

Zbornik 29. mednarodne multikonference
INFORMACIJSKA DRUŽBA - IS 2026
Zvezek J

Proceedings of the 29th International Multiconference
INFORMATION SOCIETY – IS 2026
Volume J

Legende računalništva in informatike
Legends of Computing and Informatics

Urednika / Editors

Tone Stanovnik, Matjaž Gams

<https://is.ijs.si>

Oktober 2026 / 5-9 October 2026
Ljubljana, Slovenia

Urednika:

Tone Stanovnik
Špica, Ljubljana

Matjaž Gams
Odsek za inteligentne sisteme, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana

Založnik: Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana
Priprava zbornika: Mitja Lasič, Vesna Lasič
Oblikovanje naslovnice: Vesna Lasič

Dostop do e-publikacije:
<https://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety>

Ljubljana, oktober 2026

Informacijska družba
ISSN 2630-371X



PREDGOVOR MULTIKONFERENCI INFORMACIJSKA DRUŽBA 2026

29. mednarodna multikonferenca *Informacijska družba* se odvija v času izjemne rasti umetne inteligence, njenih aplikacij in vplivov na človeštvo. Vsako leto bolj vstopamo v novo dobo, v kateri generativna umetna inteligenca ter drugi inovativni pristopi oblikujejo poti k superinteligenci in singularnosti, ki bosta krojili prihodnost človeške civilizacije. Naša konferenca je tako hkrati tradicionalna znanstvena in akademsko odprta, pa tudi inkubator novih, pogumnih idej in pogledov.

Letošnja konferenca poleg umetne inteligence vključuje tudi razprave o perečih temah današnjega časa: ohranjanje okolja, demografski izzivi, zdravstvo in preobrazba družbenih struktur. Razvoj UI ponuja rešitve za številne sodobne izzive, kar poudarja pomen sodelovanja med raziskovalci, strokovnjaki in odločevalci pri oblikovanju trajnostnih strategij. Zavedamo se, da živimo v obdobju velikih sprememb, ko je ključno, da z inovativnimi pristopi in poglobljenim znanjem ustvarimo informacijsko družbo, ki bo varna, vključujoča in trajnostna.

V okviru multikonference smo letos združili dvanajst vsebinsko raznolikih srečanj, ki odražajo širino in globino informacijskih ved: od umetne inteligence v zdravstvu, demografskih in družinskih analiz, digitalne preobrazbe zdravstvene nege ter digitalne vključenosti v informacijski družbi, do raziskav na področju kognitivne znanosti, zdrave dolgoživosti ter vzgoje in izobraževanja v informacijski družbi. Pridružujejo se konference o legendah računalništva in informatike, prenosu tehnologij, mitih in resnicah o varovanju okolja, odkrivanju znanja in podatkovnih skladiščih ter seveda Slovenska konferenca o umetni inteligenci.

Poleg referatov bodo okrogle mize in delavnice omogočile poglobljeno izmenjavo mnenj, ki bo pomembno prispevala k oblikovanju prihodnje informacijske družbe. »Legende računalništva in informatike« predstavljajo domači »Hall of Fame« za izjemne posameznike s tega področja. Še naprej bomo spodbujali raziskovanje in razvoj, odličnost in sodelovanje; razširjeni referati bodo objavljeni v reviji *Informatica*, s podporo dolgoletne tradicije in v sodelovanju z akademskimi institucijami ter strokovnimi združenji, kot so ACM Slovenija, SLAIS, Slovensko društvo Informatika in Inženirska akademija Slovenije.

Vsako leto izberemo najbolj izstopajoče dosežke. Letos je nagrado *Michie-Turing* za izjemen življenjski prispevek k razvoju in promociji informacijske družbe prejel **Denis Trček**, priznanje za raziskovalni dosežek leta pa **Jure Leskovec**. »Informacijsko limono« za najmanj primerno informacijsko storitev je prejel informacijski sistem za dolgotrajno oskrbo. »Informacijsko jagodo« za najboljši sistem ali storitev v letih 2025/2026 pa je prejela elektronska osebna izkaznica. Iskrene čestitke vsem nagrajencem!

Naša vizija ostaja jasna: prepoznati, izkoristiti in oblikovati priložnosti, ki jih prinaša digitalna preobrazba, ter ustvariti informacijsko družbo, ki koristi vsem njenim članom. Vsem sodelujočim se zahvaljujemo za njihov prispevek — veseli nas, da bomo skupaj oblikovali dosežke, ki bodo krojili usodo Slovenije in sveta.

Mojca Ciglarič, predsednica programskega odbora
Matjaž Gams, predsednik organizacijskega odbora

FOREWORD TO THE MULTICONFERENCE INFORMATION SOCIETY 2026

The 29th International Multiconference *Information Society* takes place at a time of remarkable growth in artificial intelligence, its applications, and its impact on humanity. Each year we move further into a new era in which generative artificial intelligence and other innovative approaches are opening paths toward superintelligence and the singularity — two developments that will shape the future of human civilization. Our conference is at once a traditional scientific meeting, an academically open forum, and an incubator of new and bold ideas.

In addition to artificial intelligence, this year's conference also addresses pressing issues of our time: environmental protection, demographic challenges, healthcare, and the transformation of social structures. The development of AI offers solutions to many contemporary challenges and underscores the need for collaboration among researchers, professionals, and policymakers in shaping sustainable strategies. We are aware that we live in a period of profound change, when innovative approaches and deep knowledge are essential if we are to build an information society that is safe, inclusive, and sustainable.

This year's multiconference brings together twelve thematically diverse meetings that reflect the breadth and depth of the information sciences. They range from artificial intelligence in healthcare, demographic and family studies, the digital transformation of nursing, and digital inclusion in the information society, to research in cognitive science, healthy longevity, and education in the information society. They are joined by conferences on the Legends of Computing and Informatics, technology transfer, myths and truths of environmental protection, knowledge discovery and data warehouses, and, of course, the Slovenian Conference on Artificial Intelligence.

Alongside the papers, round tables and workshops will enable an in-depth exchange of views that will contribute substantially to shaping the future information society. *Legends of Computing and Informatics* serves as a national Hall of Fame for outstanding individuals in the field. We will continue to foster research and development, excellence, and collaboration. Extended papers will be published in the journal *Informatica*, building on a long-standing tradition and on cooperation with academic institutions and professional associations, including ACM Slovenia, SLAIS, the Slovenian Society Informatika, and the Slovenian Academy of Engineering.

Each year we single out the most distinctive achievements. This year the *Michie–Turing Award* for an outstanding lifetime contribution to the development and promotion of the information society was presented to **Denis Trček**, and the Award for Research Achievement of the Year to **Jure Leskovec**. The “Information Lemon” for the least appropriate information service went to the long-term care information system. The “Information Strawberry” for the best system or service in 2025/2026 went to the electronic identity card. Our warmest congratulations to all the award winners.

Our vision remains clear: to recognize, use, and shape the opportunities of digital transformation, and to create an information society that benefits all of its members. We thank all participants for their contributions. We look forward to shaping, together, achievements that will determine the fate of Slovenia and of the world.

Mojca Ciglarič, Chair of the Program Committee
Matjaž Gams, Chair of the Organizing Committee

KONFERENČNI ODBORI

CONFERENCE COMMITTEES

International Programme Committee

Vladimir Bajic, South Africa
Heiner Benking, Germany
Se Woo Cheon, South Korea
Howie Firth, UK
Olga Fomichova, Russia
Vladimir Fomichov, Russia
Vesna Hljuz Dobric, Croatia
Alfred Inselberg, Israel
Jay Liebowitz, USA
Huan Liu, Singapore
Henz Martin, Germany
Marcin Paprzycki, USA
Claude Sammut, Australia
Jiri Wiedermann, Czech Republic
Xindong Wu, USA
Yiming Ye, USA
Ning Zhong, USA
Wray Buntine, Australia
Bezalel Gavish, USA
Gal A. Kaminka, Israel
Mike Bain, Australia
Michela Milano, Italy
Derong Liu, Chicago, USA
Toby Walsh, Australia
Sergio Campos-Cordobes, Spain
Shabnam Farahmand, Finland
Sergio Crovella, Italy

Organizing Committee

Matjaž Gams, chair
Mitja Luštrek
Lana Zemljak
Vesna Koricki
Mitja Lasič
Blaž Mahnič

Programme Committee

Mojca Ciglarich, chair
Bojan Orel,
Franc Solina,
Viljan Mahnič,
Cene Bavec,
Tomaž Kalin,
Jozsef Györkös,
Tadej Bajd
Jaroslav Berce
Mojca Bernik
Marko Bohanec
Ivan Bratko
Andrej Brodnik
Dušan Caf
Saša Divjak
Tomaž Erjavec
Bogdan Filipič
Andrej Gams
Matjaž Gams
Mitja Luštrek
Marko Grobelnik
Nikola Guid

Marjan Heričko
Borka Jerman Blažič Džonova
Gorazd Kandus
Urban Kordeš
Marjan Krisper
Andrej Kuščer
Jadran Lenarčič
Borut Likar
Janez Malačič
Olga Markič
Dunja Mladenich
Franc Novak
Vladislav Rajkovič
Grega Repovš
Ivan Rozman
Niko Schlamberger
Gašper Slapničar
Stanko Strmčnik
Jurij Šilc
Jurij Tasič
Denis Trček
Andrej Ule

Boštjan Vilfan
Baldomir Zajc
Blaž Zupan
Boris Žemva
Leon Žlajpah
Niko Zimic
Rok Piltaver
Toma Strle
Tine Kolenik
Franci Pivec
Uroš Rajkovič
Borut Batagelj
Tomaž Ogrin
Bojan Blažica
Matjaž Kljun
Robert Blatnik
Erik Dovgan
Špela Stres
Anton Gradišek
Borut Trpin
Anka Slana Ozimič

KAZALO / TABLE OF CONTENTS

<i>Legende računalništva in informatike / Legends of Computing and Informatics</i>	1
PREDGOVOR / FOREWORD	3
PROGRAMSKI ODBORI / PROGRAMME COMMITTEES	5
Akadska in raziskovalna pot prof. dr. Vladimirja Batagelja / Gams Matjaž	7
Akadska in raziskovalna pot prof. dr. Ivana Bratka / Gams Matjaž	11
Akadska in raziskovalna pot prof. dr. Tomaža Pisanskega / Gams Matjaž	15
<i>Indeks avtorjev / Author index</i>	21

Zbornik 29. mednarodne multikonference
INFORMACIJSKA DRUŽBA – IS 2026
Zvezek J

Proceedings of the 29th International Multiconference
INFORMATION SOCIETY – IS 2026
Volume J

Legende računalništva in informatike
Legends of Computing and Informatics

Urednika / Editors

Tone Stanovnik, Matjaž Gams

<https://is.ijs.si>

5-9 oktober 2026 / 5-9 October 2026
Ljubljana, Slovenia

PREDGOVOR

V letu 2026 s ponosom nadaljujemo iniciativo »Legende računalništva in informatike« (krajše »Legende RI«), podnaslovljeno »Galerija slavnih slovenskega računalništva in informatike« oziroma Hall of Fame of Slovenian Computer Science and Informatics.

