

Včeraj termometer, jutri **endoteliometer**

ANETA STEFANOVSKA, biomedicinska fizičarka, Univerza v Lancastru, Velika Britanija

MARJAN LOGAR

Na Univerzi v Mariboru (UM) je nedavno potekala 8. mednarodna poletna šola o kaosu in nelinearni dinamiki v organizaciji Centra za uporabno matematiko in teoretično fiziko Univerze v Mariboru (CAMTP). Med več kot 40 mednarodno priznanimi strokovnjaki in znanstveniki v poletni šoli je s ciklom petih predavanj iz nelinearne dinamike življenja sodelovala tudi prof. Aneta Stefanovska z Univerze v Lancastru v Veliki Britaniji. Interdisciplinarno področje njenega delovanja sega od fizike do fiziologije, v katerem med drugim obravnava matematično modeliranje in eksperimentalne meritve kardiovaskularnega sistema in možganske dinamike.

Kako ste postali biomedicinska fizičarka?

“Rodila sem se v Makedoniji, tam sem končala osnovno in srednjo šolo. Že takrat sta me zelo veselili matematika in fizika, še posebno pa me je privlačila narava. Zato sem si želela študirati nekaj, kar bi povezovalo matematiko, fiziko in naravoslovje, predvsem z biološkega vidika. Ko sem izvedela za študijsko smer biokibernetika na ljubljanski univerzi - takrat ni bilo študija biofizike -, sem natančno vedela, da je to to, kar hočem. Kibernetika je bila na fakulteti za elektrotehniko, kjer sem diplomirala in doktorirala in tam tudi dolgo časa poučevala. Od leta 2006 delam na oddelku za fiziko Univerze v Lancastru kot profesorica biomedicinske fizike.”

Kako bi opisali področje svojega znanstvenega delovanja?

“Misija moje skupine in našega raziskovalnega dela je razumeti delovanje živih sistemov. Znanost je v zadnjih letih zelo napredovala v poznavanju najmanjših struktur, na primer genetike, vendar nas zanima delovanje. To pa ni preprosto. Povezave so zapletene, saj deli sistema vplivajo drug na drugega. Zato za preučevanje potrebujemo zelo močna orodja fizike in matematike. K sreči lahko danes brez težav merimo skoraj vsako podrobnost delovanja človeškega telesa. Z obdelovanjem teh meritev skušamo dojeti zakonitosti, ki urejajo procese v živih organizmih na široki skali od nivoja celice do nivoja organizma. Vsaka enota v človeškem organizmu, vsaka celica na neki način uravnava koncentracije in izmenjavo snovi z okolico na ponavljajoč oziroma, kot temu

pravimo, na oscilatorni način. Ves organizem je tako skupek oscilatorjev, ki se med sabo sinhronizirajo, kar pomeni, da med sabo lahko komunicirajo in se usklajujejo, podobno kot glasbeniki v orkestru. Da bi oscilatorni procesi bili sinhronizirani, morajo med sabo komunicirati. Sinhronizacija je prisotna tudi med organi, saj se le tako zagotovi normalno funkcioniranje celote. V ritmičnih, s katerimi potekajo oscilatorni procesi, so zapisane informacije o stanju procesov v celicah in organih, nanje vpliva stanje bolezni ali prisotnost zdravil, kot je na primer v anesteziji. Prav z anestezijo se veliko ukvarjamo. Skušamo razumeti, kako anestezija spremeni interakcije med oscilatornimi procesi bodisi v možganih bodisi pri kardiovaskularnem sistemu. Te oscilacije danes zlahka pomerimo s posebno merilno opremo, analizo pa opravimo z matematično-fizikalnimi postopki. Na ta način lahko ugotovimo, v kakšnem stanju je organizem. Naš največji dosežek je to, da smo pokazali, da je endotelij, to je sloj celic, ki je v vsakem delu ožilja, zelo pomemben. Njegovo delovanje se namreč odraža kot osciliranje z dokaj natančno določeno frekvenco. To osciliranje lahko analiziramo in ugotovimo, ali gre za zdrav endotelij ali ne.”

