišljen je kako bi podržao pružatelje strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u razumijevanju strukture i obrazovne vrijednosti AVICO alata, njihovoj primjeni u različitim kontekstima poučavanja i osposobljavanja te njihovom prilagođavanju različitim profilima učenika, institucionalnim kapacitetima i lokalnim potrebama.

Kao takav, dokument funkcionira i kao praktični vodič za korisnike za navigaciju i korištenje AVICO okruženja za učenje, te kao strateški provedbeni okvir koji olakšava prijenos, skalabilnost i održivost rezultata projekta u različitim sustavima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u Europi.

1. Pregled AVICO MOOC-a

AVICO MOOC (Masovni otvoreni online tečaj) sastavni je dio AVICO projekta, čiji je cilj modernizirati strukovno obrazovanje integriranjem obrazovanja o kodiranju i tehnologija bespilotnih letjelica (UAV) u procese poučavanja i učenja. Platforma je osmišljena kao digitalno okruženje za učenje otvorenog pristupa koje podržava fleksibilno, skalabilno i inovativno obrazovanje za širok raspon učenika, posebno u kontekstima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (VET).

Ciljevi MOOC-a

Glavni ciljevi AVICO MOOC-a su:

- Unaprijediti strukovno obrazovanje integracijom digitalnih tehnologija i vještina kodiranja
- Upoznavanje učenika s tehnologijama bespilotnih letjelica (UAV) kao primijenjenim kontekstom učenja
- Promicati pristupe učenju temeljene na projektima i praksi
- Podržite edukatore otvorenim obrazovnim resursima (OER) i strukturiranim kurikulumima
- Poboljšati digitalne kompetencije i vještine zapošljivosti učenika na modernom tržištu rada

Sveukupno, MOOC ima za cilj premostiti jaz između tradicionalnog strukovnog obrazovanja i zahtjeva brzo razvijajućeg digitalnog i tehnološkog okruženja.

Struktura MOOC-a

AVICO MOOC je strukturiran kao modularni online sustav učenja koji omogućuje učenicima napredovanje kroz sadržaj na fleksibilan način i vlastitim tempom. Ključni strukturni elementi uključuju:

- Tematske module usmjerene na kodiranje i primjenu bespilotnih letjelica
- Video predavanja i nastavni materijali
- Vježbe i praktični zadaci kodiranja
- Aktivnosti učenja temeljene na simulaciji korištenjem scenarija povezanih s dronovima
- Kvizovi i alati za samoprocjenu
- Dostupnost višejezičnog tečaja radi podrške pristupačnosti u svim partnerskim zemljama

Struktura slijedi progresivni model učenja, gdje se teorijsko znanje kontinuirano povezuje s praktičnom primjenom.

Ishodi učenja

Nakon završetka AVICO MOOC-a, od polaznika se očekuje da će:

- Razumjeti osnovne i srednje napredne principe kodiranja
- Primijeniti vještine kodiranja u bespilotnim letjelicama i simulacijskim okruženjima
- Razviti vještine rješavanja problema i računalnog razmišljanja
- Učinkovito raditi u okruženjima učenja temeljenog na projektima
- Pokazati poboljšanu digitalnu pismenost i tehničku kompetenciju
- Primijeniti znanje u stvarnim strukovnim i tehnološkim kontekstima

Ovi su rezultati osmišljeni kako bi podržali i obrazovni razvoj i buduću zapošljivost u tehnološki orijentiranim sektorima.

Pedagoška logika

Pedagoška osnova AVICO MOOC-a temelji se na modernim pristupima usmjerenima na učenika, kombinirajući konstruktivističke i iskustvene principe učenja. Temeljna pedagoška logika uključuje:

- **Učenje temeljeno na projektima (PBL)** Učenici stječu znanje kroz zadatke iz stvarnog svijeta i projekte vezane uz bespilotne letjelice
- **Mješovito obrazovanje o kodiranju** kombiniranje pristupa programiranja temeljenog na blokovima i tekstu
- **Iskustveno učenje** naglasak na učenju kroz rad putem simulacija i praktičnih vježbi
- **Učenje vlastitim tempom:** omogućavanje fleksibilnosti i prilagodbe individualnim potrebama učenja
- **Suradničko okruženje za učenje** poticanje interakcije među učenicima i edukatorima u različitim zemljama

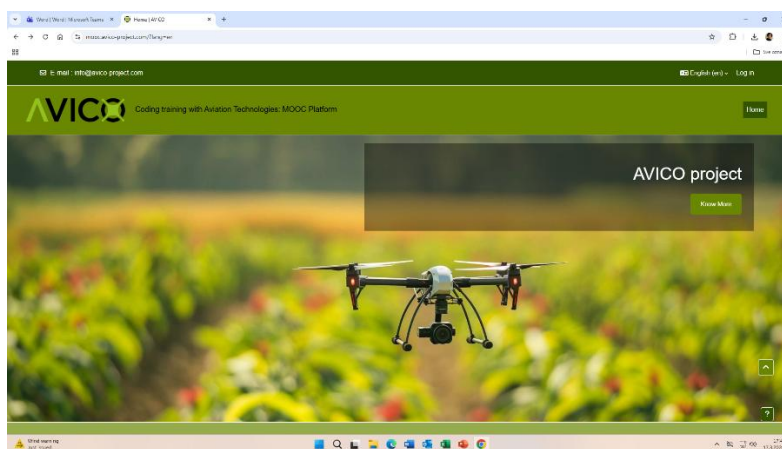
Ovaj pristup je u skladu sa suvremenim principima dizajna MOOC-ova, koji naglašavaju skalabilnost, pristupačnost i interaktivno sudjelovanje u digitalnim okruženjima za učenje.

2. Vodič za korisnike MOOC platforme

2.1. Pristup platformi

Dobrodošli na AVICO platformu za e-učenje! Ovaj sustav se nalazi na <https://mooc.avico-project.com/?lang=en> platforma, koja je posebno dizajnirana za podršku interaktivnom učenju, profesionalnom razvoju i međuinstitucionalnoj suradnji unutar obrazovnih projekata. Pristup platformi dostupan je na ovaj način. Za sve sudionike pristup je putem registracije putem e-pošte: ispunite obrazac, potvrdite svoju e-poštu i prijavite se s vjerodajnicama koje kreirate.

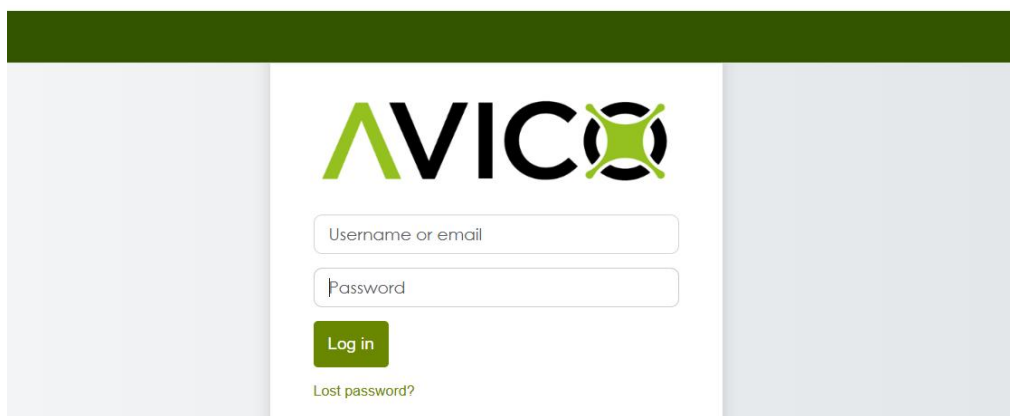
Ove opcije prijave omogućuju potpuni pristup svim AVICO materijalima za tečaj, digitalnim resursima i značajkama platforme.



Slika 1. AVICO nadzorna ploča

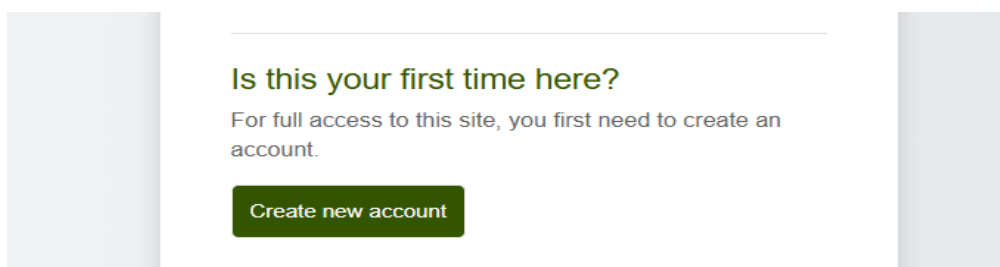
2.1.1. Pristup putem lokalnog korisničkog računa

1. Posjetite platformu: Otvorite web preglednik i idite na:
<https://mooc.avico-project.com/login/index.php>
2. Odaberite Prijava pomoću lokalnog korisničkog računa



Slika 2. Prijava pomoću lokalnog korisničkog računa

3. Ako nemate račun, odaberite opciju za stvaranje novog računa.



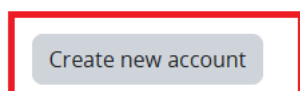
Slika 3. Izrada novog računa

Is this your first time here?

