

**PAMETNIJE  
OBRAZOVANJE  
KAKO UMJETNA  
INTELIGENCIJA  
MIJENJA  
AKADEMSKA  
PRAVILA IGRE**



# UI za akademski uspjeh: Više od trenda

Integracija umjetne inteligencije u visoko obrazovanje i znanstveni rad predstavlja neizbježan i višeslojan proces koji donosi značajne prednosti, ali brojne i kompleksne izazove

## FAKULTET ZA FIZIKU

Individualizirani  
instruktori

str. 3.



## FAKULTET ZA MATEMATIKU

Rastu potrebe za  
matematičarima

str. 4.



## GRAĐEVINSKI FAKULTET

Inženjeri nove  
generacije

str. 5.

## POMORSKI FAKULTET

Odgovornost  
na čovjeku

str. 6.

## TEHNIČKI FAKULTET

Alat u funkciji  
kvalitetnije nastave

str. 7.

# UVODNIK



prof. dr. sc.  
Goran HAUSER,  
rektor

## Znanost u službi zajednice

**V**OX UNIRI prvi je broj našeg osvježnog priloga o znanosti i obrazovanju, osmišljen kao prostor susreta znanstvene zajednice i šire javnosti. Naša je misija jednostavna, ali ambiciozna: graditi mostove između onih koji istražuju i onih koji žive s posljedicama tih istraživanja. Želimo premostiti jaz između laboratorija i svakodnevice te kompleksne formule pretočiti u priče razumljive svima. Znanost nije privilegija znanstvenika. Ona je zajednički alat kojim pokušavamo otkriti kako funkcionira svijet oko nas. Ona nas uči da se ne bojimo nepoznatog, već da ga istražimo, kritički promišljamo, postavljamo pitanja i iznad svega, ostanemo znatiželjni.

Čvrsto vjerujemo da Sveučilište mora disati zajedno s gradom i njegovim ljudima. Znanje postaje javno dobro tek kada je dostupno i razumljivo svima, a njegova stvarna snaga leži u sposobnosti da odgovori na stvarne potrebe zajednice i gradi društvo utemeljeno na dokazima, a ne dezinformacijama. Uvjereni smo da obrazovanje ne završava izlaskom iz školskih klupa, već se nastavlja kroz znatiželju koju hranimo cijeli život.

Tema broja: Umjetna inteligencija – alat ili autoritet?

Umjetna inteligencija (UI) više nije scenarij iz znanstveno-fantastičnih filmova. Ona je tu, u našim životima, na radnim mjestima i u načinu na koji donosimo odluke. No što ona zapravo jest i što nam donosi?

**U** ovom prvom broju u središte postavljamo prirodne i tehničke znanosti: discipline koje su temelj našeg napretka, od razumijevanja zakona fizike do inženjerskih pothvata koji mijenjaju izgled naših gradova i načine našeg života. UI danas nije samo domena tehnoloških stručnjaka i programera, postala je ogledalo našeg društva i produžetak naših bioloških mogućnosti. Stoga u ovom prilogu sagledavamo tehničke i prirodne znanosti kao pokretače napretka, ali i kao ogledalo društva koje ih stvara i odgovornosti koja iz toga proizlazi.

Kroz četiri broja u ovoj godini, u VOX UNIRI osvrnut ćemo se i na sljedeće teme:

\* UI revoluciju u medicini: ispričati kako UI ubrzava otkrivanje novih lijekova, preciznije dijagnosticira bolesti i personalizira liječenje prema genetskom kodu svakog pacijenta.

\* Društveni preokret uz pomoć UI: otkriti što UI znači za društvene znanosti, kako UI mijenja poslovne procese, utječe na produktivnost, mijenja trendove u turizmu te na koji način algoritmi, ako ih ne nadziramo, mogu nesvjesno produbiti postojeće predrasude.

\* UI, humanistika i kreativnost: istražiti zašto su nam u doba AI-a potrebni književnici, filozofi i povjesničari te gdje završava kod i počinje kultura odnosno može li UI biti kreativan ili je umjetnost ipak ostala posljednja utvrda ljudske duše.

**T**ehnologija je moćan alat, ali njezina vrijednost mjeri se onim što donosi čovjeku. Pozivamo vas da kroz ove stranice otvorite vrata naših laboratorija i predavaonica. Budućnost ne smije biti nešto što nam se slučajno događa. Ona mora biti rezultat našeg zajedničkog znanja, suradnje i savjesti. Budućnost upravo sada svi zajedno ispisujemo, red po red koda i otkriće po otkriće.

## UMJETNA INTELIGENCIJA U OBRAZOVANJU, ZNANOSTI, ISTRAŽIVANJU....

Integracija umjetne inteligencije u visoko obrazovanje i znanstveni rad predstavlja neizbježan proces koji donosi značajne prednosti, ali i izazove

# Sveučilište u novoj tehnološkoj paradigmi

Odgovorima na postavljena pitanja, koja obuhvaćaju područja fizike, matematike, građevinarstva, pomorstva i tehničkih znanosti, moglo bi se zaključiti kako se nalazimo u određenim tranzicijskom razdoblju prilagodbe novoj tehnološkoj paradigmi, ali ona nije samo tehničke naravi, već duboko zadire u pedagoške, etičke temelje akademskog sustava

Elvira MARINKOVIĆ ŠKOMRLJ

**U**mjetna inteligencija (UI) u posljednjem je desetljeću snažno prodrla u gotovo sve sfere ljudskog života – od obrazovanja i znanosti do industrije, zdravstva i svakodnevnice komunikacije. Alati poput ChatGPT ili Claude omogućuju bržu obradu informacija, automatizaciju složenih zadataka i personalizirani pristup učenju i radu, čime značajno povećavaju učinkovitost i dostupnost znanja. UI pritom potiče inovacije, ubrzava istraživanja i otvara nove mogućnosti u razvoju tehnologije i gospodarstva.

Sve su to teze (frazе) s kojima se susrećemo na dnevnoj razini i raspravljamo o njima pokušavajući sagledati dosege, međutim, malobrojni su oni koji mogu i naslutiti što nas čeka, primjerice, za samo pet godina, što i nije dugo razdoblje.

No, što o navedenom misle na sastavnicama iz područja prirodnih i tehničkih znanosti Sveučilišta u Rijeci može se pročitati na stranicama koje slijede (abecednim redom: Fakultet za fiziku, Fakultet za matematiku, Građevinski fakultet, Pomorski fakultet i Tehnički fakultet).

Uz brojne prednosti, razvoj UI nosi i ozbiljne rizike. Među njima se ističu mogućnost širenja netočnih informacija, smanjenje potrebe za određenim radnim mjestima, ovisnost o tehnologiji te izazovi vezani uz privatnost i sigurnost podataka. Poseban problem predstavlja i nekritičko oslanjanje na rezultate koje UI generira, što može dovesti do pogrešnih zaključaka i odluka. Dugoročno, takvi trendovi mogu utjecati na ogromne promjene u društvu, načinu obrazovanja i našoj ulozi u donošenju odluka.

### Brojni izazovi

U suvremenom visokoobrazovnom i znanstveno-istraživačkom okruženju umjetna inteligencija (UI), a osobito generativni modeli poput ChatGPT i Claude, postaje ključan čimbenik transformacije načina poučavanja, učenja i stvaranja znanja. Odgovorima na postavljena pitanja, koja obuhvaćaju područja fizike, matematike, građevinarstva, pomorstva i tehničkih znanosti, moglo bi se zaključiti kako se nalazimo

u određenim tranzicijskom razdoblju prilagodbe novoj tehnološkoj paradigmi, ali ona nije samo tehničke naravi, već duboko zadire u pedagoške, etičke temelje akademskog sustava.

Kako, primjerice, pojašnjavaju na Fakultet za fiziku, ključni izazov ostaje očuvanje ravnoteže između temeljnih znanja i tehnološke asistencije. UI ima potencijal značajno unaprijediti personalizaciju učenja, omogućujući studentima individualizirani tempo savladavanja apstraktnih koncepata, osobito u teorijskoj fizici i matematici. Istodobno, dolazi do promjena u načinu evaluacije znanja. Klasični oblici provjere, poput pisanih ispita i seminarskih radova, suočeni su s izazovom razlikovanja autentičnog studentskog rada od sadržaja generiranog UI alatima. Stoga se sve više naglašava potreba za razvojem novih metoda vrednovanja koje uključuju usmene obrane, projektni rad i kontinuirano praćenje procesa učenja. Unisoni je stav, da akademska čestitost pritom postaje centralna tema, pri čemu je nužno jasno definirati granice dopuštenog korištenja UI te razvijati kulturu odgovornog i transparentnog rada.

U znanstveno-istraživačkom kontekstu, UI donosi značajne mogućnosti ubrzanja istraživanja, osobito u područjima koja uključuju obradu velikih količina podataka. Automatizacija analize podataka i generiranje hipoteza otvaraju nove istraživačke horizonte, ali istovremeno zahtijevaju visoku razinu kritičkog promišljanja rezultata. I u tom smislu, suglasni su na svim fakultetima, važna je usklađenost s načelima otvorene znanosti, koja podrazumijevaju transparentnost u korištenju izvora i jasno navođenje uloge UI alata u istraživačkom procesu.