Glavni motiv ostaja priznanje izjemnih raziskovalcev, razvijalcev, inženirjev in vizionarjev ter zbiranje avtobiografskih prispevkov, ki gradijo trajni zapis zgodovine stroke v Sloveniji — namesto stene ali pločnika za vklesanje legend smo virtualno napisali imena na slovenski parlament: <https://is.ijs.si/legende/>. Nagrade multikonference Informacijska družba, med njimi nagrada Michie–Turing, nagrada za tekoče delo, Informacijska jagoda, Informacijska limona in Legende RI, so navedene na https://is.ijs.si/?page_id=40.

Sledimo dvema ciljema: ohranjati strokovnost brez političnih in ideoloških vplivov ter zagotavljati demokratičnost in preglednost izbire. Izjemni posamezniki ne smejo ostati neopaženi, kakor nekoč Alan Turing, eden največjih umov računalništva, ki je namesto priznanja prejel kazen zaradi svoje identitete.

Programski odbor tudi letos ocenjuje dejanski prispevek k računalništvu in informatiki, s poudarkom na vplivu na stroko, družbo in razvoj tehnologij. Dobitniki nagrade Michie–Turing so ob predložitvi referata sprejeti avtomatično; referat služi hkrati kot avtobiografski zapis. Enako velja za mednarodna priznanja izjemne teže, medtem ko nacionalne nagrade še niso podlaga za avtomatični sprejem. Prvo leto smo predvideli 10–20 sprejemov, nato okoli pet letno, zgornja meja okoli 50 prejemnikov.

Postopek predlaganja ostaja odprt, zlasti za društva ACM Slovenija, SLAIS in Informatika. Predlog je potrjen, če zbere več kot polovico oddanih glasov in ne preseže letne ali absolutne omejitve. Prispevki za konferenco IS obsegajo 2–4 strani z dokumentirano literaturo, izjemoma pa je dovoljen enostranski povzetek. Predlagatelj lahko predlaga sebe ali koga drugega, dovoljenih je več predlogov. Pri posmrtnih nominacijah je potrebno soglasje najbližjih svojcev. Besedilo ima obliko življenjepisa s poudarkom na znanstvenih, praktičnih, pedagoških in organizacijskih dosežkih, z nekaj svobode pri obliki.

Letos so bile sprejete tri nove legende, vsi zaslužni profesorji in že prejemniki nagrade Michie–Turing: prof. dr. Ivan Bratko, prof. dr. Vladimir Batagelj in prof. dr. Tomaž Pisanski. S tem krepimo prepoznavnost slovenskega računalništva in informatike ter vlogo informacijske družbe. Iskrena hvala vsem sodelujočim in čestitke letošnjim ter prihodnjim legendam.

Tone Stanovnik in Matjaž Gams

PROGRAMSKI ODBOR / PROGRAMME COMMITTEE

Gams Matjaž

Stanovnik Tone

Batagelj Marjan

Bavec Cene

Bohanec Marko

Bratko Ivan

Bric Rudi

Brodnik Andrej

Džeroski Sašo

Gornik Tomaž

Grad Janez

Grobelnik Marko

Hafner Izidor

Horvat Bogomir

Jurič Smon

Kljajić Borštnar Mirjana

Kozak Jernej

Kuščer Andrej

Lesjak Janez

Leskovar Robert

Luštrek Mitja

Mernik Marjan

Mongus Domen

Petkovšek Marko

Pisanski Tomaž

Rajkovič Vladislav

Schlamberger Niko

Solina Franc

Škedelj Franc

Špegel Marjan

Trampuž Cveto

Trček Denis

Turk Žiga

Virant Jernej

Volk Mira

Zakrajšek Egon

Zimic Niko

Zupan Blaž

Žalik Borut

Železnikar Anton

Žerko Miha

Academic and Research Career of Prof. Dr. Vladimir Batagelj

Akadska in raziskovalna pot prof. dr. Vladimirja Batagelja

Matjaž Gams
Inštitut "Jožef Stefan"
Ljubljana, Slovenia
Matjaz.gams@ijs.si

Abstract

This paper summarizes the academic and research career of Prof. Dr. Vladimir Batagelj, one of the leading Slovenian researchers in discrete mathematics, graph theory, data analysis, network analysis and computer-supported mathematics. It outlines key milestones in education and employment, research areas, the development of Pajek for the analysis and visualization of large networks, selected publications, editorial and professional roles, awards, projects, and mentorship. The paper highlights his influence on network science, bibliometrics, social network analysis, Slovenian discrete mathematics, and the international visibility of Slovenian mathematical and computational research.

Keywords

discrete mathematics, graph theory, network analysis, Pajek, blockmodeling, data analysis, University of Ljubljana, IMFM

Povzetek

Prispevek jedrnatno povzema akademsko in raziskovalno pot prof. dr. Vladimirja Batagelja, ene osrednjih osebnosti slovenske diskretne matematike, analize podatkov, analize omrežij in računalniško podprte matematike. Predstavljeni so ključni mejniki izobrazbe in zaposlitve, raziskovalna področja, razvoj programa Pajek za analizo in vizualizacijo velikih omrežij, izbrane publikacije, uredniško in strokovno delo, priznanja, projekti ter mentorstvo. Poudarjen je njegov vpliv na omrežno znanost, bibliometrijo, analizo socialnih omrežij, slovensko diskretno matematiko in mednarodno prepoznavnost slovenskih matematičnih ter računalniških raziskav.

Ključne besede

diskretna matematika, teorija grafov, analiza omrežij, Pajek, blokovo modeliranje, analiza podatkov, Univerza v Ljubljani, IMFM

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).
Information Society 2026, 5-9 October 2026, Ljubljana, Slovenia
© 2026 Copyright held by the owner/author(s).
<http://doi.org/10.70314/is.2026.lege.178>

1 Uvod

Prof. dr. Vladimir Batagelj je slovenski matematik in računalniški raziskovalec, povezan predvsem z Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za matematiko in fiziko, Inštitutom za matematiko, fiziko in mehaniko ter Univerzo na Primorskem. Njegovo delo združuje diskretno matematiko, teorijo grafov, kombinatorično optimizacijo, algoritme, analizo podatkov, analizo omrežij, vizualizacijo omrežij, bibliometrijo in uporabo računalništva v izobraževanju.

Posebnost njegove raziskovalne poti je trajno prepletanje temeljne matematike, algoritmičnega razvoja in praktičnih orodij za analizo podatkov. Raziskovalna vprašanja, ki izhajajo iz teorije grafov in diskretnih struktur, se v njegovem delu pogosto nadaljujejo v računalniške postopke, vizualizacije in uporabo na velikih podatkovnih zbirkah. Takšna povezava je omogočila, da so rezultati prehajali med matematiko, računalništvom, statistiko, bibliometrijo in družboslovno analizo omrežij, kar je ena od stalnic njegovega znanstvenega opusa [3,5].

2 Izobrazba

Prof. dr. Vladimir Batagelj je študiral matematiko na Univerzi v Ljubljani, kjer je diplomiral leta 1973. Magistriral je leta 1985 iz računalništva na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo, doktoriral pa leta 1986 iz matematike na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani [3]. Njegova doktorska disertacija Induktivni razredi grafov je nastala pod mentorstvom prof. dr. Tomaža Pisanskega [2].

3 Zaposlitev

1970–ta leta–2015: pedagoško in raziskovalno delo na Univerzi v Ljubljani, zlasti na Fakulteti za matematiko in fiziko oziroma njenih predhodnicah.

1995–danes: profesor diskretne in računalniške matematike ter izvajalec predmetov s področij programiranja, diskretne matematike, analize omrežij, optimizacije in računalniškega učenja [6].

2015–danes: profesor emeritus Univerze v Ljubljani [1].

2014–danes: raziskovalni svetnik na Inštitutu za matematiko, fiziko in mehaniko, Oddelek za teoretično računalništvo [3].

2014–danes: raziskovalno sodelovanje z Univerzo na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič in UP FAMNIT [3,4].

4 Raziskovalni dosežki

Osrednja raziskovalna področja: teorija grafov, diskretna matematika, kombinatorična optimizacija, algoritmi, analiza podatkov, analiza socialnih in velikih omrežij, vizualizacija omrežij, bibliometrija in uporaba informacijske tehnologije v izobraževanju [3,4].

Že leta 1975 je v reviji *Communications of the ACM* objavil samostojni članek *The Quadratic Hash Method When the Table Size Is Not a Prime Number*, zgodnji prispevek k algoritmom razpršenega naslavljanja, objavljen več kot desetletje pred njegovim doktoratom [10].

Najbolj prepoznavno je njegovo delo pri programu Pajek, ki ga je od leta 1996 razvijal z Andrejem Mrvarjem, tedaj svojim doktorandom, za analizo in vizualizacijo velikih omrežij. Retrospektiva iz leta 2016 navaja, da je Pajek podpiral omrežja z do milijardo vozlišč in se uporabljal na univerzah ter v organizacijah po svetu; do marca 2016 je bil citiran več kot 2.000-krat v *Web of Science* in več kot 6.000-krat v *Google Scholar* [11].

Pajek je pomemben tudi kot primer raziskovalnega razvoja, pri katerem programsko orodje ni zgolj spremljevalni rezultat, temveč neposredno uteleša metodološke in algoritmčne rešitve. Delo na zelo velikih omrežjih je zahtevalo učinkovito organizacijo podatkov, izbiro postopkov, ki ostanejo uporabni pri velikih množicah vozlišč in povezav, ter načine vizualnega pregleda struktur, ki jih z običajnimi pristopi ni mogoče pregledovati. Retrospektiva razvoja programa zato njegovo vlogo umešča hkrati v analizo in vizualizacijo velikih omrežij [11].

Pomemben vidik tega dosežka je njegova prenosljivost med disciplinami. Program Pajek in spremljajoče metode so bili uporabljeni v okoljih, kjer je omrežna struktura osnovni način predstavitve podatkov, zlasti v družboslovju, bibliometriji in raziskovanju kompleksnih sistemov. S tem je Batageljevo delo prispevalo k temu, da so matematični in računalniški pristopi k grafom postali dostopni tudi raziskovalcem, ki niso razvijalci algoritmov, vendar morajo analizirati velike in strukturno zahtevne zbirke podatkov [7,11].

Posebni prispevki vključujejo učinkovite algoritme za velike grafe in omrežja, jedra v socialnih omrežjih, generiranje velikih naključnih omrežij, metode za analizo citatnih in bibliografskih omrežij ter razvoj blokovnega modeliranja skupaj s Patrickom Doreianom in Anuško Ferligoj.

