

# Če ne bi hazardirali, ne bi nikoli nič novega

## Prof. PREDRAG CVITANOVIČ, fizik

### MARJAN LOGAR

Osrednji gost in predavatelj tokratne mednarodne poletne šole o kaosu in nelinearni dinamiki v organizaciji Centra za uporabno matematiko in teoretično fiziko Univerze v Mariboru je bil teoretični fizik prof. Predrag Cvitanović z Georgia Institute of Technology (GIT) v Atlanti v ZDA, ki velja za enega od pionirjev klasičnega in kvantnega kaosa.

### Povejte nam kaj o sebi in o začetku vaše kariere. Baje so bili vaši predniki tudi slovenskega porekla?

“Predniki po mamini strani, Golmajerji, izhajajo iz okolice Jesenic, med njimi so bili duhovniki, pomembni v zgodovini Slovenije, tudi en kanonik v Ljubljani in en knez nadškof v Gorici. Moja družina se je iz Slovenije preko Istre preselila na Hrvaško. Rodil sem se v Zagrebu in tam končal gimnazijo. Odšel sem v ZDA ter tam po kolidžu v Michiganu diplomiral na MIT, Massachusetts Institute of Technology. Doktoriral sem na univerzi Cornell, kjer sem se ukvarjal s teorijo osnovnih delcev. Raziskovalno sem deloval pri pospeševalniku v Stanfordu, delal v Oxfordu in na inštitutu za napredne študije v Princetonu. Bilo mi je dovolj Amerike, pa sem se preselil v Evropo in postal Danec. Precej let sem delal na inštitutu Nielsa Bohra v Kopenhagnu, a zdaj spet živim v ZDA, v Atlanti v Georgii. Na univerzi Georgia Tech se ukvarjam s teorijo kaosa in turbulen-

osebno ne pomeni veliko, toda razumeti nekaj, kar poprej še ni bilo razumljeno, je zame užitek in moja motivacija.

Neki naš kolega je izračunal, da okoli 70 odstotkov ameriškega bruto nacionalnega dohodka prihaja iz kvantne mehanike. Te pa ne bi bilo brez fizikov pa tudi elektrike ne bi imeli ne tranzistorjev in ne prenosnikov in še česa. Ko odkrijete kakšno novost, je to lahko ali le osebno zadovoljstvo ali pa lahko tudi kaj spremeni v svetu. Zato nas družba plačuje, da se ukvarjamo s stvarmi, ki v bližnji prihodnosti niso videti prav koristne in praktične. Vendar iz izkušenj zadnjih 400 ali 500 let, kar se znanost razvija (Bacon, Galilei, Newton ...), vemo, da lahko ta čez čas prinese družbi kaj velikega, čeprav tedaj ne gre za reševanje nekakšnih konkretnih problemov.

Tudi način ustvarjanja fizikov je nenavaden. Običajno ne odgovarjamo na zastavljena vprašanja, temveč zaradi motivacije odkrijemo nekaj, česar nismo pričakovali, s tem pa odgovorimo na vrsto vprašanj, ki niso bila zastavljena, ker niso mogla biti zastavljena, saj si jih ni bilo mogoče zamisliti. Toda pomen posameznih odkritij se stalno spreminja. Stvari, ki se v nekem času zdijo zelo važne, čez čas izgubijo pomembnost. Fizike vedno spremljata naša metodologija in način razmišljanja, ki je drugačen kot pri drugih.

Nekoč sem se pogovarjal z mladim nadarjenim danskim gledališkim režiserjem odlične predstave Kopenhagen. O fiziki ni vedel nič.

Takrat se je prvič srečal

z njo in prvič sodeloval s fiziki. Rekel je: ko pride do problema na primer v gledališču, smo vsi drugi nesrečni in obupujemo, dvomimo o uspehu predstave. A fiziki niso srečni, dokler ne pride do problema. Zanje je dolgočasno, če vse deluje pričakovano, v kritičnih situacijah pa se lahko izkažejo. Povedal mi je najboljšo definicijo fizika. Fiziki so ljudje, ki so najbolj srečni, ko naletijo na problem, ko stvari ne delujejo. To nas definira!“

### Kako mlad fizik izbere svojo pot in svoje delovno področje?

“Sleherno življenje je niz naključij. Če kdo reče, da je važno razumeti kvarke, mladi ljudje začnejo delati s kvarki. Ko pa ugotovimo, da na področju kvarkov ne moremo več nič narediti, ker smo do tistega trenutka izčrpali vse svoje ideje, odkrijemo neki drug problem, npr. nevrofiziologijo ali kaj, kar sploh ni povezano s kvarki. A ko se recimo nekaj eksperimentalno preveri, dobimo idejo, ki je do tedaj nihče ni imel. Tako se mi je zgodilo, ko sem delal na področju osnovnih delcev, prijatelj pa se je začel ukvarjati s turbulenco.

