



**HRVATSKI CENTAR
KOMPETENCIJA
ZA HPC**



**Funded by
the European Union**

Projekt

National Competence Centres in the framework of EuroHPC Phase 2 - EuroCC 2

(Digital Europe, EuroHPC JU)

Izvješće o provedbi istraživanja na temu Krajolika obrazovanja iz područja HPC, HPDA i AI

Osijek, svibanj 2024.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. SADRŽAJ UPITNIKA	1
3. REZULTATI I ANALIZA UPITNIKA.....	5
3.1. Sudionici upitnika.....	5
3.2. Pregled bitnosti istraživanih područja u poslovanju.....	6
3.3. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po područjima	8
3.4. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Računarstvo visokih performansi	9
3.5. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Analiza podataka visokih performansi.....	13
3.6. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Umjetna inteligencija	16
3.7. Skupni pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama.....	19
4. ZAKLJUČAK	22

1. UVOD

Istraživanje na temu Krajolika obrazovanja iz područja HPC, HPDA i AI provodi se kao dio projekta National Competence Centres in the framework of EuroHPC Phase 2 (EuroCC 2) u sklopu European High-Performance Computing Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 951732 and Digital Europe. Jedna od aktivnosti projekta je utvrđivanje kompetencija i potreba za novim obrazovnim sadržajima i trening aktivnostima u područjima Računarstva visokih performansi (engl. High Performance Computing – HPC), Analize podataka računalnim okolinama i postupcima visokih performansi (engl. High Performance Data Analysis – HPDA) i Umjetne inteligencije (engl. Artificial Intelligence – AI). U tu je svrhu, s ciljem stvaranja detaljnijeg krajolika potreba i mogućnosti u navedenim područjima, proveden upitnik namijenjen tvrtkama i ustanovama.

2. SADRŽAJ UPITNIKA

Upitnik je ostvaren korištenjem Google obrazaca, gdje je u uvodu predviđen unos naziva subjekta i kontakt podataka odgovorne osobe. Sudionici su pritom upoznati da će se uneseni podatci koristiti isključivo za potrebe istraživanja na projektu i to u skupnom obliku, bez navođenja naziva subjekata i osobnih podataka, kao i da će po završetku istraživanja biti uklonjeni. Glavni dio upitnika sastoji se od pitanja podijeljenih u tri teme, odnosno cjeline: Računarstvo visokih performansi (engl. High Performance Computing), Analiza podataka visokih performansi (engl. High Performance Data Analysis) i Umjetna inteligencija (engl. Artificial Intelligence). Na početku svake od navedenih cjelina ponuđeno je pitanje kojim se utvrđuje bitnost predmetnog područja u poslovanju subjekta te pitanje obrazovne aktivnosti na istu temu kojim subjekti mogu ponuditi obrazovnu aktivnost ili iskazati potrebu za obrazovnom aktivnosti. U nastavku svake cjeline na isti su način postavljena pitanja kojima se za uže teme iz predmetnog područja utvrđuju bitnost u poslovanju te ponuda ili potražnja obrazovne aktivnosti, a obuhvaćeno je ukupno 36 takvih užih tema, od kojih je njih 15 u prvoj cjelini (Računarstvo visokih performansi), njih 11 u drugoj cjelini (Analiza podataka visokih performansi) te njih 10 u trećoj cjelini (Umjetna inteligencija). Na kraju svake cjeline sudionicima je ponuđena mogućnost samostalnog predlaganja dodatnih tema iz predmetnog područja. Tablicom 2.1. prikazana su sva pitanja glavnog dijela upitnika i ponuđeni odgovori.

Tablica 2.1. *Pitanja u upitniku po područjima i ponuđeni odgovori*

područje / uža tema	pitanje	ponuđeni odgovori
Računarstvo visokih performansi (engl. High Performance Computing)	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Korištenje hrvatske HPC infrastrukture</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Superračunarstvo u prirodnim znanostima</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Uvod u MPI i OpenMP modele paralelnog programiranja</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Ugrađeno superračunarstvo</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Paralelni algoritmi</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Paralelne biblioteke</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Superračunarstvo u stvarnom vremenu</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Inženjerstvo performansi i kodizajn</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>HPC u modeliranju i simulaciji</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Modeli paralelnog programiranja</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne

	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Programiranje za raznorodne (heterogene) paralelne arhitekture</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>GPGPU i ubrzivači</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Zeleno računarstvo</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Hrvatski HPC resursi: Supek i Vrančić</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>EuroHPC</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
Analiza podataka visokih performansi (engl. High Performance Data Analysis)	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Analiza velikog skupa podataka i obrada toka podataka</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak HR-ZOO</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Računalna dinamika fluida</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>HPDA u službi otkrivanja prijevara i anomalija</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>HPDA koprocesori i ubrzivači</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je

<i>HPDA u biomedicinskim znanostima</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Uvod u velike skupove podataka</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Računarstvo u oblaku</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Obrada tokova podataka u stvarnom vremenu</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Računalna kemija</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Rješavanje problema velikih raspona na superračunalima</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
Umjetna inteligencija (engl. Artificial Intelligence)	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Programski okviri za duboko učenje</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Izdvajanje značajki iz višedimenzionalnih podataka</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Pristranosti u modelima strojnog učenja</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Učenje iz neuravnoteženih podataka</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Klasifikacija s više oznaka</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne

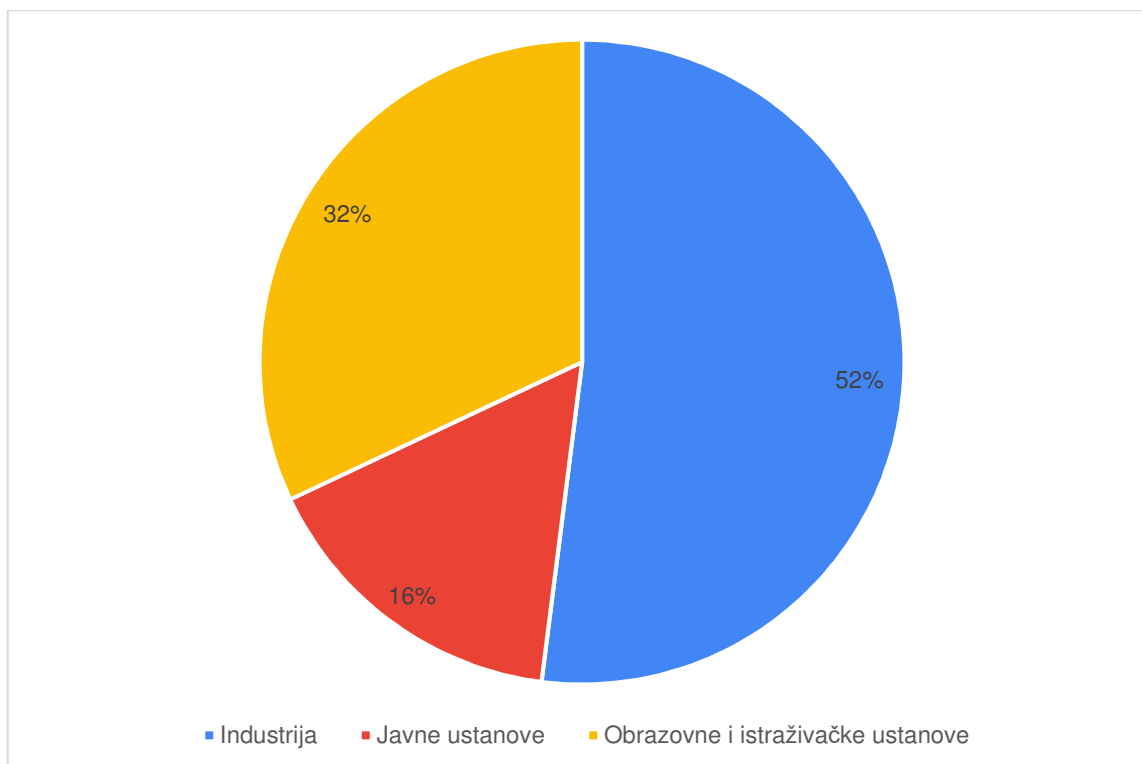
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Grupiranje podataka sa složenim oblicima</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Duboko učenje za analizu slike</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Strojno učenje za autonomna vozila</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Elementi umjetne inteligencije</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je
<i>Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju</i>	Bitno za poslovanje	Da / Ne
	Obrazovna aktivnost na temu	Mogu ponuditi / Potrebna mi je

3. REZULTATI I ANALIZA UPITNIKA

U ovom su poglavlju opisani rezultati istraživanja provedenog upitnikom: skupni pregled sudionika istraživanja, pregled bitnosti triju istraživanih područja (Računarstvo visokih performansi, Analiza podataka visokih performansi, Umjetna inteligencija) u poslovanju anketiranih subjekata, pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po područjima te pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama unutar svih triju područja.

