

TRDE PREVLEKE IZ LABORATORIJA V INDUSTRIJO

Stanislav Južnič

ZNANSTVENI ČLANEK

Univerza v Oklahomi, Oddelek za zgodovino znanosti, Norman, Oklahoma, ZDA; Arhiv Slovenske jezuitske province, Ljubljana

POVZETEK

Slovenske vakuumske tehnike naprševanja tankih plasti so bile še v povojih, ko se je zanje začel zanimati Peter Panjan. V štirih desetletjih svojega dela na Institutu »Jožef Stefan« je v veliki meri botroval tesnim vezem med temeljnimi raziskavami in industrijo trdih prevlek.

Ključne besede: belokranjski fiziki-vakuumisti, zgodovina vakuumskih tehnik, trde prevleke, Institut »Jožef Stefan«, 16. združena vakuumska konferenca, 14. evropska vakuumska konferenca

Hard coatings from laboratory to industry

ABSTRACT

The Slovenian vacuum techniques of thin film sputtering were still in their infancy when Peter Panjan began to work with them. In four decades of his work in Jožef Stefan Institute he achieved the closest relationship between the fundamental research and industry of hard coatings.

Keywords: Bela krajina physicists-vacuum researchers, history of vacuum techniques, hard coatings, Jožef Stefan Institute, 16th Joint Vacuum Conference, 14th European Vacuum Conference

1 UVOD

V prazničnih januarskih dneh bomo praznovali prvih šest desetletij dr. Petra Panjana, enega vodilnih slovenskih vakuumistov in dejavnikov Društva za vakuumsko tehniko Slovenije. Gotovo prvovrstna priložnost za pogled nazaj s poskusi predvidevanja nadaljnjega razvoja slovenskih tehnologij tankih plasti, ko jih bodo vodili mlajši strokovnjaki, vzgojeni pod Petrovim okriljem ob železnem pravilu: »Načrtuj industrijsko aplikacijo svojih laboratorijskih snovanj!« Slavnostni izlet v preteklost je nujen, čeprav pri sodobnem timskem delu ne gre pretirano poudarjati zaslug posameznih kovačev uspešnosti DVTS.

2 BELOKRANJSKI ZAČETKI

Učinkovit učenjak vedno sloni na ramenih velikankov. Kakšne so bile zgodnje teorije atomov-molekul, na katere smo oprli sodobna snovanja nanotehnologij tankih plasti? Kaj smo utegnili podedovati od zgodnjih snovalcev iz dobe Boškovićeve jezuitske fizike? Ljubljanska in zagrebška jezuitska učenost je dve stoletji povsem obvladovala znanja na vmesnem belokranjskem območju med obema metropolama in je tako v slovensko zaledje na tihem vnašala nova dognanja iz poglavitnih središč fizikalnega raziskovanja.

Prapor naših vakuumistov so njega dni nosili ljubljanski rektor Dunajčan Karl Dillherr, mariborski rektor Belgijec Peter pl. Halloy in Gabrijelov brat Tobija Gruber. Gabrijel sam je veliko pripomogel k novostim, saj je ob njegovem prihodu v Ljubljano koroški profesor J. Pogričnik objavil ljubljanski ponatis Boškovićeve poglavitne knjige o vakuumu in silah med molekulami ob izpitu sošolcev na Ortneku odraslega Franca Samuela Karpeta, bodočega dunajskega profesorja Boškovićeve idej.

Med prvimi jezuiti sta bila belokranjski beograjski misijonar Gašper Gorian (* 1588) in njegov viniški sosed Martin Fabri (* 1610). Mnogi belokranjski fiziki so se dodobra vpisali v zgodovino razvoja vakuumskih tehnik, še posebej na zagrebški katedri za fiziko. Trije med njimi so bili doma z Vinice: prvi med njimi, Franjo Jambrehović (1634–1703), je študiral fiziko v Trnavi leta 1655/56 pri Varaždincu Andreju Makarju. Leta 1667/68 je predaval fiziko na Zagrebški akademiji in naslednje leto kot prvi zagrebški profesor objavil učbenik fizike skupaj s svojim študentom Štefanom Račkim, ki je bil bržkone prav tako rojen ob kranjskih bregovih reke Kolpe. V sosledju svojih poglavij je Jambrehović seveda sledil Aristotelovi vakuumu sovražni fiziki, vendar na podoben način, kot so polpretekli slovenski humanisti sledili Marxu: treba ju je bilo nenehno citirati, v resnici pa si vmes lahko poljubno razpredal lastna dognanja.¹

Janez Patatic (Pathatic, Patačić, Patechich, 1649–1700) iz Vinice je študiral fiziko v Gradcu pri baronu Andreju Foyachu, leta 1683 in 1684/85 pa je predaval fiziko v Trnavi in Zagrebu. Sigmund pl. Jenčič (1679–1718) je bil sin poljanskega oskrbnika, ki je gospodaril tudi nad Sodevci (Schefflenlackh); ime vasi priča o nekdanji poljanski sodnijski funkciji, pobiranju davkov in straženju jetnikov.² Jenčič je fiziko študiral pri Alexandru Donatiju v Gradcu, leta 1714/15 pa je predaval fiziko v Ljubljani in ob koncu šolskega leta dal natisniti izpitne teze.