### Uloga nastavnika

S obzirom na razvoj tržišta rada, jasno je da će budući diplomanti morati posjedovati širi spektar kompetencija. Osim programerskih vještina, naglasak se stavlja na razumijevanje načina funkcioniranja UI sustava, sposobnost interpretacije njihovih rezultata te etičko promišljanje njihove primjene. Interdisciplinarnost

pritom postaje ključna, jer se znanja iz fizike, matematike i inženjerstva sve više prepliću s informatičkim i podatkovnim znanostima. Suradnja s industrijom dodatno potiče razvoj praktičnih vještina i prilagodbu obrazovnih programa stvarnim potrebama gospodarstva.

Istodobno, postavlja se pitanje očuvanja temeljnih inženjerskih i analitičkih vještina, kako bi stručnjaci zadržali sposobnost samostalnog donošenja odluka u situacijama kada tehnologija zakaže. Unatoč brojnim prednostima, primjerice, UI nosi i određene rizike. Jedan od ključnih izazova jest sklonost korisnika nekritičkom prihvaćanju rezultata koje generiraju algoritmi, što može dovesti do pogrešnih interpretacija ili zaključaka.

Etička dimenzija korištenja UI dodatno naglašava potrebu za jasnim smjernicama i regulativom. Odgovornost za rezultate, zaštita autorskih prava i transparentnost procesa postaju ključni elementi akademske i profesionalne prakse. U tom kontekstu, uloga nastavnika se transformira – od tradicionalnog predavača prema mentoru koji usmjerava studente u razvoju kritičkog mišljenja i odgovornog korištenja tehnologije.

Dakle, kako se može zaključiti, integracija umjetne inteligencije u visoko obrazovanje i znanstveni rad predstavlja neizbježan i višeslojan proces koji donosi značajne prednosti, ali brojne i kompleksne izazove. Uspješna implementacija zahtijeva strateški pristup koji uključuje prilagodbu kurikuluma, razvoj novih metoda poučavanja i evaluacije, ulaganje u infrastrukturu te kontinuiranu edukaciju nastavnika i studenata. Ključno je pritom očuvati temeljne vrijednosti akademske zajednice – kritičko mišljenje, intelektualnu čestitost i znanstvenu rigoroznost – kako bi UI postala alat koji unapređuje, a ne narušava kvalitetu obrazovanja i istraživanja.

Stoga je, ističu na Sveučilištu u Rijeci, ključno pristupiti razvoju i primjeni umjetne inteligencije odgovorno, uz jasno definirane etičke okvire i naglasak na kritičkom razmišljanju. Samo uravnotežen pristup može osigurati da UI ostane alat koji služi nama, a ne obrnuto.

**FAKULTET ZA FIZIKU O UMJETNOJ INTELIGENCIJI U OBRAZOVANJU, ZNANOSTI, ISTRAŽIVANJU...**

# Nova era individualiziranih instruktora

Ako razmislimo svi o svojem školovanju – nikad nas nitko drugi nije ništa naučio, samo nas je potaknuo, podučavao i pomagao – a student, učenik i svatko od nas uči sam – kad bi to netko drugi mogao učiniti umjesto nas – ne bi postojale tolike poteškoće oko usvajanja znanja

**P**rimjena umjetne inteligencije u nastavi fizike na Fakultetu za fiziku Sveučilišta u Rijeci polazi od ideje da su alati umjetne inteligencije (UI) u svojoj biti napredni digitalni alati. Sadašnji modeli koji se široko koriste još nisu ni inteligencija ni »umjetna inteligencija« nego veliki jezični modeli Large Language Model (LLM) poput ChatGPT ili Claude koji su trenirani na ogromnim količinama teksta i mogu kao input koristiti prirodni jezik, generirati tekst, rješavati zadatke (uključujući matematičke i fizičke) i objašnjavati koncepte. Zato LLM još uvijek možemo promatrati kao današnji analogon nekadašnjim kalkulatorima koji su se počeli upotrebljavati u školama prije 50 ili računala prije 40 godina. Nastavniku matematike nije problem provjeriti razumije li učenik operaciju množenja iako koristi kalkulator, tako ni nastavniku fizike nije teško procijeniti razumije li student fizikalnu jednadžbu iako je pri njezinu rješavanju koristio alate UI. Upravo iz te perspektive planira se i njihova integracija u kurikulum.

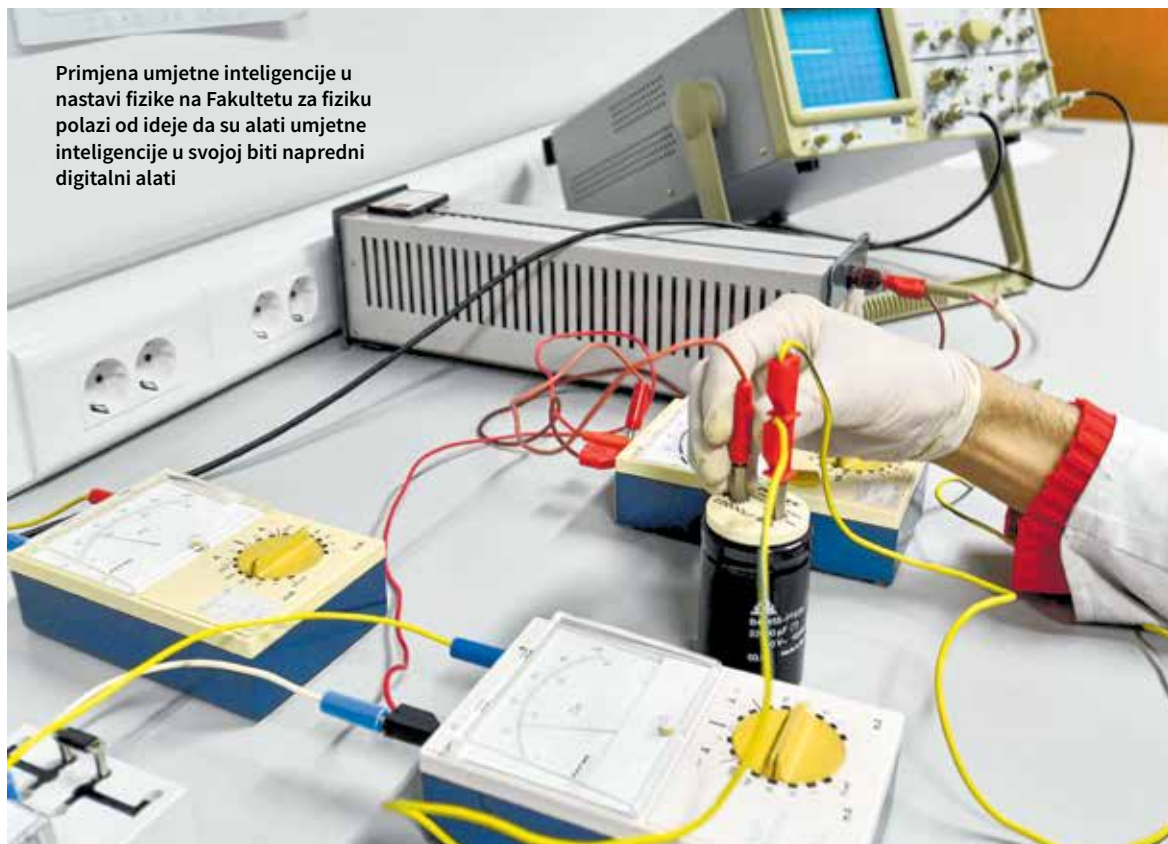
U skladu sa Smjernicama Sveučilišta u Rijeci, korištenje UI alata u nastavi ostaje u domeni nastavničke autonomije, ali uz definirana pravila koja moraju biti unaprijed komunicirana studentima. UI će se integrirati kao podrška učenju – primjerice za generiranje dodatnih zadataka, objašnjenje matematičkih postupaka ili pomoć u fizikalnom modeliranju – ali uz zahtjev da student mora razumjeti to što alat proizvede – a nastavnik je taj koji provjerava i vrednuje to razumijevanje, kao što to čini oduvijek. Drugim riječima, UI može pomoći u »rješavanju jednadžbe«, može je i riješiti i mi ćemo poticati da student koristi alat UI (i računalo i Internet) ali nastavnik provjerava razumije li student jezik kojim je jednadžba napisana (matematički formalizam) i značenje koje ona prenosi. U tom smislu vrijedi i analogija s jezikom: UI može prevesti tekst na japanski, ali samo onaj tko zna japanski može ga doista razumjeti, pročitati i interpretirati. Ovdje vrijedi podsjetiti na riječi jednog poznatog fizičara koji je

prigodom neke davne kurikularne reforme rekao: matematika jest jezik. To znaju svi koji se njome muče i koriste sve vrste pomoći i instruktora. Alati UI se mogu gledati kao novi vid individualiziranih instruktora – ali ako razmislimo svi o svojem školovanju – nikad nas nitko drugi nije ništa naučio, samo nas je potaknuo, podučavao i pomagao – a student, učenik i svatko od nas uči (i muči se s razumijevanjem) zapravo sam – kad bi to netko drugi mogao učiniti umjesto nas – ne bi postojale tolike poteškoće oko usvajanja znanja. Pogotovo jezika, matematike i fizike – »Tu nema kraljevskog puta« – rekao je još Euklid kralju koji ga je najprije molio da ga poučava matematički, a zatim se tužio da mu je matematika teška. Teška je jer se radi o razumijevanju i građenju koncepta, a ne o memoriranju i reproduciranju.