3.1. Sudionici upitnika

Popunjavanju upitnika pristupilo je 50 subjekata, koji su za potrebe analize podijeljeni u tri skupine: industrija, javne ustanove te obrazovne i istraživačke ustanove. Od 50 subjekata, industriji pripada njih 26 (52% ukupnog broja sudionika), javnim ustanovama njih 8 (16%), a obrazovnim i istraživačkim ustanovama njih 16 (32%). Slika 3.1. grafički prikazuje sastav sudionika upitnika po skupinama.



Slika 3.1. *Sastav sudionika upitnika po skupinama*

3.2. Pregled bitnosti istraživanih područja u poslovanju

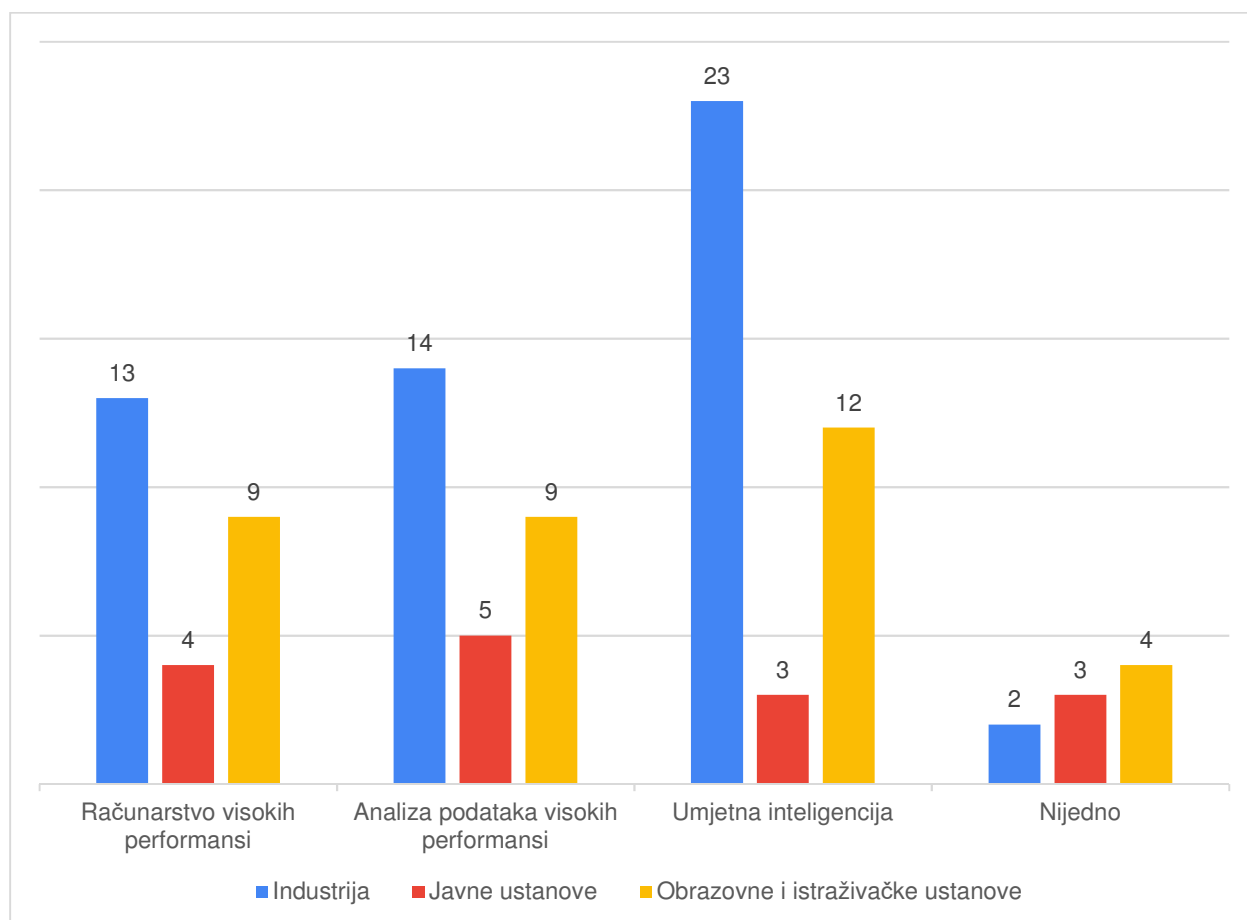
U početnom dijelu svake cjeline upitnika, kojima su predstavljena tri područja znanja obuhvaćena upitnikom, sudionici su izražavali bitnost istih u poslovanju svojih subjekata, pri čemu je bilo moguće odabrati proizvoljan broj područja, uključujući i nijedno. Prvo područje, odnosno Računarstvo visokih performansi, u poslovanju svojih subjekata bitnim je ocijenilo 26 sudionika upitnika. Analiza podataka visokih performansi smatra se bitnom u poslovanju 28 subjekata. U cjelini se kao najbitnije pokazalo područje Umjetne inteligencije za koju se izjasnilo 38 sudionika upitnika. Kod 9 anketiranih subjekata ni jedno od navedenih područja nije bitno u poslovanju. U tablici 3.1. nalazi se pregled navedenih rezultata po skupinama subjekata.

Tablica 3.1. *Pregled bitnosti područja istraživanja po skupinama anketiranih subjekata*

	Računarstvo visokih performansi	Analiza podataka visokih performansi	Umjetna inteligencija	Nijedno
Industrija	13	14	23	2
Javne ustanove	4	5	3	3

Obrazovne i istraživačke ustanove	9	9	12	4
Σ	26	28	38	9

Vidljivo je kako u sva tri područja prevladavaju subjekti iz skupine industrije koji navedena područja smatraju bitnima u poslovanju. Što se tiče preostale dvije skupine subjekata, na području Umjetne inteligencije znatno je više subjekata iz skupine obrazovnih i istraživačkih ustanova nego subjekata iz skupine javnih ustanova, dok je na području Računarstva visokih performansi i području Analize podataka visokih performansi razlika u količini između njih ponešto manja. S obzirom na brojnost triju anketiranih skupina subjekata, rezultati su u skladu s očekivanjima. Među subjektima koji ni jedno od tri područja ne smatraju bitnim u svom poslovanju najviše je onih iz skupine obrazovnih i istraživačkih ustanova (ukupno četiri), troje njih je iz skupine javnih ustanova, a dva takva subjekta dolaze iz skupine industrije. Grafički prikaz dan je slikom 3.2.



