

## ANALITIČKO IZVJEŠĆE O PROVEDENOM ZNANSTVENOM I TEHNOLOGIJSKOM MAPIRANJU

# UMJETNA INTELIGENCIJA

Inovacije i razvoj d.o.o., Zagreb

Lipanj 2023.

Projekt je sufinanciran sredstvima Europske unije iz Europskog fonda za regionalni razvoj.



Europska unija  
Zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDovi



Operativni program  
**KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA**

Izrada ovoga dokumenta sufinancirana je sredstvima Europskoga fonda za regionalni razvoj u sklopu Operativnoga programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020., odnosno projekta ZNANSTVENO I TEHNOLOGIJSKO PREDVIĐANJE, referentni broj Ugovora: KK.01.1.1.03.0001. Nositelj je projekta Ministarstvo znanosti i obrazovanja koje provodi projekt u suradnji s partnerom Sveučilišnim računskim centrom Sveučilišta u Zagrebu (Srcem). Opći cilj projekta stvaranje je koherentnoga i cjelovitoga sustava za određivanje prioriteta politika istraživanja, razvoja i inovacija u hrvatskome znanstvenom prostoru što se planira ostvariti uspostavom zakonskoga okvira, kreiranjem Informacijskoga sustava o hrvatskoj znanstvenoj djelatnosti (CroRIS-a) te provedbom aktivnosti znanstvenoga i tehnologijskoga mapiranja i predviđanja. Projekt će olakšati suradnju predstavnika resornoga ministarstva, znanstvene zajednice, gospodarstva i civilnoga društva u svrhu izgradnje cjelovitoga sustava istraživanja, razvoja i inovacija. Razdoblje provedbe projekta: 1. 12. 2017. – 1. 8. 2023. godine. Ukupna vrijednost projekta: 16.573.042,00 HRK, udio EU sufinanciranja: 15.494.132,14 HRK.

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Ministarstva znanosti i obrazovanja, Donje Svetice 38, 10 000 Zagreb, telefon +385 1 4569 000, e-mail: znanost@mzo.hr, mrežna stranica: <https://mzo.gov.hr/>.

## AUTORI

- Bojan Bajić, mag. oec., glavni savjetnik
- Vedran Đidara, mag. oec., stručnjak za područje politika istraživanja i/ili inovacija
- prof. dr. sc. Kristian Vlahoviček, stručnjak za područje umjetne inteligencije
- prof. dr. sc. Hrvoje Buljan, stručnjak za područje svemirskih tehnologija
- Lidija Gruber, mag. oec., stručni suradnik
- Maja Jakšić, mag. oec., stručni suradnik
- Ana Podnar, stručni suradnik

## Sadržaj

Sadržaj	4
1 Uvod	6
1.1 Kontekst mapiranja	7
1.2 Osnovni pojmovi u izvješću	7
1.3 Metodologija mapiranja	8
1.3.1 Definiranje opsega područja Umjetna inteligencija.....	8
1.3.2 Izgradnja baze istraživača u javnim znanstvenim organizacijama u području Umjetna inteligencija.....	10
1.3.3 Izgradnja baze privatnih poslovnih subjekata za područje Umjetna inteligencija.....	10
1.3.4 Prikupljanje primarnih i sekundarnih podataka o projektima iz područja Umjetna inteligencija.....	10
1.3.5 Analiza prikupljenih podataka.....	11
1.3.6 Ažuriranja baze podataka te izgradnja krajolika tematskoga područja Umjetna inteligencija.....	11
2 Analiza sekundarnih podataka istraživačke i projektne aktivnosti hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u temama umjetne inteligencije	12
2.1 Uvod	12
2.2 Istraživačke aktivnosti: pregled znanstvenih publikacija povezanih s temama umjetne inteligencije u bazi SCOPUS	15
2.3 Pregled sudjelovanja hrvatskih znanstvenika u odabranim programima povezanim s temom umjetne inteligencije	25
2.3.1 Obzor 2020.....	25
2.3.2 Sedmi okvirni program i Obzor Europa.....	27
2.3.3 Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ).....	30
2.3.4 Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (HAMAG-BICRO).....	36
2.3.5 Sekundarni podatci iz baza podataka intelektualnoga vlasništva – Patenti .....	41
2.3.6 Natječaji ESA-e u Hrvatskoj.....	43
3 Analiza primarnih podataka istraživačke i projektne aktivnosti hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u temama umjetne inteligencije	45
3.1 O anketnom istraživanju	46
3.2 Glavni smjerovi istraživanja na javnim znanstvenim institucijama	46
3.3 Analiza projektne aktivnosti i suradnje znanstvenika, institucija i tvrtki	48

3.4	Patenti i komercijalizacija istraživanja	54
3.5	Istraživačka infrastruktura	56
3.6	Mapiranje potencijala hrvatskih tvrtki iz područja umjetne inteligencije	57
4	SWOT analiza	62
5	Zaključci i preporuke	64
5.1	Glavni nalazi mapiranja	64
5.2	Preporuke	66
5.2.1	Potpora znanstvenim i primijenjenim istraživanjima .....	66
5.2.2	Razvoj kompetencija i vještina .....	67
5.2.3	Razvoj sustava inovacije i komercijalizacije .....	68
5.2.4	Razvoj društva .....	69
6	Literatura i prilozi	70
6.1	Popis korisnih linkova i literature	70
6.2	Prilozi	71
6.2.1	Popis tablica .....	71
6.2.2	Popis slika .....	72
6.2.3	Pojmovnik .....	73
6.2.4	Anketni upitnici .....	74
6.2.5	Popis kratica institucija korištenih u izvješću .....	96

## 1 Uvod

Ministarstvo znanosti i obrazovanja (u daljnjem tekstu: Ministarstvo) u suradnji sa Sveučilišnim računskim centrom Sveučilišta u Zagrebu (Srce) provodi strateški projekt pod nazivom Znanstveno i tehnologijsko predviđanje, sufinanciran iz Europskoga fonda za regionalni razvoj. Opći cilj projekta stvaranje je koherentnoga i cjelovitoga sustava za određivanje prioriteta politika istraživanja, razvoja i inovacija u hrvatskom znanstvenom prostoru. Navedeno će se postići implementacijom triju glavnih projektnih elemenata: 1) uspostavom zakonskoga okvira, 2) stvaranjem Informacijskoga sustava o hrvatskoj znanstvenoj djelatnosti – CroRIS-a te 3) provedbom aktivnosti znanstvenoga i tehnologijskoga mapiranja i predviđanja. Projekt će olakšati suradnju predstavnika resornoga ministarstva, znanstvene zajednice, gospodarstva i civilnoga društva u svrhu izgradnje cjelovitoga sustava istraživanja, razvoja i inovacija. Više o projektu na <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/eu-fondovi/operativni-program-konkurentnost-i-kohezija-2014-2020/strateski-projekt-znanstveno-i-tehnologijsko-predvidjanje/851>

U okviru trećega elementa projekta pod nazivom Provedba znanstvenoga i tehnologijskoga mapiranja i predviđanja provedena je druga faza aktivnosti mapiranja u dvama novim područjima: Umjetna inteligencija i Svemirske tehnologije. Cilj provedbe ove aktivnosti mapiranja uspostava je sveobuhvatne baze istraživačkih kompetencija, inovacijskoga kapaciteta znanstvenih institucija i privatnoga sektora koji djeluju u novim područjima umjetne inteligencije i svemirskih tehnologija. Dubinska analiza prikupljenih podataka iz ovih dvaju područja ukazat će na snage istraživačkoga sektora i područja preklapanja prepoznatih potencijala u njima. Na taj će način pomoći u određivanju prioriteta razvoja znanosti i inovacija u Republici Hrvatskoj i usklađivanju s relevantnim politikama na EU razini. Ovime će se mapiranjem omogućiti prepoznavanje produktivnosti, vještina, znanja, snaga i slabosti hrvatskoga sustava znanosti i tehnologije s naglaskom na ljudski potencijal, prijenos tehnologije, sinergije, jačanje sudjelovanja u okvirnim programima EU-a, internacionalizaciju, uključivanje u Europski istraživački prostor i inovacije te financijsko poslovanje u odabranim tematskim područjima. Iscrpni uvid u područja koncentracije hrvatske znanstvene i inovacijske izvrsnosti u dva mapirana područja, omogućit će izmjenu i doradu strateških dokumenata u području istraživanja, razvoja i inovacija.

### **Ovaj dokument prikazuje mapiranje područja Umjetne inteligencije.**

Metodološki okvir uspostavljen prethodno provedenim mapiranjem u području Energija i održivi okoliš u okviru projekta Znanstveno i tehnologijsko mapiranje polazna je osnova za provedbu mapiranja i uspostavu metodologija za nova područja. Ovaj dokument predstavlja analizu novoga područja Umjetna inteligencija: mapiranje dionika sa stručnim osvrtima na njihove aktivnosti.

Proces prikupljanja i obrade podataka za potrebe istraživanja usklađen je s propisima vezanima uz zaštitu osobnih podataka (Opća uredba o zaštiti podataka – Uredba (EU) 2016/679 i Zakona o provedbi Opće uredbe o zaštiti podataka (NN 42/18).

## 1.1 Kontekst mapiranja

Područje umjetne inteligencije doživjelo je značajan porast znanstvene aktivnosti u posljednjih deset godina. Cijeli je niz uzroka pridonio tome rastu. Napredak elemenata računalnih sklopova, posebice grafičkih procesora (GPU – engl. *Graphics Processing Unit*) koji se koriste za duboko učenje, dovodi do razvoja i primjene algoritama dubokih neuronskih mreža (engl. DNN – *Deep Neural Networks*) i drugih složenih modela strojnoga učenja, što omogućava brže i jednostavnije izvođenje složenih operacija nad velikim skupovima podataka (engl. *big data*). Veliki i dobro opisani skupovi podataka, na primjer skupovi slika s kvalitetnim metapodacima, omogućili su izradu složenih modela strojnoga učenja. Uz to su razvijeni generativni modeli, strojno prepoznavanje i učenje, te drugi novi analitički pristupi koji su omogućili rješavanje novih problema. Možda i najvažniji uzrok razvoja umjetne inteligencije jest velika potreba za praktičnim rješenjima u raznim sektorima poput autonomne vožnje, zdravstvenoga sektora (dijagnostika), prepoznavanje slika, govora, itd. koja je iznimno potaknula velika ulaganja u istraživanja umjetne inteligencije i dovela do snažnog rasta ovog područja. Stoga postoji velika potreba za provedbom aktivnosti mapiranja.

## 1.2 Osnovni pojmovi u izvješću

**Istraživači** u javnim znanstvenim institucijama i poslovnim subjektima (tvrtkama), njihovi su zaposlenici koji se bave istraživanjem, objavljivanjem znanstvenih radova i provedbom projekata u okviru svojih radnih obaveza. Kvaliteta istraživanja u znanstvenim institucijama i tvrtkama vrednovana je analizom triju tipova pokazatelja:

- (1) broj publikacija indeksiranih u bazi SCOPUS i broj citata normiran na starost publikacije
- (2) projektna aktivnost, odnosno vođenje projekata i sudjelovanje na projektima
- (3) različiti oblici suradnje na projektima i istraživačkim aktivnostima.

**Mapiranje** u kontekstu ovoga projekta u cjelini izvješća podrazumijeva identifikaciju istraživača i javnih znanstvenih institucija te poslovnih subjekata (tvrtki) u području Umjetna inteligencija na osnovi analize opsega njihovih aktivnosti kao što su:

- (1) sudjelovanje na različitim projektima u sklopu Provedbenih S3 *policy* instrumenata, Dodatnih S3 *policy* instrumenata kao i u odabranim EU programima
- (2) broj objavljenih znanstvenih radova (u Scopus bazi) i citiranosti tih radova
- (3) suradnje s ostalim institucijama
- (4) komercijalizacija rezultata istraživačkoga rada
- (5) korištenje opreme koja podupire rad istraživača.

**Projekti** – Predmet interesa ovoga izvješća sudjelovanje je hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u projektima dijela Strategije pametne specijalizacije (u daljnjem tekstu S3) i sudjelovanje hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u projektima dijela EU programa koji su povezani s temama umjetne inteligencije, a koji nisu svrstani u programe Strategije pametne specijalizacije. Uzeti su u obzir projekti znanstvenika i poduzetnika u okviru programa: Sedmi okvirni program EU – FP7, Obzor 2020., Obzor Europa, programi Hrvatske zaklade za znanost te projekti iz programa koje je provodila agencija HAMAG-BICRO: Razvoj na znanju utemeljenih poduzeća – RAZUM, Program za istraživanje i razvoj – IRCRO, Povećanje razvoja novih proizvoda i usluga koji proizlaze iz aktivnosti istraživanja i razvoja – IRI1 i IRI 2, Program provjere inovativnog koncepta – PoC iz sedmoga i osmoga poziva, program

EUREKA i EUROSTARS, Komercijalizacija inovacija, Inovacijski vaučeri, Inovacije novoosnovanih MSP-ova, Integrator, Inovacije u S3, projekti Europske svemirske agencije (ESA). Cilj je bio identificirati projekte u kojima su se razvijala rješenja iz umjetne inteligencije, no ne i ugrađivala gotova rješenja s nekom osnovnom namjenom.

**Strategija pametne specijalizacije (S3)** strateški je dokument koji definira prioriteta područja za poticanje ulaganja u istraživanje, razvoj i inovacije (IRI) javnim sredstvima i predstavlja ključni dokument za usmjeravanje sredstava iz EU fondova namijenjenih za ovu svrhu. Strategija pametne specijalizacije Republike Hrvatske donesena je inicijalno 2016. godine s ciljem korištenja strukturnih fondova dijela EU sredstava.

Nova Strategija pametne specijalizacije do 2029. godine<sup>1</sup> uzima u obzir stečena iskustva, naučene spoznaje i dostupne dokaze iz provedbe Strategije pametne specijalizacije za razdoblje od 2016. do 2020. godine kako bi se postigla značajna poboljšanja u sljedećem ciklusu provedbe programa pametne specijalizacije. Cilj programskih intervencija predviđenih novom Strategijom pametne specijalizacije do 2029. godine jest unaprijediti ukupnu hrvatsku inovacijsku učinkovitost i kapacitete za jačanje konkurentnosti i promicanje industrijske digitalne i zelene transformacije.

Navedeno se planira ostvariti trima posebnim ciljevima Strategije pametne specijalizacije<sup>2</sup>:

- poboljšanje znanstvene izvrsnosti
- premošćivanje jaza između istraživačkoga i poslovnoga sektora
- povećanje inovacijske učinkovitosti.

U sklopu S3 do 2029. godine definirana su sljedeća tematska prioriteta područja:

- Personalizirana briga o zdravlju
- Pametna i čista energija
- Pametan i zeleni promet
- Sigurnost i dvojna namjena – svijest, prevencija, odgovor, sanacija
- Održiva i kružna hrana
- Prilagođeni i integrirani proizvodi od drva
- Digitalni proizvodi i platforme.

## 1.3 Metodologija mapiranja

Metodološki okvir mapiranja za područje umjetne inteligencije razrađen je u nekoliko ključnih koraka:

### 1.3.1 Definiranje opsega područja Umjetna inteligencija

Definiranje ključnih tehnologija, odnosno inženjerskih, znanstvenih i računalnih disciplina unutar područja umjetne inteligencije napravljeno je kako bi se ostvarili sljedeći ciljevi:

<sup>1</sup> Strategija pametne specijalizacije još nije službeno donesena.

<sup>2</sup> <https://mzo.gov.hr/pristup-informacijama/e-savjetovanja-koja-je-pokrenulo-ministarstvo-znanosti-i-obrazovanja-2022/zavrsono-21-prosinca-2022-o-prijedlogu-nacrta-strategije-pametne-specijalizacije-do-2029-s3/5202>



- (i) izgradila baza institucija i istraživača iz javnoga sektora i privatnih poslovnih subjekata
- (ii) definirale ključne riječi (odnosno tehnologije, teme istraživanja, proizvoda i usluga) po kojima će se pretraživati baze podataka (SCOPUS, projektne prijave na natječaje definirane u poglavlju 1.2.)
- (iii) pripremio adekvatan anketni upitnik za prikupljanje primarnih podataka
- (iv) izradio krajolik institucija i istraživača iz javnoga sektora i privatnih poslovnih subjekata koji aktivno rade u tematskim područjima umjetne inteligencije.

Imajući u vidu gore navedene ciljeve, ključne su riječi odabrane sa svrhom izgradnje baze dionika s postojećim istraživačko-razvojnim kapacitetima u području umjetne inteligencije. U tom kontekstu definirane su konkretne tehnologije, inženjerske, znanstvene i računalne discipline za ovo područje. Tijekom istraživanja sekundarnih podataka skup ključnih riječi birao se iterativno, tj. provjeravano je prikuplja li dana ključna riječ znanstvene radove i/ili projekte isključivo vezane za umjetnu inteligenciju ili samo dijelom iz toga područja, a dijelom iz drugih područja. Zatim se probir ključnih riječi u nekoliko ciklusa prilagođavao tako da konačan skup sadrži one ključne riječi koje najbolje predstavljaju područje i kojima se u pretragama baza dohvaća najbolji reprezentativni skup podataka. Popis ključnih riječi prikazan je u poglavlju 2.1, u kojem je i primjerom objašnjen postupak njihovog odabira.

## UMJETNA INTELIGENCIJA

Umjetna inteligencija obuhvaća široko područje upotrebe računala i računalnih sustava za **autonomno ili poluautonomno rješavanje problema prikupljanjem, sintezom i razlučivanjem informacija te stvaranjem znanja s ciljem:**

- planiranja i odlučivanja ili pomoći u planiranju i odlučivanju
- prikaza podataka i znanja
- učenja i percepcije
- obrade prirodnoga jezika i pisma
- pomicanja predmeta i orijentacije u prostoru.

Postupci klasificirani kao područje umjetne inteligencije uključuju uglavnom primjenu neke od **metoda strojnoga učenja** u nadziranom i nenadziranom **grupiranju, klasifikaciji ili regresiji**, kao što su:

- metoda *k*-najbližih susjeda (*k-nearest neighbors*)
- sustavi potpornih vektora (*support vector machines*)
- stabla odlučivanja i nasumične šume (*decision trees; random forests*)
- neuronske mreže i duboke neuronske mreže (*neural networks; deep neural networks*).

**Područja primjene** umjetne inteligencije uključuju:

- sustave za prikupljanje velikih količina podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih)
- sustave za planiranje i upravljanje procesima (npr. prometom, procesima u proizvodnji i industriji, planiranje zdravstvenih kapaciteta, urbanističko planiranje, upravljanje ključnim nacionalnim resursima)
- sustave za prepoznavanje i obradu teksta (digitalizacija i obrada arhivske građe)
- sustave za prepoznavanje i obradu slike (arhivirane ili u realnom vremenu, prepoznavanje objekata u videonadzoru, udaljeni nadzor i izviđanje iz svemira, atmosfere i sa Zemlje)

- sustave za pretraživanje (kontekstne tražilice)
- automotivne sustave (sustavi za autonomnu ili poluautonomnu vožnju, nadziranje i kretanje robota i strojeva)
- ekspertne sustave kao pomoć stručnjacima u medicini, prirodnim znanostima, prometu, lingvistici, psihologiji, filozofiji...
- sustave za izradu igara (logičkih, npr. šah ili razvoj okruženja virtualne stvarnosti ili augmentacije).

Mapiranje umjetne inteligencije uključilo je i prikupljanje podataka o pravnim i/ili etičkim normama i načelima djelovanja umjetne inteligencije. Gore navedeni popis metoda i tehnologija objedinjen je u popis ključnih riječi za pretragu sekundarnih izvora podataka, kao i podlogu za klasifikaciju i mapiranje područja djelatnosti hrvatskih dionika (znanstvenih organizacija i poslovnih subjekata) na polju umjetne inteligencije. Zbog izuzetno visokog prodora sustava temeljenih na umjetnoj inteligenciji u sva područja ljudskoga djelovanja, ovo izvješće prvenstveno obuhvaća istraživače i tvrtke koje:

- **razvijaju novu metodologiju i algoritme umjetne inteligencije** koristeći nove statističke i računalne pristupe analizi podataka
- **koriste postojeće metode i algoritme** strojnoga učenja u razvoju **vlastitih sustava i proizvoda**.

Dakle, u svrhu što kvalitetnijega mapiranja potencijala područja umjetne inteligencije, ovim metodološkim pristupom nisu obuhvaćeni subjekti koji koriste komercijalno pribavljene računalne programe ili strojeve i primjenjuju ih u svome djelovanju.

### 1.3.2 Izgradnja baze istraživača u javnim znanstvenim organizacijama u području Umjetna inteligencija

Baza istraživača izrađena je na temelju upita matičnim znanstvenim institucijama. Popis znanstvenih institucija kojima je poslan upit napravljen je na temelju prikupljenih sekundarnih podataka te uzimajući u obzir struke (npr. tehničke struke) koje su prisutne u tim institucijama.

### 1.3.3 Izgradnja baze privatnih poslovnih subjekata za područje Umjetna inteligencija

Baza privatnih poslovnih subjekata izgrađena je temeljem analize prikupljenih sekundarnih podataka iz obuhvaćenih programa financiranja na koje su se poslovni subjekti prijavljivali u razdoblju od 2016. godine do kraja 2022. godine te identifikacije poslovnih subjekata putem njihovog članstva u relevantnim strukovnim udrugama.

### 1.3.4 Prikupljanje primarnih i sekundarnih podataka o projektima iz područja Umjetna inteligencija

Primarni podatci odgovori su ciljnih skupina (istraživača i tvrtki) prikupljeni anketnim upitnikom koji je poslan na njihove elektroničke adrese, dok su sekundarni podatci dobavljeni iz raspoloživih baza i sekundarnih izvora podataka koji se nalaze kod pojedinih ministarstava, agencija i/ili institucija vezano uz različite programe na kojima sudjeluju istraživači i poslovni subjekti iz ciljnoga područja.

Upitnici su poslani na sve imenovane istraživače i poslovne subjekte iz područja.

### 1.3.5 Analiza prikupljenih podataka

Prikupljeni kvantitativni i kvalitativni podatci obrađeni su na sljedeće načine:

- Deskriptivna analiza podataka: uključuje sažimanje i opisivanje prikupljenih podataka (korištenje mjera kao što su srednja vrijednost, medijan, način, standardna devijacija i distribucija frekvencije).
- Kvalitativna analiza: uključuje analizu prikupljenih nenumeričkih podataka, kao što su otvoreni odgovori na pitanja iz upitnika (npr. kategorizacija odgovora i traženje obrazaca ili tema).
- Analiza sadržaja: uključuje analizu tekstualnih podataka kako bi se identificirali uzorci ili teme te tehnike strojne obrade teksta za prepoznavanje relevantnih tema.
- Inferencijalna analiza: uključuje izvođenje zaključaka iz prikupljenoga uzorka podataka.

### 1.3.6 Ažuriranja baze podataka te izgradnja krajolika tematskoga područja Umjetna inteligencija

- Procjena broja aktivnih istraživača, odnosno znanstvenika i poduzetnika iz područja Umjetna inteligencija.
- Identifikacija ključnih institucija koje se bave umjetnom inteligencijom i raspodjela autora po institucijama.
- Raspodjela istraživačkih aktivnosti po segmentima umjetne inteligencije.

## 2 Analiza sekundarnih podataka istraživačke i projektne aktivnosti hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u temama umjetne inteligencije

### 2.1 Uvod

Hrvatska javna visoka učilišta i javni znanstveni instituti aktivno su sudjelovali, odnosno sudjeluju u nizu programa za financiranje istraživanja, razvoja i inovacija. U okviru provedbe tih i drugih istraživanja objavljuju znanstvene publikacije u obliku znanstvenih i konferencijskih radova, stručnih radova, knjiga, poglavlja u knjigama i drugih oblika publikacija. **U ovome dijelu analitičkoga izvješća, temeljem dostupnih sekundarnih podataka, probrani su, a zatim i analizirani, oni projekti, odnosno publikacije koje se odnose na tematsko područje Umjetna inteligencija.**

Potencijalne baze podataka za obradu znanstvenih publikacija jesu Web of Science i SCOPUS. Budući da je prijelom informacija koje te dvije baze podataka sadrže iznimno visok, ovdje je analizirana baza **SCOPUS**, uz ograničenje na razdoblje od proteklih 10-ak godina (2012. – 2022.) ovisno o dostupnim podacima.

U ovome poglavlju analizirana je aktivnost hrvatskih istraživača u sljedećim programima Europske unije:

- Sedmi okvirni program za istraživanje i tehnološki razvoj (engl. *Seventh Framework Programme – FP7*)
- Obzor 2020. (engl. *Horizon 2020*)
- Obzor Europa (engl. *Horizon Europe*)

Nadalje, analizirani su i ugovoreni projekti Hrvatske zaklade za znanost te projekti i projektne prijave na natječaje koje je provodila Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije (HAMAG-BICRO). Konkretno, analizirani su sljedeći pozivi:

- Razvoj na znanju utemeljenih poduzeća – program RAZUM 2015. godine
- Program za istraživanje i razvoj – program IRCRO 2015. godine
- program Povećanje razvoja novih proizvoda i usluga koji proizlaze iz aktivnosti istraživanja i razvoja – IRI 1 i IRI 2
- Program provjere inovativnog koncepta PoC (sedmi i osmi poziv)
- program Inovacije u područjima iz Strategije pametne specijalizacije
- program Komercijalizacija inovacija
- program Integrator
- program Inovacijski vaučeri
- program Inovacije novoosnovanih MSP-ova – 2019. godine
- program EUREKA
- program EUROSTARS.

Konačno, analizirani su projekti prijavljeni na poziv Europske svemirske agencije (ESA), a koji su provedeni u suradnji s Ministarstvom znanosti i obrazovanja:

- Projekti Europske svemirske agencije (ESA = European Space Agency).

Ovaj odabir programa za sufinanciranje predstavlja sveobuhvatan okvir tako da je većina hrvatskih istraživača, odnosno znanstvenika i poduzetnika koji su bili projektno aktivni u okviru tematskoga područja Umjetna inteligencija sudjelovala u gore navedenim programima. Pod pojmom *projektно aktivan* smatra se istraživač koji je ili prijavio projekt, ili sudjelovao u odobrenom ili prijavljenom projektu kao glavni istraživač ili suradnik.

Odabir znanstvenih radova, odnosno projekata koji spadaju u tematsko područje načinjen je koristeći odgovarajući skup ključnih riječi. Ključne riječi korištene za probir podataka vezanih uz umjetnu inteligenciju dane su u tablici 1. U prvoj iteraciji odabran je širok krug ključnih riječi koji je uz navedene u tablici 1. sadržavao riječi poput *classification, regression analysis, logistic regression*. Izdvojeni su svi radovi u razdoblju 2012. – 2022. godine na kojima je barem jedna adresa koautora (afilijacija) iz Republike Hrvatske. Iz tih je radova izdvojena tablica s imenima autora, kao i pripadnim afilijacijama te ključnim riječima koje se spominju u njihovim radovima.

Tada je pojedinačno, za svaku ključnu riječ, analiziran uzorak autora i njihovih radova kako bi se vidjelo obuhvaća li ključna riječ radove iz umjetne inteligencije ili i one radove koji nisu iz danoga tematskog područja već nekoga drugog, stoga što se neke ključne riječi vezane za umjetnu inteligenciju također pojavljuju u sasvim drugim područjima. Na primjer, *regression, regression analysis, classification* česti su pojmovi u znanstvenim radovima iz medicine koji nisu povezani s umjetnom inteligencijom. Za one ključne riječi koje su dohvatile i radove koji ne spadaju u tematsko područje, riječ je promijenjena ili u potpunosti izbačena (npr. *regression*) iz daljnje analize.

Nakon nekoliko iteracija dobiven je konačan skup ključnih riječi koji je indeksirao radove vezane uz područje umjetne inteligencije. Konačan skup ključnih riječi koji daje kvalitetan i sveobuhvatan signal prikazan je u tablici Tablica 1.

Tablica 1. Ključne riječi koje su korištene za filtriranje baza podataka za područje umjetne inteligencije. Pri pretraživanju baza projektnih prijava i literaturnih izvora, korištene su ključne riječi na engleskome jeziku. U tablici je usporedno naveden i prijevod na hrvatski jezik.

Engleski	Hrvatski
<i>ai</i>	ai
<i>artificial intelligence</i>	umjetna inteligencija
<i>machine learning</i>	strojno učenje
<i>automatic classification</i>	automatsko razvrstavanje
<i>automatic prediction</i>	automatsko predviđanje
<i>decision support</i>	podrška pri odlučivanju
<i>decision support system</i>	sustav podrške odlučivanju
<i>support vector</i>	vektor podrške
<i>support vector machines</i>	potporni vektorski strojevi
<i>support vector regression</i>	regresija potpornog vektora
<i>image classification</i>	klasifikacija slika
<i>image recognition</i>	prepoznavanje slike
<i>image processing</i>	obrada slike
<i>natural language processing</i>	obrada prirodnog jezika
<i>swarm intelligence</i>	inteligencija roja
<i>markov chain</i>	Markovljevi lanac
<i>markov chains</i>	Markovljevi lanci
<i>deep learning</i>	duboko učenje
<i>reinforced learning</i>	pojačano učenje
<i>neural networks</i>	neuronske mreže
<i>deep neural networks</i>	duboke neuronske mreže
<i>adversarial networks</i>	suparničke mreže
<i>convolutional neural networks</i>	konvolucijske neuronske mreže
<i>gpt</i>	gpt

Informativan prikaz pojavnosti pojedinih ključnih riječi je putem oblaka riječi (eng. *Word cloud*). Takav oblak ključnih riječi, gdje veličina riječi odgovara njenoj zastupljenosti u bazi SCOPUS prikazan je na slici Slika 1.

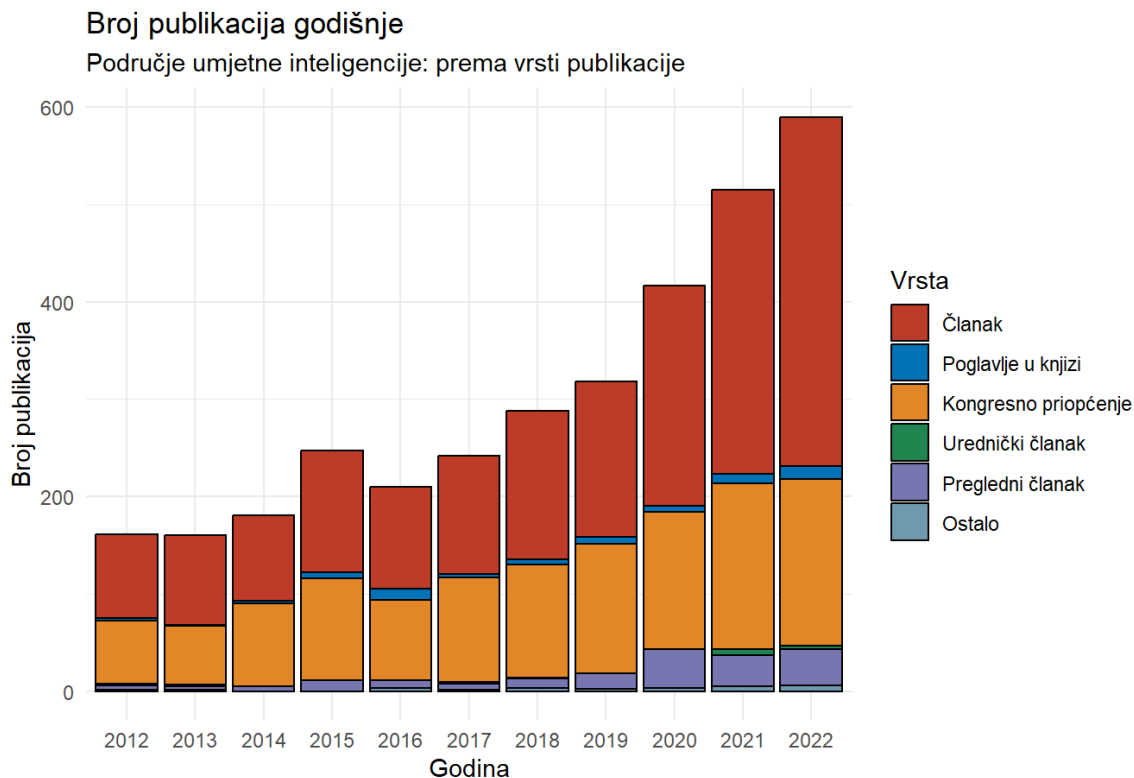


tablici Tablica 1, tada je ta publikacija pridružena skupu za analizu. U obzir su uzimane samo one publikacije kod kojih je barem jedna institucijska adresa iz Republike Hrvatske.

Iz publikacija koje su preko ključnih riječi povezane s umjetnom inteligencijom izvučeni su autori s hrvatskim adresama, odnosno povezane institucije (bilo javne institucije ili privatni subjekti). Na taj su način pronađeni svi autori iz Republike Hrvatske koji su u posljednjih 11 godina imali barem jednu publikaciju u kojoj se spominje ključna riječ vezana uz umjetnu inteligenciju.

Budući da su adekvatan hardver, veliki skupovi podataka potrebni za učenje te svi ostali čimbenici razvoja umjetne inteligencije u svijetu dostupni hrvatskim znanstvenicima, jasno je da je znanstvena produkcija u ovome području pratila svjetske trendove, što je razvidno iz slike Slika 2. Dok je 2012. godine broj znanstvenih radova iz područja umjetne inteligencije bio oko 180, u posljednje tri godine taj se broj kreće oko više od 500 članaka godišnje. Iz oblika grafa zaključuje se da broj članaka još nije dosegao svoj vrhunac (odnosno da ljudski potencijal i znanstveni kapaciteti nisu iskorišteni do maksimuma) te se predviđa njihov daljnji rast.