## Preuzimanje odgovornosti

Važan aspekt rada s alatima UI je preuzimanje odgovornosti. Kao i kod upotrebe bilo kojeg drugog alata, alat ne preuzima ni nagradu ni odgovornost za rezultate korištenja njime. Ako zabijemo čavao ukrivo, krivi smo mi, a ne čekić; hvalimo Van Gogha zbog njegovih djela, a ne njegove kistove. Jednako tako, mi stojimo iza rezultata dobivenih korištenjem alata UI, mi ćemo primiti pohvale, nagrade ili visoku ocjenu za dobro obavljeni posao, ali ako koristimo neprovjerene i slijepo preuzete rezultate, moramo očekivati kritiku, osudu, ili kaznu.

Korištenje alata UI prirodno vodi prema većoj personalizaciji učenja. UI alati mogu djelovati kao svojevršni individualni asistenti, prilagodavati objašnjenja razini studenta i nuditi različite pristupe istom problemu, što je osobito vrijedno u zahtjevnim područjima poput teorijske fizike. Međutim, Smjernice UNIRI jasno naglašavaju da UI mora ostati pomoćno sredstvo, a ne zamjena za vlastiti intelektualni napor. Cilj nije ubrzati put do rješenja, nego produbiti razumijevanje. Sukladno tome, adaptirat će se i način vrednovanja znanja. Naglasak u vrednovanju znanja iz fizike nije puko rješavanje zadataka radi dobivanja rješenja,



Primjena umjetne inteligencije u nastavi fizike na Fakultetu za fiziku polazi od ideje da su alati umjetne inteligencije u svojoj biti napredni digitalni alati

nego razumijevanje što se zapravo računa, fizikalne interpretacije postava problema, tzv. rubnih uvjeta, interpretacije rješenja i kritičkog vrednovanja rezultata. Korištenje UI alata je dopušteno, ali mora biti transparentno i jasno naznačeno, uz obvezno citiranje i, prema potrebi, uvid u korištene upite (promptove). Time se akademska čestitost ne narušava, nego redefinira: problem nije u korištenju alata, nego u prikrivanju njegova korištenja ili u nekritičkom prihvaćanju rezultata.

## Analiza podataka

U znanstvenom istraživanju umjetna inteligencija već sada pokazuje značajan potencijal za ubrzanje rada, osobito u područjima poput fizike materijala, biofizike i teorijske fizike. UI može pomoći u analizi velike količine literature, generiranju hipoteza i obradi složenih numeričkih modela. Ipak, ona ne zamjenjuje ono što je ključno za fiziku – fizičku intuiciju i sposobnost razumijevanja prirodnih zakonitosti. U kontekstu otvorene znanosti, korištenje UI alata mora biti transparentno i pravilno citirano, kako bi znanstveni rezultati ostali provjerljivi i reproducibilni. Posebno je osjetljivo područje analize podataka. Fakultet za fiziku će zasigurno poticati primjenu UI alata za obradu velikih eksperimentalnih skupova podataka, ali

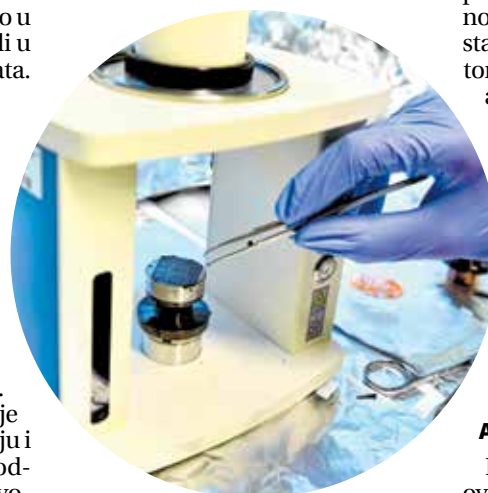
uz oprez koji Smjernice jasno ističu: potrebno je paziti na sigurnost, vlasništvo i povjerljivost podataka te izbjegavati nekritično dijeljenje istraživačkih rezultata s vanjskim sustavima. Odgovornost za interpretaciju rezultata uvijek ostaje na istraživaču – sa i bez upotrebe alata UI. Svjesni smo i rizika pristranosti u LLM modelima treniranim na

velikim skupovima podataka. Zato je nužno UI promatrati kao alat, a ne kao autoritet te njegove rezultate uvijek provjeravati i uspoređivati s relevantnim znanstvenim izvorima. Smjernice UNIRI posebno naglašavaju važnost kritičkog razmišljanja i prepoznavanja mogućih nedostataka u generiranim informacijama. Kao i do sada kod metodoloških proboja nužno je kontinuirano stručno usavršavanje znanstvenika i nastavnika. Učili smo koristiti kalkulator, računala, Internet... sad učimo alate UI, a nakon toga i buduće napredne modele koji još nisu razvijeni – imamo li uopće alternativu? Već se intenzivno organiziraju edukacije koje će nastavnicima i studentima omogućiti da razumiju mogućnosti i ograničenja UI alata te da ih smisleno integriraju u nastavu, u skladu sa Smjernicama koje potiču razvoj dobre prakse i odgovornu primjenu.

## Akademska čestitost

Pitanje akademske čestitosti u ovom kontekstu ne svodi se na zabranu, nego na jasno definiranje odgovorne uporabe. Dopušteno je koristiti UI kao pomoć u učenju i istraživanju, ali nije dopušteno preuzimati generirani sadržaj bez navođenja izvora, niti ga koristiti suprotno uputama nastavnika. Transparentnost je temelj: UI je alat, i kao takav mora biti vidljiv u procesu rada.

Jedan od najvećih izazova ostaje poučavanje studenata kritičkoj evaluaciji rezultata koje generira UI. U fizici to znači provjeru dimenzija, razmatranje graničnih slučajeva i procjenu fizičkog smisla dobivenog rješenja. UI može generirati formalno točne jednadžbe, ali pogrešno interpretirati njihovo značenje. Upravo tu se očituje uloga nastavnika: ne provjerava se može li student dobiti rezultat, nego razumije li što taj rezultat znači. UI može značajno pomoći studentima u učenju »jezika prirode«, ali ga ne može »govoriti« umjesto njih. Knjiga prirode jest pisana jezikom matematike (Galileo), zato je razumijevanje i služenje tim jezikom – matematičkim formalizmom središte obrazovanja fizike. No, obrazovanje iz fizike ima primarni cilj proučavati knjigu prirode, matematički formalizam je način na koji to čini, a UI je samo novi, moćan alat koji taj proces može ubrzati, olakšati, unaprijediti i produbiti.



U znanstvenom istraživanju umjetna inteligencija već sada pokazuje značajan potencijal za ubrzanje rada

UI može značajno pomoći studentima u učenju »jezika prirode«, ali ga ne može »govoriti« umjesto njih

## Kritička procjena

U kontekstu zapošljivosti, studenti fizike više ne trebaju samo klasične programerske vještine, nego razvijenu UI pismenost. To uključuje sposobnost formuliranja kvalitetnih upita, razumijevanje ograničenja modela te, možda najvažnije, sposobnost kritičke procjene dobivenih rezultata. U svijetu u kojem UI može generirati uvjerljive, ali netočne odgovore, ključna kompetencija postaje razlikovanje istinitog od samo uvjerljivog.



Korištenje alata UI prirodno vodi prema većoj personalizaciji učenja

## FAKULTET ZA MATEMATIKU O UMJETNOJ INTELIGENCIJI U OBRAZOVANJU, ZNANOSTI, ISTRAŽIVANJU...

Budući da se umjetna inteligencija temelji na matematici, nagli razvoj umjetne inteligencije ubrzano povećava potrebu za matematičarima. Na studijima Fakulteta za matematiku sustavno se radi na temeljitom usvajanju matematičkih sadržaja, a također i njihovoj primjeni u umjetnoj inteligenciji. Zbog razumijevanja matematičke pozadine umjetne inteligencije, studenti nakon završetka studija imaju snažnu konkurentsku prednost jer, na poslu mogu ne samo koristiti umjetnu inteligenciju, nego i razvijati alate umjetne inteligencije.

