

Didaktičke smjernice

Naziv projekta: Deep Tech & Robotics for Human-Centered Manufacturing Systems

Akronim projekta: DRUMS

Projekt broj: 2023-1-DE02-KA220-VET-000155846

Priznavanje financiranja EU-a

Ovaj projekt je sufinanciran od strane Europske unije.



**Sufinancira
Europska unija**

Odricanje od odgovornosti

Financirano sredstvima Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su stavovi i mišljenja autora i ne moraju se podudarati sa stavovima i mišljenjima Europske unije ili Europske izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

Otvorena licence

Ako nije drugačije navedeno, svi rezultati i materijali projekta dostupni su kao Open Educational Resources (OER) pod Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.hr>

Projektni konzorcij

Institut za strojarstvo u Bremenu

Badgasteiner Straße 1
28359 Bremen, Njemačka

www.bime.de



Tehnološko sveučilište u Beču

Karlsplatz 13

1040 Beč

Austrija

www.tuwien.ac.at



Sveučilište u Zagrebu

Trg Republike Hrvatske 14

HR-10000 Zagreb

Hrvatska

www.unizg.hr



Tehnološki centar namještaja i drva regije Murcia

Cestovni Perales

30510 Yecla, Murcia, Spain

www.cetem.es



TECOS Slovenija

Kidričeva 25

SI-3000 Celje

Slovenija

www.tecos.si



EIT PROIZVODNJA ASBL

2 Boulevard

Thomas Gobert

91120 Palaiseau

Francuska

www.eitmanufacturing.eu



Tablica sadržaja

1. Uvod u projekt	1
2. Sažetak	1
3. Rezultati ankete.....	2
4. Rezultati intervjua.....	9
5. Teorije učenja.....	12
5.1 Konstruktivizam	12
5.2 Pristup podučavanju kognitivizma Bloom & Krathwohl	12
6. Učenici s poteškoćama u učenju	13
6.1 Vrste invaliditeta	13
6.2 Ostali poremećaji.....	13
6.3 Otkrivanje, intervencija i prilagodba	13
7. Program obuke.....	15
8. Plan poglavlja i obrazovne preporuke.....	16
8.1 Modul 1: Uvod	16
8.2 Modul 2: Proizvodnja	18
8.3 Modul 3: Kružno gospodarstvo	23
8.4 Modul 4: Umjetna inteligencija	29
7.5 Modul 5: Robotika.....	34
8.6 Modul 6: Duboka tehnologija	38
Glosar	42

1. Uvod u projekt

Projekt DRUMS (Deep Tech & Robotics for Human-Centered Manufacturing Systems) transformativna je inicijativa usmjerena na preoblikovanje europskog proizvodnog sektora integracijom najsuvremenijih tehnologija, kao što su deep tech, robotika i umjetna inteligencija, u proizvodne sustave koji daju prioritet dobrobiti ljudi. Usklađen s načelima Industrije 5.0, projekt odgovara na rastuću potrebu za antropocentričnim pristupom u proizvodnim procesima, nadilazeći tradicionalne ciljeve učinkovitosti i smanjenja troškova. DRUMS nastoji stvoriti okruženje u kojem radnici igraju središnju ulogu, poboljšavajući svoje vještine i produktivnost uz poboljšanje ukupne operativne održivosti.

Jedan od ključnih temelja DRUMS-a je razvoj sveobuhvatnog okvira za obuku osmišljenog kako bi menadžere, radnike i studente u proizvodnom sektoru opremio vještinama potrebnim za učinkovitu interakciju s naprednim tehnologijama. Usredotočujući se na integraciju deep techa i robotike, projekt se bavi nedostatkom vještina u europskoj proizvodnji, s ciljem poticanja radne snage visoke vrijednosti koja može potaknuti dvostruku tranziciju digitalizacije i održivosti. Kroz niz inovativnih resursa za obuku, DRUMS će pružiti obrazovni sadržaj za učenike i materijale za kapacitaciju za trenere, naglašavajući praktične primjene u stvarnom svijetu u proizvodnim okruženjima u šest europskih zemalja.

Nadalje, DRUMS ima za cilj osigurati dugoročnu održivost svojih ishoda stvaranjem nacrti i akcijskih planova koji će podržati tekuće inovacije u sektoru. Iskorištavanjem uvida vanjskih stručnjaka i provedbom pilot akcija koje uključuju 150 sudionika, projekt nastoji stvoriti skalabilnu i prenosivu metodologiju koja se može primijeniti na druge industrije.

Što se tiče specifičnih ciljeva WP2 (Didaktičke smjernice i DRUMS metodologija), ovaj radni paket usredotočen je na podršku osoblju strukovnog obrazovanja i osposobljavanja ažuriranim resursima za praktičnu obuku u proizvodnji. WP2 ima za cilj stvoriti didaktičke smjernice i metodologiju usmjerenu na čovjeka, koja će uključivati i postojeće i novorazvijene materijale za obuku. Ovi resursi pomoći će trenerima i učenicima da integriraju nove proizvodne tehnologije, osiguravajući da su scenariji učenja usmjereni na čovjeka i prenosivi na radno mjesto.

2. Sažetak

Didaktičke smjernice DRUMS-a osmišljene su kako bi edukatorima i učiteljima pružile robustan okvir za opremanje učenika vještinama i znanjem potrebnim za napredak u kontekstu Industrije 5.0. Ove smjernice naglašavaju održivost, načela kružnog gospodarstva i vrhunske tehnologije kao što su umjetna inteligencija, robotika, deep tech i proizvodnja. Kombinirajući inovativne pedagoške strategije s primjenama u stvarnom svijetu, smjernice imaju za cilj nadahnuti učenike da se bave industrijskim izazovima kroz kreativnost, kritičko razmišljanje i suradnju.

Struktura vodiča je modularna, što omogućuje fleksibilnost i prilagodljivost različitim obrazovnim kontekstima. Svaki modul uključuje jasno definirane ciljeve i praktične vježbe, pokrivajući bitne teme od održivosti i tehnoloških inovacija do društvenih i etičkih implikacija Industrije 5.0. Osim toga, smjernice trenerima pružaju alate i resurse za olakšavanje aktivnog učenja, grupnih aktivnosti i studija slučaja. Ovaj sveobuhvatni pristup osigurava da učenici nisu samo spremni za tehnološki napredak, već su sposobni doprinijeti održivom i uključivom industrijskom rastu.

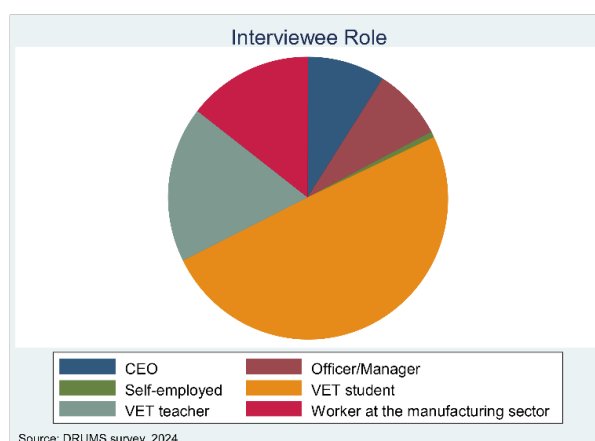
Nadalje, smjernice naglašavaju pristup usmjeren na učenika, potičući edukatore da potiču okruženja u kojima se sudionici mogu aktivno uključiti u gradivo i učinkovito surađivati. Uključivanjem interdisciplinarnog sadržaja i fokusom na praktičnu primjenu, smjernice služe kao most između teorijskog znanja i potreba industrije. Time se osigurava da su učenici osnaženi za odgovorne inovacije, promičući budućnost u kojoj je tehnološki napredak usklađen s društvenom dobrobiti i dobrobiti okoliša.

3. Rezultati ankete

Istraživanje DRUMS-a, provedeno između svibnja i srpnja 2024., istražilo je različite perspektive sudionika u proizvodnom sektoru u pogledu zelene tranzicije, digitalnih inovacija i tehnologija u nastajanju. Cilj je sa 146 ispitanika bio prikupiti uvide u važnost tehnološke obuke, zelenu i digitalnu tranziciju proizvodne industrije te vještine koje se smatraju ključnima za budući razvoj karijere.

1. Opišite svoju ulogu:

Među njima su većina bili učenici strukovnog obrazovanja i osposobljavanja 49.66%, zatim nastavnici strukovnog obrazovanja i osposobljavanja 17.93%, radnici 14.48%, izvršni direktor 8.97% i službenik/menadžer 8.28% proizvodne industrije.

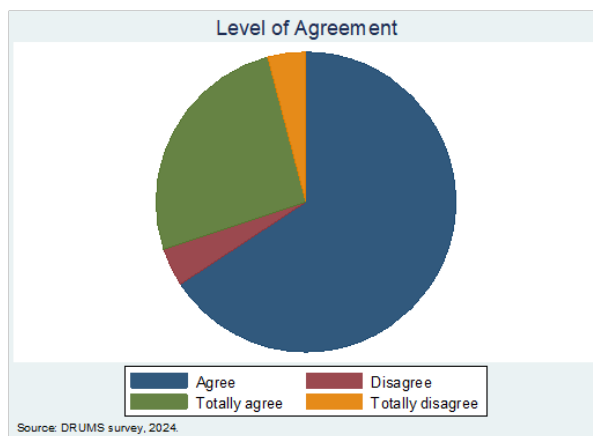


Brojka 1: Uloga sugovornika

2. U kojoj se mjeri slažete sa sljedećom tvrdnjom?

Budućnost proizvodne industrije leži u zelenoj i digitalnoj tranziciji.

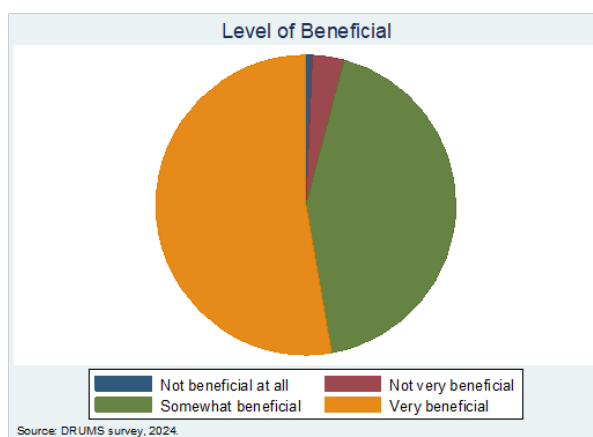
Razina slaganja je prilično značajna, 65,75% se slaže i 26,03% u potpunosti se slaže s izjavom, a samo 8,22% se ne slaže ili se potpuno ne slaže. U svim zemljama također postoji konsenzus. U Sloveniji se 100% ispitanika slaže ili se u potpunosti slaže s tvrdnjom, u Njemačkoj 93,64%, u Francuskoj 90%, u Hrvatskoj 90%, u Austriji 88,89% i u Španjolskoj 88,57%.



Brojka 2: Budućnost proizvodnje: Sporazum o zelenoj i digitalnoj tranziciji

3. Mislite li da bi obuka u novim tehnologijama koristila vašoj trenutnoj ulozi?

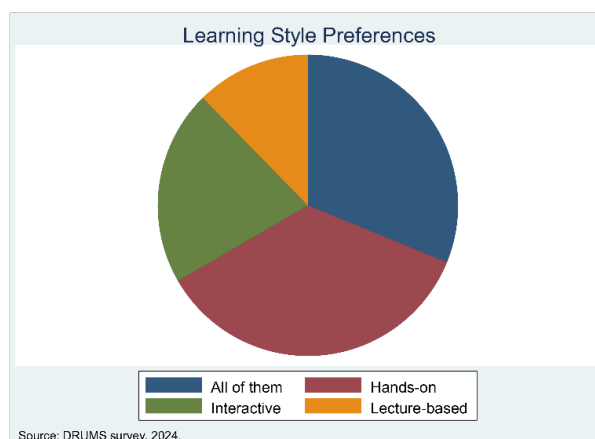
Razina slaganja je visoka; dok 52.74% i 43.15% navode da bi bilo vrlo i donekle korisno, samo 4.1%, mala manjina, ne vjeruje u navedeno. Kao i u prethodnom pitanju, nalazimo da postoji ogroman konsenzus među zemljama. Najveće slaganje zabilježeno je za one ispitanike EITM-a (Francuska) i Slovenije sa 100% koji izjavljuju da je obuka u tehnologijama u nastajanju vrlo ili donekle korisna, a slijede Hrvatska 97,50%, Španjolska 97,14%, Austrija 94,45 i Njemačka 86,36%.



Brojka 3: Percipirane prednosti tehnološke obuke

4. Koji je vaš preferirani stil učenja?

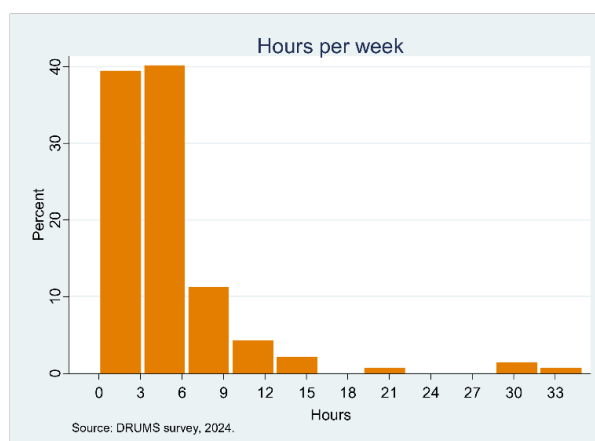
Što se tiče preferencija stila učenja, najpopularnija opcija je "hands-on", koju preferira 33.56% ispitanika. Slijede "svi", koje je odabralo 29,45%. "Interaktivno" učenje je treći najomiljeniji stil, a preferira ga 19,86% ispitanika. Ova distribucija naglašava snažnu sklonost praktičnim i svestranim pristupima učenju.