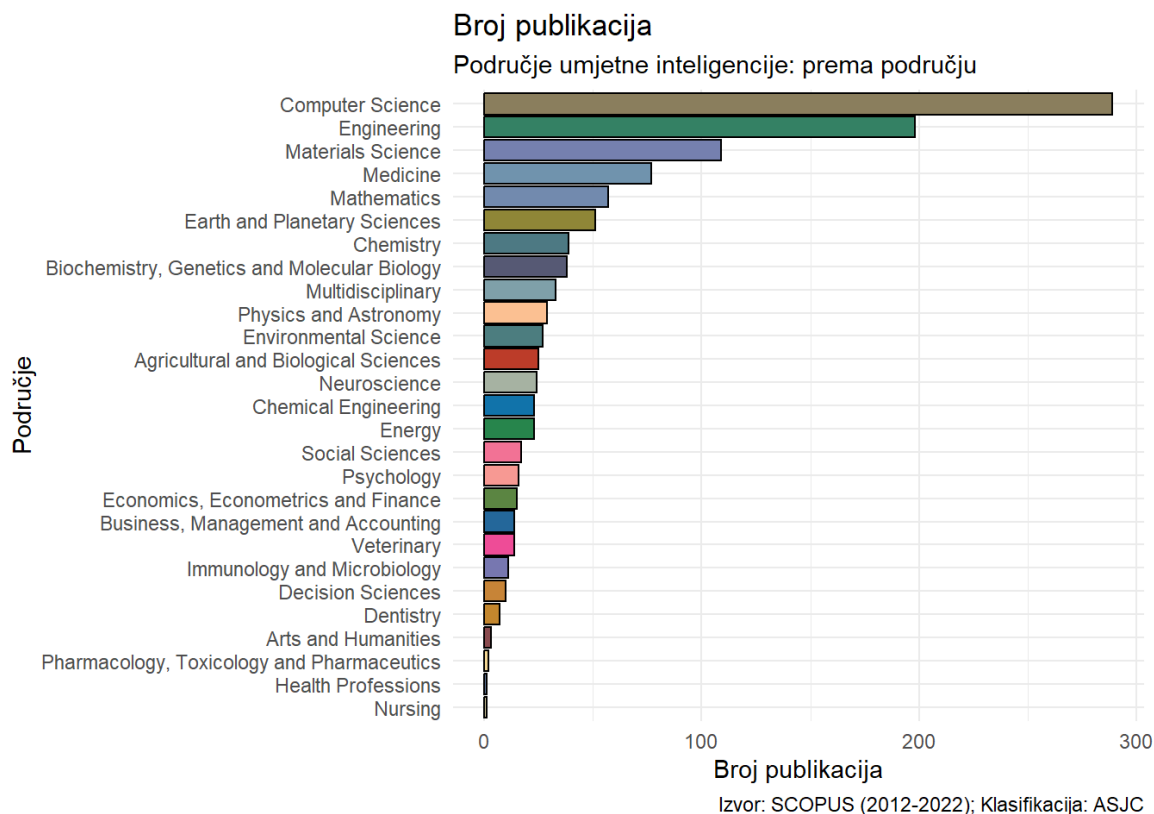




Izvor: SCOPUS (2012-2022)

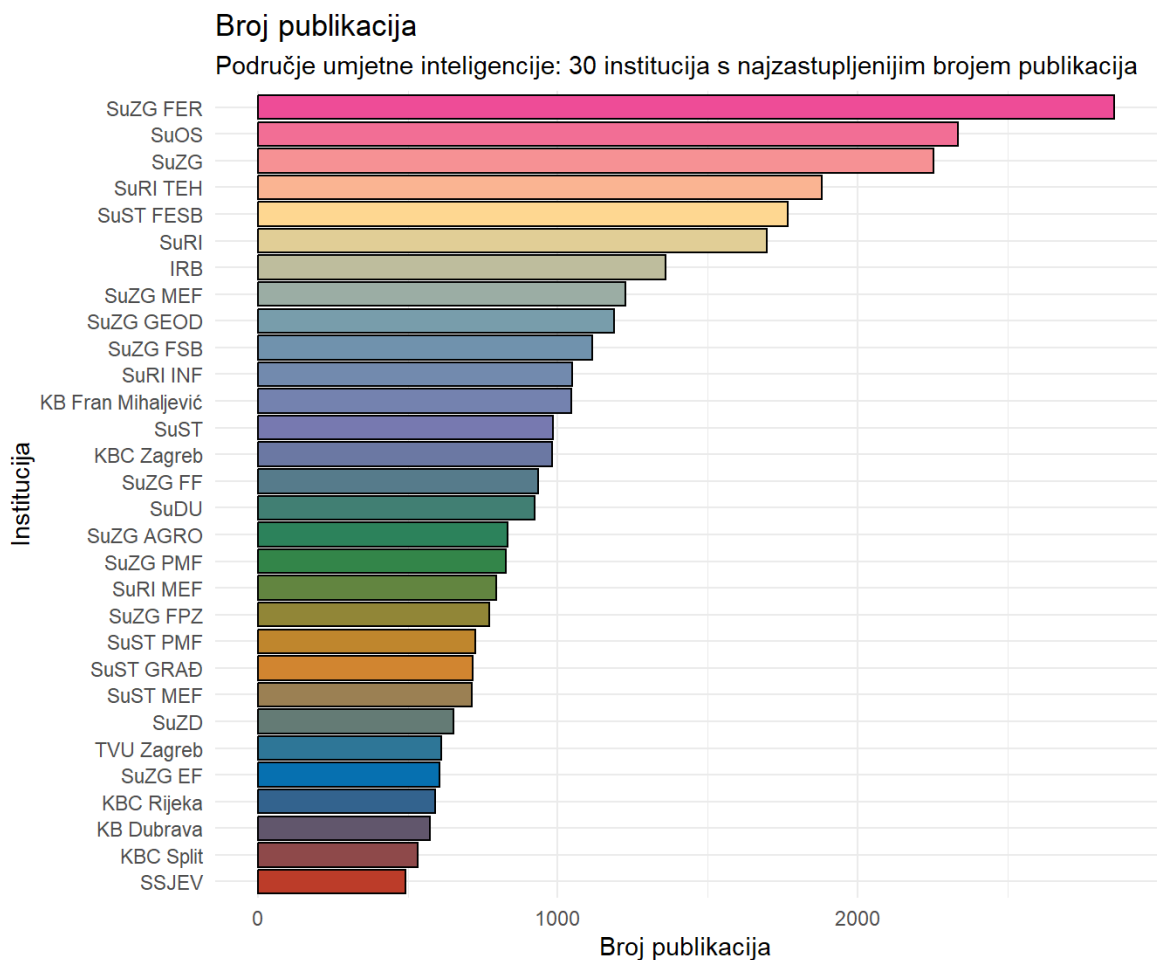
Slika 2. Broj publikacija hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u području umjetne inteligencije u razdoblju 2012. – 2022. Različitim su bojama prikazani znanstveni članci, knjige, poglavlja u knjigama, konferencijski radovi, pisma urednika, pisma, revijalni radovi i ispravci.

Na slici Slika 3 prikazan je broj publikacija iz umjetne inteligencije u razdoblju od 2012. – 2022. prema područjima. Drugim riječima, prikazani su svi radovi u razdoblju od 11 godina koji spadaju u neko područje, na primjer, računalne znanosti (engl. *computer science*) itd. Područja su klasificirana prema All Science Journal Classification Codes (ASJC) shemi. Razvidno je da je najveći broj publikacija iz područja kompjutorskih znanosti i inženjerstva, dok su na trećem i četvrtom mjestu po zastupljenosti znanost o materijalima i medicina. Naime, umjetna inteligencija, posebice algoritmi za prepoznavanje i analizu slika, imaju sve veću ulogu u dijagnostici i analizi slika dobivenih standardnim dijagnostičkim postupcima, npr. u NMR uređaju (NMR – nuklearna magnetska rezonancija). Budući da umjetna inteligencija pokazuje snažan prodor u sva područja znanstvenoga i istraživačkoga djelovanja, očekivano je da će broj publikacija iz ostalih područja, npr. fizike i astronomije, neuroznanosti itd., također rasti.



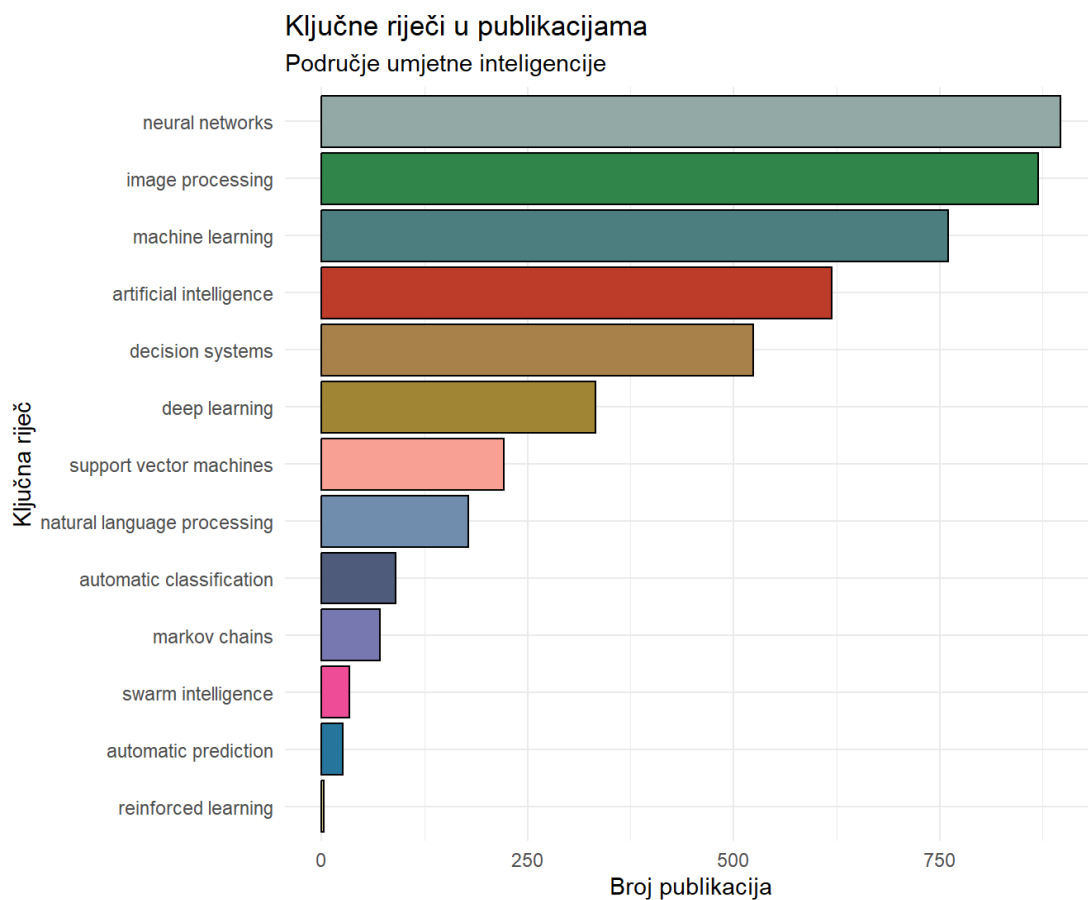
Slika 3. Broj publikacija u razdoblju 2012. – 2022. iz umjetne inteligencije prema područjima.

Slika 4 prikazuje broj publikacija u razdoblju 2012. – 2022. iz područja umjetne inteligencije za različite institucije. Na taj se način može vidjeti koje su javne znanstvene institucije, odnosno tvrtke najaktivnije u ovome području, odnosno gdje se nalazi kritična masa istraživača koji se bave temama povezanim s umjetnom inteligencijom. Na prvome je mjestu Fakultet elektrotehnike i računarstva iz Zagreba. Sveučilište u Osijeku drži drugo mjesto. Broj publikacija nije normiran prema broju zaposlenih znanstvenika u institucijama, odnosno broj radova nije podijeljen s brojem zaposlenika. Nadalje, znanstvenici ne navode adrese svojih institucija na znanstvene radove jednoznačno što donosi određeni problem u dohvat i tumačenju podataka. Broj publikacija naveden u ovoj slici ne daje informaciju o kvaliteti istraživanja, međutim, na temelju slike Slika 4 može se zaključiti da je koncentracija broja znanstvenika koji se bave umjetnom inteligencijom približno jednako raspoređena po našim velikim centrima Zagrebu, Rijeci i Splitu uz malu dominaciju Osijeka.

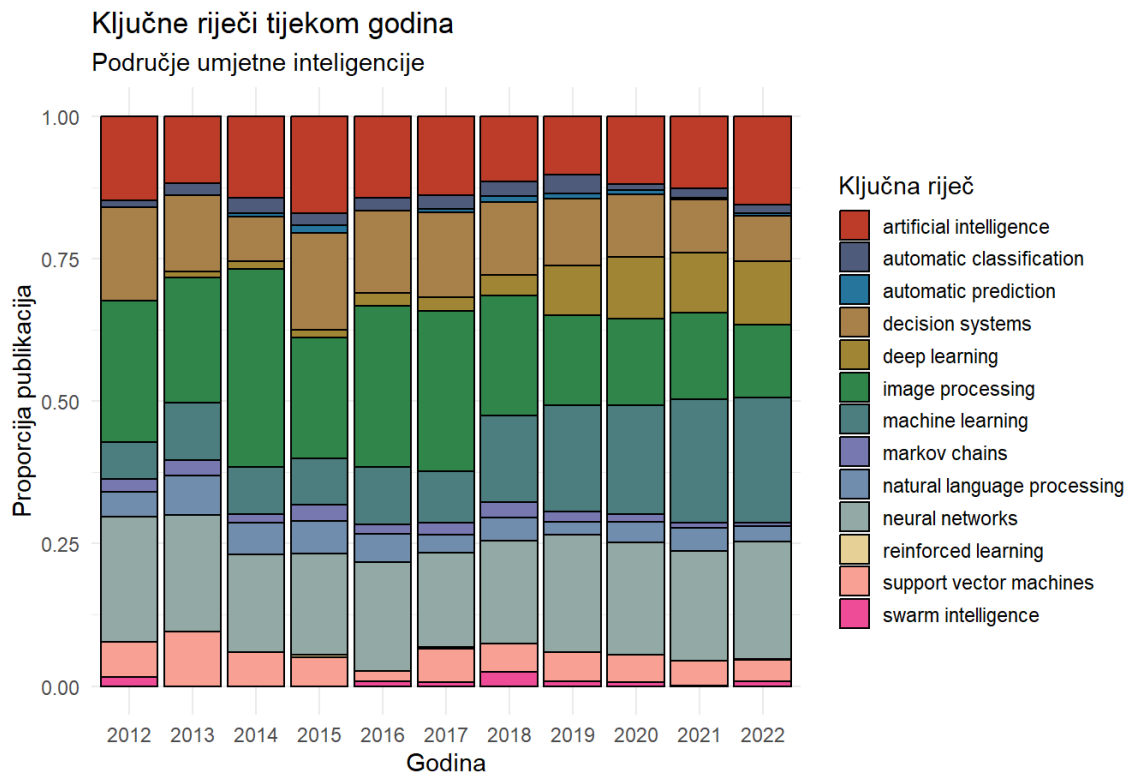


Slika 4. Broj publikacija u razdoblju 2012. – 2022. iz područja umjetne inteligencije za 30 institucija s najzastupljenijim brojem publikacija.

Kako bi se iz sekundarnih podataka dokučilo kojim se metodama umjetne inteligencije bave hrvatski znanstvenici, odnosno kako bi se ocijenilo na kojoj su razini znanja iz toga područja, važne su slike Slika 5 i Slika 6. Slika 5 prikazuje zastupljenost ključnih riječi u publikacijama, a Slika 6 kretanje učestalosti ključnih riječi u publikacijama tijekom godina. Primarno su zastupljene ključne riječi *neuralne mreže* (engl. *neural networks*), *procesuiranje slika* (engl. *image processing*), *strojno učenje* (engl. *machine learning*). Otprilike 300 publikacija spominje riječi *duboko učenje* (engl. *deep learning*). Razvidan je porast korištenja tehnika dubokoga učenja i strojnoga učenja, što znači da hrvatski znanstvenici slijede razvoj umjetne inteligencije u svijetu i svjetske trendove.

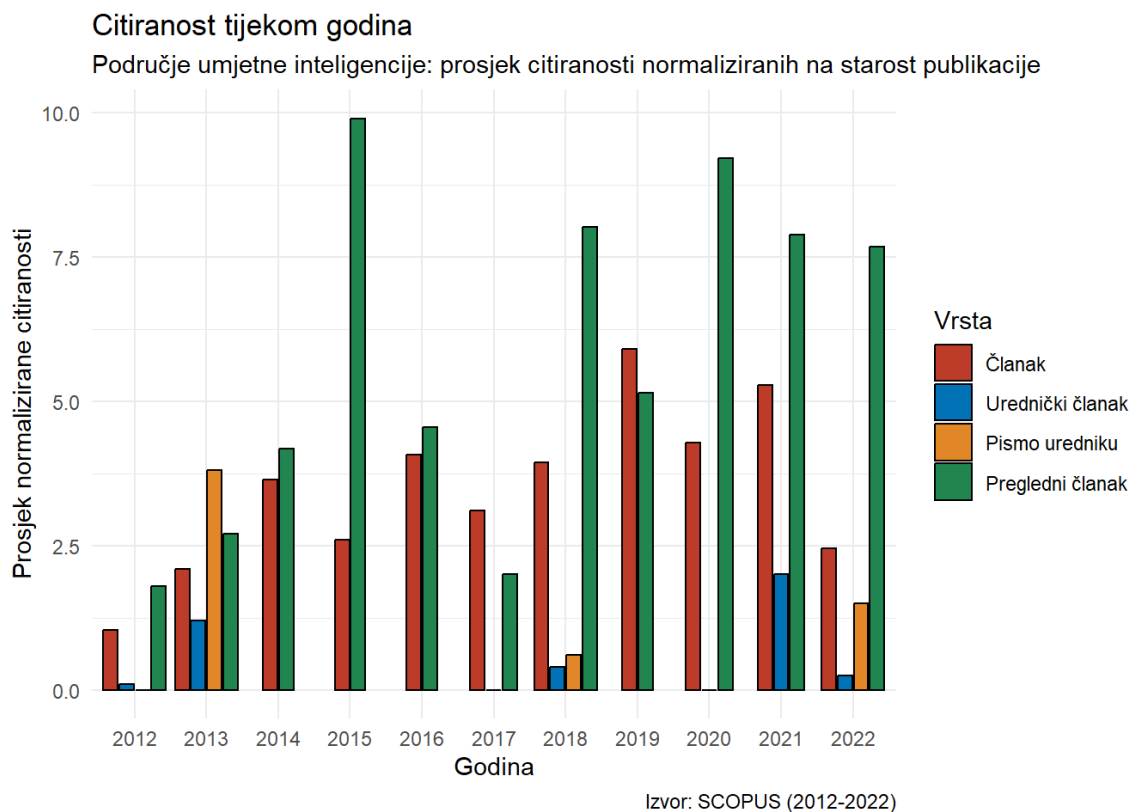


Slika 5. Zastupljenost ključnih riječi u publikacijama. Prikazan je broj publikacija koji sadrži neku ključnu riječ; npr. ključna riječ neural networks spominje se u približno 900 radova.

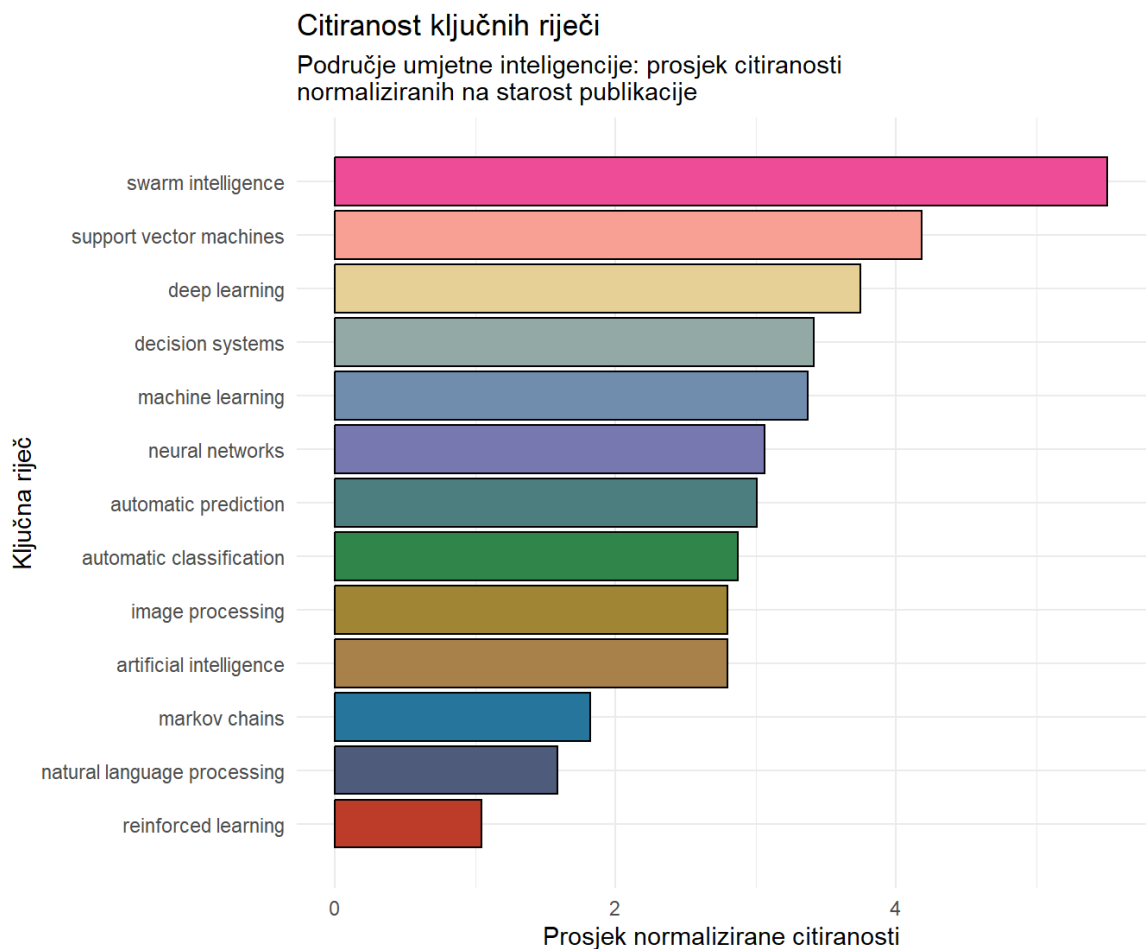


Slika 6. Zastupljenost ključnih riječi u razdoblju 2012. – 2022. godine.

Broj publikacija i broj autora govori nam o zastupljenosti umjetne inteligencije u objavljenim istraživanjima gdje istraživači imaju hrvatsku adresu. Međutim, iz broja publikacija ne može se izravno zaključiti koji je utjecaj naših autora i njihovih publikacija na razvoj toga područja u svijetu. Informaciju o tome daje nam citiranost. Citiranost nam govori o tome koliko su radovi hrvatskih autora međunarodno prepoznati, odnosno koliko se drugi autori oslanjaju na radove naših znanstvenika i poduzetnika. Ako neki rad ima jako malen broj citata, taj rad nema veliki utjecaj na razvoj područja. Slika 7 prikazuje citiranost publikacija od 2012. do 2022. godine adekvatno normiranu na starost publikacije, dok Slika 8 prikazuje prosjek citiranosti klasificiran prema ključnim riječima, i normiran na starost publikacije. S obzirom da publikacije objavljene ranije mogu skupiti više citata od onih koje su objavljene kasnije, normiranje na starost publikacije provodi se dijeljenjem ukupnoga broja citata s brojem godina koje su protekle od dana publikacije do danas (starošću publikacije). Prosjek citiranosti radova je relativno malen, što donekle govori o tome da postoji prostor za napredak kvalitete istraživanja.

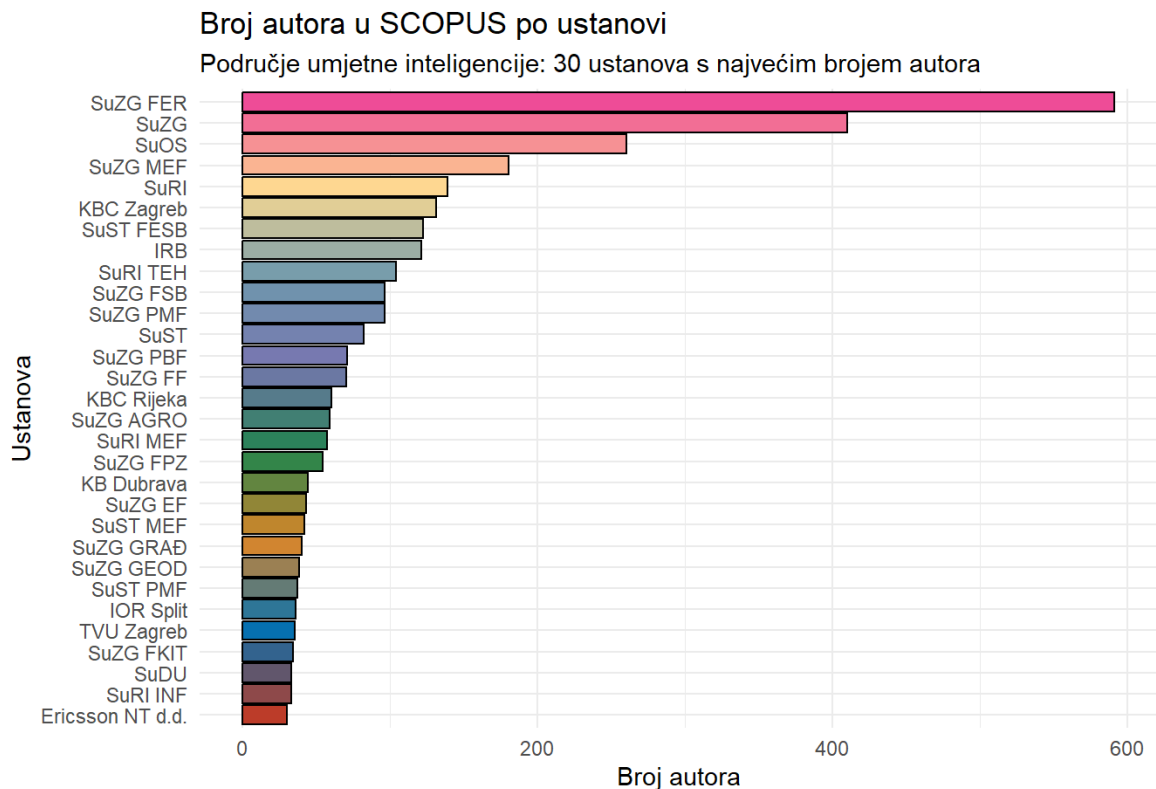


Slika 7. Citiranost publikacija od 2012. do 2022. godine normirana na starost publikacije.



Slika 8. Prosjek citiranosti klasificiran prema ključnim riječima, a normiran na starost publikacije.

Zaključno, za mapiranje potencijala hrvatskih javnih znanstvenih institucija i privatnih tvrtki iz područja umjetne inteligencije važna je slika Slika 9 koja prikazuje broj znanstvenika iz toga područja prema instituciji. Ovdje broj znanstvenika označava broj ljudi koji su barem jednom objavili barem jedan rad koji ima barem jednu ključnu riječ s afilijacijom dane institucije. To uz stalno zaposlene uključuje i studente, doktorande, postdoktorande, vanjske suradnike itd., odnosno autore koji trenutno više ne rade u danoj instituciji.



Slika 9. Broj autora prema instituciji koji su publicirali radove u bazi SCOPUS u razdoblju 2012. – 2022. godine s barem jednom od ključnih riječi.

Vodeće institucije jesu Sveučilište u Zagrebu, u okviru koje je najzastupljenija institucija FER s više od 500 znanstvenika, zatim slijedi Sveučilište u Zagrebu (članci bez pridruženoga fakulteta; vidi komentar gore), Zatim Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku s 250 znanstvenika. Ukupno je identificirano 4137 imena iz sekundarnih podataka. Ovaj je broj potrebno interpretirati kao gornju granicu jer obuhvaća baš svako ime autora ili autorice koji su unutar 11 godina objavili barem jedan članak s barem jednom spominjanom ključnom riječi unutar naslova, sažetka ili popisa ključnih riječi. Nadalje, za točnu interpretaciju ovih brojki potrebno je uzeti u obzir da su ovo kumulativni podatci za razdoblje od 11 godina (dakle uključuju i znanstvenike koji su umirovljeni, diplomante i doktorande koji su završili ocjenske radove i rade u drugim institucijama i tvrtkama).

Kako bi se preciznije ocijenio točan broj znanstvenika u ovome području, **ako se uzme u obzir samo one autore koji na svojim radovima imaju barem dvije ključne riječi, dobije se brojka od 1966 aktivna autora u području umjetne inteligencije unutar razdoblja od 11 godina.** Ako se uzme u obzir da je prosječan radni staž oko 40 godina te pretpostavi uniformna razdioba znanstvenika i poduzetnika prema generacijama, može se procijeniti da je unutar 11 godina oko 25 % tih znanstvenika umirovljeno pa je sada aktivno oko  $0,75 \cdot 1966 = 1474$  autora. Točan broj autora (donja i gornja granica) procijenjen je i prokomentiran u zaključku ovoga dokumenta uzimajući u obzir primarne podatke. Nasuprot



procjeni gornje granice, uprave javnih institucija identificirale su trenutno zaposlene znanstvenike u području umjetne inteligencije, i time je nakon obrađenih anketa dobivena donja granica broja znanstvenika.

## 2.3 Pregled sudjelovanja hrvatskih znanstvenika u odabranim programima povezanim s temom umjetne inteligencije

### 2.3.1 Obzor 2020.

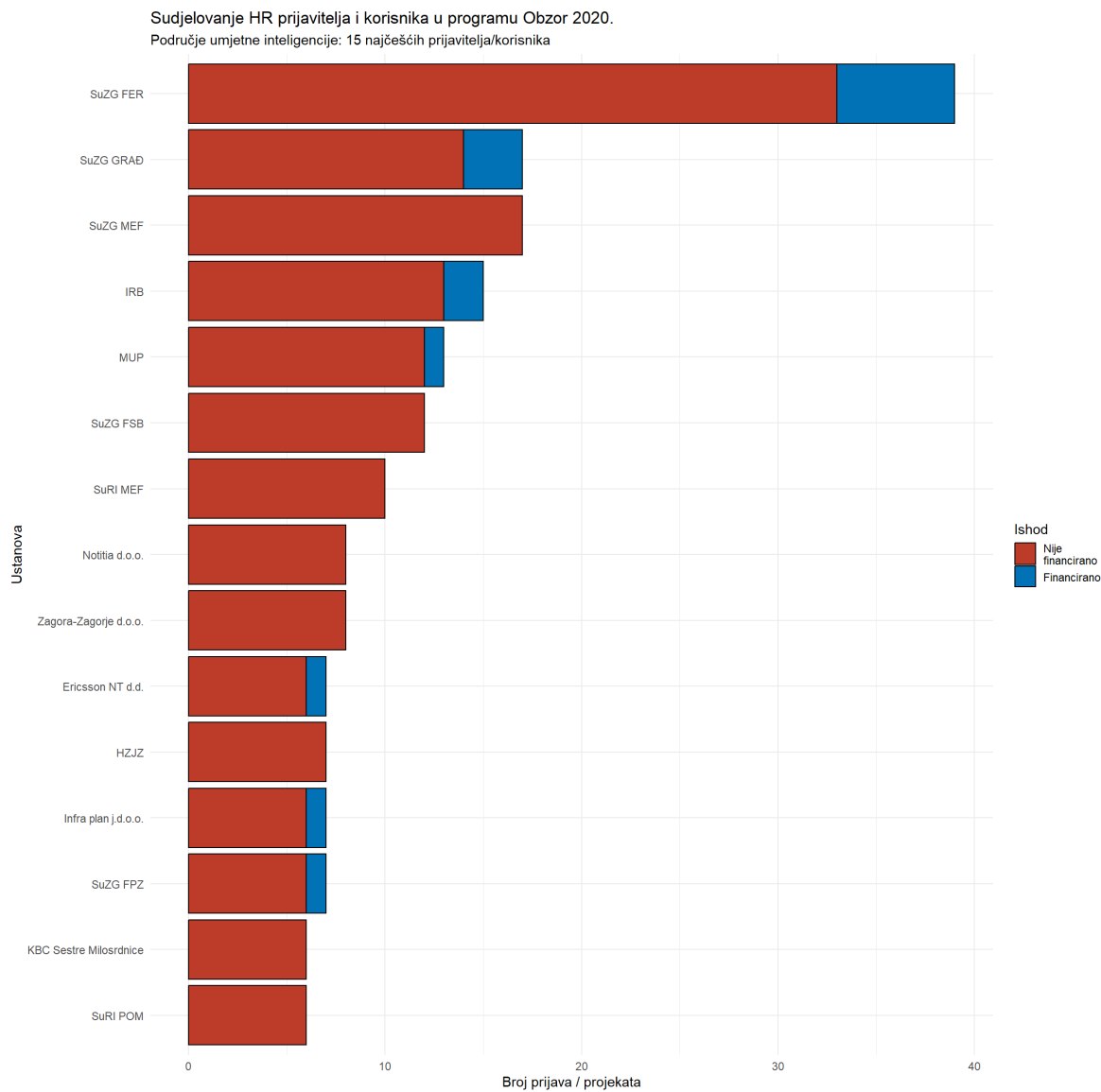
Obzor 2020. (engl. *Horizon 2020*, H2020) program je Europske unije za istraživanje i inovacije u razdoblju od 2014. do 2020. godine. Program je razrađen kao instrument za jačanje konkurentnosti EU-a kroz podršku istraživanju, razvoju i inovacijama. Cilj ovog programa je osigurati sredstva za podršku izvrsnosti u istraživanjima, jačanje europske industrije i rješavanje društvenih izazova. Program Obzor 2020. imao je proračun od skoro 80 milijardi eura. Program se dijeli na tri glavna prioriteta: (i) izvrsna znanost, (ii) vodeći položaj industrije, (iii) društveni izazovi. Neka od područja koja su bila naglašena u tom programu jesu klimatske promjene, zdravlje i dobrobit, energija, transport, sigurnost hrane, digitalne tehnologije (uključujući i umjetnu inteligenciju) i svemirske tehnologije. Program Obzor Europa koji je trenutno aktivan naslijedio je program Obzor 2020.

U ovome odjeljku analizirani su prijavljeni i ugovoreni projekti u sklopu programa Obzor 2020. u Republici Hrvatskoj. Sekundarni podatci koji su dostupni za ovo istraživanje sadrže sve prijavljene projekte, njihove naslove i sažetke te pripadne institucije. Nadalje, podatci sadrže informaciju o statusu institucije (koordinator ili partner) te statusu projektne prijave (odbijena ili prihvaćena za financiranje i ugovorena). Koristeći ključne riječi, identificirane su sve prijave iz područja umjetne inteligencije u okviru ovoga programa. Ako se ključna riječ nalazi u naslovu, popisu pridruženih ključnih riječi ili sažetku projekta, odnosno projektne prijave, tada je zaključeno da je navedeni projekt pripada području umjetne inteligencije. Na slici 9 prikazan je broj svih prijava razvrstan po institucijama, a plavom su bojom označeni ugovoreni projekti.