Kako ubrzani razvoj umjetne inteligencije povećava potrebu za osobama koje imaju duboko razumijevanje matematike potrebne za razvoj i kvalitetnu primjenu umjetne inteligencije, u obrazovanju matematičara i dalje će biti potrebno usvajanje teorijskih znanja, uključujući kompleksne dokaze. Zato se način obrazovanja matematičara vjerojatno neće bitno mijenjati u narednim godinama, ali će se učiti novi matematički sadržaji koji se razvijaju za potrebe umjetne inteligencije, a također i primjena umjetne inteligencije na rješavanje matematičkih i drugih problema. Na Fakultetu za matematiku taj izazov prepoznat je i aktivno se ugrađuje u nastavu: temeljni pristup ostaje čvrsto utemeljen na teoriji, ali ga kontinuirano nadopunjujemo novim matematičkim sadržajima razvijenima za potrebe umjetne inteligencije te primjenom suvremenih UI alata u rješavanju matematičkih i drugih problema.

Naravno, razvoj tehnologije i umjetne inteligencije stvara izazove u načinima evaluacije znanja, odnosno povećava mogućnosti neetičnog ponašanja. S tim izazovima suočavat ćemo se, s više ili manje uspjeha, u cijeloj obrazovnoj vertikali, od osnovne škole do studija. Na Fakultetu za matematiku razvijaju se i primjenjuju različiti oblici provjere znanja, uključujući usmene ispite na kojima studenti moraju prezentirati teorijsko znanje i odgovarati na pitanja, što omogućuje da se ispita koliko student razumije gradivo i značajno smanjuje mogućnost neetičnog ponašanja na ispitima.

### Kombinatoričke strukture

U presjeku matematike i umjetne inteligencije mogu se prepoznati dva ključna istraživačka smjera. Tako govorimo o razvoju matematičkih temelja umjetne inteligencije te o razvoju i primjeni umjetne inteligencije za rješavanje matematičkih problema. Prvi, za cilj postizanje dubokog matematičkog razumijevanja umjetne inteligencije, što je preduvjet za razvoj pouzdanih AI sustava. Na temelju toga nastoji prevladati trenutne prepreke i probleme koji se javljaju pri upotrebi umjetne inteligencije. Drugi smjer, odnosno razvoj i primjena umjetne inteligencije za rješavanje matematičkih problema se fokusira na razvoj metoda za rješavanje matematičkih problema (npr. rješavanje parcijalnih diferencijalnih jednačbi ili konstrukcija matrica s određenim svojstvima) koje koriste umjetnu inteligenciju, čime se otvaraju potpuno novi istraživački pristupi u matematici.

Djelatnici Fakulteta za matematiku u svom znanstvenom radu uspješno koriste umjetnu inteligenciju kao alat za rješavanje matematičkih problema. Tako su, primjerice, razvijali evolucijske algoritme za konstrukciju određenih kombinatoričkih struktura, točnije kombinatoričkih dizajna i grafova. Takvi algoritmi razvijani su u sklopu doktorskih disertacija izv. prof. dr. sc. Doris Dumičić Danilović i dr. sc. Tina Zrinskog, pod mentorstvom prof. dr. sc. Deana Crnkovića. Mislim da je prilično izvjesno da će se u skoroj budućnosti intenzivirati korištenje umjetne inteligencije za pronalaženje kombinatoričkih struktura interesantnih s matematičkog



# UI neće "ulijeniti" mozak matematičara

Fakultet za matematiku sustavno radi na temeljitom usvajanju matematičkih sadržaja i njihovoj primjeni u umjetnoj inteligenciji

Ne postoji realna opasnost od toga da umjetna inteligencija "ulijeni" mozak budućih matematičara, osobito u obrazovnom okruženju koje sustavno potiče analitičko i apstraktno razmišljanje, kakvo njeguju na Fakultetu za matematiku

gledišta. Također, prof. dr. sc. Dean Crnković i izv. prof. dr. sc. Andrea Švob objavili su članak u kojem je predložena metoda dodjele aerodromskih izlaza za vrijeme pandemije zaraznih bolesti uz upotrebu umjetne inteligencije, što pokazuje i širu društvenu primjenjivost naših istraživanja. Nadalje, izv. prof. dr. sc. Sanda Bujačić Babić voditeljica

je sveučilišnog znanstvenog projekta Matematičko modeliranje u umjetnoj inteligenciji, čime se dodatno jača istraživačka povezanost matematike i umjetne inteligencije na Fakultetu.

### Struka i tržište rada

Algoritmi umjetne inteligencije temelje se na brojnim matematičkim



Studenti matematike moraju svladavati matematičke teorije, što uključuje shvaćanje matematičkih dokaza i samostalno dokazivanje tvrdnji



Djelatnici Fakulteta za matematiku u svom znanstvenom radu uspješno koriste umjetnu inteligenciju kao alat za rješavanje matematičkih problema

sadržajima, od standardnih matematičkih sadržaja poput matrica i vektora te derivacija, do naprednijih sadržaja iz vjerojatnosti i statistike, optimizacije i teorije grafova. Na Fakultetu za matematiku studenti temeljito usvajaju tradicionalne matematičke sadržaje potrebne za razumijevanje algoritama umjetne inteligencije, a nedavno smo uveli i kolegije, kao što su kolegiji Matematičke osnove umjetne inteligencije i Strojno učenje, u kojima se dodatno

obrađuju matematički sadržaji koji se koriste u umjetnoj inteligenciji, kao i primjena tih sadržaja u algoritmima umjetne inteligencije. Fakultet će nastaviti aktivno razvijati i uvoditi nove kolegije usmjerene na umjetnu inteligenciju, tako da, na primjer ove godine na diplomskom studiju Diskretna matematika i primjene započnemo s izvođenjem kolegija Neuronske mreže. Takva kombinacija tradicionalnih temeljnih matematičkih sadržaja i novih matematičkih teorija i primjena u umjetnoj inteligenciji osigurava našim studentima visoku konkurentnost na tržištu rada. Štoviše, matematičko obrazovanje sa strogim matematičkim dokazima daje iznimno snažne temelje za usvajanje novih znanja, što će biti sve bitnije mladim generacijama zbog sve bržeg razvoja tehnologije i umjetne inteligencije, čime naši diplomanti ostaju dugoročno prilagodljivi i traženi stručnjaci.

Na diplomskom studiju Diskretna matematika i primjene studenti u suradnji s privrednim subjektima rješavaju realne probleme vezane za poslovanje tih tvrtki, kroz projektni rad i izravnu komunikaciju s industrijom U mnogim od tih zadataka pristup rješenju uključuje primjenu umjetne inteligencije. To studente neposredno priprema za tržište rada te ih već tijekom studija povezuje s potencijalnim poslodavcima.

### Sprječavanje plagiranja

U skladu s propisima Sveučilišta, Fakultet dosljedno provodi politiku sprječavanja plagiranja i neetičkog korištenja umjetne inteligencije. Sprječavanje plagiranja kod nas se efikasno provodi, budući da se za svaki seminarski, završni ili diplomski rad provodi provjera pomoću specijaliziranih programa za detekciju podudarnosti s postojećim tekstovima. Takvi programi vrlo su efikasni i u širokoj su primjeni u nastavi i znanosti diljem svijeta. Istodobno, puno je teže ispitati je li i u kojoj mjeri npr. u pisanju nekog seminarskog rada korišten neki alat umjetne inteligencije. Postoje programi koji pokušavaju detektirati takvo korištenje umjetne inteligencije, međutim njihova pouzdanost još uvijek zaostaje za alatima za detekciju plagiranja. Upravo zato dodatno se naglašava važnost samostalnog rada i akademske čestitosti kroz izravnu komunikaciju sa studentima i različite oblike provjere znanja.

Studenti matematike moraju svladavati matematičke teorije, što uključuje shvaćanje matematičkih dokaza i samostalno dokazivanje tvrdnji. Kasnije u karijeri matematičari koji se bave znanošću moraju otkrivati i dokazivati nove tvrdnje, a oni koji rade u privredi moraju pratiti razvoj tehnologije i umjetne inteligencije. Umjetna inteligencija još je daleko od mogućnosti otkrivanja i dokazivanja novih teorema, pa još dugo neće u tome moći zamijeniti ljude. Stoga ne postoji realna opasnost od toga da umjetna inteligencija »ulijeni« mozak budućih matematičara, osobito u obrazovnom okruženju koje sustavno potiče analitičko i apstraktno razmišljanje, kakvo njegujemo na Fakultetu za matematiku

Kao što je već istaknuto, matematika igra ključnu ulogu u postavljanju čvrstih teorijskih temelja umjetne inteligencije, na primjer teorijsko objašnjavanje procesa učenja u algoritmima umjetne inteligencije. Razvoj čvrstih teorijskih temelja smanjuje mogućnost neželjenih pojava kod primjene algoritama umjetne inteligencije, odnosno pomaže detektiranju takvih pojava.

Fakultet za matematiku u Rijeci osigurava da studenti stječu čvrste matematičke temelje, ali i vještine za primjenu umjetne inteligencije, pripremajući ih da budu ključni stručnjaci u razvoju, unaprjeđenju i odgovornom korištenju naprednih AI sustava.