Slika 3.2. Grafički prikaz bitnosti područja istraživanja po skupinama anketiranih subjekata

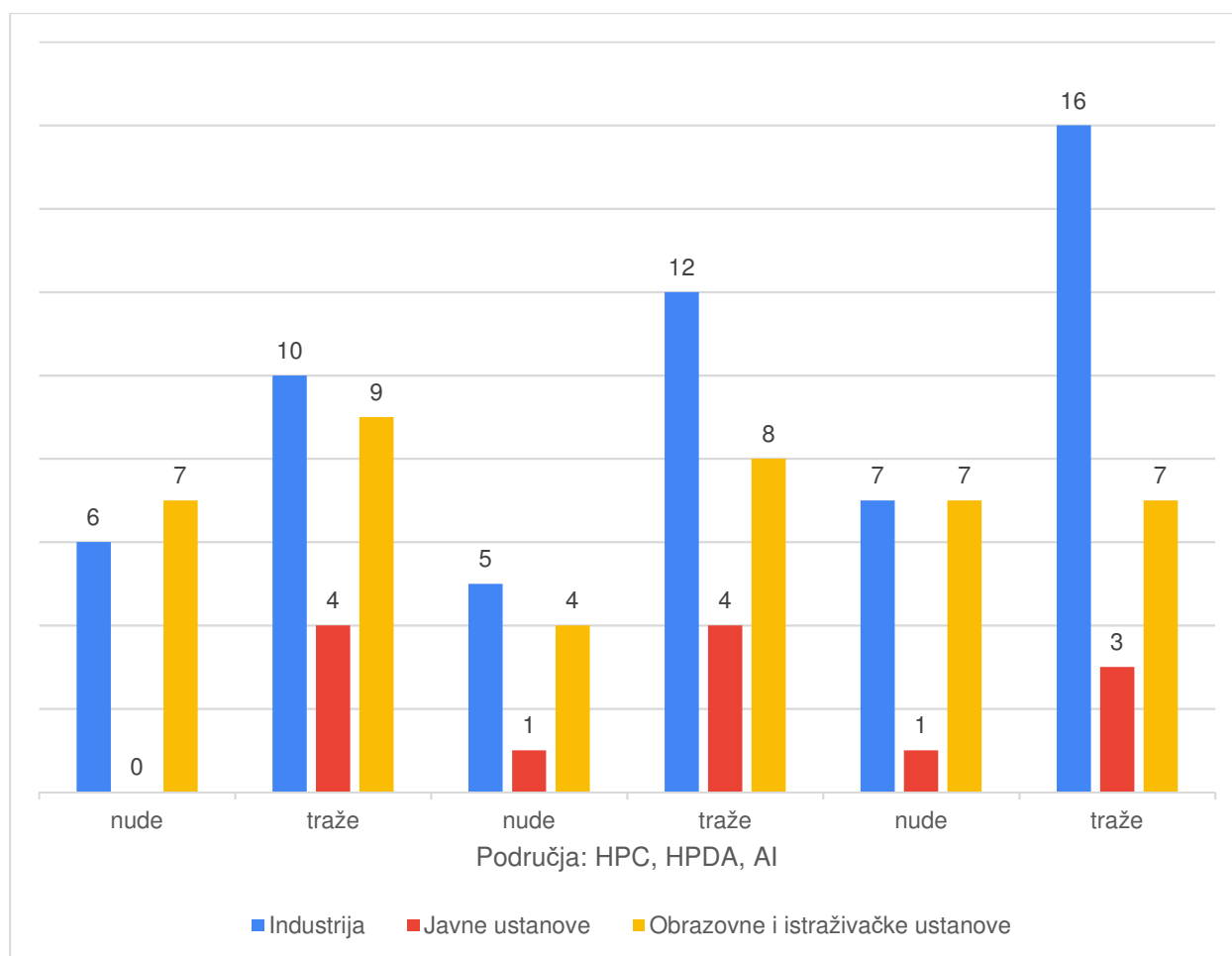
3.3. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po područjima

Kada je u pitanju izjašnjavanje oko obrazovnih aktivnosti za tri glavna područja istraživanja, konačni ishod je identičan, ali uz određene razlike u količini subjekata koje su posljedica prije svega činjenice da su neki sudionici koji ne smatraju neko područje bitnim u poslovanju svog subjekta ipak iskazali zanimanje za pohađanje obrazovne aktivnost iz istog područja, a s druge strane postoje i subjekti čiji predstavnici nisu ponudili ili zatražili obrazovnu aktivnost, iako određeno područje smatraju bitnim u poslovanju. U tabličnom prikazu 3.2. nalaze se rezultati po područjima i skupinama anketiranih subjekata.

Tablica 3.2. *Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po područjima i skupinama anketiranih subjekata*

	Računarstvo visokih performansi		Analiza podataka visokih performansi		Umjetna inteligencija	
	nude	traže	nude	traže	nude	traže
Industrija	6	10	5	12	7	16
Javne ustanove	0	4	1	4	1	3
Obrazovne i istraživačke ustanove	7	9	4	8	7	7
Σ	13	23	10	24	15	26
Σ	36		34		41	

Kod sva tri područja u cjelini je potražnja obrazovnih aktivnosti veća od ponude, pri čemu je na području Analize podataka visokih performansi ta razlika nešto izraženija u odnosu na područje Računarstva visokih performansi i područje Umjetne inteligencije. Na sljedećem grafikonu na slici 3.3. prikazan je navedeni odnos po pojedinačnim skupinama subjekata.



Slika 3.3. Grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po područjima i skupinama anketiranih subjekata

3.4. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Računarstvo visokih performansi

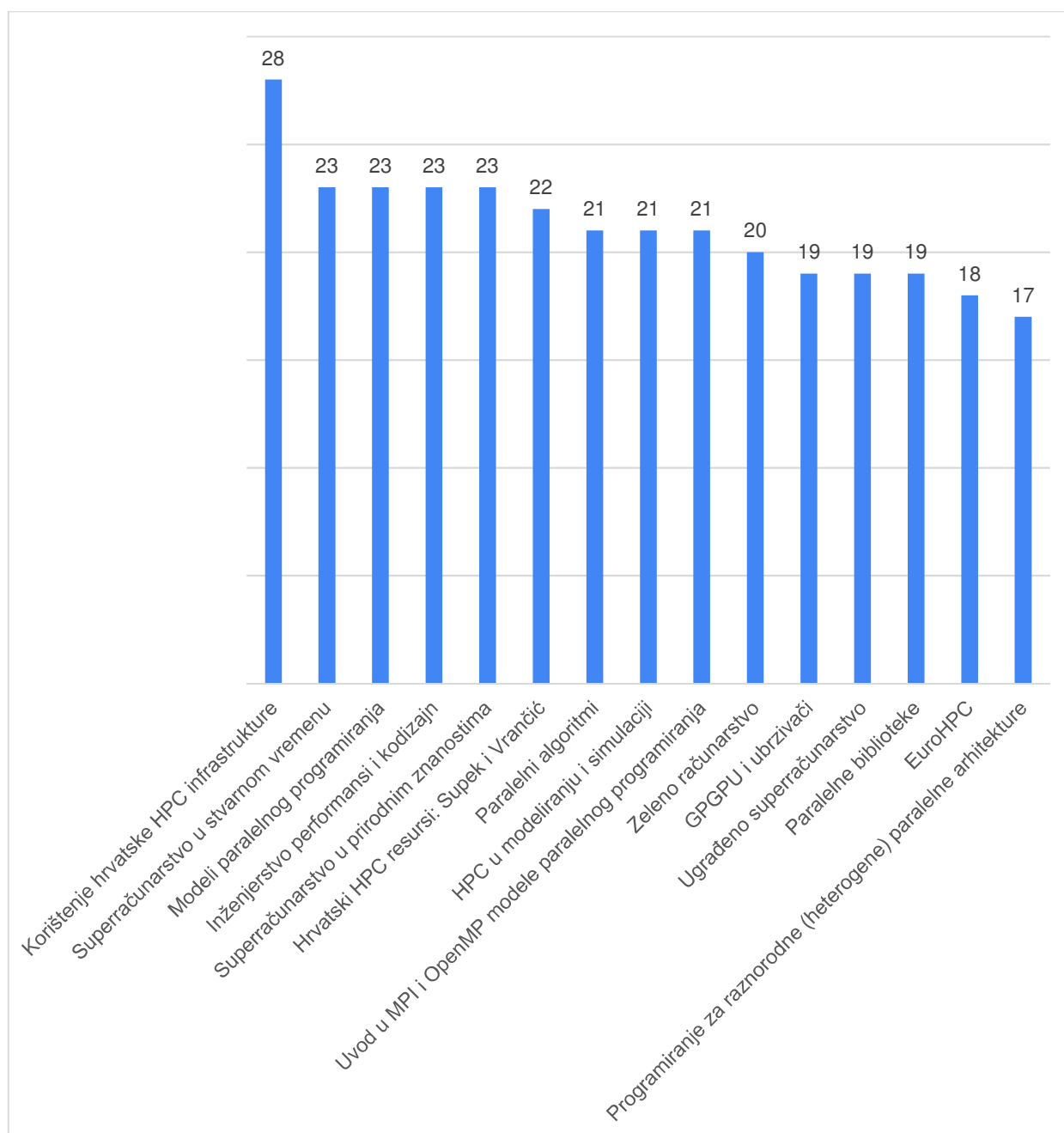
Dubljim ulaskom u svako od triju velikih područja može se utvrditi zanimanje subjekata i za uže pripadajuće teme. Za područje Računarstva visokih performansi rezultati su dani tablicom 3.3.