Identificirano je ukupno **406 prijava iz područja umjetne inteligencije, od čega su 42 projekta ugovorena**; uspješnost prijava nešto je viša od 10 % što je blizu nacionalnog prosjeka prolaznosti za program Obzor 2020. Na 42 ugovorena projekta, **27 korisnika je iz javnih institucija (javna visoka učilišta, javni instituti, ministarstva itd.), dakle oko 50 %, dok su korisnici 24 ugovorena projekta poduzetnici iz Hrvatske**. Na ukupno sedam ugovorenih projekata sudjeluje više od jednoga hrvatskog partnera, od toga na dva projekta sudjeluju po tri partnera. Od 42 ugovorena projekta, **na tri su projekta hrvatske javne institucije bile koordinatori**, odnosno glavni korisnici. Institucije koordinatori bili su Fakultet Elektrotehnike i računarstva i Fakultet prometnih znanosti, oba sa Sveučilišta u Zagrebu, te Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije.

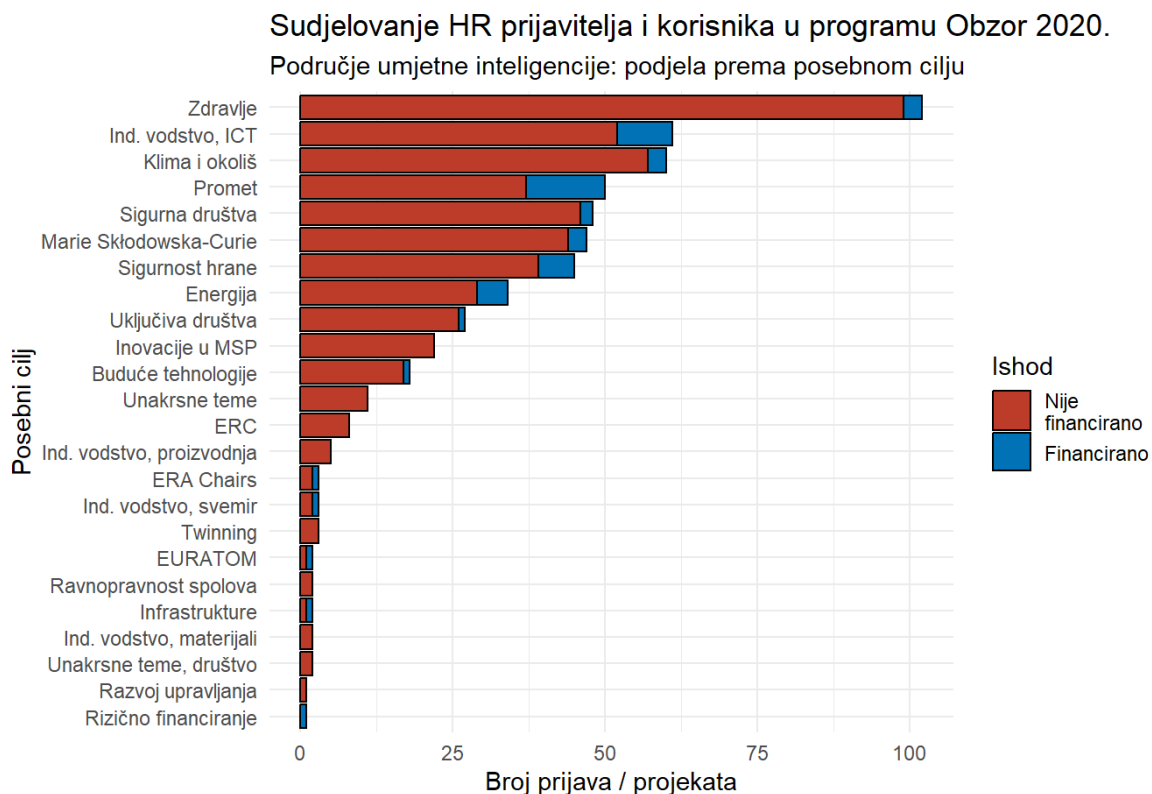
Na prva četiri mjesta po broju prijava nalaze se Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER SuZG), Građevinski fakultet (GF SuZG) i Medicinski fakultet (MEF SuZG), sa Sveučilišta u Zagrebu (SuZG), te Institut Ruđer Bošković (IRB) iz Zagreba (Slika 10). FER SuZG ima 36 projektnih prijava, GF SuZG i MEF SuZG po 16 prijava, a IRB 15. Budući da je taj program trajao sedam godina, ovdje je vidljivo da su

vodeće javne znanstvene organizacije iz RH na ovaj program iz područja umjetne inteligencije imale oko dvije do pet prijava godišnje.



Slika 10. Broj prijava na program Obzor 2020. klasificiran po institucijama. Plavom bojom označene su uspješne, a tamno crvenom neuspješne prijave.

Na slici Slika 11 prikazan je broj prijava na program Obzor 2020. prema posebnom cilju. Većina prijava iz umjetne inteligencije spada u poseban cilj *zdravlje*, zatim slijedi *industrijsko vodstvo ICT, klima i okoliš, sigurna društva i sigurnost hrane*.



Slika 11. Broj projektnih prijava na program Obzor 2020. razvrstan prema posebnom cilju. Plavom bojom označene su uspješne, a tamno crvenom neuspješne prijave

### 2.3.2 Sedmi okvirni program i Obzor Europa

Sedmi okvirni program (FP7; engl. *Seventh Framework Programme for Research and Technological Development*) Europske unije primjenjivao se od 2007. do 2013. godine s proračunom od 50,5 milijardi eura, dok je Obzor Europa (engl. *Horizon Europe*) program EU-a za istraživanje i inovacije koji se provodi u razdoblju od 2021. do 2027. godine, a proračun mu je 95,5 milijardi eura. Sekundarni podatci koji su bili na raspolaganju za ova dva programa nisu uključivala neuspješne projektne prijave već isključivo one uspješne tj. ugovorene. Preciznije, na raspolaganju su bili naslovi i sažetci ugovorenih projektnih prijava, pripadne partnerske institucije te informacija o statusu institucije na projektu (koordinator ili partner).

Budući da je broj ugovorenih projekata hrvatskih znanstvenika u odnosu na ukupan broj ugovorenih projekata unutar navedenih EU programa relativno malen te da su prikupljeni sekundarni podatci za programe FP7 i Obzor Europa iste strukture, ovdje se prikazuju usporedno. Usporedan prikaz daje i vizualnu usporedbu prijava s razmakom od više od šest godina koliko je trajao program Obzor 2020.

Cilj programa FP7, odnosno sedmoga okvirnog programa za istraživanje i tehnološki razvoj bio je poticanje znanstvenih istraživanja i razvojnih projekata u Europi. Njegov je cilj bio potaknuti

istraživanje i inovacije u nekoliko ključnih područja uključujući informacijske i komunikacijske tehnologije, zdravstvo, okoliš, energiju i transport. Program FP7 bio je najveći program za istraživanje i razvoj u Europi s proračunom od 50,5 milijardi eura. Ukupno je bilo financirano više od 7.000 projekata.

U okviru **programa FP7 ugovoreno je ukupno deset projekata koji se mogu klasificirati u područje umjetne inteligencije**. Na svim su projektima naše institucije bile isključivo partneri.

Program FP7 kasnije je zamijenjen programom Obzor 2020. te potom programom Obzor Europa.

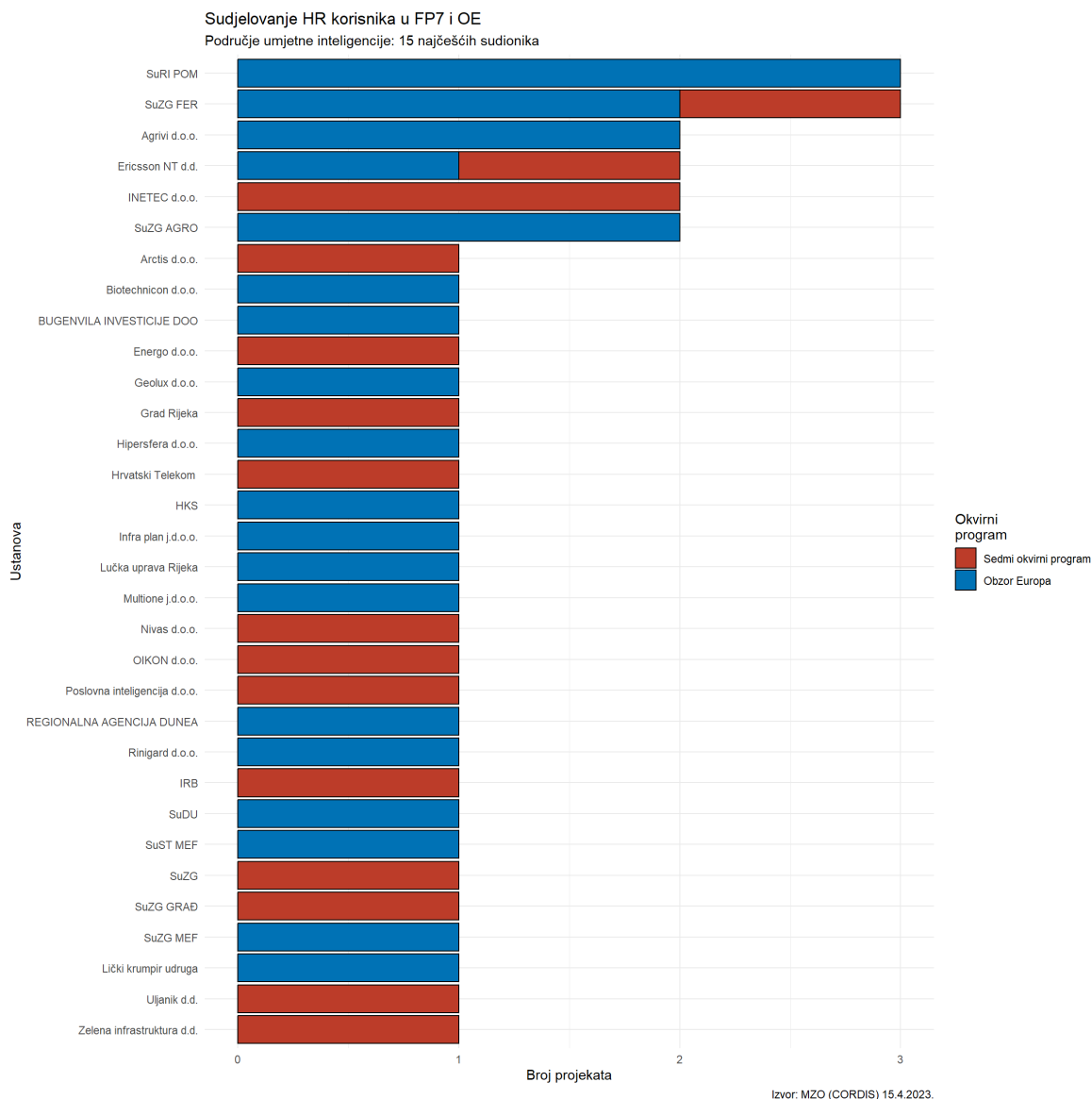
Vezano za ovdje razmatrano tematsko područje, Obzor Europa financira istraživanja u području umjetne inteligencije u okviru ključnih ciljeva programa: Zdravlje, Civilna sigurnost za društvo te Digitalizacija, industrija i svemir koji se nalaze u drugom stupu programa. Istraživanje umjetne inteligencije moguće je i u okviru prvoga stupa Izvrsna znanost kroz istraživačke projekte te u okviru trećega stupa Inovativna Europa kroz inovacijske aktivnosti. Financiraju se različiti aspekti umjetne inteligencije uključujući i razvoj etičkih i društvenih aspekata umjetne inteligencije.

**Budući da program Obzor Europa još traje, podaci se odnose na razdoblje do travnja 2023. godine. U okviru programa Obzor Europa ugovoreno je ukupno 18 projekata koji se mogu svrstati u područje umjetne inteligencije. Na dvama projektima naše su institucije koordinatori**, dok su na ostalim projektima partneri. Koordinatori su Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu i Agrivi d.o.o. S obzirom da program Obzor Europa traje tek dvije godine, uz podjednaku dinamiku ugovaranja i provedbe projekata može se predvidjeti da će hrvatske institucije i tvrtke ugovoriti ukupno oko 60 projekata, no s obzirom na rast i razvoj umjetne inteligencije, taj će broj vjerojatno biti i nešto veći. Ovo je vrlo značajan porast u odnosu na program FP7 gdje je ugovoreno deset projekata.

Na slici Slika 12 prikazan je broj svih ugovorenih projekata razvrstan po institucijama; tamno crvenom su bojom označeni ugovoreni projekti FP7, a plavom bojom projekti Obzora Europa. Ova slika prikazuje organizacije koje su bile najaktivnije u privlačenju projektnih sredstava za vrijeme trajanja programa FP7 te koje su do sada pokazale aktivnost u trenutno aktivnom programu Obzor Europa.

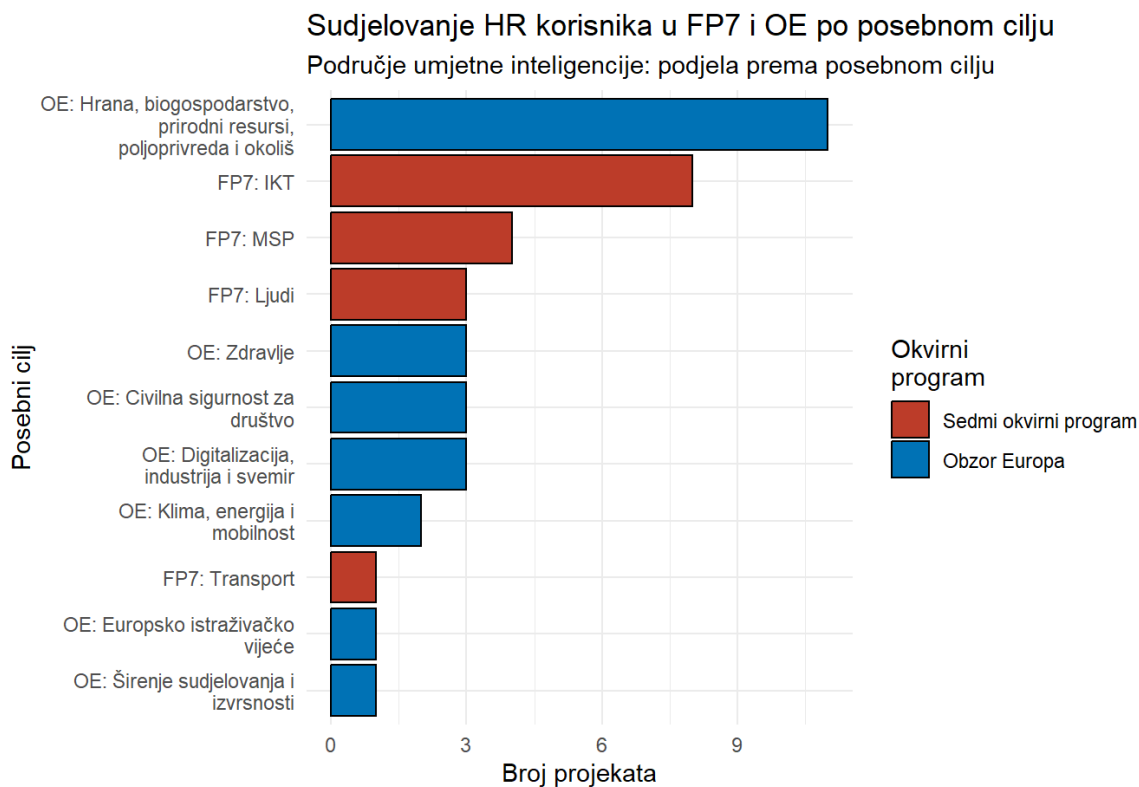
Unutar programa FP7 ističe se privatna tvrtka Inetec d.o.o. s čak dva ugovorena projekta. Zanimljivo je, također, da se većina projekata provodila u privatnim tvrtkama, konkretno 11 tvrtki, u usporedbi s četiri javne institucije i jednim tijelom javne uprave (Grad Rijeka). Važno je napomenuti da je na nekim projektima sudjelovalo više od jednoga partnera iz Hrvatske (do najviše tri hrvatska partnera).

U okviru programa Obzor Europa broj se sudionika u javnome i privatnome sektoru donekle izjednačio (od 19 partnera, 12 je iz javnoga sektora), što znači da je tijekom programa Obzor 2020. znanstvena zajednica iz javnih institucija pojačala projektnu aktivnost iz europskih programa. Od javnih institucija ističu se Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Potonji je fakultet koordinator prestižnoga projekta *Twining action for spreading excellence in Artificial Intelligence of Things* koji daje veliku međunarodnu vidljivost instituciji u kojoj se provodi te voditelju i suradnicima projekta.



Slika 12. Broj projekata na programima FP7 i Obzor Europa klasificirani prema instituciji. Plavom su označeni projekti u programu Obzora Europa, a tamno crvenom projekti u programu FP7.

Na slici Slika 13 prikazan je broj projekata klasificiran prema posebnom cilju. Tamno crvenom su bojom označeni ugovoreni projekti u programu FP7, a plavom projekti u programu Obzora Europa. Ovaj nam graf daje informaciju o tome koji su smjerovi istraživanja najzastupljeniji u ovom području. U okviru programa FP7 najaktivniji su ciljevi bili Informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) te Malo i srednje poduzetništvo (MSP), dok je u Obzoru Europa za sada najaktivniji cilj Hrana, biogospodarstvo, prirodni resursi, poljoprivreda i okoliš.



Slika 13. Broj prijava na programe FP7 i Obzor Europa po posebnom cilju. Plavom su bojom označeni projekti u programu Obzora Europa, a tamno crvenom projekti u programu FP7.

### 2.3.3 Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ)

Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ) središnja je organizacija za financiranje znanosti u svim znanstvenim područjima u Republici Hrvatskoj. Hrvatska zaklada za znanost neovisna je neprofitna organizacija koja osigurava financijsku potporu za provedbu znanstvenih projekata po kriterijima znanstvene izvrsnosti. Zaklada je osnovana radi promocije znanosti, visokoga školstva i tehnologijskoga razvoja u Republici Hrvatskoj te radi potpore znanstvenim, visokoobrazovnim i tehnologijskim programima i projektima, a s krajnjim ciljem osiguravanja održivoga društvenog i gospodarskog razvoja uz poticanje zapošljavanja vodeći se načelima socijalne uključenosti.

Od svojega osnutka Zaklada je financirala kompetitivne znanstvene, razvojne i inovacijske projekte. Zakonskim izmjenama iz 2009. i 2012. godine (NN 78/2012.) započelo je novo poglavlje u radu Zaklade jer je Zaklada 2013. godine od Ministarstva znanosti i obrazovanja preuzela financiranje nacionalnih znanstveno-istraživačkih projekata, a 2014. godine i financiranje razvoja karijera mladih istraživača.

Važan program koji provodi HRZZ-a jesu Istraživački projekti (IP). Tim se programom financiraju temeljna istraživanja kojima se stvara novo i unapređuje postojeće znanje o određenome području, ali i primijenjena istraživanja s jasnim tehnološkim, gospodarskim ili društvenim ciljevima. Dosadašnji

Istraživački projekti su bili ugovarani na razdoblje od četiri godine. U razdoblju od 2013. do danas objavljeno je šest natječajâ u sklopu kojih je financirano više od 700 projekata.

HRZZ provodi i program Uspostavnih istraživačkih projekata (UIP) namijenjenih mladim znanstvenicima za uspostavu novih istraživačkih skupina. Pojam *mladi znanstvenik* podrazumijeva istraživače koji su doktorat znanosti stekli najmanje dvije, a najviše sedam godina prije roka za prijavu na natječaj i koji žele osnovati ili razviti novu istraživačku skupinu te postati neovisni istraživači.

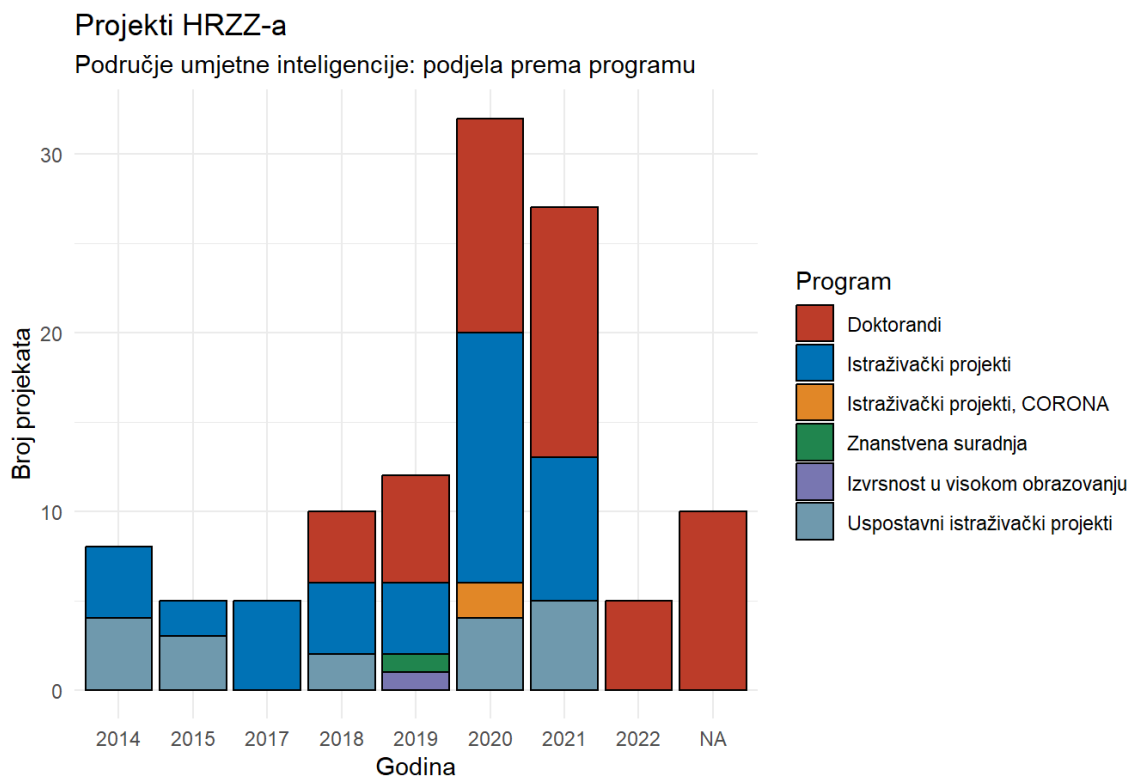
U okviru istraživačkih projekata provodili su se Program poticanja istraživačkih i razvojnih aktivnosti u području klimatskih promjena te dva tematska natječajâ na temu pandemije koronavirusa.

Program Razvoj karijera mladih istraživača usmjeren je na stvaranje stabilnoga programa financiranja mladih istraživača na doktorskoj i poslijedoktorskoj razini u svim znanstvenim područjima. U okviru programa Izobrazba novih doktora znanosti u razdoblju od 2013. do danas objavljeno je šest natječajâ (na slikama se ovi projekti skraćeno zovu Doktorandi) zahvaljujući čemu je više od 900 znanstvenika dobilo priliku zaposliti mlade istraživače.

U okviru programa Međunarodna suradnja cilj HRZZ-a omogućiti je znanstvenicima mobilnost te međunarodnu suradnju koja nije nužno samo znanstvena suradnja već i razvoj gospodarskoga sektora izvan granica Republike Hrvatske.

Za ovo mapiranje na raspolaganju su bili naslovi ugovorenih projekata, sažetci ugovorenih projekata, istraživači i institucije s kojih projekti dolaze te kojem od HRZZ programa projekt pripada. U prvom krugu analize sekundarnih podataka, koristeći gore definirane ključne riječi, filtrirali su se projekti koji pripadaju području umjetne inteligencije. Nakon toga ručno su pregledani dobiveni rezultati kako bi se vidjelo signaliziraju li ključne riječi neke projekte koji ne pripadaju području. Ti su projekti koji ne pripadaju umjetnoj inteligenciji izbačeni iz analize. Na temelju dobivenih grafova nastojalo se, među ostalim, dobiti uvid u aktivnost znanstvenika koji se bave umjetnom inteligencijom na nacionalnoj razini financiranja te ključne institucije na kojima postoji aktivnost iz toga područja.

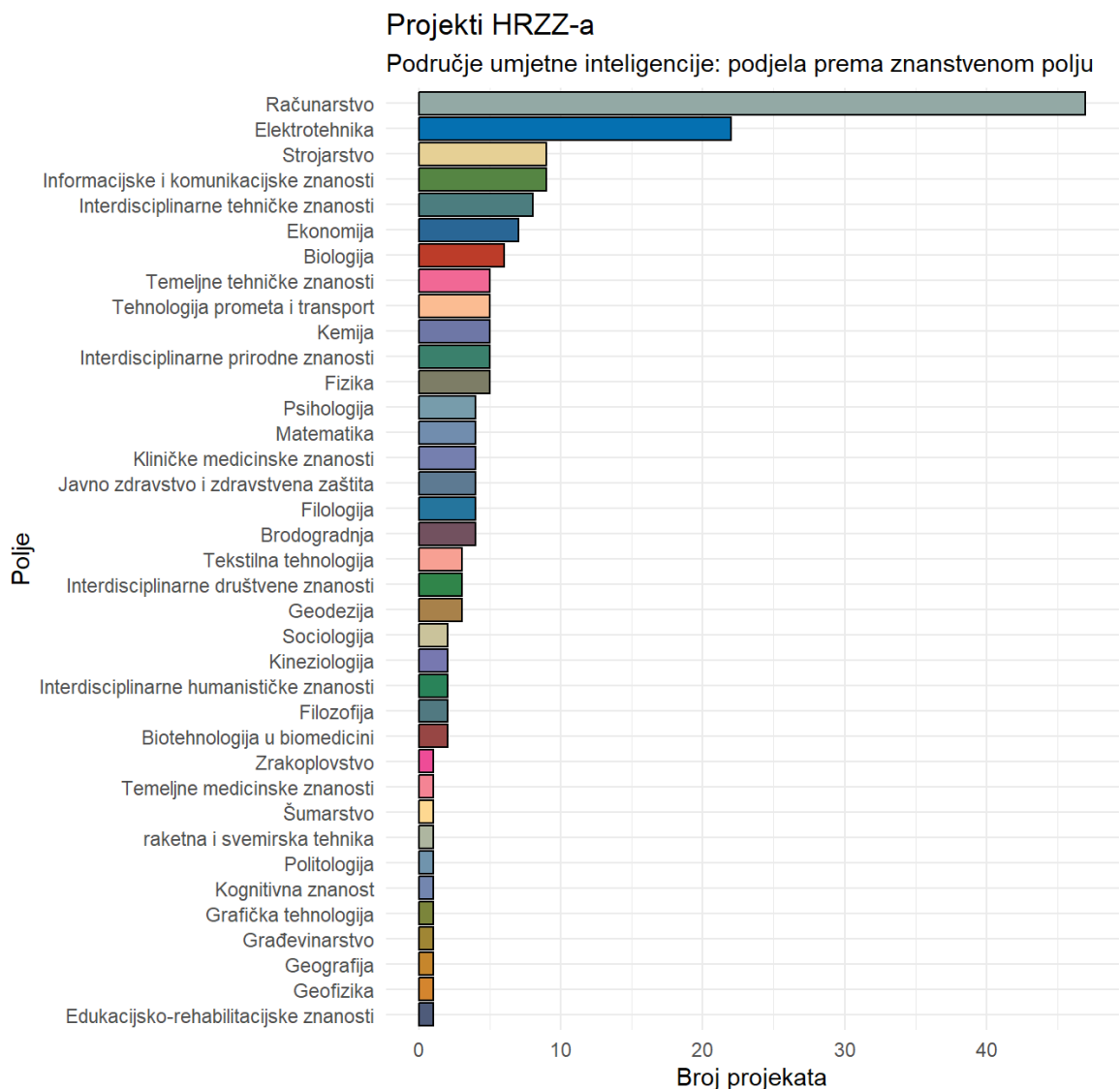
Na slici Slika 14 prikazan je broj projekata u području umjetne inteligencije tijekom godina (od 2013. do 2022. godine prema programu). Dominantno su zastupljeni istraživački projekti i projekti za doktorande. Istraživački su projekti zastupljeniji u razdoblju 2014. – 2020., a naknadno slijede projekti za doktorande u razdoblju od 2018. do danas. Uzrok tomu dijelom je i dinamika raspisa natječajâ HRZZ-a, gdje su projekti za doktorande vremenski slijedili istraživačke projekte. U 2022. godini objavljen je manji broj natječajâ, stoga je i ugovoren manji broj projekata ukupno.



Slika 14. Broj projekata iz područja umjetne inteligencije za različite HRZZ-ove programe tijekom godina. Svaki je projekt naveden samo jedanput u onoj godini u kojoj je ugovoren. U godinama koje se ne vide na grafu nije bilo ugovorenih projekata iz umjetne inteligencije. NA se odnosi na one ugovorene HRZZ-ove projekte za koje u dostupnim podacima nije bio naveden datum početka ugovora.

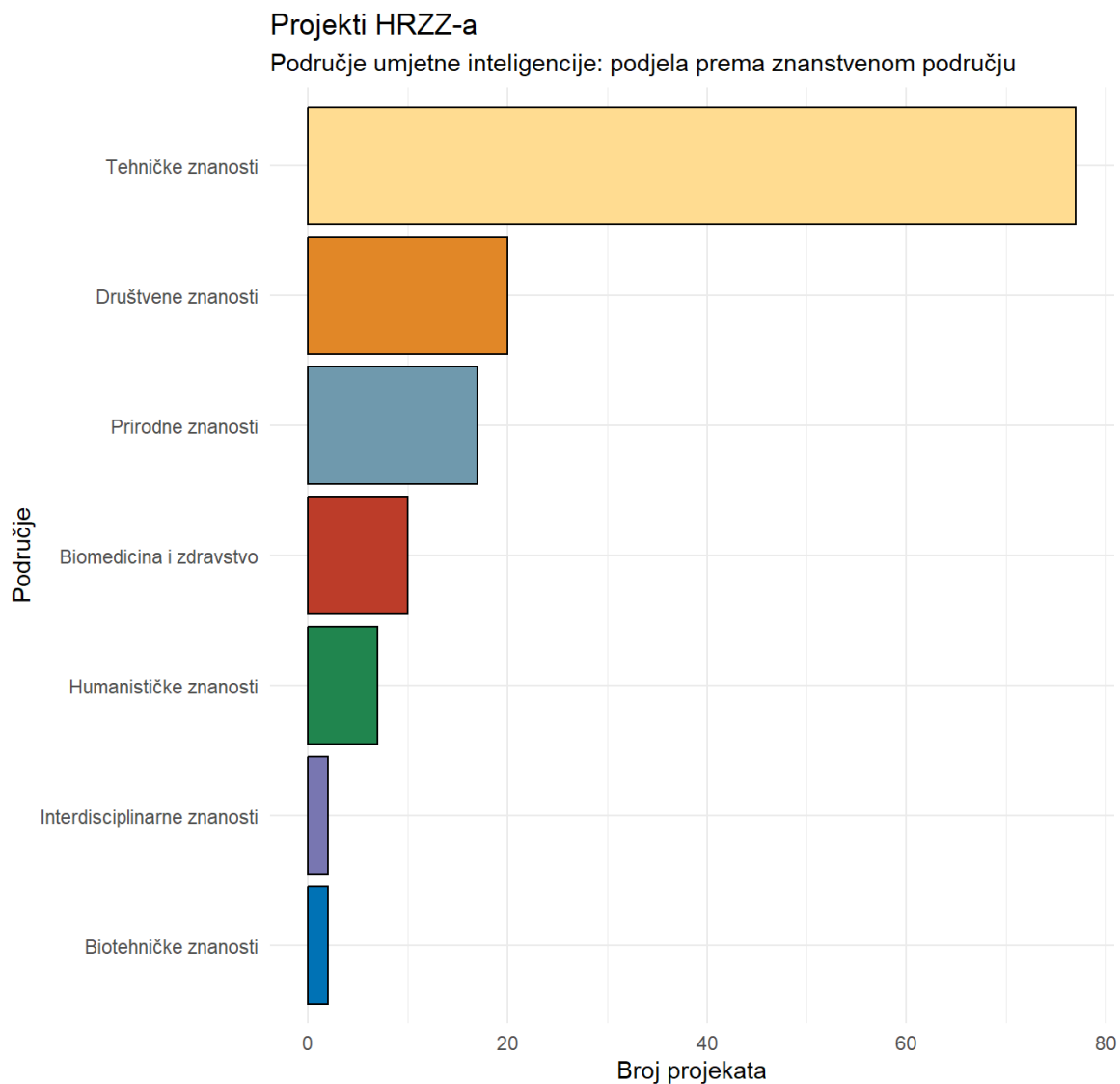
Na slici Slika 15 prikazana je raspodjela projekata iz područja umjetne inteligencije prema znanstvenom polju. Najveći je broj projekata iz računarstva, slijedi elektrotehnika, zatim informacijske i komunikacijske znanosti.





Slika 15. Broj projekata iz područja umjetne inteligencije razvrstan prema znanstvenom polju. Graf se odnosi na sve HRZZ-ove projekte iz razdoblja 2013. – 2022. iz područja umjetne inteligencije. Neki projekti spadaju u dva znanstvena polja pa su navedeni u oba polja.