Pomembni belokranjski grofje Purgstalli so vzgojili kar dva zanimiva fizika. Albert grof Purgstall (1671, Gradec–1744) je leta 1705/06 na Dunaju predaval fiziko in pisal o Konfucijevem nauku. Baron in nato grof, viniški graščak Johan (Janž) Adam Purgstall,³ je vplival na vse tri jezuitske fizike iz

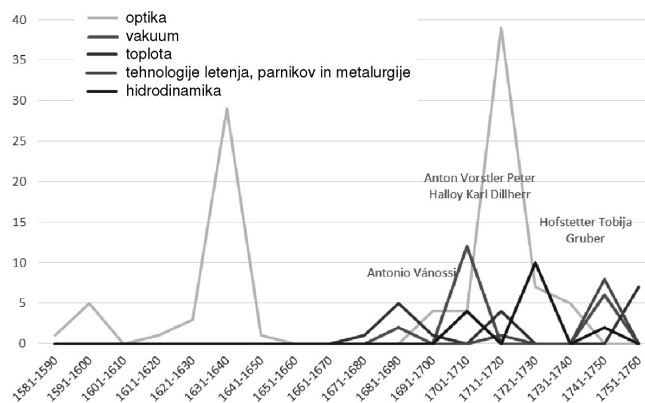
¹ Jambrehović, 1669

² Kos, 1991, 91

³ Kos, 1991, 27, 60, 75

Vinice, ki je bila njega dni precej pomembnejše naselje kot dandanes. Janžev sin Johann Leopold z gradu Pobrežje pri Adlešičih je bil oče Antona grofa Purgstalla (Burgstall, Purstall, 1708–1771), ki je na Dunaju študiral fiziko pri poznejšem ljubljanskem rektorju in piscu fizikalnih učbenikov Antonu baronu Erbergu z graščine Dol ob Savi. Erberg je Purgstalla navdušil za elektrotehniške poskuse v času, ko je Erbergov nečak Avguštin Hallerstein v Pekingu razvijal zgodnji elektrofor za prednika Voltove baterije. Profesor fizike Purgstall je na tedaj poglavitni ogrski univerzi v Trnavi skupaj s svojim trnavskim študentskim sodelavcem objavil knjižico o električni sili, razdeljeni na trenje, prevajanje in ogenj.⁴

Zadnji v paleti jezuitov Viničanov, Ivan Vitković (1738–1783/1820), je bil vnuk Marthina Vitkhoutitscha, ki je leta 1674 v Vinici plačeval po 4 libre na leto za svoj vrt.⁵ Ivan je leta 1760 študiral fiziko v Gradcu pri vakuumistu Halloyu in jo predaval kot zadnji jezuitski profesor v Zagrebu leta 1773. Po prepovedi jezuitov si je še vsaj desetletje služil kruh kot zagrebški profesor matematike, ki je njega dni vsebovala še vse izračunljive dele fizike. Leta 1782 je objavil aritmetični učbenik, osem let pozneje pa še prvo kajkavsko gramatiko v Zagrebu. Čeprav so bili med jezuiti številni kmečki sinovi, so bili med belokranjski jezuiti zgolj sinovi viniških tržanov, graščaka in sosednjega poljanskega oskrbnika. Metličani in Črnomaljci so izbirali druga pota.

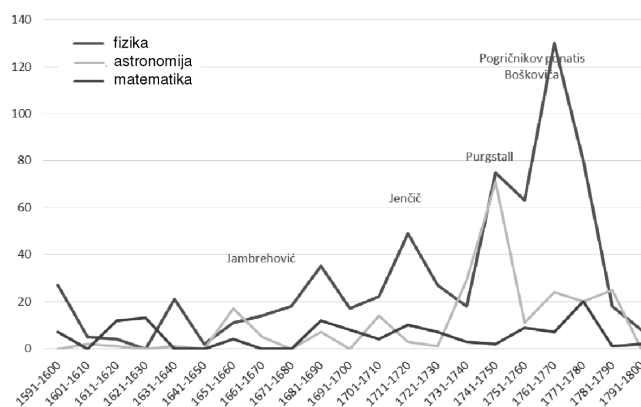


Slika 1: Srednjeevropska vakuumska tehnologija se je uveljavila z Vánossijevimi, Halloyevimi, Vorstlerjevimi in Hofstetterjevimi graško-dunajskimi ponatisi del izumitelja vakuumskega balona Francesca Lana Terzija iz Brescie.⁶ Prikazano je število objavljenih fizikalnih knjig jezuitov avstrijske in češke province glede na desetletje rojstva od skupno 616, med njimi 72 izpod peres ljubljanskih jezuitov, 29 pa od onih, ki so fiziko in/ali matematiko predavali tudi v Ljubljani.

⁴ Purgstall, Purgine, 1746

⁵ Kos, 1991, 474

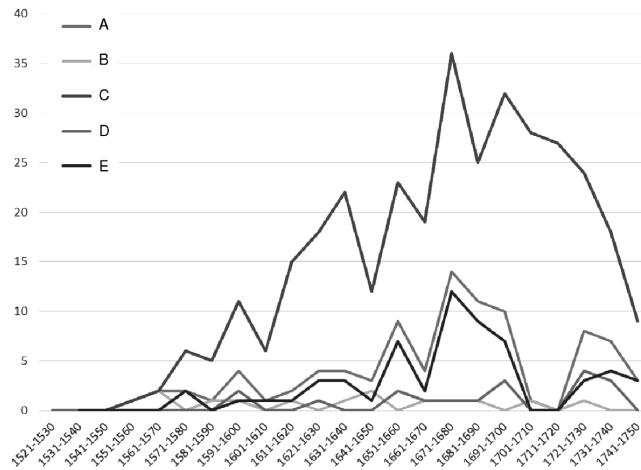
⁶ *Catalogius Personarum, & Officiorum Provinciae Austriae Societatis Jesu pro anno...; Catalogius Personarum, & Officiorum Provinciae Boemiae Societatis Jesu pro anno...; Vánossi, Lana Terzi, 1723–1724; Hofstetter, 1784.*



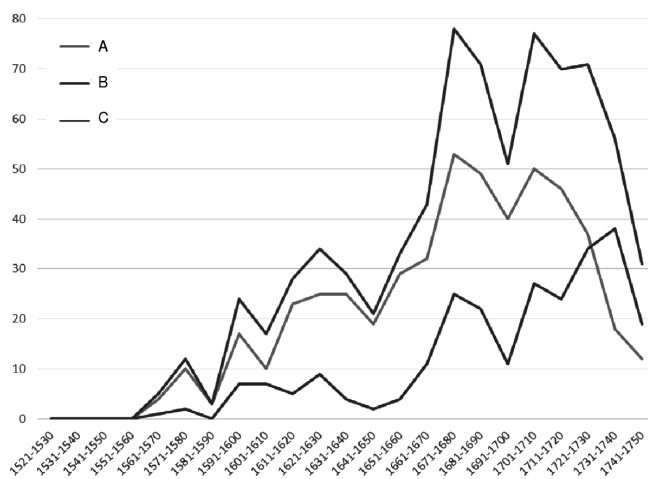
Slika 2: Objavljena fizikalna dela belokranjskih jezuitov kot del ohranjenih spisov jezuitov iz avstrijske in češke province