Raziskave endotelija pa so danes zelo dinamične ...

“Drži. Njegova vloga je izredno pomembna za večino srčnih obolenj, za diabetes in druge bolezni. Tako na primer najnovejše študije pravijo, da je Alzheimerjeva bolezen bolezen endotelija. Še pred 20 leti je endotelij veljal za pasivni sloj, ki preprečuje krvi, da ne uide iz žil. Danes vemo, da je aktivno udeležen pri prehajanju snovi, ki jih kri prinaša v celice. Je ključen za delovanje organizma in ključ splošnega zdravja. Njegovo stanje danes zlahka neinvazivno pomerimo in diagnosticiramo.”

To je med mnogimi rezultati ključno spoznanje vašega dela in dela vaših raziskovalnih skupin zadnjih 20 let. Kakšen je praktičen pomen tega spoznanja?

“Medicina bi mogoče ugotovila več o endoteliju, če bi ga vzela iz žil in bi ga pregledala malo drugače, pod mikroskopom. Na tak način bi ga seveda poškodovala in uničila. Nam to ni treba. Mi le pomerimo signale, kjer je vpletena endotelij-ska funkcija, in z ustrezno tehnično podporo zlahka pogledamo ‘odtis’ delovanja endotelija. To

“
Ves organizem je skupek oscilatorjev, ki se med sabo sinhronizirajo, kar pomeni, da med sabo komunicirajo in se usklajujejo, podobno kot glasbeniki v orkestru

“

je čudovita kombinacija matematike, fizike, različnih vej medicine in njihovih aplikacij v fiziologiji.”

A v začetku ste delali na področju nevro-muskularnega sistema?

“Da. Ko sem prišla v Ljubljano, je oddelek za biokibernetiko vodil prof. Lojze Vodovnik, Mariborčan. Ob koncu študija sem se z veseljem priključila njegovi skupini, ki je postavljala svetovne temelje na področju funkcionalne električne stimulacije. Študirali smo predvsem delovanje živčevja in poskušali tam, kjer ni delovalo pravilno, z zunanjo električno stimulacijo nadomeščati pomanjkljivo delovanje. Pri ljudeh po možganski kapi, ki niso mogli kontrolirati svojega telesa na primer, smo z elektriko od zunaj izzivali kontrakcije mišic in jim tako pomagali do neke mere obnovljati svoje motorične funkcije. Za to smo morali poznati teorijo kontrolnih sistemov, njihovo delovanje in način njihove kontrole z elektriko od zunaj. Poleg tega pa še, kako deluje človek, kako kontrolirati njegovo mobilnost in izvajati želeno krmiljenje za gibanje. Zato se področje imenuje biokibernetika. Na teh prvih deset let dela v Sloveniji s prof. Vodovnikom me vežejo zelo lepi spomini.”

In potem ste se usmerili na področje nelinearne dinamike?

“Da, to je orodje, ki ga uporabljamo pri študiju delovanja bioloških sistemov in interakcij med tako imenovanimi funkcionalnimi strukturami. Namreč, tradicionalno si pod strukturo v živih sistemih v glavnem predstavljamo to, kar lahko vidimo. A funkcija v zvezi s strukturo ni nujno vezana na en delček. Strukture v organizmu so funkcijsko močno povezane med sabo. Orodja nelinearne dinamike nam omogočajo, da iz na videz kompleksnih procesov izločimo tipične vzorce delovanja, ki jih preučujemo. Kar delamo, je postavljanje novega načina gledanja, kjer so časovne strukture lahko porazdeljene prostorsko. In vendar gre za eno enoto: ali celico ali organ ali človeški organizem.”

Ukvarjate se z več področji raziskovanja delovanja človeškega telesa. Kaj novega še načrtujete?

