

# INTERVJU

## POGOVOR S PROF. DR. ALOJZEM PAULINOM

Prof. dr. Alojz PAULIN se je rodil 10. 8. 1930 v Podbrezjah na Gorenjskem, kjer je obiskoval 4 razrede ljudske šole. Zaradi hitro spreminjajočih se vojnih razmer je najprej stopil na realno gimnazijo v Ljubljani, nato v Kranju, Celovcu in leta 1948 maturiral z odličnim uspehom na gimnaziji v Kranju. Med vojno je on in družina, iz katere izhaja, sodelovala v odporniškem gibanju, a leta 1947 so bili kljub temu izgnani iz svojega doma. Zaradi teh dejstev izhaja tudi njegova nadaljnja življenjska pot.

Jeseni 1948 se je vpisal na elektrotehniški oddelek Tehniške fakultete v Ljubljani, v letu 1950 pa je začel študij fizike. Bil je tudi asistent s področja telefonije pri prof. Osani in pri prof. Erženu. Diplomiral je 6. 8. 1955 na Oddelku za šibki tok Fakultete za elektrotehniko Tehniške visoke šole v Ljubljani pri prof. dr. Venčeslavu Koželju iz teoretske elektrotehnike.

Leta 1962 je na Elektrofakulteti v Ljubljani uspešno zagovarjal doktorsko disertacijo z naslovom "O pogojih delovanja mikrotrona z dvojnimi magnetom".

Takoj po diplomi je nastopil službo na Institutu "Jožef Stefan" na Oddelku za fizikalne naprave. Po opravljenem doktoratu je odšel v Nemčijo, kjer je delal pri DESY (Deutsches Elektronen Synchrotron) – Hamburg in sodeloval pri uspešni zgraditvi tega,

takrat največjega elektronskega sinhrotrona na svetu (7 GeV); udeležen je bil tudi pri projektu "storage ringa". Nadalje je prešel v Švico in sodeloval pri graditvi visokotokovnega ciklotrona za 600 MeV – najprej v okviru ETH Zürich, pozneje pa pri SIN (Schweizerisches Institut für Nuklearforschung) in PSI (Paul Scherer Institut).

Leta 1976 je zapustil znane visokotehnološke inštitute v tujini, da bi prenesel svoje znanje takrat še mladi VTŠ v Mariboru. Junija 1976 je bil izvoljen v naziv izrednega profesorja VTŠ in leta 1981 za rednega profesorja. Na fakulteti je predaval teoretične predmete, kot so: Teoretska elektrotehnika, Elektromagnetna polja, Elektrodinamika, Magnetne strukture, Linearna elektronika, Vezja in signali. V tem svojstvu je ostal do leta 1996, ko je odšel v pokoj.

Leta 1998 je bil predlagan v naziv "zaslužni profesor" za njegovo več kot 40-letno znanstveno delovanje na področju elektronsko-vakuumskih aparatov, zlasti zaradi predloga za zgraditev mikrotrona z ojačanim magnetnim poljem, in več kot 20-letno



Slika mikrotrona v kletni sobi IJS, kjer je bil pozneje NMR (na njej sta prof. Paulin (desno) in mag. Požar)



Montaža klistrona za 500 MHz za napajanje VF-rezonatorjev (RF cavity), Desy, spomladi 1964

uspešno pedagoško delo na Univerzi v Mariboru, tudi za uvedbo prvega študija vakuumistike v srednji Evropi, in bil v ta naziv tudi izvoljen.

Prof. Paulin je član raznih domačih in mednarodnih strokovnih organizacij, kot so: Zveza Društev inženirjev in tehnikov, Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, bil je član izvršnega odbora ETAN-a (Elektrotehnika, Telekomunikacije, Avtomatika, Nuklearna tehnika), dalje je član Deutsche Physikalische Gesellschaft, European Physical Society in Institute of Electrical and Electronic Engineers.

### **Kakšni so vaši spomini na prvo službo, ki ste jo nastopili še v Sloveniji, na takrat še zelo mladem Institutu "Jožef Stefan"?**

Moja prva naloga je bila zgraditev mikrovalovnega elektronskega ciklotrona – mikrotrona za 3 MeV. Gradnja tega pospeševalnika je zahtevala od graditelja, da se je temeljito spoznal z novimi področji fizike in tehnike, kot so mikrovalovi, magnetika, visokonapetostna tehnika, vakuumsko tehnika, finomehanika, merilna tehnika, radioaktivnost. Te nove tehnologije, katerih večina je bila v takratni Jugoslaviji neznana, sem ob delu spoznaval ter jih



Slavje ob zagonu 7 GeV sinhrotrona, februarja 1964. Na sliki spodaj pod aparaturami čisto levo Rolf Wideroe (začetnik linearnih pospeševalnikov in betatrona), sledijo Jentchke, Schaffer itd. (DESY, februar 1964)

delno tudi prvi vpeljeval v prakso. Mali pospeševalnik je v pičlih treh letih uspešno stekel in mi omogočil nekaj dobrih publikacij v vrhunskih svetovnih revijah.