You must complete the following steps in order to gain access to e-courses:

1. Fill out the [New Account](#) web form with your personal details.
2. After submitting the form, you should receive an email at the email address you provided.
3. Please carefully read the email and click on the link in order to confirm your registration and log in to the system.

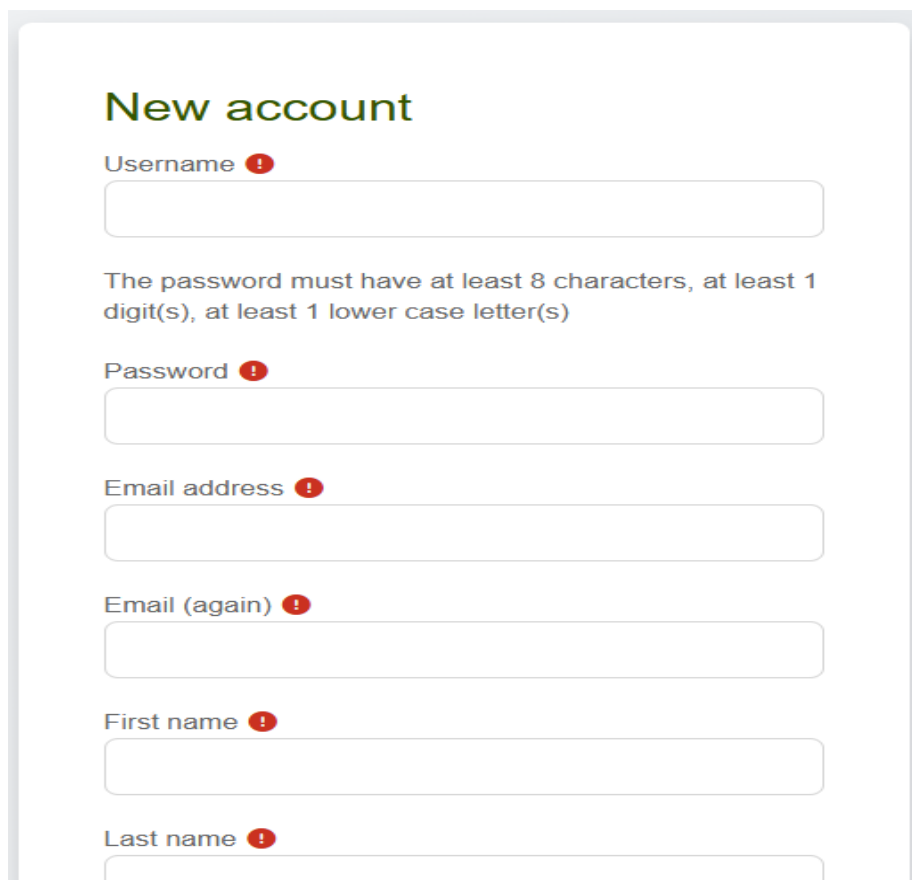
Check out our [quick guide](#) on logging into the MoD system.



Slika 4. Izradite novi račun

Odaberite opciju registracije s vašom adresom e-pošte

Ispunite obrazac za registraciju unosom potrebnih osobnih podataka (ime, adresa e-pošte, lozinka, grad, država itd.).



New account

Username !

The password must have at least 8 characters, at least 1 digit(s), at least 1 lower case letter(s)

Password !

Email address !

Email (again) !

First name !

Last name !

Slika 5. Obrazac za registraciju

Kliknite na Stvori moj novi račun kako biste dovršili registraciju.

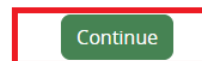
Potvrdite svoju e-poštu

Nakon što pošaljete obrazac, primiti ćete e-poruku s poveznicom za potvrdu.

An email should have been sent to your address at `_____@gmail.com`

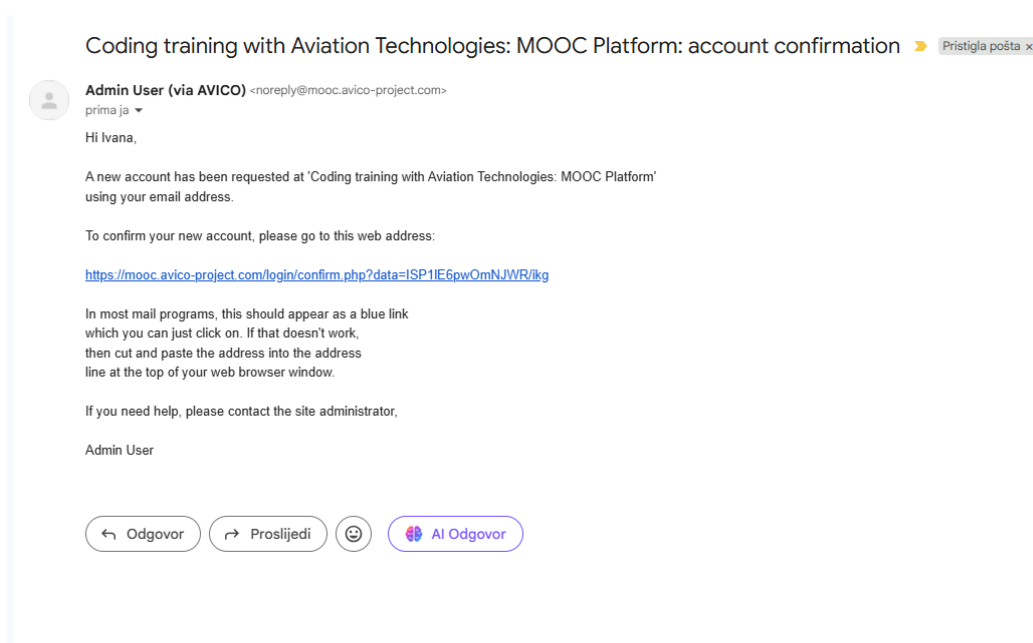
It contains easy instructions to complete your registration.

If you continue to have difficulty, contact the site administrator.



Slika 6. Provjerite e-poštu s poveznicom za potvrdu.

Kliknite na poveznicu u e-poruci kako biste potvrdili i aktivirali svoj račun.



Slika 7. Verifikacija i aktivacija

2.2. Pregled tečaja

Ovaj odjeljak nudi cjelovit vodič o tome kako učinkovito pristupiti i navigirati svojim tečajevima. Od pronalaženja upisanih tečaja do istraživanja pojedinačnih tema i dovršavanja zadataka, razumjet ćete izgled i značajke platforme.

Pristup popisu tečaja

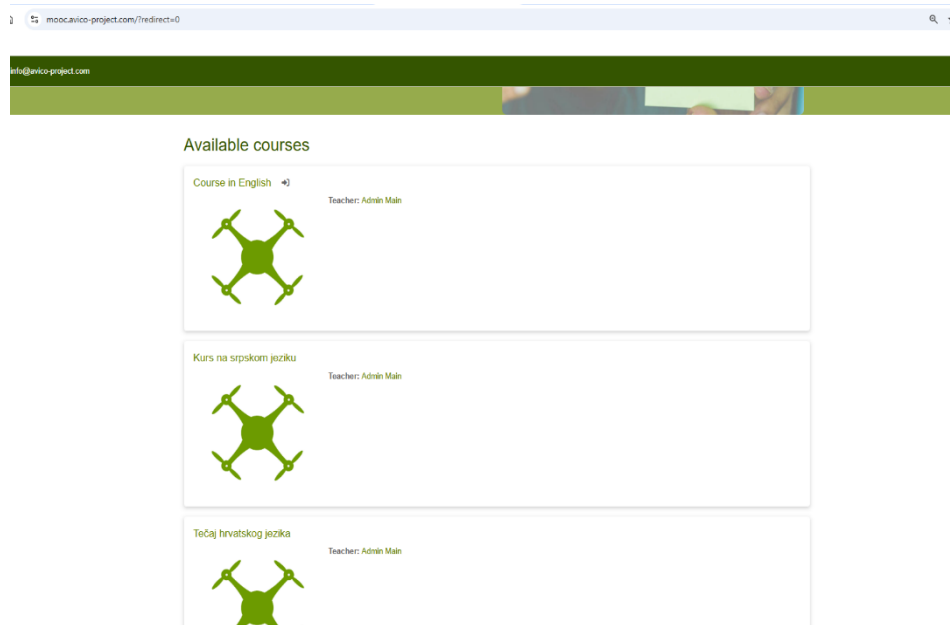
Nakon što se prijavite, u gornjem lijevom kutu pronaći ćete navigacijski izbornik sa sljedećim opcijama: Početna, Nadzorna ploča i Moji tečajevi. Kliknite na Moji tečajevi za pregled popisa tečaja na koje ste upisani.