Brojka 4: Postavke stila učenja

5. Koliko sati tjedno možete posvetiti programu treninga?

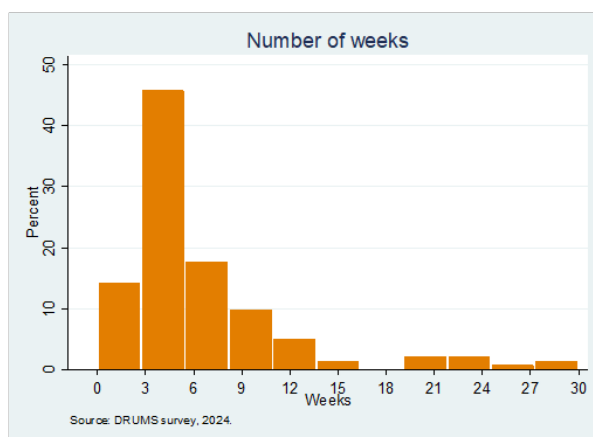
Što se tiče broja sati koje bi ispitanici posvetili tečaju, 20.42% bi provelo do 5 sati, 16.20% do 2 sata, 10.56% do 3 sata i 11.27% do 4 sata. Kao što je prikazano na grafikonu, broj ljudi koji su spremni uložiti između 6 i 10 sati tjedno je 23,24%, a postotak ispitanika koji su skloni uložiti više od 10 sati u pohađanje tečaja je minimalan, 5,62%.



Brojka 5: Tjedni sati obuke

6. Koliko dugo bi trebao trajati idealan program treninga, u tjednima, kako bi zadovoljio vaše potrebe?

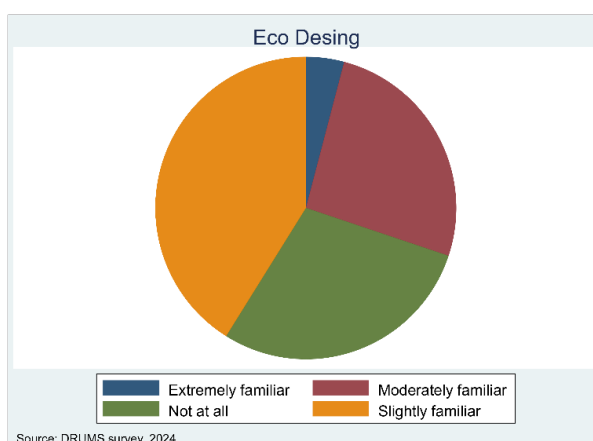
Što se tiče broja tjedana koji bi posvetili tečaju, najpopularnija opcija je 5 tjedana, koju je odabralo 19,72% ispitanika, nakon čega slijede 4 tjedna (15,49%) i 3 tjedna (10,56%).



Brojka 6: Idealno trajanje programa obuke

7. Jeste li upoznati s ekološkim dizajnom ili kružnim poslovnim modelima?

Što se tiče toga koliko su ispitanici upoznati s ekodizajnom, najveći segmenti 41,10% i 28,77% opisali su se kao malo upoznati, odnosno potpuno nepoznati, što ukazuje na značajan jaz u znanju i svijesti o ekodizajnu među ispitanicima. To upućuje na potrebu za povećanim obrazovanjem i osposobljavanjem kako bi se osiguralo da više pojedinaca bude primjereno informirano i sposobno za provedbu načela ekološkog dizajna u svom radu.



Brojka 7: Razina poznavanja kružnog dizajna

Slijede rezultati za svaku od vještina iz dva pitanja, 8 i 9, predstavljenih istovremeno. Narančasti trakasti grafikoni odgovaraju rezultatima pitanja 8, dok plavi trakasti grafikoni predstavljaju rezultate pitanja 9.

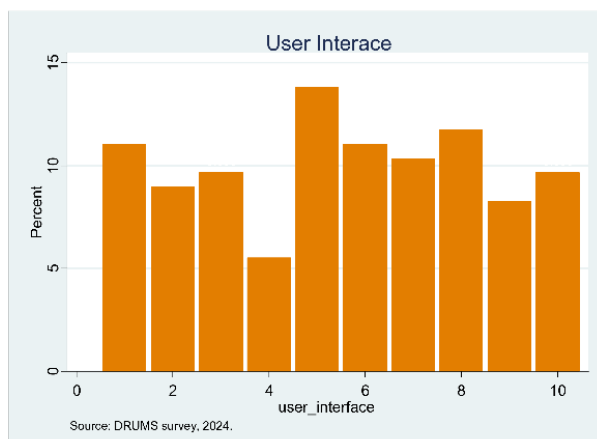
8. Od sljedećih vještina ocijenite koliko mislite da su važne za vašu obrazovnu i profesionalnu karijeru. 1 - Uopće nije važno, 10 - Vrlo je važno.

9. Mislite li da od sljedećih vještina nedostaju u programu obuke ili vašem odjelu? 1 - Jako nedostaje, 10 - Snažno je integrirano.

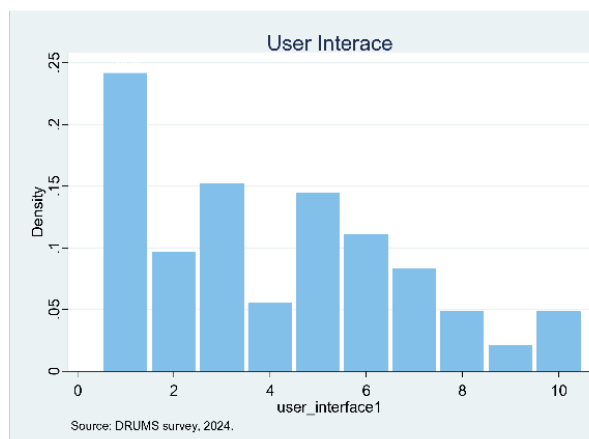
Korisničko sučelje

Što se tiče važnosti koja se pridaje korisničkom sučelju (UI), nalazimo različita mišljenja. 29,66% ispitanika smatra da je poznavanje korisničkog sučelja vrlo važno (ocjene 8-10). Umjerene ocjene (4-7) pokazuju određenu usklađenost, pri čemu 40,68% smatra temu

umjereno važnom, a 29,66% navodi da nije relevantna za njih (ocjena 1-3). Nasuprot tome, 68.97% vjeruje da njihovi akademski programi ne pokrivaju ovu temu (ocjene 1-5).



Brojka 8: Razina važnosti za korisničko sučelje

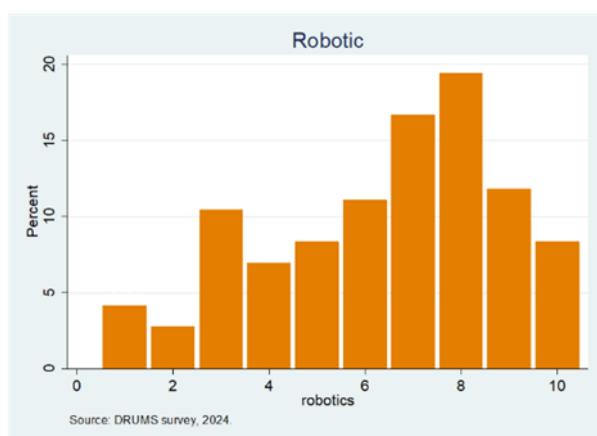


Brojka 9: Praznina u sadržaju za korisničko sučelje

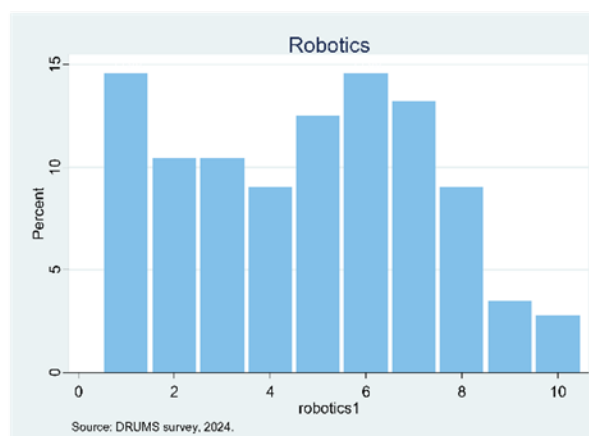
Robotika

Većina ispitanika (56,25%) smatra da je znanje o robotici od velike važnosti (ocjene 7-10). Nasuprot tome, samo 28.47% vjeruje da njihovi akademski programi pružaju opsežnu pokrivenost ove teme (ocjene 7-10).

Podaci otkrivaju jasan jaz između važnosti koju ispitanici pridaju znanju o robotici i njegove integracije u njihove akademske kurikule. Dok ga većina smatra vrlo važnim, manje od trećine smatra da je to adekvatno pokriveno u njihovim studijama. Rješavanje ovog jaza moglo bi povećati relevantnost i primjenjivost akademskih programa kako bi se bolje zadovoljila očekivanja i potrebe studenata.



Brojka 10: Razina važnosti za robotiku



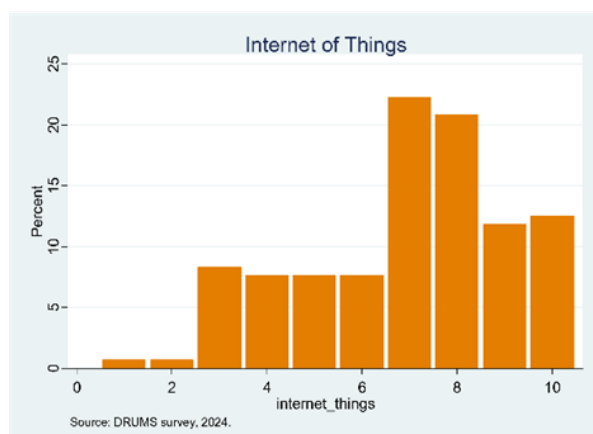
Brojka 11: Jaz u sadržaju za robotiku

Internet stvari

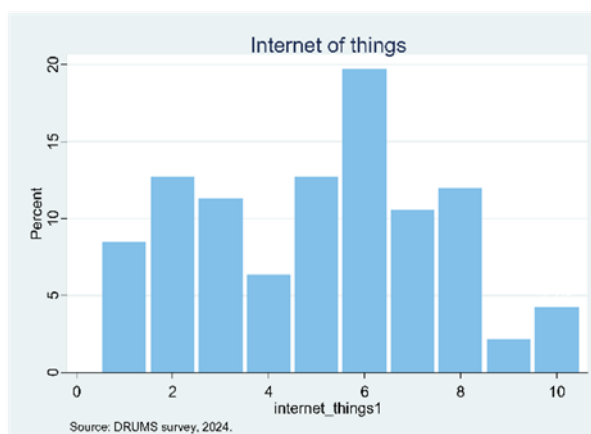
Podaci pokazuju da većina ispitanika visoko cijeni znanje o Internetu stvari (IoT), a 67,36% ocjenjuje njegovu važnost između 7 i 10. To naglašava snažno prepoznavanje važnosti IoT-a u suvremenom obrazovanju i profesionalnom razvoju.

Za razliku od njegove percipirane važnosti, samo 28.87% ispitanika (ocjena 7-10) smatra da njihovi akademski programi pružaju opsežnu pokrivenost IoT znanja. To sugerira značajan jaz između onoga što se smatra važnim i onoga što se podučava.

Kako bi bolje uskladile akademske ponude s očekivanjima studenata i rastućim zahtjevima radne snage, obrazovne ustanove mogle bi razmotriti poboljšanje svojih kurikuluma kako bi uključile sveobuhvatniju i dublju pokrivenost koncepata i aplikacija IoT-a.



Brojka 12: Razina važnosti za IoT

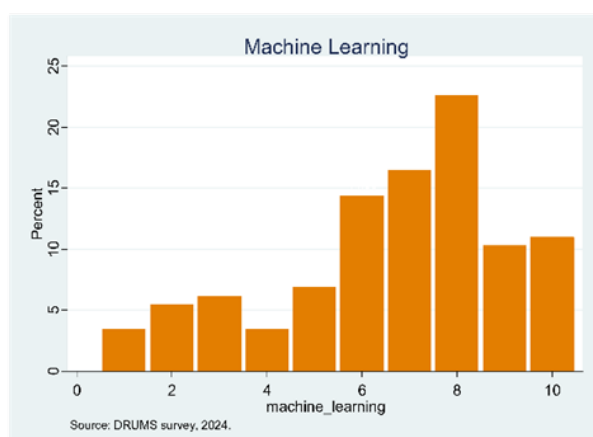


Brojka 13: Jaz u sadržaju za IoT

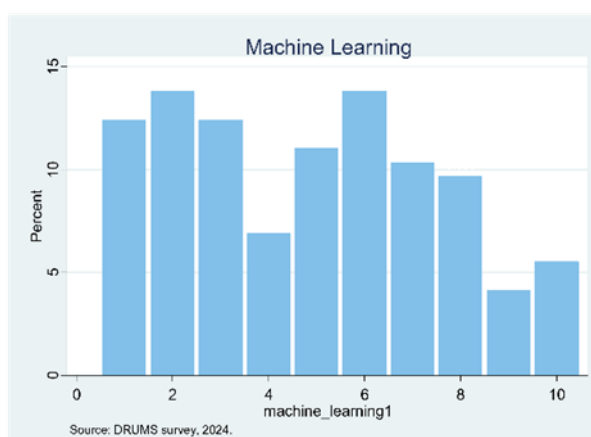
Strojno učenje

Podaci pokazuju da ispitanici visoko cijene znanje o strojnom učenju (ML), a 60,27% ocjenjuje njegovu važnost između 7 i 10.

Međutim, samo 29.66% ispitanika smatra da njihovi akademski programi pružaju opsežnu pokrivenost ove teme. Nadalje, značajnih 38,61% ispitanika ocijenilo je prisutnost sadržaja strojnog učenja u svojim nastavnim planovima i programima kao minimalnu (1-3). Rješavanje ovog jaza moglo bi bolje pripremiti studente za rastući značaj ovih tehnologija u različitim područjima.