Tablica 3.3. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Računarstvo visokih performansi

Računarstvo visokih performansi	nudi	traži	Σ
Korištenje hrvatske HPC infrastrukture	8	20	28
Superračunarstvo u prirodnim znanostima	8	15	23
Uvod u MPI i OpenMP modele paralelnog programiranja	8	13	21

Ugrađeno superračunarstvo	3	16	19
Paralelni algoritmi	7	14	21
Paralelne biblioteke	5	14	19
Superračunarstvo u stvarnom vremenu	6	17	23
Inženjerstvo performansi i kodizajn	9	14	23
HPC u modeliranju i simulaciji	9	12	21
Modeli paralelnog programiranja	9	14	23
Programiranje za raznorodne (heterogene) paralelne arhitekture	4	13	17
GPGPU i ubrzivači	4	15	19
Zeleno računarstvo	4	16	20
Hrvatski HPC resursi: Supek i Vrančić	5	17	22
EuroHPC	5	13	18

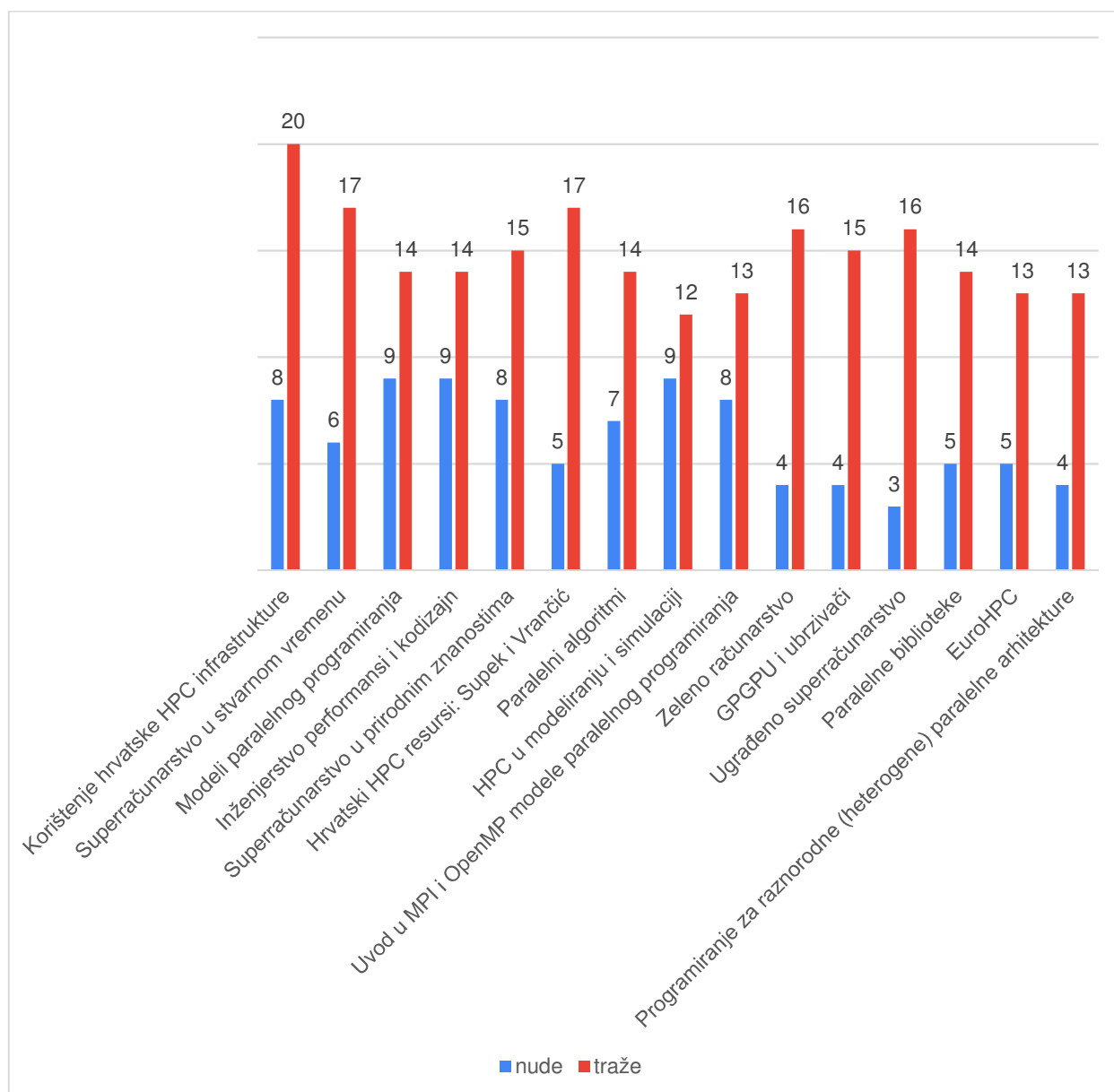
Na grafikonu na slici 3.4. primjetno je kako je subjektima u smislu ponude i potražnje kumulativno najzanimljivija tema Korištenje hrvatske HPC infrastrukture, za koju je zainteresirano 28 sudionika upitnika, a slijede ju Superračunarstvo u stvarnom vremenu, Modeli paralelnog programiranja, Inženjerstvo performansi i kodizajn te Superračunarstvo u prirodnim znanostima s po 23 zainteresirana sudionika.



Slika 3.4. Kumulativni grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Računarstvo visokih performansi

Kada se gledaju pojedinačno ponuda i potražnja obrazovnih aktivnosti po temama područja Računarstvo visokih performansi, na grafikonu na slici 3.5. primjetno je kako je najveća potražnja za temom Korištenje hrvatske HPC infrastrukture za koju se zanima 20 sudionika te temama Superračunarstvo u stvarnom vremenu i Hrvatski HPC resursi: Supek i Vrančić za koje se zanima po 17 sudionika. S druge strane, kod ponude su rezultati drukčiji. Najviše zanimanja iskazano je

za teme Modeli paralelnog programiranja, Inženjerstvo performansi i kodizajn te HPC u modeliranju i simulaciji za koje se izjasnilo po 9 sudionika te teme Korištenje hrvatske HPC infrastrukture, Superračunarstvo u prirodnim znanostima i Uvod u MPI i OpenMP modele paralelnog programiranja za koje se izjasnilo po 8 sudionika.