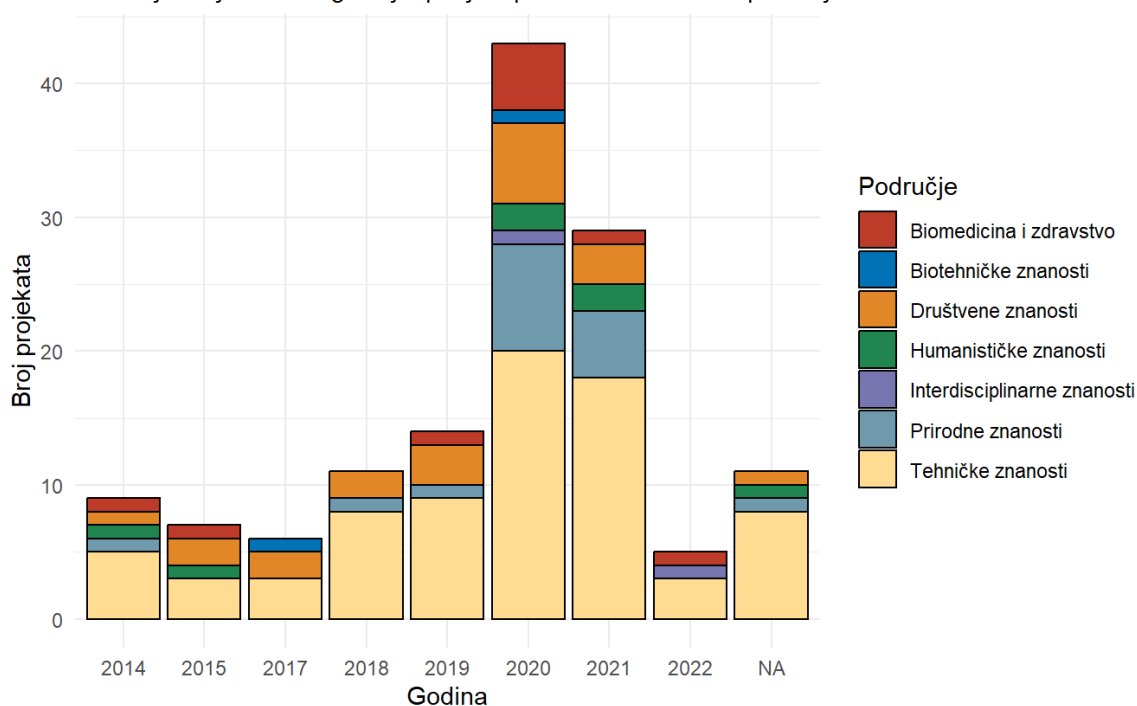
Na slici Slika 16 prikazana je raspodjela projekata iz područja umjetne inteligencije prema znanstvenom području. Najzastupljenije su tehničke znanosti, zatim slijede društvene pa prirodne znanosti. Na slici Slika 17 prikazana je raspodjela projekata prema znanstvenom području tijekom godina.



Slika 16. Raspodjela projekata iz područja umjetne inteligencije prema znanstvenom području. Graf se odnosi na sve HRZZ-ove projekte iz razdoblja 2013. – 2022. iz područja umjetne inteligencije

## Projekti HRZZ-a

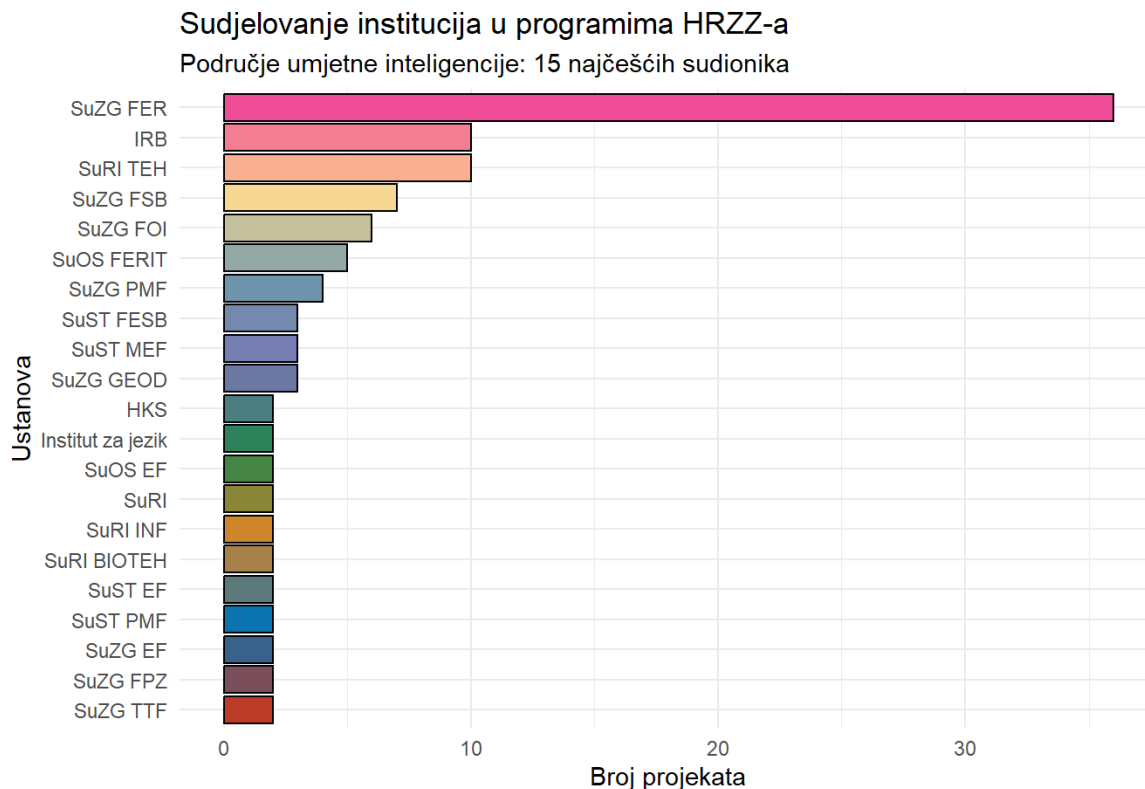
Područje umjetne inteligencije: podjela prema znanstvenom području



Izvor: HRZZ Web 15.4.2023.

Slika 17. Raspodjela projekata iz područja umjetne inteligencije prema znanstvenom području tijekom godišna. Svaki je projekt naveden samo jednom u onoj godini u kojoj je ugovoren. U godinama koje se ne vide na grafu nije bilo ugovorenih projekata iz umjetne inteligencije. NA se odnosi na one ugovorene HRZZ-ove projekte za koje u dostupnim podacima nije bio naveden datum početka ugovora.

Konačno, vrlo značajan graf prikazuje raspodjelu projekata HRZZ-a prema institucijama (vidi sliku Slika 18). Iz područja umjetne inteligencije projekti su se dominantno provodili na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Institutu Ruđer Bošković, Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, zatim Fakultetu Strojарstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu. Unutar prvih deset javnih institucija koje su aktivne u području umjetne inteligencije javljaju se iste institucije kao iz drugih baza sekundarnih podataka što ukazuje na ujednačenost podataka i potvrđuje kvalitetu analize. Pri tome je važno napomenuti da u projektima HRZZ-a privatne institucije uglavnom nisu sudjelovale za razliku od EU instrumenata financiranja koji su analizirani u prethodnim poglavljima pa njih nije moguće usporediti.



Slika 18. Raspodjela HRZZ-ovih projekata prema institucijama. Graf se odnosi na sve HRZZ-ove projekte iz razdoblja 2013. – 2022. u području umjetne inteligencije.

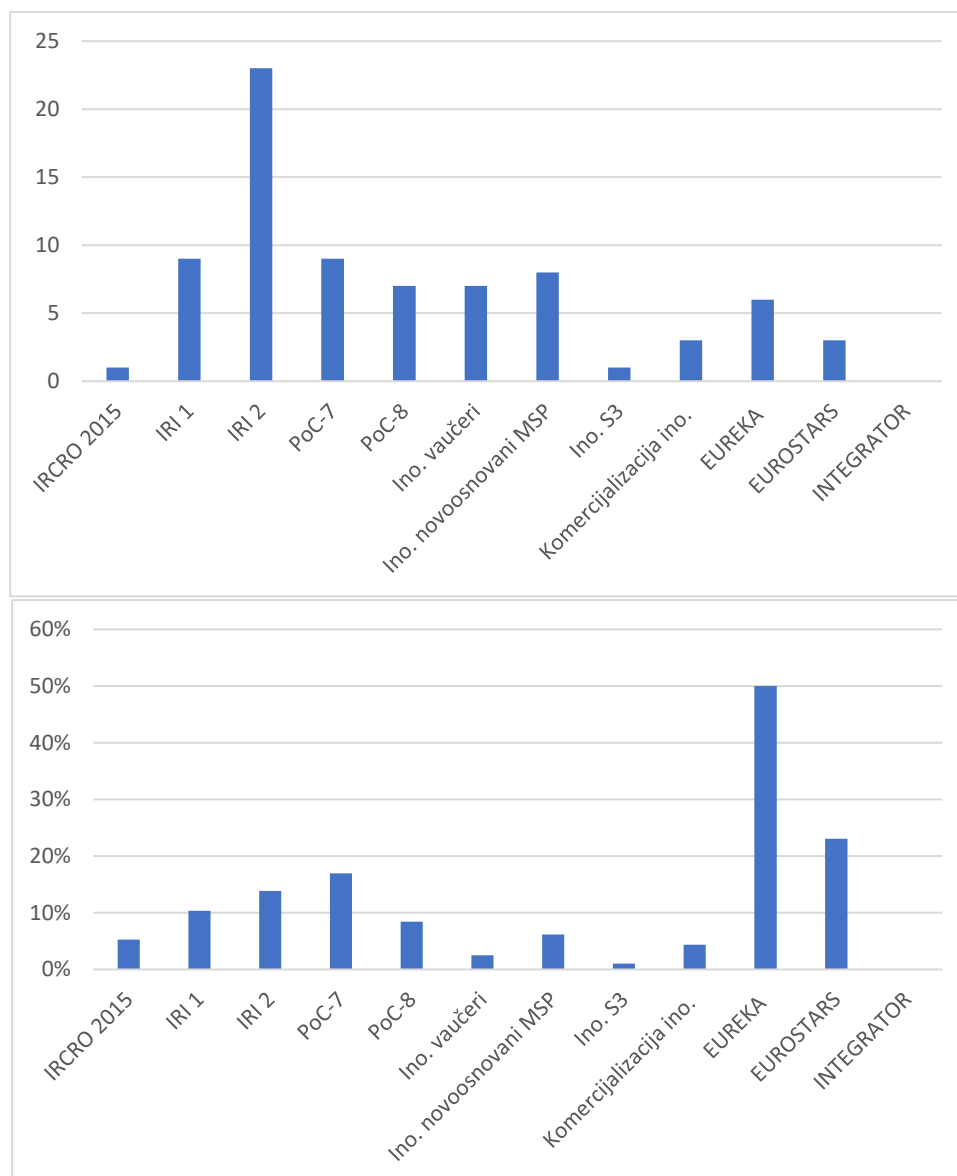
### 2.3.4 Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (HAMAG-BICRO)

U ovom dijelu mapiranja analizirani su natječaji za čiju je provedbu bila zadužena Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije (HAMAG-BICRO), koja djeluje u nadležnosti Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja<sup>3</sup> (i).

Informaciju o zastupljenosti umjetne inteligencije u programima HAMAG-BICRO-a može se dobiti na način da se iz ukupnoga broja projekata za dani program putem ključnih riječi pronađu one koje se dotiču toga sektora. Na slici Slika 19 prikazan je broj projekata i postotak od ukupnoga broja financiranih projekata umjetne inteligencije za programe HAMAG-BICRO-a navedene u poglavlju 1.3. Sa slike je razvidno da su projekti iz umjetne inteligencije relativno značajno zastupljeni (oko 10 % projekata u prosjeku). Najveći je postotak zastupljenosti u programima PoC-7 i IRI projektima. Analiza prijave projekata, od kojih dio nije financiran, nalazi se u daljnjem tekstu za one programe za koje su bili dostupni podaci o prijavama.

<sup>3</sup> <https://hamagbicro.hr/bespovratne-potpore/hamag-bicro-kao-korisnik-sredstava-tehnicke-pomoci/>

Programi HAMAG-BICRO-a dominantno su financirali pravne subjekte iz privatnoga sektora. Javne su institucije uglavnom bile prisutne ili kao partneri na nekim vrstama projekata (IRI 1 i IRI 2) ili kao pružatelji usluga u programu inovacijskih vaučera.



Slika 19. Broj ugovorenih projekata HAMAG-BICRO-a iz područja umjetne inteligencije po programima (gore) i postotak ugovorenih projekata HAMAG-BICRO-a iz područja umjetne inteligencije po programima (dolje)

U nastavku je kratak opis svakoga programa te broj detektiranih projekata u danom programu iz područja umjetne inteligencije.

#### *2.3.4.1 Razvoj na znanju utemeljenih poduzeća – program RAZUM 2015. godine*

Cilj programa bio je osigurati početno financiranje novoosnovanih poduzeća, tj. osigurati početno financiranje razvoja novoga proizvoda ili usluge u postojećim malim i srednjim poduzećima. Programom RAZUM od 2005. do 2013. godine financirana su 24 projekta vrijednosti 117.423.760 HRK, dok je programom RAZUM iz 2015. godine financirano sedam projekata vrijednosti 24.662.693,00 HRK.

U okviru poziva RAZUM iz 2015. godine zaprimljeno je ukupno 25 prijava od kojih nijedna nije bila povezana s temom umjetne inteligencije.

#### *2.3.4.2 Program za istraživanje i razvoj – program IRCRO 2015. godine*

Program za istraživanje i razvoj (IRCRO) provodi se od 2008. godine do danas. Njime se potiču mala i srednja poduzeća na suradnju sa znanstveno-istraživačkim institucijama u pokretanju vlastitih istraživačko-razvojnih aktivnosti. Ciljevi programa jesu:

- poticanje malih i srednjih poduzeća na povećanje svojih istraživačko-razvojnih aktivnosti
- njegovanje i jačanje veze između gospodarstva i znanosti
- bolje iskorištavanje postojeće infrastrukture u znanstveno-istraživačkim institucijama
- pomaganje malim i srednjim poduzećima da skrate vremenski ciklus za provedbu istraživačkih i razvojnih projekata
- poticanje javnih znanstvenih institucija na suradnju s gospodarstvom.

Analizom IRCRO natječaja iz 2015. godine pronađene su dvije projektne prijave tematski povezane s područjem umjetne inteligencije od ukupno 60 prijava. Ukupno je ugovoreno 19 projekata, a jedan od njih je iz područja umjetne inteligencije. Ukupno je ugovoreno 13.226.614,58 HRK sredstava, odnosno u prosjeku 696.137,61 HRK po projektu.

#### *2.3.4.3 Program provjere inovativnog koncepta – PoC*

Program PoC provodi se od 2010. godine do danas te daje podršku inovacijama u najranijoj fazi istraživanja kako bi se osigurao predkomercijalni kapital za tehničku i komercijalnu provjeru inovativnoga koncepta. Od 2010. do 2020. godine provedeno je osam poziva PoC programa. Ukupno je financirano 359 projekata sa 102 milijuna kuna bespovratnih sredstava, ukupne vrijednosti projekata u iznosu od 154 milijuna kuna.

U svrhu mapiranja potencijala iz umjetne inteligencije analizirani su naslovi i sažetci svih prijava na sedmi i osmi poziv provjere inovativnog koncepta. Rezultati su sljedeći:

U okviru natječaja PoC-7, od ukupnih 135 projektnih prijava, 22 su prijave bile iz područja umjetne inteligencije. Ugovoreno je ukupno devet projekata iz područja umjetne inteligencije od ukupno 53 ugovorena projekata. U okviru natječaja PoC-8, od ukupne 154 projektne prijave, 19 je prijava bilo iz područja umjetne inteligencije. Ugovoreno je ukupno sedam projekata iz područja umjetne inteligencije od ukupno 83 ugovorena projekata.

#### *2.3.4.4 Povećanje razvoja novih proizvoda i usluga koji proizlaze iz aktivnosti istraživanja i razvoja – projekti IRI 1 i IRI 2*

Program IRI raspisan je 2016. godine (projekti IRI 1) te ponovno 2019. godine (projekti IRI 2). Poziv je raspisan za prijavitelje pravne i fizičke osobe te male, srednje i velike poduzetnike. Cilj je poziva povećanje ulaganja privatnoga sektora u istraživanje i razvoj, povećanje broja poduzetnika koji ulažu u istraživanje i razvoj te poticanje suradnje poduzetnika s organizacijama za istraživanje i širenje znanja na istraživačko-razvojnim projektima.

U pozivu IRI 1 najmanja dodijeljena bespovratna sredstva za projekt iznosila su 303.817,92 HRK, a najveća dodijeljena bespovratna sredstva iznosila su 52.226.456,66 HRK. U drugom pozivu, IRI 2, propozicije su natječaja bile takve da je ukupan raspoloživ iznos bespovratnih sredstava za dodjelu u sklopu IRI 2 poziva bio 1.561.448.500,28 HRK, a najviša dopuštena ukupna vrijednost bespovratnih sredstava po pojedinačnome projektom prijedlogu iznosila je 30.000.000,00 HRK.

U okviru programa IRI 1, analizom naslova i sažetaka, od ukupno 87 ugovorenih projekata, identificirano je devet projekata iz područja umjetne inteligencije. Od tih devet projekata, četiri su vezana za promet (vozila, bicikli, prometna rješenja), a dva su vezana uz poljoprivredu.

Analizom naslova i sažetaka unutar programa IRI 2 od ukupno 166 ugovorenih projekata, detektirano je 19 projekata koji su iz područja umjetne inteligencije.

#### *2.3.4.5 Program Inovacije u S3 područjima*

Program Inovacije u S3 područjima raspisan je 2019. godine, a prihvatljivi prijavitelji bili su mikro, mali i srednji poduzetnici. Ovim su se programom poduzetnici poticali na komercijalizaciju inovacija proizvoda/usluga u skladu s identificiranim prioritetnim tematskim područjima i međusektorskim temama Strategije pametne specijalizacije (S3). Financijski su podržana mala i srednja poduzeća (MSP) koja su u svojoj poslovnoj aktivnosti usmjerena na proizvodnju i plasman inovativnih proizvoda/usluga na tržište te time doprinose konkurentnosti hrvatskoga gospodarstva. Od ukupno 99 ugovorenih projekata, jedan je projekt bio iz područja umjetne inteligencije.

#### *2.3.4.6 Program Inovacijski vaučeri*

Glavni je cilj inovacijskih vaučera da znanstveno-istraživačke zajednice prenose znanje na mikro, mala i srednja poduzeća (MSP-ove). Koristeći vaučere, MSP-ovi su mogli nabaviti uslugu od znanstvene zajednice i time prenijeti znanje u krug svoga poslovanja. Ovdje se radilo o projektima manjega iznosa, konkretno, bespovratna sredstva nisu mogla biti viša od 75.000,00 HRK po pojedinom projektom prijedlogu. Od ukupno 279 dodijeljenih vaučera, 7 je bilo iz područja umjetne inteligencije.

#### *2.3.4.7 Program Inovacije novoosnovanih MSP-ova – faza II*

Ovim Pozivom potican je razvoj novoosnovanih MSP-ova uvođenjem inovacija, odnosno uspješno lansiranje proizvoda i usluga s potencijalom rasta i izvoza koji su novi na tržištu. Prednost su imale tvrtke s radikalnim inovacijama i znatnim poboljšanjem u komercijalizaciji proizvoda i usluga. Od ukupno 130 financiranih projekata, njih osam je bilo iz područja umjetne inteligencije.

#### 2.3.4.8 Program Komercijalizacija inovacija

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja u Nacionalnom programu oporavka i otpornosti 2021. – 2026. objavilo je Poziv za dostavu projektnih prijedloga Komercijalizacija inovacija kojim se potiču investicije mikro, malih i srednjih poduzetnika (MSP-ova) usmjerenih na proizvodnju naprednih i inovativnih proizvoda i usluga visoke dodane vrijednosti. Poziv je objavljen 1. travnja 2022. godine. Ukupni iznos raspoloživih sredstava bio je 380.000.000,00 HRK; iznosi sredstava po projektu (tj. iznos koji se može dodijeliti po prijavitelju): najniži iznos 760.000,00 HRK, najviši iznos 5.320.000,00 HRK.

Ukupno je ugovoreno 69 projekata od kojih su tri bila iz područja umjetne inteligencije.

#### 2.3.4.9 EUREKA

EUREKA je program koji je namijenjen pokretanju istraživačko-razvojnih aktivnosti s ciljem poticanja malih, srednjih i velikih poduzeća na suradnju s međunarodnim partnerima.

U razdoblju od 2015. do danas, od ukupno 36 prijava, 15 ih je bilo tematski povezano s područjem umjetne inteligencije. U razdoblju 2015. – 2020. ugovoreno je 12 projekata, a čak šest ih uključuje komponente umjetne inteligencije.

#### 2.3.4.10 EUROSTARS

Eurostars je program za istraživanje i razvoj nastao kao zajednička inicijativa EUREKA-e i Europske komisije. U konzorciju moraju sudjelovati minimalno dvije zemlje članice. Europska komisija odlučila je doprinijeti razvojnim aktivnostima malih i srednjih poduzeća tako da sudjeluje s do 25 % u ukupnom javnom dijelu sufinanciranja programima Obzor 2020 i Europa za vrijeme njihova trajanja. Glavni partner u konzorciju mora biti MSP koji se bavi istraživačko-razvojnim aktivnostima, dok se ostali partneri na projektu ne moraju nužno baviti istraživačko-razvojnim aktivnostima. Ne postoje tematska ograničenja, odnosno može se prijaviti projekt iz bilo kojega tehnološkog područja pod uvjetom da imaju društvenu i civilnu svrhu te da obuhvaćaju razvoj novoga proizvoda, procesa ili usluge.

U razdoblju od 2015. do danas, od ukupno 103 prijave, 25 ih je bilo tematski povezano s područjem umjetne inteligencije. U razdoblju od 2016. do danas ugovoreno je 13 projekata od kojih tri koriste umjetnu inteligenciju.

#### 2.3.4.11 INTEGRATOR

Ovim se Pozivom poticala suradnja malih i srednjih poduzetnika (MSP-ova) kako bi stvaranjem novih inovativnih proizvoda i usluga uspostavili dobavljačke odnose s poduzećima integratorima i postali dio njihova lanca vrijednosti. Potpora u okviru ovoga poziva namijenjena je za sufinanciranje inovacijskih aktivnosti konzorcija MSP-ova s ciljem uspostavljanja dugoročnih dobavljačkih odnosa/lanaca vrijednosti s drugim poduzećima tzv. integratorima. U okviru programa Integrator nisu pronađeni projekti koji su tematski povezani s područjem umjetne inteligencije.



### 2.3.5 Sekundarni podatci iz baza podataka intelektualnoga vlasništva – Patenti

Analiza sekundarnih podataka vezanih za intelektualno vlasništvo napravljena je u nekoliko koraka. U prvome koraku odabran je širok skup klasifikacijskih šifri iz IPC-a (engl. *International Patent Classification* hijerarhijska je shema za klasifikaciju patenata; vidi, na primjer, poveznicu <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>). Kako bi se ciljano prepoznali patenti i patentne prijave u području umjetne inteligencije, u prvom je koraku odabran širok skup šifri patentnih razreda (vidi tablicu Tablica 2 na kraju ovoga odjeljka).

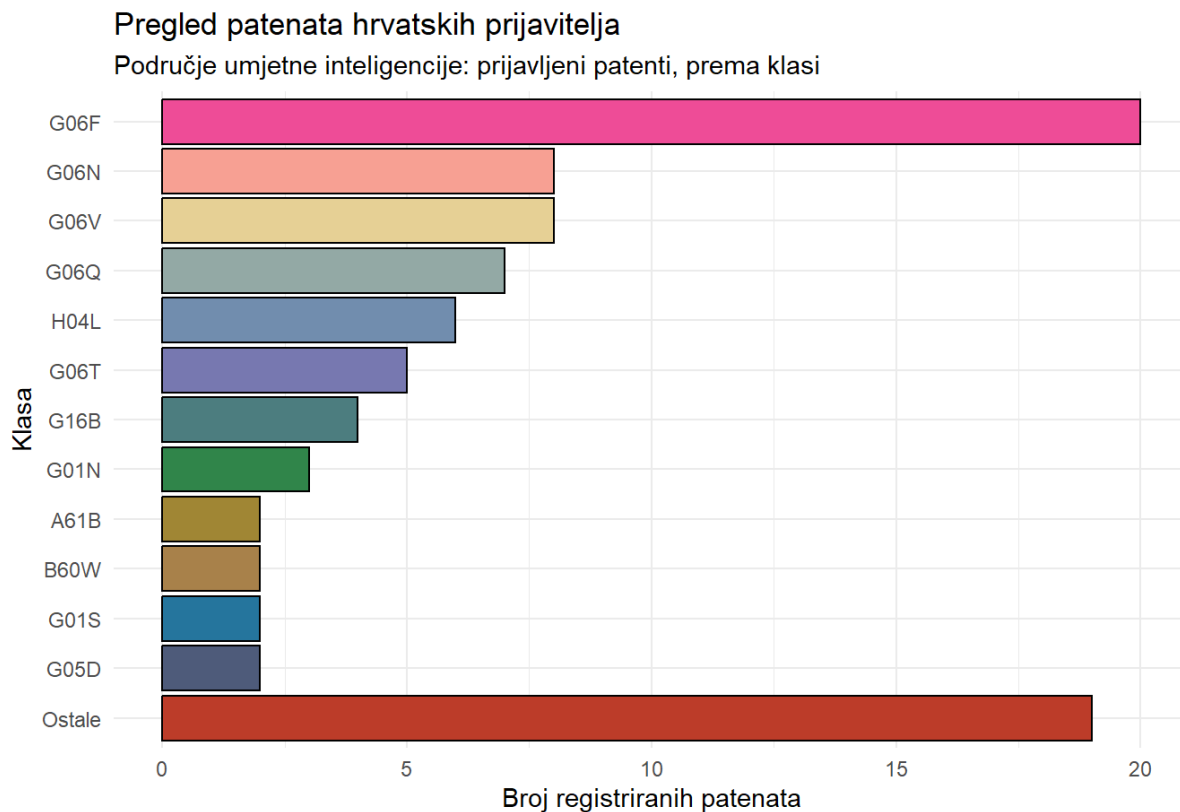
Pretraženi su patenti za razdoblje od 20 godina (2002. – 2022.) kako bi se dobio bolji uvid u razvoj tehnološkoga područja gdje su prijavitelji pravne i fizičke osobe iz Republike Hrvatske; izvor podataka bila je *online* baza Espacenet koja pokriva podatke iz velikoga broja izvora (Državni zavod za intelektualno vlasništvo, dostupni podatci o prijavama nacionalnih podnositelja u EPO-u i WIPO-u te sve ostale dostupne nacionalne baze). Nakon tako dobivene liste patenata i patentnih prijava s naslovima i sažetcima prijave, iste su pojedinačno analizirane i anotirani su oni patenti koji pripadaju području.

U navedenom razdoblju, pronađeno je 60 patentnih prijava iz područja umjetne inteligencije. U šest patenata spominju se neuronske mreže kao jedna od metoda iz umjetne inteligencije. Sintagma *machine learning* spominje se tri puta, *support vector* u jednom patentu. Zaključno, broj patenata u području umjetne inteligencije iz Republike Hrvatske nije zanemariv, iako postoji mogućnost značajnoga rasta ako usporedimo broj znanstvenika koji su aktivni u području i široke mogućnosti primjene umjetne inteligencije.

Tablica 2. Prikaz odabranih patentnih klasa relevantnih za područje umjetne inteligencije sukladno IPC klasifikaciji.

A61B	DIAGNOSIS; SURGERY; IDENTIFICATION
B60W	CONJOINT CONTROL OF VEHICLE SUB-UNITS OF DIFFERENT TYPE OR DIFFERENT FUNCTION; CONTROL SYSTEMS SPECIALLY ADAPTED FOR HYBRID VEHICLES; ROAD VEHICLE DRIVE CONTROL SYSTEMS FOR PURPOSES NOT RELATED TO THE CONTROL OF A PARTICULAR SUB-UNIT
G01N	INVESTIGATING OR ANALYSING MATERIALS BY DETERMINING THEIR CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES
G01R	MEASURING ELECTRIC VARIABLES; MEASURING MAGNETIC VARIABLES
G01S	RADIO DIRECTION-FINDING; RADIO NAVIGATION; DETERMINING DISTANCE OR VELOCITY BY USE OF RADIO WAVES; LOCATING OR PRESENCE-DETECTING BY USE OF THE REFLECTION OR RERADIATION OF RADIO WAVES; ANALOGOUS ARRANGEMENTS USING OTHER WAVES
G05D	SYSTEMS FOR CONTROLLING OR REGULATING NON-ELECTRIC VARIABLES

G06N	<i>COMPUTING ARRANGEMENTS BASED ON SPECIFIC COMPUTATIONAL MODELS</i>
G06F	<i>ELECTRIC DIGITAL DATA PROCESSING</i>
G06T	<i>IMAGE DATA PROCESSING OR GENERATION, IN GENERAL</i>
G06V	<i>IMAGE OR VIDEO RECOGNITION OR UNDERSTANDING</i>
G16C	<i>COMPUTATIONAL CHEMISTRY; CHEMOINFORMATICS; COMPUTATIONAL MATERIALS SCIENCE</i>
G16B	<i>BIOINFORMATICS, i.e. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR GENETIC OR PROTEIN-RELATED DATA PROCESSING IN COMPUTATIONAL MOLECULAR BIOLOGY</i>
G06K	<i>GRAPHICAL DATA READING</i>
G06Q	<i>INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR ADMINISTRATIVE, COMMERCIAL, FINANCIAL, MANAGERIAL OR SUPERVISORY PURPOSES; SYSTEMS OR METHODS SPECIALLY ADAPTED FOR ADMINISTRATIVE, COMMERCIAL, FINANCIAL, MANAGERIAL OR SUPERVISORY PURPOSES, NOT OTHERWISE PROVIDED FOR</i>
G10L	<i>SPEECH ANALYSIS OR SYNTHESIS; SPEECH RECOGNITION; SPEECH OR VOICE PROCESSING; SPEECH OR AUDIO CODING OR DECODING</i>
H01M	<i>PROCESSES OR MEANS, e.g. BATTERIES, FOR THE DIRECT CONVERSION OF CHEMICAL ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY</i>
H04L	<i>TRANSMISSION OF DIGITAL INFORMATION, e.g. TELEGRAPHIC COMMUNICATION</i>
H04N	<i>PICTORIAL COMMUNICATION, e.g. TELEVISION</i>



Izvor: Epodex 4.4.2023.

Slika 20. Raspodjela patenata prema klasifikaciji IPC. Tablica 2 prikazuje klasifikacijski ključ.

### 2.3.6 Natječaji ESA-e u Hrvatskoj

U svibnju 2020. godine stupio je na snagu Provedbeni dogovor o tehničkoj i stručnoj pomoći. Svrha Provedbenoga dogovora bila je odrediti sadržaj i modalitete pomoći koju će ESA pružiti Republici Hrvatskoj radi provedbe jednoga ili više poziva za podnošenje projektnih prijedloga u aktivnostima povezanim sa svemirom. Ministarstvo znanosti i obrazovanja, u sklopu Provedbenoga dogovora, od prosinca 2020. do srpnja 2022. godine provelo je ukupno tri nacionalna poziva za financiranje projekata. Na natječaje su se javljale privatne i javne ustanove te predstavnici nevladinih organizacija (NGO).

Područja poziva obuhvaćala su:

- promatranje Zemlje
- svemirsku tehnologiju
- svijest o situaciji u svemiru
- svemirsku astronomiju i astrofiziku i istraživanje Sunčeva sustava.

Ukupan alocirani iznos hrvatskim prijaviteljima za prvi poziv: 1,104,000 EUR (11 odobrenih projekata).  
Ukupan alocirani iznos hrvatskim prijaviteljima za drugi poziv: 968, 276 EUR (9 odobrenih projekata).

Prijavljena su bila 64 projektna prijedloga, a ukupno su 34 projekta odobrena za financiranje. Od ukupno 34 odobrena projektna prijedloga, njih 16 koordinirao je akademski sektor, dok je ostalih 18 projektnih prijedloga koordinirao privatni sektor. **Za vrijeme pisanja ovoga izvješća bili su dostupni projektni sažeci za samo prva dva natječajna kruga, stoga se u ovome poglavlju prikazuje analiza samo njihovih rezultata (ukupno 20 analiziranih projekata).**

Od ukupno 20 odobrenih projekata u prvim dvama natječajnim krugovima, četiri od ukupno 20 projekata imaju u naslovu ili sažetku sintagmu *machine learning* ili *artificial intelligence*. Vrijednost ta četiri projekta je 510.000 EUR; tri projekta su iz privatnoga, a jedan je projekt iz javnoga sektora. Konkretno, projekt iz javnoga sektora provodi se na Šumarskom institutu gdje se umjetna inteligencija koristi za promatranje šuma, odnosno biomase.

Od četiri navedena projekta, tri spadaju u ovo područje, odnosno ovo tržište. U segmentu promatranja Zemlje (engl. *Earth Observation*) u okviru svemirskih tehnologija, umjetna inteligencija, odnosno obrada slika ima značajan utjecaj, tj. ova se dva područja snažno preklapaju.

### 3 Analiza primarnih podataka istraživačke i projektne aktivnosti hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u temama umjetne inteligencije

Metodologija koja je korištena za prikupljanje i analizu primarnih podataka za mapiranje potencijala hrvatskih znanstvenika u području umjetne inteligencije zamišljena je tako da rezultati budu komplementarni s rezultatima obrade sekundarnih podataka kako bi se iz svih podataka izvukli kvalitetni i točni zaključci. U prvom koraku identificirane su **44 javne znanstvene institucije** (javna visoka učilišta i javni znanstveni instituti) za koje je pronađena informacija da posjeduju djelatnike koji se bave razvojem metoda umjetne inteligencije ili je primjenjuju u svome radu. Informacija je dobivena iz sekundarnih podataka te je uzimala u obzir područja u djelokrugu istraživanja pojedinih institucija. Na adrese tih institucija odaslani su dopisi odgovornim osobama (rektorima, dekanima, ravnateljima i pročelnicima) sa zamolbom da dostave popis njihovih zaposlenika koji prema njihovim spoznajama obavljaju istraživanja u području umjetne inteligencije. U dopisu je ujedno pojašnjeno i popisano što sve umjetna inteligencija uključuje kako bi identifikacija bila precizna.

Od uprava javnih institucija dobiven je popis od **139 znanstvenika** iz područja umjetne inteligencije. Ova **brojka interpretira se kao donja granica istraživača iz ovoga područja**. Naime, uprave su slale popis voditelja istraživanja, odnosno prominentne znanstvenike, a ne sastav cjelokupne istraživačke skupine. Na adrese identificiranih znanstvenika poslan je anketni upitnik koji je ispunilo **96 znanstvenika**, odnosno **69 %** od ukupnog popisa istraživača. Opis ankete, prikupljenih podataka i njihova analiza dana je u nastavku ovoga poglavlja. Interpretacija brojeva iz sekundarnih i primarnih podataka dana je u zaključku.