Olje, voda ...,

to je nekaj za meteorologe in za inženirje, sem si mislil. Sploh me ni zanimalo. Prijatelj mi je pokazal, kakšni so problemi in zakaj jih ne morejo rešiti. Postalo mi je zanimivo zato, ker tega ne razumemo. Že 150 let poznamo eksperimentalne zakone, ki dobro opisujejo tekočine, ne znamo pa predvideti, kako bodo stvari potekale.

Fiziki smo oportunisti: ko pri delu najdemo kakršenkoli problem, kjer menimo, da lahko kaj naredimo, se ga bomo z navdušenjem lotili. Vsi fiziki poznamo klasično mehaniko, elektrodinamiko, kvantno mehaniko, kar smo se naučili, vendar če nam kdo reče, da je npr. kardiologija zanimiva, ker so tam nekakšni tokovi, ki se zdaj dajo meriti, nekoč pa se niso dali, se bomo takoj lotili tega, ker tam moremo nekaj narediti. Ali druga situacija: v t. i. teoriji grup obstaja abstrakten problem, kako simetrije delujejo v naravi in kako so posamezni osnovni delci povezani s simetrijami. Nekaj časa sem se

ukvarjal s tem le za lastno zadovoljstvo, ker se mi je zdelo zanimivo. Na koncu sem napisal knjigo, ki jo zdaj ljudje uporabljajo, saj se je izkazalo, da je v njej nekaj uporabnih stvari. S kvarki in s turbulenco ni imelo nikakršne zveze, a lepo je bilo to narediti.

Zakaj sem v resnici postal fizik? Matematika in fizika sta vedi, ki se precej razlikujeta od drugih. Sta povsem univerzalni, vsečloveški. Nimata nikakršne specifične osnove, ki izhaja iz književnosti ali prava in zakonov kake države ali njene kulture, kar mi je zelo ljubo. Za nas sploh ni pomembno, od kod je naš sogovornik. Takoj se lahko začnemo ukvarjati s problemi, ki so povsem človeški. Ta motivacija mi je bila osebno zelo važna. Omo-gočila mi je, da potujem po vsem svetu in spoznavam mnoge ljudi, ki me osrečujejo.“

>>

ce. V začetku sem živel skromno in kot študent sem delal vse, tudi za tekočim trakom pri General Motorsu. Ko pa sem dobil štipendijo, je bilo lažje.“