U području strategije i kurikula umjetna inteligencija na Građevinskom fakultetu ne promatra se kao izolirana temu jednog kolegija, nego kao horizontalna kompetencija koja se već provlači kroz kolegije povezane s digitalnim vještinama, numeričkim modeliranjem, analizom podataka i suvremenim inženjerskim alatima. Poseban naglasak stavlja se na odgovorno korištenje UI alata kao sredstva za ubrzanje, automatizaciju i kvalitetniju obradu podataka, ali ne kao zamjenu za inženjersko razmišljanje, razumijevanje fizikalne osnove problema i donošenje stručnih odluka.

U sklopu izrade novog programa sveučilišnog diplomskog studija planira se snažnija integracija umjetne inteligencije. Osim što će se kompetencije korištenja UI alata i strojnog učenja razvijati kroz više kolegija, novi izborni kolegij »Strojno učenje i umjetna inteligencija u mehanici konstrukcija i materijala« će studentima omogućiti izravno povezivanje metoda strojnog učenja s problemima konstrukcija, materijala i prediktivnog modeliranja.

Suradnja s privredom je ključna za daljnji razvoj sadržaja vezanih uz UI, kako bi studenti stekli kompetencije koje odgovaraju stvarnim potrebama suvremenog projektiranja i optimizacije procesa u građevinskom sektoru. Fakultet sustavno modernizira studijske programe kroz Erasmus+ projekte XRGREEN.CON i U-HIRES, koji su usmjereni na konkretno unaprijeđenje nastavnih procesa i razvoj suvremenih obrazovnih sadržaja u suradnji sa stručnjacima iz javnog sektora i privrede. Integracijom naprednih digitalnih tehnologija poput UI, proširene stvarnosti (XR), GIS alata i UAV sustava, ovi projekti doprinose razvoju novih i unaprijeđenih kolegija. Razvojem inovativnih obrazovnih sadržaja u području održive gradnje i kružnog gospodarstva te UI i podatkovno vođenih pristupa u analizi urbanih klimatskih izazova obrazovanje se dodatno usklađuje s aktualnim tehnološkim i društvenim potrebama.

#### Ciljane edukacije

Fakultet prepoznaje potencijal UI alata kao podrške učenju te planira razviti smjernice koje će studentima i nastavnicima pomoći u njihovoj svrhovitoj i odgovornoj primjeni. Naglasak je na transparentnosti i razumijevanju uloge UI alata u procesu učenja, pri čemu se studente potiče da takve alate koriste kao pomoć u istraživanju, strukturiranju ideja i provjeri razumijevanja, a ne kao zamjenu za vlastiti rad. U tom se kontekstu razmatra i primjena modela poput Artificial Intelligence Augmentation Scale (AIAS), koji razlikuje razine korištenja umjetne inteligencije, od pomoćne do dominantne, čime se dodatno podupire jasno definiranje prihvatljivih oblika uporabe u akademskom okruženju. Fakultet djeluje u skladu sa Smjernicama za odgovorno korištenje UI alata na Sveučilištu u Rijeci, uz organizaciju dodatnih ciljanih edukacija za nastavnike i studente.

U kontekstu provjere studentskih radova, pristup se temelji na jačanju procesa učenja i vrednovanja, a ne na isključivoj detekciji sadržaja generiranog umjetnom inteligencijom. Planira se veći naglasak na kontinuiranom radu, mentorskom praćenju te zadacima koji uključuju primjenu znanja na konkretne inženjerske probleme. Usmjene provjere, prezentacije i refleksije dodatno doprinose uvidu u stvarno razumijevanje studenata, čime se prirodno smanjuje prostor za neprimjerenu uporabu alata, uz zadržavanje međusobnog povjerenja.

#### Suradnjom do rješenja

Primjena umjetne inteligencije u građevinarstvu središnja je tema niza znanstveno-istraživačkih

## GRAĐEVINSKI FAKULTET O UMJETNOJ INTELIGENCIJI U OBRAZOVANJU, ZNANOSTI, ISTRAŽIVANJU....

# Izazovi pred inženjerima nove generacije

Jedan od ključnih izazova je sklonost korisnika da nekritički prihvaćaju rezultate koje generira UI, a u inženjerskoj struci temeljenoj na sigurnosti takav pristup može imati ozbiljne posljedice



U sklopu izrade novog programa sveučilišnog diplomskog studija planira se snažnija integracija umjetne inteligencije



Primjena umjetne inteligencije u građevinarstvu središnja je tema niza znanstveno-istraživačkih projekata koji se trenutno provode na Građevinskom fakultetu

### Digitalna transformacija struke

Integraciju umjetne inteligencije s postojećim BIM procesima promatramo kao logičan nastavak digitalne transformacije struke. Kroz kombinaciju edukacije, praktičnih radionica i snažnih partnerstava s gospodarstvom i industrijom, fakultet sustavno priprema studente i struku za budućnost u kojoj će BIM modeli postati inteligentni sustavi sposobni za analizu, predviđanje i donošenje odluka. U posljednjih pet godina održan je niz predavanja, radionica i studentskih natjecanja na kojima je fokus bio na primjeni BIM-a u projektiranju i građenju. Važan element razvoja je članstvo Fakulteta u Centru za digitalni razvoj Hrvatske, koji djeluje kao nacionalna platforma za poticanje digitalne transformacije kroz edukacije, savjetovanja i povezivanje akademskog i poslovnog sektora. Automatizaciju i robotizaciju gradilišta vođenu umjet-

nom inteligencijom promatramo kao nadogradnju postojećih BIM modela u smjeru automatiziranog planiranja, optimizacije resursa, prediktivne analize troškova i rokova, kao i korištenja robota i autonomnih sustava za izvođenje određenih radova. Dosadašnja suradnja fakulteta s partnerima iz prakse jasno pokazuje da gospodarstvo prepoznaje potencijal takvih tehnologija, ali i da je njihova šira primjena u Hrvatskoj još uvijek u fazi postupnog razvoja (svega 15-20% tvrtki primjenjuje trenutno BIM tehnologiju). Razlozi su višestruki, od investicijskih troškova i potrebe za standardizacijom procesa, do nedostatka stručnjaka koji bi takve sustave mogli razvijati i koristiti. Iako Hrvatska još nije u fazi široke primjene robotiziranih gradilišta vođenih umjetnom inteligencijom, trendovi su jasni i ubrzavaju se.

projekata koji se trenutno provode na Građevinskom fakultetu u Rijeci. Jedno od područja koje pokazuje velik potencijal jest upravljanje rizicima od poplava i klimatskih ekstrema. Umjesto da se reagira tek kada šteta već nastane, cilj je rizike prepoznati dovoljno rano i na temelju analiza velikih količina podataka donositi kvalitetnije odluke. UI alati sve se više koriste za bolje upravljanje vodnim resursima, osobito u uvjetima klimatskih promjena kada dostupnost i kakvoća vode postaju sve osjetljivije pitanje. Velik značaj umjetna inteligencija ima i u praćenju stanja građevina i infrastrukture te pravodobnom planiranju obnove i prilagodbe. Umjetnu inteligenciju koristimo i za razvoj učinkovitijih građevinskih rješenja, od procjene ponašanja pojedinih konstrukcijskih elemenata do optimizacije materijala koji mogu smanjiti zagrijavanje gradova tijekom ljetnih vrućina. UI alati pomažu i u samom vođenju građevinskih projekata, od procjene troškova i rokova do smanjenja rizika od pogrešaka i učinkovitijeg planiranja izvedbe.

Ovakva istraživanja razvijaju se kroz sve snažniju suradnju sa drugim sastavnicama Sveučilišta u Rijeci, prije svega sa znanstvenicima sa Zavoda za računarstvo Tehničkog fakulteta, koji ciljano razvijaju napredne metode strojnog učenja i analize podataka za potrebe građevinarstva. Važan poticaj povezanju daje i Centar za umjetnu inteligenciju i kibernetičku sigurnost, koji omogućuje suradnju istraživača iz različitih područja. Upravo je interdisciplinarnost ključ budućeg razvoja: građevinarstvo donosi razumijevanje prostora, ponašanja konstrukcija i opasnosti, a računarstvo alate koji iz podataka mogu generirati nova saznanja i rješenja.

#### Etička pitanja

Na fakultetu su već prepoznati određeni izazovi i potencijalne »zamke« vezane uz korištenje umjetne inteligencije, osobito u kontekstu nastave i razvoja inženjerskih kompetencija. Iako UI predstavlja snažan alat koji može značajno unaprijediti učinkovitost i dostupnost znanja, jasno je da njegova nekritička primjena nosi i određene rizike.

Jedan od ključnih izazova je sklonost korisnika da nekritički prihvaćaju rezultate koje generira umjetna inteligencija, uključujući i tehničke izračune ili projektantska rješenja koja mogu sadržavati pogreške. U inženjerskoj struci, gdje su sigurnost i pouzdanost temeljne vrijednosti, takav pristup može imati ozbiljne posljedice.