3 ZGODNJE PREDSTAVE O MOLEKULAH KOT PREDNICE SODOBNIH NANOTEHNOLOGIJ

Jezuitska dognanja o vakuumu med delci snovi in o silah med njimi so prevladovala v srednjeevropskih in drugih katoliških deželah nad dve stoletji. Po prepovedi jezuitov so bila ob privilegirani položaj v šolah v svojevrstni svobodni konkurenci prevladujočih pariških in londonskih idej, upoštevanih še dandanes. Z izjemo Christopherja Claviusa, njegovega učenca Paula Guldina, Galileijevega nasprotnika Christoph Scheinerja, rimskih profesorjev Athanasiusa Kircherja ali Rudjerja Boškoviča je le malo jezuitov doseglo svetovno raven. Jezuitski prispevki k povezavam med



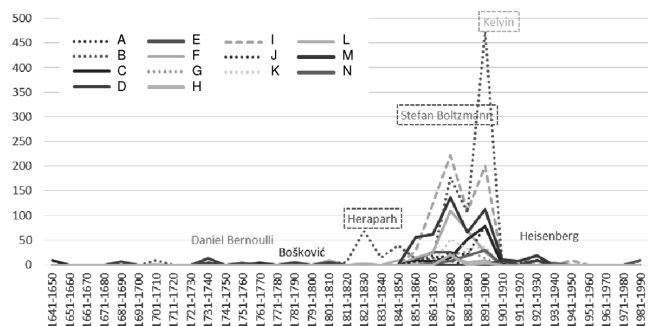
Slika 3: Ohranjena dela 1449 ljubljanskih jezuitov, razporejena po dekadah rojstva avtorjev. A: število objav v tehniških vedah (matematika, fizika, astronomija) ljubljanskih jezuitov od skupno 103, B: astronomskih spisov od skupno 10, C: vseh spisov od skupno 341, D: matematičnih spisov od skupno 21, E: fizikalnih spisov od skupno 72



Slika 4: 1449 ljubljanskih jezuitov na katedrah filozofije-fizike in matematike različnih šol glede na desetletje rojstva. A: vseh fizikalnih profesorov v letih 1560–1750 od skupno 504 pod vodstvom 345 profesorjev filozofije s fiziko ali matematiko in skupno 1449 ljubljanskih jezuitov, B: vseh matematičnih profesorov in repeticiij – usposabljanj, razporejenih po letih rojstva nosilcev od skupno 259, C: fizikalnih in matematičnih profesorov ter repeticiij po letih rojstva nosilcev od skupno 763

temeljno znanostjo in industrijo niso bili primerljivi z novodobno nujo, kar je jezuitska snovanja bremenilo kot svojevrstna cokla, ki je niso mogle odtehtati prednosti širin jezuitskih pogledov na vakuum in snov.

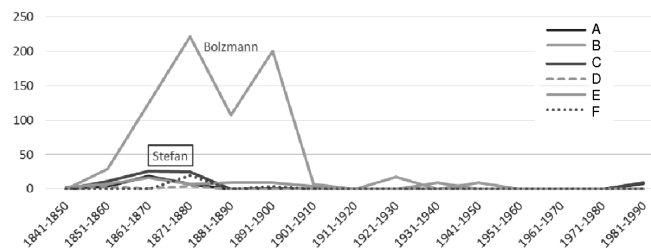
Boškovićeve sile v vakuumu so ostale večno mlad okvir podstati sodobnih vakuumistov, podroben sodoben način pa je temeljil na praktičnih prijemih, ki jim preohlapni Boškovičev model točkastih središč sil ni bil kos. Vseeno so si Kelvin, J. Stefanov dijak Ludwig



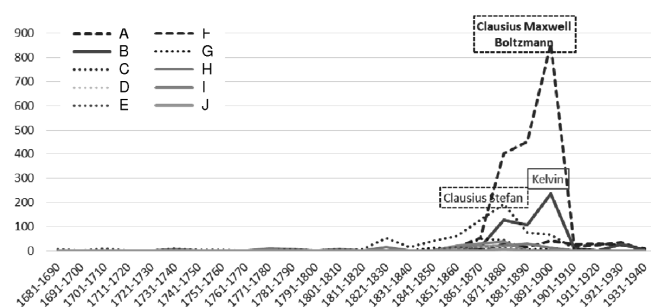
Slika 5: Teorije atomov in vakuumu po dekadah objav glede na narodnost piscev.⁸ A: slovenski prispevki k poskusom, B: angleški prispevki k teorijam, C: francoski prispevki k teorijam, D: švicarski prispevki k teorijam, E: slovenski prispevki k teorijam, F: škotski prispevki k teorijam, G: italijanski prispevki k teorijam, H: madžarski prispevki k teorijam, I: avstrijski prispevki k teorijam, J: irski prispevki k teorijam, K: nizozemski prispevki k teorijam, L: angleški prispevki k poskusom, M: nemški prispevki k teorijam, N: prispevki ZDA k teorijam.

⁷ Boltzmann, 1895, 413–415

⁸ Brush, 1976. Prispevki so ocenjeni od 1 do 9 glede na odmevnost medija objave v dobi, ko še ni bilo sodobnega indeksa citatov.