Na pitanje *Koliko imate godina radnoga iskustva u akademskom i istraživačkom sektoru u istraživanjima povezanim s tematskim područjem umjetne inteligencije?*, **medijan odgovora znanstvenika iznosi sedam godina, a srednja vrijednost iznosi 11.2 godine.**

Na pitanje *Procijenite postotak vremena koji ste u prosjeku MJESEČNO posvetili znanstveno-istraživačkom radu u istraživanjima u tematskom području Umjetne inteligencije u postotku (%)?*, **medijan odgovora je 25 %, a srednja vrijednost 32,8 %.**

Uz primarne podatke dobivene od javnih znanstvenih institucija, prikupljeni su primarni podatci iz tvrtki koje se bave područjem umjetne inteligencije. U prvome je koraku identificirano **259 tvrtki** za koje postoje jasne indikacije da se bave umjetnom inteligencijom. Tu se radi o tvrtkama koje su se javljale na natječaje za projekte EU-a i HAMAG-BICRO-a, odnosno tvrtke koje je identificirala udruga CroAI (Hrvatska udruga za umjetnu inteligenciju osnovana 2019. godine). Koristeći javno dostupne informacije, popis tvrtki je upotpunjen kontaktima istraživača ili odgovornih osoba te je na njihove adrese poslana pripremljena anketa, koja je prethodno dorađena kroz pilot-testiranje. Dobivene su **24 ispunjene ankete** od tvrtki koje su analizirane u ovom poglavlju.

**Poglavlja 3.2 – 3.5 odnose se na ankete provedene na javnim znanstvenim institucijama. Poglavlje 3.6 odnosi se na ankete provedene u privatnim tvrtkama.**

### 3.1 O anketnom istraživanju

Anketa je postavljena tako da omogući istraživanje sljedećih točki:

- (i) specifično polje, odnosno metode unutar područja umjetne inteligencije kojima se znanstvenik, odnosno tvrtka bavi (dana je mogućnost zaokruživanja više polja)
- (ii) područje primjene umjetne inteligencije, odnosno ciljana tržišta na koje su te primjene usmjerene
- (iii) projektna aktivnost znanstvenika, odnosno institucije na kojoj radi (spitan je broj projekata i izvora financiranja, zasebno za završene projekte, projekte koji su u tijeku, odnosno projekte koji su u postupku recenziranja kako bi se mogla dobiti informacija o dinamici razvoja istraživanja)
- (iv) suradnja s drugim znanstvenicima i institucijama, odnosno s gospodarskim subjektima kako bi se dobila informacija o umreženosti javnih institucija i tvrtki
- (v) aktivnost znanstvenika i tvrtki u zaštiti intelektualnoga vlasništva (npr. patenti, broj prijavljenih i odobrenih patenata, žigova, broj licenci, odnosno ugovora o licenciranju itd.)
- (vi) portfolio rezultata znanstvenih istraživanja (jesu li glavni rezultati znanstveni radovi ili neke vrste komercijalizacije rezultata i sl.)
- (vii) informacije o kapitalnoj infrastrukturi koja se koristi (anketa ispituje o kojoj se infrastrukturi radi, u čijem je vlasništvu, gdje je locirana te je li uvedena u bazu Šestar).

Anketa za tvrtke donekle je modificirana u odnosu na anketu za javne znanstvene institucije. Uz gore navedene točke, anketa za tvrtke sadrži i pitanja o:

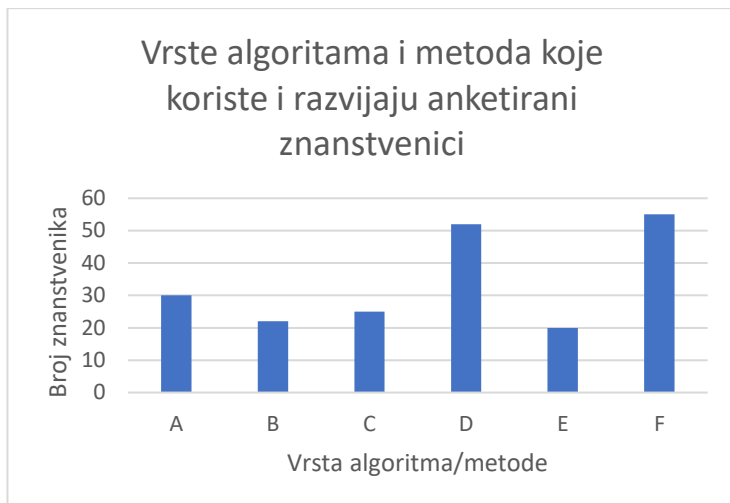
- (viii) vlastitim sredstvima koje tvrtke ulažu u razvoj umjetne inteligencije
- (ix) broju zaposlenih koji se bave tim područjem te planovima za zapošljavanje
- (x) planovima za investicije u budućnosti (uključujući potencijalna nova područja u koja se planiraju uključiti).

Gore navedene točke sažimlju esenciju pitanja koje sadrže ankete. Kako bi ovo izvješće bilo potpuno, cjelokupni sadržaj anketa koje su slane na znanstvene institucije, odnosno u tvrtke nalazi se u prilogu ovoga izvješća.

### 3.2 Glavni smjerovi istraživanja na javnim znanstvenim institucijama

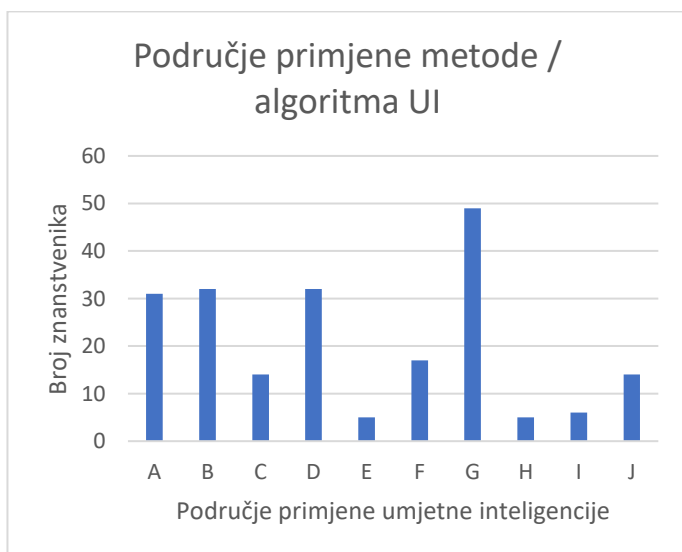
Jedan od ciljeva ankete bio je dobiti uvid u metode iz područja umjetne inteligencije kojima se naši istraživači bave. Iz te informacije moguće je, među ostalim, ocijeniti na koji način oni prate svjetske trendove u razvoju umjetne inteligencije. Popis metoda dan je u poglavlju 1.3. Raspodjela aktivnosti znanstvenika prema metodama iz umjetne inteligencije koje koriste prikazana je na slici Slika 21. Najučestaliji odgovor je da ne razvijaju vlastite metode već koriste tuđe. To je očekivan odgovor, stoga što je razvoj vlastitih algoritama vremenski i financijski zahtjevan, a ujedno je dostupan i niz gotovih rješenja u domeni otvorenog koda koja se vrlo brzo i jednostavno mogu prilagoditi specifičnim potrebama. Druga najveća učestalost odgovora je kod metode neuronskih mreža i dubokih neuronskih

mreža iz čega se lako zaključuje da naši znanstvenici zaista prate trendove budući da se te metode posljednjih godina intenzivno razvijaju u svijetu i koriste u raznim primjenama.



- A. metoda k-najbližih susjeda (engl. *k-nearest neighbors*)
- B. sustavi potpornih vektora (engl. *support vector machines*)
- C. stabla odlučivanja i nasumične šume (engl. *decision trees; random forests*)
- D. neuronske mreže i duboke neuronske mreže (engl. *neural networks; deep neural networks*).
- E. ostalo
- F. ne razvijamo metode umjetne inteligencije, već primjenjujemo postojeće algoritme i metode

Slika 21. Raspodjela znanstvenika prema metodama iz područja umjetne inteligencije koje koriste i razvijaju u svojim istraživanjima

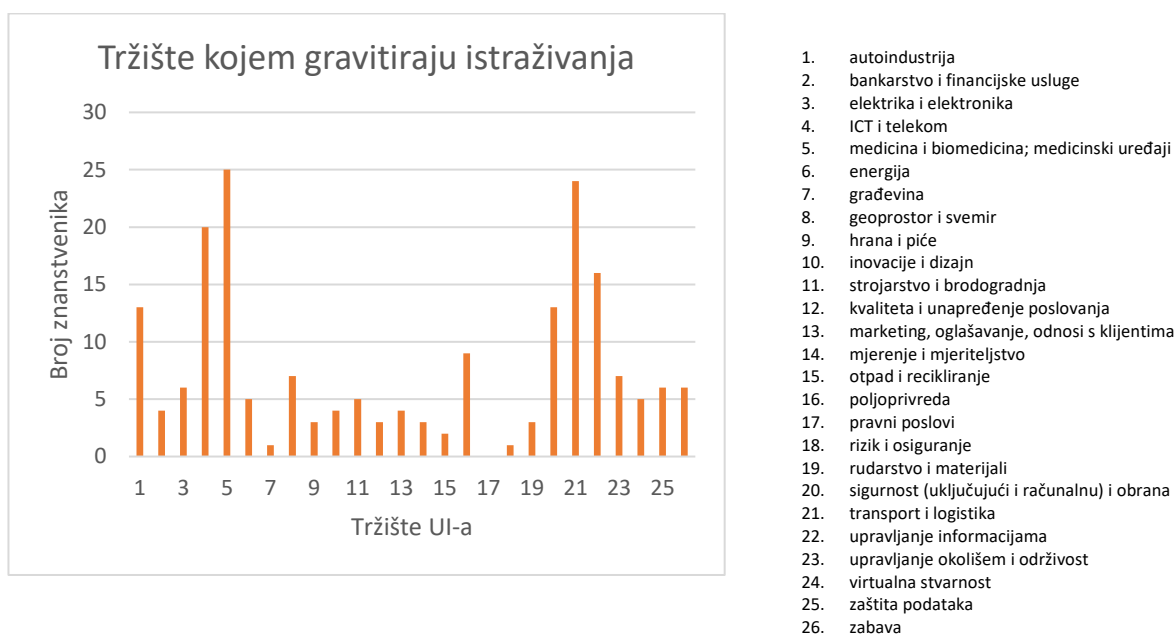


- A. sustavi za prikupljanje velike količine podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih)
- B. sustavi za planiranje i upravljanje procesima (npr. prometom, procesima u proizvodnji i industriji, planiranje zdravstvenih kapaciteta, urbanističko planiranje, upravljanje ključnim nacionalnim resursima)
- C. sustavi za prepoznavanje i obradu teksta (digitalizacija i obrada arhivske građe)
- D. sustavi za prepoznavanje i obradu slike (arhivirane ili u realnom vremenu, prepoznavanje objekata u videonadzoru, udaljeni nadzor i izviđanje iz svemira, atmosfere i sa Zemlje)
- E. sustavi za pretraživanje (kontekstne tražilice)
- F. automotivni sustavi (sustavi za autonomnu ili poluautonomnu vožnju, nadziranje i kretanje robota i strojeva)
- G. ekspertni sustavi kao pomoć stručnjacima u medicini, prirodnim znanostima, prometu, lingvistici, psihologiji, filozofiji...
- H. sustavi za izradu igara (logičkih, npr. šah ili razvoj okruženja virtualne stvarnosti ili augmentacije)
- I. razvoj pravnih ili etičkih normi i načela djelovanja umjetne inteligencije
- J. ostalo

Slika 22. Raspodjela znanstvenika prema području primjene njihovih znanstvenih istraživanja

Razdioba znanstvenika prema području primjene umjetne inteligencije prikazana je na slici Slika 22. Vidimo da su najzastupljenije primjene u razvoju ekspertnih sustava za pomoć stručnjacima u medicini, prirodnim znanostima, prometu, lingvistici, psihologiji, filozofiji; zatim za razvoj sustava za prikupljanje velike količine podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih) te sustava za planiranje i upravljanje procesima (npr. prometom, procesima u proizvodnji i industriji, planiranje zdravstvenih kapaciteta, urbanističko planiranje, upravljanje ključnim nacionalnim resursima).

Raspodjela znanstvenika, odnosno njihovih istraživanja prema krajnjem tržištu prikazana je na slici Slika 23. Vidimo da odskaču primjene u medicini i biomedicini te transportu i logistici.



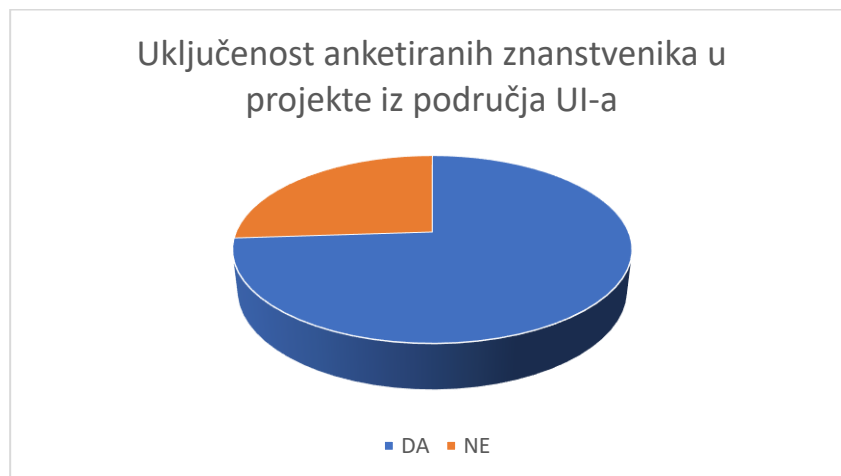
Slika 23. Raspodjela znanstvenika prema području primjene njihovih znanstvenih istraživanja.

Iako je anketu ispunilo 96 znanstvenika, a budući da su poslani na čak 44 institucije, može se pretpostaviti da se raspodjele ne bi značajno promijenile povećanjem uzorkovanog broja znanstvenika.

### 3.3 Analiza projektne aktivnosti i suradnje znanstvenika, institucija i tvrtki

U dijelu ankete istražen je intenzitet projektne aktivnosti znanstvenika. Na postavljeno pitanje *Jeste li bili uključeni u projekte (dovršeni, u tijeku, prijavljeni) u području umjetne inteligencije bilo da je riječ o znanstveno-kompetitivnim projektima ili suradnjama s poslovnom zajednicom?*, 71 ispitanik odgovorio je potvrdno (74 %), dok njih 25 tvrdi da nisu sudjelovali u takvim projektima, kao što je ilustrirano na slici Slika 24.





Slika 24. Udio znanstvenika koji su sudjelovali u projektima iz područja umjetne inteligencije

Za procjenu potencijala važno je pitanje je li znanstvenik bio voditelj projekta ili suradnik te je li institucija na kojoj radi bila nositelj (koordinator) takvoga projekta. Odgovori na ta pitanja iz ankete su sljedeći: broj projekata iz područja UI-a na kojima je

- znanstvenik glavni istraživač 82
- znanstvenik suradnik 191
- institucija vodeći partner (koordinator) 106.

Uža specijalnost anketiranih znanstvenika ispitana pitanjem *Molimo navedite ključne riječi koje opisuju vašu znanstvenu aktivnost u području UI-a?*, nalazi se u sljedećim temama istraživanja (odgovori su grupirani kako bi se izbjegla ponavljanja):

- računalni vid, detakcija i praćenje objekata, klasifikacija slika, raspoznavanje akcija, analiza slika u medicini, analiza prometnih scena, metode poboljšanja slika, robotski vid
- korištenje algoritama strojnoga učenja za analizu velikoga skupa podataka, vremenskih serija, klasifikacije podataka, detekcije anomalija, brojanja objekata i sl.
- logistika, sigurnost prometa, promet i transport
- modeliranje iskustvene kvalitete za napredne višemedijske usluge
- računalna obrada prirodnoga jezika, računalna lingvistika, NLP - *Natural Language Processing*
- automatizacija postupaka sinteze i primjena u širem smislu na ostale industrijske procese
- korištenje umjetnih i konvolucijskih neuronskih mreža u području interpretacije podataka dobivenih geofizičkim mjerenjima (električna tomografija, magnetometrija, litologija, odn. bušotinski podatci)
- mikrovalni i optički komunikacijski sustavi, antenski sustavi, senzorski sustavi
- primjena UI-a u područjima zaštite (ali i napada) digitalnih ekosustava, digitalna forenzika primjenom UI-a
- automatika, robotika

- *Higgs boson physics*, primjene UI-a u fizici
- imunologija i virologija, razvoj i optimizacija prediktivnih modela na bazi algoritama strojnoga učenja za primjene u biomedicini i otkrivanju lijekova, med. dijagnostika temeljem klasifikacije slika
- monitoring i inventura šumskih ekosustava
- definiranje korisničkih zahtjeva, arhitektura sustava
- kvantitativne financije
- modeliranje, pronalaženje podataka primjenom umjetne inteligencije
- razvoj inovativnih alata za procjene utjecaja i rizika iz okoliša na ljudsko zdravlje, psihologija ličnosti, blagostanje (engl. *well-being*)
- etička pitanja vezana uz širu primjenu umjetne inteligencije.

U idućim trima tablicama prikazana je raspodjela provedenih projekata, projekata koji su u tijeku te projekata koji su u natječajnom postupku. Radi se o projektima na kojima sudjeluju anketirani znanstvenici.

Tablica 3. Umjetna inteligencija: Broj ZAVRŠENIH znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata (u razdoblju od 2016. do svibnja 2023.) iz programa.

OBZOR 2020., Obzor Europa	31
Strukturni fondovi (IRI, SIIF itd.)	24
UKF (Unity through knowledge Fund)	0
PoC (Program provjere inovativnog koncepta)	6
IRCRO, RAZUM, EUREKA, Eurostars	5
Programi HRZZ-a (Hrvatska zaklada za znanost)	51
Ostali znanstveni projekti	14

Tablica 4. Umjetna inteligencija: Broj znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata koji su U TIJEKU iz programa.

OBZOR 2020., Obzor Europa	22
Strukturni fondovi (IRI, SIIF itd.)	20
UKF (Unity through knowledge Fund)	0
PoC (Program provjere inovativnog koncepta)	0
IRCRO, RAZUM, EUREKA, Eurostars	0
Programi HRZZ-a (Hrvatska zaklada za znanost)	39
Ostali znanstveni projekti	18

Tablica 5. Umjetna inteligencija: Broj PRIJAVLJENIH znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata.

OBZOR 2020., Obzor Europa	15
Strukturni fondovi (IRI, SIIF itd.)	11

UKF (Unity through knowledge Fund)	1
PoC (Program provjere inovativnog koncepta)	2
IRCRO, RAZUM, EUREKA, Eurostars	0
Programi HRZZ-a (Hrvatska zaklada za znanost)	0
Ostali znanstveni projekti	0

Iz tablice Tablica 3 vidi se da su naši znanstvenici dominantno koristili sredstva HRZZ-a, programa Obzor 2020. i Obzor Europa te Strukturnih fondova. Projektna aktivnost iz programa HAMAG-BICRO-a značajno je manja, ali ipak postoji. To nam govori da u ovom području postoji suradnja znanstvenih institucija i gospodarskih subjekata na projektima HAMAG-BICRO-a. Tablica 5 pokazuje da su istraživači sada ipak usmjereni na projekte programa Obzor Europa te one iz Strukturnih fondova, što je razumljivo s obzirom da se učestalost poziva nacionalnih agencija smanjila, dok su istodobno znanstvenici stekli iskustva i kontakte potrebne za prijavu na europske strukturne fondove.

Anketirani znanstvenici svoje projekte i istraživanja sprovode u suradnji sa znanstvenim institucijama u Republici Hrvatskoj i inozemstvu te u suradnji s poslovnim sektorom. Od hrvatskih se institucija i tvrtki u anketama spominju:

Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, Ekonomski fakultet u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet u Zagrebu, Agronomski fakultet u Zagrebu, Građevinski fakultet u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, Veterinarski fakultet u Zagrebu, Institut Ruđer Bošković, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Državni hidrometeorološki zavod, Institut za medicinska istraživanja, Kineziološki fakultet u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet u Splitu, Filozofski fakultet u Rijeci, Hrvatski institut za jezik i jezikoslovlje, Prehrambeno-biotehnološki fakultet u Zagrebu, Aduro idea d.o.o., Državni zavod za statistiku, Središnji državni ured za razvoj digitalnoga društva, Državni arhiv u Osijeku, Građevinski i arhitektonski fakultet u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku, Geodetski fakultet u Zagrebu, Građevinski fakultet u Splitu, Sveučilište u Zadru, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija u Rijeci, Akademija dramskih umjetnosti, Akademija likovnih umjetnosti, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Veleučilište u Virovitici, Poliklinika Peharec u Puli, Kineziološki fakultet u Zagrebu, Institut za oceanografiju i ribarstvo.

Institucije i tvrtke iz inozemstva koje se spominju jesu Animal Eye Consultants of Iowa (USA), Johannes Kepler University Linz, Polytechnic University of Madrid, Technische Universität Braunschweig (Zürich) University of Applied Sciences, Sveučilište u Sevilli (Španjolska), Virginia Tech u Blacksburgu (SAD), University of Texas u Arlingtonu (SAD), Tampere University (Finska), Medical University Graz (Austrija), Philips (Nizozemska), Siemens (Austrija), Huawei (Finska), European Investment bank, Finski državni meteorološki institut, Computer Vision Centre, Universitat Autònoma de Barcelona (Španjolska), Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana (Slovenija), Hochschule Bonn-Rhein-Sieg (Njemačka), International Hellenic University (Grčka), Academy of Science (Bugarska), Elektrotehnički fakultet u Podgorici (Crna Gora), Johannes Kepler Universität (Austrija), Technische Universität Braunschweig (Njemačka), Universidad Politécnica de Madrid (Španjolska), Zürich University of

Applied Sciences (Švicarska), Skyguide Swiss Air Navigation Services Ltd. (Švicarska), Institut de Robotica i Informatica Industrial, Barcelona (Španjolska), Institut Jožef Stefan (Slovenija), Institute for Research in Biomedicine (Španjolska), INESC-TEC (Portugal), Universidad Politecnica de Valencia, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Collegio Carlo Alberto, University of South Florida, The Automation and Control Institute (ACIN), Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, TU Wien, Insights2Techinfo (Indija), EAI – Eropean alianca of innovation, Fond za znanost Srbije, Center for AI and Cyber Security Research and Innovations, Asia University, Taiwan, EPFL Lausanne, Universitat Oberta de Catalunya, University College London, EXUS Ltd., My Documenta Creaciones Multimedia Avanzadas S.L, Education4sight, Diginext, Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, Barcelona, Faculty of Theology / Institute for Philosophy and Ethics, Ljubljana, Faculty of Technical Sciences, University of Pristina (Serbija), State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing (Kina), Faculty of Science, Agronomy Department, Hydraulics Division, Laboratory of Research in Biodiversity Interaction Ecosystem and Biotechnology (Alžir), Faculty of Civil Engineering in Sarajevo, University of Sarajevo, Sarajevo (Bosna i Hercegovina), Islamic Azad University, Ahvaz (Iran), GMV aerospace and defence, UNESCO, University of British Columbia (Kanada), INESC (Portugal), Delft University of Technology, University of the Aegean, Trinity College Dublin, Dublin, University of Applied Sciences Western Switzerland (HES-SO) Valais, Valais, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Univeristy of Boston, Ecole Polytechnique Paris, University of Latvia, John Hopkins University (Baltimore), Riga Technical University, CVC Barcelona, Technical University of Valencia, Università degli Studi dell'Aquila, University of Belgrade, Žilinská univerzita v Žiline, Universitat Politècnica de Catalunya, Faculty of Computer and Information Sciences, Beihang University (NR Kina), Sveučilište u Ruseu (Bugarska), Gdynia Maritime University (Poljska), University of Wisconsin-Madison, (USA), INRIA Grenoble (France), TU Dresden (Njemačka), Shenzhen Institutes of Advanced Technology (Kina), University of Toulouse (Francuska), Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research, Darmstadt (Njemačka), University of Girona (Španjolska), CNRS France, INRIA Grenoble, TU Graz, IRISA Rennes, University of Wuppertal, TU Dresden, TU Berlin, Nankai University (Kina), Trinity College Dublin (Irska), Tehnički Fakultet Bitola (Sjeverna Makedonija), Trinity College Dublin (Irska), Leibnitz institute of technology (Njemačka), UPM (Španjolska), ZHAW (Švicarska), Technische Universität Braunschweig (Njemačka), Universitat Linz (Austrija).

Na pitanje *Molimo navedite broj projekata u suradnji s poslovnim sektorom (privatnim tvrtkama, istraživačkim centrima i sl.) u kojima je poslovni sektor bio naručitelj iz područja UI-a?*, odgovori anketiranih znanstvenika su sljedeći:

- broj tvrtki iz inozemstva 36
- broj tvrtki iz Hrvatske 52,

odnosno provedeno je ukupno 88 takvih projekata.

Anketirani znanstvenici trebali su ocijeniti kvalitetu suradnje u dosadašnjem razdoblju u području UI-a ocjenama od 1 (izrazito loša) do 5 (izrazito dobra). Ocjene suradnje s dionicima su ovakve:

- suradnja sa znanstveno istraživačkom zajednicom 4,4

- suradnja s poslovnom zajednicom 3,2
- suradnja s državnim/javnim sektorom 2,5
- suradnja s nevladinim sektorom 2,4.

Razvidno je da je suradnja unutar znanstvene zajednice vrlo dobro ocijenjena, dok je suradnja između znanstvene i poslovne zajednice nešto lošije ocijenjena. Suradnja između znanstvene zajednice i državnoga/javnoga sektora i nevladinih organizacija, u ovome segmentu, ima značajan prostor za napredak.

Kako bi se ocijenila motivacija, odnosno razlozi za suradnju iz pozicije hrvatskih znanstvenika postavljeno je pitanje važnosti navedenih razloga za suradnju s partnerima (poslovni sektor i znanstvene institucije) na projektima/znanstvenim radovima u razdoblju od 2016. do 2022. Rezultati su dani u tablici 6. Razlozi za suradnju uglavnom su zajednički projekt istraživanja i razvoja i prijenos znanja između partnera, dok su među manje važnim razlozima intelektualno vlasništvo te licenciranje / registracija patenata.

*Tablica 6. Ocjena važnosti razloga za suradnju s partnerima (poslovni sektor i znanstvene institucije) na projektima / znanstvenim radovima povezanim s područjima UI-a u razdoblju od 2016. do 2022. Odgovori su na ljestvici od 1 (Nije važno) do 5 (Izrazito važno). U tablici je prikazana prosječna ocjena odgovora za svako pitanje.*

Zajednički projekt istraživanja i razvoja	4,5
Prijenos znanja između partnera	4,3
Nabava usluga za istraživanje i razvoj	3,0
Tehnološke konzultacije / priprema tehničke dokumentacije	3,1
Testiranje/izrada novoga prototipa	3,5
Komercijalizacija istraživanja	3,0
Licenciranje / registracija patenata	2,5
Intelektualno vlasništvo	2,7
Zajedničko publiciranje istraživanja u časopisima	4,1
Neki drugi razlog	1,5

Kako bi se uvidjelo što je potrebno napraviti u cilju povećanja i jačanja broja suradnji, anketom su ocijenjeni razlozi zašto nema većega broja suradnji. Rezultati su dani u tablici 7. Glavni razlozi za deficit suradnje jesu nedostatak vremena (znanstvenici su previše zauzeti s dnevnim obvezama) te nedostatak resursa (npr. ljudskih, financijskih resursa i istraživačke infrastrukture) za suradnju.

*Tablica 7. Ocjena važnosti razloga koji odgovaraju na pitanje zašto nema većega broja suradnji. Odgovori su na ljestvici od 1 (nije važno) do 5 (izrazito važno). U tablici je prikazana prosječna ocjena odgovora za svako pitanje*

Nemamo dovoljno informacija o potrebama poduzeća/institucija.	3,3
Nemamo dovoljno poticaja da surađujemo s poduzećima/institucijama.	3,4
Teško je surađivati s poduzećima/institucijama.	2,6
Brine nas odavanje poslovnih tajni u istraživanju.	2,2
Nemamo dovoljno vremena jer smo previše zauzeti s dnevnim obvezama.	3,8

Nemamo dovoljno resursa (npr. ljudskih, financijskih resursa i istraživačke infrastrukture) za suradnju.	4,1
Nemamo potrebe za projektima u području inovacija i tehnologije.	1,6
Neki drugi razlog	1,4

### 3.4 Patenti i komercijalizacija istraživanja

U ovome dijelu izvješća analizirani su primarni podatci vezani uz intelektualno vlasništvo i komercijalizaciju istraživanja. Na pitanje *Jeste li koristili neke oblike zaštite intelektualnoga vlasništva (patent, žig, industrijski dizajn, autorska prava i drugo) za rezultate svojih istraživanja u razdoblju od 2016. do 2022.?*, 18 % anketiranih znanstvenika odgovorilo je s DA, a 82 % s NE (Slika 25). Rezultati govore kako svaki peti znanstvenik koristi zaštitu intelektualnoga vlasništva, što je neuobičajeno velik broj u odnosu na patente koji su analizirani iz sekundarnih podataka.



Slika 25. Udio korištenja zaštite intelektualnoga vlasništva kod anketiranih znanstvenika

Uvid u oblik zaštite intelektualnoga vlasništva dan je u tablici Tablica 8 iz koje je razvidno da se radi uglavnom o patentima i autorskim pravima. Broj prijavljenih i odobrenih nacionalnih, odnosno međunarodnih patenata dan je u tablici Tablica 9. Nijedan anketirani znanstvenik nije imao prihod od licenci za patente. Tri su znanstvenika od svih anketiranih formirali *spin-off* poduzeća koja su i dalje aktivna s ukupno pet zaposlenika i ukupnim prometom od 23.0000 EUR godišnje. U okviru područja umjetne inteligencije došlo je do **11 komercijalizacija znanstvenih istraživanja**. Razlozi za izostanak komercijalizacije kod onih znanstvenika koji nisu komercijalizirali rezultate istraženi su anketnim pitanjem, a odgovori su dani u tablici Tablica 11. Nijedan odgovor ne odskače značajno, a pod izborom „ostalo“ znanstvenici su navodili različite razloge, međutim, nijedan se ne izdvaja kao prevladavajući razlog nedostatka komercijalizacije.

Tablica 8. Broj različitih oblika zaštite intelektualnoga vlasništva koji su koristili anketirani znanstvenici u razdoblju od 2016. do 2022.

Patent	8
Žig	2
Industrijski dizajn	1
Autorska prava	8
Neka druga prava (navedite koja):	0

Tablica 9. Brojevi prijavljenih i odobrenih nacionalnih, odnosno međunarodnih patenata koje su prijavili anketirani znanstvenici.

Broj prijavljenih nacionalnih patenata	1
Broj odobrenih nacionalnih patenata	1
Broj prijavljenih međunarodnih patenata	8
Broj odobrenih međunarodnih patenata	2

Kako bi se utvrdili razlozi zbog kojih neki od anketiranih znanstvenika ne patentiraju svoje rezultate, ispitani su motivi zbog kojih se znanstvenici ne odlučuju na zaštitu intelektualnoga vlasništva. Rezultati su dani u tablici Tablica 10. Razvidno je da je glavni motiv izostanka zaštite preskupa prijava patenta, odnosno skupo održavanje.

Tablica 10. Odgovori znanstvenika koji nisu koristili zaštitu intelektualnoga vlasništva na pitanje o razlozima nekorištenja intelektualnoga vlasništva. Ako niste koristili nijedan oblik zaštite intelektualnoga vlasništva u razdoblju od 2016. do 2022., navedite razlog. (Moguće označiti više odgovora).

Prijava je preskupa.	26,3 %
Održavanje je preskupo.	26,3 %
Zaštita intelektualnoga vlasništva ne pruža zaštitu u našoj industriji.	22,2 %
Neki drugi razlog	25,3 %

Tablica 11. Odgovori anketiranih znanstvenika na pitanje o komercijalizaciji rezultata. Ako niste komercijalizirali rezultate svojih istraživanja u razdoblju od 2016. do 2022. u području umjetne inteligencije, molimo Vas navedite uzroke. Dajte ocjenu na ljestvici od 1 (niska važnost) do 5 (velika važnost).

Nedostatak sredstava za komercijalizaciju	2,9
Nedostatak stručnih znanja i iskustva potrebnih za komercijalizaciju	2,9
Teškoće u pronalaženju partnera za komercijalizaciju	3,1
Jaka konkurencija na tržištu	2,5
Nedovoljna tržišna potražnja	2,6
Izostanak podrške institucije u kojoj je znanstvenik zaposlen	2,4
Komercijalizacija rezultata istraživanja nije planirana/očekivana	3,4
Neki drugi razlog	1,5

Rezultati znanstvenika iz područja umjetne inteligencije primarno su znanstveni radovi, a slijede poboljšani procesi. Razvidno je da je glavna motivacija znanstvenika za rad objavljivanje znanstvenih radova. To je povezano s činjenicom da su znanstvene publikacije primarni kriterij za napredovanje u karijeri, dok patentiranje i komercijalizacija istraživanja nisu presudni, odnosno ne boduju se pri napredovanju.

Tablica 12. Odgovori anketiranih znanstvenika na pitanje Molimo navedite rezultate svojih istraživanja u tematskome području umjetne inteligencije?

Izrađen ili poboljšan prototip proizvoda	14,0 %
Razvijena nova usluga	10,5 %
Razvijen novi ili značajno poboljšan proces	20,5 %
Znanstveni radovi	51,5 %
Nešto drugo	3,5 %

### 3.5 Istraživačka infrastruktura

Od ukupnoga broja anketiranih znanstvenika, njih 23 % koristi kapitalnu istraživačku infrastrukturu koja je za potrebe ovoga istraživanja definirana kao oprema skuplja od 50.000 EUR. Znanstvenici su naveli ukupno 38 komada tako definirane kapitalne opreme, između ostalog:

Superračunalo BURA i druga superračunala, GPU serveri za strojno učenje, the Worldwide LHC Computing Grid (WLCG), sustavi za pohranu podataka >50TB, radna stanica InfoCoV i druge radne stanice, CERN Grid computer system, supermicro server s A100, oprema na Src-u, seizmografi.

Postotak korištenja opreme dan je u tablici Tablica 13. Tablica je sažeta na temelju pitanja *U kojem postotku koristite navedenu opremu tijekom godine za potrebe istraživačkoga rada?*. Razvidno je da se oprema solidno koristi. **74 % opreme u vlasništvu je znanstvenih institucija** koje ju koriste, a **26 % se ili iznajmljuje** ili koristi na druge načine. Od opreme koja je u vlasništvu institucija, **32 % upisano je u bazu Šestar**, **32 % opreme nije upisano**, a za preostali dio znanstvenici koji ju koriste nisu znali odgovor.

Tablica 13. Postotak korištenja kapitalne opreme. Samo 21,1 % znanstvenika opremu koristi manje od 25 % vremena tijekom godine za potrebe istraživačkoga rada.

<25 %	21,1 %
25 – 50 %	23,7 %
50 – 75 %	18,4 %
75 – 100 %	36,8 %

Može se zaključiti da je oprema uložena u istraživačke resurse korištena. Nadalje, budući da samo 23 % znanstvenika koristi kapitalnu opremu, razvidno je da postoje ljudski kapaciteti da iskoriste i veći obim istraživačke opreme.