Drugi važan aspekt odnosi se na moguću gubitak temeljnih inženjerskih vještina. Ako studenti previše ovisu o automatiziranim alatima, postoji rizik da ne razviju dovoljno duboko razumijevanje konstrukcija, materijala i procesa građenja. Fakultet stoga pristupa AI tehnologijama kao nadopuni, a ne zamjeni klasičnog inženjerskog znanja, inzistirajući na ravnoteži između digitalnih alata i fundamentalnih kompetencija.

Također, otvaraju se i etička pitanja, posebice u kontekstu autorstva i intelektualnog vlasništva. Korištenje UI alata u izradi projekata, završnih i diplomskih radova, seminarskih radova ili analiza postavlja se pitanje tko je stvarni autor i gdje je granica između pomoći i preuzimanja gotovih rješenja.

U tom smislu, fakultet aktivno prilagođava nastavne procese kako bi studenti naučili odgovorno i stručno koristiti UI alate. Naglasak je na razumijevanju ograničenja tehnologije, provjeri rezultata, transparentnosti u korištenju alata te razvoju etičke svijesti.

Interdisciplinarnost je ključ budućeg razvoja: građevinarstvo donosi razumijevanje prostora, ponašanja konstrukcija i opasnosti, a računarstvo alate koji iz podataka mogu generirati nova saznanja i rješenja

**POMORSKI FAKULTET O UMJETNOJ INTELIGENCIJI U OBRAZOVANJU, ZNANOSTI, ISTRAŽIVANJU...**

# Fokus nije na UI, već na problemima koje rješava

Znanstveno istraživanje može biti fokusirano na UI, ali i može samo koristiti UI. To je razlika u tranziciji. Tako su i na PFRI-u UI i raznovrsni alati sve češće prisutni kao dio sustava, a ne kao njegova središnja tema

U javnom prostoru umjetna se inteligencija često svodi na generativne alate, ali u operativnim sustavima ona je manje vidljiva, ali važnija i složenija.

Naime, jezični modeli i traženje odgovarajuće rutine za njegu suhe kože su jedno, a sustav koji interpretira navigacijske podatke i utječe na odluke u plovidbi je nešto sasvim drugo. Sljedeća razina je umjetna inteligencija koja uopće nije vidljiva korisniku, nego djeluje u pozadini, u fazama razvoja i pripreme sustava i aplikacija. Najvažniji dio često nije ono što vidimo, nego što je već odlučeno prije nego što uopće počnemo s korištenjem. Riječ je o cijelom jednom ekosustavu, a korisnik je najčešće svjestan samo njegova posljednjeg, vidljivog dijela.

Što se integracije tiče, nastojimo pristupiti postupno i ciljano, kroz razvoj specijaliziranih kolegija, primjerice UI do uvođenja specijaliziranih i dodatnih sadržaja te postupnu ugradnju u odgovarajuće kolegije, kao što su automatsko planiranje putovanja u elektroničkoj navigaciji, ili strojno učenje u dijagnostici kvarova.

Proces korištenja UI kao personaliziranog asistenta u učenju mora se odvijati uz jasno definirane granice i svjesnost o ulozi UI. Ona pomaže organizirati i razjasniti ono o čemu već razmišljamo; ona ne zna, već odražava. Na nama je da znamo da ne smije generirati zapažanja umjesto nas, izmišljati vlastite, nama nepoznate uvide temeljem određenog zadatka (nismo ih stvarno vidjeli u podacima i ideji), niti preuzeti naše misaone procese. Generativna umjetna inteligencija alat je za strukturiranje misli, a ne isključivo izvor spoznaje.

UI uvodi novu razinu učenja — ne samo što student zna, nego kako dolazi do znanja i koliko je toga svjestan. Razmišljanje o razmišljanju.

Uspješna integracija umjetne inteligencije ovisi prije svega o kompetencijama nastavnika. UI alati nam kompetencije ne oduzimaju, već iziskuju nove. Pri ispravnom korištenju jezičnih modela, umjesto linearnog puta (s kojim smo odrasli), imamo grananje misli i ideja, što zahtijeva novu vrstu misaone discipline; prvo nastavnika, a zatim i studenata. Trenutno smo u središtu tranzicije. Pričamo o digitalnoj, ali i pedagoškoj tranziciji.

Fakultet provodi edukativne UI aktivnosti (radionice, interne edukacije), uz razvoj smjernica za etičku i učinkovitu uporabu UI alata i sveučilišne smjernice i politiku korištenja. Naglasak je na (inter)aktivnom pristupu i integraciji u nastavne i znanstvenoistraživačke procese. O tehnologiji ove vrste nije moguće poučavati isključivo teorijski. Tek kroz vlastito iskustvo nastavnika može prepoznati gdje alat pomaže, gdje griješi i gdje student mora preuzeti odgovornost. Upravo ovdje se stvara stvarna pedagoška vrijednost.

## Granice primjene

Znanstveno istraživanje može biti fokusirano na UI, ali i može samo koristiti UI. To je razlika u tranziciji. Dok čitamo ovaj tekst, UI filtrira našu poštu, predlaže putanju vožnje, prepoznaje lica u galeriji fotografija i odlučuje koji će nam sadržaj na društvenim mrežama biti prikazan. Negdje drugdje će na cesti spriječiti



UI se uvodi kao sustav podrške odlučivanju, a ne kao zamjena za čovjeka

sudar automatskim kočenjem, ili analizirati vibracije i zvukove konstrukcija kako bi prepoznao mikrooštećenja. Ne moramo svega biti svjesni. Tako su i na PFRI-u UI i raznovrsni alati sve češće prisutni kao dio sustava, a ne kao njegova središnja tema. Ne fokusiramo se nužno na UI, već na probleme u kojima ju koristimo.

Istraživanja povezana s umjetnom inteligencijom integrirana su u širi okvir digitalne transformacije pomorstva, kroz nacionalne i međunarodne projekte koji se bave sigurnošću plovidbe, održivim transportom i digitalizacijom. projekti i

teme su brojni i u njima se UI razvija kao komponenta složenih sustava. Integriramo ju u okruženje kako bi donijela mjerljivu vrijednost bez narušavanja temeljnih sigurnosnih načela. Izazov nije razviti algoritam, nego razumjeti gdje ga smijemo koristiti, a gdje ne.

Iznimno su važni i istraživački laboratoriji koji djeluju u specifičnom znanstvenom polju, i omogućuju prijelaz s modela na provjeru u kontroliranim uvjetima. Naime, u pomorstvu je presudno da sustav funkcionira u stvarnim uvjetima. Laboratoriji su filter između ideje i



Fakultet provodi edukativne UI aktivnosti uz razvoj smjernica za etičku i učinkovitu uporabu UI alata

## Optimizacija luka

Ovdje UI već sada donosi konkretne, mjerljive koristi. Kao primjere imamo upravljanje i optimizaciju vremena dolazaka i odlazaka brodova, optimizaciju rada kontejnerskih terminala, prediktivno održavanje lučke opreme, energetske optimizacije i elektrifikaciju luka, inteligentne sustave nadzora. U vodećim svjetskim lukama (Rotterdam, LA, Singapur, Hamburg) umjetna inteligencija već je integrirana u svakodnevne operativne procese.

Uz pogonska goriva, u kontekstu zelenih koridora posebno je važna uloga UI u smanjenju emisija kroz optimizacije vremena, putovanja i ruta. Dodana vrijednost UI odražava se i u koordinaciji složenih lučkih sustava, naročito zbog obrade (analize) velikih količina podataka iz raznih izvora koji nastupaju kao podrška sustavu odlučivanja.



Fakultet provodi edukativne UI aktivnosti uz razvoj smjernica za etičku i učinkovitu uporabu UI alata

primjene: mjesto gdje se ne potvrđuje samo funkcionalnost, nego i pouzdanost sustava u manje idealnim uvjetima gdje posljedice odluka nisu apstraktne.

## Inovativnost u korisnosti

Razvoj UI rješenja u pomorstvu zahtijeva snažnu interdisciplinarnu suradnju. Njome se i inače ponosimo; na Fakultetu imamo pet različitih studijskih smjerala, i barem toliko istraživačkih. Suradnja sa srodnim fakultetima omogućuje povezivanje inženjerskih rješenja s operativnim znanjem. To je posebno vidljivo u projektima autonomnih i eksperimentalnih plovila, gdje se integriraju upravljački algoritmi, senzorski sustavi i navigacijski modeli. Naravno, namjena takvih plovila nije samo sudjelovanje u utrckama. Inovativnost se očituje u korisnosti proizvoda za potencijalni nadzor nautičkog prometa, morskih granica i podvodne infrastrukture te praćenja kvalitete mora.