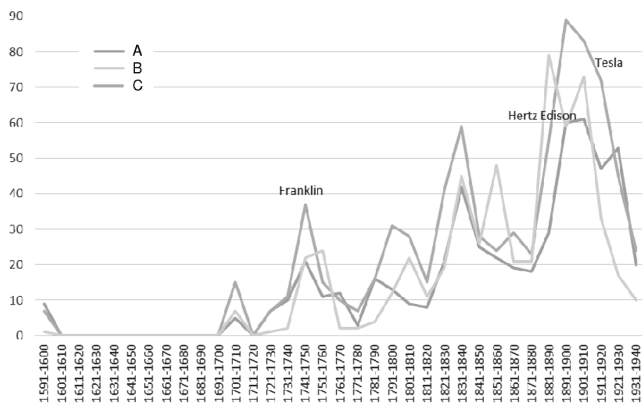


Slika 6: Jožef Stefan in njegov profesor razrednik Karl Robida sta sloves slovenskih raziskovanj vakuumu dve stoletji po Janezu Vajkardu knezu Turjaškemu znova spravila na svetovno raven Stefanovega študenta Boltzmanna. Prikazane so teorije atomov in vakuumu po dekadah objav glede na narodnost srednjeevropskih piscev. A: slovenski prispevki k poskusom, B: avstrijski prispevki k teorijam, C: slovenski prispevki k teorijam, D: češki prispevki k teorijam, E: avstrijski prispevki k poskusom, F: madžarski prispevki k teorijam

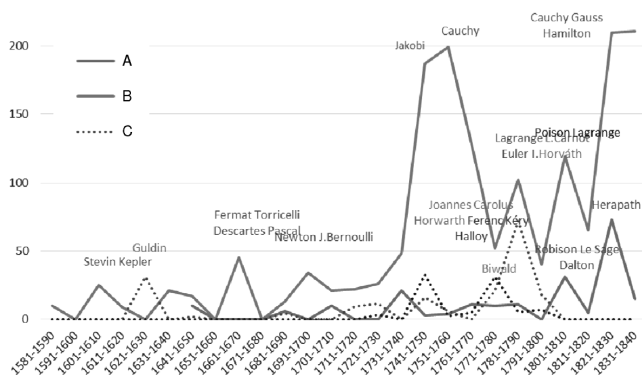


Slika 7: Med dobrim ducatom nasprotujočih si mnenj o najmanjših delcih snovi in vakuumu med njimi je predvsem po J. Stefanovi zaslugi prevladala kinetična teorija poznejše statistične kvantne mehanike. Prikazani so novoveški atomi po desetletjih opisovanj. A: vsi poskusi statistične mehanike, B: vsa teorija kritikov statistične mehanike, C: vsa kinetična teorija toplote, D: vse vrtilne teorije atoma, E: vsa teorija gravitacije in elektrike z etrom, F: vsa teorija statistične mehanike, G: vsi poskusi kinetične teorije toplote, H: vse teoretične kritike kinetične teorije toplote, I: vsa teorija Dynamid, J: vse valovne teorije brez etra.

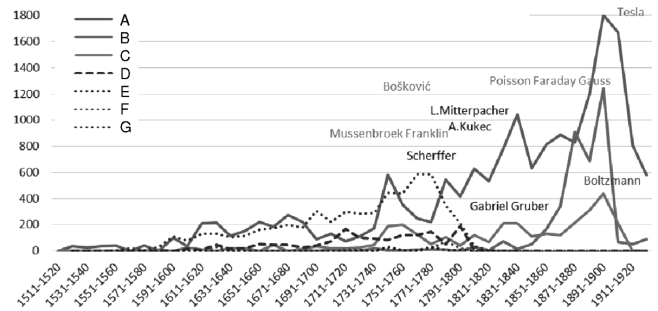
Boltzmann in predvsem Nikola Tesla povsem prisvojili Boškovićeve poglede.⁷ Ob pretvorbi nekdanjega Boškovičevega in Teslovega etra v sodoben Einsteinov vakuum se zdi, da sodobno razmišljanje o praznem spreminja predvsem Boškovičevo besedišče, po drugi strani pa je docela prekvasilo uporabo vakuumskih tehnologij na dimenzije mnogokrat manjše celo od Boškovičevih sanj.



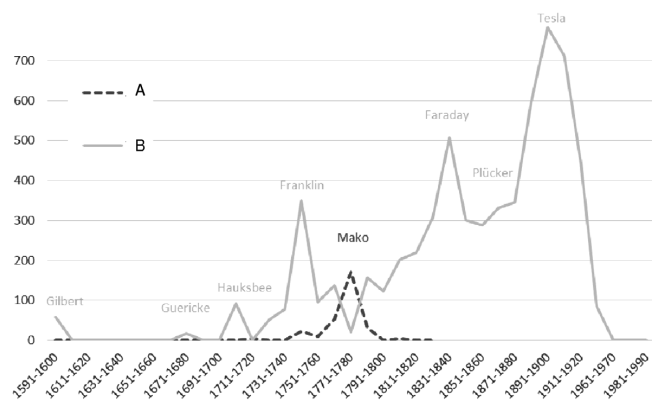
Slika 8: Preučevanje razelektritev od prvih strelvodnih uporab do sodobnih vakuumskih tehnologij.⁹ Prikazani so raziskovalci elektromagnetizma po dekadah končanih del. A: vsa teorija elektromagnetizma glede na leto končanega dela, B: vsa tehnologija elektromagnetizma glede na leto končanega dela, C: vsi eksperimenti elektromagnetizma glede na leto končanega dela.



Slika 9: Srednjeevropski jezuitski prispevek k svetovni fiziki kot 10 % celote. A: vsa teorija in poskusi s toploto po dopolnjenem Brushovem popisu, B: vsi prispevki mehanike trdnin glede na desetletje objave po popisu Gevorkjan-Fradlina, C: vsa avstrijsko-češka jezuitska mehanika s statiko, dinamiko, akustiko in hidrodinamiko, ovrednotena z upoštevanjem števila ohranjenih naravoslovnih del.