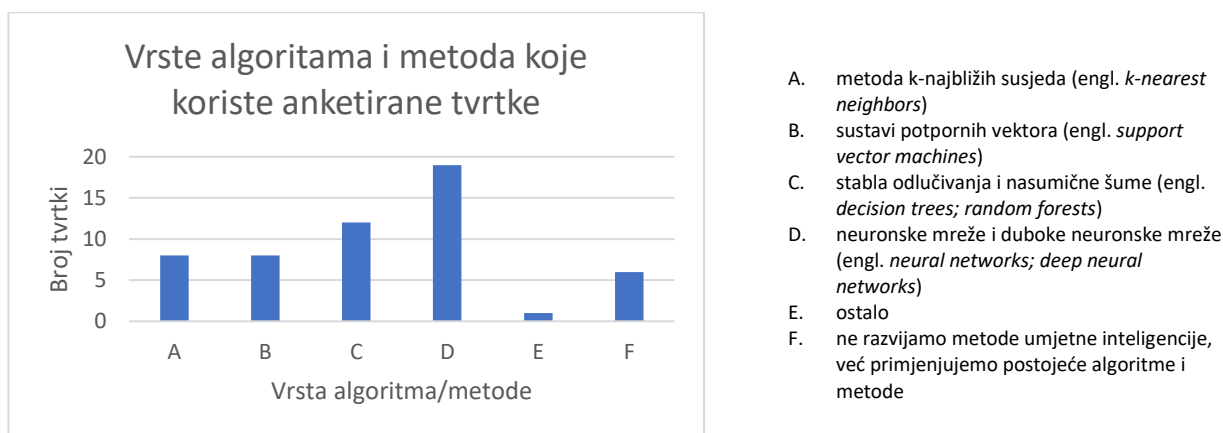


### 3.6 Mapiranje potencijala hrvatskih tvrtki iz područja umjetne inteligencije

Određen broj hrvatskih tvrtki u svome radu aktivno koristi umjetnu inteligenciju, odnosno njihovi su proizvodi i/ili usluge povezani s umjetnom inteligencijom. Neke od njih aktivno razvijaju nove algoritme i metode, dok neke samo koriste one već postojeće u svome radu. Iz sekundarnih je podataka vidljivo da hrvatske tvrtke također sudjeluju u programima za financiranje istraživanja, razvoja i inovacija, a koji se u svome sadržaju dotiču umjetne inteligencije. **U ovome dijelu analitičkoga izvješća, na temelju obrađenih primarnih podataka (anketa), pružen je uvid u njihovo trenutno poslovanje i buduće planove, kao i pregled odgovora na pitanja vezana uz metode i algoritme, ciljane tržišta, suradnju sa znanstvenim institucijama i drugim tvrtkama u RH, projektne aktivnosti, zaštitu intelektualnoga vlasništva, planove za daljnji razvoj i povećanje ljudskog potencijala, te plasiranje proizvoda i usluga na nova tržišta.**

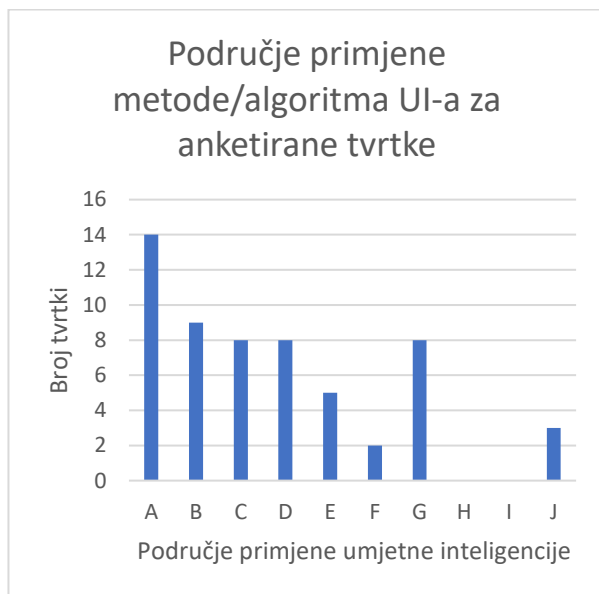
Ankete su pripremljene kako bi se dobili precizni podatci o gore navedenim temama, a cjelokupni sadržaj ankete nalazi se u prilogu ovoga izvješća. Ankete su poslone na adrese 259 tvrtki, od kojih je anketu ispunilo 24 tvrtke.

U prvome dijelu ankete istražene su metode, odnosno algoritmi kojima se koriste ispitanici, odnosno razvijaju li svoje metode ili koriste već gotove ili oboje. Na slici Slika 26 nalaze se odgovori iz kojih je razvidno da anketirane tvrtke najviše koriste napredne metode neuralnih mreža i dubokoga učenja (engl. *deep learning*). Svaka je tvrtka mogla odabrati između šest mogućih odgovora, a dozvoljeno je bilo koristiti više od jednoga odgovora. Iz slike je razvidno da većina tvrtki razvija vlastite metode dok se u manjem opsegu koriste gotovim metodama i algoritmima (neke tvrtke razvijaju svoje algoritme i metode, ali u svome poslovanju, uz razvoj, koriste i gotove algoritme i metode).



Slika 26. Prikaz razdiobe korištenja različitih vrsta algoritama i metoda iz umjetne inteligencije koju koriste anketirane tvrtke.

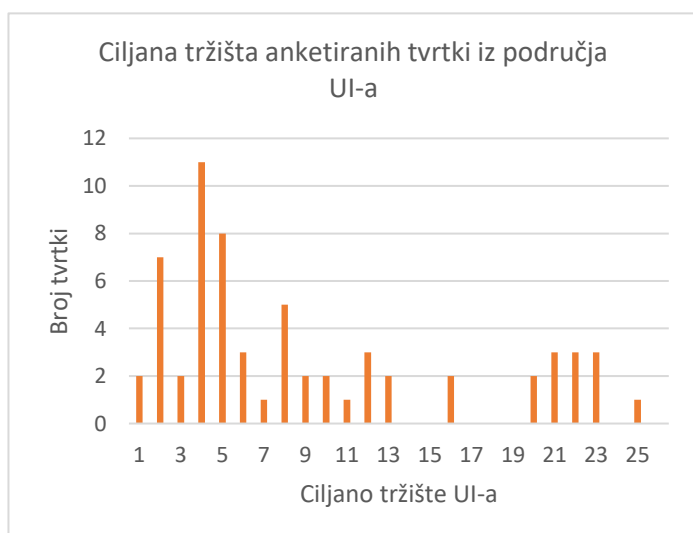
Uz navođenje metoda, postavljeno je pitanje vezano i uz područje njihove primjene u razvoju inovativnoga proizvoda ili postupka. Bilo je ponuđeno deset odgovora, a tvrtke su mogle odabrati do najviše tri odgovora koji najbolje prikazuju njihovo područje djelovanja. Histogram odgovora na pitanja nalazi se na slici Slika 27. Dominiraju područja primjene u sustavima za prikupljanje velike količine podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih) te sustavima za planiranje i upravljanje procesima.



- A. sustavi za prikupljanje velikih količina podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih)
- B. sustavi za planiranje i upravljanje procesima (npr. prometom, procesima u proizvodnji i industriji, planiranje zdravstvenih kapaciteta, urbanističko planiranje, upravljanje ključnim nacionalnim resursima)
- C. sustavi za prepoznavanje i obradu teksta (digitalizacija i obrada arhivske građe)
- D. sustavi za prepoznavanje i obradu slike (arhivirane ili u realnom vremenu, prepoznavanje objekata u videonadzoru, udaljeni nadzor i izviđanje iz svemira, atmosfere i sa Zemlje)
- E. sustavi za pretraživanje (kontekstne tražilice)
- F. automotivne sustavi (sustavi za autonomnu ili poluautonomnu vožnju, nadziranje i kretanje robota i strojeva)
- G. ekspertni sustavi kao pomoć stručnjacima u medicini, prirodnim znanostima, prometu, lingvistici, psihologiji, filozofiji...
- H. sustavi za izradu igara (logičkih, npr. šah ili razvoj okruženja virtualne stvarnosti ili augmentacije)
- I. razvoj pravnih ili etičkih normi i načela djelovanja umjetne inteligencije
- J. ostalo

Slika 27. Razdioba korištenja različitih vrsta algoritama i metoda iz umjetne inteligencije koju koriste anketirane tvrtke.

Važna je informacija na koja tržišta naše tvrtke plasiraju svoje proizvode i usluge. Odgovor na to pitanje ilustriran je na slici Slika 28. U anketi je ponuđeno 26 mogućih odgovora, odnosno 26 tržišta, a svakoj je tvrtki ponuđena mogućnost da odabere najviše tri najvažnija tržišta. Vodeća su tržišta ICT i telekom, medicina i biomedicina, odnosno medicinski uređaji te bankarstvo i financijske usluge.



1. autoindustrija
2. bankarstvo i financijske usluge
3. električna i elektronika
4. ICT i telekom
5. medicina i biomedicina; medicinski uređaji
6. energija
7. građevina
8. geoprostor i svemir
9. hrana i piće
10. inovacije i dizajn
11. strojarstvo i brodogradnja
12. kvaliteta i unapređenje poslovanja
13. marketing, oglašavanje, odnosi s klijentima
14. mjerenje i mjeriteljstvo
15. otpad i recikliranje
16. poljoprivreda
17. pravni poslovi
18. rizik i osiguranje
19. rudarstvo i materijali
20. sigurnost (uključujući i računalnu) i obrana
21. transport i logistika
22. upravljanje informacijama
23. upravljanje okolišem i održivost
24. virtualna stvarnost
25. zaštita podataka
26. zabava

Slika 28. Razdioba ciljanih tržišta iz umjetne inteligencije koju koriste anketirane tvrtke

Gornje tri ilustracije daju okvirne informacije o karakteristikama proizvoda i usluga, odnosno tržištima. Potencijal tih tvrtki u pojedinom području ovisi i o ukupnom broju zaposlenika (odnosno uloženom broju radnih sati) koji se bave umjetnom inteligencijom (engl. FTE – *Full Time Equivalent*), broju godina iskustva u bavljenju tim područjem, planovima o zapošljavanju novih ljudi i broju provedenih projekata. Te se informacije nalaze u tablici Tablica 14.

Tablica 14. U tablici je dan prikaz sumarnih odgovora na pitanja iz ankete za tvrtke iz područja umjetne inteligencije.

Ukupno FTE	283,2
Prosjek FTE po tvrtki	11,8
Prosjek godina iskustva	9,4
Ukupan broj provedenih projekata (u razdoblju 2016. – 2022.)	267
Prosjek broja provedenih projekata po tvrtki	11,1
Projekti gdje je tvrtka bila koordinator	168
Prosjek broja projekata gdje je tvrtka bila koordinator	7,0
Prosječna godišnja vrijednost (u razdoblju 2016. – 2022.) istraživačko-razvojnoga ulaganja (u tisućama EUR)	210
Planiran broj novozaposlenih u iduće tri godine	215
Prosjek broja novozaposlenih u iduće tri godine po tvrtki	9,0
Planirana ulaganja u razvoj unutar triju godina (u tisućama EUR)	850

U tablici Tablica 15 prikazan je uvid u izvore financiranja anketiranih tvrtki za njihove prethodne i planirane istraživačko-razvojne projekte. Za prethodne projekte vlastita sredstva čine 56 % izvora financiranja, dok EU fondovi čine oko 32 %. Kod planiranih projekata situacija je obrnuta u smislu da 50 % sredstava za razvoj tvrtke planiraju financirati iz EU fondova.

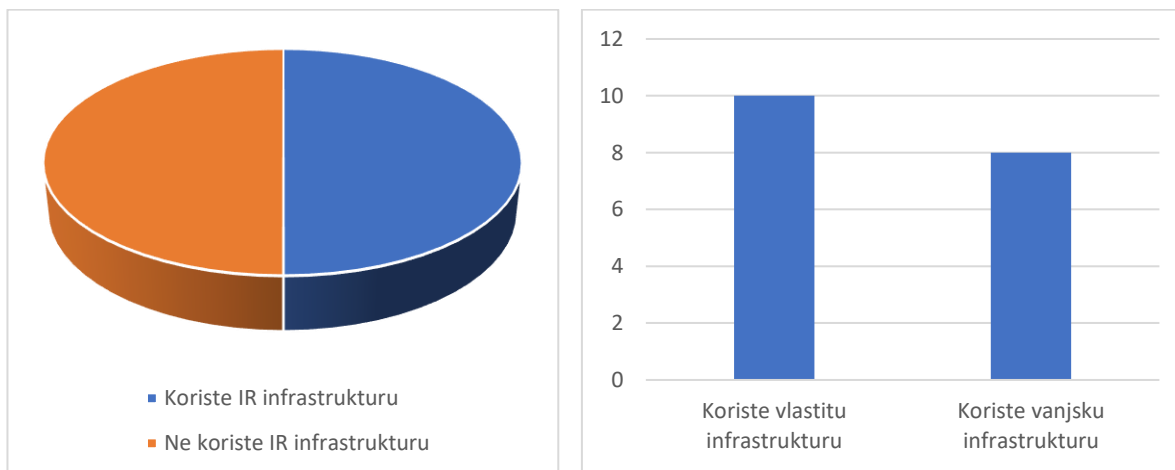
Tablica 15. Izvori financiranja prethodnih i planiranih projekata za anketirane tvrtke.

	Prethodni projekti	Planirani budući projekti
a) Vlastitim sredstvima:	56 %	39 %
b) EU programi i bespovratna sredstva:	32 %	52 %
c) EU financijski instrumenti (zajmovi s niskim kamatnim stopama, jamstva za kredit komercijalnih banaka):	0 %	0 %
d) Komercijalni kredit poslovne banke:	0 %	0 %
e) Drugi izvori (Molimo navedite izvor):	12 %	9 %

Trenutni intenzitet suradnje anketiranih tvrtki sa javnim znanstvenim i visokoškolskim institucijama pokazuje da **dvije trećine tvrtki surađuju sa znanstvenim institucijama u RH** na problemima vezanima uz područje umjetne inteligencije, dok **83 % njih planira takvu suradnju u budućnosti**. Institucije koje se spominju u anketama jesu Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, Sveučilište u Rijeci (FIDIT), Ekonomski Fakultet Sveučilišta u Splitu, Odjel za matematiku Sveučilišta u Osijeku, Prehrambeno-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut Ruđer Bošković, Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, Hrvatski geološki institut, Visoko učilište Algebra, Specijalna bolnica Sveta Katarina u Zaboku, Klinička bolnica Dubrava u Zagrebu, Specijalna bolnica Thalassotherapia u Opatiji, Klinička bolnica Acibadem Sistina, Inovacijski centar Nikola Tesla ICENT, Zagrebačka škola ekonomije i managementa (ZŠEM), Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics, Leiden University Medical Center, University of Edinburgh Medical School, Macquarie University, Sinagapore genome institut, Kings College London, University of Amsterdam – AI. S tim su institucijama anketirane firme provele **70 zajedničkih projekata u razdoblju od 2016. do 2022. godine**.

**Oko 50 % anketiranih tvrtki ne surađuje s drugim tvrtkama** na istraživanjima vezanima uz područje umjetne inteligencije. Anketirane su tvrtke s **drugim poslovnim subjektima provele 178 zajedničkih projekata iz područja umjetne inteligencije u razdoblju od 2016. do 2022. godine**.

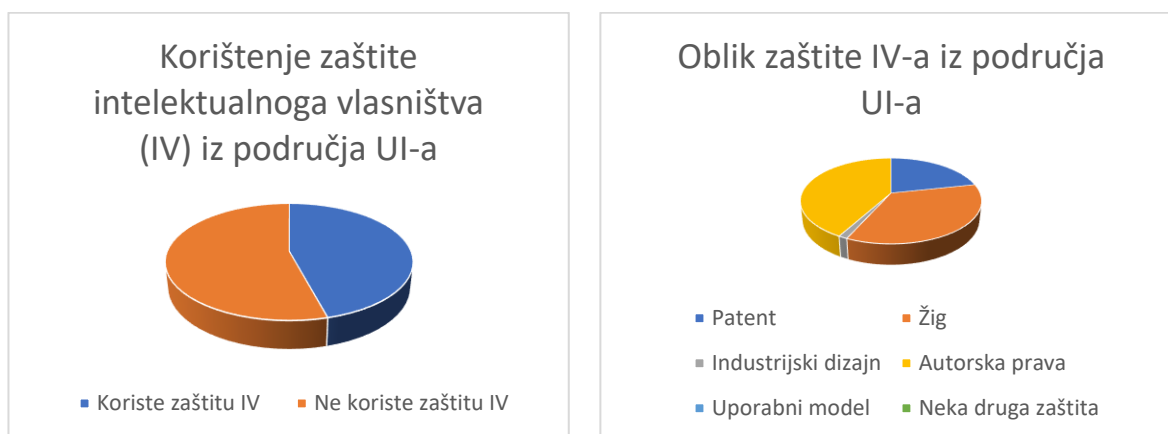
**Kapitalnu infrastrukturu**, koja je za potrebe ovoga anketiranja definirana kao oprema u vrijednosti preko 50.000 EUR, **koristi 50 % tvrtki**. Od tvrtki koje koriste kapitalnu infrastrukturu, 83 % posjeduje vlastitu infrastrukturu, dok 67 % njih koristi i vanjsku kapitalnu infrastrukturu (Slika 29). Neke tvrtke koriste i vlastitu i vanjsku infrastrukturu.



Slika 29. Korištenje istraživačko-razvojne (IR) infrastrukture kod anketiranih tvrtki. Na lijevom grafu prikazan je postotak tvrtki koje koriste, odnosno ne koriste IR infrastrukturu. Na desnom grafu prikazan je broj tvrtki koje koriste vlastitu, odnosno vanjsku infrastrukturu. Desni se graf odnosi samo na tvrtke koje koriste kapitalnu infrastrukturu.

Postotak korištenja opreme za potrebe razvoja, odnosno projekata iz područja umjetne inteligencije iznosi 65 %. Navedena vlastita oprema uključuje jedan interni podatkovni i procesni centar unutar prostorija tvrtke, podatkovni centar, manja farma servera, aplikativne sustave za arhiviranje i procesnu obradu podataka, HPC računala (engl. *High Performance Computing*), GPU (engl. *graphics processing unit*) bazirane servere za treniranje UI-a, GPU bazirane servere za odlučivanje, CPU bazirane servere (engl. CPU – *Central Processing Unit*) za ostale tipove procesiranja (strojno učenje, podatkovna znanost itd.). Vanjska oprema koja se koristi uključuje usluge u oblaku kao što su Google, Amazon, AWS, Azure, Oracle, Hetzner, VPS infrastruktura. Tvrtke nisu zainteresirane za pružanje svoje kapitalne infrastrukture drugim pravnim osobama (dvije bi anketirane tvrtke dopustile korištenje opreme drugim znanstvenim institucijama, a samo jedna anketirana tvrtka i drugim tvrtkama).

Od anketiranih tvrtki, nešto manje od 50 % koristi zaštitu intelektualnoga vlasništva (IV), a uglavnom se štite žigovi, zatim autorska prava, a tek nakon toga prijavljuje patent (Slika 30). Ukupno su tri tvrtke izjavile da su licencirale IV-o s ukupno sedam ugovora po licenci.



Slika 30. Razdioba korištenja zaštite intelektualnoga vlasništva (IV) za anketirane tvrtke (lijevo) te razdioba prema vrsti IV-a iz područja UI-a (desno)

Sve su tvrtke navele kako planiraju širiti svoje poslovanje na nova tržišta i koristiti nove metode i algoritme. Za istaknuti je da tvrtke, koje su odgovorile na anketni upitnik, a aktivne su u području umjetne inteligencije, trenutno zapošljavaju 283 stručnjaka u području, dok u idućim trima godinama planiraju zaposliti još 215 stručnjaka što je rast od 76 %.

## 4 SWOT analiza

Na temelju prikupljenih primarnih i sekundarnih podataka za ciljno područje napravljena je SWOT analiza koja prikazuje snage (engl. *Strengths*), slabosti (engl. *Weaknesses*), prilike (engl. *Opportunities*) i prijetnje (engl. *Threats*) ciljnoga područja umjetne inteligencije. SWOT analiza je alat koji pomaže analizirati organizaciju ili tehnološko područje, utvrditi unutarnje snage i slabosti, kao i vanjske prilike i prijetnje te pomoći osmisлити uspješnu strategiju za budućnost. Sažetak SWOT analize naveden je u tablici 16.

Tablica 16. SWOT analiza. Tablica prikazuje snage (engl. *Strengths*), slabosti (engl. *Weaknesses*), prilike (engl. *Opportunities*) i prijetnje (engl. *Threats*) ciljnoga područja umjetne inteligencije.

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivna tehnološka zajednica stručnjaka u javnom i privatnom sektoru orijentirana na bazična istraživanja (razvoj) i primjenu tehnologija umjetne inteligencije u širokom spektru ciljanih tržišta, od IKT-a do medicine, svemira i autoindustrije.</li> <li>• Veliki potencijal istraživačkoga sektora unutar područja za napredno istraživanje, razvoj i inovacije, vidljiv iz objavljene primarne znanstvene literature i projektnih prijava na nacionalne i međunarodne natječaje.</li> <li>• Područje umjetne inteligencije bilježi značajan rast u Hrvatskoj, a postoji i sve veći interes i podrška za područje u nacionalnim i nadnacionalnim strateškim dokumentima (Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske 2030, Strategija pametne specijalizacije, uredbе Europske komisije).</li> <li>• Postojeća ekspertiza u nekoliko znanstvenih institucija koje surađuju s gospodarstvom rezultira inovativnim projektima.</li> <li>• Primjenjivost rješenja baziranih na UI-u za gotovo sva područja i sektore (pametni gradovi, transport, turizam, zdravstvo, kibernetička sigurnost, pravosuđe itd.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unatoč talentima, postoji nedostatak dovoljnoga broja stručnjaka iz područja umjetne inteligencije, što može usporiti razvoj i primjenu tehnologije.</li> <li>• Nedostatak primjene umjetne inteligencije u unapređenju usluga u javnome sektoru.</li> <li>• Niska razina korištenja intelektualnoga vlasništva s ciljem zaštite inovativnih rješenja.</li> <li>• Nepostojanje sektorskih poticaja za razvoj ili izvoz softverskih rješenja baziranih na umjetnoj inteligenciji.</li> <li>• Nedovoljna dostupnost rješenja baziranih na umjetnoj inteligenciji za manja poduzeća.</li> </ul>
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veća edukacija i svijest o umjetnoj inteligenciji kako bi se potaknulo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedostatak financijskih instrumenata prvenstveno na nacionalnoj razini za istraživanje i razvoj umjetne inteligencije,</li> </ul>

<p>prihvatanje tehnologije u različitim sektorima i kod širega kruga korisnika.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razvoj <i>startup</i> ekosustava za umjetnu inteligenciju s inkubatorima i investitorima, pruža priliku za razvoj inovativnih rješenja i poduzetništva.</li> <li>• Umjetna inteligencija može biti ključna za digitalnu transformaciju različitih sektora u Hrvatskoj što otvara nove mogućnosti za optimizaciju procesa i stvaranje novih vrijednosti.</li> <li>• Dodatni razvoj i dobava, kao i sustavno ulaganje u održavanje naprednih računalnih resursa i resursa za pohranu visokih performansi te mrežnu povezanost potrebnu za modernu i multidisciplinarnu znanost.</li> <li>• Razvoj dijaloške platforme i spajanje javnoga i poslovnoga sektora kako bi se olakšao protok informacija, znanja i potreba u oba sektora što daje višestruki multiplikativni učinak.</li> <li>• Razvoj centara izvrsnosti i konkurentnosti u području umjetne inteligencije.</li> <li>• Jačanje suradnje između znanstvenoga i poslovnoga sektora putem potpora za istraživačko-razvojnu suradnju.</li> <li>• Javna nabava inovativnih rješenja može biti pokretač razvoja naprednih alata i rješenja za digitalizaciju javnih usluga.</li> </ul>	<p>posebice onih koji potiču međusektorsku suradnju i upravljanje intelektualnim vlasništvom može ograničiti potencijalni rast toga sektora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hrvatska se suočava s jakom konkurencijom na globalnoj razini što zahtijeva stalnu inovaciju i usklađivanje s najnovijim trendovima.</li> <li>• Umjetna inteligencija nosi sa sobom etičke i pravne izazove, kao što su privatnost podataka, sigurnost i odgovornost, što zahtijeva adekvatne regulative i norme.</li> <li>• Primjena umjetne inteligencije može dovesti do promjena na tržištu rada, a potrebno je osigurati prekvalifikaciju i prilagodbu radne snage kako bi se iskoristile prednosti tehnologije.</li> </ul>
---	--

## 5 Zaključci i preporuke

### 5.1 Glavni nalazi mapiranja

Jedan od glavnih ciljeva ovoga mapiranja bio je procijeniti broj **istraživača** koji u svojoj djelatnosti razvijaju metode umjetne inteligencije ili ih pak koriste kako bi razvili inovativne proizvode ili usluge u sektoru svoga djelovanja ili istraživanja. Također, cilj je i prepoznati one dionike koji posjeduju znanje i resurse za inovativan razvoj i istraživanje u području umjetne inteligencije i koji posjeduju kapacitete za provedbu istraživačkih i industrijskih projekata u ovome području.

Na temelju sekundarnih podataka iz baze SCOPUS koja indeksira znanstvene publikacije, procijenjena je **gornja granica** ljudskoga potencijala u Republici Hrvatskoj **na 1474 istraživača** u javnome i privatnome sektoru. Ta je brojka dobivena sljedećim postupkom: u prvom su koraku uzeti u obzir svi autori koji su u bazi SCOPUS u razdoblju od jedanaest godina (2012. – 2022.) objavili znanstvene ili druge vrste radova koje indeksira rečena baza, a koji u naslovu, sažetku ili popisu ključnih riječi sadrže barem dvije ključne riječi iz tablice 1. U drugome je koraku popis autora reduciran na one koji imaju barem dvije ključne riječi povezane sa svojim imenom, odnosno na 1474 istraživača. U ovoj se brojci od 1474 pojedinca nalaze autori, odnosno istraživači iz javnih i privatnih institucija. Važno je napomenuti da se u toj brojci nalaze i autori koji su možda objavili jedan rad u razdoblju 2012. – 2022., a nakon toga se više ne bave umjetnom inteligencijom.

**Donja granica od 139 znanstvenika** dobivena je izravnim kontaktranjem uprava **44 javne znanstvene institucije** za koje je na osnovu sekundarnih podataka zaključeno da raspolažu potencijalom u ovome području. Potrebno je naglasiti da brojka od 139 istraživača uključuje samo istraživače iz javnih znanstvenih institucija. **Zaključno, na temelju ovoga mapiranja procjena je da u Republici Hrvatskoj imamo između 139 i 1474 istraživača u javnome i privatnome sektoru koji razvijaju metode umjetne inteligencije ili ih koriste u svome radu.**

Na temelju primarnih podataka zaključak je da se **spomenutih 139 istraživača bavi tehnologijama vezanima uz umjetnu inteligenciju u prosjeku 11 godina te da se u prosjeku tim područjem bave trećinu svoga radnog vremena**. Oko trećine istraživača u svome radu koristi postojeće algoritme i metode umjetne inteligencije, dok među metodama koje znanstvenici razvijaju i koriste prednjače nadzirani pristup strojnom učenju i korištenje neuronskih mreža. Najveći broj istraživača naveo je kao područje djelovanja razvoj ekspertnih sustava za pomoć svim vrstama djelatnosti, od medicine do lingvistike, kao i razvoj sustava za planiranje i upravljanje procesima uz pomoć strojnoga učenja. Zatim slijede razvoj sustava za prikupljanje i analizu velike količine podataka (podatkovna znanost) i obradu slike, teksta ili zvuka. Od ostalih primjena ističe se automobilska industrija. Razvoj sustava za pretraživanje ili računalnih igara najmanje je zastupljena djelatnost anketiranih istraživača. Za istaknuti je i dio ljudskoga potencijala, iako zastupljen u relativno malome broju, koji se bavi razvojem pravnih ili etičkih normi vezanih uz područje umjetne inteligencije (dva su istraživača u anketi naznačila da se bave tom tematikom).

Od 26 ciljanih tržišnih sektora kojima gravitiraju istraživanja i razvoj u području umjetne inteligencije, ističe se njih sedam, predvođenih medicinom i biomedicinom, telekomunikacijama i IKT-om (s



posebnim naglaskom na računalnu sigurnost i upravljanje informacijama) te transportom i automobilskom industrijom. Dodatno je važno istaknuti i zamjetnu prisutnost primjena umjetne inteligencije u klimatologiji, poljoprivredi i upravljanju okolišem.

Iz sekundarnih je pak podataka razvidno da postoje snažne inženjerske grupe u području razvoja distribuiranih sustava odlučivanja i metoda klasifikacije i predviđanja nenadziranim putem, koje dodatno mogu osnažiti razvoj i primjenu metoda umjetne inteligencije.

Na temelju sekundarnih i primarnih podataka izdvajamo javne znanstvene institucije koje su aktivne u području umjetne inteligencije: sa Sveučilišta u Zagrebu to su Fakultet elektrotehnike i računarstva, Medicinski fakultet, Geodetski fakultet, Filozofski fakultet, Agronomski fakultet, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fakultet prometnih znanosti, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Fakultet strojarstva i brodogradnje i Ekonomski fakultet; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku; sa Sveučilišta u Rijeci Tehnički fakultet, Fakultet za informatiku i Medicinski fakultet; sa Sveučilišta u Splitu Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Prirodoslovno-matematički fakultet, Medicinski fakultet i Građevinski fakultet; Sveučilište Sjever i Tehničko veleučilište u Zagrebu; od instituta Institut Ruđer Bošković i Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split i Državni hidrometeorološki zavod. Također se ističe i nekoliko kliničkih bolnica u Zagrebu (KBC Zagreb, KB Dubrava, KB Sestre Milosrdnice), Splitu (KBC Split) i Rijeci (KBC Rijeka).

Procjena kvalitete/izvrsnosti hrvatskih istraživača u području umjetne inteligencije donesena je na temelju objavljenih radova i pripadnih citata te na temelju prijavljenih i provedenih projekata. U okviru Sedmoga okvirnog programa Europske unije ugovoreno je ukupno deset projekata koji se mogu svrstati u područje umjetne inteligencije. U programu Obzor 2020. identificirano je ukupno 406 projektnih prijava iz područja umjetne inteligencije, od čega su ugovorena 42 projekta (uspješnost 10,3 %, što je ispod nacionalnoga prosjeka od 13,5 % prema podatcima na *Horizon dashboardu*), od kojih su tri koordinirali hrvatski partneri. U navedenim ugovorenim projektima 27 je partnera iz javnih institucija, dok 24 ugovorena projekta imaju partnere poduzetnike iz Hrvatske. U okviru Obzor Europa programa ugovoreno je ukupno 18 projekata koji se mogu klasificirati u područje umjetne inteligencije, od čega su dva koordinirali hrvatski partneri. U nacionalnome sustavu projektnoga financiranja, područje umjetne inteligencije je programima Hrvatske zaklade za znanost financirano u 115 projekata, od kojih podjednak broj, po oko 40, otpada na financiranje doktoranada i istraživačkih projekata.

Citiranost znanstvenih radova najveća je za pregledne radove (oko sedam do osam citata godišnje po radu), dok se ostali članci citiraju uglavnom od tri do pet puta godišnje. Iako je razina prosječne godišnje citiranosti po radu još uvijek relativno skromna, primijećen je trend rasta citata u razdoblju od 2018. do danas što je vrlo dobar znak za povećanje međunarodne vidljivosti znanstvenih istraživanja u području umjetne inteligencije. Iz gore navedenih procijenjenih brojeva znanstvenika i poduzetnika te broja ugovorenih projekata na pozivima EU-a i HRZZ-a zaključujemo da je razina kvalitete, odnosno izvrsnosti istraživača, kao i njihova uspješnost u pribavljanju sredstava za istraživanje (posebice u europskim okvirima) vrlo dobra (gledajući uspješnost prijava na projekte iz dostupnih podataka, kao i prosječnu citiranost radova), ali da postoji prostor za dodatni napredak, prvenstveno u privlačenju kompetitivnih istraživačkih projekata.

Glavnina sekundarnih podataka o primjeni umjetne inteligencije u privatnome sektoru dolazi iz informacija o prijavljenim i ugovorenim EU projektima, provedbenoga tijela druge razine agencije HAMAG-BICRO, kao i onima u okviru natječaja Europske svemirske agencije (ESA). Također, kao vrijedan izvor inovacijskoga potencijala u području primjene i razvoja umjetne inteligencije dolazi i registar tvrtki koji održava udruga CroAI, Hrvatska udruga za umjetnu inteligenciju koja od 2019. godine okuplja privatne tvrtke i (što je iznimno bitno) *start-up* tvrtke koje se bave umjetnom inteligencijom i čiji registar sadrži preko 340 organizacija koje su izravno ili posredno vezane uz razvoj i primjenu umjetne inteligencije u Hrvatskoj. Na temelju navedenih izvora procjenjuje se da u Republici Hrvatskoj djeluje oko **250 tvrtki koje se aktivno bave razvojem ili primjenom metoda umjetne inteligencije i strojnoga učenja**. Na gore navedenim natjecajima tvrtke su bile aktivne ili čak aktivnije (FP7, natjecaji koje je provodila agencija HAMAG-BICRO) nego javne znanstvene institucije. Među najaktivnijim se tvrtkama u uspješnom osiguravanju istraživačkih sredstava ističu Agrivi d.o.o., Ericsson Nikola Tesla d.d., INETEC d.o.o., Infra-plan j.d.o.o., Energo d.o.o., Hipersfera d.o.o., OIKON d.o.o., Poslovna inteligencija d.o.o., Geolux d.o.o., Arctis d.o.o., Biotechnicon d.o.o. te Hrvatski Telekom d.d. Na temelju primarnih podataka razvidno je da su dominantna tržišta vezana uz IKT, medicinu, svemir te bankarske usluge, a kao model upravljanja intelektualnim vlasništvom tvrtke uglavnom koriste zaštitu autorskih prava i registraciju žiga više nego patentnu zaštitu. Pri interpretaciji rezultata primarnih istraživanja vezanih za tvrtke, potrebno je imati na umu da su 24 od 259 tvrtki ispunile anketu.