### Kaj opredeljuje fizika? Kaj je tisto, zaradi česar se mlad človek odloči za študij fizike?

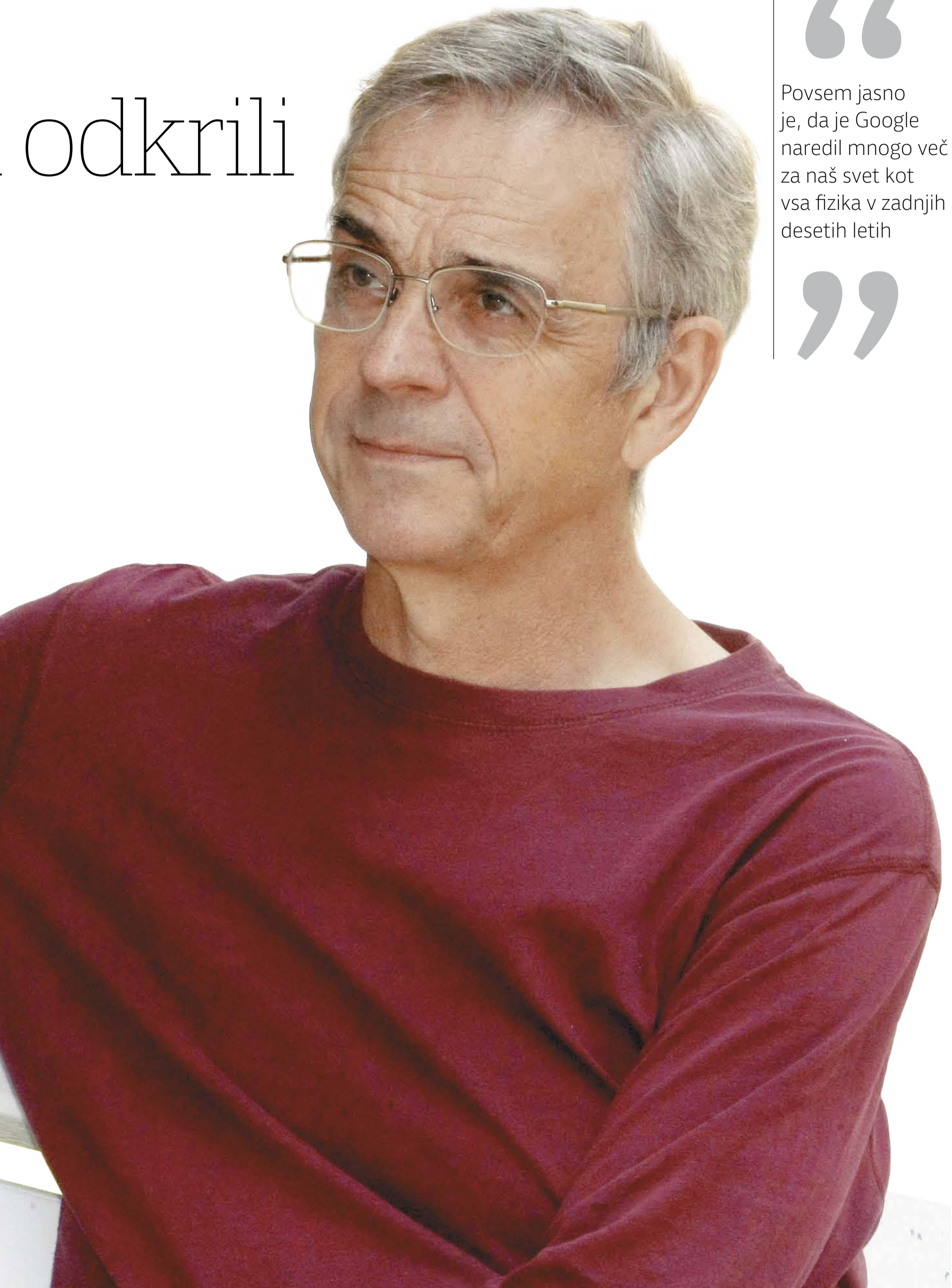
“To je motivacija, naša radovednost, ki morda ni značilna za prav vsakega znanstvenika. A nas že od mladosti zanima, kako stvari delu-

jejo, zakaj se to in ono dogaja na tak ali drugačen način. Če to imate v sebi, lahko postanete inženir, mehanik ali veliko drugega. Vendar ima fizika še nekaj več, človeka namreč prevzame. Fiziki smo najbolj zadovoljni, ko pojasnimo, kako nekaj poteka v naravi, kakšni so njeni principi. Denar mi





odkrili



“

Povsem jasno je, da je Google naredil mnogo več za naš svet kot vsa fizika v zadnjih desetih letih

”





**Vaše delo sodi v teoretično fiziko, na področje kaosa in turbulence.** "Jasno je, da je pomembno imeti sposobnost predvidevanja poteka zapletenih pojavov, npr. oblakov, vremena in klime. Kljub njihovi zapletenosti intuitivno vemo, da zanje veljajo neka pravila. Njihovo raziskovanje v zadnjih 20 ali 30 letih je privedlo do teorije kaosa in dinamične teorije turbulence.

Tradicionalno smo fiziko delili na teoretično fiziko, kjer neki teoretik razmišlja in s svinčnikom piše, potem eksperimentalno fiziko, kjer nekdo skrbno opazuje, da najde kaj novega ali da preveri veljavnost teoretičnih napovedi. Pojav poceni računalnikov zadnjih 30 let

pa je omogočil še tretjo vrsto fizike. Ukvarja se z virtualnimi svetovi in hipotezami. Takšni ljudje, ki to znajo preračunati, so tako dobri 'eksperimentalisti', a ne delajo z materijo, temveč z idejami in preračunavajo njihove posledice. To je mnogo več kot le to. Čeprav so računalniki le orodje, saj ničesar ne zmorejo narediti sami, so povsem spremenili eksperimentalno fiziko. Zato zdaj eksperimentalisti delajo stvari, ki se jih pred 20 leti sploh ni dalo zamišljati. Zmorejo meriti zelo skrbno, kako se vsak milimeter tekočine premika s časom, in to postaviti v računalnik, kar se potem analizira, primerja. To so klasični problemi, ki ne zahtevajo kvantne mehanike, problemi, o katerih se razmišlja od 1850. leta. Pomoč računalnikov pa nam danes omogoča, da naredimo nekaj, kar prej ni bilo mogoče.