Slika 8. Početna stranica

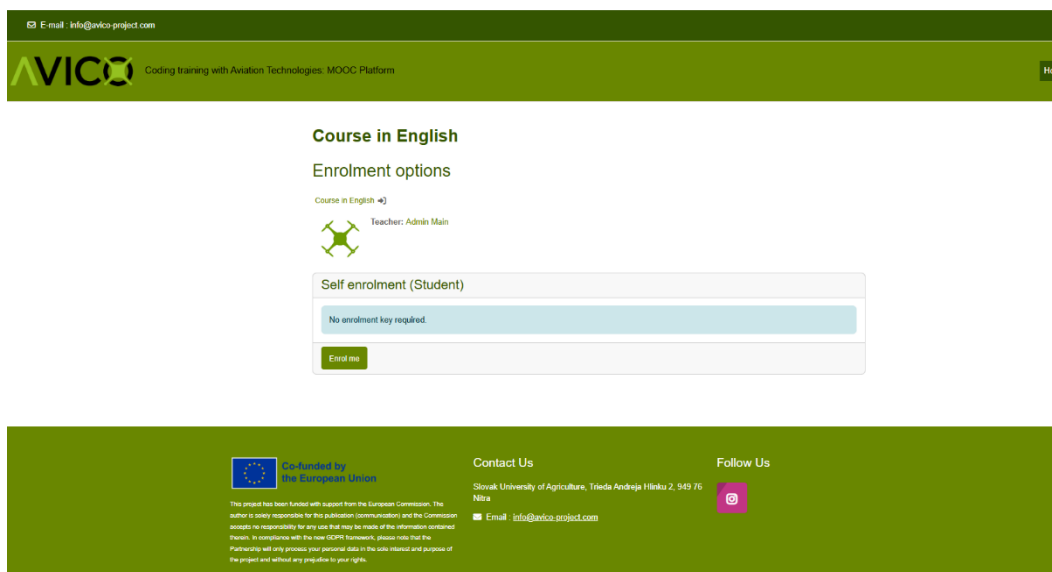
Kliknite na naziv tečaja za pristup njegovom sadržaju. Birate između upisa tečaja na jezicima

konzorcija.



Slika 9. Dostupni tečajevi

Nije potreban ključ za registraciju, sudionici se mogu sami prijaviti.

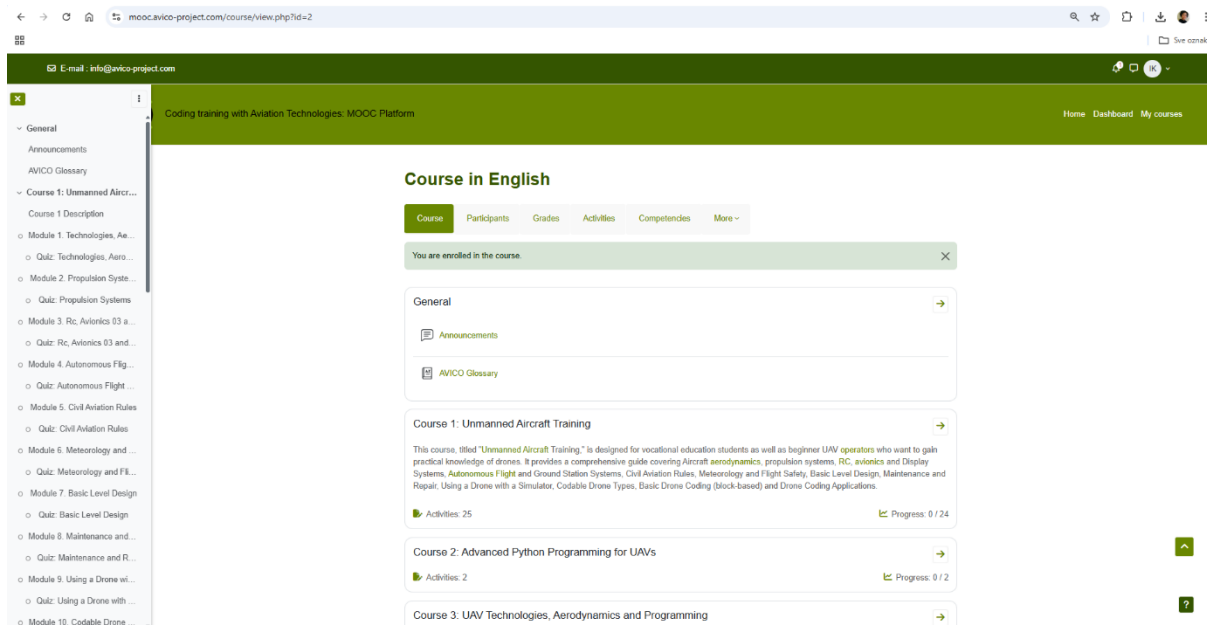


Slika 10. Upis na tečajeve

Navigacija tečajem

Opća tema djeluje kao glavno središte tečaja. Nudi ključne informacije poput kratkog pregleda ciljeva i strukture tečaja, zajedno s važnim najavama ili ažuriranjima vezanim uz tečaj (Obavijesti). Također, ovaj odjeljak predstavlja odjeljak Glosar AVICO platforme.

Sadržaj tečaja je podijeljen u teme s lijeve strane. Kliknite na svaku temu da biste vidjeli njezin sadržaj, koji može uključivati lekcije, prezentacije, videozapise, kvizove i još mnogo toga.

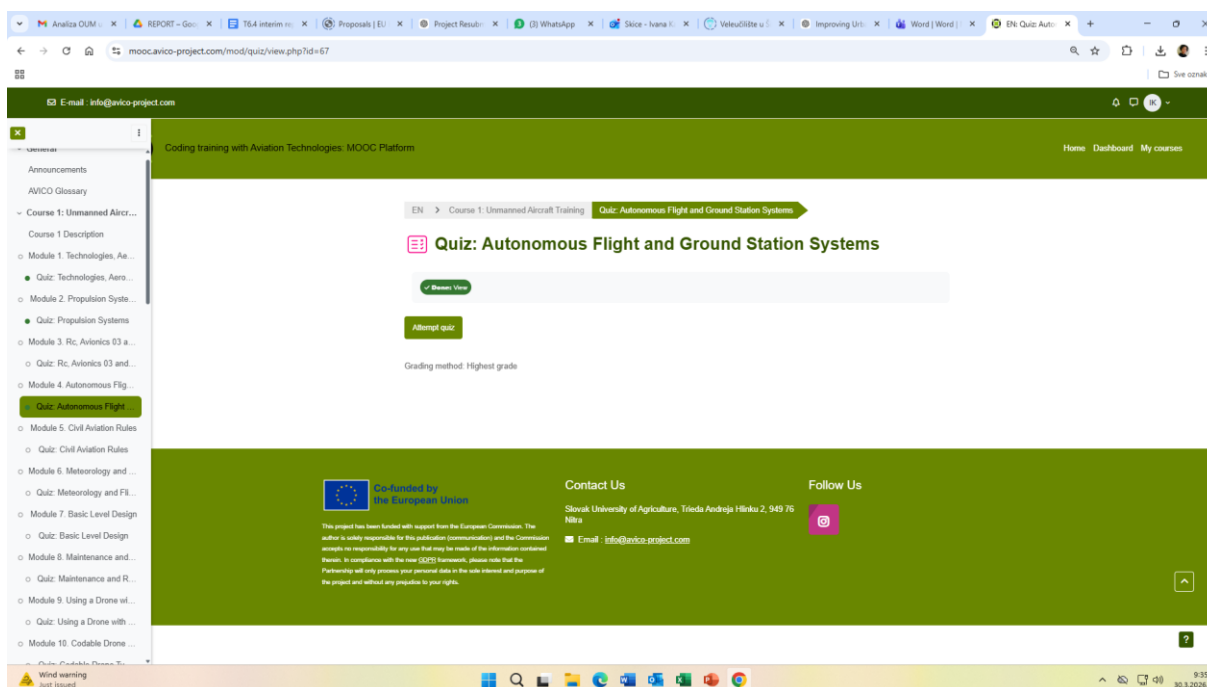


Slika 11. Sadržaj tečajeva

Svaki tečaj je podijeljen na:

- module
- opis tečaja,
- ciljevi modula,
- ishodi učenja,
- organizacija modula,
- preporuke za učenje,
- preporučeno vrijeme za završetak modula,
- odjeljak za daljnja razmišljanja i raspravu.

Zadacima i kvizovima unutar njihovih specifičnih tema možete pristupiti klikom na naslov zadatka ili kviza. Time će se otvoriti aktivnost u kojoj možete slijediti upute za predaju zadatka ili dovršetak kviza.



Slika 12. Kviz

2.3. Komunikacija i podrška

Redovito provjeravajte obavijesti kako biste bili u tijeku. Koristite ih za dobivanje ažuriranja o aktivnostima na tečaju, nadolazećim rokovima ili važnim najavama. Osim toga, možete komunicirati s kolegama i instruktorima sudjelovanjem u raspravama ili postavljanjem pitanja izravno putem foruma ili objava povezanih s obavijestima.



Slika 13. Odjeljak za obavijesti

3. Vodič za simulaciju eksperimentalnog kompleta

3.1. Svrha i uloga eksperimentalnog kompleta

AVICO Experimental Kit osmišljen je kao praktična komponenta podrške AVICO MOOC platforme. Njegova je svrha pomoći učenicima da primijene odabrano teorijsko znanje iz online modula putem simulacijskih, zadataka usmjerenih i praktičnih aktivnosti učenja.

Komplet podržava vezu između online učenja i praktičnog eksperimentiranja. Polaznici ga mogu koristiti za testiranje osnovnih koncepata vezanih uz bespilotne letjelice, logike kodiranja, principa planiranja misije, razmišljanja temeljenog na sensorima i interpretacije podataka u strukturiranom i sigurnom okruženju za učenje. Ovisno o dostupnoj opremi i institucionalnim uvjetima, aktivnosti se mogu provoditi putem alata za simulaciju, programabilnih edukativnih dronova, vježbi u učionici, zadataka analize podataka ili vođenog projektnog rada.