“Ker sem zelo radoveden človek, imam tudi veliko načrtov, morda preveč. Največ energije bo potrebne za postavitev

teorije sistemov, ki imajo časovno spremenljive parametre, to so tako imenovani neavtonomni sistemi. Matematična in fizikalna orodja za časovno odvisne sisteme danes niso zadovoljivo razvita. S svojo skupino v Lancastru zdaj največ energije vlagamo v to, da bi postavili temelje za to novo področje časovno spremenljivih sistemov. Rezultate bi radi uporabili za študij možganske dinamike. Ne želimo narediti le matematičnega modela, ampak modele, ki bi bili klinično uporabni. V kratkem nameravamo začeti študijo o delovanju avtističnih možganov, kakšne so spremembe v sami dinamiki, kako se to odraža in kako bi to zmodelirali. Hkrati se ukvarjamo s kardiovaskularnim sistemom. Trenutno se oblikuje projekt, kjer bi radi preverili hipotezo, da je nepravilno delovanje endotelija ključno za hipoksijo, to je podhranjenost celic s kisikom. Hipoksija se odraža v dinamiki pretoka krvi skozi kapilare. Z merjenjem tega bomo lahko zaznali spremembe v rakastih tkivih, zlasti v kožnih rakastih tkivih. Veliko je študij na tem področju in veliko je že pojasnjenega. >>







Ta 'prstni odtis', kako se to odraža na dinamiki pretoka v ožilju, bi radi naredili z napravo, ki neinvazivno zaznava delovanje notranjega sloja ožilja, endotelija. Za delovanje endotelija so značilne oscilacije določenih frekvenc. Vendar so te oscilacije za zdaj še prekompleksne, da bi bile klinično uporabne. Dajo nam veliko informacij za izboljšanje našega razumevanja delovanja sistema, a v kratkem žal ne bomo mogli razviti preproste diagnostične naprave. Morda čez deset do dvajset let.

Druga možnost pa je študija širjenja srčnega pulza. Z vsakim utripom ustvarjen pulz se od srca širi po ožilju in se vzdolž žil zakasni na različne načine. To je odvisno od srčnega utripa, tlaka in od stanja žil ter endotelija. V malih žilah, kjer zaznavamo ta pulz, je njegova oblika precej spremenjena. Z izkušnjami, ki smo jih dobili z raziskavami, lahko določimo čas prehoda pulza vzdolž ožilja. Slediti pulzu in spremljati prehodne čase pa je preprosta in neinvazivna metoda. Z njo lahko testiramo ožilje kjerkoli na površini telesa. Takšno napravo, ki pomeni moj dolgoročni cilj, smo poimenovali endotelijometer. To je eden od produktov naših raziskav in trenutno pripravljamo njeno miniaturizacijo. Z endotelijometrom, tako imenovanim termometrom 21. stoletja, bi vas lahko vaš splošni zdravnik vsako leto premeril in pogledal, ali se kaj spreminja, ali ugotovil morebitne zaplete. Ker pa je vključen v skoraj vsako funkcijo ali disfunkcijo organizma, bi lahko dajal prvo in preprosto informacijo o stanju, ali je vse v redu in ali so morebiti potrebne bolj natančne preiskave. Tako smo nekoč delali in še zdaj delamo s termometrom. Če se niste počutili dobro, ste si izmerili temperaturo. Študija možganske dinamike s posebno aplikacijo za razumevanje avtizma s kolegi s School of Health and Medicine v Lancastru naj bi obsegala tudi raziskovanje Alzheimerjeve bolezni. Tudi tu je veliko možnosti

za delo. Poznano je trenutno izboljšanje stanja, če osebe telovadijo.

Radi bi poskusili celostno razumeti vse, kar je povezano z Alzheimerjevo boleznijo in kar je povezano z avtističnim delovanjem možganov in možganskih valov. Naša naslednja študija pa je detekcija in razumevanje raka. Znano je, da ima tudi zdrav organizem rakaste celice. Običajno se naš organizem zna spoprijeti z njimi. Rak nastopi šele, ko pride do povečanja njihovega števila in ko se organizem proti njim ne more več boriti. Ta disfunkcija pa je lahko že obsežna, ko jo zaznamo. Začeli bomo meritve na ljudeh s potrjeno diagnozo kožnega raka, da bomo videli, kako se razlikujejo dinamične lastnosti pretoka v rakavem ožilju in v ožilju zdrave kože."