Iz anketiranih istraživača u javnome i privatnome sektoru, vidljivo je da je razina međusektorske suradnje visoka – čak dvije trećine anketiranih tvrtki surađuje s javnim znanstvenoistraživačkim institucijama uz planirano povećanje intenziteta na 85 %. Gledano iz smjera javnoga sektora, suradnja je nešto niža (djelomično i zbog većega obuhvaćenog uzorka), no svejedno dobrog intenziteta. Od oko 250 projekata koji su provedeni ili su u tijeku u anketiranim javnim znanstvenim institutima i visokoškolskim ustanovama, njih 88 imalo je naručitelja iz privatnoga sektora (od čega 36 iz inozemstva). Kao razlozi koji onemogućuju ili umanjuju intenzitet suradnje navode se nedostatak vremena (znanstvenici su previše zauzeti dnevnim obvezama), nedostatak resursa (npr. ljudskih, financijskih resursa i istraživačke infrastrukture) za suradnju te činjenica da znanstvenici nemaju dovoljno informacija o potrebama poduzeća. Iz anketa provedenih u javnim znanstvenim institucijama također je razvidno da zaštita intelektualnoga vlasništva te komercijalizacija istraživanja nisu visokorangirani motivacijski čimbenici što dodatno umanjuje suradnički potencijal s tvrtkama.

## 5.2 Preporuke

### 5.2.1 Potpora znanstvenim i primijenjenim istraživanjima

**Preporuka: Razvoj instrumenata potpore u temeljnim i primijenjenim istraživanjima iz umjetne inteligencije.** Područje umjetne inteligencije je zastupljeno u javnom i privatnom sektoru u Republici Hrvatskoj u visokom intenzitetu. Bilo da se radi o razvoju novih ili poboljšanju postojećih algoritama i alata za upotrebu metoda umjetne inteligencije, ili primjeni već postojećih metoda u čitavom nizu sektora, od medicine, preko komunikacije, poljoprivrede, sigurnosti i bankarskom sektoru – područje umjetne inteligencije pokazuje trend rasta. Stoga je izuzetno važno već u kratkoročnom razdoblju ovaj

rast podržati razvojem i ulaganjem u instrumente financijske potpore, i u temeljnim, ali i primijenjenim istraživanjima. Potrebno je dodatno financijski osnažiti postojeći nacionalni sustav potpore temeljnim i primijenjenim istraživanjima (HRZZ, HAMAG-BICRO, itd.) kako bi se iznosom povećala dostupna sredstva za financiranje istraživanja u području umjetne inteligencije, ali i povećala učestalost projektnih poziva, što bi osiguralo pravovremeno financiranje istraživačkih ideja i dodatno omogućilo povećanje dinamike istraživanja i inovacija u ovom području.

**Preporuka: Poticanje razvoja umjetne inteligencije u području zdravlja, brige o okolišu i razvoju hrane, pametnog transporta te području sigurnosti.** Republika Hrvatska već je prepoznala važnost razvoja i primjene metoda umjetne inteligencije kroz uključivanje u predložena tematska prioriteta područja prema Prijedlogu nacrtu Strategije pametne specijalizacije do 2029. Uz digitalne proizvode i rješenja koja snažno promiču umjetnu inteligenciju, još jedno od prioriteta područja Strategije pametne specijalizacije je i personalizirana briga o zdravlju. S obzirom da je ovo mapiranje identificiralo upravo značajnu primjenu umjetne inteligencije u medicini, vrlo je važno naglasiti da spajanje ova dva sektora, kroz poticanje međusektorske i međudisciplinarnе suradnje privatnih tvrtki, zdravstvenih ustanova i istraživačkih institucija predstavlja izuzetan potencijal za Republiku Hrvatsku. Stoga je preporuka osnažiti postojeće instrumente i razviti nove koji takvu suradnju potiču (posebice kroz poticanje privatnih tvrtki za suradnju sa javnim zdravstvenim sektorom). Analogni pristup poželjno je primijeniti i u prioriteta područjima brige o okolišu i razvoju hrane, pametnom transportu te području sigurnosti, kako digitalne, tako i fizičke.

**Preporuka: Razvoj nacionalne informatičke infrastrukture.** U slučajevima gdje je za razvoj ili primjenu nekih od metoda umjetne inteligencije potreban značajniji računalni kapacitet (bilo zbog složenosti pristupa ili količine ciljanih podataka), poželjno je dodatno razvijati nacionalne informatičke infrastrukture, najbolje kroz osiguranu dugoročnu financijsku i organizacijsku podršku nedavno uspostavljenom nacionalnom Znanstveno-obrazovnom oblaku (HR-ZOO). Dostupnost i kapacitet takve infrastrukture moguće je dodatno osnažiti poticanjem javno-privatnog partnerstva u kojem se omogućuje privatnom sektoru korištenje infrastrukture prema komercijalnom ili povlaštenom modelu.

## 5.2.2 Razvoj kompetencija i vještina

**Preporuka: Ulaganje u obrazovanje kadrova sa kompetencijama iz područja umjetne inteligencije.** S obzirom da je područje umjetne inteligencije iznimno kompetitivno i u strelovitom porastu na svjetskoj razini, veliki je rizik od gubitka ljudskog potencijala, prvenstveno u javnom sektoru, posebice u visokoškolskim ustanovama. To bi za posljedicu imalo usporavanje obrazovanja novih generacija i moguće usporavanje uzlaznog trenda bavljenja ovom problematikom. Stoga je od iznimne važnosti uspostaviti kvalitetan meritokratski sustav potpore vrhunskim i kompetitivnim znanstvenim istraživanjima, primarno kroz olakšavanje pristupa ljudskom potencijalu – stvaranjem uvjeta za kompetitivnije prihode, atraktivnijih i na međunarodnoj razini, a zatim i pojednostavljenjem procesa zapošljavanja, uvođenjem modela kumulativnog zapošljavanja i zapošljavanja na nepuno radno vrijeme, kao i dodatnim smanjenjem prepreka za zapošljavanje međunarodnih znanstvenika i stručnjaka u javnom i privatnom sektoru.

**Preporuka: Privlačenje vrhunskog ljudskog potencijala iz područja umjetne inteligencije.** Usko povezano s prethodnom preporukom je i poticanje vrhunskih znanstvenika na zapošljavanje u visokoškolskim ustanovama, što bi trebalo mnogostruko uvećati multiplikativni faktor uložene investicije, kroz povrat u visokokvalitetnom obrazovanju znanstvenika i stručnjaka nove generacije, koji će stečeno znanje moći upotrijebiti u znanosti i gospodarstvu, kroz kompetitivnu znanost i razvijanje vrhunskih proizvoda i usluga u području umjetne inteligencije. Neophodno je u ovom kontekstu uspostaviti sustav dodatne financijske potpore zapošljavanju, gdje se stručnjake, osim radnim mjestom, privlači i kompetitivnim paketima financiranja uspostave istraživačkih laboratorija sa ciljem nabave potrebne opreme, ljudi i potrošnog materijala, kako je uvriježeno u razvijenim znanstvenim okruženjima.

**Preporuka: Razvoj novih obrazovnih programa koji uključuju sveobuhvatni pristup tematici vezanoj uz umjetnu inteligenciju.** Privlačenje vrhunskih stručnjaka treba za cilj imati i razvoj novih kurikula usmjerenih ka podatkovnim znanostima, kvantitativnim disciplinama i strojnom učenju, u kombinaciji s obrazovnim sadržajem ciljanih tehnologija primjene, primjerice prirodnih znanosti, biomedicine, prometa, sigurnosti, društvenih znanosti. Takvom kombinacijom stečenog znanja i vještina razvijaju se stručnjaci koji su mnogo spremniji i pripremljeniji primijeniti metode umjetne inteligencije u širokom rasponu područja.

### 5.2.3 Razvoj sustava inovacije i komercijalizacije

**Preporuka: Poticanje upliva visokorizičnog kapitala u ekosustav tvrtki u području umjetne inteligencije.** Upravo zbog činjenice da su metode umjetne inteligencije sve više prisutne (primarno kao alat i način pristupa rješavanju problema) u nizu tehnoloških sektora, kao i činjenice da za primjenu širokog raspona tih metoda ne postoji velika prepreka za ulazak na tržište, ekosustav tvrtki koje svoje djelovanje usmjeravaju na primjenu umjetne inteligencije bilježi veliki porast u broju i raznolikosti ciljanih sektora i tehnologija. Posebno je to slučaj sa novoosnovanim tvrtkama (start-up). Za takav ekosustav od iznimne je važnosti pristup rizičnom i visokorizičnom kapitalu, koji se na globalnom inovacijskom polju pokazao kao jedan od presudnih čimbenika za uspjeh mnogih novoosnovanih tvrtki (a uzima se u obzir i pri rangiranju inovacijskog potencijala država, kroz npr. European innovation scoreboard). Dostupnost visokorizičnog kapitala potrebno je osigurati kroz povećanje međunarodne vidljivosti hrvatskih tvrtki i istraživača, na primjer poticanjem sudjelovanja na međunarodnim skupovima, sajmovima ili prezentacijama. Također, potrebno je sustavno djelovati na boljem predstavljanju dobrih primjera uspješnih hrvatskih tvrtki u području umjetne inteligencije na međunarodnom planu i među globalnim pružateljima visokorizičnih financija, kako bi ih privukli da svojim djelovanjem obuhvate i cjelokupni hrvatski ekosustav tvrtki. Dodatno, razvojem i poboljšanjem sustava poreznih olakšica u privatnom sektoru potrebno je olakšati ulaganje velikim i srednjim tvrtkama vlastitu dobit u osnivanje i podršku nacionalnih fondova koji bi raspolagali visokorizičnim kapitalom i time dodatno osnažili inovacijski potencijal malih i novoosnovanih tvrtki.

**Preporuka: Poticanje daljnje suradnje javnog i privatnog sektora u području umjetne inteligencije.** Suradnja javnog i privatnog sektora od ključne je važnosti za daljnji razvoj područja primjene umjetne inteligencije u Republici Hrvatskoj. Stoga je neophodno takvu suradnju poticati, uz prethodne preporuke o razvoju ljudskog potencijala i ciljanim financijskim instrumentima koji povezuju ova dva

sektora. Uz financijske instrumente, potrebno je predstavnicima privatnog i javnog sektora osigurati brojne prilike za međusobni dijalog, kroz organizaciju zajedničkih seminara, i znanstveno-poslovnih sastanaka kako bi predstavnici oba sektora pronašli što širi krug dodirnih točaka za buduću suradnju. Također, omogućavanjem znanstvenicima u javnom sektoru fleksibilnije uvjete rada i adekvatnim vrednovanjem dodatno ih treba poticati da dio svog vremena posvete radu u komercijalnom okruženju.

**Preporuka: Jačanje instrumenata za poticanje zaštite intelektualnog vlasništva ostvarenog na projektima koji se provode u javnom, ali i privatnom sektoru.** Za jačanje suradnje javnog i privatnog sektora važno je otkloniti činjenicu da zaštita intelektualnog vlasništva te komercijalizacija istraživanja nisu važne motivacije znanstvenika za rad, kao što je to pokazalo i ovo mapiranje. Potrebno je osigurati financijske instrumente za stabilno financiranje zaštite intelektualnog vlasništva na javnim znanstvenim institucijama, a adekvatnim vrednovanjem u sustavu znanstvenog napredovanja poticati znanstvenike u javnom sektoru da više pozornosti usmjere ka upravljanju intelektualnim vlasništvom koje nastaje u istraživanjima.

**Preporuka: Poticanje komercijalizacije istraživanja.** Potrebno je preko razvoja javnih politika u sustavu znanosti i gospodarstva osigurati motivaciju znanstvenika za otvaranje *start-up* ili *spin-off* tvrtki. To uključuje osvještavanje procesa kako doći od znanstvenog otkrića na javnoj znanstvenoj instituciji, preko zaštite intelektualnog vlasništva, do osnivanja *start-up* ili *spin-off* tvrtki te u konačnici institucionalne i nacionalne pomoći u privlačenju investitora ili projektnih sredstava za inicijalni rad tvrtke.

#### 5.2.4 Razvoj društva

**Preporuka: Razvoj etičkih i legislativnih normi u području umjetne inteligencije.** S obzirom na izrazito visok potencijal i primjenjivost umjetne inteligencije u širokom spektru ljudskog djelovanja, kao i visoki rizik primjena metoda umjetne inteligencije u sektorima od posebne osjetljivosti (zdravlje, sigurnost, potpora u odlučivanju ili čak i samo odlučivanje), izrazito je bitno usmjeriti aktivnosti društva ka razvoju cjelovitog skupa etičkih normi za primjenu umjetne inteligencije, kao i cijelog niza legislativnih akata koji omogućuju djelotvornu, ali i fleksibilnu regulaciju primjene umjetne inteligencije u svim ciljanim područjima. Takvim aktima trebala bi se regulirati pravila, opravdanost i uputnost primjene metoda umjetne inteligencije u svim aspektima društva.

**Preporuka: Poticanje razvoja udruga koje okupljaju dionike uključene u područje umjetne inteligencije.** Područje umjetne inteligencije vrlo je dobro zastupljeno kroz predstavničku udruhu, CroAI, koja okuplja širok spektar tvrtki, javnih ustanova i istraživača. Udruga CroAI periodički objavljuje publikaciju koja predstavlja hrvatski nacionalni krajobraz tvrtki, javnih ustanova i pojedinaca dionika u području umjetne inteligencije (bilo kao stvaratelja i pružatelja novih tehnologija ili kao njihovih korisnika). Ovo predstavlja primjer dobre prakse u udruživanju svih zainteresiranih strana oko teme od zajedničkog interesa, a ujedno pruža i već strukturiranu platformu za dijalog između tijela države i svih dionika u području. Stoga je potrebno dodatno poticati aktivnosti ove udruge kroz uključivanje u pripremu nacionalnih legislativnih i strateških dokumenata, ali i kao savjetodavni element u sudjelovanju RH u strateškom planiranju na razini EU.

**Preporuka: Jačanje društvene odgovornosti istraživanja u umjetnoj inteligenciji kroz povezivanje svih dionika.** Umjetna inteligencija je, zbog potencijalne primjenjivosti u nizu tehnologija, digitalna disciplina sa izrazitim visokim stupnjem prodora u sve sfere društva. Stoga je, osim komercijalnog aspekta, u upotrebi metoda umjetne inteligencije kao odgovor na postojeće i nove globalne izazove važno osvijestiti sve dionike o društvenoj važnosti ove digitalne transformacije, koja treba biti u skladu sa sintagmom „u društvu i za društvo“. Stoga je potrebno osigurati učinkovit prijenos znanja, vještina i dobrih praksi, kao i omogućiti komunikaciju otvorenog pristupa (otvorena znanost i otvoreni podatci) između privatnog sektora, znanosti i javnih tijela. Dobar primjer je uključivanje svih dionika u Europske digitalno inovacijske centre (EDIH), koji su dio programa Digitalna Europa Europske komisije.

## 6 Literatura i prilozi

### 6.1 Popis korisnih linkova i literature

- [Ekonomski institut] [https://mzo.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EUfondovi/OPKK\\_2014-2020/ZTP/Analiticko-izvjesce-o-provedenom-znanstvenom-i-tehnologijskom-mapiranju-KK-01-1-1-03-0001.pdf](https://mzo.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EUfondovi/OPKK_2014-2020/ZTP/Analiticko-izvjesce-o-provedenom-znanstvenom-i-tehnologijskom-mapiranju-KK-01-1-1-03-0001.pdf)
- [SCOPUS] <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
- Strategija pametne specijalizacije <https://mzo.gov.hr/vijesti/savjetovanje-o-prijedlogu-nacrta-strategije-pametne-specijalizacije-do-2029-s3/5203>
- [ASJC] [https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/15181/supporthub/scopus/](https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15181/supporthub/scopus/)
- [HRZZ-IP] <https://hrzz.hr/programi/istrazivacki-programi/>
- [HRZZ-MI] <https://hrzz.hr/programi/razvoj-karijera/>
- [HRZZ-Međunarodna suradnja] <https://hrzz.hr/programi/medunarodna-suradnja%e2%80%8b/>
- [HB-EUREKA] <https://hamagbicro.hr/bespovratne-potpore/eureka/>
- [HB-EUROSTARS] <https://hamagbicro.hr/bespovratne-potpore/eurostars/>
- [MINGOR-S3] <https://hamagbicro.hr/otvoren-javni-poziv-inovacije-u-s3-podrucjima/>
- [MINGOR-Vaučer] <https://hamagbicro.hr/javni-poziv-inovacijski-vauceri/>
- [MINGOR-Inovacije novoosnovanih MSP] <https://hamagbicro.hr/javni-poziv-inovacije-novoosnovanih-msp-ova-ii-faza/>
- [MINGOR-Komercijalizacija inovacija] <https://hamagbicro.hr/objavljen-poziv-za-dostavu-projektnih-prijedloga-komercijalizacija-inovacija/>
- [HB-IRCRO] <https://hamagbicro.hr/bespovratne-potpore/programi-podrske-inovacijskom-procesu/ircro/>
- [HB-RAZUM] <https://hamagbicro.hr/bespovratne-potpore/programi-podrske-inovacijskom-procesu/razum/>
- [MINGOR-IRI2] <https://strukturnifondovi.hr/en/natjecaji/povecanje-razvoja-novih-proizvoda-i-usluga-koji-proizlaze-iz-aktivnosti-istrazivanja-i-razvoja-faza-ii/>
- [Šestar] <https://sestar.irb.hr/redirect.php>



- [OECD publikacija na temu komercijalizacije rezultata istraživanja] [https://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/supporting-entrepreneurship-and-innovation-in-higher-education-in-austria\\_1c45127b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/supporting-entrepreneurship-and-innovation-in-higher-education-in-austria_1c45127b-en)

## 6.2 Prilozi

### 6.2.1 Popis tablica

Tablica 1. Ključne riječi koje su korištene za filtriranje baza podataka za područje umjetne inteligencije. Pri pretraživanju baza projektnih prijava i literaturnih izvora, korištene su ključne riječi na engleskome jeziku. U tablici je usporedno naveden i prijevod na hrvatski jezik.....	14
Tablica 2. Prikaz odabranih patentnih klasa relevantnih za područje umjetne inteligencije sukladno IPC klasifikaciji.....	41
Tablica 3. Umjetna inteligencija: Broj ZAVRŠENIH znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata (u razdoblju od 2016. do svibnja 2023.) iz programa.....	50
Tablica 4. Umjetna inteligencija: Broj znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata koji su U TIJEKU iz programa. ....	50
Tablica 5. Umjetna inteligencija: Broj PRIJAVLJENIH znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata.....	50
Tablica 6. Ocjena važnosti razloga za suradnju s partnerima (poslovni sektor i znanstvene institucije) na projektima / znanstvenim radovima povezanim s područjima UI-a u razdoblju od 2016. do 2022. Odgovori su na ljestvici od 1 (Nije važno) do 5 (Izrazito važno). U tablici je prikazana prosječna ocjena odgovora za svako pitanje. ....	53
Tablica 7. Ocjena važnosti razloga koji odgovaraju na pitanje zašto nema većega broja suradnji. Odgovori su na ljestvici od 1 (nije važno) do 5 (izrazito važno). U tablici je prikazana prosječna ocjena odgovora za svako pitanje .....	53
Tablica 8. Broj različitih oblika zaštite intelektualnoga vlasništva koji su koristili anketirani znanstvenici u razdoblju od 2016. do 2022. ....	55
Tablica 9. Brojevi prijavljenih i odobrenih nacionalnih, odnosno međunarodnih patenata koje su prijavili anketirani znanstvenici.....	55
Tablica 10. Odgovori znanstvenika koji nisu koristili zaštitu intelektualnoga vlasništva na pitanje o razlozima nekorištenja intelektualnoga vlasništva. Ako niste koristili nijedan oblik zaštite intelektualnoga vlasništva u razdoblju od 2016. do 2022., navedite razlog. (Moguće označiti više odgovora).....	55
Tablica 11. Odgovori anketiranih znanstvenika na pitanje o komercijalizaciji rezultata. Ako niste komercijalizirali rezultate svojih istraživanja u razdoblju od 2016. do 2022. u području umjetne inteligencije, molimo Vas navedite uzroke. Dajte ocjenu na ljestvici od 1 (niska važnost) do 5 (velika važnost).....	55
Tablica 12. Odgovori anketiranih znanstvenika na pitanje Molimo navedite rezultate svojih istraživanja u tematskome području umjetne inteligencije?.....	56

Tablica 13. Postotak korištenja kapitalne opreme. Samo 21,1 % znanstvenika opremu koristi manje od 25 % vremena tijekom godine za potrebe istraživačkoga rada. ....	56
Tablica 14. U tablici je dan prikaz sumarnih odgovora na pitanja iz ankete za tvrtke iz područja umjetne inteligencije. ....	59
Tablica 15. Izvori financiranja prethodnih i planiranih projekata za anketirane tvrtke.....	59
Tablica 16. SWOT analiza. Tablica prikazuje snage (engl. Strengths), slabosti (engl. Weaknesses), prilike (engl. Opportunities) i prijetnje (engl. Threats) ciljnoga područja umjetne inteligencije. ....	62
Tablica 17. Pojmovnik .....	73
Tablica 18. Prikaz akronima znanstvenih institucija .....	96

## 6.2.2 Popis slika

Slika 1. Oblak ključnih riječi i riječi koje su s njima povezane u radovima. Učestalost ponavljanja proporcionalna je veličini pojma u prikazu. ....	15
Slika 2. Broj publikacija hrvatskih znanstvenika i poduzetnika u području umjetne inteligencije u razdoblju 2012. – 2022. Različitim su bojama prikazani znanstveni članci, knjige, poglavlja u knjigama, konferencijski radovi, pisma urednika, pisma, revijalni radovi i ispravci.....	17
Slika 3. Broj publikacija u razdoblju 2012. – 2022. iz umjetne inteligencije prema područjima. ....	18
Slika 4. Broj publikacija u razdoblju 2012. – 2022. iz područja umjetne inteligencije za 30 institucija s najzastupljenijim brojem publikacija. ....	19
Slika 5. Zastupljenost ključnih riječi u publikacijama. Prikazan je broj publikacija koji sadrži neku ključnu riječ; npr. ključna riječ neural networks spominje se u približno 900 radova.....	20
Slika 6. Zastupljenost ključnih riječi u razdoblju 2012. – 2022. godine. ....	21
Slika 7. Citiranost publikacija od 2012. do 2022. godine normirana na starost publikacije. ....	22
Slika 8. Prosjek citiranosti klasificiran prema ključnim riječima, a normiran na starost publikacije. ...	23
Slika 9. Broj autora prema instituciji koji su publicirali radove u bazi SCOPUS u razdoblju 2012. – 2022. godine s barem jednom od ključnih riječi. ....	24
Slika 10. Broj prijava na program Obzor 2020. klasificiran po institucijama. Plavom bojom označene su uspješne, a tamno crvenom neuspješne prijave. ....	26
Slika 11. Broj projektnih prijava na program Obzor 2020. razvrstan prema posebnom cilju. Plavom bojom označene su uspješne, a tamno crvenom neuspješne prijave .....	27
Slika 12. Broj projekata na programima FP7 i Obzor Europa klasificirani prema instituciji. Plavom su označeni projekti Obzora Europa, a tamno crvenom projekti FP7.....	29
Slika 13. Broj prijava na programe FP7 i Obzor Europa po posebnom cilju. Plavom su bojom označeni projekti Obzora Europa, a tamno crvenom projekti FP7. ....	30
Slika 14. Broj projekata iz područja umjetne inteligencije za različite HRZZ-ove programe tijekom godina. Svaki je projekt naveden samo jedanput u onoj godini u kojoj je ugovoren. U godinama koje se ne vide na grafu nije bilo ugovorenih projekata iz umjetne inteligencije. NA se odnosi na one ugovorene HRZZ-ove projekte za koje u dostupnim podacima nije bio naveden datum početka ugovora. ....	32



Slika 15. Broj projekata iz područja umjetne inteligencije razvrstan prema znanstvenom polju. Graf se odnosi na sve HRZZ-ove projekte iz razdoblja 2013. – 2022. iz područja umjetne inteligencije. Neki projekti spadaju u dva znanstvena polja pa su navedeni u oba polja. .... 33

Slika 16. Raspodjela projekata iz područja umjetne inteligencije prema znanstvenom području. Graf se odnosi na sve HRZZ-ove projekte iz razdoblja 2013. – 2022. iz područja umjetne inteligencije ..... 34

Slika 17. Raspodjela projekata iz područja umjetne inteligencije prema znanstvenom području tijekom godidna. Svaki je projekt naveden samo jednom u onoj godini u kojoj je ugovoren. U godinama koje se ne vide na grafu nije bilo ugovorenih projekata iz umjetne inteligencije. NA se odnosi na one ugovorene HRZZ-ove projekte za koje u dostupnim podacima nije bio naveden datum početka ugovora. .... 35

Slika 18. Raspodjela HRZZ-ovih projekata prema institucijama. Graf se odnosi na sve HRZZ-ove projekte iz razdoblja 2013. – 2022. u području umjetne inteligencije. .... 36

Slika 19. Broj ugovorenih projekata HAMAG-BICRO iz područja umjetne inteligencije po programima (gore) i postotak ugovorenih projekata HAMAG-BICRO iz područja umjetne inteligencije po programima (dolje) ..... 37

Slika 20. Raspodjela patenata prema klasifikaciji IPC. Tablica 2 prikazuje klasifikacijski ključ. .... 43

Slika 21. Raspodjela znanstvenika prema metodama iz područja umjetne inteligencije koje koriste i razvijaju u svojim istraživanjima ..... 47

Slika 22. Raspodjela znanstvenika prema području primjene njihovih znanstvenih istraživanja ..... 47

Slika 23. Raspodjela znanstvenika prema području primjene njihovih znanstvenih istraživanja ..... 48

Slika 24. Udio znanstvenika koji su sudjelovali u projektima iz područja umjetne inteligencije ..... 49

Slika 25. Udio korištenja zaštite intelektualnoga vlasništva kod anketiranih znanstvenika ..... 54

Slika 26. Prikaz razdiobe korištenja različitih vrsta algoritama i metoda iz umjetne inteligencije koju koriste anketirane tvrtke. .... 57

Slika 27. Razdioba korištenja različitih vrsta algoritama i metoda iz umjetne inteligencije koju koriste anketirane tvrtke. .... 58

Slika 28. Razdioba ciljanih tržišta iz umjetne inteligencije koju koriste anketirane tvrtke ..... 59

Slika 29. Korištenje istraživačko-razvojne (IR) infrastrukture kod anketiranih tvrtki. Na lijevom grafu prikazan je postotak tvrtki koje koriste, odnosno ne koriste IR infrastrukturu. Na desnom grafu prikazan je broj tvrtki koje koriste vlastitu, odnosno vanjsku infrastrukturu. Desni se graf odnosi samo na tvrtke koje koriste kapitalnu infrastrukturu. .... 60

Slika 30. Razdioba korištenja zaštite intelektualnoga vlasništva (IV) za anketirane tvrtke (lijevo) te razdioba prema vrsti IV-a iz područja UI-a (desno) ..... 61

### 6.2.3 Pojmovnik

Tablica 17. Pojmovnik.

Kratika	Objašnjenje
SCOPUS	Scopus kombinira sveobuhvatnu, stručno odabranu bazu sažetaka i citata s obogaćenim podacima i povezanom znanstvenom literaturom iz raznih disciplina.

	Brzo pronalazi relevantna i mjerodavna istraživanja, identificira stručnjake i omogućuje pristup pouzdanim podacima, metrikama i analitičkim alatima.
Primarni podaci	Kako bi se prikupili primarni podaci koji bi dali uvid u dva ciljna područja kreirati će se anketni upitnik koji će uključivati pitanja s osnovnim podacima o znanstvenicima, istraživačko-razvojnim projektima, izvorima financiranja, projektima sa gospodarstvom i drugim znanstvenim institucijama, korištenoj infrastrukturi i slično.
Sekundarni podaci	Predstavljaju prikupljene podatke iz raspoloživih baza i sekundarnih izvora podataka koji se nalaze kod pojedinih ministarstava, agencija i/ili institucija vezano uz različite programe na kojima sudjeluju istraživači i inženjeri iz dva ciljna područja.
Istraživački projekti	<p>Kod podataka vezanih uz ugovorene nacionalne kompetitivne znanstvene projekte računaju se projekti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hrvatske zaklade za znanost</li> <li>- UKF projekti</li> <li>- znanstveni projekti iz Europskih strukturnih i investicijskih fondova (ne uključuje infrastrukturne projekte).</li> </ul> <p>Kod podataka vezanih uz ugovorene međunarodne kompetitivne znanstvene projekte računaju se projekti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Okvirnog programa Europske unije za istraživanje i inovacije (FP, H2020)</li> <li>- Europske zaklade za znanost - European Science Foundation (ESF)</li> <li>- programa Euroatom,</li> <li>- Zaklade za znanost EU zemalja</li> <li>- National institute of Health (NIH)</li> <li>- Global Development Network donacije</li> <li>- te ostali projekti za koje javni znanstveni instituti jamče znanstveni značaj i svrhu (u ovu kategoriju ne ulaze IPA te bilateralni i multilateralni projekti).</li> </ul>
Znanstvene organizacije	Pod pojmom znanstvene organizacije misli se na znanstvene institute i visoka učilišta koja uz djelatnost visokog obrazovanja obavljaju i znanstvenu djelatnost te na znanstvene udruge, državne upravne organizacije i druge javne ustanove koje obavljaju znanstvenu djelatnost.

#### 6.2.4 Anketni upitnici

##### Anketni upitnik za istraživače na znanstvenim institucijama

1. Ime i prezime:
2. Naziv znanstvene institucije:
3. E-mail adresa istraživača:
4. Telefon kontakt osobe:
5. Koliko imate godina radnog iskustva u akademskom i istraživačkom sektoru u istraživanjima povezanim s tematskim područjem Umjetna inteligencija i Svemirske tehnologije? UI \_\_\_\_, ST: \_\_\_\_
6. Procijenite postotak vremena koji ste u prosjeku MJESEČNO posvetili znanstveno istraživačkom radu u istraživanjima u tematskom području Umjetna inteligencija (UI) i Svemirske tehnologije (ST) u postotku (%): UI \_\_\_\_\_% ST \_\_\_\_\_%

**7. Odaberite područje u kojem prevladavaju vaše aktivnosti istraživanja i razvoja.**

- a) Umjetna inteligencija (popunite 7.1.)                      b) Svemirske tehnologije (popunite 7.2.)

**Ako ste aktivni u oba područja molimo popunite za oba područja upitnik**

**7.1. UMJETNA INTELIGENCIJA**

Odnosi li se područje vašeg rada na razvoj metoda umjetne inteligencije i/ili na primjenu postojećih metoda u nekom od tehnoloških područja?

**7.1.1. Razvoj algoritama i metoda umjetne inteligencije (klasifikacijske; regresijske; nadzirane; djelomično nadzirane; nenadzirane)**

Navedite algoritme i/ili metode koje razvijate (npr. neuronske mreže, metode potpornih vektora, slučajnih šuma i drugo), moguće više odgovora:

- A. metoda k-najbližih susjeda (eng. *k-nearest neighbors*)
- B. sustavi potpornih vektora (eng. *support vector machines*)
- C. stabla odlučivanja i nasumične šume (eng. *decision trees; random forests*)
- D. neuronske mreže i duboke neuronske mreže (eng. *neural networks; deep neural networks*).
- E. ostalo, navedite: \_\_\_\_\_
- F. Ne razvijamo metode umjetne inteligencije, već primjenjujemo postojeće algoritme i metode

**7.1.2. Primjena metoda u razvoju inovativnog proizvoda ili postupka na (odaberite najviše tri ponuđena odgovora):**

- A. Sustave za prikupljanje velike količine podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih),
- B. Sustave za planiranje i upravljanje procesima (npr. prometom, procesima u proizvodnji i industriji, planiranje zdravstvenih kapaciteta, urbanističko planiranje, upravljanje ključnim nacionalnim resursima),
- C. Sustave za prepoznavanje i obradu teksta (digitalizacija i obrada arhivske građe),
- D. Sustave za prepoznavanje i obradu slike (arhivirane ili u realnom vremenu, prepoznavanje objekata u videonadzoru, udaljeni nadzor i izviđanje iz svemira, atmosfere i sa zemlje),
- E. Sustave za pretraživanje (kontekstne tražilice),
- F. Automotivne sustave (sustavi za autonomnu ili poluautonomnu vožnju, nadziranje i kretanje robota i strojeva),
- G. Ekspertne sustave kao pomoć stručnjacima u medicini, prirodnim znanostima, prometu, lingvistici, psihologiji, filozofiji...,
- H. Sustave za izradu igara (logičkih npr. šah ili razvoj okruženja virtualne stvarnosti ili augmentacije),
- I. Razvoj pravnih ili etičkih normi i načela djelovanja umjetne inteligencije.
- J. Ostalo, navedite: \_\_\_\_\_

**7.1.3. Odaberite područja primjene odnosno ciljana tržišta navedenih tehnologija iz pitanja 7.1.2.. Molimo navedite najviše tri tržišna sektora (ukoliko ste prisutni na više tržišta navedite 3 najvažnija):**

1. Autoindustrija
2. Bankarstvo i financijske usluge
3. Električna i elektronika
4. ICT i telekom
5. Medicina i biomedicina; Medicinski uređaji
6. Energija
7. Građevina
8. Geoprostorni i svemir
9. Hrana i piće
10. Inovacije i dizajn
11. Strojstvo i brodogradnja
12. Kvaliteta i unapređenje poslovanja
13. Marketing, oglašavanje, odnosi s klijentima
14. Mjerenje i mjeriteljstvo
15. Otpad i recikliranje
16. Poljoprivreda
17. Pravni poslovi
18. Rizik i osiguranje
19. Rudarstvo i materijali
20. Sigurnost (uključujući i računalnu) i obrana
21. Transport i logistika
22. Upravljanje informacijama
23. Upravljanje okolišem i održivost
24. Virtualna stvarnost
25. Zaštita podataka
26. Zabava

## **7.2. SVEMIRSKJE TEHNOLOGIJE**

Odnosi li se područje vašeg rada unutar svemirskih tehnologija u nekom od sljedećih tehnoloških područja?