Ukvarjam se s turbulenco, saj je v njej toliko možnosti za motivacijo. V njeni kompliciranosti sta nekakšna struktura in dinamika. Fiziki se ukvarjamo s prepoznavanjem njenega zapletenega spreminjanja. Prizadevamo si za precizen matematični jezik, da to opišemo. Tega še nimamo prav dolgo. S pomočjo računalnika in razmišljanja ter teorije je danes mogoče najti zelo natančne rešitve teoretičnih enačb, ki opisujejo opaženo. So zelo ko-

ristne. Če prepoznamo v nekem trenutku strukturo oblaka, lahko predvidimo, kaj se bo zgodilo naslednji trenutek, ker smo to že prej preračunali. Še bolj pomembno pa je, da moremo pojav kontrolirati in predvideti pri-

hodnje stopnje. Ko vemo, kakšne so možnosti razvoja te turbulentne strukture, lahko z uporabo malo energije ali z relativno majhno silo preusmerimo pojav v za nas ugodnejšo smer. Zato je pomembno podrobno poznati dinamiko oblakov.

Za koga drugega je bolj pomembna turbulenca ob krilih med letom letala. Zaradi nje lahko letalo porabi tudi do dva- ali trikrat več goriva za vsak kilometer poti, kot kadar ni turbulence. Poznavanje potankosti turbulence in ne le povprečja nam omogoča, da uporabimo načine, s katerimi jo kontroliramo z majhno porabo energije. Enako lahko ravnamo, ko razmišljamo o tahikardiji, to je hiter srčni utrip oz. neregularnost bitja srca. Ko kardiologi vidijo, da srce ne deluje regularno, poskušajo diagnostično intervenirati.

Današnji eksperimentalisti lahko z opazovanjem površine srca ugotovijo pojav nekakšnih spiralnih valov. Podobno kot za turbulenco v tekočinah je tudi tu teorija, ki napoveduje, kdaj nastanejo taki valovi, kaj bo temu sledilo in kako bo srce reagiralo na naše poskuse, da jih malo spremenimo. Gre za zelo precizne podrobnosti. Trenutno delam s skupino teoretičnih in eksperimentalnih fizikov, ki se ukvarjajo s študijem srca in s poskusi na psih. Ko bodo uspeli, se bodo tudi na ljudeh.

Za dovolj natančno rešitev modela srca bi nekje v Ameriki potrebovali tri mesece dela superračunalnika. Z njim bi za poljubno stanje srca lahko izračunali njegov nadaljnji razvoj. Ko bomo dosegli to, lahko te možnosti zapišemo na čip, ki ga vgradimo npr. v vaš defibrilator, ki ga nosite nad srcem. Namreč, ljudem z možno nevarnostjo tahikardije se vgradi majhna naprava, defibrilator, s kakšnimi osmimi senzorji na srcu, ki ves čas spremlja, kaj se dogaja s srcem. In če prepozna nevarno stanje, ustvari šok s kakšnimi 1000 džuli energije ali 1000 volti, kar človeka vrže po tleh, kot da bi ga s kladivom. Če gre po sreči, se srce iz spiralnega načina delovanja, ki je lahko smrtno nevarno, vrne v naravni način. Ko bo čip, ki bo imel v spominu zapisane vse mogoče načine nenormalnega srčnega delovanja, prepoznal določeno nepravilnost, bo zelo specifično - za tak način nenormalnega delovanja - z majhnimi popravki, s tokovi, povzročenimi z milivoltnimi in ne kilovoltnimi sunki, dosegel, da se srce povrne v boljši, pravilnejši in bolj zdrav način delovanja. Natančno že vemo, kaj je treba narediti, ko se pojavi to in ono, ker smo to že preračunali. Ko to uspe, bo - iz povsem abstraktnega razmišljanja o oblakih - nastalo nekaj, kar lahko nekemu pomaga živeti leto dni dlje."