Umjesto da funkcionira samo kao fizički set opreme, Eksperimentalni komplet treba shvatiti kao metodološki i praktični resurs za učenje. On pruža nastavnicima i trenerima primjere kako se sadržaj AVICO tečaja može prenijeti u praktične vježbe prikladne za učenike strukovnih škola.

Osnovni ciljevi

- **Povezivanje teorije s praksom:** Komplet pomaže učenicima da prijeđu s teorijskih koncepata predstavljenih u MOOC-u na praktične zadatke povezane s bespilotnim letjelicama, kao što su osnovna logika leta, vježbe kodiranja, planiranje misije ili interpretacija podataka.
- **Podržavanje sigurnog eksperimentiranja:** Aktivnosti temeljene na simulaciji omogućuju učenicima da testiraju logiku misije, identificiraju pogreške i poboljšaju svoja rješenja prije rada sa stvarnom opremom, gdje je to moguće.
- **Povezivanje aktivnosti s AVICO kurikulumom:** Praktični zadaci povezani su s glavnim tematskim područjima AVICO programa, uključujući principe bespilotnih letjelica, kodiranje, GIS, korištenje podataka i primjenu dronova u poljoprivredi i srodnim sektorima.
- **Razvoj relevantnih kompetencija u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju:** Komplet podržava razvoj praktičnih i tehničkih kompetencija na razini EQF 3-4, posebno rješavanje problema, osnovnu programsku logiku, interpretaciju podataka, tehničku osviještenost i odgovorno donošenje odluka.
- **Podrška učiteljima i trenerima:** Komplet pruža fleksibilan okvir koji se može prilagoditi različitim okruženjima za učenje, uključujući škole s pristupom opremi za dronove, kao i institucije koje se uglavnom oslanjaju na simulacije ili aktivnosti u učionici.

3.2. Scenarij pedagoške upotrebe

AVICO eksperimentalni komplet namijenjen je podršci praktičnoj provedbi AVICO MOOC-a u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju. Pruža nastavnicima i trenerima fleksibilan okvir za kombiniranje online teorijskog učenja s praktičnim aktivnostima temeljenim na simulaciji ili u učionici.

Pedagoški pristup temelji se na postupnom učenju. Polaznici se prvo upoznaju s osnovnim konceptima putem MOOC platforme, a zatim primjenjuju odabrano znanje u vođenim praktičnim zadacima. Ti zadaci mogu uključivati vježbe kodiranja, jednostavno planiranje misije, interpretaciju podataka povezanih s bespilotnim letjelicama, GIS aktivnosti ili scenarije simulacije. Razina praktične provedbe može se prilagoditi dostupnoj opremi, digitalnim alatima i nastavnim uvjetima svakog pružatelja usluga strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.

Ciljana publika

Komplet za eksperimente prvenstveno je namijenjen za:

- Studenti strukovnih škola u područjima kao što su aeronautika, informacijska i komunikacijska tehnologija, elektronika, poljoprivreda, poljoprivredno-prehrambene tehnologije ili srodne tehničke discipline;
- učitelji i treneri koji žele u svoje tečajeve uključiti aktivnosti povezane s bespilotnim letjelicama i kodiranjem;
- početnici u upravljanju bespilotnim letjelicama kojima je potrebna strukturirana uvodna obuka;
- učenici i stručnjaci iz poljoprivredno-prehrambenog sektora koji su zainteresirani za praktičnu upotrebu dronova i digitalnih tehnologija.

Početna razina za učenike

Za početak rada s Experimental Kitom nije potrebno napredno tehničko iskustvo ili iskustvo s bespilotnim letjelicama. Aktivnosti su osmišljene tako da budu pristupačne učenicima s različitim razinama predznanja.

Za uvodne aktivnosti, učenici bi trebali biti u stanju razumjeti osnovne upute, slijediti detaljne postupke i raditi s jednostavnim digitalnim alatima. Za aktivnosti vezane uz kodiranje, osnovno logičko razmišljanje je dovoljno na početku. Napredniji zadaci, posebno oni povezani s Pythonom ili GIS-om, mogu zahtijevati osnovno poznavanje sintakse programiranja, rukovanja podacima ili alata temeljenih na kartama.

Učitelji mogu prilagoditi težinu aktivnosti prema profilu učenika. Za početnike se preporučuju vježbe temeljene na simulaciji i blokovno kodiranje. Za naprednije učenike isti se zadaci mogu



proširiti Python skriptiranjem, analizom podataka ili složenijim planiranjem misija.

Preporučeno trajanje

Komplet za eksperimente može se fleksibilno implementirati, ovisno o strukturi tečaja i raspoloživom vremenu. Kao opća preporuka, cijeli skup aktivnosti može zahtijevati otprilike 80-100 sati, uključujući teorijsku pripremu kroz MOOC i povezani praktični rad.

To se može podijeliti na otprilike 15-20 sati po modulu tečaja, ovisno o broju odabranih zadataka i dubini provedbe. Pružatelji strukovnog obrazovanja i osposobljavanja mogu također koristiti samo odabrane aktivnosti iz kompleta kao kratke praktične vježbe, projektne zadatke ili dopunske zadatke unutar postojećih predmeta.

Model isporuke

Preporučeni model izvođenja je kombinirano učenje. Teorijski dio se izvodi putem AVICO Moodle MOOC platforme, dok Experiment Kit podržava praktičnu primjenu stečenog znanja.

Praktični dio može biti organiziran u različitim formatima:

- aktivnosti u učionici korištenjem radnih listova, skupova podataka ili vođenih vježbi;
- aktivnosti temeljene na simulaciji korištenjem dostupnih softverskih alata;
- laboratorijske sesije s programabilnim edukativnim dronovima ili drugom dostupnom opremom;
- grupni rad temeljen na projektima usmjeren na rješavanje definiranog zadatka vezanog uz bespilotnu letjelicu;
- individualne vježbe kodiranja, GIS-a ili interpretacije podataka.

Grupni rad i individualne aktivnosti

Komplet za eksperimente kombinira individualno i suradničko učenje. Aktivnosti koje uključuju planiranje, raspravu, sigurnosne provjere, dizajn misije ili rad vezan uz hardver prikladne su za male grupe od 2-3 učenika. To podržava timski rad, komunikaciju i podjelu uloga.

Aktivnosti kodiranja, GIS-a i analize podataka mogu se provoditi pojedinačno, posebno kada je cilj procijeniti razumijevanje i tehnički napredak svakog učenika. Međutim, potiču se vršnjačke rasprave i usporedba rezultata, jer pomažu učenicima da razmisle o različitim pristupima i poboljšaju svoja rješenja.

Ova struktura omogućuje korištenje eksperimentalnog kompleta u različitim obrazovnim okruženjima, od kratkih demonstracija u učionici do složenijih praktičnih sesija integriranih u nastavne planove i programe strukovnog obrazovanja.

3.3. Tehničke specifikacije

Ovaj odjeljak definira bitnu tehnološku infrastrukturu potrebnu za učinkovito postavljanje i rad AVICO eksperimentalnog kompleta. Opisuje softverska okruženja, hardverske komponente i računalne kriterije koji čine operativnu okosnicu tečaja. Ove specifikacije su osmišljene kako bi se osiguralo da studenti i instruktori imaju potrebne alate za simulaciju, kodiranje i analizu prostornih podataka, uz održavanje visokih standarda kompatibilnosti hardvera i pouzdanosti sustava u svim eksperimentalnim zadacima.

3.3.1. Softverski zahtjevi

Digitalni alati navedeni u nastavku predstavljaju integrirani softverski paket potreban za razvojne, simulacijske i analitičke faze AVICO tečaja. Ove aplikacije kreću se od vizualnih okruženja za blok kodiranje za početnike do profesionalnih Python distribucija i geografskih informacijskih sustava (GIS). Pravilna konfiguracija ovih zahtjeva ključna je za uspostavljanje besprijekornog tijeka rada između virtualnog laboratorija i fizičkog zrakoplova.

- **Platforme za simulaciju:**

- **DJI Tello EDU Simulator:** Lagano, početno okruženje posebno dizajnirano za obrazovne svrhe. To je primarni alat za testiranje logike temeljene na blokovima (Tečaj 1) i osnovnih Python naredbi. Pruža neposredne vizualne povratne informacije o putanjama leta, omogućujući studentima vizualizaciju "Savršenog kvadrata" (ST-01) ili osnovne navigacije putem točaka bez rizika od oštećenja hardvera.
- **Gazebo:** Profesionalni simulator fizike visoke vjernosti, često uparen s operativnim sustavom robota (ROS). Omogućuje simulaciju složene dinamike krutog tijela, što je ključno za 3. tečaj (Mehanika leta). Studenti mogu koristiti Gazebo za testiranje kako šum senzora utječe na "Sensory Fusion Hub" (ST-11) ili za modeliranje utjecaja gustoće zraka na uzgon.
- **AirSim:** Razvijen od strane Microsofta i temeljen na Unreal Engineu, AirSim pruža fotorealistično renderiranje i napredne mogućnosti umjetne inteligencije. To je preferirano okruženje za Tečaj 1, Modul 12 (Praćenje umjetnom inteligencijom) i Tečaj 5 (Poljoprivredne primjene). Njegova visoka vizualna vjernost omogućuje obuku modela računalnog vida koji se koriste u scenarijima "Praćenje objekata umjetnom inteligencijom" (ST-08) i "Čuvar stoke" (ST-12).