Kateri rezultati vašega dela pa se že praktično uporabljajo?
"Še ko sem delala v Ljubljani, smo sodelovali s kliničnimi skupinami. V Kliničnem centru v Ljubljani smo opravili študijo sprememb, ki nastanejo na malem ožilju zaradi diabetesa. S skupino na interni medicini smo v študiji na osebah po srčnem infarktu odkrili določene značilnosti. Sodelovali smo in sodelujemo z mnogimi kliniki in različnimi klinikami. Trenutno s sodelavci v Pisi in v Lancastru zaključujemo študijo o krvnem tlaku. Pokazali smo, da redno jemanje zdravil dandanes bolj ali manj uredi tlak, vendar se disfunkcija endotelija, ki je videti pomembna spremljevalka visokega tlaka, ne popravi. Vse kaže, da današnja zdravila ne odpravijo posledic spremenjene funkcije endotelija zaradi povišanega tlaka. Zato morajo taki pacienti ustrezna zdravila jemati nepretrgoma. Že v 80. letih prejšnjega stoletja je prof. Vodovnik menil, da ima farmacija preveč vpliva na vsakdanje življenje človeštva. To je držalo že takrat, zdaj pa še bolj. Fiziološke procese bi bilo treba urediti na bolj naraven način, ne vedno z zdravili. Iz ugotovitev v

Življenje v Angliji mi pomaga razmišljati na enostaven način, saj je tam tendenca, da vse razložiš vsakomur, močno prisotna

zvezi z omenjenimi raziskavami lahko denimo pomagamo diabetikom slediti stanju ožilja. Znano je namreč, da je največja nevarnost diabetesa neurejenost krvnega sladkorja. Urejen krvni sladkor pa pomika pojav žilnih težav na kasnejši čas. Vendar je dobro občasno pregledati stanje ožilja. Zato upam, da bo prototip endotelijometra narejen čez kakšni dve leti. Predvidevamo, da ga bo po zaključeni miniaturizaciji mogoče uporabljati doma, tako kot danes merilnik tlaka."

Pri delu sodelujete s številnimi skupinami po svetu, ne le z medicinskega področja ...
"Zaradi kompleksnosti pojavov sta pri našem delu zelo pomembni fizika in matematika. Važno je, da smo na tekočem z nelinearnimi dinamičnimi metodami. Zato sodelujemo z matematiki in fiziki iz številnih skupin po vsej Evropi, v Pragi, Potsdamu, na različnih krajih v Nemčiji, Angliji, Španiji ... In seveda iz medicine. Že od 1993. odlično sodelujemo z norveškimi kliniki in fiziologi, z nekaj kliniki v Angliji in Italiji ter, kot že rečeno, v Ljubljani. Poleg klinikov, fizikov in matematikov so tukaj še nevroznanstveniki. To so znanstveniki, najpogosteje fiziki, ki se ukvarjajo z možganskim delovanjem in ki se počutijo močno izzvane, da pomagajo pri razumevanju delovanja možganov. Na tem področju ostajam v zvezi s kolegi na Institutu za teoretično fiziko v Stuttgartu, kjer sem opravila del svojega doktorata. Med njimi sta recimo Viktor Jirsa in Peter Tass, ki sta v svetovnem merilu vodilna na področju nevroznanosti in možganske dinamike, kar je novo področje delovanja in raziskovanja. Skušamo sodelovati z vsakim, ki je s področji našega dela povezan ali vpleten in ki je vodilen na svojem področju. Aktivno sodelujemo s 30 do 40 skupinami po svetu."

Ali lahko vsa ta številna področja vašega delovanja strnete v en sam smoter?