Slika 3.5. Grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Računarstvo visokih performansi

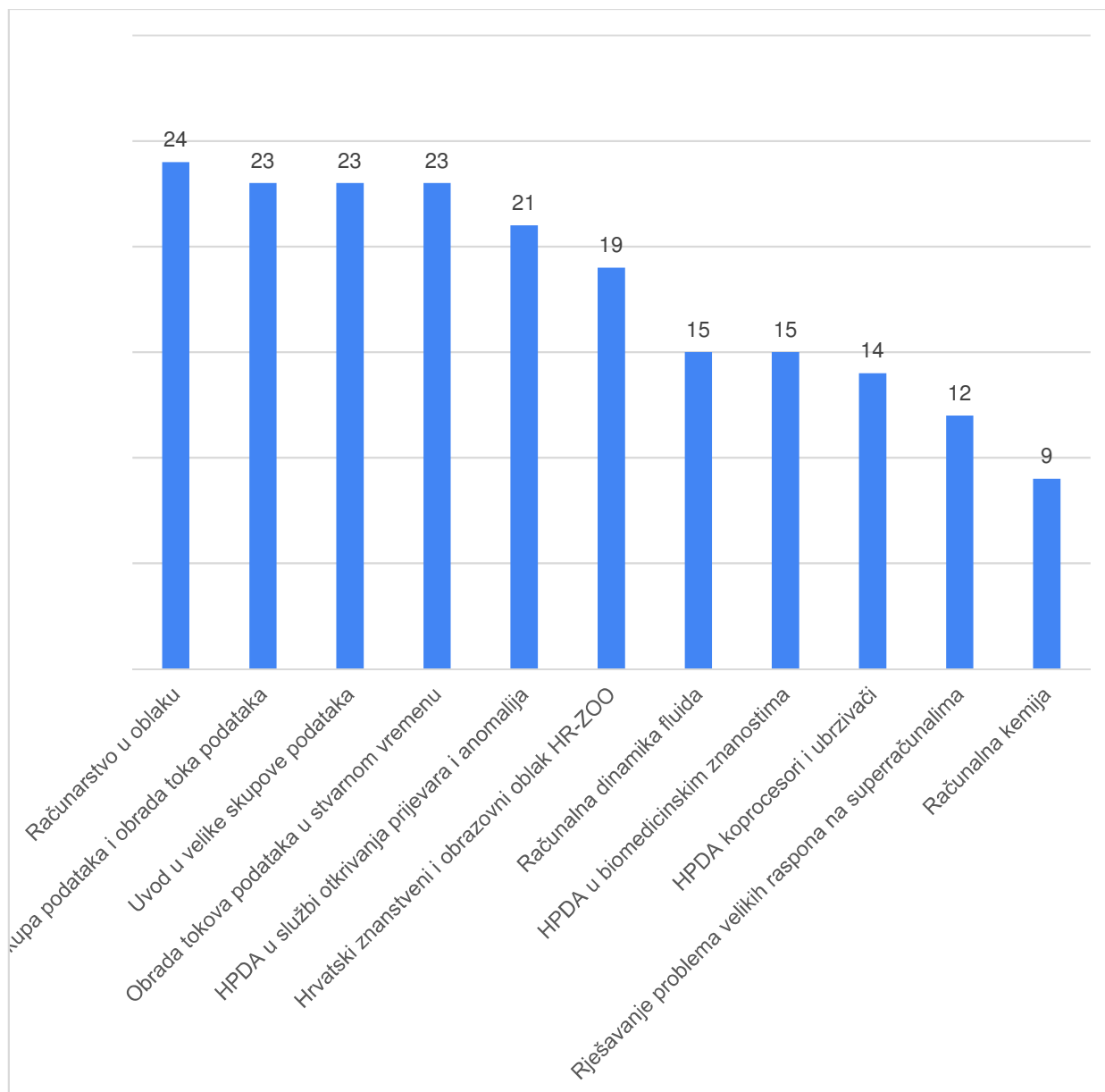
3.5. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Analiza podataka visokih performansi

Podatci o ponudi i potražnji za teme područja Analiza podataka visokih performansi nalaze se u tablici 3.4.

Tablica 3.4. *Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Analiza podataka visokih performansi*

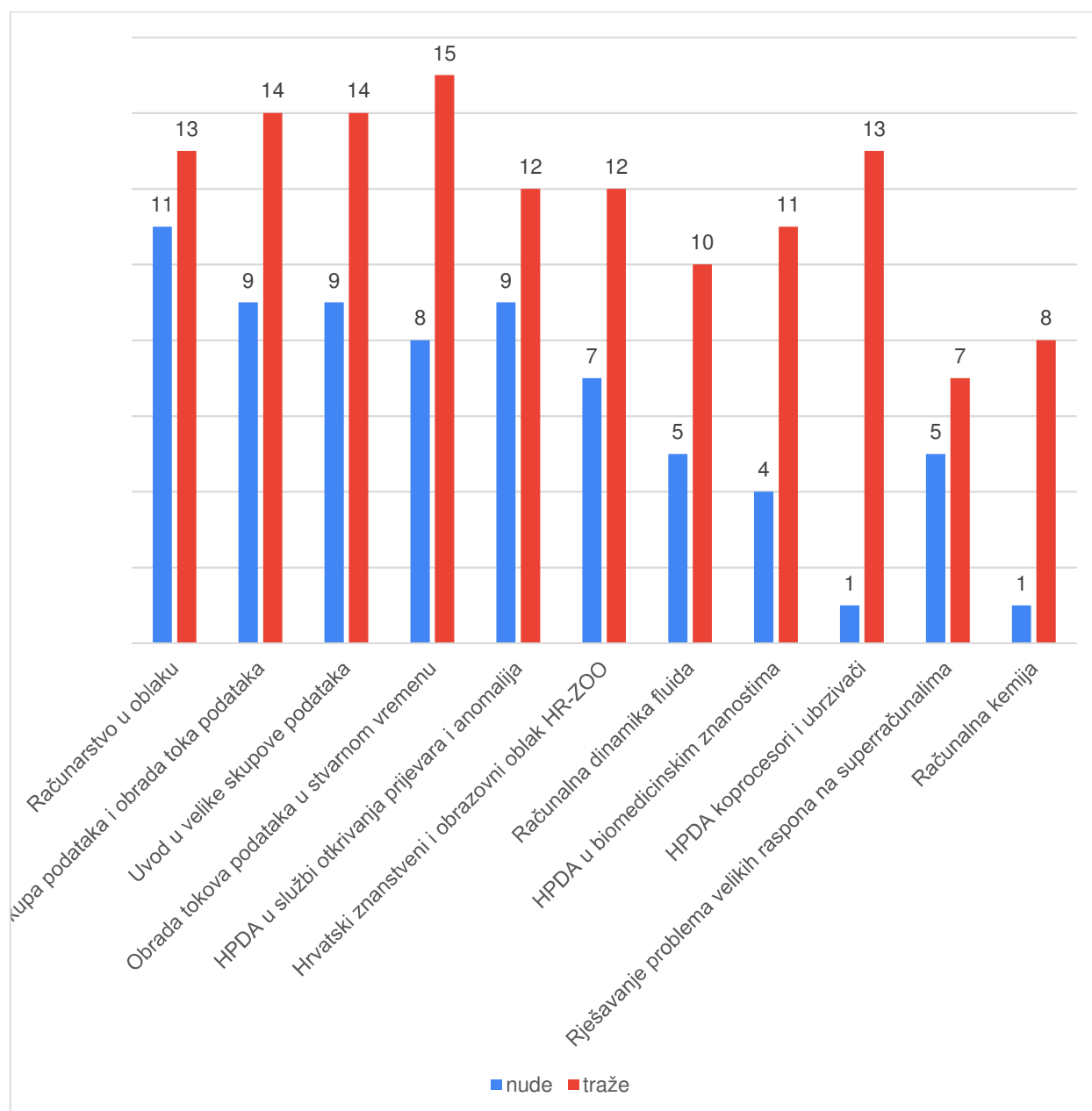
Analiza podataka visokih performansi	nudi	traži	Σ
Analiza velikog skupa podataka i obrada toka podataka	9	14	23
Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak HR-ZOO	7	12	19
Računalna dinamika fluida	5	10	15
HPDA u službi otkrivanja prijevара i anomalija	9	12	21
HPDA koprocesori i ubrzivači	1	13	14
HPDA u biomedicinskim znanostima	4	11	15
Uvod u velike skupove podataka	9	14	23
Računarstvo u oblaku	11	13	24
Obrada tokova podataka u stvarnom vremenu	8	15	23
Računalna kemija	1	8	9
Rješavanje problema velikih raspona na superračunalima	5	7	12