Brojka 14: Razina važnosti za ML

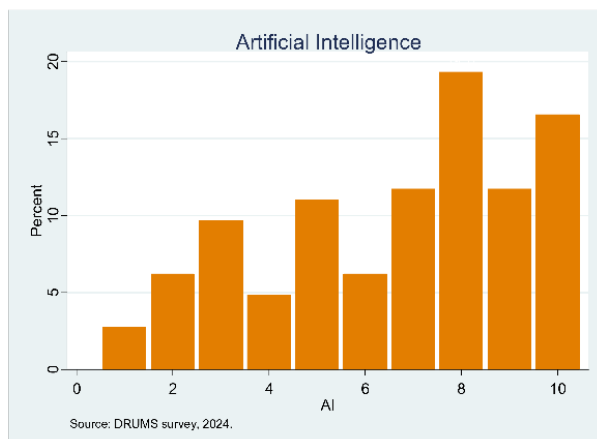


Brojka 15: Jaz u sadržaju za ML

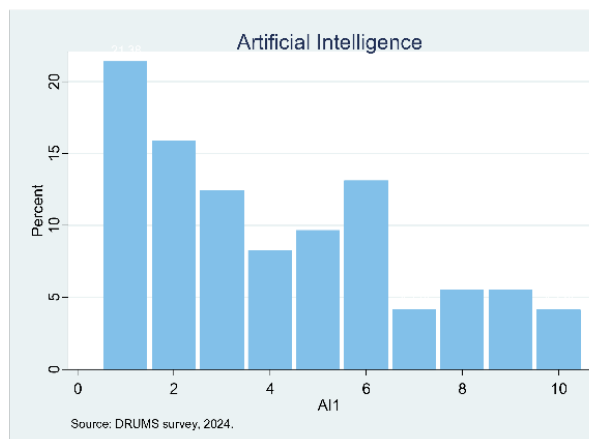
Umjetna inteligencija

Podaci pokazuju da ispitanici visoko cijene znanje o umjetnoj inteligenciji, a 59,30% ocjenjuje njegovu važnost između 7 i 10. To naglašava snažno prepoznavanje važnosti umjetne inteligencije.

Ovi rezultati otkrivaju da samo 19,32% ispitanika vjeruje da njihovi akademski programi opsežno pokrivaju znanje o umjetnoj inteligenciji, dok znatno veći dio (49,65%) smatra da je njegova prisutnost minimalna. To ukazuje na značajan jaz između onoga što se smatra važnim i onoga što se podučava. Ovi rezultati naglašavaju veliki nedostatak sveobuhvatnog obrazovanja o ovoj temi u trenutnim akademskim programima.



Brojka 16: Razina važnosti za umjetnu inteligenciju

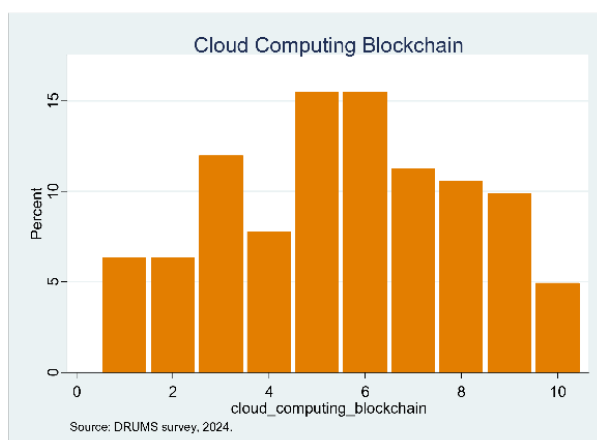


Brojka 17: Jaz u sadržaju za umjetnu inteligenciju

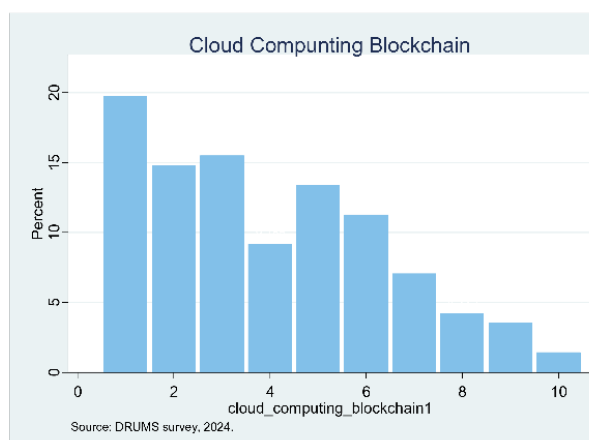
Računarstvo u oblaku i blockchain

Podaci pokazuju da ispitanici umjereno cijene znanje o računarstvu u oblaku i blockchainu (CCB), a 36,62% ocjenjuje njegovu važnost između 7 i 10. To sugerira blago prepoznavanje važnosti ovih tehnologija u obrazovnom sustavu.

Značajnih 50,00% ispitanika ocijenilo je prisutnost znanja o računarstvu u oblaku i blockchainu u svojim kurikulumima kao minimalnu (1-3).



Brojka 18: Razina važnosti za CCB



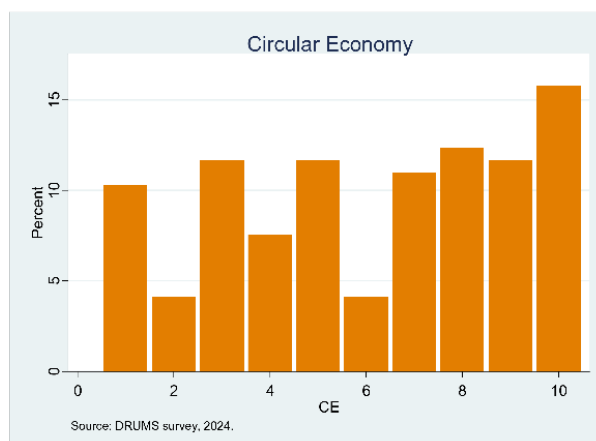
Brojka 19: Jaz u sadržaju za CCB

Kružno gospodarstvo

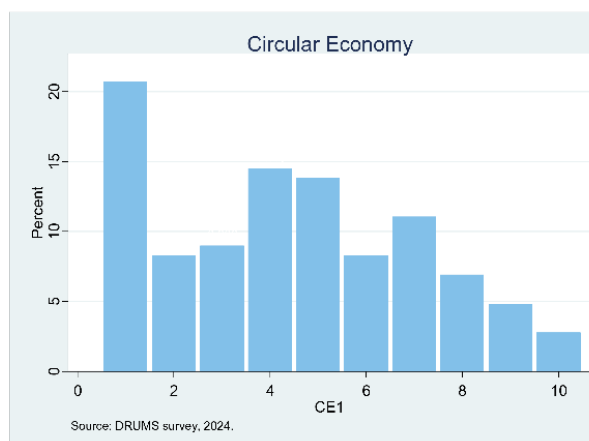
Podaci pokazuju da ispitanici visoko cijene znanje o kružnom gospodarstvu, a 50,68% ocjenjuje njegovu važnost između 7 i 10. To upućuje na prepoznavanje važnosti kružnog gospodarstva.

Unatoč važnosti koja se pridaje znanju o kružnoj ekonomiji, samo 25,52% ispitanika smatra da njihovi akademski programi pružaju opsežnu pokrivenost ove teme, a 37,94% ispitanika ocijenilo je prisutnost znanja o kružnoj ekonomiji u svojim nastavnim planovima i programima kao minimalnu (1-3). To ukazuje na značajan jaz između onoga što se smatra važnim i onoga što se podučava.

Istraživanje naglašava jasan nesklad između percipirane važnosti znanja o kružnoj ekonomiji i njegove relativno neadekvatne prisutnosti u akademskim programima. Rješavanje ovog jaza moglo bi bolje pripremiti studente za sve veći značaj održivih praksi u različitim industrijama.



Brojka 20: Razina važnosti za CE



Brojka 21: Jaz u sadržaju za CE

Zaključci

Rezultati ankete otkrivaju snažan konsenzus o važnosti obuke u novim tehnologijama, a značajna većina smatra da je korisna. Ispitanici iz različitih zemalja u velikoj mjeri podupiru zelenu i digitalnu tranziciju u proizvodnji. Međutim, postoje značajni jazovi između važnosti koja se pridaje određenim vještinama, kao što su umjetna inteligencija i strojno učenje, i njihove integracije u akademske programe. Ova razlika naglašava potrebu da obrazovne ustanove usklade svoje nastavne planove i programe sa zahtjevima moderne radne snage.

4. Rezultati intervjua

Ovaj dokument predstavlja rezultate deset intervjua provedenih između svibnja i srpnja 2024. u zemljama koje pripadaju konzorciju kako bi se procijenila integracija naprednih tehnologija kao što su umjetna inteligencija (AI), robotika i deep tech u obrazovne i industrijske prakse. Rasprave su bile usredotočene na rastuću potrebu za praktičnom obukom, izazove povezane s uključivanjem vrhunskih inovacija i važnost održivosti kroz načela kružnog gospodarstva. Ovi uvidi otkrivaju trenutno stanje obrazovnih kurikuluma i industrijskih praksi, naglašavajući

nedostatke i mogućnosti za poboljšanje u tehnološkom i ekološkom obrazovanju i radnim mjestima.

Rezultati iz mnogih zemalja sugeriraju sve veću važnost integracije naprednih tehnologija poput umjetne inteligencije, robotike i duboke tehnologije u obrazovne kurikule, posebno kada je riječ o obuci i praktičnijem materijalu. Međutim, još uvijek postoji primjetan jaz u pružanju odgovarajuće obuke u ovom području, pri čemu je većina postojećeg obrazovanja usmjerena prvenstveno na robotiku.

"Još nemamo toliko materijala za obuku u ovom području, tako da možemo vidjeti da postoji potreba."

"Imali smo samo na robotici profesionalnu 2-dnevnu obuku za robote Wittmann Battenfeld kako ih koristiti, programirati itd. za svakodnevni rad unutar proizvodnje"

Štoviše, u raspravi se ističe nekoliko ključnih izazova povezanih s integracijom umjetne inteligencije (AI), robotike i tako dalje u industriju te nužnost praćenja najnovijih dostignuća u istraživanju. Prvo, naglašava važnost kontinuiranog usavršavanja radnika, posebno zbog brzo razvijajuće prirode tehnoloških inovacija u ovom području. Održavanje znanja i vještina tehničara i stručnjaka u industriji zahtijeva stalne napore i značajne resurse.

"Jedan od glavnih izazova je držati korak s najnovijim rezultatima istraživanja. Područje je vrlo dinamično, s novim otkrićima koja se redovito događaju. Održavanje tijekom zahtijeva značajan trud i resurse, a osiguravanje da naši zaposlenici uvijek budu u tijeku stalni je izazov."

Osim toga, primjećuje se i izazov s kojim se tvrtke suočavaju u pokušaju provedbe strukturnih promjena potrebnih za integraciju novih tehnologija kao što je umjetna inteligencija. Te promjene ne samo da zahtijevaju znatna financijska ulaganja, već zahtijevaju i prilagodbu internih procesa. Ovaj je izazov još veći za mala i srednja poduzeća (MSP), koja često imaju ograničenije resurse i fleksibilnost u usporedbi s većim korporacijama.

"Vjerojatno najveći izazov, s kojim se mislim da se svi suočavaju, je pronalaženje prilika za stvarnu implementaciju umjetne inteligencije u svom području industrije"

"Mislim da se već otprilike 10, 12 ili 14 godina počeo provoditi, posebno u većim tvrtkama, u malim i srednjim poduzećima i malim tvrtkama kompliciraniji za provedbu zbog troškova koji su uključeni, početno ulaganje."

Važno je naglasiti da je kružno gospodarstvo prepoznato kao važan koncept u različitim industrijama i obrazovnim programima u svim zemljama. Španjolska, Njemačka, Hrvatska, Austrija i Francuska raspravljaju o integraciji načela kružnog gospodarstva u svoje obrazovne programe ili prakse tvrtke. To uključuje obuku o održivim praksama, gospodarenju otpadom te ponovnoj upotrebi i recikliranju materijala. Međutim, iako prepoznaju važnost koncepta, još uvijek postoji konsenzus da je potrebno mnogo više svijesti i obuke kako bi se u potpunosti implementirale i iskoristile prakse kružnog gospodarstva.

"Edukacija radnika i studenata o kružnoj ekonomiji je ključna. Promiče održivije prakse i pomaže u smanjenju utjecaja na okoliš."

"Siguran sam da još uvijek postoji potreba da se ovo pojača i malo odmakne od razmišljanja koje vidim među tehničarima, da je zaštita klime posao neke posljednje generacije ili nekog drugog čudaka i da se moraju pobrinuti za stvarni svijet"

Postoji zajednička sklonost praktičnim, praktičnim i interaktivnim metodama učenja. U većini zemalja postoji zajednička prednost praktičnim, praktičnim metodama učenja u odnosu na čisto teorijske pristupe. To odražava širi obrazovni trend prema iskustvenom učenju koji povećava angažman i zadržavanje znanja.

"Naši radnici definitivno preferiraju praktično učenje. Praktične, iskustvene metode za njih su najučinkovitije jer omogućuju trenutnu primjenu novih znanja i vještina, što dovodi do boljeg zadržavanja i razumijevanja."

Certifikati se općenito smatraju vrijednima u većini zemalja, služeći kao dokaz vještina. Dok neki ispitanici iz Austrije i Slovenije smatraju da su sertifikati važni za studente i cijenjeni od strane poslodavaca, perspektiva se malo razlikuje u Francuskoj, gdje se sertifikati smatraju ključnim u određenim područjima (poput sigurnosti), ali manje u općem znanju, ili u Hrvatskoj, gdje se veća važnost pridaje praktičnom iskustvu kada je riječ o zapošljivosti.

"Priznajemo certifikate o stručnosti, ali oni do sada nisu bili odlučujući faktor u našem procesu zapošljavanja. Iako takvi certifikati ukazuju na predanost kandidata učenju, veću vrijednost pridajemo praktičnom iskustvu i sposobnosti primjene znanja u stvarnim scenarijima."

Zaključci

Intervjui naglašavaju jasnu potrebu za sveobuhvatnijim programima obuke i obrazovanja u novim tehnologijama poput umjetne inteligencije i robotike. Dok mnoge industrije prepoznaju važnost ovih inovacija, posebno veće tvrtke, mala i srednja poduzeća (MSP) često se suočavaju s preprekama kao što su visoki troškovi i ograničeni resursi. Osim toga, postoji zajednički konsenzus o potrebi promicanja praksi kružnog gospodarstva, iako je potrebno više osposobljavanja i svijesti. U svim zemljama očita je prednost praktičnih metoda učenja jer to dovodi do boljeg zadržavanja i primjene vještina. Certifikati, iako se različito vrednuju u različitim regijama, općenito se smatraju važnima, posebno u kombinaciji s praktičnim iskustvom.

5. Teorije učenja

Razumijevanje načina na koji učenici uče ključno je za osmišljavanje učinkovitih obrazovnih iskustava, posebno u područjima kao što su duboka tehnologija, robotika, umjetna inteligencija, proizvodnja i održivost, gdje je praktično učenje ključno. Dvije istaknute teorije učenja koje informiraju moderne didaktičke smjernice su konstruktivizam i kognitivni pristup poučavanju Blooma i Krathwohla.