"Ideja v ozadju celotnega mojega delovanja in misija moje raziskovalne skupine sta ustvariti virtualnega človeka. To naj bi bil delujoč sistem povezanih oscilatorjev v funkcionalnem smislu in ne toliko v strukturnem smislu. Pomen vsega tega je teoretično spoznanje delovanja človeka do te mere, da bi, ko opazite kakršnokoli spremembo, na primer bolezen ali poljubno drugačno delovanje, ki bi ga lahko prinesel razvoj, že znali ugotoviti, kaj se dogaja, in tudi napovedati, kako ukrepati."

Kakšno mesto v teh prizadevanjih ima po vašem poletna šola o kaosu in nelinearni dinamiki v Mariboru, kjer ste sodelovali z nizom predavanj?
"Zaradi šolskega sistema v Angliji mi ni bilo lahko priti sem. Tam je delo vse bolj intenzivno in šolsko leto se pravkar zaključuje. V tem času je na oddelku revizija vseh predmetov in študentskih komentarjev v preteklem letu. Pripravljamo načrte za potrebne spremembe za naslednje leto. Na fakulteti sem nosilka štirih predmetov v šolskem letu, popravljam tudi izpitne naloge. Študentje delajo izpite le enkrat letno, z izjemo v prvem letniku, ko imajo izpite januarja in še junija. V vseh drugih letnikih pa le maja ali junija. Zdaj se celotno šolsko leto pregleda in zaključiti se naredi celotna analiza. Eden od kriterijev, ki pove, ali je oddelek ali univerza dobra, je zadovoljstvo študentov, ki ga tudi merijo. V Angliji je vse merljivo. Zato se je zdaj najtežje iztrgati. Za vsako od tukajšnjih petih enournih predavanj potrebujem tudi veliko časa za pripravo. Vendar je Maribor čudovit in vsakič, ko pridem - Mariborčani imajo morda drugačen pogled na svoje mesto - prav zares pridem z navdušenjem. Poletna šola ima nekaj značilnosti, ki jo uvrščajo med edinstvene v svetu. Prvič, je enkratno organizirana, za kar poskrbi prof. Robnik. In drugič, nelinearna dinamika je osnova za različne sisteme, ki so lahko biološki, s katerimi se jaz ukvar-

(Marko Vanovšek)

jam, ali pa ekonomski, fizikalni ali kemijski itd. Vendar se danes v svetu ljudje v glavnem sestajajo na bolj specializiranih srečanjih. Toda za mlade, ki se bodo šele odločali, kako in kam bodo usmerjali svojo celotno življenjsko kariero, je taka šola v mojih očeh enkratno doživetje. Vsak mladi človek, ki načrtuje akademsko kariero, bi moral vsaj enkrat doživeti širino, kakršno ponuja taka poletna šola. Zame je pravo doživetje biti tukaj in sodelovati z večinoma že znanimi kolegi ob predstavitvi široke uporabnosti nelinearne dinamike. V svojih predavanjih, ki sem jih morala pripraviti tako, da bi bila razumljiva najširši publiki, mi je bilo zanimivo to, da sem rezultate svoje skupine lahko zbrala in uredila ter predstavila.“

Je kaj takega, kar ste si vedno želeli, pa do zdaj niste utegnili narediti?

“Ogromno je stvari, ki bi jih rada. Uporabnost nelinearne dinamike je neskončno široka. Morda bi morala počasi začeti razmišljati, kako bom zaključila stvari. A imam še 10 do 15 let dela pred sabo in velik uspeh bo, če bomo teorijo neavtonomnih sistemov oziroma časovno spremenljivih sistemov pripeljali do razmeroma jasnih obrisov. Če nam bo uspelo zaključiti študijo o raku in kaj zanimivega pogruntati, bo tudi to ogromno pomenilo. Ker se z možgansko dinamiko ukvarjam šele pet do šest let, bi rada čim dlje pripeljala zlasti modeliranje. Pa še endotelometer je treba spraviti k življenju. Tako še vedno ves čas prihaja veliko novih stvari in idej. Že dolgo se spravljam k pisanju knjige, v kateri bi zbrala vse osnove in vse rezultate naših študij zadnjih 20 let ter jih zapisala na kolikor se le da razumljiv način. Življenje v Angliji mi pomaga razmišljati na čim bolj enostaven način, saj je tam tendenca, da vse razložiš vsakomur, močno prisotna. In ker govorim o kompleksnih sistemih, in človek je eden od najbolj kompleksnih sistemov, je mogoče, da bom zaradi teh izkušenj to lažje naredila in