**Kateri so najpomembnejši ali najzanimivejši rezultati vašega dela?**

"Zanimivo vprašanje, a odgovora sta dva. Sem individuum in tudi član človeške družbe, za katero so odgovori na ta vprašanja drugačni. Sam mislim, da je najbolj zanimivo, kar sem naredil, nekaj zelo abstraktnega v teoriji grup. Gre za moje razumevanje in način razmišljanja o t. i. izjemni Liejevi grupi. To je zelo osebno, saj svoje veselje nad tem lahko delim s kakšnimi desetiimi ljudmi. Tudi ni mogoče vedeti, ali bo to spoznanje pomembno za 100.000 ljudi čez 50 let ali pa se bo popolnoma pozabilo, ker se to v znanosti nikoli ne ve. To je osebno veselje in užitek.

Drugo pa je družbeno veselje. S kolegom sva detajlno pojasnila, kako pride od regularnega obnašanja sistema do kaotičnosti. Tudi to je bilo narejeno le za veselje, saj ko sem to



delal, nisem imel nobenega drugega namena. In matematična formulacija tega procesa je bila zelo lepa. Potem pa se je izkazalo, da se da to opaziti pri številnih pojavih, npr. v tekočem heliju, pa v piščančjem srcu, v nenormalnem odzivu ojačevalnikov (mikrofonija) itd. Ob pojavu nelinearnosti začnejo nihati veliki stolpi, ladje se lahko potopijo zaradi nekakšnih neugodnih oscilacij. Trajalo je pet do šest let, ko se je šele opazilo, da sva to naredila. Celo področje fizike, ki prej ni bilo njen del, se je iz tega razvilo in tudi ta poletna šola izhaja iz tega. Spoznanje prehoda iz reda v kaos je družbeno zelo pomembno, saj je spremenilo naš način razmišljanja.

Prej smo mislili, da je nekaj zapleteno, ker ima veliko delov. Potem smo dojeli, da preproste stvari, če so nelinearne in četudi jih vodijo preprosti zakoni narave, lahko ustvarjajo zelo zapletene pojave. Beseda nelinearen pomeni nesorazmerno reagiranje nekoga ali nečesa. Linearnost ali sorazmernost je, če vas kdo malo provocira, vi malo reagirate, če vas dvakratno provocira, vi dvakratno reagirate. Nelinearnost pa je, če vi že ob majhni provokaciji ponorite. V splošni rabi (v angleščini) danes pomeni nekaj slabega. Npr. she went nonlinear pomeni ona je ponorela. Matematično pa to pomeni, da majhne spremembe lahko privedejo do velikih sprememb ali majhne stvari imajo velike posledice. To smo poznali že prej, a zdaj imamo jezik - ustrezno matematiko, s katero lahko to zapišemo in z njeno pomočjo tudi razmišljamo. Če so poprej eksperimentalisti opazili tak pojav, so lahko v objavi to omenili, saj je bilo videti kot slab rezultat. Pojasniti tega pa niso mogli, ker ni bilo za to ustreznega jezika. Danes je drugače, saj lahko zapleteno obnašanje pojasnimo, razumemo, uporabimo, predvidimo, ga napovemo ali se mu izognemo. Če lahko tako razmišljamo, imamo nenavadno moč, če se znajdemo v takšni situaciji.

#### Kakšni so vaši načrti?

“To je strateško vprašanje. Dober znanstvenik, fizik mora imeti več programov hkrati. Kot del te družbe mora delati nekaj, kar je v povezavi z njo, recimo kardiologija. Če lahko pomagamo pri zdravljenju srca, vsi razumejo, da je to vredno delati. Vedno pa želimo delati tudi nekaj v tajnosti, o čemer govorimo le z redkimi kolegi, ker tega ne bi nihče plačal. Hazardiramo. Uporabimo neke nore ideje, o katerih takrat nihče ne razmišlja. Če ne bi hazardirali, ne bi nikoli nič novega odkrili. V svojih mladih letih sem stalno uporabljal tako strategijo. Za sebe, ne za plačo, sem delal s kvarki pa turbulenco. Danes sem pa profesor in žal nimam časa za tajni načrt. Upam, da jih imajo mladi ljudje. Zato zdaj delam le to, o čemer vam govorim, saj moram prislužiti denar kot profesor, kot človek, ki nekaj organizira, ki dela le službeno. Tu ni tveganja. Prepričan sem, da bomo naredili nekaj dobrega s srcem pa nekaj dobrega s turbulenco, a to je lahko le rutinsko dobro, na osnovi znanja, ki ga že imamo, ki smo ga že uporabili in deluje.“

