



ZA TEŽKIMI VRATI INŠTITUTA JOŽEFA STEFANA

# Na robu znanosti, v družbi robotov

Med slovenskimi znanstveniki nekateri že letijo v vesolje, drugi se spuščajo v svetove, ki jih pozna le malokdo, spet tretji iščejo način, kako izboljšati ta svet

Damjan Franz Lu  
Foto: Bojan Velikonja

Med novicami smo lahko te dni prebrali, da Inštitut Jožefa Stefana s precejšnjo gotovostjo za Slovenijo napoveduje rahlo rast primerov obolevnosti s covidom-19. Matematika, zapleteni izračuni, visoka gotovost ... Trda, težka znanost. Toda kdo so pravzaprav ti ljudje, ki v njej delajo, ki sestavljajo omenjeni inštitut, o katerem veliko slišimo, bržkone malo vemo. Odprli smo težka vrata vhodne avle inštituta in za njimi našli številne sogovornike z zanimivimi zgodbinami. V marmornato bleščeči, sicer temni, prostorni, predvsem pa povsem tihi avli, okrašeni z aktualno razstavo aktov z naslovom Adam in Eva, nas je sprejel mož visoke postave, osivelih las. Prijazno nas je pozdravil. Je človek stare šole, novinarje na obisku rad osebno sprejme. Malce smo poklepetali, nato začeli zares. Sedli smo v veliko predavalnico nadstropje višje. Predavalnica sama po sebi poudarja vtis učenosti, a četudi ne bi sedeli tam, bi hitro dognali, da se pogovarjamo z razgledanim človekom, ki je v takšnih predavalnicah doma; mimost izma-

▶ Dr. Jadran Lenarčič je takole opisal znanstvenike: »Vsi niso ustvarjalci, večinoma so bolj sledilci. Tistih vrhunskih, ki prispevajo najzlahnejše ideje, je res malo. Običajno so taki tudi slabši v ročnih spretnostih, zato potrebujejo ob sebi spretnejše, boljše eksperimentalce, ne samo teoretike.« Ko so ga nekoč vprašali, kako si lahko privoščijo tako znanost, ko pa se vrti toliko manj denarja kot na Zahodu, je brez obotavljanja odgovoril: »Zato, ker mi nismo inštitut, pač pa smo Inštitut Jožefa Stefana.«



Vodja oddelka za raziskave sodobnih materialov dr. Matjaž Spreitzer pred pulzno lasersko depozicijo - PLD. Ta naprava, ki so jo sestavljali leto dni, »omogoča pripravo visokokakovostnih tenkih plasti in strukturiranje na nanoskopski ravni«. Jezik, ki ga uporabljajo v teh okoljih, je namreč visoko strokoven, naprava pa v svoji nedoumljivosti obiskovalcu še posebno zanimiva.

žanja, premišljenost besed in tehtnost povedanega so zaznamovale uvodni pogovor z dr. **Jadranom Lenarčičem**, dolgoletnim direktorjem Inštituta Jožefa Stefana, in kasneje s številnimi njegovimi kolegi.

## Iz študija v svet

Dr. Lenarčič je prišel na inštitut še kot študent, kar velja za večino tam zaposlenih, ostal in uspel na razburljivem področju robotike. Danes sodi med najbolj cenjene znanstvenike s tega področja. »Veste, ko sem prišel in se pogovarjal s tedanjimi zaposlenimi, sem že kmalu spoznal, da to pravzaprav niso nekakšni superljudje, pač pa taki kot jaz,« je pripovedoval. Bržkone pomirjujoče besede za vsakogar, ki je prvič na obisku.

Kot mladenič se je tako znašel v okolju, ki mu je omogočilo spoznavanje najnovejših svetovnih dognanj, ta pa je s pridom prenašal v naše okolje. S precejšnjim ponosom Lenarčič pove, da je inštitut sicer res doma v Sloveniji, vendar je to predvsem evropski inštitut. »Tako kot je Roglič svetovni kolesar in hkrati Slovenec,« je ilustriral.

Je človek, s katerim bi se lahko o širokem polju znanosti pogovarjali vse popoldne in nam ne bi bilo dolgčas. Toda za zdaj omenimo zgolj še to, da je bil v osemdesetih letih pobudnik serije elitnih simpozijev ARK (Advances in robot kinematics), ki sodijo med najpomembnejše v robotiki in na katerih so prvič predstavili napredke, ki so kasneje spreminjali svet. Tako še poudarimo tisti občutek ob vstopu v avlo inštituta, da nismo naredili samo koraka v svet slovenske, pač pa smo že v domeni svetovne znanosti. Slovenska znanost izmenjuje dognanja z drugimi, v zameno prejme tista iz sveta. »Tako to deluje. Če tega ne bi imeli, se lahko preselimo na otok in postanemo primitivci,« je misel slikovito zaključil sogovornik.