5.1 Konstruktivizam

Konstruktivizam na učenje gleda kao na proces kojim učenici dolaze do izgradnje vlastitog razumijevanja i znanja o svijetu kroz iskustvo i razmišljanje o tom iskustvu. Ova teorija učenja pretpostavlja da ljudi nisu pasivni primatelji znanja, već aktivno grade nove ideje na temelju svog trenutnog znanja. Konstruktivizam podržava praktično eksperimentiranje s novim tehnologijama u kontekstima koji se odnose na duboku tehnologiju, robotiku, umjetnu inteligenciju, proizvodnju i održivost kako bi se studenti povezali kroz izravnu interakciju s takvim tehnologijama kroz dizajniranje i izradu prototipa stvarnih rješenja u svakom od ovih područja. Naglasak je na problemskom učenju kroz rješavanje problema iz stvarnog života koji zahtijevaju inovativna, ekološki prihvatljiva rješenja, razvijajući kritičko razmišljanje kroz složene vještine rješavanja problema. Suradnički projekti razmatraju potrebu za timskom orijentacijom, uključujući timske zadatke koji se odnose na industrijske aspekte proizvodne prakse i održivog razvoja. Korištenje konstruktivističke pedagogije također osigurava stvaranje dinamičnog okruženja za učenje za pripremu učenika kao inovatora i usvojitelja u brzo promjenjivim visokotehnološkim sferama rada, balansirajući ekonomske i ekološke interese.

5.2 Pristup poučavanju kognitivizma Bloom & Krathwohl

Bloomova taksonomija koju je revidirao David Krathwohl pruža hijerarhijski model koji se može koristiti za klasifikaciju različitih razina kognitivnog učenja, koje uključuju znanje, razumijevanje, primjenu, analizu, sintezu i evaluaciju, a edukatori ga mogu primijeniti za razvoj kurikulumu i procjena koje su usmjerene na razvoj vještina razmišljanja višeg reda. Uključuje šest kategorija: pamćenje, razumijevanje, primjena, analiza, procjena i stvaranje. Provedba takve strategije u nastavi temeljnih predmeta kao što su duboka tehnologija, robotika, umjetna inteligencija, proizvodnja i održivost zahtijeva razvoj kurikulumu koji uključuje formate lekcija koji počinju s rudimentarnim znanjem do najnaprednijih sposobnosti ocjenjivanja i stvaranja, pod vodstvom svake razine kognitivnih vještina. Primjenjuju se različiti načini vrednovanja: različiti kvizovi, projekti, prezentacije i ispiti koji zahtijevaju različite razine spoznaje: pronalaženje pamćenja kao i primjena i sinteza znanja, što je posebno važno kada je riječ o stvaranju održivih proizvodnih pristupa usmjerenih na ljude. Adaptivne metode poučavanja prilagođavaju lekcije učenicima različite kognitivne kapacitete, dajući naprednim učenicima priliku da proučavaju složenije razine taksonomije. Prioritet je razvoja vještina s fokusom na kritičko razmišljanje, kreativnost i svijest o održivim praksama, uz tehničku stručnost u robotici i umjetnoj inteligenciji. To pomaže učenicima da razviju sposobnosti donošenja odluka koje uspostavljaju ravnotežu između društvenih i ekoloških briga i tehnoloških inovacija koje ih pripremaju za vodeće uloge. Učitelji se brinu da učenici steknu široke vještine potrebne za

uspjeh u industrijama koje kombiniraju vrhunske tehnologije s ekološki prihvatljivim proizvodnim metodama primjenom Bloomovog i Krathwohlvog kognitivnog pristupa poučavanju.

6. Učenici s poteškoćama u učenju

6.1 Vrste invaliditeta

Intelektualni invaliditet: Odnosi se na ograničenja u kognitivnom funkcioniranju i adaptivnim vještinama, kao što su komunikacija, rješavanje problema i upravljanje svakodnevnim životom. Uobičajeni primjeri uključuju Downov sindrom ili kašnjenje u razvoju.

Senzorni invaliditet: Utječe na jedno ili više osjetila, kao što su vid ili sluh. Primjeri uključuju sljepoću, slabovidnost, gluhoću ili gubitak sluha, što utječe na to kako osoba percipira svoju okolinu.

Tjelesni invaliditet: Utječe na pokretljivost ili motoričke funkcije osobe. Može biti uzrokovan stanjima poput ozljeda leđne moždine, cerebralne paralize, mišićne distrofije ili amputacija, što otežava obavljanje fizičkih zadataka ili kretanje.

Organski invaliditet: Odnosi se na kronična stanja koja utječu na unutarnje organe, kao što su epilepsija, dijabetes ili bolesti srca, gdje unutarnje disfunkcije utječu na svakodnevne aktivnosti.

6.2 Ostali poremećaji.

Disleksija: je poteškoća u učenju koja utječe na čitanje. Osobe s disleksijom imaju poteškoća u čitanju tečno i bez pogrešaka. Također se mogu boriti s razumijevanjem čitanja, pravopisom i pisanjem. Međutim, ti izazovi nisu povezani s inteligencijom pojedinca.

Diskalkulija: je poteškoća u učenju koja utječe na matematičke sposobnosti. Osobe s diskalkulijom mogu se boriti s razumijevanjem brojeva, izvođenjem osnovne aritmetike i razumijevanjem matematičkih koncepata. To može otežati zadatke poput određivanja vremena, rukovanja novcem ili mjerenja, ali u slučaju disleksije nije povezano s inteligencijom.

Poremećaj pažnje i hiperaktivnosti (ADHD): je neurorazvojni poremećaj koji utječe na fokus, samokontrolu i regulaciju impulsa. Osobe s ADHD-om mogu imati poteškoća s obraćanjem pažnje, održavanjem organizacije, slijeđenjem uputa ili mirnim sjedenjem. Stanje može zahvatiti i djecu i odrasle i često ga karakteriziraju simptomi nepažnje, hiperaktivnosti i impulzivnosti, ali se intenzitet razlikuje od osobe do osobe.

6.3 Otkrivanje, intervencija i prilagodba.

Ako učenik pokazuje znakove oštećenja, učitelj bi trebao, ako je moguće, utvrditi temeljno oštećenje kako bi prilagodio nastavu dotičnom učeniku.

Prilikom poučavanja važno je da učitelj uključi kolege iz razreda i stvori razumijevanje potrebe za razmatranjem. U slučaju intelektualnih, osjetilnih ili tjelesnih oštećenja, posebnu pozornost

treba posvetiti dotičnom učeniku uključivanjem odgovarajućeg stručnjaka za obrazovanje u nastavu i pružanjem potpore dotičnom učeniku u svakodnevnom školskom životu. Pristup učionici te korišteni nastavni materijali i koncepti trebali bi biti osmišljeni tako da od samog početka budu bez prepreka.

Učenicima s diskalkulijom može se pomoći, na primjer, zajedničkim čitanjem nastavnih materijala naglas ili stvaranjem otvorene atmosfere za postavljanje pitanja u slučaju problema s razumijevanjem.

Učenicima s ADHD-om može se pomoći tako što će lekcije biti interaktivne i praktične kako bi se stalno kognitivno stimulirali. Kako bi se učenicima pomoglo u organizaciji njihovog radnog sadržaja, preporučljivo je provoditi grupni rad i povećati spremnost učitelja da pomogne.

7. Program obuke

Ovaj program obuke osmišljen je kao dio sveobuhvatnog vodiča koji se fokusira na integraciju naprednih tehnologija u okviru proizvodnje usmjerene na čovjeka. Svako je poglavlje pomno osmišljeno kako bi pokrilo kritične teme kao što su industrija 5.0, načela kružne ekonomije i primjena robotike, umjetne inteligencije i duboke tehnologije u proizvodnim procesima. Strukturiranim pristupom koji kombinira teorijska znanja i praktične vještine, program ima za cilj poboljšati razumijevanje sudionika o održivim praksama i inovativnim tehnologijama.

Poglavlje br.	Naslov	Trajanje (sati)	Materijali/alati
1	Uvod i pregled	2	Priručnik i pozadinski materijali: Pregled DRUMS-a i Deep Techa
2	Proizvodnja	5	Priručnik i pozadinski materijali: Proizvodne tehnike
			Priručnik i alat: Napredni proizvodni procesi
3	Kružno gospodarstvo	6	Priručnik i popratni materijali: Koncepti kružnog gospodarstva
			Priručnik i alat: Održive proizvodne prakse
4	Umjetna inteligencija	6	Priručnik i pozadinski materijali: AI u industriji
			Priručnik i alat: Primjene umjetne inteligencije za održivost
5	Robotika	6	Priručnik i pozadinski materijali: Robotika u proizvodnji
			Priručnik i alat: Tehnike automatizacije
6	Duboka tehnologija	5	Priručnik i pozadinski materijali: Pregled Deep Techa
			Priručnik i alat: Integracija naprednih tehnologija

8. Plan poglavlja i obrazovne preporuke

8.1 Modul 1: Uvod

Uvod
Predloženo trajanje: 2 sata
Sadržaj i ciljevi
Ovaj uvodni modul pruža bitan temelj za razumijevanje projekta DRUMS. Fokus će biti na načelima proizvodnje usmjerene na čovjeka, važnosti industrije 5.0 i ulozi naprednih tehnologija kao što su robotika, umjetna inteligencija i duboka tehnologija u oblikovanju budućnosti proizvodnje. Također će uvesti prakse održivosti i strategije kružnog gospodarstva kao središnje teme u okviru inovacija u proizvodnji.
Mogući sadržaj
▪ Uvod u DRUMS i Industriju 5.0. ▪ Pregled projekta DRUMS: ciljevi, opseg i učinak. ▪ Principi Industrije 5.0: pomak od Industrije 4.0 s fokusom na održivu proizvodnju usmjerenu na čovjeka. ▪ Ključne tehnologije u modernoj proizvodnji. ▪ Uvod u duboku tehnologiju, umjetnu inteligenciju i robotiku: definiranje pojmova. ▪ Primjena ovih tehnologija u proizvodnom procesu: primjeri iz stvarnog svijeta. ▪ Novi trendovi i inovacije u deep techu ▪ Održivost i kružno gospodarstvo u proizvodnji. ▪ Uloga načela kružnog gospodarstva u održivoj proizvodnji. ▪ Kako tehnologija podržava održivost: od energetske učinkovitosti do smanjenja otpada. ▪ Studije slučaja koje prikazuju uspješnu integraciju održivih praksi u visokotehnološkim industrijama.
Mogući ciljevi
▪ Razumjeti temeljne ciljeve Industrije 5.0 i njezin pristup proizvodnji usmjeren na čovjeka. ▪ Definirajte ključne pojmove vezane uz deep tech, robotiku i umjetnu inteligenciju u kontekstu proizvodnje. ▪ Prepoznati važnost održivosti u modernim proizvodnim procesima. ▪ Utvrditi kako tehnološki napredak može poduprijeti prijelaz na kružno gospodarstvo.

Mogući ishodi učenja
Potencijalno znanje Učenici će steći temeljno razumijevanje uloge duboke tehnologije u industriji 5.0, uključujući kako umjetna inteligencija, robotika i prakse održivosti preoblikuju proizvodnju
Potencijalne vještine Učenici će moći raspravljati o prednostima ovih tehnologija i identificirati njihove primjene u različitim proizvodnim okruženjima
Potencijalne kompetencije Učenici će moći kritički analizirati ulogu pristupa usmjerenih na čovjeka u modernim industrijskim praksama, povezujući tehnološke inovacije s održivošću
Neobavezni scenariji učenja (prijedlozi)
Nije primjenjivo
Neobvezne didaktičke preporuke i podrška (prijedlozi)
Angažman s primjerima iz stvarnog svijeta ▪ Preporuka: Koristite praktične studije slučaja i primjere iz aplikacija iz stvarnog svijeta kako biste apstraktne koncepte poput "Industrije 5.0" i "duboke tehnologije" učinili povezanijima. ▪ Podrška: Pružite studije slučaja koje pokazuju kako tvrtke trenutno integriraju pristupe usmjerene na čovjeka, duboku tehnologiju i održivost u svoje proizvodne procese. Primjeri mogu uključivati pametne tvornice koje upotrebljavaju umjetnu inteligenciju i robotiku ili poduzeća koja usvajaju modele kružnog gospodarstva. ▪ Primjer: Podijelite priču o tvornici koja je implementirala sustave prediktivnog održavanja vođene umjetnom inteligencijom kako bi smanjila otpad i zastoje, osiguravajući da su ljudski operateri i dalje u središtu donošenja odluka. Korištenje vizualnih elemenata i interaktivnih medija ▪ Preporuka: Iskoristite multimedijske resurse kao što su videozapisi, infografike i interaktivne prezentacije kako biste objasnili složene teme poput robotike i umjetne inteligencije. ▪ Podrška: Izradite ili pripremite visokokvalitetne videozapise koji pokazuju praktičnu primjenu ovih tehnologija u proizvodnji. Uključite vizualna objašnjenja koncepata kao što su kružno gospodarstvo i njegova povezanost s deep tech inovacijama.

- **Primjer:** upotrijebite videozapis za prikaz pametnog proizvodnog procesa u kojem ljudi i roboti surađuju kako bi postigli veću učinkovitost i održivost.

Izborne vježbe (prijedlozi)

- **Kvizovi:** Kratki kviz o ključnim pojmovima i načelima vezanim uz Industriju 5.0 i deep tech.
- **Grupna rasprava:** Timovi će raspravljati i predstaviti potencijalne primjene duboke tehnologije i robotike u stvaranju održivog proizvodnog procesa.
- Rasporedite polaznike u različite skupine. Svakoj skupini dodijeljena je druga industrija (npr. automobilska industrija, elektronika, proizvodnja namještaja). Grupe moraju istražiti i predstaviti kako bi se pristupi usmjereni na čovjeka, kao što su dobrobit radnika ili poboljšana ergonomija, mogli integrirati uz napredne tehnologije (umjetna inteligencija, robotika) u dodijeljenoj industriji.