### **Ali bi lahko še malo več povedali o omenjenem mikrotronu?**

Elektronski ciklotron ali mikrotron je bil takrat med pospeševalniki nekaj novega. Pot delcev v njem je nekaj metrov. Njegovo izvedbo je omogočil plazovit razvoj mikrovalovne tehnike med 2. svetovno vojno. Kazalo je, da bo zaradi dimenzij magnetna ostal omejen na nizko energijo (nekaj megaelektronvoltov). Njegova uporabnost zato ni bila obetajoča v jedrski fiziki, uporabiti pa bi se dal v medicini in biologiji, ali kot vbrizgalnik za večje pospeševalnike. Zaradi lahkega izvleka elektronskega curka in cenenosti bi mogel imeti nekatere prednosti pred betatronom in linearnim pospeševalnikom. Omenjena dva – betatron in linearni pospeševalnik, sta bila tedaj že močno dognana; izdelovale so ju različna podjetja kar po naročilu. Mikrotron pa bil še v laboratorijskem stadiju; zato je bil projekt mikrotron sprejet v razvojni načrt Instituta "Jožef Stefan".

### **In kakšna je ta naprava?**

To je vakuumsko posoda ploščate oblike z magnetom za ustvarjanje prečnega magnetnega polja. V posodi je nameščen mikrovalovni resonator, ki povzroči pospeševanje elektronov v magnetno polje. Mikrovalovni resonator je zahteven finomehanični izdelek. To je bakren toroid premera nekaj centimetrov z dvema proti središču segajočima izboklinama. Za dobro delovanje je treba uskladiti oblike notranjih površin toroida in razdaljo med izboklinama z vzbujevalno frekvenco. Za vzbujanje smo uporabili magnetron, ki ga nismo napajali kontinuirno, ampak s posebnim impulznim generatorjem.

### **Večkrat ste omenili uspešno raziskovalno-razvojno delo za pripravo doktorata in potem trudapolno pot do disertacije**

Doktorsko disertacijo sem oddal že 1959, vendar mi jo je zaradi takratnih birokratskih postopkov uspelo zagovarjati šele 20. 6. 1962. Postal sem 13. doktor na ljubljanski Elektrofakulteti (šteto od ustanovitve leta 1919 naprej). Med tem je bilo moje delo že objavljeno v znani reviji Nuclear Instruments & Methods in citirano v knjigi takrat vrhunskega znanstvenika Lapostolla.

### **V vašem času še ni bilo magistrskega študija, a vi ste vseeno tudi magistrirali?**

Med čakanjem na zagovor disertacije je profesor Aleš Strojnik uvedel podiplomski študij iz Elektronske optike in elektronskooptičnih naprav. Izkoristil



Poskusi z VF-plazmo na ETH Zürich, poleg prof. Paulina (desno) še mlajši asistent (1965 ali 1966)

sem priliko in se vpisal na omenjeno smer in jo maja 1962 končal kot prvi magister v Jugoslaviji.

**Svoje znanstveno delo imate podprto s preko 200 objavami, kjer mnogokrat nastopate kot samostojni avtor – s prenekaterimi ste zaorali ledino. Ali se spominjate svoje prve pomembnejše objave?**

Moja prva publikacija je bila predlog novega izvira elektronov v mikrovalovnem resonatorju mikrotrona, ki je omogočil večjo resonančno magnetno polje – mikrotron z ojačanim magnetnim poljem.

**Vaša prva služba v tujini je bilo sodelovanje pri gradnji DESY. Kdaj se je pričela in končala gradnja tega velikega pospeševalnika?**

Prvi koraki so stekli že nekaj let pred mojim prihodom, zaključek osnovnega projekta – tj. sinhrotrona z energijo 7 GeV – pa je bil v letu 1964; potem sem odšel v Švico na ETH v Zürichu, od tam pa na Schweizerisches Institut für Nuklearforschung (SIN), ki se je kasneje preimenoval v Paul Scherrer Institut.



Skupinska slika pred zagonom ciklotrona FFAG (Fixed Field Alternating Gradient) pri Zürichu maja 1974

Le-ta je takrat sodeloval pri gradnji ciklotrona FFAG (600 MeV, 100  $\mu$ A) tudi v bližini Zürichu.

**Na katerih pomembnejših krajih ste še delovali?**

Sodeloval sem tudi pri CERN-u, pri supraprevodnem ciklotronu v East Lansingu in pri razvoju ciklotrona v Beogradu.