Druga izrazita linija njegovega dela je blokovno modeliranje, razvijano skupaj s Patrickom Doreianom in Anuško Ferligoj. Že sama sestava raziskovalne skupine kaže značilno interdisciplinarnost njegove kariere: matematične in algoritmčne ideje so povezane z vprašanji analize socialnih struktur. Monografija *Generalized Blockmodeling* je postala eden osrednjih skupnih rezultatov tega sodelovanja in je bila pozneje tudi nagrajena z mednarodnim priznanjem [8,13].

Njegova bibliografija obsega znanstvene članke, monografije, učbenike, programska orodja in pedagoška gradiva. *Google Scholar* navaja dela *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, *Pajek - analysis and visualization of large networks in Fast algorithms for determining (generalized) core groups in social networks* kot njegova najbolj citirana dela [5].

Med izbranimi monografijami so *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, *Generalized Blockmodeling in Understanding Large Temporal Networks and Spatial Networks* [7–9].

Zaporedje teh monografij dobro pokaže širjenje raziskovalnega obsega. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek* je neposredno povezala metodologijo omrežne analize z uporabo programa Pajek, *Generalized Blockmodeling* je sistematično predstavila področje blokovnega modeliranja, *Understanding Large Temporal Networks and Spatial Networks* pa je raziskovanje razširila še na časovne in prostorske razsežnosti velikih omrežij [7–9]. Skupaj predstavljajo pomemben del mednarodne vidnosti raziskovalne šole, s katero je bil Batagelj povezan.

Njegov vpliv je izrazil tudi v bibliometriji in analizi znanosti. Projekt *Higher-level bibliographic services (2022-2025)*, ki ga je vodil, je bil usmerjen v razločevanje bibliografskih entitet ter

razvoj metod in algoritmov za analizo bibliografskih omrežij in spremljanje razvoja znanosti skoraj v realnem času [3,12].

Bibliometrično delo je naravno nadaljevanje njegovih raziskav omrežij, saj publikacije, avtorje, citate in druge bibliografske entitete lahko obravnavamo kot povezane strukture, za katere so potrebni zanesljivi postopki razločevanja in analize. Projekt *Higher-level bibliographic services* je to usmeritev nadaljeval z razvojem metod in algoritmov za analizo bibliografskih omrežij ter spremljanje razvoja znanosti skoraj v realnem času [3,12]. S tem se Batageljevo delo povezuje tudi z vprašanjem, kako računalniške metode omogočajo boljše razumevanje samega razvoja znanstvenega sistema.

5 Vodstvene funkcije in strokovne kvalifikacije

Na Univerzi v Ljubljani je pomembno prispeval k razvoju poučevanja diskretne matematike, računalniške matematike, programiranja in analize omrežij. Bil je med raziskovalci, ki so zgodaj povezovali matematiko, računalništvo in podatkovno analizo v slovenskem akademskem prostoru.

Pedagoško delo je bilo tesno povezano z raziskovalnimi temami. Predmeti s področij programiranja, diskretne matematike, analize omrežij, optimizacije in računalniškega učenja so pokrivali različne ravni istega problema: od formalne strukture in algoritma do podatkov, implementacije in interpretacije rezultatov [6]. Takšna širina je pomembna tudi za razvoj kadrov, saj študentom omogoča prehod med matematičnim modeliranjem in računalniškim reševanjem konkretnih problemov.

Na Inštitutu za matematiko, fiziko in mehaniko je sodeloval z Oddelkom za teoretično računalništvo in z raziskovalnimi skupinami s področja računske intenzivnih metod, diskretne matematike, kombinatorične optimizacije in aplikacij v naravoslovnih ter družboslovnih vedah [3].

Kot soavtor in razvijalec programa Pajek je bistveno vplival na mednarodno metodološko infrastrukturo za analizo velikih omrežij, zlasti v družboslovju, bibliometriji in kompleksnih sistemih.

Mednarodni pomen programske infrastrukture je povezan tudi z odprtostjo raziskovalnega dela do uporabnikov in drugih raziskovalnih skupin. Orodje, knjige, članki in pedagoška gradiva tvorijo povezano celoto, v kateri so metode predstavljene, programsko podprte in uporabne pri raziskovalnem delu. Prav ta kombinacija teoretičnega znanja, algoritmov, programske izvedbe in razlage za uporabnike je eden od razlogov, da je njegovo delo preseglo ožji okvir posamezne matematične discipline [5,7,11].

Sodeloval je v uredniških odborih revij *Informatica* in *Journal of Social Structure* ter v številnih domačih in mednarodnih strokovnih okoljih s področij matematike, računalništva in analize socialnih omrežij [2].

6 Delo v strokovnih odborih in akademijah

Član in sodelavec slovenskih ter mednarodnih skupnosti za diskretno matematiko, teorijo grafov, socialna omrežja, bibliometrijo in matematično sociologijo.

Prejemnik nagrade *Simmel Award* mednarodnega združenja *INSNA* skupaj z Anuško Ferligoj leta 2007 za pomembne prispevke k analizi socialnih omrežij [2].

Skupaj z Andrejem Mrvarjem je leta 2013 prejel nagrado *William D. Richards Jr. Software Award* združenja *INSNA* za program Pajek [2].

Za knjigo *Generalized Blockmodeling* je s soavtorjema Patrickom Doreianom in Anuško Ferligoj prejel *Harrison White Outstanding Book Award* sekcije *Mathematical Sociology* Ameriškega sociološkega združenja [2].

Je tudi izvoljeni član *International Statistical Institute*, kar odraža statistično dimenzijo njegovega dela na stičišču omrežne analize, podatkovne analitike in matematične sociologije [13].

Navedene vloge in priznanja kažejo, da je bila njegova strokovna dejavnost vpeta v več mednarodnih skupnosti hkrati. Omrežna analiza, matematična sociologija, statistika, diskretna matematika in računalništvo se v njegovem delu ne pojavljajo kot ločena področja, temveč kot medsebojno povezani raziskovalni prostori. Uredniško delo in sodelovanje v strokovnih okoljih sta dodatno prispevala k prenosu metod, rezultatov in raziskovalnih standardov med temi skupnostmi [2,13].

7 Izbrani projekti in aktivnosti [3]

- 1) Higher-level bibliographic services: temeljni projekt ARIS J5-4596 v obdobju 2022–2025, ki ga vodi prof. Batagelj.
- 2) Data Analysis and Combinatorial Optimization: raziskovalni program v obdobju 1999–2003, ki ga je vodil prof. Batagelj.
- 3) Data structures and algorithms for discrete and continuous mathematics: temeljni projekt v obdobju 2004–2007.
- 4) DIDIKTA - analiza in razvoj didaktike uporabe IKT pri proučevanju in učenju: projekt v obdobju 2008-2010.
- 5) eContent-ASPECT in eContent-EdReNE: evropska projekta s področja izobraževalnih vsebin, repozitorijev in standardov.
- 6) CRoNoS in PEERE: sodelovanje v evropskih COST aktivnostih, povezanih z računsko intenzivnimi metodami za nestandardne podatke in novimi oblikami recenziranja.

Pregled projektov kaže kontinuiteto med temeljnimi in aplikativnimi raziskovalnimi vprašanji. Program Data Analysis and Combinatorial Optimization ter projekt Data structures and algorithms for discrete and continuous mathematics sta neposredno povezana z matematično-algoritmičnim jedrom njegovega dela. Projekti DIDIKTA, eContent-ASPECT in eContent-EdReNE pa kažejo širitev v uporabo informacijske tehnologije v učenju, digitalnih vsebinah, repozitorijih in standardih [3].

Kasnejši projekt Higher-level bibliographic services ponovno združi več značilnih elementov njegove raziskovalne poti: velike podatkovne zbirke, razločevanje entitet, omrežno analizo, algoritme in bibliometrijo. V tem smislu projekti ne predstavljajo nepovezanega niza aktivnosti, temveč različne aplikacijske kontekste iste širše raziskovalne usmeritve - iskanja učinkovitih formalnih in računalniških metod za obravnavo kompleksnih struktur [3,12].

8 Mentorstvo in razvoj kadrov

Eden pomembnih vidikov opusa prof. Batagelja je razvoj kadrov na stičišču matematike, računalništva, statistike in družboslovne analize omrežij. Njegovo mentorstvo je povezano z raziskovalci, ki so nadalje razvijali analizo velikih omrežij, blokovno modeliranje, algoritme, bibliometrijo, podatkovno analizo in uporabo matematike v informacijskih sistemih.

CRIS/SICRIS med njegovimi mentorstvi navaja mlade raziskovalce oziroma doktorande Selena Praprotnik, Matjaž Zaveršnik, Simona Korenjak Černe in Damijana Keržič ter magistrskega študenta Vitala Severja [3]. Njegovo pedagoško delo je vplivalo tudi na širše generacije študentov matematike, računalništva in družboslovne informatike.

Mentorstvo je mogoče razumeti tudi kot pomemben mehanizem prenosa raziskovalnih metod. Razvoj Pajka z Andrejem Mrvarjem, ki je bil ob začetku razvoja njegov doktorand, je posebej jasen primer prepletanja mentorstva in skupnega raziskovalnega dela. Rezultat ni ostal omejen na doktorsko temo, temveč je prerasel v dolgoročno programsko in raziskovalno sodelovanje z mednarodnim vplivom [11].

Širši pomen takšnega mentorstva je v oblikovanju raziskovalcev, ki lahko povezujejo teorijo, algoritme, podatke in uporabo. Na področjih, kot so analiza velikih omrežij, blokovno modeliranje in bibliometrija, je prav sposobnost prehajanja med formalnim

modelom in empiričnim problemom bistvena. Batageljevo pedagoško in mentorsko delo je tako dopolnjevalo njegove članke, monografije in programska orodja ter pomagalo pri nadaljnjem razvoju področij, na katerih je deloval [3,6].

9 Priznanja

Za prispevke k vizualizaciji grafov sta Batagelj in Mrvar med letoma 1995 in 2000 večkrat zmagala na mednarodnih Graph Drawing Contests; leta 2005 je Batagelj sodeloval tudi v zmagovalni skupini v kategoriji Evolution Network [14].

Leta 2007 je skupaj z Anuško Ferligoj prejel Georg Simmel Award združenja INSNA [15]; istega leta je monografija Generalized Blockmodeling s Patrickom Doreianom in Anuško Ferligoj prejela Harrison White Outstanding Book Award [8,13]. Leta 2011 je prejel nagrado Donald Michie in Alan Turing za življenjsko delo v slovenski informacijski družbi [16]. Leta 2013 sta z Andrejem Mrvarjem prejela William D. Richards Jr. Software Award združenja INSNA za program Pajek [17].

Za vrhunske dosežke na področju statistike je prejel tudi Blejčevo priznanje Statističnega društva Slovenije za leto 2020, podeljeno na Statističnem dnevu 2021 [18].

Razpon priznanj je značilen za širino njegovega opusa. Nagrade za vizualizacijo grafov in program Pajek poudarjajo računalniško in programsko komponento, Georg Simmel Award in Harrison White Outstanding Book Award njegovo vlogo v analizi socialnih omrežij in matematični sociologiji, Donald Michie in Alan Turing Award pa življenjski prispevek k slovenski informacijski družbi. Blejčevo priznanje dodatno izpostavlja statistično razsežnost njegovega raziskovalnega dela [14–18].