## Svet sodobnega Juleša Verna

Na inštitutu se obiskovalcu po eni strani potrdijo stereotipne predstave o norem znanstvenem okolju - nemara še najbolj na odseku za raziskave sodobnih materialov v eni od številnih stavb inštituta, kjer kraljuje kemija z mikroskopi, obsevalnico, cpravetami in napravami iz sveta nekakšnega novodobnega Juleša Verna. Po drugi strani se mnogi stereotipi porušijo.

Na odseku nas je sprejel vodja, dr. **Matjaž Spreitzer**, najmlajši med sogovorniki, uglajen, simpatičen možak. In če z njim ne bi sedeli nasproti laboratorija za velikimi steklenimi stenami, ne bi mogli po videzu soditi, da je znanost njegova tako globoka strast. Je jasnih misli,

odprt, priljuden in nikakor ne ustreza tipu samotarskega čudaškega znanstvenika, kot jih rišejo v narižankah ali knjigah. Morda je takšni predstavi podoben le po tem, da je, kot nam je povedal, že kot otrok sanjal, da bi postal kemik. »Če imaš neko tako vizijo, željo, se ti potem življenje že nekako sestavi,« je pripomnil. To je njegova sanjska služba.

Časi, ko se je lakšen mislec zaklenil v sobo in tam ostal, dokler ni našel rešitve problema, so minili, je še dejal. Njegov tipični delovni dan poteka nekako takole: zjutraj s sodelavci sedejo skupaj, se pogovorijo o tematikah, problemih, kako bodo dosegli zastavljeni načrt, ki je lahko sestavni del bodisi doktorskega usposabljanja bodisi projekta ali industrijske naloge. »Gre za mešanico tehničnih in znanstvenih vprašanj - najti problem, ga opredeliti in ga izpiliti, razrešiti; v večini primerov je to izvedljivo, redko se zgodi, da je nerešljivo.« Danes znanost namreč poteka v moštvi.

Med projekti, s katerimi se ukvarjajo na odseku za raziskave sodobnih materialov, je denimo, kako povezati oksidne materiale s silicijevimi. »Silicij predstavlja hrbtnico elektronske industrije, na njem temeljijo številne naprave, ampak težava je, da je reven po lastnostih. Nasproti so oksidni materiali, ki izkazujejo različne funkcionalne lastnosti, magnetne, superprevodne, in če nam uspe ta dva svetova združiti, lahko dobimo materiale, ki presegajo trenutno raven razumevanja razpoložljivih materialov,« je poskušal kar najbolj nazorno pojasniti dr. Spreitzer.

Sledi zanka: seveda sta materiala med seboj nekompatibilna. »Razvili pa smo postopke, kako ju združiti in pri tem ohraniti vrhunske lastnosti. Materiale smo razvili in zdaj preverjamo njihovo uporabnost.« Ena teh je zbiralnica energije, ko iz vibracij ustvarjajo električno energijo. Od zamisli do delujoče izvedbe je minilo dve leti.

## Dobrodošli v svetu robotov

Nedaleč od teh kemijskih laboratorijev - odseki inštituta so razmetani, ločeni po stavbah in nadstropjih, zgrajenih postopoma od petdesetih let naprej - se za vrata oddelka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko skrivajo nove zanimivosti. Kaj bolj kriči sodobnost kot robot? Tega boste sicer videli že na arhivskih fotografijah iz neke druge dobe, resda manj dovršene, bolj aramežljivega, prej matastega kot bistrega, vsekakor pa precej manj bleščečega, kot je tale najnovejši. Nemara najbolj nenavadna naloga, ki so mu jo naložili, je bila vodenje slavnostne prireditve ob 70. obletnici inštituta. (Takrat mu je glas po-

VSAK JE SVOJE  
ŠOLE KOVAČ!

An ban, polno sanj,  
nasmeh nariši,  
se v šolo vpiši,  
vija vaja, zdaj!

[www.srips-rs.si/dir](http://www.srips-rs.si/dir)



Izobrazba je ključ do uspeha!  
Dokončaj ali nadaljuj šolanje in izkoristi  
priložnost za boljšo zaposlitev!





sodil Pavle Ravnohrib, programerji pa so poskrbeli za hojo, premikanje in vragolije.)

Na odseku imajo še celo vrsto robotskih rok, ki bi jih prej pričakovali v proizvodnji. Tudi te so bile včasih preproste, kot so danes. Kot so nam pojasnili fantje in dekleta, ki tam opravljajo meritve in upravljajo robotske roke, zdaj govorijo o »kolaborativnih robotih«, torej takšnih, ki lahko delajo ob človeku in se na njegovo prisotnost odzivajo ter ga ne morejo treščiti z vso močjo, kot se je to lahko zgodilo nekoč. V robotih je vse več pameti.