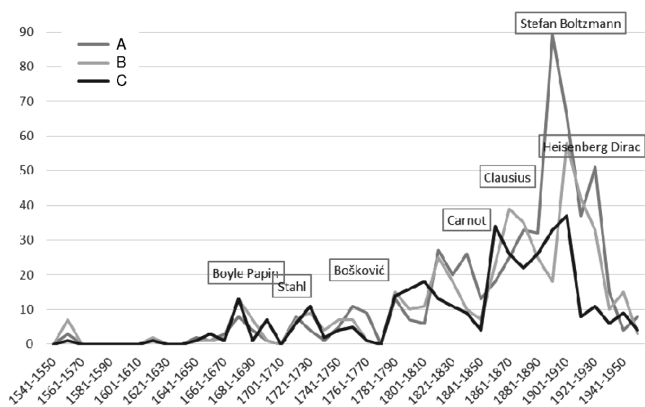


Slika 10: Srednjeevropski jezuitski prispevek k svetovni fiziki kot 10 % celote med izgonom protestantov v 1590. letih in prepovedjo jezuitov v 1770 letih. A: vsa fizika iz dopoljnega Asimovega popisa, razvrščena po desetletjih sredin delovnih dob, umerjena glede na Bruschi-Grigorjan & Fradlinova popisa, B: vsa teorija in poskusi s toploto po dopolnjenem Brushovem popisu, C: vsi prispevki mehanike trdnin glede na desetletje objave po popisu Gevorkjan-Fradlina, D: dežele, poseljene s Slovenci: kranjski, goriški, tržaški, koroški in spodnještajerski profesorji: število letnikov predavanj in ovrednoteni naravoslovnih spisi ter profesorji v Trstu, Gorici, Celovcu, Ljubljani po letih objave oziroma predavanj, E: vsi profesorji avstrijske in češke jezuitske province: število letnikov predavanj in ovrednoteni spisi, F: vsa avstrijsko-češka jezuitska mehanika s statiko, dinamiko, akustiko in hidrodinamiko, ovrednotena z upoštevanjem števila ohranjenih naravoslovnih del, G: vsa avstrijsko-češka jezuitska raziskovanja toplote in vakuumu.

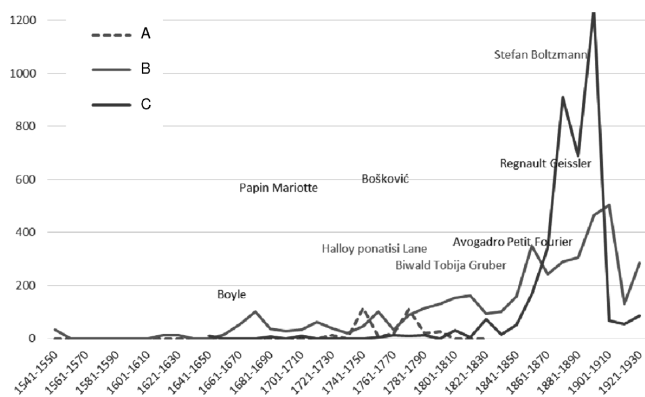


Slika 11: Napredek vakuumске elektrotehnike ob preučevanju razelektritev dunajskega profesorja Madžara Pavla Maka, ki ga je Jurij Vega dal vezati ob svoj ljubljanski končni izpit. Prikazana so srednjeevropska raziskovanja elektrike z magnetizmom v primerjavi s celoto po dopolnjenem umerjenem popisu Asimova. A: jezuitska srednjeevropska raziskovanja elektrike z magnetizmom, ocenjena po desetletjih objave, B: vsa preučevanja elektrike-magnetizma po dopolnjenem popisu Asimova, umerjena glede na sredo delovne dobe.

⁹ Asimov, 1978; Grigorjan, Fradlin, 1982; Bogoljubov, 1983; Hramov, 1977



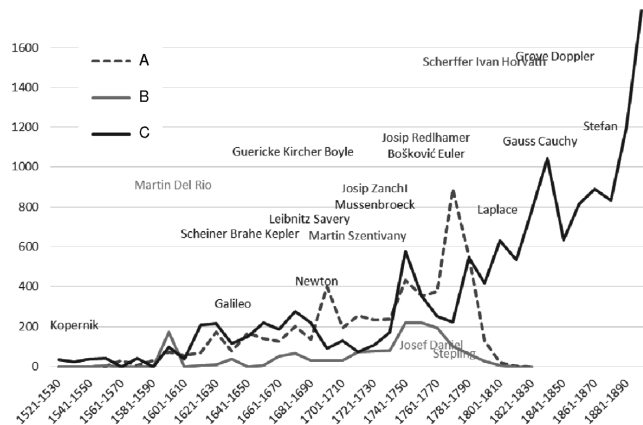
Slika 12: Raziskovalci toplote s kvantno mehaniko po dekadah končanih del. A: vse teorije toplote, statistične in kvantne mehanike glede na leto končanega dela, B: vsi eksperimenti toplote, statistične in kvantne mehanike glede na leto končanega dela, C: vsa tehnologija toplote, statistične in kvantne mehanike glede na leto končanega dela.



Slika 13: Srednjeevropska jezuitska raziskovanja toplote in vakuumu v primerjavi s celoto po dopolnjenem popisu Asimova, umerjenem po Brushu. A: jezuitska raziskovanja toplote in vakuumu, ocenjena po desetletjih objave, B: vsa preučevanja toplotnih pojavov po dopolnjenem popisu Asimova, umerjena glede na sredo delovne dobe, C: vsa teorija in poskusi po dopolnjenem Brushovem opisu.