10 Diskusija

Akademski in raziskovalni pot prof. dr. Vladimirja Batagelja predstavlja enega temeljnih prispevkov Slovenije k razvoju diskretne matematike, računalniške matematike in analize omrežij. S kombinacijo matematične natančnosti, algoritmičnega mišljenja in odprtosti do družboslovnih ter bibliometričnih aplikacij je razvil raziskovalni opus, ki presega meje posamezne discipline.

Če njegovo kariero pogledamo kronološko, je opazna zgodnja usmerjenost k algoritmičnim problemom, ki se je pozneje razširila v analizo omrežij in razvoj programske podpore. Članek o kvadratnem razpršenem naslavljanju iz leta 1975 kaže, da je bilo zanimanje za učinkovite računalniške postopke prisotno že zelo zgodaj [10]. Poznejše delo na velikih grafih in omrežjih to usmeritev nadaljuje, vendar jo umešča v bistveno širši podatkovni in interdisciplinarni okvir.

Posebej pomembna je povezava med formalizacijo in orodjem. Pri Pajku se matematični koncepti, algoritmi in vizualizacija srečajo v programu, ki omogoča njihovo neposredno uporabo. Takšni raziskovalni rezultati imajo dvojno vrednost: prispevajo k metodologiji področja, hkrati pa ustvarijo infrastrukturo, s katero lahko metode uporabljajo drugi raziskovalci. Podatek, da je bil Pajek uporabljen na univerzah in v organizacijah po svetu ter pogosto citiran, kaže na doseg takšne strategije [11].

Druga pomembna značilnost je trajno sodelovanje z raziskovalci iz različnih disciplin. Delo z Anuško Ferligoj in Patrickom Doreianom pri blokovnem modeliranju, z Andrejem Mrvarjem pri programu Pajek ter z drugimi soavtorji pri raziskovanju časovnih in prostorskih omrežij kaže, da so ključni rezultati pogosto nastajali na stičišču matematičnih, računalniških in družboslovnih vprašanj [7–9]. Takšno sodelovanje je prispevalo tudi k mednarodni prepoznavnosti slovenskega raziskovalnega okolja na področju omrežne znanosti.

Pomemben element njegovega opusa je tudi dolga časovna kontinuiteta. Raziskovalna področja so se spreminjala skupaj z razvojem računalništva in razpoložljivostjo podatkov, vendar je

jedro ostalo podobno: kako kompleksne strukture predstaviti, analizirati in razumeti z matematično natančnostjo in učinkovitimi algoritmi. Od diskretne matematike in teorije grafov prek velikih socialnih omrežij do bibliometričnih storitev je mogoče slediti istemu raziskovalnemu interesu za strukturo, povezave in računsko obvladljivost podatkov [3,12].

Njegovo delo s programom Pajek je imelo posebej velik mednarodni vpliv, saj je omogočilo raziskovanje velikih omrežij v obdobju, ko so takšni podatki postajali ključni v znanosti in družbi. Od zgodnjega članka o razpršenem naslavljanju v *Communications of the ACM* do algoritmov za omrežja z ogromnim številom vozlišč, blokovnega modeliranja in sodobne bibliometrije njegova kariera povezuje temeljne algoritmične ideje z uporabnimi orodji in interdisciplinarnimi metodami. Pedagoško delo, učbeniki, programska orodja, mentorstvo in sodelovanja z domačimi ter tujimi raziskovalci so pomembno prispevali k prepoznavnosti slovenske matematike, računalništva in omrežne znanosti.

Vpliv prof. Batagelja zato ni omejen na posamezen rezultat. Obsega temeljne algoritmične prispevke, razvoj metod, programsko infrastrukturo, znanstvene monografije, pedagoško delo in mentorstvo. Pomembno je tudi, da so ti elementi med seboj povezani: raziskovalni problem vodi do algoritma, algoritem do programske izvedbe, programsko orodje do novih uporab, te pa odpirajo nova raziskovalna vprašanja. V tej povratni zanki med teorijo in uporabo je mogoče videti eno od osrednjih značilnosti njegove raziskovalne kariere.

Za slovenski akademski prostor je njegova pot pomembna tudi kot primer raziskovalca, ki je z delom v domačih institucijah soustvarjal metode in orodja z mednarodnim dosegom. Povezanost Univerze v Ljubljani, IMFM in pozneje Univerze na Primorskem v njegovi karieri kaže večinstucionalno naravo njegovega delovanja, mednarodna priznanja in citiranost del pa kažejo, da so rezultati presegli nacionalni okvir [1,3–5]. Njegov opus tako predstavlja pomemben del zgodovine razvoja slovenske diskretne matematike, računalništva in omrežne analize.

References

- [1] Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko. Prof. dr. Vladimir Batagelj, profil zaposlenega, dostop 2026.
- [2] T. Pisanski. Vladimir Batagelj is 70. *Ars Mathematica Contemporanea*, 2018; povzeto tudi v javnih bibliografskih virih o nagradah in delu prof. Batagelja.
- [3] COBISS/SICRIS. Vladimir Batagelj, raziskovalec št. 01467, izobrazba, področja, zaposlitve, projekti in mentorstva, dostop 2026.
- [4] Univerza na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič. dr. Vladimir Batagelj, profil raziskovalca, dostop 2026.
- [5] Google Scholar. Vladimir Batagelj, citation profile and selected publications, dostop 2026.
- [6] Biografski koledar slovenskih matematikov, fizikov in astronomov. Batagelj Vladimir, pedagoško in raziskovalno delo, dostop 2026.
- [7] DE NOOY, Wouter, MRVAR, Andrej, BATAGELJ, Vladimir. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge University Press, več izdaj.
- [8] DOREIAN, Patrick, BATAGELJ, Vladimir, FERLIGOJ, Anuška. *Generalized Blockmodeling*. Cambridge University Press, 2005.
- [9] BATAGELJ, Vladimir, DOREIAN, Patrick, FERLIGOJ, Anuška, KEJŽAR, Nataša. *Understanding Large Temporal Networks and Spatial Networks*. Wiley, 2014.
- [10] DBLP. Vladimir Batagelj. The Quadratic Hash Method When the Table Size Is Not a Prime Number. *Communications of the ACM* 18(4), 216-217, 1975.
- [11] MRVAR, Andrej; BATAGELJ, Vladimir. Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. *Complex Adaptive Systems Modeling* 4, 6 (2016). DOI: 10.1186/s40294-016-0017-8.
- [12] UP FAMNIT. 6 new ARRS projects awarded to UP - Higher-level bibliographic services, 2022.
- [13] Wiley. *Advances in Network Clustering and Blockmodeling, author biographies: Vladimir Batagelj*, 2019/2020.
- [14] Graph Drawing Contest. Hall of Fame: Past Winners of the Graph Drawing Contests, dostop 2026.
- [15] International Network for Social Network Analysis (INSNA). Simmel Award - 2007: Vlado Batagelj and Anuska Ferligoj, dostop 2026.
- [16] Information Society. IS Awards: Donald Michie and Alan Turing Award for Life Achievements; recipient 2011 prof. dr. Vladimir Batagelj, dostop 2026.
- [17] International Network for Social Network Analysis (INSNA). Richards Awards - 2013: Vladimir Batagelj and Andrej Mrvar for Pajek, dostop 2026.
- [18] Statistično društvo Slovenije. Priznanja - Blejčevo priznanje 2020: prof. dr. Vladimir Batagelj, dostop 2026.

Academic and Research Career of Prof. Dr. Ivan Bratko

Akadska in raziskovalna pot prof. dr. Ivana Bratka

Matjaž Gams
Inštitut "Jožef Stefan"
Ljubljana, Slovenia
matjaz.gams@ijs.si

Abstract

This paper summarizes the academic and research career of Prof. Dr. Ivan Bratko, one of the leading Slovenian researchers in artificial intelligence and machine learning. It outlines key milestones in education and employment, the development of the Artificial Intelligence Laboratory at the University of Ljubljana [1], research areas, selected publications, editorial and professional roles, and awards and academy memberships. The paper highlights his influence on artificial intelligence in Slovenia, the international visibility of Slovenian computer science, and the training of generations of researchers.

Keywords

artificial intelligence, machine learning, logic programming, qualitative modelling, University of Ljubljana, SAZU

Povzetek

Prispevek jedrnatno povzema akademsko in raziskovalno pot prof. dr. Ivana Bratka, ene osrednjih osebnosti slovenske umetne inteligence in strojnega učenja. Predstavljeni so ključni mejniki izobrazbe in zaposlitve, razvoj Laboratorija za umetno inteligenco na Univerzi v Ljubljani, raziskovalna področja, izbrane publikacije, uredniško in strokovno delo ter priznanja in članstva v znanstvenih akademijah. Poudarjen je njegov vpliv na razvoj umetne inteligence v Sloveniji, na mednarodno prepoznavnost slovenske računalniške znanosti ter na oblikovanje generacij raziskovalcev.

Ključne besede

umetna inteligenca, strojno učenje, logično programiranje, kvalitativno modeliranje, Univerza v Ljubljani, SAZU

1 Uvod

Prof. dr. Ivan Bratko je slovenski računalnikar in raziskovalec umetne inteligence, povezan predvsem z Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za računalništvo in informatiko. Njegovo delo združuje temeljne raziskave na področjih umetne inteligence

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).
Information Society 2026, 5-9 October 2026, Ljubljana, Slovenia
© 2026 Copyright held by the owner/author(s).
<http://doi.org/10.70314/is.2026.lege.176>

in strojnega učenja, razvoj ekspertnih sistemov in kvalitativnega sklepanja, pedagoško delo, vodenje raziskovalnih skupin ter mednarodno znanstveno sodelovanje.

2 Izobrazba

Prof. dr. Ivan Bratko je diplomiral in magistriral iz elektrotehnike na Univerzi v Ljubljani, kjer je nato doktoriral iz računalništva. Njegova izobrazbena pot tako povezuje inženirsko ozadje z računalniško znanostjo, kar se odraža tudi v njegovih raziskovalnih temah. Pri svojem delu formalne metode umetne inteligence pogosto povezuje z realnimi uporabami v medicini, robotiki, upravljanju dinamičnih sistemov in računalniškem šahu.

3 Zaposlitev

1970-1975: asistent raziskovalec, Institut Jožef Stefan, Ljubljana.

1975-danes: delna zaposlitev oziroma sodelovanje z Institutom Jožef Stefan.

1975-1979: predavatelj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

1979-1984: docent, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

1984-1989: izredni profesor, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

1989-danes: redni profesor, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

1996-2004: vodja oddelka za umetno inteligenco na Institutu Jožef Stefan.

4 Raziskovalni dosežki

Osrednja raziskovalna področja: strojno učenje, ekspertni sistemi, kvalitativno modeliranje, inteligentna robotika, hevristično programiranje in računalniški šah.