#### Kako pomembno se vam zdi poučevanje, prenos znanja na mlade?

“Izobraževanje nove generacije fizikov je zelo dolg proces in je naše najdragocenejše poslanstvo, zaradi katerega gredo mladi v svet usposobljeni, da nadaljujejo vse dobro v fiziki in da to spet prenesejo na naslednje generacije. Je zelo važno in deluje na dva načina. To je del kulture in mi smo odgovorni, da jo vzdržujemo in negujemo. V tem pa je tudi sebični element: so ljudje, ki si morejo sami kaj novega izmisli-

ti. Kdaj pa kdaj se to zgodi. Ljudje kot Dirac, Newton in še kdo so bili taki. Večina nas pa ravna po načelu vzamem, kar je ponujeno. Mi nekaj sugeriramo, oni tega ne sprejmejo in potem napravimo nekaj drugega. Zato so mladi zelo pomembni, če so kritični. Sebični element pa je v tem, da se jaz v interakciji z mladimi veliko naučim, kar mi daje veliko zadovoljstvo. Če bi bil sam, mnogo idej ne bi mogel preizkusiti na različne načine.“

#### Med nagradami in priznanji, ki ste jih prejeli, naj omenim dopisno članstvo Hrvaške akademije znanosti in umetnosti, članstvo v American Physical Society, Ameriškem združenju fizikov, nagrado za raziskovanje Danske fizikalne družbe, prestižno nagrado Alexandra von Humboldta leta 2009 za teorijo o turbulenci. Kaj vam pomenijo?

“Čeprav nimam rad teh nagrad, so dobre in imajo svoj praktični pomen. Potem je lažje, ker vas ljudje pustijo pri miru in lažje opravljate svoje delo (smeh). Je pa težko objektivno ugotoviti, ali si jo nekdo res zasluži. Sam občasno poskusim mlajšim dobiti določeno priznanje, saj jim bo potem lažje delati. Je izraz zaupanja in jim veliko pomeni. Sam imam dobre delovne pogoje in plačo. Z možnostmi, ki sem jih dobil v Ameriki in na Danskem, sem bil in sem zelo zadovoljen. Kaj takega je bilo pred 50 ali 100 leti nepredstavljivo.“

#### To vam omogoča pozicija profesorja na GIT, ki pa je sad vašega poprejšnjega dela.

“To so naključja, lahko bi se zgodilo povsem drugače. Ko ste mladi, tega ne morete predvideti. Zato mladim tudi ne morem svetovati. Edino, kar lahko rečem svojim študentom, je, da ne poznam nobenega fizika brez dela. Eni so v akademskih službah, mnogi pa ne. Vsi so zadovoljni s svojim delom. Način razmišljanja za reševanje kakršnihkoli problemov, ki so se ga naučili, vsi cenijo ne glede na to, ali greste delat v naftno družbo, v elektronsko podjetje ali v industrijo, v banko ali delate v fiziki.

Za mlade sem optimist, če spoznajo dediščino kulture in znanosti zadnjih nekaj stoletij. Prepričan sem, da bodo počeli kaj zanimivega, in ni pomembno kaj. Morda je popoln neuspeh ostati profesor? Uspešni ljudje odidejo in ustvarijo kaj povsem drugega, kot npr. študenta matematike, ki sta napravila Google.

Po doktoratu na Cornellu nisem imel zagotovljene nikakršne prihodnosti. V nekem obdobju je bilo skoraj nemogoče dobiti službo kot fizik. Nekateri moji kolegi so vozili taksije v New York Cityju. Odšel sem na Dansko, se nekako prebil in tudi profesura na Georgia Techu je sijajna. Z njo pride nekaj denarja za raziskovanje, ki ga je težko dobiti. Vedno moramo od državnih in privatnih organov prositi za denar. Imam nekaj zagotovljenega za kakšnega študenta in za kakšen obisk, kar je zelo dobro. Pomeni nekakšno garancijo, da lahko koga nastavim, ugodno delam in sodelujem z drugimi. Kolegi fiziki na naši univerzi so večinoma mladi profesorji, večina starih se je že zamenjala, delajo pa stvari, o katerih nisem mogel niti sanjati, ko sem bil študent. To so biofiziki, astrofiziki itd. Mnogo je zanimivih stvari in so popolnoma drugačne kot tisto, za kar sem se jaz izobraževal, pa tudi za kar so se oni. Lepo je vsak čas spoznavati kaj novega in zanimivega. Tudi ta poletna šola v Mariboru je taka: pridejo mladi, ki jih ne poznam in nikoli