Moguća evaluacija (prijedlozi)

Nije primjenjivo

Neobavezni popratni materijali/alati (prijedlozi)

- **Sažetak projekta:** Napravite kratak pregled ciljeva projekta, ključnih tehnologija i očekivanih ishoda.
- **Uvodni videozapis o industriji 5.0:** Upotrijebite videozapis koji objašnjava pomak prema održivoj proizvodnji usmjerenoj na čovjeka.
- **Materijali za studije slučaja o deep tech aplikacijama:** Upotrijebite primjere stvarne upotrebe umjetne inteligencije i robotike u poboljšanju učinkovitosti i održivosti proizvodnje

8.2 Modul 2: Proizvodnja

Proizvodnja
Predloženo trajanje: 5 sati
Sadržaj i ciljevi
Ovaj modul pruža sveobuhvatnu prezentaciju proizvodnog sektora, vrsta proizvodnih industrija i procesa, proizvodnih sustava i njihovog tijeka rada. Također se fokusira na kontrolu kvalitete i njezino osiguranje u proizvodnom sektoru. Kolegij omogućuje studentima stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o tehnologiji pametne proizvodnje i aspektima automatizacije prema načelima Industrije 4.0

Mogući sadržaj
▪ Uvod u proizvodnju ▪ Vrste proizvodnih industrija i procesa ▪ Proizvodni sustavi i tijek rada ▪ Kontrola i osiguranje kvalitete ▪ Tehnologija i automatizacija
Mogući ciljevi
▪ Pružiti dubinsko razumijevanje proizvodnog sektora ▪ Razumijevanje vrsta proizvodnih industrija i procesa ▪ Steknite dubinsko znanje o proizvodnim sustavima i tijeku rada ▪ Pružiti najbolju praksu u kontroli kvalitete i njenom osiguravanju ▪ Otkrijte studije slučaja najbolje prakse za poboljšanje kvalitete ▪ Razumjeti ulogu automatizacije i robotike u proizvodnji ▪ Otkrijte značaj Industrije 4.0 i pametne proizvodne tehnologije
Mogući ishodi učenja
Potencijalno znanje
▪ Razumjeti proizvodni sektor i njegovu važnost ▪ Razumjeti vrste proizvodnih industrija i procesa ▪ Steknite dubinsko znanje o proizvodnim sustavima i tijeku rada ▪ Otkrijte najbolje prakse u kontroli kvalitete i studije slučaja najbolje prakse za poboljšanje kvalitete ▪ Razumjeti ulogu automatizacije i robotike u proizvodnji ▪ Prepoznajte značaj Industrije 4.0 i pametne proizvodne tehnologije
Potencijalne vještine
▪ Vještine rješavanja problema u proizvodnom sektoru ▪ Vještine kontrole kvalitete ▪ Digitalne vještine
Potencijalne kompetencije

- Razlikovati vrste proizvodnih industrija i procesa
- Analizirajte različite proizvodne tehnike
- Analizirati energetske učinkovitost i smanjenje otpada u proizvodnom sektoru
- Surađivati na planiranju i dizajnu proizvodnog sustava s odgovarajućim tijekom rada
- Implementirati kontrolu kvalitete u proizvodnom sektoru
- Doprinijeti raspravama o ulozi automatizacije i robotike u proizvodnom sektoru
- Promišljena upotreba pametne proizvodne tehnologije u skladu sa smjernicama Industrije 4.0

Neobavezni scenariji učenja (prijedlozi)

Analiza studije slučaja: analizirajte različite studije slučaja proizvodnih tvrtki ili industrija koje su uspješno implementirale rješenja za automatizaciju i robotiku u svoje proizvodne linije. Te studije slučaja mogle bi obuhvatiti širok raspon različitih proizvodnih područja u kojima bi se pametna proizvodna industrija mogla implementirati u skladu s industrijom 4.0.

Terenski posjeti: organizirajte terenske posjete lokalnim proizvodnim tvrtkama ili industrijama koje su uspješno poboljšale svoj proizvodni proces povećanjem razine automatizacije i robotike kako bi se povećala produktivnost. To bi moglo uključivati posjete industrijskim centrima za istraživanje i razvoj, proizvodnim linijama koje su povećale svoju razinu produktivnosti.

Neobvezne didaktičke preporuke i podrška (prijedlozi)

Integrirajte učenje temeljeno na slučajevima:

- **Preporuka:** koristite studije slučaja proizvodnih tvrtki koje su uspješno implementirale tehnologije automatizacije, robotike i Industrije 5.0.
- **Podrška:** pružiti studentima popratni materijal o specifičnim proizvodnim industrijama u kojima se primjenjuju koncepti automatizacije, robotike i industrije 5.0 te ih potaknuti da analiziraju kako su te strategije implementirane i njihove koristi za bolju produktivnost.
- **Primjer:** slučajevi upotrebe kao što su AUDI, VW itd. prelaze kako bi povećali svoju produktivnost u proizvodnji automobila ili sličnim proizvodnim tvrtkama koje su uložile u automatizaciju, robotiku i rješenja za industriju 4.0.

Potaknite aktivno sudjelovanje i grupnu suradnju:

- **Preporuka:** grupne aktivnosti u kojima su studenti surađivali na projektima rješavanja problema kao što su projektiranje proizvodnih linija s poboljšanim rješenjima za automatizaciju, integracija robota i implementacija rješenja industrije 4.0.

- **Podrška:** pružiti jasne smjernice i očekivanja za grupni rad, kao i alate (kao što su Siemens Plant Simulation Software alat, robotski simulatori...) koji će im pomoći u izvođenju projekta.
- **Primjer:** dodijelite studentima da rade u timovima kako bi stvorili poboljšanu proizvodnu liniju za izmišljenu tvrtku, koristeći podatke iz stvarnog svijeta o tijeku rada i postavkama proizvodnje te realna vremena proizvodnje.

Koristite praktične laboratorije za razvoj vještina:

- **Preporuka:** uključite praktične laboratorije u kojima studenti mogu primijeniti koncepte automatizacije, robotike i industrije 4.0 u praktičnim okruženjima, kao što je projektiranje proizvodne linije pomoću Siemensovih alata za simulaciju postrojenja za procjenu i procjenu vremena proizvodnje određenih proizvoda ili proizvodnih procesa.
- **Podrška:** omogućiti pristup simulaciji postrojenja, simulaciji robota i sličnom softveru, kao i kontrolnim popisima opreme za automatizaciju i robotiku, popisima kritičnih senzora, proizvodnim kartama itd.
- **Primjer:** laboratorijska vježba u kojoj studenti procjenjuju produktivnost proizvodne linije tijekom proizvodnje određenih dijelova (npr. svjetla automobila) pomoću softvera Siemens, a zatim redizajniraju proizvodnu liniju kako bi povećali produktivnost.

Teorija povezivanja s tehnologijama u nastajanju:

- **Preporuka:** pokažite učenicima kako se proizvodni koncepti poboljšavaju korištenjem novih tehnologija poput robotike, umjetne inteligencije (AI) i duboke tehnologije. Potaknite ih da istraže kako ove tehnologije mogu optimizirati proizvodni proces na način da dodatno potaknu recikliranje, gospodarenje otpadom i povećaju produktivnost.
- **Podrška:** pružanje resursa o najnovijim dostignućima u tehnologiji i njezinoj ulozi u proizvodnim strategijama. Uključite gostujuća predavanja kao što su na primjer stručnjaci iz industrije ili predstavite videozapise i izvješća o tome kako se I4.0, automatizacija, umjetna inteligencija i robotika koriste u pametnim tvornicama.
- **Primjer:** demonstracija kako industrija 4.0 može poboljšati proizvodni proces, poboljšati prediktivno održavanje i povećati produktivnost proizvodnih strojeva uzimajući u obzir i prakse održivosti u proizvodnim procesima (npr. zelena proizvodnja).

Poticanje kritičkog razmišljanja i promišljanja:

- **Preporuka:** potaknuti studente da kritički analiziraju prednosti i izazove primjene automatizacije i robotskih rješenja u proizvodnom sektoru kroz rasprave i refleksivne vježbe. Studenti bi trebali uzeti u obzir ograničenja u stvarnom svijetu, kao što su tehnički i sigurnosni izazovi, spremnost tržišta i prepreke usvajanju tehnologije.
- **Podrška:** ponudite poticaje za raspravu i refleksivna pitanja u raspravama u učionici ili s vježbama u kojima učenici razmišljaju o izvedivosti implementacije rješenja za automatizaciju i robotiku u različitim proizvodnim industrijama.

- **Primjer:** razredna rasprava o proizvodnim izazovima o tome kako implementirati rješenja za automatizaciju, robotiku i I4.0 kako bi se potaknuo nesmetan prijelaz s niske tehnološke spremnosti proizvodnih linija na moderniju, pametniju i produktivniju proizvodnju.

Pružite kontinuirane povratne informacije i evaluaciju:

- **Preporuka:** tijekom cijelog modula studentima dati pravovremenu povratnu informaciju o njihovom radu, posebno o njihovom razumijevanju i primjeni rješenja automatizacije, robotike i industrije 4.0 u svijetu proizvodnje u zadacima i projektima.
- **Podrška:** koristite rubrike za ocjenjivanje projekata, laboratorija i grupnih aktivnosti na temelju kriterija kao što su usvajanje rješenja za automatizaciju, robotika, umjetna inteligencija, duboka tehnologija i usklađenost sa standardima industrije 4.0. Zakažite sastanke jedan na jedan ili dajte detaljne komentare kako biste pomogli polaznicima da se poboljšaju.
- **Primjer:** pružanje personaliziranih povratnih informacija o modernizaciji proizvodne linije studenata, isticanje prednosti i područja za poboljšanje u smislu usvajanja automatizacije, robotike, umjetne inteligencije i deep-tech rješenja za poboljšanje produktivnosti.

Izborne vježbe (prijedlozi)

Vježba 1. Poboljšani dizajn proizvodne linije:

- Studenti mogu raditi u grupama na različitim vježbama u proizvodnom sektoru, i to na sljedećim temama: manja potrošnja materijala i energije, povećana produktivnost, prilagodba održivih proizvodnih praksi i tehnika (nulta defektnost).
- Studenti će zatim procijeniti prednosti svojih pristupa korištenjem alata za simulaciju postrojenja, simulacije robotike ili bilo kojeg drugog sličnog softvera te raspravljati o izazovima i prednostima.

Vježba 2. Povećano osiguranje produktivnosti:

- Timovi razvijaju koncept pametne proizvodne linije za proces predlažući različita rješenja za automatizaciju i robotiku (povećanje razine automatizacije i broja robota) za povećanje produktivnosti.
- Timovi raspravljaju o izazovima i prednostima prosed rješenja u slučaju njihove primjene na stvarni proizvodni sektor.

Vježba 3. Kvalitete:

- Studenti osmišljavaju sustav osiguranja kvalitete za praćenje kvalitete proizvedenih dijelova za određenu proizvodnu liniju.
- Predstaviti svoj prijedlog sustava kvalitete s fokusom na bolju sljedivost i kontrolu kvalitete svakog proizvedenog dijela.

Moguća evaluacija (prijedlozi)

- **Kvizovi:** procijenite znanje o ovom modulu kroz kvizove.
- **Završni projekt:** studenti predlažu i razvijaju koncept pametne proizvodne linije s povećanom razinom automatizacije, predlažući odgovarajući broj robota za zadanu liniju, te mogu uvesti/opravdati različita rješenja poput AI, ML, IoT, Deep Teach za stvaranje pametne proizvodne linije u skladu sa smjericama Industrije 4.0 pripremom završnog izvješća ili prezentacije.
- **Sudjelovanje:** sudjelovanje u praktičnim laboratorijima, terenski posjeti i rasprave o studijama slučaja među grupom.

Neobavezni popratni materijali/alati (prijedlozi)

- **Studije slučaja:** praktični primjeri iz stvarnog svijeta o uspješno poboljšanoj / digitaliziranoj proizvodnoj liniji za proizvodnju dijelova s povećanom produktivnošću poboljšanjem razine automatizacije, integracijom robotike i usvajanjem određenih pametnih proizvodnih tehnologija.
- **Usporedba s konvencionalnom proizvodnom linijom.**

8.3 Modul 3: Kružno gospodarstvo**Kružno gospodarstvo****Predloženo trajanje:** 6 sati**Sadržaj i ciljevi**

Ovaj modul pruža dubinsko istraživanje načela, propisa, strategija, dizajna i poslovnih modela kružnog gospodarstva. Usredotočuje se na to kako industrije mogu prijeći na kružnost optimiziranjem korištenja resursa, produljenjem životnog ciklusa proizvoda i smanjenjem utjecaja na okoliš. Kolegij osposobljava studente vještinama za implementaciju koncepata kružnog gospodarstva u praktičnim scenarijima relevantnim za industriju.

Mogući sadržaj

- Definicije i uvod: Zašto je potrebno kružno gospodarstvo
- Temelji: Kratak pregled regulatornih okvira i standarda, Razmišljanje o životnom ciklusu i procjene utjecaja na okoliš, Kritične sirovine
- Strategije kružnog gospodarstva: od prediktivnog održavanja do recikliranja
- Kružni dizajn: Smjernice i proces razvoja proizvoda za održivost

- Kružni poslovni modeli: Razvoj poslovnih modela za usporavanje, sužavanje, intenziviranje i poboljšanje životnog ciklusa proizvoda

Mogući ciljevi

- Razumjeti potrebu za kružnim gospodarstvom (CE)
- Naučite ključne propise i standarde
- Primijenite razmišljanje o životnom ciklusu i procjenu životnog ciklusa (LCA-Screening)
- Istražite strategije kružnog gospodarstva
- Razumjeti načela ekološkog dizajna
- Analizirajte kružne poslovne modele
- Povezati kružno gospodarstvo s tehnologijama u nastajanju

Mogući ishodi učenja

Potencijalno znanje

- Razumjeti izazove resursa koji pokreću potrebu za strategijama kružnog gospodarstva (CE), uključujući globalno iscrpljivanje resursa.
- Razumjeti ključne propise kao što su Direktiva o ekološkom dizajnu, ISO standardi i okviri proširene odgovornosti proizvođača koji reguliraju CE prakse.
- Shvatite ulogu procjene životnog ciklusa (LCA) i razmišljanja o životnom ciklusu u procjeni utjecaja na okoliš.
- Prepoznati značaj kritičnih sirovina u kontekstu kružnosti.
- Upoznajte se sa strategijama kružnog gospodarstva, uključujući upotrebu materijala, obnovu i prediktivno održavanje, te kako se one povezuju s tehnologijama kao što su robotika, umjetna inteligencija i deep tech.
- Razumjeti principe ekološkog dizajna i kako modularnost i kružni dizajn utječu na proces razvoja proizvoda.
- Saznajte više o kružnim poslovnim modelima i njihovoj primjeni u dijeljenju, leasingu, obrnutoj logistici i upravljanju lancem opskrbe.