Prema grafikonu na slici 3.6. kumulativno su najzanimljivije teme Računarstvo u oblaku s 24 zainteresirana subjekta, teme Analiza velikog skupa podataka i obrada toka podataka, Uvod u velike skupove podataka i Obrada tokova podataka u stvarnom vremenu s po 23 zainteresirana subjekta, te tema HPDA u službi otkrivanja prijevара i anomalija za koju se izjasnio 21 sudionik.



Slika 3.6. Kumulativni grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Analiza podataka visokih performansi

Grafikon na slici 3.7. prikazuje teme po ponudi i potražnji pojedinačno. Očito je kako je najveća potražnja za temama Obrada tokova podataka u stvarnom vremenu (15 subjekata), Analiza velikog skupa podataka i obrada toka i Uvod u velike skupove podataka (po 14 subjekata), što je uglavnom opet podudaranje s kumulativnim rezultatom kao i u slučaju područja Računarstvo visokih performansi. Za razliku od tog područja, u ovom je zabilježeno podudaranje uglavnom i kod ponude obrazovnih aktivnosti: Računarstvo u oblaku (11 subjekata) te Analiza velikog skupa podataka i obrada toka podataka, Uvod u velike skupove podataka i HPDA u službi otkrivanja prijevara i anomalija (po 9 subjekata).



Slika 3.7. Grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje *Analiza podataka visokih performansi*

U dijelu cjeline upitnika namijenjenom samostalnom predlaganju užih tema ovog područja koje nisu obuhvaćene u prethodnim pitanjima, neki od sudionika naveli su Kvantno računarstvo (engl. Quantum computing) kao potencijalnu dodatnu temu koja bi ih zanimala u okviru obrazovnih aktivnosti.

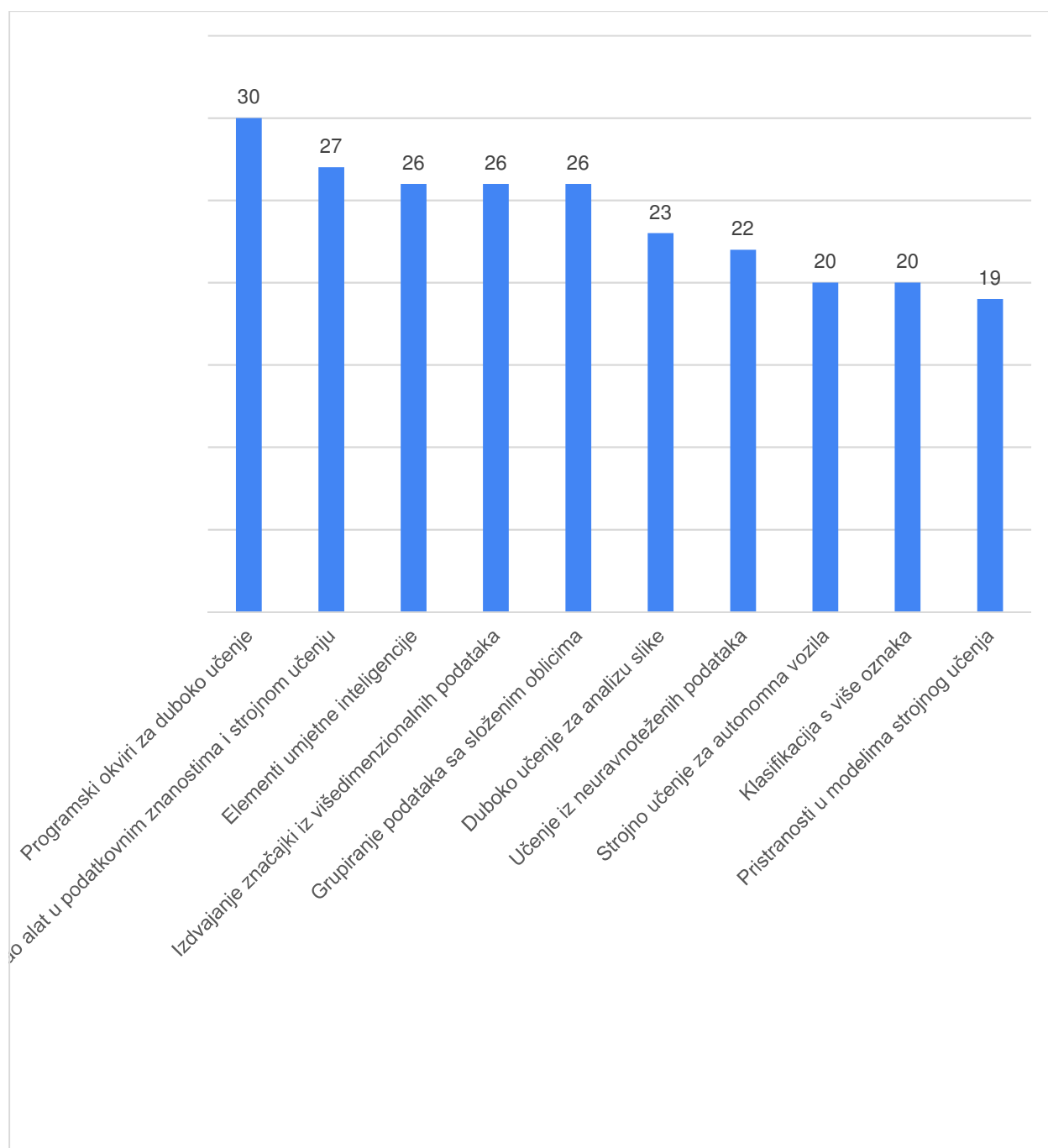
3.6. Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Umjetna inteligencija

Podatci o ponudi i potražnji za teme područja Umjetna inteligencija nalaze se u tablici 3.5.