Posebni prispevki na področjih učenja iz šumnih podatkov, povezovanja strojnega učenja in kvalitativnega sklepanja, konstruktivne indukcije, induktivnega logičnega programiranja ter aplikacij strojnega učenja v medicini in vodenju dinamičnih sistemov. V nadaljevanju sledi podrobnejši opis najpomembnejših raziskovalnih dosežkov.

4.1 Strojno učenje in sinteza znanja

Bratko in Mulec (1980) sta opisala zgodnji poskus učenja z odločitvenimi drevesi pri diagnosticiranju rakavih obolenj limfnega sistema. To je bila verjetno prva uporaba strojnega učenja na resničnih medicinskih podatkih. Poskus je pokazal izjemen potencial strojnega učenja v medicini. To je bilo pomembno zato, ker v tistem zgodnjem obdobju razvoja strojnega učenja številni najvplivnejši raziskovalci na področju umetne inteligence niso verjeli, da je mogoče strojno učenje učinkovito uporabiti v praksi. Kmalu zatem so Bratko in sodelavci razvili več izboljšav osnovne metode učenja odločitvenih dreves (avtorja Rossa Quinlana), med drugim metodo poenostavljanja odločitvenih dreves z obrezovanjem dreves (pruning), alternativne metode izbire atributov pri gradnji odločitvenih dreves in metode za ocenjevanje verjetnosti iz majhnih vzorcev. Na več drugih področjih medicinske diagnostike in prognostike so potrdili, da klasifikatorji, naučeni s strojnimi učenjem, praviloma presegajo človeške eksperte-specialiste (Niblett in Bratko 1986; Cestnik, Kononenko in Bratko 1987; Cestnik in Bratko 1991). Pokazali so tudi, da pri učenju iz šumnih podatkov močno poenostavljena odločitvena drevesa pogosto delujejo bolje kot velika drevesa. Takšna poenostavljena drevesa so tudi bistveno bolj razložljiva, kar je postalo splošno cenjeno šele mnogo kasneje z razvojem razložljive umetne inteligence (Explainable AI). Ta raziskovalna usmeritev, ki je posebno pozornost namenjala razložljivosti, je v zelo pomembnem sodelovanju z Donaldom Michiejem vodila k uporabi strojnega učenja za avtomatizirano sintezo novega znanja. Britanski filozof Donald Gillies je opisal, kako so ti dosežki na področju umetne inteligence pomembno prispevali tudi k razrešitvi dolgo odprtega vprašanja v filozofiji znanosti: slovita dilema med stališčema Francisa Bacona in Carla Popperja. Gillies v knjigi *Artificial Intelligence and the Scientific Method* (Oxford University Press, 1996), v razdelku »2.5 Bratkova sinteza uspehov strojnega učenja v Turingovi tradiciji, 1992«, piše: »Junija 1992 je Ivan Bratko na Mednarodni konferenci o računalniških sistemih pete generacije v Tokiu na Japonskem predstavil pregled rezultatov, doseženih v tej smeri. Tukaj bom podal kratek povzetek njegovega prispevka (Bratko 1992), ki je zares osupljiv in impresiven. ...«

4.2 Kvalitativno modeliranje, sklepanje in učenje.

Bratko, Mozetič in Lavrač v knjigi *KARDIO: a Study in Deep and Qualitative Knowledge for Expert Systems* (MIT Press, 1989) opisujejo sistem za diagnosticiranje srčnih aritmij, ki je pomemben primer uporabe kvalitativnih predstavitev, strojnega učenja in logičnega sklepanja za avtomatizirano pridobivanje ekspertnega znanja. KARDIO je vključeval kvalitativni model srca, ki je s pomočjo kvalitativne simulacije omogočal avtomatsko generiranje vseh možnih kombinacij osnovnih aritmij. To zagotavlja logično pravilnost in popolnost obravnave vseh možnih kombiniranih aritmij ter njim pripadajočih vzorcev EKG.

4.3 Prolog Programming for Artificial Intelligence

Bratkovo najbolj citirano in najbolj znano delo. Prva izdaja knjige je izšla l. 1986 (Addison-Wesley), četrta (zadnja) izdaja pa l. 2012 (Pearson Education). Izšla je tudi v slovenskem, nemškem, francoskem, italijanskem, japonskem, in ruskem prevodu. Knjiga uvaja programski jezik Prolog, nato pa podrobno obravnava številne pomembne metode umetne inteligence. Te metode so v knjigi v celoti implementirane v Prologu, tako da jih je mogoče uporabljati kot gradnike za razvoj aplikacij umetne inteligence ali za raziskovanje in razvoj novih pristopov na tem področju. Knjiga obravnava hevristične metode preiskovanja (vključno z naprednimi tehnikami za optimizacijo s prostorom in časom), planiranje v umetni inteligenci (vključno z delno urejenim planiranjem), programiranje z omejitvami, predstavitev znanja, verjetnostno sklepanje in bayesovske mreže, strojno učenje s pravili in odločitvenimi drevesi, strojno učenje z uporabo predznanja, izraženega v logiki, kvalitativno sklepanje, obravnavo naravnega jezika z atributnimi gramatikami ter igranje iger. Knjiga predstavlja tudi nekatere izvirne pristope umetne inteligence, med njimi metodo HYPER za induktivno logično programiranje.

4.4 Argumentirano strojno učenje.

Možina, Žabkar in Bratko (Artificial Intelligence Journal, 2007) so predstavili nov pristop k strojnemu učenju, imenovan argumentirano strojno učenje (Argument-Based Machine Learning, ABML). Mehanizem ABML omogoča domenskemu ekspertu, da učne primere opremi z delnimi razlagami primerov (»argumenti«). Te argumente nato učni algoritem uporablja kot posebno obliko učne pristranskosti (learning bias). Posledično se upoštevajo le tiste hipoteze, ki pri razlagi primerov vključujejo podane argumente. Predlagana metoda vključuje tudi postopek za izbiro kritičnih primerov, pri katerih bi bilo dodajanje argumentov najbolj koristno. Eksperimentalni rezultati kažejo, da argumentirani primeri pomembno izboljšajo klasifikacijsko točnost in učinkovito rabo učnih primerov. Poleg tega so naučeni klasifikatorji bolj razumljivi in bolje usklajeni s splošnim strokovnim znanjem o obravnavanem področju uporabe.

4.5 Učenje kvalitativnega vodenja dinamičnih sistemov.

Bratko in Šoberl (Machine Learning Journal, 2025) sta predlagala novo metodo za učenje vodenja dinamičnih sistemov, ki temelji na učenju kvalitativnih modelov in kvalitativnem vodenju kot alternativni priljubljen pristopom, zasnovanim na spodbujanem učenju (reinforcement learning). Predlagana metoda stremi k večji vzorčni učinkovitosti učenja in boljši razložljivosti rezultatov. Poskusi na standardnih eksperimentalnih področjih vodenja, kot je sistem voziček-palica (cart-pole), kažejo, da predlagani kvalitativni pristop k učenju in planiranju praviloma skrajša čas učenja na dinamičnem sistemu za vsaj dva velikostna reda v primerjavi z reprezentativnimi metodami globokega spodbujanega učenja. Dodatni prednosti sta, da je rezultat v obliki kvalitativnega vodenja razložljiv in da ga je praviloma

mogoče neposredno prenesti na podobne, tudi bolj kompleksne dinamične sisteme.

Objavil je več kot 200 znanstvenih člankov in več knjig oziroma uredniških zbornikov.

Knjiga Prolog Programming for Artificial Intelligence je ena njegovih najbolj prepoznavnih publikacij; izšla je v več izdajah in prevodih [3].

Soavtor monografije KARDIO: A Study in Deep and Qualitative Knowledge for Expert Systems, ki obravnava ekspertne sisteme, globoko znanje in kvalitativno sklepanje v medicinskem kontekstu [4].

5 Vodstvene funkcije in strokovne kvalifikacije

Bil je stanovitelj Laboratorija za umetno inteligenco na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani leta 1985; laboratorij je vodil do leta 2017.

Do leta 2002 je vodil tudi skupino za umetno inteligenco na Institutu Jožef Stefan in do 2004 Oddelek za umetno inteligenco.

Eden od ustanoviteljev in prvi predsednik Slovenskega društva za umetno inteligenco (SLAIS).

Predsednik ISSEK, International School for the Synthesis of Expert Knowledge s sedežem v Vidmu v Italiji.

Član uredniških odborov več uglednih znanstvenih revij s področja umetne inteligence in strojnega učenja.

6 Delo v strokovnih odborih in akademijah

Redni član Slovenske akademije znanosti in umetnosti od leta 2003.

Član Academia Europaea [2]; izvoljen leta 2010 v sekcijo Informatics.

Član Inženirske akademije Slovenije od leta 1999.

Fellow EurAI, European Association for Artificial Intelligence, od leta 2000.

Član oziroma sodelavec mednarodnih strokovnih skupnosti na področju umetne inteligence, strojnega učenja in ekspertnih sistemov.

7 Izbrani projekti in aktivnosti

1) Artificial intelligence and intelligent systems: raziskovalni program ARRS, ki je zajemal širše raziskave umetne inteligence in inteligentnih sistemov.

2) Machine learning for building intelligent tutoring systems: projekt o strojnem učenju za gradnjo inteligentnih učnih sistemov in konceptualizacijo problemskih domen.

3) X-MEDIA - Large Scale Knowledge Sharing and Reuse Across Media: evropski projekt za deljenje in ponovno uporabo znanja čez različne medije.

4) XPERO - Learning by Experimentation: evropski projekt s poudarkom na učenju z eksperimentiranjem.

5) EkoSmart - EkoSMART - a smartcity ecosystem: projekt strukturnih skladov, usmerjen v ekosistem pametnega mesta.

6) Opredelitev okvira za zagotavljanje zaupanja javnosti v sisteme umetne inteligence in njihove uporabe: ARRS projekt v obdobju 2022-2024, povezan z zaupanjem javnosti v sisteme umetne inteligence.

8 Mentorstvo in razvoj kadrov

Eden najpomembnejših vidikov opusa prof. Bratka je razvoj raziskovalne šole umetne inteligence v Sloveniji. Z vodenjem Laboratorija za umetno inteligenco, sodelovanjem z Institutom Jožef Stefan in mednarodnim povezovanjem je oblikoval okolje, v katerem so se razvijali raziskovalci s področij strojnega učenja, podatkovnega rudarjenja, bioinformatike, kvalitativnega modeliranja, inteligentnih sistemov in računalniškega šaha.

Njegovo pedagoško delo vključuje predmete s področja umetne inteligence na Univerzi v Ljubljani, objavo učbenikov in knjig ter mentoriranje študentov in mladih raziskovalcev. Vpliv njegove šole je viden v številnih nadaljnjih raziskovalnih skupinah, projektih in aplikacijah umetne inteligence v Sloveniji in tujini. Dva od njegovih doktorantov sta prejela nagradi EurAI za najboljša doktorata v Evropi v preteklem letu, štirje pa priznanje Zlati znak J. Stefana za najboljše doktorate v Sloveniji.