A kako tranzicija ne zaobilazi nikoga, tako se i struka mora prilagoditi. Pomak ide s izvršavanja prema nadzoru, interpretaciji i donošenju

odluka. Časnik palube koji je danas zadužen za ručno praćenje meteoroloških promjena i prilagodbu putovanja, sutra će nadzirati i interpretirati preporuke sustava koji to radi automatski. Međutim, odgovornost se ne mijenja, i dalje ostaje na njemu. Umjetna inteligencija neće zamijeniti časnike palube, stroja i elektrotehničke, ali će postupno mijenjati njihovu ulogu. Slično vrijedi i za nastavnike. Kod inženjera logistike i prometnih inženjera priča je ista. Navedeno nije došlo s UI o kojoj danas razgovaramo, već puno ranije.

Nadalje, kada je riječ o eventualnim etičkim izazovima treba reći da upotreba UI ne uvodi nove etičke principe u akademsku zajednicu, već zahtijeva njihovu dosljednu primjenu (transparentnost, autorstvo, odgovornost) u novom kontekstu.

Navođenje i provjera svih informacija u vjerodostojnim izvorima su obavezni. Važno je i razlikovati što spada u opće poznate činjenice, a što zahtijeva jasnu referencu, jer upravo na toj razini često dolazi do pogrešaka. Ovo nije od jučer. Jezični modeli mogu proizvesti i formalno ispravne, ali nepostojeće ili netočne reference. Naglasak mora biti na procesu rada, usmenoj provjeri i zadacima koji zahtijevaju razumijevanje i argumentaciju. Jedan od novih izazova nije samo plagijat, već pojava misaono praznog sadržaja.

## Upitna uvjerljivost

No, kada je riječ o tomu koje su glavne etičke dileme kod uvođenja UI-a u sustave sigurnosti plovidbe gdje je ljudski život u fokusu, onda treba istaknuti kako u sustavima sigurnosti plovidbe UI otvara pitanja odgovornosti, transparentnosti i pouzdanosti. Ključno je definirati tko snosi odgovornost za odluke sustava, osigurati razumljivost algoritama i testirati njihovo ponašanje u ekstremnim uvjetima.

Zbog toga se UI uvodi kao sustav podrške odlučivanju, a ne kao zamjena za čovjeka. Granica između automatizacije i odgovornosti mora ostati jasno definirana.

Nameće se i pitanje postoji li opasnost da preveliko oslanjanje na UI dovede do atrofije kritičkog razmišljanja i klasičnih navigacijskih vještina kod studenata. Rizik atrofije zasigurno postoji, ali ovisit će o načinu korištenja UI i o pojedincu. Ako se UI koristi kao zamjena za razmišljanje, doći će do gubitka analitičkih i operativnih sposobnosti. UI ne razumije u ljudskom smislu. Ona generira sljedeću najvjerojatniju riječ ili ideju na temelju uzoraka, i zbog toga može zvučati uvjerljivo i kada nije točna. Student koji ne razumije gradivo neće znati prepoznati kad mu sustav daje krivi odgovor. Upravo zato je fokus na sposobnosti procjene kvalitete informacija, a ne samo njihove reprodukcije.

Uz pravilno korištenje dolazi do suprotnog, sinergijskog učinka. UI ne mijenja temeljne navike rada. Onaj tko već ima razvijene analitičke i kreativne sposobnosti koristit će ju za daljnji razvoj, dok kod drugih postoji rizik površnog korištenja i stagnacije.

Dakle, ključno pitanje nije hoće li tehnologija zamijeniti vještine, nego hoće li korisnik zadržati kontrolu nad vlastitim razmišljanjem.

U svakodnevnu nastavu na RITEH-u umjetna inteligencija uvodi se kao alat koji mora biti u funkciji kvalitetnije nastave, uz jasna pravila odgovorne i etične primjene, a čime se slijedi politika i smjernice Sveučilišta, koja naglašava transparentnost, akademski integritet, razvoj kritičkog mišljenja i osobnu odgovornost nastavnika i studenata za svaki rezultat dobiven pomoću UI alata.

U praksi to znači da se UI koristi kao podrška u pripremi nastavnih sadržaja, razvoju suvremenijih metoda poučavanja i kao pomoć studentima u učenju, ali nikada kao zamjenu za razumijevanje. Student mora znati procijeniti koliko je odgovor koji je dobio pouzdan, na čemu se temelji i gdje su moguće pogreške. Odgovornost za sadržaj uvijek ostaje na nastavniku ili studentu.

Istodobno, primjena UI tehnologija može pridonijeti bržem usvajanju gradiva i učinkovitijoj realizaciji projekata, što nastavnicima otvara prostor da, uz prijenos stručnih znanja, snažnije usmjere nastavu i na razvoj kompetencija poput timskog rada, komunikacije, prilagodljivosti i snalažljivosti.

Fakultet priprema studente tako da ne ovladaju samo alatima, nego i načinom razmišljanja potrebnim za njihovu odgovornu i učinkovitu primjenu. Kroz projekte poput Erasmus+ TSAAI i kroz druge aktivnosti Fakulteta kod studenata se razvijaju digitalne, analitičke i kritičke kompetencije te se upoznaju s konkretnim primjenama umjetne inteligencije u inženjerskom i industrijskom okruženju. Na taj način ne postaju samo korisnici generativnih alata, nego inženjeri koji razumiju kako se umjetna inteligencija primjenjuje u rješavanju stvarnih tehničkih problema koji su u fokusu riječke i šire zajednice.

#### Istraživačke veze

Kada je riječ o međunarodnoj suradnji, značajno je spomenuti da je RITEH potpisao ugovor s kineskim institutom iz Šangaja (SARI) upravo za istraživanje umjetne inteligencije koji je usmjeren na razmjenu znanja, istraživača i studenata te na jačanje znanstveno-istraživačkih kapaciteta Fakulteta u području digitalnih tehnologija. Ujedno omogućuje praćenje najnovijih tehnoloških dostignuća i njihovu postupnu implementaciju u studijske programe računarstva, mehatronike i robotike, elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje. Ciljevi ove suradnje prvenstveno su izgradnja istraživačkih veza, internacionalizacija Fakulteta i razvoj zajedničkih kapaciteta u području umjetne inteligencije i srodnih tehnologija, poput robotike, automatizacije, obrade podataka, računalnog vida i inteligentnih sustava.

U novim znanstvenim projektima Laboratorij za umjetnu inteligenciju na RITEH-u važan je kao mjesto okupljanja znanja, ljudi i projekata koji povezuju računarstvo s inženjerskim primjenama. Na Fakultetu su posebno vidljivi istraživački pravci vezani uz strojno učenje, interpretabilnost modela i primjenu umjetne inteligencije u medicinskom oslikavanju, ali i uz razvoj inteligentnih sustava za analizu složenih podataka, ekološko modeliranje i upravljanje vodoopskrbnim sustavima. Uz to, Laboratorij ima važnu ulogu i u popularizaciji umjetne inteligencije te u poticanju interdisciplinarnih suradnji. Kada je riječ o aktualnim pravcima na Fakultetu općenito, među istaknutijima su i projekti koji povezuju umjetnu inteligenciju s klimatskom otpornošću, superračunalnim simulacijama, optimizacijom te autonomnim i više-robotskim sustavima.

Umjetna inteligencija danas prirodno povezuje različita područja inženjerstva jer omogućuje napredniju analizu podataka, optimizaciju

Fakultet priprema studente tako da ne ovladaju samo alatima, nego i načinom razmišljanja potrebnim za njihovu odgovornu i učinkovitu primjenu



## TEHNIČKI FAKULTET O UMJETNOJ INTELIGENCIJI OBRAZOVANJU, ZNANOSTI, ISTRAŽIVANJU...

# Nema zamjene za odgovornost inženjera

Pretjerano oslanjanje na sustave koji funkcioniraju kao svojevrsna "crna kutija" može biti posebno problematično jer pogreška nije samo akademska, nego može dovesti do loše procjene ili pogrešne odluke u praksi

procesa i modeliranje složenih sustava. Na RITEH-u se zato njezina vrijednost ne vidi samo u području računarstva, nego i u primjenama koje zahvaćaju strojarstvo, elektrotehniku, mehatroniku, robotiku i brodogradnju.

Primjerice, u jednom se području koristi za analizu podataka i razvoj inteligentnih modela, u drugom za automatizaciju i upravljanje

sustavima, a u trećem za numeričke simulacije, optimizaciju i potporu tehničkom odlučivanju. UI je alat koji povezuje različite struke i omogućuje suvremeniji, interdisciplinarni pristup inženjerskim problemima.

#### Partneri u gospodarstvu

Uloga Fakulteta je dvostruka. S jedne strane školuje kadrove koji

razumiju tehnologiju, a s druge razvija projekte, laboratorije i istraživačku infrastrukturu koji mogu biti oslonac gospodarstvu. U tom smislu važan je i projekt RITEH Open Innovation Gate – STEM/ICT industrijski laboratoriji za Industriju 4.0, kojim Fakultet razvija suvremeniji laboratorijski okvir. Takva infrastruktura stvara preduvjete da se tvrtkama ponude zajednički

razvojni projekti, testiranje rješenja, edukacije i prijenos znanja iz područja digitalizacije, automatizacije i umjetne inteligencije. Na taj način Fakultet ne djeluje samo kao obrazovna institucija, nego i kao partner gospodarstvu u traženju konkretnih, primjenjivih i razvojno usmjerenih rješenja. Posebno je važno što takva suradnja omogućuje povezivanje znanstvenih spoznaja s realnim potrebama industrije, čime se jača konkurentnost lokalnih i regionalnih tvrtki, ali i otvara dodatni prostor za stručni razvoj studenata i nastavnika.