Na hodniku tega odseka, polnem pisarn, smo po naključju naleteli na raziskovalca, dr. Igorja Muševiča, o katerem so med drugim posneli televizijski dokumentarni portret z naslovom Polet iz Planice na Luno. Že od daleč pritegne pozornost njegova nekoliko neobičajna pričeska skodranih las, nato pa še mehka, dasiravno žareča govorica zadovoljstva. To je mož, ki s sodelavci z mislimi leteč po vesolju preizkuša, kako mirovanje dolgih vesoljskih poletov vpliva na človeško telo. »Študente smo zaprli za mesec dni, ves čas so morali ležati, nato smo opazovali, kako se odziva telo,« je opisoval enega takšnih eksperimentov. Naslednji korak je, da jih zapro za dva meseca, jih še malce centrifugirajo ter tako ustvarjajo umetno gravitacijo. Gre pravzaprav za pot po idejah Hermana Potočnika Noordunga, pionirja kozmonavtičarstva, ki je že pred stoletjem razmišljal v to smer. Z lahkoto smo si predstavljali, da bi se lahko dr. Muševič s Potočnikom pogovarjal o marsičem.

Je pa naš sogovornik tudi trdno na tleh. V laboratoriju med drugim merijo, kako vzdržljivi so materiali, ki so v vsakodnevni uporabi, kako dobri so na primer vojaški škornji, kako se odrezajo obrazne maske. Nanje se obračajo nekateri največji proizvajalci, kot so svetovno znana podjetja Gore (Goretex), Decathlon, Kimberly-Clark, pa tudi slovenska, britanska vojska ... Malo je na svetu primerljivih laboratorijev, ki na iz srebra izdelanih modelih rok, nog, obraza, vsega telesa preizkušajo vzdržljivost vsega mogočega, tudi v komori, v kateri lahko dosežejo od -32 do +65 Celzijevih stopinj.

#### Fiziki v prostoru za premog

Ne bi bilo prav, če med obiskom ne bi obiskali fizikov. Ta laboratorij je bil vendarle eden prvih, ki so jih po ustanovitvi leta 1949 uredili na inštitutu. Dr. Igor Muševič iz odseka za fiziko trde snovi je na inštitutu štirideset let in le redko kdo bolje pozna tamkajšnje kuloarje. Zmotili smo ga med sestankom v pisarni osrednje stavbe, popeljal pa nas je samo nadstropje niže, v klet. »Prvi laboratorij je bil v prostoru za premog,« je povedal z nasmehom. Sploh je bil pogovor z njim dokaj iskrič. Po stopnišču smo se spustili do dolgega hodnika brez oken, dasi je bil presenetljivo dobro osvetljen. Levo in desno stojijo laboratoriji, ki so pričakovano fizikalno razmetani in praviloma polni raziskovalcev. Monotonost hodnika je prekinil zgolj namizni nogomet pred vhodom v enega od laboratorijev. »Da, tudi to radi zaigrajo. Znanstvenik se mora znati tudi sprostiti,« je z navidezno resnostjo pojasnil sogovornik.

Če bi brali o odseku, ki ga dr. Muševič vodi, imenovanem F5 (tako skrajšano poimenujejo odseke: F1



Na inštitutu se stikata dve področji: tehnično in naravoslovno. Dr. Gregor Dolanc iz odseka za sisteme in vodenje je med našim obiskom opisal projekt izdelovanja sistema, ki služi komprimiranju vodika. »Vodik je lahko imenitno pogonsko sredstvo. Projekt, pri katerem smo sodelovali, se je ukvarjal s kemijskim kompresorjem brez mehanskih delov, takim torej, ki nič ne ropota,« je opisoval in izrazil prepričanje, da bodo vozila v prihodnosti vozila na električno energijo po mestu, tista z daljšimi potmi pa bodo imela vodikov pogon.



Laboratorij robotike sodi med najbolj fotogenične predvsem zavoljo osnovne človeške predstave, da so roboti prihodnost. Dekletom in fantom, ki tam ustvarjajo, merijo, se usposabljaajo, se sicer ne zdijo nič posebnega, saj poznajo vse skrivnosti teh strojev, za druge pa je vendarle to prav posebno doživetje, ko s pritiskom na gumb takšna naprava oživi.

- fizika 1, K3 - kemija 3 in tako naprej, skupaj jih je približno 30), bi brali o raziskavah, usmerjenih predvsem v področje »fizike neurejene in delno urejene kondenzirane materije ter še posebno faznih prehodov v teh sistemih«. Ob takšni silni znanosti se ne bi spuščali v podrobnosti, povejmo le, da se je dr. Muševič skozi kariero velikokrat ukvarjal s tekočimi kristali, brez katerih si sodobnih televizij-

skih zaslonov in zaslonov pametnih telefonov ne moremo predstavljati. Začel je že takrat, ko so le redki vedeli, čemu vse lahko ti kristali služijo.