**7.2.1. Molimo označite najviše 3 od navedenih 15 područja koja su vam primarna u radu** (ukoliko ste aktivni u više od 3 područja, označite 3 primarna područja vašeg rada):

Upstream tehnologije koje služe razvoju, izgradnji, lansiranju i održavanju svemirskih sustava (1-9)

Midstream tehnologije koje služe uspostavi veze između svemirskih sustava (npr. funkcionalnih satelita) i krajnjih korisnika (10-11)

Downstream tehnologije koji služe za eksploataciju svemirskih podataka, te razvoj i proizvodnju opreme za krajnje korisnike i služe za (12-15)

1. Strukture (sustavi za lansiranje, satelitski sustavi, spremnici, termička kontrola);
2. Pogonski sustavi (kruti, tekući, hibridni, električna propulzija);
3. Teret (optički i infracrveni (IR) instrumenti, radari, telekomunikacija i navigacija, automatika i robotika, adaptivni sustavi);
4. Sustavi za napajanje (solarni paneli, baterije, distribucija električne energije)
5. Mehanizmi (mehanizmi satelita, mehanizmi lansera);
6. Kontrola svemirskog podsustava (*Attitude and Orbit Control* (AOCS) senzori i aktuatori);
7. Onboard podatkovni podsustavi (*onboard* računala, mikroelektronika, strojno učenje i umjetna inteligencija za onboard podatke);
8. Komunikacijski sustavi (RF tehnologija, antene, sustavi za telemetriju praćenje i upravljanje (*eng. Telemetry, Tracking and Command* (TT&C)));
9. Optoelektronika (optička komunikacija, fotonika, kvantna tehnologija, detektorske tehnologije, laserske tehnologije);
10. Zemaljske postaje i operacije (zemaljske postaje, misije, terminali);
11. Sustavi za podršku (oprema za zemaljsku podršku, obrada podataka, arhiviranje podataka, podatkovni sustavi).
12. Promatranje zemlje (*eng. Earth Observation* (EO));
13. GNSS (od *eng. Global Navigation Satellite System*), odnosno za globalno pozicioniranje i navigaciju;
14. Satelitsku komunikaciju;
15. Održivost korištenja svemira i sigurnost u svemiru, SSA (*eng. Space Situational Awareness*) što uključuje modeliranje i analizu rizika, sustavi za izbjegavanje sudara, lasersko praćenje satelita, praćenje svemirskog smeća, asteroida).
16. Ukoliko se bavite svemirskom tehnologijom koja nije navedena u gornjih 15 točaka, upišite ovdje specifično područje \_\_\_\_\_.
17. Ne razvijamo svemirske tehnologije već primjenjujemo postojeća rješenja.

### 7.2.2. Odaberite područja primjene odnosno ciljana tržišta navedenih tehnologija iz pitanja 7.2.1.

**Molimo navedite najviše tri tržišna sektora** (ukoliko ste aktivni na više od 3 tržišta navedite 3 najvažnija):

1. Promatranje zemlje sa primjenama u meteorologiji i promatranju klime, praćenju klimatskih promjena, promatranju mora i voda, šuma i agrikultura i dr., program Copernicus koji predvodi Europska komisija i ESA i dr.;
2. Primjene GNSS-a što uključuje primjene u zračnom prometu, brodskom prometu, primjene za upravljanje vozilima, mjerenje vremena i sinkronizaciju, traganje i spašavanje, odnosno općenito primjene u industrijskom sektoru koji koristi globalno pozicioniranje, sustav Galileo odnosno europski GNSS i dr.;
3. Usluge koje se oslanjaju na satelitsku komunikaciju (SatCom usluge), širokopojasne usluge, usluge emitiranja, telemedicina, sigurna komunikacija i dr.;
4. Zemaljski segment - zemaljske stanice, telemetrija, praćenje, upravljanje i kontrola;
5. Operacije letenja - centri za lansiranje, lansirna vozila;
6. Istraživačke misije - znanost o životu, mikrogravitacija, međunarodna svemirska postaja (*eng. International Space Station* (ISS));

7. Sigurnost u svemiru - SSA, primjena tehnologije za izbjegavanje sudara i svemirskog smeća, praćenje svemirske klime.
8. Ukoliko primjenjujete svemirske tehnologije u tržišnom sektoru koji nije navedena u gornjih 7 točaka, upišite ovdje specifičan sektor \_\_\_\_\_.

## II. Glavna područja znanstvenih aktivnosti

2.1. Navedite ključne riječi koje opisuju vašu znanstvenu aktivnost u području Umjetne inteligencije i/ili Svemirskim tehnologijama:

Umjetna inteligencija: \_\_\_\_\_

Svemirske tehnologije: \_\_\_\_\_

## III. Znanstveno-istraživački kompetitivni projekti

3.1. Jeste li bili uključeni u znanstveno-istraživačke kompetitivne projekte (dovršeni, u tijeku, prijavljeni) u područjima Umjetne inteligencije i/ili Svemirske tehnologije bilo da je riječ o znanstveno-kompetitivnim projektima ili suradnjama s poslovnom zajednicom?

Umjetna inteligencija: a) DA b) NE

Svemirske tehnologije: a) DA b) NE

3.2. Ako da, navedite broj znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata u Umjetnoj inteligenciji na kojima ste bili:

- a) Voditelj projekta: \_\_\_\_\_
- b) Suradnik na projektu \_\_\_\_\_
- c) Na koliko projekata navedenih pod a) i b) je vaša institucija bila vodeći partner/koordinator (eng. Lead Partner)? \_\_\_\_\_

3.3. Ako da, navedite broj znanstveno-istraživačkih kompetitivnih projekata u Svemirskim tehnologijama na kojima ste bili:

- a) Voditelj projekta: \_\_\_\_\_
- b) Suradnik na projektu \_\_\_\_\_
- c) Na koliko projekata navedenih pod e) i f) je vaša institucija bila vodeći partner/koordinator (eng. Lead Partner)? \_\_\_\_\_



PoC (Program provjere inovativnog koncepta)	
IRCRO, RAZUM, EUREKA, Eurostars	
Programi HRZZ-a (Hrvatska zaklada za znanost)	
Ostali znanstveni projekti, navedite koji: _____	

3.7. Molimo navedite broj projekata u suradnji sa poslovnim sektorom (privatnim tvrtkama, istraživačkim centrima i sl.) u kojima je poslovni sektor bio naručitelj iz područja UI/ST?

UI: Broj projekata: \_\_\_\_; od čega broj tvrtki iz Hrvatske: \_\_\_\_, broj tvrtki iz inozemstva: \_\_\_\_

ST: Broj projekata: \_\_\_\_; od čega broj tvrtki iz Hrvatske: \_\_\_\_, broj tvrtki iz inozemstva: \_\_\_\_

3.8. U nabrojenim projektima koja područja su Vaša uža specijalnost, gdje imate najviše znanja i iskustva?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3.9. Navedite nekoliko znanstvenih institucija s kojima ste imali suradnju u sklopu Vaših projekata/znanstvenih radova u području UI/ST?

UI

Hrvatske institucije: \_\_\_\_\_

Institucije iz inozemstva (ime institucije/država): \_\_\_\_\_

ST

Hrvatske institucije: \_\_\_\_\_

Institucije iz inozemstva (ime institucije/država): \_\_\_\_\_

3.10. Ocijenite važnost navedenih razloga za suradnju s partnerima (poslovni sektor i znanstvene institucije) na znanstveno-istraživačko kompetitivnim projektima/znanstvenim radovima povezanim s područjima UI i ST u razdoblju od 2016. do 2022. na skali od 1 (Nije važno) do 5 (Izrazito važno).

Zajednički projekt istraživanja i razvoja	1	2	3	4	5
Prijenos znanja između partnera	1	2	3	4	5



Nabava usluga za istraživanje i razvoj (I&R)	1	2	3	4	5
Tehnološke konzultacije/priprema tehničke dokumentacije	1	2	3	4	5
Testiranje/izrada novog prototipa	1	2	3	4	5
Komercijalizacija istraživanja	1	2	3	4	5
Licenciranje/registracija патената	1	2	3	4	5
Intelektualno vlasništvo	1	2	3	4	5
Zajedničko publiciranje istraživanja u časopisima u WoS ili Scopus bazi	1	2	3	4	5
Neki drugi razlog, navedite koji: _____	1	2	3	4	5

3.11. Molimo vas ocijenite kvalitetu Vaše suradnje u dosadašnjem razdoblju u području UI/ST s ocjenama od 1 (izrazito loša) do 5 (izrazito dobra)?

Suradnja sa znanstveno-istraživačkom zajednicom	1	2	3	4	5
Suradnja s poslovnom zajednicom	1	2	3	4	5
Suradnja s državnim/javnim sektorom	1	2	3	4	5
Suradnja s nevladinim sektorom	1	2	3	4	5

3.12. Molimo vas da date važnost razlozima zbog kojih nema većeg broja suradnji. Dajte ocjenu na skali od 1 (niska važnost) do 5 (velika važnost).

Nemamo dovoljno informacija o potrebama poduzeća/institucija	1	2	3	4	5
Nemamo dovoljno poticaja da surađujemo s poduzećima/institucijama	1	2	3	4	5
Teško je surađivati s poduzećima/institucijama.	1	2	3	4	5
Brine nas odavanje poslovnih tajni u istraživanju	1	2	3	4	5
Nemamo dovoljno vremena jer smo previše zauzeti s dnevnim obvezama	1	2	3	4	5





Nedostatak sredstava za komercijalizaciju	1	2	3	4	5
Nedostatak stručnih znanja i iskustva potrebnih za komercijalizaciju.	1	2	3	4	5
Teškoće u pronalaženju partnera za komercijalizaciju.	1	2	3	4	5
Jaka konkurencija na tržištu.	1	2	3	4	5
Nedovoljna tržišna potražnja.	1	2	3	4	5
Izostanak podrške institucije u kojoj je znanstvenik zaposlen	1	2	3	4	5
Komercijalizacija rezultata istraživanja nije planirana/očekivana.	1	2	3	4	5
Neki drugi razlog, navedite koji: _____	1	2	3	4	5

12. Molimo popišite portfelj stručnih usluga koje nudite na tržištu za potrebe istraživačko-razvojnih aktivnosti (ugovorna istraživanja, studije, testiranja, edukacije) za područja UI/ST.

UI: \_\_\_\_\_

ST: \_\_\_\_\_

## V. Istraživačka infrastruktura

U ovom dijelu molimo vas da navedete koristite li istraživačko razvojnu infrastrukturu vrijednosti iznad 50.000 EUR.

### Umjetna inteligencija

5.1. Koristite li kapitalnu istraživačku infrastrukturu i opremu (superračunala, računalna oprema, oprema za prikupljanje podataka itd.)?

a) DA    b) NE

5.1.1. Ako da, odgovorite na sljedeća pitanja za do tri komada opreme koju najčešće koristite:

-Naziv instrumenta/opreme \_\_\_\_\_

-U kojem postotku koristite navedenu opremu tijekom godine za potrebe istraživačkog rada?

a) <25%    b) 25-50%    c) 50-75%    d) 75%-100%

-Je li oprema upisana u bazu Šestar?





**Ako ste aktivni u oba područja molimo popunite za oba područja upitnik**

**7.1. UMJETNA INTELIGENCIJA**

Molimo kroz pitanja niže označite odnosi li se područje vašeg rada na razvoj metoda umjetne inteligencije i/ili na primjenu postojećih metoda u nekom od tehnoloških područja.

**7.1.1. Razvoj algoritama i metoda umjetne inteligencije (klasifikacijske; regresijske; nadzirane; djelomično nadzirane; nenadzirane)**

Navedite algoritme i/ili metode koje razvijate (npr. neuronske mreže, metode potpornih vektora, slučajnih šuma i drugo), moguće više odgovora:

- A. metoda k-najbližih susjeda (eng. *k-nearest neighbors*)
- B. sustavi potpornih vektora (eng. *support vector machines*)
- C. stabla odlučivanja i nasumične šume (eng. *decision trees; random forests*)
- D. neuronske mreže i duboke neuronske mreže (eng. *neural networks; deep neural networks*).
- E. ostalo, navedite: \_\_\_\_\_
- F. ne razvijamo metode umjetne inteligencije, već primjenjujemo postojeće algoritme i metode

**7.1.2. Primjena metoda u razvoju inovativnog proizvoda ili postupka na (odaberite najviše tri ponuđena odgovora):**

- A. Sustave za prikupljanje velike količine podataka (slikovnih, govornih, tekstualnih),
- B. Sustave za planiranje i upravljanje procesima (npr. prometom, procesima u proizvodnji i industriji, planiranje zdravstvenih kapaciteta, urbanističko planiranje, upravljanje ključnim nacionalnim resursima),
- C. Sustave za prepoznavanje i obradu teksta (digitalizacija i obrada arhivske građe),
- D. Sustave za prepoznavanje i obradu slike (arhivirane ili u realnom vremenu, prepoznavanje objekata u videonadzoru, udaljeni nadzor i izviđanje iz svemira, atmosfere i sa zemlje),
- E. Sustave za pretraživanje (kontekstne tražilice),
- F. Automotivne sustave (sustavi za autonomnu ili poluautonomnu vožnju, nadziranje i kretanje robota i strojeva),
- G. Ekspertne sustave kao pomoć stručnjacima u medicini, prirodnim znanostima, prometu, lingvistici, psihologiji, filozofiji...,
- H. Sustave za izradu igara (logičkih npr. šah ili razvoj okruženja virtualne stvarnosti ili augmentacije),
- I. Razvoj pravnih ili etičkih normi i načela djelovanja umjetne inteligencije.
- J. Ostalo, navedite: \_\_\_\_\_

**7.1.3. Odaberite područja primjene odnosno ciljane tržišta prema danim odgovorima u pitanju 7.1.2.. Molimo navedite najviše tri tržišna sektora (ukoliko ste prisutni na više tržišta navedite 3 najvažnija):**

1. Autoindustrija
2. Bankarstvo i financijske usluge
3. Električna i elektronika
4. ICT i telekom
5. Medicina i biomedicina; Medicinski uređaji
6. Energija
7. Građevina
8. Geoprostorni i svemir
9. Hrana i piće
10. Inovacije i dizajn
11. Strojstvo i brodogradnja
12. Kvaliteta i unapređenje poslovanja
13. Marketing, oglašavanje, odnosi s klijentima
14. Mjerenje i mjeriteljstvo
15. Otpad i recikliranje
16. Poljoprivreda
17. Pravni poslovi
18. Rizik i osiguranje
19. Rudarstvo i materijali
20. Sigurnost (uključujući i računalnu) i obrana
21. Transport i logistika
22. Upravljanje informacijama
23. Upravljanje okolišem i održivost
24. Virtualna stvarnost
25. Zaštita podataka
26. Zabava

## **7.2. SVEMIRSKE TEHNOLOGIJE**

Odnosi li se područje vašeg rada unutar svemirskih tehnologija u nekom od sljedećih tehnoloških područja?

**7.2.1. Molimo označite najviše 3 od navedenih 15 područja koja su vam primarna u radu (ukoliko ste aktivni u više od 3 područja, označite 3 primarna za vaše poslovanje):**

Upstream tehnologije koje služe razvoju, izgradnji, lansiranju i održavanju svemirskih sustava (1-9)

Midstream tehnologije koje služe uspostavi veze između svemirskih sustava (npr. funkcionalnih satelita) i krajnjih korisnika (10-11)

Downstream tehnologije koji služe za eksploataciju svemirskih podataka, te razvoj i proizvodnju opreme za krajnje korisnike i služe za (12-15)

1. Strukture (sustavi za lansiranje, satelitski sustavi, spremnici, termička kontrola);
2. Pogonski sustavi (kruti, tekući, hibridni, električna propulzija);
3. Teret (optički i infracrveni (IR) instrumenti, radari, telekomunikacija i navigacija, automatika i robotika, adaptivni sustavi);
4. Sustavi za napajanje (solarni paneli, baterije, distribucija električne energije)



5. Mehanizmi (mehanizmi satelita, mehanizmi lansera);
6. Kontrola svemirskog podsustava (*Attitude and Orbit Control* (AOCS) senzori i aktuatori);
7. Onboard podatkovni podsustavi (*onboard* računala, mikroelektronika, strojno učenje i umjetna inteligencija za onboard podatke);
8. Komunikacijski sustavi (RF tehnologija, antene, sustavi za telemetriju praćenje i upravljanje (*eng. Telemetry, Tracking and Command* (TT&C)));
9. Optoelektronika (optička komunikacija, fotonika, kvantna tehnologija, detektorske tehnologije, laserske tehnologije);
10. Zemaljske postaje i operacije (zemaljske postaje, misije, terminali);
11. Sustavi za podršku (oprema za zemaljsku podršku, obrada podataka, arhiviranje podataka, podatkovni sustavi).
12. Promatranje zemlje (*eng. Earth Observation* (EO));
13. GNSS (od *eng. Global Navigation Satellite System*), odnosno za globalno pozicioniranje i navigaciju;
14. Satelitsku komunikaciju;
15. Održivost korištenja svemira i sigurnost u svemiru, SSA (*eng. Space Situational Awareness*) što uključuje modeliranje i analizu rizika, sustavi za izbjegavanje sudara, lasersko praćenje satelita, praćenje svemirskog smeća, asteroida).
16. Ukoliko se bavite svemirskom tehnologijom koja nije navedena u gornjih 15 točaka, upišite ovdje specifično područje \_\_\_\_\_.
17. Ne razvijamo svemirske tehnologije već primjenjujemo postojeća rješenja.

**7.2.2. Odaberite područja primjene odnosno ciljane tržišta prema danim odgovorima u pitanju 7.2.1. Molimo navedite najviše tri tržišna sektora** (ukoliko ste aktivni u više od 3 tržišta navedite 3 najvažnija):

1. Promatranje zemlje s primjenama u meteorologiji i promatranju klime, praćenju klimatskih promjena, promatranju mora i voda, šuma i agrikultura i dr., program Copernicus koji predvodi Europska komisija i ESA i dr.;
2. Primjene GNSS-a što uključuje primjene u zračnom prometu, brodskom prometu, primjene za upravljanje vozilima, mjerenje vremena i sinkronizaciju, traganje i spašavanje, odnosno općenito primjene u industrijskom sektoru koji koristi globalno pozicioniranje, sustav Galileo odnosno europski GNSS i dr.;
3. Usluge koje se oslanjaju na satelitsku komunikaciju (SatCom usluge), širokopojasne usluge, usluge emitiranja, telemedicina, sigurna komunikacija i dr.;
4. Zemaljski segment - zemaljske stanice, telemetrija, praćenje, upravljanje i kontrola;
5. Operacije letenja - centri za lansiranje, lansirna vozila;
6. Istraživačke misije - znanost o životu, mikrogravitacija, međunarodna svemirska postaja (*eng. International Space Station* (ISS));
7. Sigurnost u svemiru - SSA, primjena tehnologije za izbjegavanje sudara i svemirskog smeća, praćenje svemirske klime.
8. Ukoliko primjenjujete svemirske tehnologije u tržišnom sektoru koji nije navedena u gornjih 7 točaka, upišite ovdje specifičan sektor \_\_\_\_\_.

Sljedeća pitanja ostavljaju mogućnost odgovora za aktivnosti/rad u oba područja, ukoliko niste aktivni u nekom od područja molimo vas upišite 0.

**8. Molimo navedite broj zaposlenih inženjera/istraživača/stručnjaka koji rade u područjima Umjetna inteligencija i Svemirske tehnologije; molimo unesite broj koji se referira na FTE (eng. Full Time Equivalent). Ukoliko kao tvrtka ne radite u nekom području upišite 0**

8.1. Umjetna inteligencija: \_\_\_\_\_ (FTE),

8.2. Svemirske tehnologije: \_\_\_\_\_ (FTE),

**9. Koliko imate godina radnog iskustva (kao tvrtka ili istraživačka skupina) u istraživanjima povezanim s tematskim područjima Umjetna inteligencija i Svemirske tehnologije? Ukoliko kao tvrtka imate iskustvo u oba područja molim upišite broj godina radnog iskustva za oba.**

9.1. Umjetna inteligencija: \_\_\_\_ godina.

9.2. Svemirske tehnologije: \_\_\_\_ godina.

**10. Broj i uloga na istraživačko-razvojn timer projektima na kojima ste radili u tematskim područjima od 2016. godine do danas (istraživačko-razvojni projekt podrazumijeva planirano istraživanje s ciljem stjecanja novih znanja, razvoja novih proizvoda/usluga/procesa):**

10.1.1. Umjetna inteligencija: Ukupan broj \_\_\_\_\_ projekata, od toga broj projekata na kojima ste sudjelovali u svojstvu koordinatora čitavog projekta: \_\_\_\_\_

10.2.1. Svemirske tehnologije: Ukupan broj \_\_\_\_\_ projekata, od toga broj projekata na kojima ste sudjelovali u svojstvu koordinatora čitavog projekta: \_\_\_\_\_

**11. Molimo navedite okvirnu prosječnu godišnju vrijednost (u razdoblju od 2016-2022) istraživačko-razvojn timer ulaganja u tematskim područjima (ljudski kapaciteti, oprema, ostalo). Predložimo da zaokružite iznose na tisuće EUR. Npr. ukoliko ste uložili 100.025 EUR, upišite 100.000. Ukoliko kao tvrtka ne radite u nekom području upišite 0.**

Umjetna inteligencija: \_\_\_\_\_ EUR

Svemirske tehnologije: \_\_\_\_\_ EUR

**12. Izvori financiranja istraživačko razvojnih projekata u tematskim područjima. Ukoliko kao tvrtka ne radite u nekom području upišite 0.**

12.1. Istraživačko-razvojne projekte u tematskom području **Umjetna inteligencija** financirali smo iz sljedećih izvora (podijelite u postotku tako da zbroj postotaka iznosi 100%):

- a) Vlastitim sredstvima: \_\_\_\_%
- b) EU programi i bespovratna sredstva: \_\_\_\_%
- c) EU financijski instrumenti (zajmovi s niskim kamatnim stopama, jamstva za kredit komercijalnih banaka): \_\_\_\_%
- d) Komercijalni kredit od poslovne banke: \_\_\_\_%
- e) Drugi izvori (Molimo navedite izvor): \_\_\_\_\_ (izvor), \_\_\_\_%

12.2. Istraživačko-razvojne projekte u tematskom području **Svemirske tehnologije** financirali smo iz sljedećih izvora (podijelite u postotku tako da je zbroj postotaka iznosi 100%):

- a) Vlastitim sredstvima: \_\_\_\_%
- b) EU programi i bespovratna sredstva: \_\_\_\_%
- c) EU financijski instrumenti (zajmovi s niskim kamatnim stopama, jamstva za kredit komercijalnih banaka): \_\_\_\_%
- d) Komercijalni kredit od poslovne banke: \_\_\_\_%
- e) Drugi izvori (Molimo navedite izvor): \_\_\_\_\_ (izvor), \_\_\_\_%

### 13. Zaštita prava intelektualnog vlasništva

13.1. Jeste li koristili neke oblike zaštite intelektualnog vlasništva (patent, žig, industrijski dizajn, autorska prava, i drugo) za rezultate Vaših istraživanja u razdoblju od 2016. do 2022.?

- a) DA      b) NE (ako je odgovor Ne, preskočite pitanja o komercijalizaciji i idite na pitanje 14.)

13.2. Koje oblike zaštite ste koristili za rezultate Vaših istraživanja u razdoblju od 2016. - 2022. godine? Molimo za odabrane elemente navedite i broj prijava za zaštitu ukoliko ih je bilo više od jedne.

#### 13.2.1. Umjetna inteligencija:

- a) Patent: \_\_\_\_\_
- b) Žig: \_\_\_\_\_
- c) Industrijski dizajn: \_\_\_\_\_
- d) Autorska prava: \_\_\_\_\_
- e) Uporabni model: \_\_\_\_\_
- f) Neka druga zaštita (molimo navedite koja): \_\_\_\_\_, navedite broj: \_\_\_\_\_

#### 13.2.2. Svemirske tehnologije:

- a) Patent: \_\_\_\_\_
- b) Žig: \_\_\_\_\_
- c) Industrijski dizajn: \_\_\_\_\_
- d) Autorska prava: \_\_\_\_\_
- e) Uporabni model: \_\_\_\_\_
- f) Neka druga zaštita (molimo navedite koja): \_\_\_\_\_, navedite broj: \_\_\_\_\_

13.3. Jeste li licencirali neke od elemenata zaštite intelektualnog vlasništva?

13.3.1. Umjetna inteligencija: a) Da, navedite broj licenci \_\_\_\_\_ b) Ne

13.3.2. Svemirske tehnologije: a) Da, navedite broj licenci \_\_\_\_\_ b) Ne

#### **14. Suradnja sa znanstvenim institucijama**

Jeste li surađivali sa znanstvenim institucijama u ciljana dva tematska područja od 2016. godine do 2022. godine?

##### 14.1. Umjetna inteligencija:

- a) Da
- b) Ne

Ako da, molimo navedite broj projekata sa znanstvenim institucijama u navedenom razdoblju, te popišite institucije s kojima ste surađivali u tematskom području.

14.1.1. Broj projekata sa znanstvenim institucijama u području Umjetne inteligencije: \_\_\_\_\_

14.1.2. Popis znanstvenih institucija s kojima ste surađivali u područje Umjetne inteligencije:

---



---



---

##### 14.2. Svemirske tehnologije:

- a) Da
- b) Ne

Ako da, molimo navedite broj projekata sa znanstvenim institucijama u navedenom razdoblju, te popišite institucije s kojima ste surađivali u tematskom području.

14.2.1. Broj projekata sa znanstvenim institucijama u području Svemirskih tehnologija: \_\_\_\_\_

14.2.2. Popis znanstvenih institucija s kojima ste surađivali u područje Svemirskih tehnologija:

---



---



---

#### **15. Suradnja s drugim tvrtkama u ciljanim tematskim područjima**

Jeste li surađivali s drugim tvrtkama u dva ciljana tematska područja od 2016. godine do 2022. godine?

##### 15.1. Umjetna inteligencija:

- a) Da
- b) Ne

Ako da, molimo navedite broj projekata s tvrtkama u navedenom razdoblju.

15.1.1. Broj projekata s tvrtkama u području Umjetne inteligencije: \_\_\_\_\_

15.2. Svemirske tehnologije:

- a) Da
- b) Ne

Ako da, molimo navedite broj projekata s tvrtkama u navedenom razdoblju.

15.2.1. Broj projekata s tvrtkama u području Svemirskih tehnologija: \_\_\_\_\_

**16. Infrastruktura**

U ovom dijelu molimo vas da navedete koristite li istraživačko-razvojnu infrastrukturu vrijednosti iznad 50.000 EUR.

16.1. Umjetna inteligencija

Koristite li istraživačko-razvojnu infrastrukturu (superračunala, računalna oprema, oprema za prikupljanje podataka i sl.) vrijednosti iznad 50.000 EUR?

- a) DA b) NE

16.1.1. Ako da, posjedujete li vlastitu istraživačko-razvojnu infrastrukturu ili koristite infrastrukturu koja nije u vašem vlasništvu (npr. infrastruktura je u vlasništvu znanstvene institucije ili nekog komercijalnog pružatelja usluge). Moguć odabir više odgovora.

- a) Posjedujemo vlastitu istraživačko-razvojnu infrastrukturu za rad na rješenjima iz područja umjetne inteligencije, navedite koju i gdje: \_\_\_\_\_
- b) Koristimo vanjsku IR infrastrukturu za rad na rješenjima iz područja umjetne inteligencije, navedite koju i gdje \_\_\_\_\_ (ime institucije/tvrtke, grad, država).

16.1.2. Molimo navedite postotak vremena koji se navedena vlastita oprema koristi za razvoj rješenja (razvoj algoritama i metoda i primjena metoda) u području umjetne inteligencije? \_\_\_\_\_%.

16.2. Svemirske tehnologije

Koristite li istraživačko-razvojnu infrastrukturu vrijednosti iznad 50.000 EUR

- a) DA b) NE

16.2.1. Ako da, posjedujete li vlastitu istraživačko-razvojnu infrastrukturu ili koristite infrastrukturu koja nije u vašem vlasništvu (npr. infrastruktura je u vlasništvu znanstvene institucije). Moguć odabir više odgovora.

- a) Posjedujemo vlastitu istraživačko-razvojnu infrastrukturu za rad na rješenjima iz područja svemirske tehnologije, navedite koju i gdje: \_\_\_\_\_
- b) Koristimo vanjsku IR infrastrukturu za rad na rješenjima iz područja svemirske tehnologije, navedite koju i gdje \_\_\_\_\_ (ime institucije/tvrtke, grad, država).

16.2.3. Molimo navedite postotak vremena koji se navedena vlastita oprema koristi za razvoj rješenja u području svemirskih tehnologija? \_\_\_\_\_%

16.3. Ako posjedujete vlastitu opremu i infrastrukturu, a cilju ostvarivanja suradnje znanstvenih institucija i privatnog sektora, postoji li mogućnosti iznajmljivanja iste s vaše strane drugim tvrtkama ili znanstvenim institucijama?

- a) DA  
b) DA – samo tvrtkama  
c) DA – samo znanstvenim institucijama  
d) NE

16.3.1. Ako ste odgovorili A, B ili C molimo navedite opremu koju ste spremni iznajmljivati znanstvenim institucijama:

Umjetna inteligencija:

\_\_\_\_\_

Svemirske tehnologije:

\_\_\_\_\_

**17. Planirate li u iduće 3 godine zaposliti ljude koji će raditi u području Umjetne inteligencije/Svemirskih tehnologija?**

17.1. Umjetna inteligencija:

- a) Da; Ako da, molimo upišite broj ljudi koji planirate zaposliti: \_\_\_\_\_
- b) Ne

17.2. Svemirske tehnologije:

- a) Da; Ako da, molimo upišite broj ljudi koji planirate zaposliti: \_\_\_\_\_
- b) Ne

**18. Koliko planirate ulagati u razvoj u području Umjetne inteligencije/Svemirskih tehnologija u iduće 3 godine?** Iznose zaokružite okvirno na tisuće EUR-a. Npr. ukoliko ste uložili 100.050 EUR, upišite 100.000. Ukoliko ne planirate ulagati, molimo unesite 0.

18.1. Umjetna inteligencija: \_\_\_\_\_ EUR

18.2. Svemirske tehnologije: \_\_\_\_\_ EUR

**19. Planirate li imati suradnju s znanstvenim institucijama u iduće 3 godine?**

19.1. Umjetna inteligencija:

- a) Da; Ako da, molimo upišite s kim planirate surađivati: \_\_\_\_\_  
b) Ne

19.2. Svemirske tehnologije:

- a) Da; Ako da, molimo upišite s kim planirate surađivati: \_\_\_\_\_  
b) Ne

**20. Planirate li ući na nova područja Umjetne inteligencije/Svemirskih tehnologija u iduće 3 godine (u kojima do sada niste djelovali)?**

20.1. Umjetna inteligencija:

- c) Da; Ako da, molimo upišite u koja područja: \_\_\_\_\_  
d) Ne

20.2. Svemirske tehnologije:

- c) Da; Ako da, molimo upišite u koja područja: \_\_\_\_\_  
d) Ne

**21. Kako planirate financirati buduće istraživačko-razvojne aktivnosti?**

21.1. Umjetna inteligencija:

- a) Vlastitim sredstvima: \_\_\_\_%  
b) EU programi i bespovratna sredstva: \_\_\_\_%  
c) EU financijski instrumenti (zajmovi s niskim kamatnim stopama, jamstva za kredit komercijalnih banaka): \_\_\_\_%  
d) Komercijalni kredit od poslovne banke: \_\_\_\_%  
e) Drugi izvori (Molimo navedite izvor): \_\_\_\_\_ (izvor), \_\_\_\_%

21.2. Svemirske tehnologije:

- a) Vlastitim sredstvima: \_\_\_\_%  
b) EU programi i bespovratna sredstva: \_\_\_\_%  
c) EU financijski instrumenti (zajmovi s niskim kamatnim stopama, jamstva za kredit komercijalnih banaka): \_\_\_\_%  
d) Komercijalni kredit od poslovne banke: \_\_\_\_%  
e) Drugi izvori (Molimo navedite izvor): \_\_\_\_\_ (izvor), \_\_\_\_%

**22. Planirate li ići na nova tržišta, te ako da, molimo navedite koja.**

22.1. Umjetna inteligencija:

- a) Da; Ako da, molimo navedite na koja tržišta: \_\_\_\_\_  
b) Ne

## 22.2. Svemirske tehnologije:

- a) Da; Ako da, molimo navedite na koja tržišta: \_\_\_\_\_
- b) Ne

## 6.2.5 Popis kratica institucija korištenih u izvješću

Tablica 18. Prikaz akronima znanstvenih institucija.

Kratica	Institucija
Algebra	Sveučilište Algebra
DHMZ	Državni hidrometeorološki zavod
Ericsson NT d.d.	Ericsson Nikola Tesla d.d.
HEP	Hrvatska Elektroprivreda
HKS	Hrvatsko katoličko sveučilište
HZJZ	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
IFS	Institut za fiziku
INANTRO	Institut za antropologiju
IOR Split	Institut za oceanografiju i ribarstvo
IRB	Institut "Ruđer Bošković"
Institut za jezik	Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje
KB Dubrava	Klinička bolnica Dubrava
KB Fran Mihaljević	Klinička bolnica "Fran Mihaljević"
KB Merkur	Klinička bolnica Merkur
KB Sveti Duh	Klinička bolnica Sveti Duh
KBC Rijeka	Klinički bolnički centar Rijeka
KBC SM	Klinički bolnički centar Sestre Milosrdnice
KBC Split	Klinički bolnički centar Split
KBC Zagreb	Klinički bolnički centar Zagreb
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova
NP Telaščica	Nacionalni park Telaščica
SSJEV	Sveučilište Sjever
SuDU	Sveučilište u Dubrovniku
SuOS	Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
SuOS EF	Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Ekonomski fakultet
SuOS FERIT	Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija
SuRI	Sveučilište u Rijeci



SuRI BIOTEH	Sveučilište u Rijeci, Odjel za biotehnologiju
SuRI FF	Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet
SuRI FIZ	Sveučilište u Rijeci, Fakultet za fiziku
SuRI INF	Sveučilište u Rijeci, Fakultet Informatike i digitalnih tehnologija
SuRI MEF	Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet
SuRI POM	Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
SuRI RITEH	Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet
SuST	Sveučilište u Splitu
SuST EF	Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet
SuST FESB	Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje
SuST GRAĐ	Sveučilište u Splitu, Građevinski fakultet
SuST KIN	Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet
SuST MEF	Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet
SuST PMF	Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet
SuST POM	Sveučilište u Splitu, Pomorski Fakultet
SuZD	Sveučilište u Zadru
SuZG	Sveučilište U Zagrebu
SuZG AGRO	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
SuZG EF	Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet
SuZG FER	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
SuZG FF	Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet
SuZG FKIT	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
SuZG FOI	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike
SuZG FPZ	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti
SuZG FSB	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje
SuZG GEO	Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet
SuZG GRAĐ	Sveučilište u Zagrebu, Građevinski Fakultet
SuZG KIN	Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultete
SuZG MEF	Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet
SuZG PBF	Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnoški fakultet
SuZG PMF	Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet
SuZG PROMET	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti
SuZG RGN	Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet
SuZG STOM	Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet
SuZG TTF	Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
SuZG ŠUMFAK	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
TVU Zagreb	Tehničko Veleučilište u Zagrebu
VU Krapina	Veleučilište u Krapini