Tablica 3.5. *Pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Umjetna inteligencija*

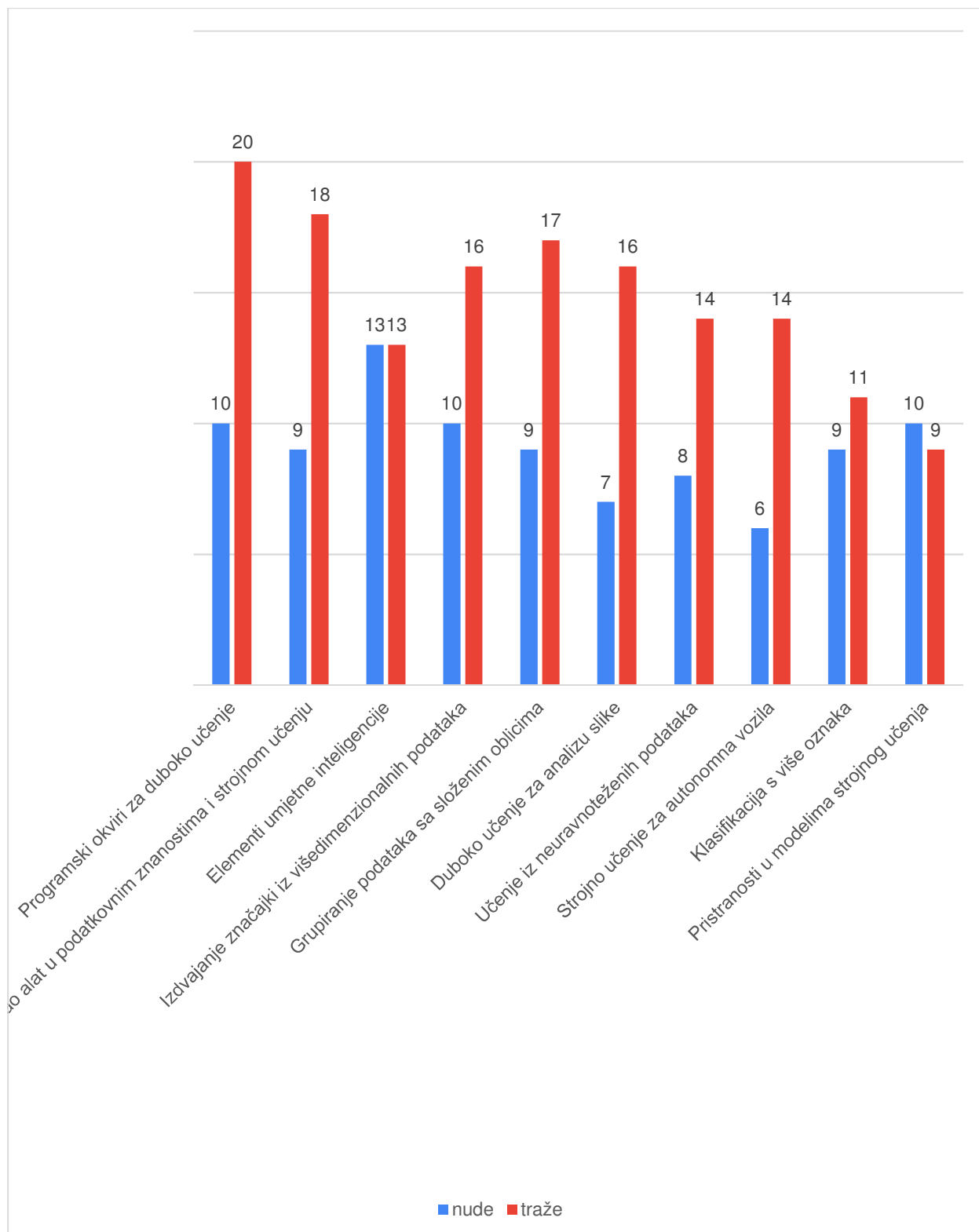
Umjetna inteligencija	nudi	traži	Σ
Programski okviri za duboko učenje	10	20	30
Izdvajanje značajki iz višedimenzionalnih podataka	10	16	26
Priistranosti u modelima strojnog učenja	10	9	19
Učenje iz neuravnoteženih podataka	8	14	22
Klasifikacija s više oznaka	9	11	20
Grupiranje podataka sa složenim oblicima	9	17	26
Duboko učenje za analizu slike	7	16	23
Strojno učenje za autonomna vozila	6	14	20
Elementi umjetne inteligencije	13	13	26
Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju	9	18	27

Iz grafikona na slici 3.8. vidljivo je kako je kumulativno sudionicima upitnika najzanimljivija tema Programski okviri za duboko učenje (30 sudionika), a slijede ju Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju (27 sudionika) te Elementi umjetne inteligencije, Izdvajanje značajki iz višedimenzionalnih podataka i Grupiranje podataka sa složenim oblicima (po 26 sudionika).



Slika 3.8. Kumulativni grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje Umjetna inteligencija

Kada je riječ o ponudi i potražnji obrazovnih aktivnosti, iz grafikona na slici 3.9. vidljivo je kako najviše sudionika traži obrazovne aktivnosti iz teme Programski okviri za duboko učenje (20 sudionika), zatim teme Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju (18 sudionika) te Grupiranje podataka sa složenim oblicima (17 sudionika). S druge strane, najveća je ponuda za temu Elementi umjetne inteligencije (13 sudionika) i to je jedini slučaj u kojem jednak broj sudionika traži i nudi obrazovnu aktivnost.



Slika 3.9. Grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama za područje *Umjetna inteligencija*

Kao dodatnu temu za ovo područje koja bi ih zanimala, pojedini sudionici predložili su Velike jezične modele (engl. Large language models – LLM).

3.7. Skupni pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama

U tablici 3.6. prikazani su skupni podatci ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti za sva tri područja istraživanja i poredani po ponudi i potražnji kumulativno.

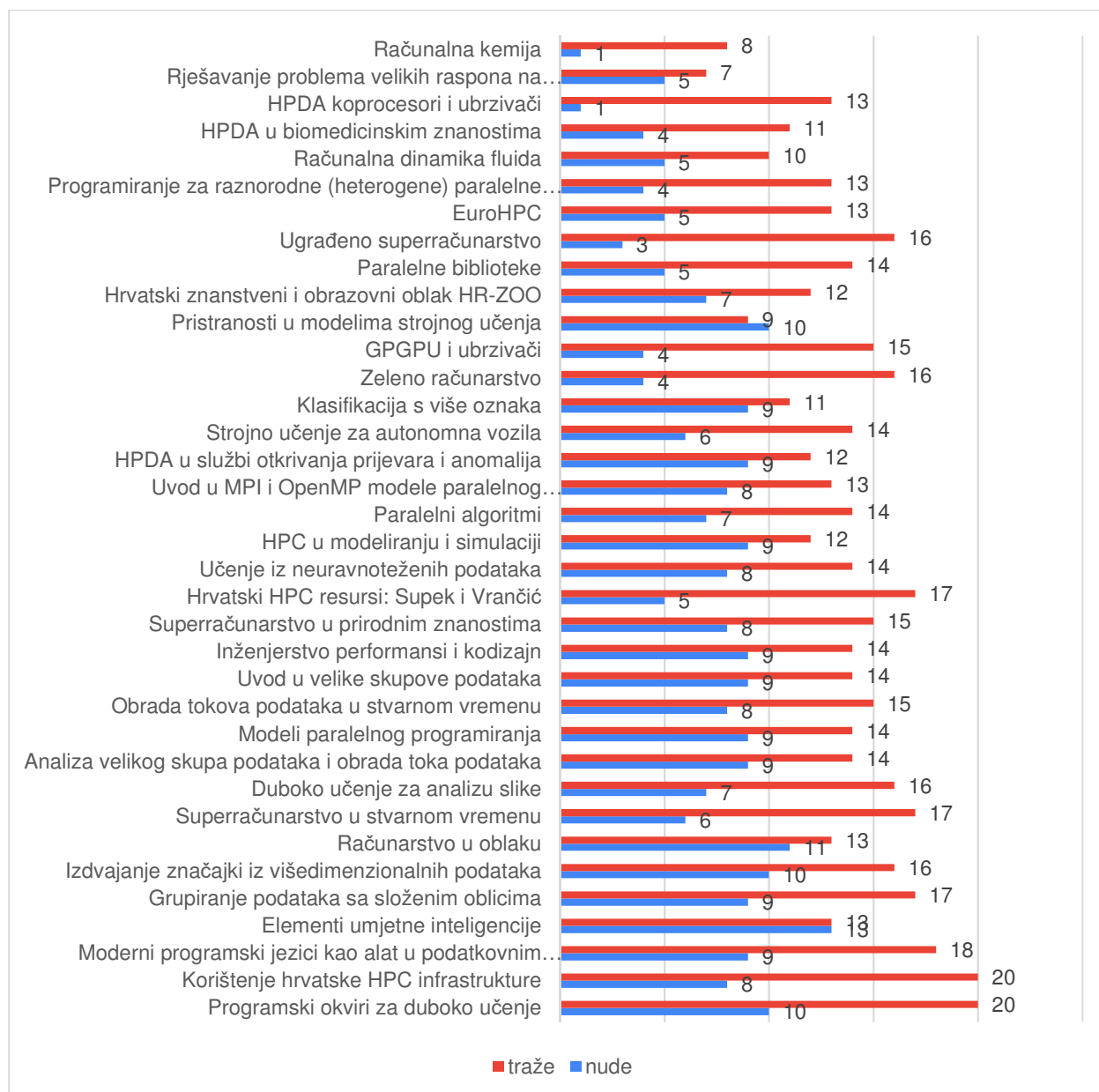
Tablica 3.6. *Skupni pregled ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama*