- **Okruženja za kodiranje:**

Kodni stog je osmišljen tako da se prilagođava učenikovoj vještini, prelazeći s vizualne logike na profesionalno skriptiranje:

- **Python 3.x (Anaconda Distribution):** Odabrana zbog svoje dominacije u industriji bespilotnih letjelica i znanosti o podacima. Preporučuje se distribucija Anaconda jer unaprijed uključuje bitne biblioteke poput NumPy, Pandas i Matplotlib,

)pojednostavljujući upravljanje okruženjem. To omogućuje studentima da se odmah usredotoče na 2. tečaj (Python za bespilotne letjelice) i 3. tečaj (Programiranje) bez rješavanja složenih sukoba ovisnosti.

- **Jupyter Notebooks:** Služi kao primarna platforma za analizu podataka i eksperimentiranje. Njegov pristup "pismenog programiranja" omogućuje studentima kombiniranje živog koda s jednadžbama (LaTeX) i vizualizacijama u jednom dokumentu. To je ključno za bilježenje hipoteza misije (faza A) i generiranje vizualnih rezultata tijekom obrade podataka (faza D).
- **Scratch & DroneBlocks:** Korišteno u uvodnim modulima (Tečaj 1, Mod 11). Ovi blokovski jezici omogućuju studentima da savladaju temeljne računalne koncepte - poput petlji, uvjetnih naredbi i varijabli - putem sučelja s funkcijom "drag-and-drop". To osigurava da studenti mogu izvršavati logiku misije poput "Savršenog kvadrata" (ST-01) bez obzira na njihovo početno znanje programiranja.
- **GIS i kartiranje:**
 - QGIS (otvorenog koda) za prostornu analizu:** Kao industrijski standardni geografski informacijski sustav otvorenog koda, QGIS je glavni analitički mehanizam za Tečaj 4 i Tečaj 5. Njegovo uključivanje u komplet omogućuje studentima da obrade sirove zračne podatke u praktične informacije bez licencnih prepreka.
 - **Upravljanje fotogrametrijskim rezultatom:** QGIS se koristi za uvoz i vizualizaciju ortomozaika (karte visoke rezolucije izrađene od spojenih fotografija dronom). Studenti uče georeferencirati te karte kako bi osigurali da se savršeno poravnavaju sa stvarnim koordinatama.
 - **Modeliranje terena i elevacije:** Omogućuje generiranje digitalnih modela elevacije (DEM) i digitalnih modela površine (DSM). Oni su ključni za "Digitalni kartograf" (ST-03) i za izračunavanje volumena ili nagiba u zadacima "Obnove šuma" (ST-09).
 - **Alati za preciznu poljoprivredu:** Koristeći rasterski kalkulator, studenti implementiraju formule spektralnog indeksa poput NDVI-ja (Normalizirani indeks razlike vegetacije). To je ključ za "Lovac na stres usjeva" (ST-04), koji omogućuje identifikaciju problema sa zdravljem biljaka iz multispektralnih simuliranih podataka.
 - **Prostorna interoperabilnost:** QGIS podržava integraciju satelitskih snimaka, vektorskih podataka (katastarskih granica) i telemetrije dronova u stvarnom vremenu, pružajući holistički pogled za zadatke poput "Čuvara stoke" (ST-12).
- **Softver zemaljske kontrolne stanice (GCS):**

Djelujući kao središnje sučelje za zapovijedanje i upravljanje, GCS softver uspostavlja dvosmjernu komunikaciju između operatera i bespilotne letjelice putem MAVLink protokola. Ovo je primarni alat za Tečaj 1, Modul 4 (Autonomni sustavi leta i zemaljskih stanica).

- **Planer misije:** Napredna zemaljska stanica temeljena na Windowsima za ArduPilot ekosustav. Pruža najopsežniji skup alata za dubinsku konfiguraciju hardvera, podešavanje PID-a, 3D planiranje putnih točaka i forenzičku analizu dnevnika leta. Neophodna je za zadatke koji zahtijevaju detaljne prilagodbe mehanici leta (ST-11).
- **QGroundControl:** Moderni, višeplatformski GCS dizajniran za visoku upotrebljivost i sučelja optimizirana za dodir. Nudi standardizirano iskustvo za PX4 i ArduPilot sustave. U kompletu se QGroundControl koristi za dizajniranje automatiziranih mrežnih istraživanja i praćenje telemetrije senzora uživo tijekom scenarija poljoprivredne simulacije (ST-04, ST-09, ST-12).

3.3.2. Hardverske komponente

Fizičke komponente Experimental Kita osmišljene su kako bi pružile opipljivu platformu za testiranje teorijskih koncepata i koda razvijenog tijekom tečaja. Ovaj odabir hardvera prebacuje studenta iz virtualne sigurnosti simulatora u složenost fizike stvarnog svijeta, aerodinamike i prikupljanja podataka senzora. Sastavljanjem, kalibracijom i primjenom ovih specifičnih modula, polaznici stječu bitno praktično iskustvo u održavanju bespilotnih letjelica, mehanici leta i preciznim elektroničkim sustavima.

- **Sustavi bespilotnih letjelica:**

Komplet uključuje dvije različite zračne platforme koje pokrivaju cijeli spektar AviCo nastavnog plana i programa:

- **Programabilni mini dron (Tello EDU stil):** Ova platforma posvećena je modulima za razvoj softvera (Tečaj 1, Modul 11; Tečaj 2). Sadrži otvoreni SDK koji studentima omogućuje izravno izvršavanje naredbi putem Pythona ili blok kodiranja. Njegova unutarnja stabilizacija i značajke sigurnosti u zatvorenom prostoru čine ga idealnim alatom za vježbanje logike misije, autonomne navigacije i osnovnih zadataka računalnog vida bez potrebe za opsežnim propisima o letenju.
- **Komplet za samostalnu montažu kvadkoptera (okvir od 5 inča):** Profesionalni komplet za sastavljanje usmjeren na hardverske i inženjerske module (Tečaj 1, Moduli 1, 2, 8; Tečaj 3). Ovaj "Barebone" komplet zahtijeva od studenata da fizički sastave dron, pružajući im izravno iskustvo s elektroničkim regulatorima brzine (ESC), motorima bez četkica, regulatorima leta (FC) i pločama za distribuciju energije (PDB). To je primarni alat za učenje održavanja, popravka i temeljne elektronike profesionalnih UAV sustava.

- **Napredni paket senzora:**

Komplet sadrži niz visokopreciznih senzora koji omogućuju autonomnu navigaciju i specijalizirano prikupljanje podataka. Ovi senzori su "oči i uši" drona, a savladavanje

njihove integracije ključni je ishod učenja:

- **GPS modul (Globalni sustav pozicioniranja):** Neophodno za navigaciju po točkama na otvorenom i georeferenciranje zračnih snimaka. Omogućuje dronu da zadrži svoju poziciju u vjetru i omogućuje siguran "povratak kući" (RTH). U 4. tečaju, GPS podaci su temelj za GIS mapiranje i digitalnu kartografiju.
- **IMU (inercijalna mjerna jedinica):** Sastoji se od 3-osnog akcelerometra i 3-osnog žiroskopa. Ovo je srž stabilizacije leta. IMU mjeri nagib, ubrzanje i brzine rotacije stotinama ciklusa u sekundi. Studenti analiziraju IMU zapise u 3. tečaju kako bi razumjeli dinamiku leta i prigušivanje vibracija.
- **Barometar (senzor atmosferskog tlaka):** Koristi se za precizno održavanje visine. Detektiranjem malih promjena tlaka zraka, barometar omogućuje dronu održavanje konzistentne visine u odnosu na polijetanje. To je ključno za ortomozaično snimanje slika (Tečaj 4) gdje je potrebna konzistentna visina za precizno spajanje slika.
- **NoIR kamera (blisko infracrveno zračenje):** Specijalizirana kamera bez infracrvenog filtera, koja omogućuje snimanje NIR valnih duljina. U kombinaciji s podacima vidljive svjetlosti, omogućuje izračun NDVI indeksa. Ovaj senzor je primarni alat za Tečaj 5, Modul 2, omogućujući studentima simulaciju i provođenje praćenja precizne poljoprivrede.
- **Računalni zahtjevi radne stanice:** Računalna snaga koju zahtijeva komplet uvjetovana je potrebom za simulacijskom fizikom niske latencije i intenzivnom obradom prostornih podataka:
 - **Procesor (minimalno Intel i5 ili ekvivalent):** Višejezgreni procesor je obavezan za rukovanje istovremenim nitima iz zemaljske kontrolne stanice, simulatora leta (Gazebo/AirSim) i Python skripte. i5 procesor (10. generacije ili noviji) osigurava da visokofrekventni telemetrijski podaci ne uzrokuju kašnjenje sustava, što bi moglo dovesti do kritičnih scenarija "odleta" tijekom testiranja.
 - **Memorija (minimalno 8 GB RAM-a, preporučeno 16 GB):** 8 GB je osnova za pokretanje osnovnih simulatora i IDE-ova za kodiranje. Međutim, 16 GB se toplo preporučuje za Tečaj 4 (GIS) i Tečaj 5 (Poljoprivreda). Fotogrametrijski zadaci - poput spajanja stotina zračnih fotografija u ortomozaike visoke rezolucije - izuzetno su memorijski zahtjevni.
 - **Operativni sustav (Windows 10/11 ili Linux Ubuntu 20.04+):** * Windows: Potrebno za profesionalne GCS alate poput Mission Plannera i DJI Tello EDU SDK-a, nudeći najbolju podršku za upravljačke programe za većinu komercijalnog hardvera.
 - **Linux (Ubuntu):** Industrijski standard za napredno istraživanje bespilotnih letjelica. Ubuntu je ključan za studente koji prelaze na 3. tečaj, jer pruža izvornu podršku za ROS (Robot Operating System) i Gazebo, omogućujući složeniji razvoj autonomne logike.