9 Diskusija

Prof. Bratko je bil moj učitelj že od srednje šole, ko je leta 1972 učil računalništvo na Bežigradski gimnaziji, do doktorata znanosti 1988. Potem me je sprejel v službo na Inštitutu "Jožef Stefan", kjer sva preiskovala razne algoritme za igranje klasičnih iger, kot je šah - to je bilo osrednje področje umetne inteligence takrat. Leta 1982 sva objavila takrat odmeven prispevek o patologiji algoritma minimaks za igre dveh nasprotnikov, recimo šaha.

Akademsko in raziskovalna pot prof. dr. Ivana Bratka predstavlja enega temeljnih stebrov razvoja umetne inteligence v Sloveniji. S kombinacijo raziskovalne odličnosti, pedagoškega dela, institucionalnega vodenja in mednarodnega sodelovanja je pomembno prispeval k prepoznavnosti slovenske računalniške znanosti. Njegovo delo ostaja referenčno na področjih logičnega programiranja, strojnega učenja, ekspertnih sistemov, kvalitativnega modeliranja in aplikativne umetne inteligence.

References

- [1] Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko. Prof. dr. Ivan Bratko, profil zaposlenega, dostop 2026.
- [2] Academia Europaea. Bratko Ivan, member profile, section Informatics, dostop 2026.
- [3] BRATKO, Ivan. Prolog Programming for Artificial Intelligence. Addison-Wesley / Pearson Education, več izdaj.
- [4] BRATKO, Ivan, MOZETIČ, Igor, LAVRAČ, Nada. KARDIO: A Study in Deep and Qualitative Knowledge for Expert Systems. MIT Press, 1989.
- [5] Univerza v Ljubljani, FRI. Seznam projektov in publikacij prof. dr. Ivana Bratka, dostop 2026.
- [6] I. Bratko, P. Mulec. An experiment in automatic learning of diagnostic rules. *Informatica*, Vol. 1980, No. 4, 18-25 (1980).
- [7] T. Niblett, I. Bratko. Learning decision rules in noisy domains, *Proc. of Expert Systems '86*, pp. 25-34, Brighton, 15-18 December 1986. Cambridge University Press (1986).
- [8] B. Cestnik, I. Kononenko in I. Bratko. ASSISTANT 86 : a knowledge-elicitation tool for sophisticated users. *Progress in Machine Learning: Proc. of EWSL 87*, pp. 31-45. Wilmslow: Sigma Press (1987).
- [9] B. Cestnik, I. Bratko. On estimating probabilities in tree pruning. *Proc. Machine learning EWSL-91*, pp. 138-150. Springer-Verlag (1991).

- [10] M. Možina, J. Žabkar, I. Bratko. Argument based machine learning. *Artificial intelligence*, Vol. 171, no. 10/15, pp. 922-937 (2007).
- [11] Donald Gillies, *Artificial Intelligence and the Scientific Method*, Oxford University Press, 1996
- [12] I. Bratko, D. Šoberl. Qualitative control learning can be much faster than reinforcement learning. *Machine learning*, Vol. 114, pp 1-21 (2025).

Academic and Research Career of Prof. Dr. Tomaž Pisanski

Akademsko in raziskovalna pot prof. dr. Tomaža Pisanskega

Matjaž Gams
Inštitut "Jožef Stefan"
Ljubljana, Slovenia
Matjaz.gams@ijs.si

Abstract

This paper summarizes the academic and research career of Prof. Dr. Tomaž Pisanski, one of the leading Slovenian researchers in discrete and computational mathematics, graph theory and mathematical chemistry. It outlines key milestones in education and employment, the development of discrete mathematics and theoretical computer science in Slovenia, major research themes and publications, editorial and professional roles, international projects, awards and academy memberships. Particular attention is given to his pioneering work in topological graph theory, configurations and applications of graph theory in chemistry and biology, as well as to his institution-building role and mentorship. The paper highlights his influence on Slovenian mathematics and computer science, international collaboration, and the training of several generations of researchers.

Keywords

discrete mathematics, graph theory, topological graph theory, combinatorics, mathematical chemistry, University of Ljubljana, University of Primorska

Povzetek

Prispevek povzema akademsko in raziskovalno pot prof. dr. Tomaža Pisanskega, ene osrednjih osebnosti slovenske diskretne in računalniške matematike, teorije grafov in matematične kemije. Predstavljeni so ključni mejniki izobrazbe in zaposlitve, razvoj diskretne matematike in teoretičnega računalništva v Sloveniji, raziskovalna področja, izbrane publikacije, uredniško in strokovno delo, projekti, priznanja ter članstva v akademijah. Posebej so poudarjeni njegovi pionirski prispevki k topološki teoriji grafov, konfiguracijam in uporabi grafov v kemiji in biologiji, pa tudi njegova vloga pri izgradnji raziskovalnih

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

Information Society 2026, 5-9 October 2026, Ljubljana, Slovenia

© 2026 Copyright held by the owner/author(s).

<http://doi.org/10.70314/is.2026.lege.177>

ustanov, revij in strokovnih skupnosti. Prispevek izpostavlja njegov vpliv na mednarodno prepoznavnost slovenske znanosti in na oblikovanje več generacij raziskovalcev.

Ključne besede

diskretna matematika, teorija grafov, topološka teorija grafov, kombinatorika, matematična kemija, Univerza v Ljubljani, Univerza na Primorskem

1 Uvod

Prof. dr. Tomaž Pisanski je slovenski matematik in računalnikar, povezan predvsem z diskretno matematiko, teorijo grafov, kombinatoriko, računalniško matematiko in matematično kemijo. Deloval je na Univerzi v Ljubljani, na Inštitutu za matematiko, fiziko in mehaniko ter na Univerzi na Primorskem. Njegovo delo združuje temeljne matematične raziskave, razvoj raziskovalnih skupin in revij, mednarodno sodelovanje, pedagoško delo ter popularizacijo in institucionalizacijo diskretne matematike v Sloveniji.

2 Izobrazba

Prof. dr. Tomaž Pisanski je študiral matematiko na Univerzi v Ljubljani, kjer je diplomiral leta 1972 in magistriral iz matematike leta 1979. Istega leta je na Pennsylvania State University v Združenih državah Amerike pridobil tudi magisterij iz računalništva. Doktorsko disertacijo iz topološke teorije grafov je zagovarjal leta 1981 na Univerzi v Ljubljani; njegov mentor je bil Torrence Parsons [2]. Mednarodna izkušnja v ZDA je pomembno dopolnila njegovo matematično izobrazbo z računalniškimi znanostmi v času, ko se je povezovanje diskretne matematike in računalništva šele intenzivneje uveljavljalo. Že kot dijak je nastopil na mednarodnih matematičnih olimpijadah, leta 1967 pa je osvojil bronasto medaljo.

3 Zaposlitev

1972–1982: asistent, Univerza v Ljubljani.

1982–1987: docent, Univerza v Ljubljani.

1987–1993: izredni profesor, Univerza v Ljubljani.

1993–danes: redni profesor za diskretno in računalniško matematiko na Univerzi v Ljubljani [2].

1980–danes: član oziroma raziskovalec Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko; leta 1991 je vzpostavil Oddelek za teoretično računalništvo [2].

2004–danes: delovanje na Univerzi na Primorskem; na UP FAMNIT je redni profesor na Oddelku za informacijske znanosti in tehnologije [1].

4 Raziskovalni dosežki

Osrednja raziskovalna področja: teorija grafov, kombinatorika, diskretna matematika, računalniška matematika, uporabna diskretna matematika, kemijska teorija grafov, računalniško rodoslovje in grboslovje ter operacijske raziskave [1].

Med prepoznavnimi prispevki so topološka teorija grafov, posebej rod kartezičnih produktov regularnih bipartitnih grafov, povezave med grafi, zemljevidi na ploskvah, konfiguracijami in politopi, ter uporaba grafov v matematični kemiji. Metoda za obravnavo roda kartezičnih produktov grafov je v literaturi povezana z imenom White-Pisanski.

V topološki teoriji grafov je Pisanski sodeloval pri razvoju metod, ki povezujejo kombinatorične lastnosti grafov z njihovimi vložitvami na ploskve. Njegovo delo na tem področju sodi med zgodnje mednarodno prepoznavne prispevke slovenskih raziskovalcev k sodobni teoriji grafov; ob Zoisovi nagradi leta 2015 je bil posebej izpostavljen kot eden pionirjev topološke teorije grafov in kot začetnik svetovno prepoznavne slovenske šole teorije grafov [18]. Ta raziskovalna linija je pozneje naravno prešla v proučevanje simetrij, zemljevidov, konfiguracij, poliedrov in abstraktnih politopov, torej struktur, pri katerih se grafovski, geometrijski in algebrski perspektivi tesno prepletajo.

Pisanski je veliko prispeval tudi k razvoju matematične kemije v Sloveniji in širše, zlasti prek kemijske teorije grafov, Wienerjevega indeksa in povezav med grafovskimi invariantami, molekulskimi strukturami ter računalniškimi metodami.

Posebna značilnost njegovega raziskovalnega pristopa je prenos abstraktnih diskretnih struktur v druga znanstvena področja. V matematični kemiji graf predstavlja molekulsko strukturo, grafovski invarianti pa omogočajo matematičen opis lastnosti molekul. S takšnimi pristopi je Pisanski povezoval temeljno teorijo grafov z vprašanji kemijske strukture, pozneje pa tudi z bioinformatiko in sintezno biologijo. To interdisciplinarnost ponazarjata projekta GReGAS in ERA SynBio, kjer so grafovski modeli in računske metode služili kot most med teoretično matematiko in raziskovanjem bioloških sistemov [3,5].

Njegovo bibliografsko delo obsega številne znanstvene članke, poglavja in monografije. Google Scholar za njegov profil navaja več kot pet tisoč citatov ter raziskovalna področja discrete mathematics, discrete geometry, topological graph theory, mathematical chemistry in algebraic graph theory [6].

Med izbranimi publikacijami so članek Genus of Cartesian products of regular bipartite graphs, delo z A. Graovcem On the Wiener index of a graph, članki o konfiguracijah, kiralnih

politopih in bikrožnih kubičnih grafi ter monografija Configurations from a Graphical Viewpoint, napisana z Brigitte Servatius [7].

Monografija Configurations from a Graphical Viewpoint sistematično obravnava konfiguracije skozi teorijo grafov in poveže grafe, grupe, ploskve ter incidenčne geometrije. Delo je zasnovano tudi pedagoško: poleg teorije vsebuje številne ilustracije, naloge in odprte probleme ter tako predstavlja povezavo med raziskovalno monografijo in naprednim učbenikom [7]. Takšna sinteza je značilna za Pisanskov opus, saj pogosto povezuje formalno teorijo, vizualizacijo diskretnih struktur, zgodovinski kontekst in računalniško podporo.