Sve je vidljivije da poslodavci više ne pitaju samo zna li netko programirati ili koristiti određeni softver, nego sve češće očekuju i razumijevanje podataka, automatizacije i osnova umjetne inteligencije. U pojedinim područjima, osobito u računarstvu i mehatronici, već se sve češće traži poznavanje određenih alata i tehnologija kao dio kompetencijskog profila studenata, pa se na tim studijima izvode i kolegiji koji studentima omogućuju stjecanje traženih znanja i vještina. To ne znači da svaki diplomant mora biti specijalist za umjetnu inteligenciju, ali znači da mora znati kako takve alate koristiti u svojoj struci, kako procijeniti njihovu pouzdanost i kako ih uklopiti u inženjerski proces. Jednim od važnih načina pripreme studenata smatramo i uvođenje vještina kroz posebne kolegije na kojima predavači iz industrije studentima prenose znanja i iskustva koja su tražena u realnom sektoru.

Akademski integritet je jedno od ključnih pitanja današnjeg visokog obrazovanja. Stav Fakulteta nije da umjetnu inteligenciju treba zabraniti, nego da je treba koristiti odgovorno, transparentno i uz očuvanje akademskog integriteta. Studente treba učiti da je uporaba takvih alata prihvatljiva samo onda kada ne zamjenjuje njihov vlastiti misaoni i autorski doprinos. Drugim riječima, problem nije u samom alatu, nego u njegovoj netransparentnoj ili neetičnoj uporabi. Zato je važno razvijati kulturu odgovornosti, jasna pravila navođenja korištenja UI alata te oblike provjere znanja koji vrednuju razumijevanje, a ne samo konačni tekst.

#### Privid sigurnosti

Treba istaknuti da je najveća opasnost od nekritičkog usvajanja UI u inženjerskim izračunima privid sigurnosti. Umjetna inteligencija može dati vrlo uvjerljiv rezultat, ali to ne znači da je taj rezultat točan, metodološki opravdan ili primjenjiv u konkretnom inženjerskom kontekstu. Rizici uključuju pristranost podataka, netransparentnost modela, pogrešno generaliziranje, zanemarivanje rubnih uvjeta i pretjerano oslanjanje na sustave koji funkcioniraju kao svojevrsna »crna kutija«, odnosno daju rezultat bez jasnog uvida u to kako su do njega došli. U inženjerstvu to može biti posebno problematično jer pogreška nije samo akademska, nego može dovesti do loše procjene, neodgovarajućeg projekta ili pogrešne odluke u praksi. Zato uvijek naglašavamo da umjetna inteligencija mora ostati alat potpore stručnjaku, a ne zamjena za inženjersku prosudbu i odgovornost.

Cilj je da studenti, uz korištenje novih alata, zadrže sposobnost samostalnog promišljanja, kritičke procjene i odgovornog donošenja odluka, jer su to i dalje temeljne vrijednosti inženjerske struke. Naposljetku, biti inženjer ne znači samo riješiti problem, nego ga riješiti na optimalan i odgovoran način. Danas je za neke probleme i umjetna inteligencija dio optimalnog puta do rješenja, ali upravo je na inženjeru da zna kada će se njome koristiti, a kada će se osloniti na klasična znanja i vještine.

## Promjena uloge nastavnika

Uloga nastavnika danas sve je manje usmjerena na prenošenje informacija, a sve više na vođenje studenata kroz proces razumijevanja, vrednovanja i primjene znanja. U vremenu kada informacije i generativni alati postaju svima dostupni, prirodno je da se uloga profesora mijenja: on sve više postaje mentor koji usmjerava kritičko mišljenje, potiče argumentaciju, upozorava na metodološke pogreške i pomaže studentu da od informacije dođe do stvarnog razumijevanja. To je jedna od najvažnijih promjena koje umjetna inteligencija donosi visokom obrazovanju, ističu na Fakultetu.



UI se koristi kao podrška u pripremi nastavnih sadržaja, razvoju suvremenijih metoda poučavanja i kao pomoć studentima u učenju, ali nikada kao zamjenu za razumijevanje

**SCI PRESS**

U proteklih šest mjeseci znanstvena zajednica ostvarila je značajne pomake, posebno u područjima kvantnog računarstva, astronomije i medicine. Prenosimo, uz pomoć umjetne inteligencije, najznačajnija znanstvena otkrića i prekretnice objavljene u ovom razdoblju:

**BORBA PROTIV SUPEROTPORNIH BAKTERIJA****Nove klase antibiotika**

AI dizajnirani lijekovi protiv superotpornih bakterija: Početkom 2026. istraživači su uz pomoć modela umjetne inteligencije uspjeli identificirati potpuno nove klase

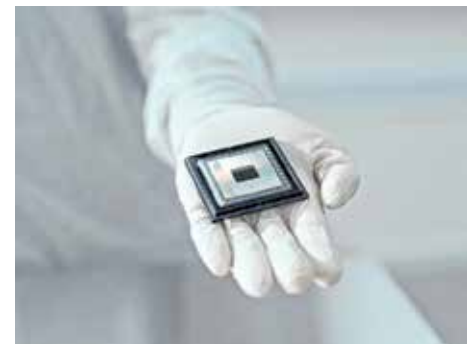
antibiotika koji ciljaju bakterije otporne na sve dosadašnje lijekove. AI je proanalizirao milijune kemijskih spojeva u nekoliko tjedana, što bi ljudima trajalo desetljećima.

**MISIJA ARTEMIS II****Oboren rekord**

Misija Artemis II i let oko Mjeseca: NASA-ina misija Artemis II lansirana je 1. travnja 2026. godine, noseći četveročlanu posadu na prvi let oko Mjeseca u više od 50 godina. Dana 6. travnja posada je oborila rekord za najveću udaljenost čovjeka od Zemlje, dosegnuvi više od 400.000 kilometara dok su prolazili s tamne strane Mjeseca.

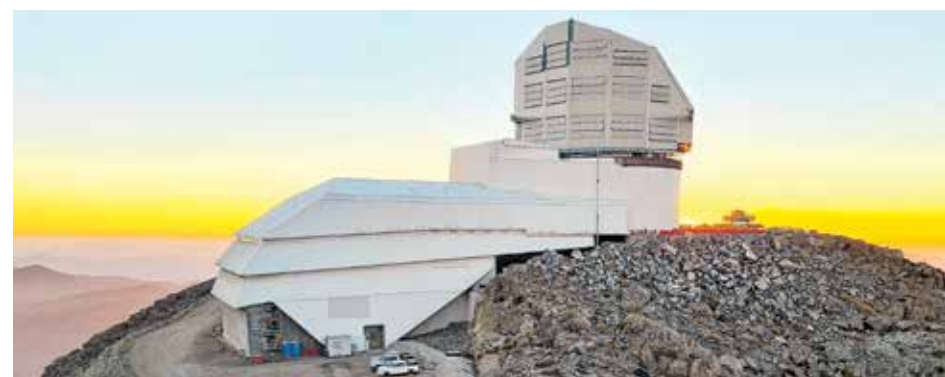
**GOOGLE WILLOW****Kvantni čip**

Verifikacija kvantne nadmoći (Google Willow): U listopadu 2025. Google je predstavio kvantni čip Willow koji je izveo izračune 13.000 puta brže od klasičnih superračunala. Za razliku od prijašnjih pokušaja, ovaj je rezultat prvi put bio znanstveno provjerljiv i primjenjiv na praktične probleme poput

**TIHI OCEAN****Novi oblici života**

Otkriće života u ekstremnim uvjetima Tihog oceana: Početkom siječnja 2026. znanstvenici su duboko ispod površine Tihog oceana otkrili nove oblike života koji

preživljavaju u ekstremnim uvjetima, što je iz temelja promijenilo razumijevanje biološke otpornosti.

**ZVJEZDARNICA VERA C. RUBIN****Mapiranje neba**

Prve slike zvjezdarnice Vera C. Rubin – jedan od najvažnijih događaja astronomiji kada je njezina kamera od 3,2 milijarde

piksela počela je mapirati nebo, pružajući dosad neviden uvid u tamnu materiju i energiju.

**OTKRIĆE U ENGLSKOJ****Tehnologija paljenja vatre**

Korištenje vatre kod neandertalaca prije 400.000 godina: Arheološko otkriće u Engleskoj (Suffolk) pružilo je dokaze da su neandertalci svladali tehnologiju paljenja vatre znatno ranije nego što se mislilo, pomaknuvši vremensku crtu ljudskog razvoja.