**Vaše delo je bilo vseskozi močno povezano z izpopolnjevanjem delovanja in s konstruiranjem pospeševalnikov delcev. Verjetno ste vpeljali zanimive novosti?**

Že v tujini sem predložil hitri fazni premik za izboljšanje akceptance v krožni pospeševalnik vbrzganih elektronov. Predložil sem koaksialno anteno, s katero je možno meriti časovno obliko po osi brzečega curka, kar je bila popolna novost. Po moji zamisli je bil izdelan elektrostatični in magnetostatični ekstraktor in delilec curka. Predložil, izračunal in preizkusil sem tudi nov visokofrekvenčni odklonski sistem za razsekavanje pulza delcev.

**V tistem obdobju je bilo precej težje kot sedaj dosegati visoki vakuum?**

Da, res je. Takrat (pred letom 1965) je visoki vakuum (VV) temeljil na difuzijskih črpalkah in tlak reda  $10^{-6}$  mbar v večjih posodah je bil že zelo lep dosežek. Veliko je bilo steklenih sistemov pa črpalk in merilnikov z živim srebrom. Pospeševalniki so bili seveda že takrat popolnoma kovinski in pri njih so za evakuiranje že uporabljali ionsko-getske črpalke; s skrajnimi napori se je tu dosegalo  $10^{-8}$  in celo  $10^{-9}$  mbar. Večji uporabniki VV so skoraj vedno imeli svoje specializirane laboratorije in delavnice, ki so vakuumsko opremo razvijale in izdelovale kar same – prenekatero celo merilnike in črpalke. Tako je bilo pri nas, in tudi v tujini. Vzporedno so se na podoben način razvijale tovarne vakuumske opreme in naprav.



Prof. Paulin (levo) v krogu znancev na srečanju hrvaškega in slovenskega vakuumskega društva na Brdu maja 2003

Mislím, da bi bil ta del tehnične zgodovine – namreč razvoj naprav za doseganje vakuuma – vreden obravnavanja v posebnem članku.

### **Katerih vakuumskotehničnih problemov se najbolj spominjate iz sodelovanja pri gradnji pospeševalnikov?**

Vakuumske posode, cevovodi in črpanje so bili do prej opisane stopnje že razviti, toda nestandardni deli so povzročali nemalo sivih las laborantom, konstrukterjem in tehnologom. Taki deli so bili: različnim zahtevam prilagojene električne prevodnice, veliki resonatorji zahtevnih oblik, vakuumsko tesni cevni dovodi za mikrovalove, mikrovalovna okna itd.

### **Kako gledate na vakuumsko znanost in tehniko sedaj?**

Vakuum je vseobsegajoč medij za vse stvari. Vse kar je, se pravzaprav nahaja v vakuumu, od daljnega vesolja in redke atmosfere v velikih višinah do našega okolja, kjer so te molekule le bolj zgoščene, in podobno je tudi z atomi snovi vseh agregatnih stanj. Teorije o svetu delcev so torej vezane na vakuum in s tem tudi vakuum na sodobno znanost. V nekaterih pogledih bi lahko rekli, da se vakuumsko znanost dotika filozofskih vprašanj.

Vakuumska tehnika pa je zbirka zelo dodelanih izkušenj za doseganje različnih stopenj vakuuma – lahko bi rekli, da v nekaterih primerih postaja popolnoma tehnični pripomoček. Potreba pa je, da ta znanja razvijamo naprej, saj so osnova najrazličnejšim visokim tehnologijam. Brez pravega vakuuma si na primer ni mogoče predstavljati čistih površin trdnih snovi, številnih sodobnih preiskovalnih metod, osvajanja vesolja itd.

### **Leta 1976 ste prišli v Maribor. Kako ste se vživeli v delo na univerzi?**

Poleg rednega pedagoškega dela sem sodeloval pri pripravljanju programov in pisanju učbenikov. Pri diplomskih delih sem rad sprejemal tudi teme, ki niso



inštitucija DESY ima sedaj mnoge nove načrte; med njimi je verjetno najzanimivejša gradnja 30 km dolgega supraprevodnega linearnega pospeševalnika (linac); na sliki je ena novejših aparatov iz tega okolja.

bile zajete pri predavanjih predmetih, a so po mojem mnenju spadale na Univerzo, kot npr. telefonija, brezžične zveze, ekologija. Bil sem tudi nosilec prenekaterih razvojno-raziskovalnih naloge.