Potencijalne vještine

- Primijeniti razmišljanje o životnom ciklusu i probir procjene životnog ciklusa kako biste procijenili održivost proizvoda i procesa na osnovnoj razini.
- Koristite strategije prediktivnog održavanja i obnove kako biste pronašli ideje za produljenje vijeka trajanja proizvoda i poboljšanje učinkovitosti resursa.

- Implementirati osnovna načela ekološkog dizajna u razvoju proizvoda s fokusom na modularnost, jednostavnu demontažu i mogućnost recikliranja.
- Razviti kružne poslovne modele kao što su leasing, plaćanje po upotrebi, softver kao usluga i sustavi obrnute logistike.
- Analizirajte i kreirajte strategije za obrnutu logistiku i kružno upravljanje lancem opskrbe.

Potencijalne kompetencije

- Pronađite najvažnije faze životnog ciklusa i pronadite poboljšanja za kružne procese i proizvode.
- Surađivati u osmišljavanju održivih životnih ciklusa proizvoda i primjeni strategija kružnog gospodarstva.
- Doprinijeti raspravama o upravljanju resursima i usklađenosti s propisima.
- Implementirajte kružne poslovne modele koji su usklađeni s industrijskim standardima i regulatornim zahtjevima.
- Promišljena upotreba kritičnih sirovina
- Optimizacija strategija na kraju životnog vijeka proizvoda kao što su automatsko sortiranje i recikliranje.

Neobavezni scenariji učenja (prijedlozi)

- **Analiza studije slučaja:** Analizirajte u načelu stvarne studije slučaja tvrtki ili industrija koje su uspješno implementirale prakse kružnog gospodarstva. Te studije slučaja mogle bi obuhvatiti širok raspon sektora, od recikliranja elektronike do održive gradnje.
- **Terenske posjete:** Organizirajte terenske posjete lokalnim tvrtkama ili industrijama koje su uspješno implementirale prakse kružnog gospodarstva. To može uključivati posjete centrima za recikliranje, pogonima za preradu ili tvrtkama s održivim lancima opskrbe.
- **Radionice o kružnom dizajnu i izradi prototipa:** Provedite praktične radionice dizajna na kojima studenti izrađuju prototipove proizvoda dizajniranih prema načelima kružnog gospodarstva, kao što su modularnost, biorazgradivi materijali ili mogućnost recikliranja. Studenti mogu eksperimentirati s pojednostavljenim alatima za procjenu životnog ciklusa (LCA-screening) i alatima za kružni poslovni model kako bi razvili kružne proizvode i komponente te odgovarajući kružni poslovni model.
- **Hackathon ili inovacijski izazov kružnog gospodarstva:** Organizirajte hackathon u kojem učenici rade u timovima kako bi predložili inovativna rješenja kružnog gospodarstva za probleme iz stvarnog svijeta. Timovi bi mogli imati zadatak razviti novi poslovni model, dizajn proizvoda ili proces opskrbnog lanca koji uključuje kružna načela.

Neobvezne didaktičke preporuke i podrška (prijedlozi)

Integrirajte učenje temeljeno na slučajevima:

- **Preporuka:** Koristite studije slučaja tvrtki koje su uspješno usvojile strategije kružnog gospodarstva, kao što su tvrtke koje implementiraju modele leasinga, obrnutu logistiku ili dizajn kružnih proizvoda.
- **Podrška:** Pružiti studentima popratne materijale o određenim industrijama (npr. elektronika, automobilska industrija, tekstil) u kojima se primjenjuju koncepti kružnog gospodarstva i potaknuti ih da analiziraju kako su te strategije provedene i njihove prednosti.
- **Primjer:** Prikazi poput Philipsovog prijelaza na kružni poslovni model za sustave rasvjete (pay-per-lux) ili **napora Patagonije** u stvaranju kružnog tekstila.

Potaknite aktivno sudjelovanje i grupnu suradnju:

- **Preporuka:** Strukturirajte grupne aktivnosti u kojima studenti surađuju na projektima kao što su dizajniranje kružnih proizvoda, razvoj kružnih poslovnih modela ili planiranje sustava obrnute logistike.
- **Podrška:** Pružite jasne smjernice i očekivanja za grupni rad, kao i alate (kao što su softver za provjeru LCA ili alati za dizajn kružnog poslovnog modela) koji će im pomoći u izvršenju projekta.
- **Primjer:** Dodijelite studentima da rade u timovima kako bi stvorili kružni poslovni model za izmišljenu tvrtku, koristeći podatke iz stvarnog svijeta o životnom ciklusu materijala i ponašanju kupaca.

Koristite praktične laboratorije za razvoj vještina:

- **Preporuka:** Uključite praktične laboratorije u kojima studenti mogu primijeniti koncepte kružnog gospodarstva u praktičnim okruženjima, kao što je dizajniranje modularnih proizvoda ili korištenje alata za provjeru LCA za procjenu utjecaja određenih proizvoda ili procesa na okoliš.
- **Podrška:** Omogućite pristup LCA-screeningu i sličnom softveru, kao i materijalima kao što su kontrolni popisi kružnosti, popisi kritičnih sirovina, grafikoni mogućnosti recikliranja itd.
- **Primjer:** Laboratorijska vježba u kojoj učenici procjenjuju utjecaj proizvoda na okoliš (npr. pametnog telefona) pomoću softvera za provjeru LCA, a zatim redizajniraju proizvod koristeći načela kružnog dizajna (npr. ponovna upotrebljivost, modularnost, mogućnost recikliranja).

Teorija povezivanja s tehnologijama u nastajanju:

- **Preporuka:** Pokažite učenicima kako koncepte kružnog gospodarstva poboljšavaju nove tehnologije poput robotike, umjetne inteligencije (AI) i duboke tehnologije.

Potaknite ih da istraže kako te tehnologije mogu optimizirati procese poput recikliranja, gospodarenja otpadom i praćenja životnog ciklusa proizvoda.

- **Podrška:** Osigurati resurse o najnovijim dostignućima u tehnologiji i njezinoj ulozi u strategijama kružnog gospodarstva. Uključite gostujuća predavanja stručnjaka iz industrije ili predstavite videozapise i izvješća o tome kako se umjetna inteligencija i robotika koriste u pametnim postrojenjima za recikliranje.
- **Primjer:** Demonstracija kako umjetna inteligencija može poboljšati procese sortiranja u centrima za recikliranje ili kako prediktivno održavanje koje omogućuje IoT može produžiti životni vijek industrijskih strojeva.

Poticanje kritičkog razmišljanja i promišljanja:

- **Preporuka:** Potaknite učenike da kritički analiziraju prednosti i izazove modela kružnog gospodarstva kroz rasprave i refleksivne vježbe. Studenti bi trebali uzeti u obzir ograničenja u stvarnom svijetu, kao što su regulatorni izazovi, spremnost tržišta i prepreke usvajanju tehnologije.
- **Podrška:** Ponudite upute za raspravu i refleksivna pitanja tijekom cijelog modula. Olakšajte rasprave u učionici ili vježbe pisanja u kojima učenici razmišljaju o izvedivosti provedbe strategija kružnog gospodarstva u različitim industrijama.
- **Primjer:** Razredna rasprava o izazovima prelaska na kružne modele na tržištima u nastajanju ili u industrijama s niskom tehnološkom spremnošću.

Pružite kontinuirane povratne informacije i evaluaciju:

- **Preporuka:** Tijekom cijelog modula studentima dajte pravovremenu povratnu informaciju o njihovom radu, posebno o njihovom razumijevanju i primjeni načela kružnog gospodarstva u zadacima i projektima.
- **Podrška:** Koristite rubrike za ocjenjivanje projekata, laboratorija i grupnih aktivnosti na temelju kriterija kao što su inovacija, izvedivost, održivost i usklađenost s industrijskim standardima. Zakažite sastanke jedan na jedan ili dajte detaljne komentare kako biste pomogli polaznicima da se poboljšaju.
- **Primjer:** Pružanje personaliziranih povratnih informacija o kružnim poslovnim modelima studenata, isticanje prednosti i područja za poboljšanje u smislu održivosti, regulatorne usklađenosti i izvedivosti tržišta.

Izborne vježbe (prijedlozi)

Vježba 1: Dizajnirajte kružni proizvod

Ciljeva:

- Dizajnirajte proizvod u skladu s načelima kružnog gospodarstva (ponovna uporaba, popravak, obnova, ponovna proizvodnja, recikliranje) i procijenite prednosti za okoliš.

Upute:

- Formirajte grupe i odaberite kategoriju proizvoda (npr. elektronika, namještaj, moda).
- Primijenite kružna načela (npr. modularnost, jednostavno rastavljanje, trajni materijali) kako biste osigurali da se proizvod može ponovno upotrijebiti, popraviti ili reciklirati.
- Procijenite ekološku učinkovitost pomoću alata za procjenu životnog ciklusa vašeg kružnog dizajna kako biste usporedili utjecaje na okoliš s konvencionalnim proizvodom.
- Predstavite ključne značajke i nalaze LCA-probira

Grupno razmišljanje:

- Raspravite s kojim smo se izazovima dizajna suočili i koje su bile najznačajnije koristi za okoliš?

Vježba 2.: Osmislite kružni poslovni model**Ciljeva:**

- Razviti kružni poslovni model (orijentiran na upotrebu ili rezultate) koji maksimizira učinkovitost resursa i pokušati razumjeti izazove i prilike u usvajanju kružnih poslovnih modela.

Upute:

- Formirajte timove i odaberite kategoriju proizvoda/usluge (npr. elektronika, odjeća, uredska oprema).
- Upotrijebite platno poslovnog modela da biste stvorili kružni poslovni model koji uključuje razinu usluge orijentiranu na upotrebu ili rezultate.
- Razgovarajte o izazovima implementacije vašeg modela (npr. infrastruktura, ponašanje potrošača, troškovi, tokovi prihoda).
- Predstavite poslovni model i tokove prihoda, kao i prednosti za okoliš.

Grupno razmišljanje:

- Raspravite s kojim su se izazovima suočili pri osmišljavanju poslovnog modela te koje prednosti i prepreke postoje za implementaciju predloženog rješenja.

Moguća evaluacija (prijedlozi)

- **Kvizovi:** Procijenite znanje o propisima, načelima kružnog dizajna i kružnim poslovnim modelima putem kvizova.
- **Završni projekt:** Studenti predlažu i razvijaju koncept za kružni proizvod, sustav reverzne logistike i kružni poslovni model s izvješćem i prezentacijom.
- **Sudjelovanje:** Sudjelovanje u praktičnim laboratorijima, hackathonima, radionicama, terenskim posjetima i raspravama o studijama slučaja.

Neobavezni popratni materijali/alati (prijedlozi)

- **Smjernice za ekološki dizajn:** Materijali o modularnom dizajnu, tehnike povezivanja, kritične sirovine i procesi razvoja proizvoda.
- **Softver:** softver i vodiči za provođenje procjena životnog ciklusa, pregleda, ugljičnog otiska proizvoda i kružnih poslovnih modela.
- **Studije slučaja:** Primjeri uspješnih kružnih poslovnih modela iz stvarnog svijeta, uključujući leasing, obrnutu logistiku i strategije produljenja životnog vijeka proizvoda.

8.4 Modul 4: Umjetna inteligencija**Umjetna inteligencija****Predloženo trajanje:** 6 sati**Sadržaj i ciljevi**

Ovaj modul istražuje različite vrste umjetne inteligencije s fokusom na strojno učenje i njegove potkategorije. Kolegij ima za cilj pripremiti studente za razumijevanje osnova umjetne inteligencije, važnosti podataka koji se koriste za obuku modela umjetne inteligencije te omogućiti studentima da identificiraju potencijalne slučajeve upotrebe za primjenu umjetne inteligencije u svom radnom životu.

Mogući sadržaj

- Uvod u umjetnu inteligenciju
- Strojno učenje i duboko učenje: osnovni pojmovi
- Uloga podataka u umjetnoj inteligenciji
- Prednosti i rizici umjetne inteligencije
- Etika umjetne inteligencije
- AI u proizvodnji: praktično razmatranje

Mogući ciljevi

- Shvatite što je umjetna inteligencija i koje vrste umjetne inteligencije postoje
- Stvoriti razumijevanje strojnog učenja i dubokog učenja na osnovnoj razini
- Sposobnost razumijevanja važnosti podataka za aplikacije strojnog učenja i kako rezultati ovise o podacima
- Sposobnost procjene glavnih koristi i rizika umjetne inteligencije na općoj razini, kao i sposobnost primjene tog znanja u procjeni specifičnih primjena

- Stvoriti razumijevanje etike umjetne inteligencije s fokusom na specifične izazove i primjene u proizvodnji

Mogući ishodi učenja

Potencijalno znanje

- Shvatite što je umjetna inteligencija i razlikujte vrste umjetne inteligencije
- Razumijevanje strojnog učenja i dubokog učenja
- Razumjeti važnost podataka u strojnom učenju i kako kvaliteta podataka utječe na ishode.

Potencijalne vještine

- Sposobnost identificiranja mogućih slučajeva upotrebe aplikacija umjetne inteligencije u vlastitom radnom životu.
- Sposobnost utvrđivanja relevantnih aspekata domenskog znanja za razvoj UI sustava
- Biti sposoban procijeniti kvalitetu podataka i razumjeti proces prethodne obrade podataka, uključujući odabir značajki i inženjering.
- Biti sposoban kritički procijeniti glavne koristi i rizike umjetne inteligencije u različitim sektorima, posebno u proizvodnji

Potencijalne kompetencije

- Razviti sposobnost primjene osnovnih AI alata za rješavanje unaprijed definiranih problema unutar poznatog i strukturiranog okruženja
- Razviti kompetenciju za primjenu etičkog zaključivanja pri razvoju ili procjeni tehnologija umjetne inteligencije, posebno u proizvodnim okruženjima.

Neobavezni scenariji učenja (prijedlozi)

- **Uvod u koncepte umjetne inteligencije:** Održite kratko predavanje u učionici o osnovama umjetne inteligencije i strojnog učenja. Glavni zaključci učenika su da su u stanju opisati razlike između slabe i jake umjetne inteligencije, kao i koncepte nadziranog učenja, nenadziranog učenja i učenja s pojačanjem. Navedite jasne i lako razumljive primjere za svaki koncept.
- **Strojno učenje u praksi:** Praktična radionica na kojoj učenici eksperimentiraju s osnovnim i unaprijed programiranim algoritmima strojnog učenja) koristeći uzorke skupova podataka kako bi pomogli učenicima da razumiju kako funkcioniraju metode strojnog učenja.