- **Grafika (preporučuje se namjenska grafička kartica):** Iako integrirana grafika može biti dovoljna za jednostavne zadatke, namjenski GPU (npr. NVIDIA GTX/RTX serija) značajno ubrzava renderiranje 3D mapa u QGIS-u i poboljšava vjernost fizike u AirSimu.

3.4. Struktura eksperimentalnih zadataka

Svaki zadatak unutar kompleta slijedi standardizirani protokol u 5 faza osmišljen da odražava profesionalne inženjerske tijekove rada:

1. Faza A: Koncept – Okvir problema i teorijska osnova

- **Identifikacija problema: Studento** prelaze s općeg pitanja (npr. "Kako stabilizirati let?") na specifičan tehnički izazov. To uključuje identificiranje varijabli koje su u igri - poput otpora vjetra, šuma senzora ili kašnjenja baterije.
- **Teorijska povezanost:** Studenti moraju povezati problem sa specifičnim AviCo modulima. Na primjer, stabilizacija se odnosi na 1. tečaj: Aerodinamika i 3. tečaj: Mehanika leta.
- **Razvoj hipoteze:** Na temelju nastavnog plana i programa, učenici predviđaju ishod. („Ako povećamo derivativno pojačanje u PID regulatoru, dron će brže reagirati na iznenadne udare vjetra“).
- **Definiranje ograničenja:** Utvrđivanje ograničenja opreme (npr. brzine osvježavanja senzora ili ograničenja vremena leta) kako bi se osiguralo da je predloženo rješenje realistično.

2. Faza B: Postavljanje – Konfiguracija sigurnosti i okruženja

- **Kontrolna lista za hardver prije leta:** Fizički pregled zrakoplova. To uključuje provjeru strukturne cjelovitosti (vijci i okvir), provjeru glatkoće rotacije motora i osiguravanje da su propeleri montirani u ispravnom smjeru CW/CCW. Napon baterije mora se provjeriti multimetrom ili telemetrijom.
- **Inicijalizacija softverskog okruženja:** Priprema digitalnog radnog prostora. To uključuje otvaranje potrebnog IDE-a (npr. Jupyter Notebook), uvoz biblioteka (NumPy, Matplotlib) i uspostavljanje stabilne serijske ili Wi-Fi veze između radne stanice i bespilotne letjelice/simulatora.
- **Kalibracija senzora:** Izvršavanje kalibracijskih rutina za IMU (niveliranje) i kompas (dalje od magnetskih smetnji). Za GIS zadatke to uključuje postavljanje ispravnog koordinatnog referentnog sustava (CRS) u QGIS-u.
- **Radna sigurnosna zona:** Definiranje "volumena leta". Za unutarnja ispitivanja,

postavljanje sigurnosnih mreža ili granica; za vanjska ispitivanja, provjera broja GPS satelita (>6) i provjera lokalnih ograničenja "zone zabrane leta".

- **Sigurna provjera:** Potvrđivanje da su okidači "Povratak kući" (RTH) ili "Automatsko slijetanje" ispravno kodirani i aktivni u slučaju gubitka signala ili kritično niske baterije.

3. Faza C: Akcija – Provedba i izvršenje misije

- **Iterativni tijek rada kodiranja:** Razvoj skripte u malim, testiranim blokovima. Studenti implementiraju logiku (npr. putanju leta ili petlju za obradu podataka) i prvo je implementiraju u simulator. Ako je uspješan, kod se prenosi na fizičku bespilotnu letjelicu.
- **Početak misije:** Izvršavanje sekvence "Naoružavanje" i pokretanje leta. Za autonomne zadatke, ovo je aktivacija skripte; za ručne zadatke, ovo je početak vježbe pilotiranja.
- **Telemetrijsko praćenje u stvarnom vremenu:** Aktivno promatranje "živog prijenosa" podataka o letu na zemaljskoj stanici. Studenti moraju pratiti nagib, ljuljanje, skretanje, visinu i potrošnju struje. To je ključno za otkrivanje odstupanja od hipoteze faze A u stvarnom vremenu.
- **Dinamičko podešavanje:** Prepoznavanje i ispravljanje pogrešaka "u letu". Ako se dron ponaša neočekivano, studenti moraju odlučiti hoće li nastaviti misiju ručnim preusmjeravanjem ili pokrenuti hitno slijetanje.
- **Prikupljanje podataka:** Osiguravanje da svi senzori (kamera, GPS, IMU) ispravno bilježe podatke na internu SD karticu ili telemetrijski poslužitelj povezan s oblakom tijekom trajanja "Akcije".

4. Faza D: Obrada podataka – Analiza i vizualizacija

- **Dohvaćanje i parsiranje podataka:** Izdvajanje sirovih datoteka zapisnika (CSV, BIN ili TLOG) s SD kartice ili softvera zemaljske stanice kontrolera leta. Slike snimljene tijekom misije prenose se za fotogrametrijsku obradu.
- **Čišćenje i priprema podataka:** Korištenje Pythona (Pandas biblioteka) za filtriranje šuma, obradu nedostajućih podatkovnih točaka (npr. padova GPS signala) i sinkronizaciju vremenskih oznaka između različitih senzora (IMU vs. GPS).
- **Napredna analiza (inženjering značajki):** Transformiranje sirovih metrika u tehničke pokazatelje. To uključuje izračun koeficijenta podizanja (C_L), pronalaženje "Polara vučenja" (Tečaj 2, Mod 8) ili izračunavanje indeksa normalizirane razlike vegetacije (NDVI) iz multispektralnih snimaka za zadatke Tečaja 5.
- **Profesionalna vizualizacija:** Generiranje informativnih grafikona i karata. Studenti koriste Matplotlib za izradu vremenskih serija grafova učinkovitosti motora ili QGIS za obradu sirovih fotografija u 3D oblake točaka, digitalne

modele elevacije (DEM) i ortomozaike.

- **Provjera rezultata:** Uspoređivanje obrađenih podataka s hipotezom faze A. Učenici utvrđuju korelira li opaženo fizičko ponašanje s očekivanim matematičkim modelom.

5. Faza E: Zaključak – Refleksivno sažimanje i optimizacija

- **Tehnička usporedba:** Strukturirana usporedba između "Očekivanih rezultata" (hipoteza iz faze A) i "Stvarnih opaženih podataka" (rezultati iz faze D). Studenti moraju kvantificirati pogreške ili odstupanja.
- **Analiza temeljnog uzroka (RCA):** Ako je ponašanje drona odstupalo od modela (npr. nestabilan let, netočne GPS točke), studenti istražuju zašto. Uobičajeni uzroci uključuju buku iz okoline, pomicanje senzora ili latenciju u petlji izvršavanja Pythona.
- **Recenzija i prezentacija:** Dijeljenje nalaza s razredom. Studenti objašnjavaju svoju metodologiju i brane svoja tumačenja podataka, simulirajući profesionalnu inženjersku sesiju rasprave.
- **Prijedlozi za optimizaciju sustava:** Na temelju analize, studenti predlažu specifične promjene koda ili hardvera kako bi poboljšali performanse u budućim misijama (npr. "Podešavanje pojačanja integralnog PID regulatora radi smanjenja pogreške u stacionarnom stanju").
- **Završna laboratorijska dokumentacija:** Sastavljanje rada u standardizirano izvješće (vidi Dodatak) koje uključuje finalizirani kod, ključne vizualizacije i potpisanu kontrolnu listu kojom se potvrđuje sigurna pohrana eksperimentalnog kompleta.

3.5. Praktični scenariji simulacije

Ovaj odjeljak predstavlja odabranu zbirku praktičnih simulacijskih zadataka i eksperimenata. Ovi scenariji osmišljeni su kako bi premostili jaz između teorijskih modula i profesionalnih primjena na terenu. Sudjelovanjem u ovim raznolikim zadacima - od osnovne mehanike leta do naprednog praćenja pomoću umjetne inteligencije - studenti razvijaju kritičko razmišljanje i tehničku vještinu potrebnu u industriji bespilotnih letjelica u razvoju. Svaki scenarij je mapiran na specifične module nastavnog plana i programa kako bi se osiguralo koherentno učenje koje logiku kodiranja prevodi u podatke o fizičkom kretanju i okolišu.