	nude	traže	Σ	područje
Programski okviri za duboko učenje	10	20	30	Umjetna inteligencija
Korištenje hrvatske HPC infrastrukture	8	20	28	Računarstvo visokih performansi
Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju	9	18	27	Umjetna inteligencija
Elementi umjetne inteligencije	13	13	26	Umjetna inteligencija
Grupiranje podataka sa složenim oblicima	9	17	26	Umjetna inteligencija
Izdvajanje značajki iz višedimenzionalnih podataka	10	16	26	Umjetna inteligencija
Računarstvo u oblaku	11	13	24	Analiza podataka visokih performansi
Superračunarstvo u stvarnom vremenu	6	17	23	Računarstvo visokih performansi
Duboko učenje za analizu slike	7	16	23	Umjetna inteligencija
Analiza velikog skupa podataka i obrada toka podataka	9	14	23	Analiza podataka visokih performansi
Modeli paralelnog programiranja	9	14	23	Računarstvo visokih performansi
Obrada tokova podataka u stvarnom vremenu	8	15	23	Analiza podataka visokih performansi
Uvod u velike skupove podataka	9	14	23	Analiza podataka visokih performansi
Inženjerstvo performansi i kodizajn	9	14	23	Računarstvo visokih performansi
Superračunarstvo u prirodnim znanostima	8	15	23	Računarstvo visokih performansi
Hrvatski HPC resursi: Supek i Vrančić	5	17	22	Računarstvo visokih performansi
Učenje iz neuravnoteženih podataka	8	14	22	Umjetna inteligencija

HPC u modeliranju i simulaciji	9	12	21	Računarstvo visokih performansi
Paralelni algoritmi	7	14	21	Računarstvo visokih performansi
Uvod u MPI i OpenMP modele paralelnog programiranja	8	13	21	Računarstvo visokih performansi
HPDA u službi otkrivanja prijevara i anomalija	9	12	21	Analiza podataka visokih performansi
Strojno učenje za autonomna vozila	6	14	20	Umjetna inteligencija
Klasifikacija s više oznaka	9	11	20	Umjetna inteligencija
Zeleno računarstvo	4	16	20	Računarstvo visokih performansi
GPGPU i ubrzivači	4	15	19	Računarstvo visokih performansi
Pristranosti u modelima strojnog učenja	10	9	19	Umjetna inteligencija
Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak HR-ZOO	7	12	19	Analiza podataka visokih performansi
Paralelne biblioteke	5	14	19	Računarstvo visokih performansi
Ugrađeno superračunarstvo	3	16	19	Računarstvo visokih performansi
EuroHPC	5	13	18	Računarstvo visokih performansi
Programiranje za raznorodne (heterogene) paralelne arhitekture	4	13	17	Računarstvo visokih performansi
Računalna dinamika fluida	5	10	15	Analiza podataka visokih performansi
HPDA u biomedicinskim znanostima	4	11	15	Analiza podataka visokih performansi
HPDA koprocesori i ubrzivači	1	13	14	Analiza podataka visokih performansi
Rješavanje problema velikih raspona na superračunalima	5	7	12	Analiza podataka visokih performansi
Računalna kemija	1	8	9	Analiza podataka visokih performansi

Na grafikonu na slici 3.10., koji vizualizira pojedinačno ponudu i potražnju, vidljivo je kako su najtraženije teme Programski okviri za duboko učenje i Korištenje hrvatske HPC infrastrukture (po 20 sudionika), Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju (18 sudionika) te Grupiranje podataka sa složenim oblicima, Superračunarstvo u stvarnom vremenu i Hrvatski HPC resursi: Supek i Vrančić (po 17 sudionika). S druge strane, ponuda je

najveća za teme Elementi umjetne inteligencije (13 sudionika), Računarstvo u oblaku (11 sudionika) te teme Programski okviri za duboko učenje, Izdvajanje značajki iz višedimenzionalnih podataka i Pristranosti u modelima strojnog učenja (po 10 sudionika).



Slika 3.10. Grafički prikaz ponude i potražnje obrazovnih aktivnosti po užim temama

4. ZAKLJUČAK

Upitnik je proveden s ciljem utvrđivanja potreba i mogućnosti treniranja i obrazovanja na područjima Računarstva visokih performansi, Analize podataka visokih performansi i Umjetne inteligencije, a temeljem prethodno prepoznatih kompetencija i potreba za navedena područja u industriji, istraživačkim i obrazovnim te javnim ustanovama. Gledano postotno, više od 50% anketiranih subjekata iz skupine je industrije, a ostatak su ustanove. Rezultati upitnika pokazuju kako je u pravilu veća potražnja za obrazovnim aktivnostima nego ponuda za pružanje istih, što implicira važnost i značaj Hrvatskog centra kompetencija za HPC u organizaciji trening aktivnosti, prije svega za potrebe industrije, koja ih može pružiti u nekim područjima, ali čiji subjekti uglavnom traže obrazovne aktivnosti. Slično je i s istraživačkim i obrazovnim ustanovama, dok s druge strane javne ustanove uglavnom ne nude obrazovne aktivnosti, ali ih traže. U cjelini je najveće zanimanje za područje Umjetne inteligencije, u kojem su najtraženije teme Programski okviri za duboko učenje, Moderni programski jezici kao alat u podatkovnim znanostima i strojnom učenju te Grupiranje podataka sa složenim oblicima. Pored velikog zanimanja i za sve druge teme ovog područja, sudionici su dodatno predložili i temu Veliki jezični modeli, koja nije bila ponuđena među pitanjima. Na području Analize podataka visokih performansi među sudionicima su najtraženije teme Obrada tokova podataka u stvarnom vremenu, Analiza velikog skupa podataka i obrada toka podataka te Uvod u velike skupove podataka, a pokazano je zanimanje i za obrazovne aktivnosti na temu Kvantnog računarstva. Treće najtraženije područje je Računarstvo visokih performansi u kojem se subjekti pretežno zanimaju za obrazovanje o hrvatskoj HPC infrastrukturi i resursima (teme Korištenje hrvatske HPC infrastrukture i Hrvatski HPC resursi: Supek i Vrančić) te na temu Superračunarstvo u stvarnom vremenu. Na razini svih područja, postoje teme za koje je iskazano zanimanje, ali obrazovne aktivnosti nisu ponuđene u odgovarajućoj mjeri: HPDA koprocessori i ubrzivači, Računalna kemija te Ugrađeno superračunarstvo. Za većinu tema obrazovne i trening aktivnosti mogu se provesti na istraživačkim i obrazovnim ustanovama u suradnji s industrijom, dok će se za neke, poput teme Kvantnog računarstva, navedene aktivnosti moći održati u suradnji s nacionalnim centrima kompetencija i centrima izvrsnosti izvan Hrvatske. Sukladno iskazanom zanimanju, posebna pozornost bit će pružena i aktivnostima vezanim za razvoj i primjenu na temu Velikih jezičnih modela.