- **Uloga podataka u strojnom učenju:** Grupni projekt u kojem učenici procjenjuju različite skupove podataka i unaprijed ih obrađuju kako bi razumjeli kako kvaliteta podataka utječe na rezultate strojnog učenja.
- **Procjena rizika i koristi umjetne inteligencije:** Debatna sesija u kojoj su studenti podijeljeni u timove kako bi raspravljali o rizicima i prednostima umjetne inteligencije u različitim područjima (npr. zdravstvo, autonomna vozila, proizvodnja) kako bi se razvilo kritičko razmišljanje o potencijalnim utjecajima umjetne inteligencije.
- **Etika umjetne inteligencije u proizvodnji:** Provođenje analize studije slučaja u kojoj studenti ispituju etičku dilemu u stvarnom svijetu u proizvodnji vođenoj umjetnom inteligencijom (npr. premještanje radnika, zabrinutost za privatnost) kako bi se olakšala etička svijest i donošenje odluka.

Neobvezne didaktičke preporuke i podrška (prijedlozi)

Pristupi kombiniranog učenja

- **Preporuka:** Kombinirajte tradicionalna predavanja uživo s online modulima, resursima za učenje vlastitim tempom i interaktivnim alatima kao što su kvizovi.
- **Podrška:** Omogućite učenicima pristup online platformi za učenje na kojoj mogu pronaći daljnje materijale za učenje.
- **Primjer:** Nakon uvodnog predavanja o strojnom učenju, dodijelite online modul u kojem učenici gledaju kratke videozapise s uputama o implementaciji algoritama strojnog učenja. Učenici nakon toga ispunjavaju kviz kako bi ojačali ključne koncepte i raspravljali o rezultatima u grupi

Praktični projekti

- **Preporuka:** Uključite praktične, praktične projekte kodiranja pomoću jednostavnih gradivnih blokova programiranja ili vježbi analize podataka u ranoj fazi tečaja kako biste nadopunili teorijsko razumijevanje praktičnom primjenom.
- **Podrška:** Ponudite smjernice korak po korak tijekom početnih vježbi i stvorite prostor za sesije rješavanja problema gdje učenici mogu postavljati pitanja i dobiti povratne informacije o svom radu. Osigurajte softver jednostavan za korištenje koji omogućuje učenicima da razumiju koncepte bez potrebe da sami programiraju izvorni kod kako bi smanjili početnu barijeru.
- **Primjer:** Tijekom sesije o predobradi podataka, dajte učenicima neobrađeni skup podataka i vodite ih kroz proces čišćenja i normalizacije pomoću Pythona ili Excela. Navedite predložak koji opisuje korake procesa i tijekom laboratorijskih sesija

Grupni rad i uzajamno učenje

- **Preporuka:** Potaknite suradničko učenje tako što ćete učenici raditi u grupama na rješavanju problema, provođenju istraživanja ili međusobnoj kritici rada.

- **Podrška:** Namjerno dodijelite grupe kako biste osigurali raznolikost u razinama vještina i perspektivama. Pratite napredak grupe i osigurajte jasne uloge za svakog člana tima kako biste osigurali angažman svih sudionika.
- **Primjer:** Za grupni projekt o rizicima i koristima umjetne inteligencije, svakoj grupi dodijelite drugu industriju (npr. zdravstvo, prijevoz, proizvodnja). Svaka grupa mora istražiti i predstaviti svoja otkrića razredu, omogućujući sesije povratnih informacija kolega gdje druge skupine daju prijedloge ili protuargumente.

Etičke rasprave i rasprave

- **Preporuka:** Uključite etiku kao središnju temu u raspravama o umjetnoj inteligenciji korištenjem pripreme slučajeva upotrebe temeljenih na umjetnoj inteligenciji koji se mogu koristiti kao osnova za rasprave.
- **Podrška:** Vodite list s nekim argumentima za korištenje zabrane umjetne inteligencije za odabrane slučajeve upotrebe kako biste olakšali raspravu. Osigurajte ravnopravno sudjelovanje među učenicima.
- **Primjer:** Organizirajte raspravu u kojoj jedna skupina brani upotrebu prepoznavanja lica na javnim mjestima u sigurnosne svrhe, dok se druga skupina protivi zbog privatnosti. Opremite učenike etičkim okvirima i popratnim materijalima koji će im pomoći da strukturiraju svoje argumente. Nakon rasprave sažmite glavna etička razmatranja i razgovarajte o tome kako se mogu primijeniti na druge scenarije umjetne inteligencije.

Izborne vježbe (prijedlozi)

Vježba 1: Utjecaj podataka na modele umjetne inteligencije

Ciljevi: Prikupiti podatke za aplikaciju strojnog učenja i raspraviti o rezultatima obuke na temelju zadanog slučaja upotrebe

Upute:

- Započnite kratkim uvodom u vezi s alatima koji se koriste za prikupljanje skupa podataka i obuku modela strojnog učenja
- Predstavite učenicima slučaj upotrebe za koji moraju prikupiti podatke
- Podijelite učenike u male grupe
- Neka učenici prikupe podatke i uvježbaju AI model pomoću priloženog okvira

Grupno razmišljanje:

- Raspravite o izazovima na koje nailazimo i neka učenici opišu što su primijetili kada su koristili model strojnog učenja za zaključivanje.
- Raspravite o tome kako se mogu objasniti određena neočekivana i očekivana ponašanja modela strojnog učenja i kako se promjene moraju riješiti

Vježba 2: Klasifikacija umjetne inteligencije

Ciljevi: Klasificirati upotrebljavaju li se umjetna inteligencija u različitim vrstama aplikacija i, ako da, koje treba utvrditi koju vrstu umjetne inteligencije

Upute:

- Održite prezentaciju o tome kako funkcioniraju određene kategorije umjetne inteligencije i za što se obično koriste.
- Dajte učenicima primjere aplikacija koje se koriste u svakodnevnom životu i neka utvrde koriste li se AI modeli u tim aplikacijama ili ne
- Neka učenici vode bilješke o tome kako su prepoznali upotrebu umjetne inteligencije i raspravljaju o rezultatima kao grupa

Grupno razmišljanje:

- Razgovarajte o tome zašto učenici misle da aplikacije uključuju ili ne uključuju AI modele.
- Olakšajte raspravu dajući učenicima savjete ako je potrebno

Vježba 3: Dodjela predobrade podataka

Ciljevi: Razumijevanje koje su vrste podataka važne u vezi s određenim slučajem upotrebe u određenom skupu podataka

Upute:

- Započnite kratkom prezentacijom o inženjeringu značajki
- Predstavite učenicima slučaj upotrebe i specifičan skup podataka za zadani slučaj upotrebe koji sadrži različite vrste podataka koji se mogu koristiti za rješavanje zadatka strojnog učenja.
- Neka učenici odluče koji su podaci u ukupnom skupu podataka relevantni za zadani slučaj upotrebe

Grupno razmišljanje:

- Raspravite o rezultatima u skupini i neka polaznici objasne svoje rezultate.

Vježba 4: Procjena koristi i rizika od umjetne inteligencije

Ciljevi: Omogućiti učenicima da identificiraju rizike i koristi za određenu AI aplikaciju

Upute:

- Kratko predstavite prednosti i rizike umjetne inteligencije na primjeru određene aplikacije
- Predstavite učenicima još jedan slučaj upotrebe, po mogućnosti s fokusom na njihov svakodnevni radni život.
- Neka učenici naprave popis koristi i rizika u malim grupama i neka razgovaraju o tome nadmašuju li koristi rizike za danu primjenu.

Grupno razmišljanje:

- Raspravite o rezultatima grupa i usporedite njihove rezultate.
- Grupna rasprava daje učenicima mogućnost bolje procjene prednosti i nedostataka umjetne inteligencije u odnosu na specifične slučajeve upotrebe

Vježba 5: Etička analiza u proizvodnji

Ciljevi: Učenici su sposobni procijeniti etičku opravdanost slučajeve upotrebe umjetne inteligencije u proizvodnji

Upute:

- Održati prezentaciju o etici umjetne inteligencije s naglaskom na tome kako se umjetna inteligencija može koristiti za poboljšanje rada ljudi, a ne za njihovu zamjenu
- Učenicima dostavite pisani slučaj upotrebe u vezi s uvođenjem umjetne inteligencije u proizvodnju, uključujući pozitivne i negativne izjave radnika u vezi s uvođenjem navedenog sustava umjetne inteligencije.
- Neka učenici napišu kratki esej u kojem opisuju misle li da je uvod vođen na odgovoran način ili ne.
- Neka učenici vode bilješke o tome kako misle da se uvod može poboljšati.

Grupno razmišljanje:

- Raspravite o rezultatima u grupi i neka učenici raspravljaju na temelju njihovih pisanih eseja

Moguća evaluacija (prijedlozi)

- **Kvizovi:** Kratke procjene o vrstama umjetne inteligencije i njihovoj primjeni.
- **Praktične laboratorijske procjene:** Ocijenjena izvedba na temelju zadanog problema strojnog učenja s određenim skupom podataka.
- **Završni projekt:** Dizajn i provedba malog projekta strojnog učenja s pripadajućom dokumentacijom
- **Sudjelovanje:** Sudjelovanje u raspravama, praktičnim laboratorijima i grupnom radu.

Neobavezni popratni materijali/alati (prijedlozi)

- **Hardver:** Računalo s pristupom internetu i dovoljnim specifikacijama za korištenje strojnog učenja
- **Softver:** Softver i vodiči za niskograničnu implementaciju modela strojnog učenja

7.5 Modul 5: Robotika

Robotika

Predloženo trajanje: 6 sati

Sadržaj i ciljevi

Ovaj modul istražuje primjenu robotike u proizvodnom sektoru. Obradene teme uključuju robotsko sastavljanje, rastavljanje, interakciju čovjeka i robota te ulogu senzora, kamera i hvataljki u modernim robotskim sustavima. Kolegij ima za cilj pripremiti studente za razumijevanje i rad s industrijskim robotima, s fokusom na preciznost, učinkovitost i buduće trendove.

Mogući sadržaj

- Uvod u industrijsku robotiku.
- Primjene robotske montaže, rastavljanja i recikliranja.
- Interakcija čovjeka i robota i koboti.
- Mehatronika i periferne uređaje: senzori, kamere i hvataljke.
- Trendovi i budućnost robotike u industriji.

Mogući ciljevi

- Razumjeti osnove industrijske robotike.
- Naučiti osnove robotskih procesa sastavljanja i rastavljanja.
- Istražiti interakciju čovjeka i robota.
- Shvatiti osnove mehatronike u robotici.
- Istražiti nove trendove u robotici i automatizaciji.

Mogući ishodi učenja

Potencijalno znanje

- Razumjeti osnovne principe upotrebe robota u sastavljanju i rastavljanju u industrijama kao što su elektronika, namještaj i proizvodnja automobila.
- Upoznajte glavne primjene robotike u zadacima kao što su sastavljanje proizvoda i uporaba materijala za recikliranje.
- Prepoznajte ključne hardverske komponente u robotici, uključujući senzore, kamere i hvataljke.

Potencijalne vještine

- Primijeniti osnovne robotske sustave u industrijskim zadacima, kao što su jednostavni procesi montaže i rastavljanja.
- Upravljajte i konfigurirajte jednostavne robotske alate, kao što su senzori i kamere, za osnovne proizvodne zadatke.
- Radite sigurno sa suradničkim robotima (kobotima) u zajedničkim prostorima, slijedeći sigurnosne postupke.

Potencijalne kompetencije

- Pomoć u postavljanju robotskih sustava za poboljšanje osnovnih industrijskih procesa.
- Prilagodite robote za obavljanje određenih zadataka uz navođenje, usredotočujući se na sigurnost i učinkovitost.
- Doprinijeti evaluaciji robotskih procesa u smislu učinkovitosti i održivosti pod nadzorom.

Neobavezni scenariji učenja (prijedlozi)

- **Studije slučaja:** Primjeri robota iz stvarnog svijeta u proizvodnji elektronike i automobila.
- **Praktični laboratoriji:** Praktične sesije u kojima studenti rade s robotskim rukama, hvataljkama i senzorima.
- **Grupni projekti:** Projektiranje robotske montažne linije za određenu industriju.
- **Simulacije:** Upotreba virtualnih okruženja za simulaciju robotskih operacija u rastavljanju i recikliranju.

Neobvezne didaktičke preporuke i podrška (prijedlozi)

Korištenje praktičnih primjera iz stvarnog svijeta

- **Preporuka:** Upotrijebite srodne primjere iz stvarnog svijeta kako biste objasnili principe i primjene robotike.
- **Podrška:** Uvedite scenarije iz proizvodnje u kojima roboti obavljaju zadatke kao što su sastavljanje, zavarivanje i pakiranje. Povezati robotske aplikacije sa svakodnevnim tehnologijama kao što su robotske ruke koje se koriste u proizvodnji automobila ili preradi hrane.
- **Primjer:** Prikažite videozapis robotske ruke koja sastavlja dio automobila, nakon čega slijedi razredna rasprava o tome kako automatizacija poboljšava preciznost i smanjuje ljudske pogreške.

Grupni rad i uzajamno učenje

- **Preporuka:** Promicati suradničko učenje kroz grupne vježbe i povratne informacije među vršnjacima.

- **Podrška:** Podijelite učenike u male grupe i dodijelite im suradničke robotske zadatke, kao što je dizajniranje robotskog procesa za hipotetsku proizvodnu liniju. Potaknite polaznike da iznesu svoja rješenja s razredom, dopuštajući povratne informacije i prijedloge od vršnjaka.
- **Primjer:** Dodijelite grupe za konfiguriranje robota za sastavljanje različitih komponenti proizvoda. Svaka grupa predstavlja svoj pristup, a druge grupe kritiziraju i nude ideje za poboljšanje.

Izborne vježbe (prijedlozi)

Vježba 1: Osnove robotskog sastavljanja

Ciljevi: Razumjeti osnove robotskog rada i konfiguracije dovršavanjem jednostavnog zadatka montaže.

Upute:

- Započnite kratkim uvodom o robotskim sustavima u proizvodnji.
- Predstavite zadatak robotskog sastavljanja u kojem učenici programiraju robota za sastavljanje jednostavnog proizvoda, kao što je pozicioniranje komponenti na pločici.
- Izvršite zadatak i analizirajte performanse robota u smislu brzine, točnosti i učinkovitosti.