Povezano s modulima AVICO kurikuluma Tablica 1:

ID zadatka	Titula	Veza na tečaj	Cilj	Očekivani izlaz
ST-01	Savršeni kvadrat	Tečaj 1 / Mod 11	Logika temeljena na glavnim blokovima za	Automatizirano polijetanje, pravokutna

			upravljanje putanjom.	putanja i precizno slijetanje.
ST-02	Aerodinamički polarni tracker	Tečaj 2 / Mod 8	Koristite Python (Matplotlib) za praćenje i crtanje aerodinamičkog polara (Cl vs Cd).	Grafik polarnog otpora koji ilustrira aerodinamičku učinkovitost i točke zastoja.
ST-03	Digitalni kartograf	Tečaj 4 / Mod 1	Izradite 3D model terena iz simuliranih zračnih snimaka.	DEM (digitalni model elevacije) datoteka u QGIS-u.
ST-04	Lovac na stres usjeva	Tečaj 5 / Mod 2	Identificirajte "žute zone" u polju koristeći simulirane NDVI podatke.	Karta propisa za ciljano navodnjavanje.
ST-05	Sigurnosni sustav u slučaju nužde	Tečaj 6 / Mod 1	Kodirajte okidač "Povratak kući" (RTH) za slabu bateriju.	Dron se automatski vraća kada je baterija < 20%.
ST-06	Kalkulator uzgona i otpora	Tečaj 1 / Mod 1	Primijenite Bernoullijevu jednadžbu na modeliranje performansi leta.	Python skripta koja izračunava uzgon u stvarnom vremenu na temelju površine krila.
ST-07	Održavanje OOP-a	Tečaj 2 / Mod 3	Koristite objektno orijentirano programiranje za praćenje stanja hardvera.	Sustav temeljen na klasi koji obavještava korisnika o istrošenosti motora.
ST-08	Praćenje objekata	Tečaj 1 / Mod 12	Implementirajte računalni vid	Simulacijski video koji

	umjetne inteligencije		(OpenCV) za praćenje cilja.	prikazuje dron kako prati automobil u pokretu.
ST-09	Obnova šuma	Tečaj 5 / Mod 2	Planirajte misiju bombardiranja sjemenom za područja oporavka nakon požara.	Plan leta optimiziran za nadmorsku visinu terena i sjene.
ST-10	Regulatorni revizor	Tečaj 6 / Mod 1	Izradite digitalnu reviziju za usklađenost Slovačke/EU s propisima o dronima.	Kontrolna lista softvera s uputama na Zakon o zrakoplovstvu.
ST-11	Senzorni fuzijski centar	Tečaj 1 / Mod 4	Kombinirajte podatke GPS-a, IMU-a i barometra za pozicioniranje.	Spojeni skup podataka koji prikazuje procjenu nadmorske visine visoke točnosti.
ST-12	Čuvar stoke	Tečaj 5 / Mod 2	Simulirajte praćenje životinja korištenjem logike termovizijskog snimanja.	Vizualizacija toplinske karte koja identificira lokacije životinja.

3.6. Procjena i evaluacija

Uspješnost se mjeri višedimenzionalnom rubrikom:

- **Sigurnost (30%):** Pridržavanje kontrolnih popisa prije leta i protokola za rukovanje baterijama.
- **Tehnička točnost (30%):** Radi li kod bez grešaka? Je li sklop drona strukturno ispravan?
- **Analitička dubina (20%):** Sposobnost ispravnog tumačenja GIS karata ili Python zapisa

podataka.

- **Dokumentacija (20%):** Kvaliteta izvješća o misiji i zapisa u dnevniku leta.

3.6.1. Rubrike za procjenu specifičnih scenarija

Tablica 2. Za svaki scenarij primjenjuju se sljedeći kriteriji na temelju gore navedenih ponderiranih postotaka:

ID zadatka	Sigurnost (30%)	Tehnička točnost (30%)	Analitička dubina (20%)	Dokumentacija (20%)
ST-01	Ispravni protokoli polijetanja/slijetanja; bez sudara.	Logika kvadratne petlje je ispravna; precizno slijetanje.	Identifikacija uzroka pomicanja (vjetar/senzori).	Potpuna snimka zaslona blok koda i dnevnik leta.
ST-02	Siguran izvoz podataka; pravilno rukovanje datotekama simulatora.	Ispravna sintaksa Matplotlib grafikona; točan izračun Cl/Cd.	Interpretacija omjera "točke zastoja" i "najboljeg klizanja".	Komparativna analiza različitih tipova aeroprofila.
ST-03	Sigurnosne provjere područja misije; planiranje sigurne visine.	Kvaliteta preklapanja ortomozaika (>70%); točnost postavki QGIS-a.	Točnost mjerenja visine terena.	Izvezeno DEM izvješće i topografska karta.
ST-04	Sigurnost utvrđivanja podataka na terenu; provjere kalibracije senzora.	Ispravna implementacija NDVI formule; spektralno poravnanje.	Korelacija između vrijednosti NDVI-ja i zdravlja biljaka.	Karta propisa s preporukama za navodnjavanje.
ST-05	Učinkovitost okidača za povratak u prvobitni položaj; izbjegavanje	Logika koda za detekciju slabe baterije; Preciznost GPS povrata.	Obrazloženje sigurnosnog praga od 20%.	Videozapis uspješnog autonomnog povratka i podaci zapisnika.

	prepreka.			
ST-06	Validacija matematičkih granica; konzistentnost jedinica.	Ispravna primjena Bernoullijeve formule u kodu.	Analiza osjetljivosti uzgona u odnosu na gustoću zraka.	Tablica rezultata za različite uvjete leta.
ST-10	Točnost regulatornih podataka; provjera usklađenosti s GDPR-om.	Potpunost alata za reviziju; logika baze podataka.	Pravno tumačenje "zona zabrane leta" i dozvola.	Završno izvješće o usklađenosti za određeni scenarij leta.
ST-11	Praćenje IMU/GPS signala; provjere ispravnosti senzora.	Logika algoritma fuzije (Kalman/komple mentarni); ispravljanje pomaka.	Usporedba kvalitete sirovih podataka i objedinjenih podataka.	Analiza karotaža pokazuje smanjenu pogrešku visine.
ST-12	Sigurnosna udaljenost za životinje; kalibracija toplinskog senzora.	Logika algoritma toplinske detekcije; generiranje toplinske mape.	Točna identifikacija "vrućih točaka" u odnosu na okoliš.	Vizualizacija distribucije stada i izvješća o dobrobiti.

3.7. Priručnik za edukatore i izvođenje

Ovaj odjeljak pruža bitne smjernice za edukatore i trenere odgovorne za provođenje AVICO nastavnog plana i programa. U njemu se opisuju pedagoške strategije osmišljene za maksimiziranje angažmana studenata i kritičkog razmišljanja uz istovremeno upravljanje tehničkim složenostima letenja i kodiranja bespilotnim letjelicama. Priručnik služi kao putokaz za olakšavanje praktičnih sesija, osiguravajući da instruktori mogu prijeći s pukog izvora informacija na aktivne vodiče u studentskom putu rješavanja problema.

3.7.1. Strategije facilitacije

Strategije facilitacije usredotočuju se na pomicanje uloge instruktora s primarnog pružatelja informacija na mentora i katalizatora otkrića. Primjenom Sokratove metode, učitelji potiču

učenike da artikuliraju fiziku i logiku iza ponašanja svoje bespilotne letjelice, umjesto da pružaju neposredna tehnička rješenja. Nadalje, rotacija uloga osigurava da svaki učenik iskusi različite odgovornosti profesionalnog tima dronova - od preciznosti pilota do analitičke strogosti znanstvenika podataka - potičući okruženje suradnje u kojem se istovremeno razvijaju tehničke i meke vještine.

- **Sokratska metoda:**Kada učenikov dron skrene ulijevo, umjesto davanja odgovora pitajte: "Zašto misliš da dron skreće ulijevo?".
- **Rotacija uloga:**Osigurajte da se studenti izmjenjuju u ulogama pilota, promatrača sigurnosti i analitičara podataka.
- **Poticanje na "brzi neuspjeh":**Stvorite kulturu u kojoj se studenti potiču da prvo ne uspiju u simulatoru. Koristite rušenja kao sesije otklanjanja pogrešaka kako biste razumjeli ograničenja svog koda.
- **Pregled koda od strane ravnopravnih korisnika:**Prije fizičkog leta, neka studenti razmijene svoje Python skripte. Ako jedan student ne može objasniti logiku drugome, skripta nije spremna za implementaciju.
- **Validacija simulacije u stvarnost:**Naložite da se nikakav kod ne smije učitati na dron dok se misija uspješno ne završi tri puta zaredom unutar simulatora leta.
- **Zagovaranje sigurnosne etike:**Stalno premošćujte tehničke zadatke s pravnim/etičkim implikacijama (npr. "Ako vaša umjetna inteligencija za čuvanje stoke pogrešno identificira metu, koja je pravna odgovornost na temelju Tečaja 6?").

3.7.2. Rješavanje problema i uobičajene pogreške

Ovaj odjeljak služi kao praktični dijagnostički vodič koji pomaže korisnicima u rješavanju tehničkih izazova koji se mogu pojaviti tijekom sastavljanja hardvera, razvoja softvera ili terenskih operacija. Identificiranjem i kategorizacijom najčešćih točaka kvara, ovaj resurs ima za cilj pojednostaviti proces rješavanja problema, omogućujući studentima da uče iz uobičajenih pogrešaka i održavaju visoku operativnu spremnost.