4 INSTITUT »JOŽEF STEFAN«

Sodevci so že stoletja domovina uskoških Panjanov, ki med sosedi od nekdaj veljajo za modre. Pri devnik se nanaša tako na Petrovega starejšega brata, kot za Petra samega, saj sta oba prvovrstna inženirja. Peter se je učenosti najprej lotil v Črnomlju, nato pa je s štipendijo Instituta »Jožef Stefan« zajadral v ljubljanski hram fizikalne učenosti. Periferna gimnazija je ponudila dobro fiziko, žal pa premalo angleščine, ki se ji je moral Peter priučiti komaj med objavljanjem vakuumskih izsledkov. V študentskem naselju pod Rožnikom si je kmalu pridobil krog prijateljev inženirske stroke. Edisona si je jemal za zgled in precej raje poslušal radio od televizije, češ da človeka manj zasvoji. Počitnic ni bilo brez obdelovanja poljskega vinograda, skrbi za brezove gozdove nad vasjo in njive



Slika 14: Vsi srednjeevropski jezuitski fiziki po dekadah zapisa ovrednotenih ohranjenih del v luči razvoja fizike. A: jezuitski privrženci Aristotela Hansiza-Voisa, Steplingovega Nolleta, zamejskih jezuitov Gastona Pardiesa, Honorata Fabrija, Boškovića z astronomijo Tycha, Ricciolija in francoskega jezuita Milleta Dechalesa, B: ideje zunaj jezuitskega reda bavarskega avguštinskega kopernikanca Eusebija Amorta (1692–1775, Musschenbroeka, Keplerja, kartezijancev, Leibnitza, ovrednotena in pomnožena s številom ohranjenih naravoslovnih del glede na osrednje desetletje pisanja, C: vsa fizika po dopolnjenem popisu Asimova glede na sredo delovne dobe, umerjena po popisih Brusca-Grigorjana & Frandlina.

za hišo. Kolpa je tekla nekoliko nižje proti Teslovemu Karlovcu in pripovedovala svoje zgodbe o praznem, trdem, tankem in nevidno majhnem.

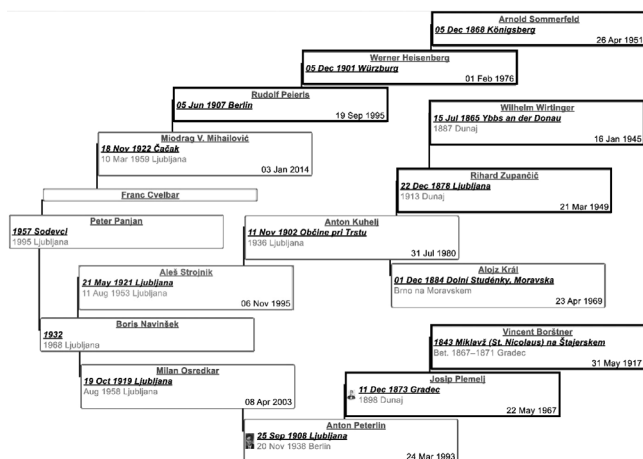
Po diplomi pri profesorju Francu Cvelbarju leta 1980 je Peter kmalu postal zaupnik prof. dr. Borisa Navinška, čeprav mu ni bilo vedno z rožicami poslano. Cvelbarjev sin Andrej je pozneje med letoma 1990–1998 delal na Odseku za tanke plasti in površine Instituta »Jožef Stefan«.

V obdobju velikih družbenih sprememb konec osemdesetih let je Peter sprejel funkcijo predsednika sindikata na Institutu »Jožef Stefan«, s katero je dobil vpogled v delovanje celotnega inštituta. Obenem je dolga leta pronicljivo urejal Vakuumista, čeprav ni bilo vsakomur prav, da marsikaj zanj postori kar med delovnim časom. Sledil je navodilom mentorja svoje generacije dr. Jožeta Gasperiča, ki je v svojih indijskih in evropskih izkušnjah videl mnoga društva rasti in propadati ob zavesti, da je steber delovanja DVTS ravno revija Vakuumist z Jožetovo kleno domačo besedo in dodobra pripravljenimi javnimi nastopi. Morda bi se Peter prelevil v pristnega Ljubljancana, vendar se je usoda zasukala drugače, saj si je življenjsko družico Marjanco izbral med Belokranjkami in se z Nejcem za vekomaj priklenil ob rodno grudo. Po očetovi smrti je Peter ostal navezan na ovdovelo mater na domačiji, Nejc pa je odrasel v prelepi hiši tik ob Črnomlju. Med najbolj navdušenimi je bil tedanji predsednik Hrvaškega vakuumskega društva dr.

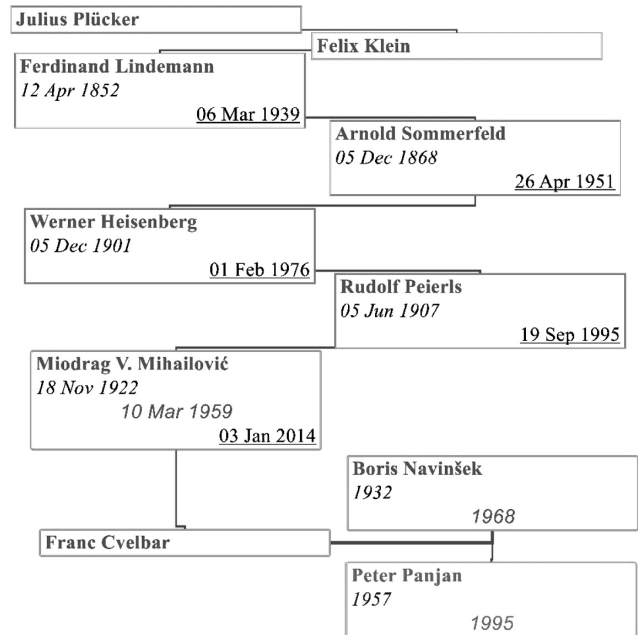
Nikola Radić, ki je na Hrvaško-slovenskih vakuumskih srečanjih Petra navdušeno klical »Ajta«.

Marsikdo je Petru zavidal številne objave, s katerimi je magistrski študij kar preskočil in se lotil doktorata s področja materialov na ljubljanski Fakulteti za metalurgijo. Prva mednarodna pota Navinškovega in Panjanovega odseka niso bila z rožicami postlana, saj Američani niso vedno dovolj cenili slovenskih idej. Sodelovanje z Balzersom je postalo bistveno po nakupu naprševalnika Sputrona leta 1978. Navinškova in Petrova skupina je leta 1983 zaščitila lastno tankoplastno tehnologijo s patentom in blagovno znamko JOSTiN, v predbožičnih dneh 18. 12. 1985 pa je odprla Center za trde prevleke v Domžalah. Svojo organizacijsko žilico je postavil v precep z uspešno ureditvijo monografije ob stoletnici Braunove elektronke, h kateri je pritegnil slovenskega pionirja televizije, tedaj že na smrt bolnega, a še vedno čilega dr. Albina Wedama (1921–1997) ter dr. Petra Stariča.