### **Kako je prišlo do vpeljave tretjestopenjskega študija na mariborski univerzi?**

Začetki segajo v leto 1976. Skupaj s somišljeniki vakuumisti sem na pobudo prof. dr. Evgena Kanskega in na osnovi interesa strokovnjakov iz Ljubljane, Zagreba, Beograda, Niša in Sarajeva zelo aktivno sodeloval pri organiziranju imenovanega študija na Tehniški fakulteti v Mariboru. Tako je bilo omogočeno podiplomsko izobraževanje kemikov, fizikov, metalurgov, strojnikov in elektronikov, ki so bili zaposleni v specialni elektronski industriji. Interdisciplinarno področje vakuumске tehnike je bilo v takratni Jugoslaviji zelo konjunktorno. Za predavatelje so bili izbrani vrhunski strokovnjaki in profesorji iz ETH (Zürich), Univerze v Beogradu, Univerze v Ljubljani in Univerze v Mariboru. Prva predavanja so se pričela jeseni 1984 na takrat še zelo močnem Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko v Ljubljani.

### **Kako je ta študij zaživel, kako ste ga doživljali?**

Na mariborsko univerzo se je na podiplomski študij "Vakuumistika" skupno vpisalo 61 mladih raziskovalcev – v prvih letih iz vse Jugoslavije (predvsem iz Srbije in BiH) v zadnjem desetletju in pol pa le iz Slovenije. Večina izmed njih si je pridobila akademski naslov magister oz. doktor s tega področja in mnogim izmed njih sem bil mentor.

### **Kakšen je po vašem mnenju pomen tega študija?**

V zadnjih letih je bila Vakuumistika na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru kljub težavam v gospodarstvu še vedno edina smer na podiplomskem študiju v Sloveniji za področje vakuumskih tehnologij, kjer se izobražujejo in vzgajajo mladi strokovnjaki za potrebe raziskovalnih inštitucij in slovenske industrije, ki se počasi oživlja. Če se hoče neki narod obdržati, mora globoko zaorati v svojem razmišljanju o prihodnosti in ugotovil bo, da se ne sme izogibati stvarim, ki so zahtevne in težke. Le take dejavnosti – in mednje gotovo spada vakuumsko tehnika s svojimi visokimi tehnologijami – dolgoročno ohranjajo socialno varnost in vsakršno neodvisnost.

### **Kakšne so možnosti za naprej?**

Ker sem vse življenje delal na področjih, povezanih z znanostjo o vakuumu, sem želel, da se to tehnično področje v Sloveniji ohranja in sem po svojih močeh želel in še želim pomagati. Kot veste, žal ta

študij v Mariboru ugaša; od mlajših in od mladih je odvisno, kako bo v prihodnje.

### **Koga od manj znanih starejših strokovnjakov bi vi še prišteli med slovenske vakuumiste?**

Mislím, da bi morali imenovati naslednje: dr. Edvarda Cilenška, prof. dr. Janeza Dekleva, prof. dr. Aleša Strojnika in mag. Franca Požarja; delovali so na Institutu "Jožef Stefan", kasneje pa na strojni in elektro fakulteti ter na srednji tehnični šoli. Po mojem poznanju so bili dobri vakuumisti; uporabljali in razširjali so takratno pionirsko vakuumsko znanje na Slovenskem. Predlagam, da bi glede podrobnosti o takratnem tehniškem stanju na fakultetah in na Institutu "Jožef Stefan" kontaktirali prva dva, ki sta še dosegljiva. Lahko bi nastal lep prispevek k poznanju naše tehniškokulturne zgodovine.

### **S čim se ukvarjate sedaj v pokoju?**

Veliko sem z družino in počnem stvari za dom, za kar prej ni bilo časa. Rad pa sledim novostim iz znanosti in tehnike ter podatkom o zgodovini slovenstva v srednjeevropskem in širšem okviru. Rad bi navedel dve točki iz mojega tozadevnega "znan-

stvenega" delovanja, ki nasprotujeta sedanjim uradnim teorijam:

1. Slovani se v srednji Evropi niso naselili šele v 6. stoletju, ampak že tisočletja prej (Šafarik, Žunkovič, Berlot, Tomažič); izumrli Goti niso bili germansko, ampak slovansko pleme.
2. Foton se lahko opiše tudi samo z elektromagnetno teorijo, brez korpuskularne.

Ker ne živim v Ljubljani, ampak v Trziču, in zaradi šolanja svojih otrok deloma v Celovcu, iz druge perspektive spremljam situacijo v Sloveniji in jo tudi malo drugače ocenjujem. Zanimiva so mi tudi nekatera filozofska razmišljanja, ki jih spremljam in po svoje razvijam naprej.

### **Ali prejimate Vakuumista in kako vam je všeč?**

Seveda, nanj sem redno naročen. Mislím, da je to zelo priljudna tehnična revija. V Vakuumistu zvesto čitam prispevke dr. Južniča, še posebej mi je zanimiva zgodovina in delovanje nemškega življa in plemstva na slovenskih tleh. In pa seveda teksti, ki jih napišejo moji znanci.

AP