Grupno razmišljanje:

- Raspravite o izazovima s kojima se susrećete i kako poboljšati učinkovitost zadataka.
- Prateći ovu strukturu, studenti će steći praktično iskustvo s robotikom i bolje razumjeti njezinu ulogu u modernoj proizvodnji.

Vježba 2: Suradnja i sigurnost čovjeka i robota

Cilj: Istražiti suradnju čovjeka i robota i razumjeti sigurnosne mjere potrebne u zajedničkim radnim okruženjima.

Upute:

- Započnite s uvodom u kolaborativne robote (kobote) i njihovu ulogu u radu s ljudima u industrijskim okruženjima.
- Postavite scenarij u kojem učenici moraju programirati kobota da pomogne u zadatku, kao što je pakiranje malih predmeta u kutije, dok čovjek obavlja komplementarne zadatke poput kontrole kvalitete.
- Osigurajte da su sigurnosni protokoli integrirani u zadatak, uključujući programiranje kobota da uspori ili zaustavi kada čovjek uđe u njegov radni prostor.

Grupno razmišljanje:

- Raspravite o tome kako suradnja čovjeka i robota poboljšava učinkovitost i sigurnost te identificirajte sve potencijalne izazove ili poboljšanja u tijeku rada.

- Ova vježba pomoći će studentima da shvate važnost sigurnosti i učinkovitosti u suradnji čovjeka i robota, dajući im praktičan uvid u njezinu primjenu u modernim industrijama.

Moguća evaluacija (prijedlozi)

- **Kvizovi:** Kratke procjene o vrstama robotskog hardvera i njihovim primjenama.
- **Praktične laboratorijske procjene:** Stupnjevana izvedba zadataka sastavljanja/rastavljanja pomoću robotskih sustava.
- **Završni projekt:** Projektiranje i simulacija robotske linije za montažu/demontažu s pisanim izvješćem.
- **Participacija:** Sudjelovanje u raspravama, praktičnim laboratorijima i grupnom radu

Neobavezni popratni materijali/alati (prijedlozi)

- **Vodič za postavljanje robotskog sustava:** Vodiči koji pružaju detaljne upute o tome kako instalirati i konfigurirati robotske sustave, pokrivajući aspekte kao što su montaža hardvera, instalacija softvera i početna kalibracija za optimalne performanse u proizvodnim okruženjima.
- **Sigurnosni postupci za suradnju čovjeka i robota:** Opisuje osnovne sigurnosne protokole kako bi se osigurala sigurna interakcija između ljudi i robota u zajedničkim radnim prostorima. Uključuje smjernice za minimiziranje rizika, definiranje sigurnih zona i korištenje zaštitnih mjera za sprječavanje nesreća.
- **Priručnici za robotski hardver (senzori, kamere, hvataljke):** Priručnici koji pružaju tehničku dokumentaciju i specifikacije za različite hardverske komponente robota, kao što su senzori, kamere i hvataljke. Objašnjavaju kako svaka komponenta funkcionira, kako ih instalirati i održavati te kako komuniciraju s ostatkom robotskog sustava.
- **Kontrolni popisi za procjenu performansi robota:** Ovi kontrolni popisi služe kao alati za procjenu i praćenje performansi robotskih sustava. Pomažu u procjeni čimbenika kao što su točnost, brzina i učinkovitost operacija, osiguravajući da robot zadovoljava željene standarde izvedbe.

8.6 Modul 6: Duboka tehnologija

Duboka tehnologija

Predloženo trajanje: 5 sati

Sadržaj i ciljevi

Ovaj modul učenja nudi sveobuhvatan uvod u Deep Tech, a istovremeno se bavi potencijalom novih tehnologija za ubrzavanje prijelaza na kružno gospodarstvo.

Studentima će se pružiti i teoretsko znanje i praktični uvidi, što će im omogućiti da zarone u primjenu Deep Tech-a u proizvodnoj industriji, kao i da steknu razumijevanje važnosti Deep Tech-a kako u kontekstu industrije 5.0, tako i u prijelazu na kružno gospodarstvo.

Mogući sadržaj

- Uvod u deep tech
- Temeljne tehnologije unutar Deep Techa
- Deep tech za održivost

Mogući ciljevi

- Predstaviti Deep Tech i njegove ključne razvojne tehnologije.
- Objasnite ulogu Deep Techa u tranziciji prema kružnom gospodarstvu.
- Pružite studentima uvid u Deep Tech aplikacije kroz interaktivne vježbe.
- Prikažite primjere najbolje prakse novoosnovanih poduzeća unutar Deep Tech ekosustava.

Mogući ishodi učenja

Potencijalno znanje

- Razumjeti temeljna načela Deep Tech tehnologija.
- Razumjeti koncept Deep Tech i Deep Tech područja, posebno napredne materijale; virtualna i proširena stvarnost; i digitalni blizanci.
- Steknite uvid u primjenu i implikacije ovih tehnologija u kontekstu proizvodnog sektora.
- Otkrijte ulogu Deep Techa u prijelazu na kružno gospodarstvo, uključujući primjenu kružnih poslovnih modela.

Potencijalne vještine

- Vještine rješavanja problema
- Analitičke vještine
- Poduzetničke vještine
- Zelene vještine
- Digitalne vještine

Potencijalne kompetencije

- Kompetencije za rješavanje problema
- Inovacijske kompetencije

- Strateško razmišljanje

Neobavezni scenariji učenja (prijedlozi)

- **Vježba temeljena na izazovima o kružnim poslovnim modelima primijenjenim na Deep Tech:** studenti se bave otvorenim izazovima na Deep Techu primjenom kružnih poslovnih modela.
- **Prezentacija o kružnim poslovnim modelima:** učenici će predstaviti svoja rješenja i dati povratne informacije drugim skupinama, potičući uzajamno učenje.
- **Interaktivna sesija o Deep Tech tehnologijama:** studenti će istražiti ključne Deep Tech tehnologije u interakciji s Radar1 EIT Deep Tech Talent Initiative, internetskim alatom za vizualizaciju tehnologija u nastajanju.

Neobvezne didaktičke preporuke i podrška (prijedlozi)

Integracija pristupa učenja temeljenog na izazovima:

- **Preporuka:** integrirati vježbe temeljene na izazovima kako bi se teorijsko znanje povežalo s njegovim praktičnim primjenama i promicalo uzajamno učenje. Vježbe temeljene na izazovima također poboljšavaju rješavanje problema, poduzetničke i analitičke vještine učenika.
- **Podrška:** primjeri Deep Tech izazova iz stvarnog života za studente.
- **Primjer:** vježba koja se temelji na izazovima o kružnim poslovnim modelima (vidjeti 1. vježbu modula 6.).

Primjena interaktivnog učenja za istraživanje novih tehnologija:

- **Preporuka:** koristite interaktivni web alat koji će učenicima omogućiti da se upoznaju s novim tehnologijama. Prednosti interaktivnog učenja uključuju poboljšano zadržavanje, poboljšano kritičko razmišljanje te veći angažman i motivaciju.
- **Potpoma:** pružat će se putem interaktivne platforme za tehnologije u nastajanju, kao što je Radar inicijative EIT Deep Tech Talent Initiative, koja korisnicima omogućuje istraživanje i vizualizaciju tehnologija u nastajanju.
- **Primjer: Identifikacija** slučajeva upotrebe duboke tehnologije (vidjeti vježbu 2 modula 6).

Izborne vježbe (prijedlozi)

Vježba 1. Vježba kružnih poslovnih modela temeljena na izazovima:

Cilj: uključiti studente u primjenu kružnih poslovnih modela na Deep Tech izazove. Pristup vježbe temeljen na izazovima omogućit će studentima da steknu poduzetničke vještine dok rade u timovima na rješavanju stvarnih problema s kojima se suočavaju tvrtke.

Upute:

- Presentacija Deep Tech izazova.
- Učenici, podijeljeni u grupe, definirat će rješenja koja se bave jednim od izazova. Studenti će primijeniti kružne poslovne modele za formuliranje rješenja, koja će biti prikazana na platnu poslovnog modela.

Grupno razmišljanje:

- Svaka grupa će predstaviti svoje rješenje svim sudionicima, uz podršku kružnog modela platna.
- Učenici će dati povratne informacije od vršnjaka do vršnjaka.

Vježba 2. Identifikacija slučajeva upotrebe duboke tehnologije:

Cilj: upoznati učenike s novim tehnologijama i odgovarajućim slučajevima upotrebe primjenom interaktivnih metoda učenja.

Upute:

- Presentacija vježbe i interaktivnog internetskog alata za nove tehnologije.
- Učenici će se pojedinačno kretati alatom.
- Podijeljeni u grupe, učenicima će biti dodijeljena nova tehnologija i od njih će se tražiti da identificiraju i opišu tri slučaja upotrebe.

Grupno razmišljanje:

- Svaka će skupina predstaviti identificirane slučajeve upotrebe.
- Nakon svake prezentacije, svi će studenti biti potaknuti da daju povratne informacije i predlože daljnje slučajeve upotrebe koji odgovaraju predstavljenoj tehnologiji u nastajanju.

Moguća evaluacija (prijedlozi)

- **Kvizovi:** kviz koji pokriva sadržaj modula.
- **Vježbe temeljene na izazovima:** evaluacija platna i prezentacije poslovnog modela.

Neobavezni popratni materijali/alati (prijedlozi)

- **Platno kružnog poslovnog modela**
- **Deep Tech izazovi⁴**
- **Tehnološki radar inicijative EIT Deep Tech Talent Initiative⁵**

Glosar

Algoritam

Algoritam se sastoji od skupa uputa ili koraka koji se koriste za rješavanje problema (npr. ne uključuje podatke). Algoritam može biti apstraktan i implementiran u različitim programskim jezicima i softverskim bibliotekama.

Umjetna inteligencija

Sustav umjetne inteligencije je sustav temeljen na strojevima koji može utjecati na okoliš stvaranjem rezultata (predviđanja, preporuka ili odluka) za određeni skup ciljeva. Upotrebljava strojne i/ili ljudske podatke i ulazne podatke za (i) percepciju stvarnog i/ili virtualnog okruženja; (ii) apstrahirati te percepcije u modele analizom na automatiziran način (npr. strojnim učenjem) ili ručno; i (iii) koristiti zaključivanje modela za formuliranje opcija za ishode. Sustavi umjetne inteligencije dizajnirani su za rad s različitim razinama autonomije.

Proširena stvarnost

Sustav koji nadopunjuje stvarni svijet virtualnim (računalno generiranim) objektima za koje se čini da koegzistiraju u istom prostoru kao i stvarni svijet. AR sustav [će] imati sljedeća svojstva: kombinira stvarne i virtualne objekte u stvarnom okruženju; radi interaktivno, a u realnom timalu 2001, 34)

Automatski/automatizacija/automatizirano

Odnosi se na proces ili sustav koji, pod određenim uvjetima, funkcionira bez ljudske intervencije.

Kružno gospodarstvo

Okvir sistemskih rješenja koji se bavi globalnim izazovima kao što su klimatske promjene, gubitak biološke raznolikosti, otpad i zagađenje. Temelji se na tri načela, vođena dizajnom: uklanjanje otpada i onečišćenja, cirkulacija proizvoda i materijala (po njihovoj najvećoj vrijednosti) i regeneracija prirode.

Temelji se na prelasku na obnovljivu energiju i materijale. Prijelaz na kružno gospodarstvo podrazumijeva odvajanje gospodarske aktivnosti od potrošnje ograničenih resursa.

Duboka tehnologija

Deep tech inovacije vrhunska su tehnološka rješenja koja kombiniraju područja znanosti i inženjerstva u fizičkoj, biološkoj i digitalnoj sferi.

Ekološki dizajn

Integracija ekoloških aspekata u proces razvoja proizvoda, uravnoteženjem ekoloških i ekonomskih zahtjeva. Ekološki dizajn uzima u obzir ekološke aspekte u svim fazama procesa razvoja proizvoda, težeći proizvodima koji imaju najmanji mogući utjecaj na okoliš tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda.

Umjetna inteligencija usmjerena na čovjeka

Antropocentričnim pristupom umjetnoj inteligenciji nastoji se osigurati da ljudske vrijednosti budu ključne za način na koji se sustavi umjetne inteligencije razvijaju, uvajaju, upotrebljavaju i nadziru, osiguravanjem poštovanja temeljnih prava, uključujući ona utvrđena u Ugovorima Europske unije i Povelji Europske unije o temeljnim pravima, koja su sva ujedinjena upućivanjem na zajednički temelj utemeljen na poštovanju ljudskog dostojanstva, u kojem ljudsko biće uživa jedinstven i neotuđiv moralni status. To također podrazumijeva razmatranje prirodnog okoliša i drugih živih bića koja su dio ljudskog ekosustava, kao i održivi pristup koji omogućuje procvat budućih generacija koje dolaze.

Internet stvari (IoT)

Infrastruktura međusobno povezanih entiteta, ljudi, sustava i informacijskih resursa zajedno sa službama koje obrađuju i reagiraju na informacije iz fizičkog i virtualnog svijeta

Strojno učenje

Strojno učenje (ML) je grana umjetne inteligencije (AI) koja se fokusira na razvoj sustava sposobnih učiti iz podataka za rješavanje problema aplikacije bez eksplicitnog programiranja. Učenje se odnosi na računalni proces optimizacije parametara modela iz podataka, prema zadanim kriterijima. Model je matematički konstrukt koji generira izlaz na temelju ulaznih podataka.

Robot

Sustav automatizacije s aktuatorima koji obavlja predviđene zadatke u fizičkom svijetu, pomoću senzora okoline i softverskog sustava upravljanja.

Napomena 1. uz unos: Robot uključuje upravljački sustav i sučelje upravljačkog sustava.

Napomena 2. uz unos: Razvrstavanje robota u industrijskog robota ili uslužnog robota provodi se u skladu s njegovom namjenom.

Napomena 3 za unos: Kako bi pravilno obavljao svoje zadatke, robot koristi različite vrste senzora kako bi potvrdio svoje trenutno stanje i percipirao elemente koji čine okolinu u kojoj radi.

Robotika

Znanost i praksa projektiranja, proizvodnje i primjene robota.

Virtualna stvarnost

Virtualna stvarnost je alternativni svijet ispunjen računalno generiranim slikama koje reagiraju na ljudske pokrete.