Manj običajen, vendar značilen primer njegove interdisciplinarnosti je sodelovanje pri umetniško-matematičnem projektu Odin na Colgate University. Velika jeklena skulptura umetnika DeWitta Godfreyja je nastala v sodelovanju umetnika, inženirja in matematikov, med njimi Pisanskega; skupina je z računalniškim načrtovanjem raziskovala, kako lahko matematika, konstrukcijsko inženirstvo in umetnost skupaj ustvarijo kompleksne prostorske forme [17]. Primer kaže širino njegovega razumevanja uporabe diskretne matematike, ki sega od kemije in biologije do arhitekture, oblikovanja in umetnosti.

Pomemben del opusa predstavljajo tudi konfiguracije, simetrije in diskretne geometrijske strukture. Pri teh problemih se pogosto srečajo teorija grafov, teorija grup, geometrija in topologija: ista struktura je lahko razumljena kot graf, kot incidenčni sistem ali kot geometrijski objekt. Takšen pogled je omogočal prehajanje med različnimi matematičnimi jeziki in je značilen za Pisanskov raziskovalni slog. Namesto obravnave posameznih objektov ločeno je iskal strukturne povezave, simetrije in transformacije, ki omogočajo splošnejše razumevanje celih razredov diskretnih struktur [2,7].

Njegovi interesi so segali tudi na področji računalniškega rodoslovja in grboslovja, kjer je mogoče zgodovinske in družinske povezave predstaviti kot omrežja ter jih analizirati z metodami diskretne matematike in računalništva [1]. Ta raziskovalna širina kaže, da je Pisanski graf razumel kot splošno reprezentacijsko orodje za odnose med objekti, ne le kot abstrakten matematični predmet. Enaka misel se pojavlja v kemiji pri predstavitvi molekul, v biologiji pri regulacijskih omrežjih in v genealogiji pri sorodstvenih povezavah.

Posebna raziskovalna in kulturna nit njegovega dela je zgodovina matematike. Ukvarjal se je z življenjem in delom Jurija Vege ter Iva Laha, pri čemer se matematična analiza prepleta z zgodovino znanstvenih idej in slovenskim kulturnim prostorom. Tudi priznanje Hrvaškega matematičnega društva leta 2026 je bilo povezano s predavanjem o Lahovih številih ter življenju in delu Iva Laha [14]. Ta dejavnost dopolnjuje njegovo raziskovalno podobo: razvoj sodobne matematike je povezoval z razumevanjem lastne znanstvene tradicije.

5 Vodstvene funkcije in strokovne kvalifikacije

Na Inštitutu za matematiko, fiziko in mehaniko je vzpostavil Oddelek za teoretično računalništvo in vodil oziroma sooblikoval več raziskovalnih programov s področij diskretne matematike, teoretičnega računalništva, kombinatorične optimizacije, numerične analize in algebre z uporabo v naravoslovju in družboslovju [2,5]. Po vrnitvi iz ZDA leta 1979 je v študij uporabne matematike na Univerzi v Ljubljani uvajal predmete diskretne matematike in računalništva, med drugim podatkovne

strukture in algoritme, baze podatkov, kombinatorično optimizacijo, operacijske raziskave in umetno inteligenco, s čimer je pomembno povezal matematiko in nastajajoče teoretično računalništvo [3].

Vzpostavitev Oddelka za teoretično računalništvo je imela dolgoročen institucionalni pomen. Omogočila je stabilno raziskovalno okolje za teorijo grafov, algoritme, kombinatoriko in sorodna področja ter povezala raziskovalce, ki so pozneje oblikovali samostojne mednarodno uveljavljene raziskovalne smeri. Pisanski je s tem prispeval ne le posamezne rezultate, temveč tudi organizacijsko infrastrukturo, potrebno za kontinuiteto slovenske diskretne matematike. Podoben učinek je imelo njegovo vključevanje v razvoj Univerze na Primorskem, kjer je sodeloval pri oblikovanju novega raziskovalnega in pedagoškega središča za matematiko in informacijske znanosti [1,3].

Skupaj z Draganom Marušičem je ustanovni urednik revije *Ars Mathematica Contemporanea*, prve mednarodne matematične revije, ki je začela izhajati v Sloveniji; revija pokriva algebro in teorijo števil, diskretno matematiko, geometrijo in topologijo ter teoretično računalništvo [3].

Uredniško delo je bilo pomemben del te institucionalne strategije. Z revijo *Ars Mathematica Contemporanea* je slovensko okolje dobilo mednarodno platformo za objavljane raziskav s področij diskretne matematike, geometrije, topologije in teoretičnega računalništva. Njegovo uredniško delo se je pozneje razširilo tudi na druge publikacijske pobude s področja diskretne in uporabne matematike ter matematične kemije. S tem je prispeval k odprti in mednarodno povezani znanstveni komunikaciji ter k vidnosti raziskovalnih skupnosti, ki so nastajale v Sloveniji.

Bil je predsednik Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije v obdobju 1998-1999, kasneje pa tudi častni član društva. Bil je soustanovitelj in dolgoletni predsednik Slovenskega društva za diskretno in uporabno matematiko; aktualni podatki društva ga navajajo kot sekretarja odbora za enake možnosti [4].

Bil je predsednik organizacijskega odbora 8. Evropskega kongresa matematike, ki je zaradi pandemije potekal leta 2021 v Sloveniji [3].

Organizacija 8. Evropskega kongresa matematike je bila vrhunec večdesetletnega organizacijskega dela. Kongres je v Slovenijo pripeljal širok spekter evropske in svetovne matematične skupnosti in hkrati zahteval prilagoditev pandemičnim razmeram. Njegova izvedba je pokazala sposobnost povezovanja univerz, raziskovalnih ustanov, strokovnih društev in mednarodnih partnerjev ter utrdila položaj Slovenije kot aktivnega evropskega matematičnega okolja.

6 Delo v strokovnih odborih in akademijah

Redni član Inženirske akademije Slovenije; njegov profil pri IAS/SAE poudarja vlogo pri projektih GReGAS, ERA SynBio, 8. Evropskem kongresu matematike in reviji *Ars Mathematica Contemporanea* [3].

Član *Academia Europaea* od leta 2012, kar izpostavlja njegovo mednarodno prepoznavnost v matematiki in sorodnih disciplinah [2].

Soustanovitelj *International Academy of Mathematical Chemistry* in njen podpredsednik v obdobju 2007–2011 [2].

Fellow *Institute of Combinatorics and its Applications* od leta 2010 [8].

Leta 2020 je postal član Mednarodnega strokovnega sveta Matematičnega centra v Akademgorodoku v Novosibirsku in član svetovnega odbora EMS Press. Obe imenovanji odražata njegov vpliv na mednarodno raziskovalno in založniško infrastrukturo matematike [15,16].

Članstva v akademijah in mednarodnih strokovnih telesih so pomembna tudi zato, ker pokrivajo različne plati njegovega dela: čisto in uporabno matematiko, matematično kemijo, kombinatoriko, znanstveno založništvo in organizacijo raziskovanja. Ta razpršenost funkcij ne pomeni odmika od raziskovalnega jedra, temveč kaže, da je Pisanski svoje znanstveno delo ves čas razumel tudi kot gradnjo skupnosti, infrastrukture in mednarodnih povezav.

Dolgotrajne gostujoče profesure v Zagrebu, Vidmu, Leobnu, Chicu, Vancouvru, Aucklandu in na Colgate University so bile pomemben kanal za prenos raziskovalnih idej in vzpostavljane sodelovanj [2]. V obdobju pred današnjo digitalno povezanostjo so takšni daljši obiski pomenili neposredno vključevanje v tuje raziskovalne skupine, skupno delo s študenti in raziskovalci ter prenos novih tem v domače okolje. Pisanski je tako mednarodno mobilnost pretvarjal v trajnejše raziskovalne mreže, ki so koristile tudi njegovim sodelavcem in študentom.

7 Izbrani projekti in aktivnosti [3,5]

1) GReGAS - Gene Regulation Graphs: ESF EUROCORES projekt v obdobju 2011-2014, povezan z grafovskimi in kombinatoričnimi pristopi k analizi genskih regulacijskih omrežij. Pisanski je bil vodja projekta; Univerza na Primorskem je ob Zoisovi nagradi leta 2015 posebej poudarila, da je s tem postal prvi slovenski koordinator projekta v programu EUROCORES [19].

2) ERA SynBio projekt: matematična podpora mednarodnemu projektu s področja sintezne biologije v obdobju 2014–2017.

3) Computationally intensive methods in theoretical computer science, discrete mathematics, combinatorial optimization, and numerical analysis and algebra with applications in natural and social sciences: raziskovalni program, ki povezuje temeljno matematiko, računalniško intenzivne metode in aplikacije.

4) 8th European Congress of Mathematics: organizacija največjega evropskega matematičnega kongresa, ki je Slovenijo postavil v središče evropske matematične skupnosti.

5) *Ars Mathematica Contemporanea*: razvoj mednarodne matematične revije s sedežem v Sloveniji in odprtim dostopom za avtorje in bralce.

Skupni imenovalac teh aktivnosti je prenos metod diskretne matematike med temeljnim raziskovanjem, računalniško intenzivnimi pristopi in aplikacijami. Projekti zato niso bili izolirani od njegovega pedagoškega in organizacijskega dela: pogosto so hkrati ustvarjali nova raziskovalna vprašanja, mednarodna sodelovanja in priložnosti za mlajše raziskovalce. Posebej pomembno je povezovanje matematike z biologijo in kemijo, saj kaže, kako je slovenska šola diskretne matematike svojo mednarodno prepoznavnost gradila tudi z uporabo formalnih metod zunaj klasičnih meja matematike.

GReGAS je dober primer takšnega modela sodelovanja. Projekt je geometrijske reprezentacije in simetrije grafov, zemljevidov in drugih diskretnih struktur povezal z aplikacijami v znanosti, zlasti z vprašanji genskih regulacijskih omrežij. ERA SynBio je

nadaljeval smer povezovanja formalnih matematičnih metod s sintezno biologijo. V obeh primerih matematika ni nastopala zgolj kot servisna metoda za obdelavo podatkov, temveč kot način oblikovanja modelov in strukturiranja raziskovalnega problema. To je pomembna značilnost uporabne diskretne matematike v Pisanskovem delu [3,5].

8 Mentorstvo in razvoj kadrov

Eden najpomembnejših vidikov opusa prof. Pisanskega je razvoj slovenske šole diskretne matematike, teorije grafov in teoretičnega računalništva. Kot mentor ali somentor je vodil doktorske študente iz matematike in računalništva; GReGAS profil navaja mentorstvo oziroma somentorstvo osmim doktorandom matematike in petim doktorandom računalništva na Univerzi v Ljubljani [2].