Po Navinškovi upokojitvi leta 2002 je za polno desetletje prevzel vodstvo svojega odseka, kar pa ga je obremenilo mnogo neljubega pisarniškega dela, ki ga je odtegovalo znanosti. Sekira mu je padla v med pod Drnovškovim ministrom Gregorjem Golobičem, ko je vodja Centra odličnosti »Nanoznanosti in nanotehnologije« prof. Dragan Mihailović pridobil kvalitetno opremo za dodatne kletne prostore pod glavno stavbo Instituta »Jožef Stefan«. Novo sodobno vakuumsko opremo, ozaljšano z veselimi risbami vnukinje Navinškovega mentorja prof. dr. Aleša Strojnika, lahko uporablja tudi Petrova skupina kot članica Centra. Peter je ob tem briljiral celo s parlamentarnim govorom v okviru projekta »Znanje žanje« 25. 3. 2010.

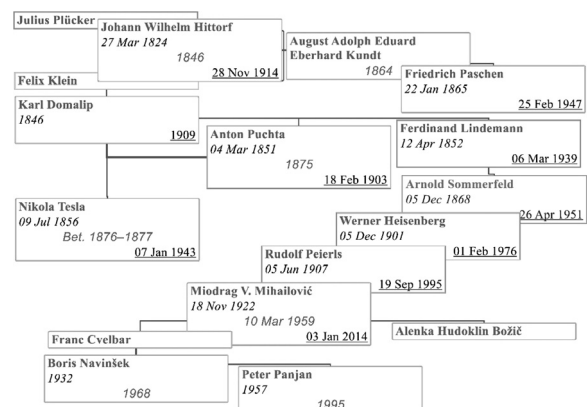


Slika 15: Akademski predniki Petra Panjana glede na njegovo diplomu in doktorat. Prednika sta njegova profesorja fizike in matematike brez kakršnega koli namiga o njihovih zaslugah; povezave nakazujejo predvsem potek vplivanja, ki brez njih nikakor ne bi bila razvidna. Pod rojstnimi letnicami so datumi pridobitve najvišjih akademskih stopenj. Matematiški so v črnih, fiziki pa v sivih pravokotnikih.



Slika 16: Akademski predniki Petra Panjana glede na njegovo diplomu kot dediči vodilnega bonskega raziskovalca razelektritev v katodnih elektronkah Juliusa Plückerja. Plücker je bil v vsej zgodovini vakuumske tehnike edini vrhunski vakuumist, ki je enako uspešno raziskoval tudi temeljne matematične zagate in tako družil dve na videz različni polji znanja. Peter mu tako daleč ni sledil v svojevrstni distanci do teorijske fizike.

Peter je eden redkih slovenskih učenjakov, ki si je znal priskrbeti prvovrstne dediče. Marsikdo tega ni zmožal. Svoj vodstveni položaj na odseku in urejevanje Vakuumista je pravočasno prepustil mlajšemu Mihi Čekadi, saj se je zavedal, da novodobno načelstvo zahteva mnogo neposrednih stikov z zunanjimi sodelavci. Belokranjski turizem in vsakdanje zgodbe



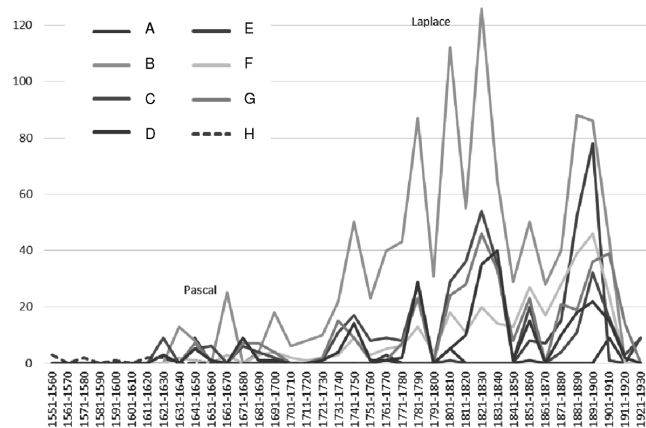
Slika 17: Raziskovalca katodnih elektronk Plücker in Hittorf kot akademski predniki praških študijev Nikole Tesle in ljubljanske diplome Petra Panjana. Domače belokranjsko Panjanovo okolje je bilo stoletja pomemben privesek Teslove Vojne krajine, tako da so mladostne zgodbe in tradicije oba raziskovalca na podoben način usmerjala skozi njuna vakuumsko snovanja, kljub stoletju, ki je domala natančno minilo med njunima rojstvom.

poljanskih posebnežev so vtakane v Petrove odmerjeno dobronamerne družabne spotakljive šale, izjemni posamezniki z Instituta »Jožef Stefan« od Petra Stariča do Andreja Detele pa so vedno dobrodošli gostje Petrove pisarne. Vodenje DVTS je doslej raje prepuščal velikopotezni zgovornosti in organizacijski nadarjenosti Mirana Mozetiča in Janeza Kovača.

Zgledi vlečejo in Petrov primer ima nedvomno velik značaj za bodoče rodove raziskovalcev tankih plasti. Med premorom za kosilo v četrtek, 9. 6. 2016, v Portorožu na 16. združeni vakuumski konferenci je Peter peljal svoje mlajše sodelavce na ogled podjetja Phos, ki mu je sam svoj čas uspešno svetoval uporabo trdih zaščitnih prevlek. Stiki se množijo in marsikateri uporabnik trdih prevlek že uspešno sprašuje za nasvet Petrove dediče na Institutu »Jožef Stefan«, ki s svojo vnemo počasi prekašajo učiteljevo.