Vzdušje v laboratoriju je bilo sproščeno, mirno, delovno. Tako kot mora biti. »Ni pa pomembno samo delo v laboratoriju,« je kar nekako predvidel naše razmišljanje, »pač pa imajo vlogo tudi srečanja v čajnici. Tam se lahko utrnejo prav ne-

verjetne zamisli.« O enem takšnih dogodkov nam je pripovedoval kmalu zatem.

Odsek med drugim sodeluje pri zelo zanimivem projektu umetnega nosu. Ne gre za protetiko, pač pa za projekt odkrivanja eksplozivov. Na njem so na pobudo ministrstva za obrambo najprej začeli sodelovati s fakultetama za elektrotehniko in kemijo, torej interdisciplinarni tim, ki je razvil napravo z več senzorji, zaznavajočimi določene molekule v zraku. V času gospodarske krize je bil projekt ustavljen, kasneje so nadaljevali prek financiranja javne agencije za raziskovalno dejavnost, pritegnili še nekatere druge strokovnjake in tako izdelali sistem, ki ima zdaj 64 senzorjev. Že se pogovarjajo o proizvodnji take naprave.

delovali še oni.« Znanost je polna takšnih naključij.

Dr. Muševič je med drugim povedal, da v znanosti ne štejejo samo izdelane naprave, pač pa je nadvse pomembno, koliko člankov avtorji objavijo in v kako prestižnih revijah. Med najprestižnejše sodijo mednarodne revije Nature in Science. V njih je morda dandanes res že tretjina avtorjev s Kitajskega, vendar pečat dodajajo tudi slovenski znanstveniki. Navsezadnje nekatere lestvice inštitut umeščajo daleč v ospredje, denimo na stoto mesto od 8000 takšnih in drugačnih institucij, pred marsikatero bolj zveneč in bogatejše ime. Slovenske strokovnjake vabijo na pomembna evropska srečanja.

Na tej točki smo morali nit prekiniti, saj se je odmerjeni čas na inštitutu počasi iztekal. Videli smo marsikaj, marsičesa tudi ne - denimo jedrskega reaktorja TRIGA, ki je na Brinju v okolici Ljubljane. Tako smo, lahko rečemo, le poprskali po površju, se s sogovorniki dotaknili posameznih točk, nismo pa z lopato rinili v globino. Inštitut je skupek številnih področij, stoterih projektov, kar je pravzaprav njegova prednost, saj med seboj sodelujejo strokovnjaki različnih tehničnih in naravoslovnih ved.

Kot so nam med pogovori še povedali, se inštitut, ki je samostojen, financira sam, predvsem s konkuriranjem idej in znanjem na domačih in tujih razpisih. Uspejo s kakšno petino prijav. Vendar jim gre dobro.

Če vas bo pot torej kdaj zanesla na Jamovo cesto v Ljubljani, boste le streljali od inštituta. In če boste morda zavili vanj, boste tam srečali nadvse zanimive ljudi, ki so za življenjsko poslanstvo izbrali znanost. Vozni park pred njim vas ne bo posebno pritegnil. Slovenska znanost ni materialno bogata in ne bo pritegnila takšnih, ki jim zunanji blišč pomeni največ; pritegnila bo ljudi, ki so vztrajni, delavni, strastni in pedantni. Pedantni? »Raje bi rekel resnicoljubni,« je pripomnil dr. Muševič, ko je beseda nanesla na to temo. »Znanstvenik ne sme ničesar skrivati, vedno povedati vse, tudi tisto, kar se morda ni končalo uspešno, vedno mora podajati kar najbolj objektivno sliko.«

In pod takšnim viškom smo se od inštituta tudi poslovili. ■

BOLJE SLIŠATI. BOLJE ŽIVETI.

## Z najnovejšo tehnologijo do boljšega sluha.

S pomočjo Neurothovega obročnega odplačevanja do boljšega življenja:



Upravljanje s pametnim telefonom



Reprodukcija visokih tonov

Slušni aparati

za

1,40 EUR\*

na dan.

Neuroth: 14 poslovalnic po vsej Sloveniji  
Brezplačen telefon: 080 5076

www.neuroth.com

\*Prenosni zgornji slušni aparati model Proak T100 B80 C1 z obdobjem vrednosti naročilnice 2205. Vključeno 3-letno zavarovanje.

SLUŠNI APARATI // SVETOVANJE // ZAŠČITA SLUHA

NEUROTH