Med njegovimi znanimi doktorandi so Vladimir Batagelj, Bojan Mohar in Sandi Klavžar, ki so tudi sami odločilno prispevali k razvoju slovenske in mednarodne diskretne matematike. Njegovo pedagoško delo je segalo od dodiplomskih in podiplomskih predmetov v Sloveniji do gostujočih predavanj in profesor na univerzah v Zagrebu, Vidmu, Leobnu, Chicu, Vancouvru, Aucklandu in na Colgate University [2].

Vpliv mentorstva je mogoče ocenjevati tudi skozi akademsko genealogijo. Batagelj, Mohar in Klavžar so razvili lastne raziskovalne skupine in dosegli izrazito mednarodno prepoznavnost na področjih analize omrežij, topološke in algebralne teorije grafov ter metrične teorije grafov. Tako se Pisanskov vpliv ne kaže le v številu neposredno mentoriranih raziskovalcev, temveč v več generacijah njihovih študentov in sodelavcev. Ta multiplikativni učinek je eden ključnih razlogov, da lahko govorimo o slovenski šoli diskretne matematike in ne zgolj o nizu individualnih raziskovalnih karier.

Njegovo pedagoško delo je bilo tesno povezano tudi z uvajanjem računalniških vsebin v študij matematike. Predmeti s področij algoritmov, podatkovnih struktur, baz podatkov, optimizacije, operacijskih raziskav in umetne inteligence so študentom omogočali stik z računalništvom v obdobju, ko se je to področje hitro osamosvajalo in širilo. S tem je Pisanski prispeval k oblikovanju profila raziskovalca, ki združuje matematično abstrakcijo z algoritmičnim in računalniškim mišljenjem [3].

Razvoj kadrov je potekal tudi zunaj formalnega mentorstva. Z organizacijo seminarjev, konferenc, raziskovalnih obiskov in uredniškim delom je ustvarjal okolja, v katerih so mlajši matematiki pridobivali stik z mednarodno skupnostjo. Za majhno nacionalno raziskovalno okolje je takšna funkcija posebej pomembna: kritična masa raziskovalcev ne nastane samo z zaposlovanjem, temveč z rednimi stiki, skupnimi problemi, dostopom do mednarodnih mrež in možnostjo objavljanja v kakovostnih revijah. V tem smislu je bilo njegovo mentorsko delo tesno povezano z institucionalnim delom.

9 Priznanja

Leta 1976 in 1985 je prejel priznanji Sklada Borisa Kidriča [3]. Leta 2005 ga je Republika Slovenija odlikovala z Redom za zasluge za organizacijo in izvedbo Vegovih dni 2004 [10]. Leta 2015 je prejel Zoisovo nagrado za vrhunske dosežke na področju diskretne matematike in njenih uporab [3].

Leta 2016 je prejel nagrado Donald Michie in Alan Turing za življenjsko delo na področju informacijske družbe v Sloveniji [11]. Leta 2020 je prejel priznanje Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju znanosti za življenjsko delo [12]. Leta 2025 je prejel Zoisovo nagrado za življenjsko delo na področju diskretne matematike; uradna utemeljitev posebej izpostavlja razvoj svetovno znane slovenske šole diskretne matematike, ustanovitev in vodenje Oddelka za teoretično računalništvo, soustanavljanje revij in društva ter organizacijo 8. Evropskega kongresa matematike [9,13].

Zoisova nagrada za življenjsko delo leta 2025 je posebej pomembna, ker ne vrednoti le posamezne raziskovalne teme. Uradna utemeljitev izpostavlja postavitev in razvoj svetovno znane slovenske šole diskretne matematike, ustanovitev in vodenje Oddelka za teoretično računalništvo, sodelovanje pri ustanavljanju znanstvenih revij in strokovnega društva ter organizacijo 8. Evropskega kongresa matematike [13]. Nagrada tako povzema raziskovalni, mentorski in institucionalni del kariere v enotno oceno njenega dolgoročnega vpliva.

Leta 2026 mu je Hrvaško matematično društvo podelilo priznanje za strokovni prispevek za predavanje »Lahovi brojevi te život i djelo Ive Laha«. Priznanje se navezuje tudi na njegov dolgoletni interes za zgodovino matematike, zlasti za Jurija Vego in Iva Laha [14].

10 Diskusija

Akademski in raziskovalni pot prof. dr. Tomaža Pisanskega predstavlja enega temeljnih stebrov razvoja diskretne matematike, teorije grafov in teoretičnega računalništva v Sloveniji. Njegov opus povezuje matematično teorijo, računalniške metode in aplikacije v kemiji, biologiji, rodoslovju, geometriji ter drugih področjih. V tem smislu njegova kariera kaže značilen razvoj diskretne matematike v drugi polovici 20. in začetku 21. stoletja: od pretežno teoretične discipline do področja z močnimi povezavami z računalništvom, naravoslovjem in podatkovno usmerjenimi znanostmi.

S kombinacijo raziskovalne odličnosti, pedagoškega dela, institucionalnega vodenja, uredniške dejavnosti in mednarodnega sodelovanja je pomembno prispeval k prepoznavnosti slovenske matematike in teoretičnega računalništva. Njegova raziskovalna šola je vplivala na več generacij matematikov in računalnikarjev, njegovi organizacijski dosežki pa so ustvarili trajne institucije: raziskovalne skupine, društva, revije in mednarodne dogodke, ki še danes sooblikujejo znanstveno okolje v Sloveniji. Državna in mednarodna priznanja iz obdobja 2005-2026 dodatno potrjujejo tako znanstveni kot širši družbeni vpliv njegovega dela.

Posebno mesto ima njegov prispevek k internacionalizaciji slovenske matematike. Gostujoče profesure, evropski projekti, članstva v mednarodnih akademijah, uredniško delo in organizacija velikih znanstvenih srečanj so ustvarjali povezave med slovenskimi raziskovalci in tujimi središči. Pri tem je pomembno, da internacionalizacija ni ostala omejena na osebno raziskovalno kariero: prenesla se je v institucije, revije, projekte in mentorstvo ter s tem postala trajnejši del slovenskega raziskovalnega prostora.

K širšemu vplivu sodi tudi popularizacija matematike in komuniciranje znanosti. Pisanski je sodeloval pri dejavnostih, ki so matematične teme približevale širšemu občinstvu, zanimanje za zgodovino matematike pa mu je omogočalo povezovanje formalnih rezultatov z biografskimi in kulturnimi zgodbami.

Priznanje Prometej znanosti za odličnost v comuniciranju leta 2020 zato dopolnjuje sliko raziskovalca, ki je poleg ustvarjanja novega znanja poudarjal tudi njegovo posredovanje med generacijami in javnostjo [12].

Pomembna posebnost njegove kariere je tudi kontinuiteta med matematiko in računalništvom. Magisterij iz računalništva v ZDA je pridobil že leta 1979, torej v obdobju, ko so bile računalniške znanosti v slovenskem akademskem okolju še v zgodnji fazi institucionalnega razvoja. Poznejše uvajanje algoritmov, podatkovnih struktur, baz podatkov in umetne inteligence v matematični študij zato ni bilo naključno dopolnilo, temveč del širšega koncepta diskretne in računalniške matematike. Ta povezava je postala še pomembnejša z razvojem omrežne znanosti, bioinformatike in računalniško intenzivnih metod.

Pisanskov znanstveni profil je zato mogoče razumeti skozi tri medsebojno povezane vloge. Prva je vloga raziskovalca, ki je prispeval k topološki teoriji grafov, konfiguracijam, matematični kemiji in drugim področjem diskretne matematike. Druga je vloga učitelja in mentorja, ki je oblikoval raziskovalce, iz katerih so nastale nove skupine in raziskovalne smeri. Tretja je vloga graditelja institucij, ki je soustvarjal oddelke, društva, revije, projekte in mednarodne dogodke. Prav kombinacija teh treh vlog pojasnjuje, zakaj njegov vpliv presega bibliografske kazalnike posameznega raziskovalca.

Njegova kariera obenem kaže, da razvoj znanstvenega področja ni odvisen samo od posameznih prebojnih rezultatov, temveč tudi od sposobnosti ustvariti okolje, v katerem se znanje prenaša, preverja in razvija naprej. V tem pogledu je trajna zapuščina prof. dr. Tomaža Pisanskega predvsem v povezanosti raziskovalnih idej, ljudi in ustanov. Slovenska diskretna matematika je prav skozi takšno povezovanje dobila mednarodno prepoznavno identiteto in stabilno osnovo za nadaljnji razvoj.

References

- [1] Univerza na Primorskem, FAMNIT. dr. Tomaž Pisanski, profil zaposlenega, dostop 2026.
- [2] GReGAS. Tomaž Pisanski, member profile and academic career data, dostop 2026.
- [3] Inženirska akademija Slovenije / Slovenian Academy of Engineering. Tomaž Pisanski, member profile, dostop 2026.
- [4] Slovenian Discrete and Applied Mathematics Society. About SDAMS, dostop 2026.
- [5] COBISS/SICRIS. Tomaž Pisanski, raziskovalec št. 01941, raziskovalna področja in projekti, dostop 2026.
- [6] Google Scholar. Tomaž Pisanski, citation profile, dostop 2026.
- [7] PISANSKI, Tomaž, SERVATIUS, Brigitte. Configurations from a Graphical Viewpoint. Springer, 2013.
- [8] ECA Journal. Interview with Tomaž Pisanski, 2022.
- [9] Univerza v Ljubljani. The recipients of the highest national prizes and awards in the field of science for 2025 have been announced, 2025.
- [10] Predsednica Republike Slovenije. Odlikovanci: prof. dr. Tomaž Pisanski - Red za zasluge, 14. 3. 2005, dostop 2026.
- [11] Information Society. IS Awards: Donald Michie and Alan Turing Award for Life Achievements; recipient 2016 prof. dr. Tomaž Pisanski, dostop 2026.
- [12] UP FAMNIT. Prof. Tomaž Pisanski, PhD awarded with the recognition "Prometheus of science for excellence in communication" for life achievements, 2020.
- [13] GOV.SI. Zoisova nagrada za življenjsko delo: prof. dr. Tomaž Pisanski, 2025.
- [14] UP FAMNIT. Tomaž Pisanski Among the Recipients of the Croatian Mathematical Society Award, 2026.
- [15] UP FAMNIT. Prof. Tomaž Pisanski becomes a member of the EMS Press Advisory Board, 2020.
- [16] UP FAMNIT. Prof. dr. Tomaž Pisanski je postal član Mednarodnega strokovnega sveta Matematičnega centra v Akademgorodoku, 2020.
- [17] Colgate University. Professor DeWitt Godfrey's giant sculpture Odin fuses arts and sciences, 2015.
- [18] Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko. Zoisova nagrada prof. dr. Tomažu Pisanskemu, 24. 11. 2015.
- [19] Univerza na Primorskem. Prof. dr. Tomaž Pisanski je Zoisov nagrajenec za vrhunske dosežke pri znanstvenoraziskovalnem delu na področju diskretne matematike in njenih uporab, 2015.

Indeks avtorjev / Author index

Gams Matjaž	7, 11, 15
-------------------	-----------