5 MEDNARODNA SODELOVANJA: TURKI

Petrovi uskoški predniki so si bili resda v laseh z »divjimi« Turki, toda odtlej so se časi korenito spremenili. Turki ne hodijo več k nam ropati na konjih, temveč se raje pripeljejo z letali po vrhunsko znanje vakuumskih tehnologij. Karbidna in jeklena orodja za rezanje so zamenjala zlohoto rezanje nekdanjih damaščanskih sabelj, namesto bojnih polj pa se bitke raje bijejo v veliko prijaznejših vakuumskih posodah. Tako je v Ankari rojeni docent, dr. Halil Çalıřkan z oddelka za mehansko inženirstvo univerze v Bartinu



Slika 18: Gotovo smo na portoroškem srečanju pogrešali marsikatero francoskega strokovnjaka z nadvse bogato tradicijo izjemnih dosežkov. Precej več je bilo Švicarjev, ki so svoj čas gostili številne majhne poljanske podjetnike. Prikazani so francoski vakuumisti v prevladi Napoleonovih dni. A: francoski prispevki k poskusom, B: vsi prispevki teorije mehanike trdnin Francozov glede na desetletje objave, C: vsa teorijska fizika Francozov, D: vsa tehnologija Francozov glede na sredo delovne dobe, E: francoski prispevki k teorijam toplote, F: število objav mehanike trdnin Francozov glede na sredo delovne dobe, G: vsi eksperimenti Francozov glede na sredo delovne dobe, H: francoski jezuiti v avstrijski in češki provinci.

ob enako imenovani reki dober streljaj od Črnega morja, raziskave za svoj doktorat opravil na Petrovem odseku Instituta »Jožef Stefan« pod somentorstvom carigrskega profesorja Cahita Kurbanogluja ob spominih na enoletno R. Boškovićevo raziskovanje atomov v vakuumu med carigrskimi zidovi pred poltretjim stoletjem.

Družna sredina portoroška večerja na srečanju 16. združena vakuumski konferenca / 14. evropska vakuumski konferenca v slogu nekdanjih velikih Çalıř-Kanov je prispevala k uskladitvi belokranjsko-turško-črnomoških pogledov na prednosti večplastnih trdih prevlek. Kako tudi ne, saj Çalıř v turščini pomeni delovanje, pridevka Kan in Pan pa Turkom in Slovanom namigujeta na vodstva njunih nosilcev.

Letošnja troedina konferenca portoroških dimenzij pod taktirko Janeza Kovača seveda ni bila uspešna zgolj zavoljo merodajnosti prikazov, temveč predvsem zaradi vmesnih družabnih stikov udeležencev, kot je vedno rad poudarjal dr. Vinko Nemanič, katerega belokranjska starša sta doma iz Lokvice pri Metliki. Dobri piškoti na policah k uspehu pripomorejo več, kot bi si kdo mislil.

6 SKLEP

Na trdnih nogah stoji temeljna znanost trdih prevlek, ki si zna sama poiskati industrijske aplikacije. Široka paleta povezav z uporabniki je bila od nekdanj Petrov zaščitni znak, h kateremu je močno priganjal tudi svoje sodelavce. Marsikomu se je zdelo za malo vključno s Petrovim nečakom, sprva usmerjenim v astronomijo; dandanes že vsi priznavamo Petrov prav. Znanje, ki ni samemu sebi namen, temveč zna usmerjati industrijske uporabnike in se obenem od njih učiti, je zlata vredno, podobno zlato bleščočim titanovim prevlekam rezilnih orodij. Dr. Stipe Šušar je nekoč tovrstno španovijo imenoval sprego šole in tovarne, vendar jo je zamočil predvsem za spreminjanje srednjih šol v dokaj jalovo usmerjeno izobraževanje 1980. let. Panjanov mnogo plodnejši vpogled je previharil preizkušnje desetletij, gotovo pa obeta še nove uspehe po slavljencevi šestdesetletnici.

7 LITERATURA

- Asimov, Isaac. 1978. *Biographical Encyclopedia*. London: Pan
 Bogoljubov, A. N. 1983. *Matematiki mehaniki*. Kiev: Naukova dumka
 Boltzmann, Ludwig. 1895. On certain Questions of the Theory of Gases. *Nature*, 751: 413–415
 Brush, Stephen. 1976. *The Motion We Call Heat*. North Holland
 Çalıřkan, Halil; Kurbanoglu, Cahit; Panjan, Peter; Kramar, Davorin. 2013. Investigation of the performance of carbide cutting tools with hard coatings in hard milling based on the response surface methodology. *Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 66, 883–893

- Çalışkan, Halil; Kurbanoglu, Cahit; Panjan, Peter; Kramar, Davorin. 2012. Hard milling operation of AISI O2 cold work tool steel by carbide tools protected with different hard coatings. *JESTECH*. 15, 1
- Grigorjan, A.T.; Fradlin, B.N. 1982. *Istoria mehaniki tverdogo tela*. Moskva: Nauka
- Hofstetter (Hofstätter), Felix. 1784. Sie Luft Schiffahrt Navigatio Aerea, res antiqua ex scriptis majorum nostrorum. *Geminigeri Promptuario pro Scientiis et literature*
- Hramov, Ju. A. 1977. *Fiziki*. Kiev: Naukova dumka
- Jambrehović, Franjo. 1669. *Philosophia Peripatetica Zagrebiae propugnata a D. Stephani Ratzku*. Dunaj
- Kos, Dušan. 1991. *Urbarji za Belo Krajino in Žumberk*. Ljubljana: SAZU
- Kovač, Janez; Jakša, Gregor (ur.). 2016. *JVC-18/EVC-14/Cro-SloVM23 Programme and Book of Abstracts, Portorož*, Ljubljana: DVTS.
- Purgstall, Anton; Purgine, Janos. 1746. *De vi electrica*. Trnava
- Vánossi, Antonio; Lana Terzi, Francesco. 1723–1724. *Placita physica de Sympathia et Antipathia*, Viennae