“

Denar mi osebno ne pomeni veliko, toda razumeti nekaj, kar poprej še ni bilo razumljeno, je zame užitek in moja motivacija

”

nisem slišal zanje, imajo pa ideje, zanimive in dobre ideje. Biti profesor fizike je privilegij, imeti takšne stike in se ves čas učiti na tak način. A je povsem nepredvidljivo, tega nisem načrtoval.“

#### Vaše raziskovalno delo prinaša koristi za ljudi v vsakodnevem življenju. Kdaj lahko pričakujemo njihovo uresničitev?

“Mnogih ugotovitev v zvezi s srcem nisem pričakoval. Tudi na področju nevrofiziologije lahko pride do velikih sprememb. Upam, da bo način razmišljanja, ki ga razvijamo pri kaosu in turbulenci, uporaben tudi za napovedovanje vremena in klime, za razumevanje morskih tokov in podobne stvari. Za vse to nisem strokovnjak, a se pogovarjam z geofiziki in drugimi, ki to počnejo. Morda bomo bolj sposobni predvideti posledice delovanja ljudi na klimo, kar je velik in težek problem. Zato ne upam trditi, da za družbo naredimo konkretno kaj dobrega in kakšne praktične stvari se bodo dosegle. Problem je vedno isti: ne moremo predvideti, kako se bodo neka nova spoznanja razvijala naprej. Kdo bi lahko predvidel kombinacijo tranzistorjev in Googla in da boste imeli 60 Gbitov v svojem iPodu! Pokažemo jo lahko kot posledice našega načina dela.

Redko lahko konkretno kaj pokažemo kot neposredno koristno za družbo. Znanost ne deluje na tak način. Znanost je zelo velik kolektivni poskus razumevanja narave in iz njega izhaja to razumevanje.“

#### Kakšen je položaj Slovenije v znanosti in znanstvenem sodelovanju po svetu?

“Država kot Slovenija je kakor predmestje mesta na Kitajskem. Prihajam iz Atlante, ki ima pet milijonov prebivalcev, kot Danska ali Hrvaška. A v svetu znanosti to ni bistveno.

Za Ljubljano in njeno močno teoretsko raziskovalno skupino trdne snovi se je vedno vedelo. In že 50 let za Inštitut Jožefa Stefana, ne glede na to, ali je ta v Sloveniji ali v Jugoslaviji. Važna je znanost, ta pa je obsežna, tudi fizika. Pred 90, 100 leti je bilo 30 profesorjev fizike v Evropi, ki jih vse poznamo, vsaj po imenih: Born, Planck itd. Danes jih je mogoče sto tisoč ali dvesto tisoč in med njimi je petdeset tisoč takih, ki so tako pametni, kot so bili tisti najpametnejši takrat, ko je bila povsem drugačna situacija. Zato se Slovenija lahko pojavi na karti znanosti sveta v ozki specialnosti, kar je povsem v redu. Katera skupina ljudi se pojavi, je odvisno od tega, kaj delajo. Skupina ljudi za nelinearno dinamiko smo majhna skupina, morda deset tisoč ljudi. Ta pa ve, da obstajajo Slovenija in mariborska skupina in z njo Maribor. Če pa se zanimate za superstrune, pa Maribor ne obstaja.“

#### Ali je kakšno področje, ki se ga nikoli niste lotili, pa bi si ga vseeno želeli?

“Vsi vedo, pa tudi fiziki, da je življenje pomemben problem, izziv. To vedo vsi tisti, ki se ukvarjajo s proučevanjem življenja, katerih delovna področja so biologija, medicina, molekularna biologija pa možgani in nevroznanost. Ti problemi se mi zdijo mnogo bolj zanimivi, kot je to, kar jaz delam.