- **Hardver:**
 - **Obrnuti propeleri:**Glavni uzrok neuspjelih polijetanja. Provjerite oznake orijentacije CW/CCW.
 - **Kvarovi GPS zaključavanja:**Pazite da ste vani s jasnim pogledom na nebo; izbjegavajte testiranje pod gustim drvećem ili u blizini visokih nebodera.
 - **Interferencija kompasa:**Ne kalibrirajte dron u blizini velikih metalnih predmeta (automobila, armiranog betona) ili vodova visokog napona.
 - **Pad napona LiPo baterije:**Ako se dron ponaša nepravilno pri visokom gasu, provjerite je li baterija istrošena ili je napon baterije nizak.
- **Softver:**
 - **Uvlačenje u Pythonu:**Kritično u 2. tečaju. Koristite linter ili IDE koji vizualno ističe

- tabulatore u odnosu na razmake.
- **Sukobi portova/IP adresa:**Ako skripta ne može pronaći bespilotnu letjelicu, provjerite da nijedan drugi pozadinski proces ne koristi isti komunikacijski port.
- **Nedostaju ovisnosti:**"ModuleNotFoundError" obično znači da NumPy, Pandas ili OpenCV treba instalirati putem pipa.
- **Beskonačne SDK petlje:**Uvijek uključite uvjete "prekid" ili "vremensko ograničenje" u autonomne skripte kako biste spriječili scenarije "odleta".
- **GIS:**
 - **Neusklađenosti CRS-a:**Neusklađeni koordinatni referentni sustavi uzrokuju neusklađene slojeve karte. Uvijek provjerite EPSG kodove u postavkama QGIS projekta.
 - **Fotogrametrijske rupe:**Obično uzrokovano nedovoljnim preklapanjem (<70%). Ponovite misiju s užom mrežom putanje leta.
 - **Nedostaju Z-podaci:**Prije nego što pokušate 3D renderiranje terena, provjerite sadrži li rasterski sloj vrijednosti elevacije.

3.8. Prilog: Materijali spremni za upotrebu

Dodatak pruža zbirku standardiziranih obrazaca, predložaka i radnih listova osmišljenih za podršku pedagoškim i operativnim zahtjevima AVICO tečaja. Ovi materijali djeluju kao "spremni za upotrebu" alati za nastavnike i učenike, osiguravajući dosljednost u prikupljanju podataka, upravljanju sigurnošću i evaluaciji učinka. Korištenjem ovih standardiziranih resursa, strukovne škole mogu održavati visoke profesionalne standarde uz istovremeno pojednostavljenje administrativnih aspekata laboratorijskih i terenskih aktivnosti.

3.8.1. Predložak kontrolnog popisa: Sigurnost prije leta

- ✓ Vizualni pregled okvira i propelera.
- ✓ Provjeren napon baterije (>3,8 V po ćeliji).
- ✓ Potvrđena jačina radio signala.
- ✓ Potvrđen status zone zabrane leta (Modul zakonodavstva).
- ✓ Kalibracija kompasa uspješna.

3.8.2. List za promatranje: analiza podataka

- **Ime učenika/studentice:** _____
- **Zadatak:**ST-02 (Aerodinamički polarni tragač)
- **Opaženo ponašanje:** _____

- **Proizlaziti:**[Prošao / Pao] _____

4. Okvir za usvajanje i replikaciju

4.1 Svrha i strateški pristup

Svrha ovog okvira je podržati pružatelje strukovnog obrazovanja i osposobljavanja (VET) u učinkovitom usvajanju, prilagođavanju i provedbi AVICO pristupa učenju unutar vlastitih institucionalnih konteksta. Umjesto predstavljanja krutog modela provedbe, AVICO okvir je osmišljen kao fleksibilna i prenosiva metodologija koja može odgovoriti na različite potrebe učenika, nastavnika i obrazovnih sustava diljem Europe.

U kontekstu brzo razvijajućih zahtjeva tržišta rada i digitalne transformacije, od pružatelja strukovnog obrazovanja i osposobljavanja sve se više traži da integriraju inovativne pristupe poučavanju koji kombiniraju tehničko znanje s praktičnom primjenom. Okvir AVICO rješava ovaj izazov nudeći strukturiran, ali prilagodljiv model koji povezuje obrazovanje kodiranja s primjenom bespilotnih letjelica u stvarnom svijetu, omogućujući institucijama da moderniziraju svoju ponudu obuke uz održavanje usklađenosti s postojećim nastavnim planovima i programima.

Okvir stoga ima dvostruku funkciju: pruža praktične smjernice za provedbu, a istovremeno podržava strateško donošenje odluka na institucionalnoj razini, posebno u vezi s razvojem kurikuluma, digitalizacijom i inovacijama vještina.

4.2. Proces usvajanja i integracije u praksu strukovnog obrazovanja i osposobljavanja

Usvajanje AVICO pristupa zamišljeno je kao progresivan i upravljiv proces koji omogućuje pružateljima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja da integriraju MOOC platformu i aktivnosti temeljene na simulacijama u svoje nastavne prakse bez potrebe za većim strukturnim promjenama.

Institucije se potiču da započnu istraživanjem AVICO MOOC platforme i upoznavanjem s dostupnim modulima, ishodima učenja i resursima. Na temelju ovog početnog istraživanja, učitelji i treneri mogu prepoznati najrelevantnije komponente u odnosu na potrebe svojih učenika, razinu digitalne kompetencije i specifične ciljeve svojih programa osposobljavanja.

Proces integracije obično uključuje kombiniranje teorijskog učenja koje se pruža putem MOOC-a s praktičnim aktivnostima koje podržava komplet za eksperimente temeljen na simulaciji. Ovaj kombinirani pristup omogućuje učenicima da prijeđu s usvajanja znanja na njegovu primjenu, jačajući razumijevanje i podržavajući razvoj tehničkih i transverzalnih vještina.

Važno je napomenuti da AVICO model omogućuje postupnu implementaciju. Pružatelji strukovnog obrazovanja mogu započeti s odabranim modulima ili pilot aktivnostima i postupno proširivati svoju upotrebu alata kako raste samopouzdanje i iskustvo. Ovaj postupni pristup smanjuje prepreke usvajanju i podržava održivu integraciju u svakodnevnu nastavnu praksu.

4.3. Prilagodba potrebama učenika i modeli provedbe

Ključna snaga AVICO okvira leži u njegovoj prilagodljivosti. Metodologija je namjerno osmišljena kako bi se prilagodila širokom rasponu profila učenika, institucionalnih okruženja i obrazovnih ciljeva, što je čini posebno prikladnom za raznolik krajolik sustava strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.

Pružatelji strukovnog obrazovanja mogu prilagoditi AVICO pristup odabirom specifičnih modula, prilagođavanjem razine složenosti i kontekstualizacijom aktivnosti kako bi odražavali lokalne potrebe ili specifične zahtjeve sektora. To osigurava da iskustvo učenja ostane relevantno, uključivo i usklađeno s kompetencijama koje se od učenika očekuje da razviju.

Okvir podržava više modela provedbe, uključujući učenje u učionici, okruženja za kombinirano učenje i aktivnosti temeljene na projektima ili izvannastavne aktivnosti. Ova fleksibilnost omogućuje institucijama da odaberu najprikladniji format ovisno o dostupnim resursima, infrastrukturi i pedagoškim preferencijama.

Fokusirajući se na pristup usmjeren na učenika i nudeći prilagodljive puteve, AVICO omogućuje pružateljima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja da učinkovito rješavaju različite razine digitalne spremnosti i stilove učenja, uz održavanje koherentnog i strukturiranog obrazovnog iskustva.

5. Održivost i dugoročna upotreba

AVICO okvir razvijen je s održivošću kao temeljnim načelom, osiguravajući da rezultati projekta ostanu relevantni i upotrebljivi i nakon formalnog trajanja projekta. Otvorena i modularna priroda MOOC platforme i alata za simulaciju omogućuje pružateljima strukovnog obrazovanja i osposobljavanja da nastave koristiti, prilagođavati i integrirati resurse u svoje obrazovne programe tijekom vremena.

Održivost je dodatno podržana naglaskom na izgradnji kapaciteta među nastavnicima i trenerima, koji igraju ključnu ulogu u ugradnji AVICO metodologije unutar svojih institucija. Razvijanjem poznavanja alata i pristupa, edukatori mogu nastaviti primjenjivati i razvijati metodologiju kao odgovor na promjenjive obrazovne potrebe i tehnološki razvoj. Osim toga, strategija diseminacije doprinosi dugoročnom utjecaju promicanjem svijesti, poticanjem usvajanja i njegovanjem zajednice prakse među pružateljima usluga strukovnog obrazovanja i osposobljavanja i dionicima. Ovaj mrežni pristup poboljšava razmjenu znanja, podržava



kontinuirano poboljšanje i jača ukupnu skalabilnost AVICO rezultata na nacionalnoj i europskoj razini.

Kroz ovu kombinaciju fleksibilnosti, dostupnosti i institucionalne integracije, AVICO okvir osigurava da se njegov utjecaj proteže i izvan životnog ciklusa projekta, doprinoseći kontinuiranoj modernizaciji strukovnog obrazovanja i osposobljavanja.