Ko pogledam kakšen biološki fenomen in pogledam detajle, se ne morem načuditi nad njegovo lepoto in nad načinom ustvarjanja narave. Mnoge od nas to privlači, a z našo metodologijo in našim načinom razmišljanja ne občutimo, da lahko kaj k temu doprinesemo. Naša znanja so empirična in metodologije bolj analitične. Narava pa ne dela tako. Ko sem bil še zelo mlad,

je bil eden mojih tajnih problemov, kako konstruirati oko in mrežnico in najti način, da bi možgani prepoznali, kaj oko vidi, torej računalniški model tega. Kljub vsemu trudu nisem uspel. Zdaj pa je to eno aktualnejših področij znanosti in bilo bi zelo dobrodošlo za razumevanje teorije možganov.“

#### Če bi še enkrat lahko začeli in izbirali: kaj bi počeli v življenju?

“Ne vem, a bodimo iskreni. Kar počnemo, je popolno naključje. Življenje ni vnaprej določeno. Ko sem imel deset ali enajst let, sem vedel, da ne bom ostal na Hrvaškem, temveč bom nekje v širšem svetu. Bilo mi je povsem jasno, saj je svet velik, in zakaj bi jaz ostal na enem mestu! Mnogo bolj zanimivo je videti, kaj je drugod. Tega sem se zavedal, nisem pa vedel, ne kje in kako niti zakaj in na kak način. Odločil sem se za fiziko. Lahko pa bi bilo povsem drugače, imel sem smisel za slikanje, privlačili sta me arhitektura in matematika, pa tudi ekonomija ali še kaj drugega. Zato mislim, da se to ne da predvideti.“

#### Vendar bi, če bi lahko, zdaj ko že imate izkušnjo biti fizik, še enkrat izbirali, spet želeli postati fizik?

“Ne, to ne. Zelo zanimiva se mi zdi biologija, pa matematika. Tudi psihologija in sociologija, če bi le bilo mogoče kaj napraviti. To so mnogo težji predmeti. Vem, da ne bi hotel biti neke vrste nepridiprav. Le poigrati denar? Ne, to me ne bi zanimalo in ne motiviralo. Veselje pri delu mi je motivacija. To pa pomeni, ali da nekaj odkrijem, kar mi da lasten užitek, ali da nekaj dobrega naredim za druge ljudi.

Pred 50 ali 100 leti je bilo popularno biti fizik. Ko sem bil še deček, so se sposobni vrstniki navduševali npr. za molekularno biologijo. Zdajšnje generacije razmišljajo, kako zelo so pomembni računalniki. To se ves čas spreminja.

Mladim se navadno zgodi, da se odločijo po napačnih podatkih. Ko v New York Timesu preberejo, da so superstrune zelo pomembne, lotijo se jih, potem pa ugotovijo, da superstrune le niso tako pomembne. A lotili so se jih zaradi takih informacij. Povsem slučajno sem se odločil za fiziko in ne matematiko. Čeprav se razlikujeta v načinu dela, bi mi oboje bilo v veselje, užitek. Zato je moje priporočilo mladim, naj bodo pogumni. Naj se ne odločijo za nekaj zaradi gotovosti, temveč za tisto, kar jim bo v veselje, strast. Če se tako odločijo, bo takšno življenje vredno živeti. Kdo bi vedel, ali je to danes fizika? To se spreminja. V 19. stoletju so bili junaki inženirji. Gradili so vse: mostove, železnice, ladje itd. Takrat bi vsak hotel biti inženir. V 20. stoletju so to bili fiziki ali kemiki, za 21. pa ne vem, kdo bo. Povsem jasno je, da je Google naredil mnogo več za naš svet kot vsa fizika v zadnjih desetih letih. Kot Gutenbergovo odkritje tiska! Od prve tipično študentske ideje, da bi ustanovitelj Googla naredila nekaj pametnega in z ustrežno metodo, da bi si pripravila bibliografijo za njuno matematično disertacijo, je nastalo nekaj, kar že zdaj prepoznamo kot revolucijo. Šele kasneje sta došla, da je to precej več, kot sta hotela. To je resnično revolucija, ki se ni dala predvideti. Zdaj imamo kolektivno zavest, česar prej ni bilo. Lahko se dogajajo še druge revolucije, za katere mislimo, da so neumnosti, češ npr. književnost je nekaj, računalniške igre pa so za bedake. Morda pa bo to književnost prihodnosti, književnosti, kot jo poznamo, pa ne bo. A tega zdaj še ne dojamemo. Svet se pa spreminja, to je naravno.“ ■