tako omogočila, da ljudje z lahkoto poberejo smetano tega dela. Hkrati upam, da bom naslednje leto dobila tako imenovano sobotno leto in da bom to svojo željo končno uresničila. Začenjam se pogovarjati o možnosti, da bi o vsem tem, kar sem poskušala razložiti, naredili film. Upam, da bo film z različnimi animacijami prikazal tiste funkcije, ki jih danes žal še vedno ne moremo neinvazivno pomeriti, mi pa bi z njim lahko jasneje pokazali naše poslanstvo in naše rezultate.“

Ampak vse to je povezano z vašim strokovnim delom ...

“Imam pa še eno drugačno željo, morda za čas v pokoju. Zelo rada se ukvarjam z zgodovino in rada bi imela čas, da bi svoj pogled na zgodovino naredila vsaj zase. Zdi se mi, da danes zgodovina potrebuje bolj svež pogled. Vemo, da je današnja zgodovina zapis zmagovalcev. Danes imamo internet, mnoge podatke, lahko potujemo, stvari lahko sami vidimo in jih povežemo na bolj svež način. Pregledala bi širše območje Balkana v času pred 2000 do 3000 leti, začenši z Makedonijo, z Aleksandrom Makedonskim. Veliko je stvari, ki jih je treba znova premisliti, kritično pogledati in pregledati ter povezati. Ko ljudje slišijo Bizanc, v glavnem pomislijo na nekaj groznega in nič pozitivnega. V resnici pa je to zelo zanimivo obdobje tega območja. Malo je znanega, ker nihče na Balkanu ne obravnava direktne dediščine Bizanca in je večinoma ne morejo obravnavati neprizadeto. Sama sem se rodila v Makedoniji, kjer pod pragom čutite to staro kulturo. Razpravljamo lahko o tem, ali so Slovani prišli prej ali kasneje, a mislim, da gre tu le za evolucijo. Niso stari antični Makedonci izginili pa Slovani prišli. Tu je vse pomešano, kar čutite, ko ste tam, to prvobitnost in preteklost. Na to je otomanski imperij postavil hudo plast. Tam sem prebivala 18 let. Potem sem skoraj 30 let živela v Sloveniji in tukaj dobro spoznala in občutila

“ “
Sem tako radovedna, da ne vem, ali obstaja enota, s katero bi pomerili mojo radovednost

“ “

vpliv nekdanjega avstro-ogrškega imperija. Govorim zgodovinsko evolutivno, ne čustveno. Ker sem tukaj živela, lahko razumem vse, kar je avstro-ogrski imperij ustvaril, tako kot lahko razumem vpliv otomanskega imperija na južnem Balkanu. Zdaj že šesto leto živim v Angliji, kar je zelo zanimivo in poučno, mi pa seveda daje tudi nov pogled na nekdanji britanski imperij, kot je bil, in na razne ostanke, ki jih človek še lahko doživlja. Z vsemi temi izkušnjami ponovno pogledati na 2000 ali 2500 let življenja na Balkanu in širše je po moje kar prednost, ki jo moram nekako udejanjiti. Drugače je, ko človek gleda samo iz ene perspektive, v katero se nekako ujame. Jaz nisem ujeta, saj tudi v Makedoniji nisem že toliko let. Seveda imam določena občutja, saj sem človek in ne robot, a mislim, da lahko sine ira et studio gledam mnoge stvari z različnih zornih kotov in jih povezujem. Sama sem veliko potovala in srečala mnoge ljudi, v Lancastru imam doktorande in postdoktorande z različnih koncev sveta in preko njih spoznavam tudi njihove kulture, Japonce, Indijce, Perzijce ... Perzija je zame prečudovito odkritje in njena vloga je premalo preučena. In vendar živimo nekako v prepričanju, da vse, kar je naša civilizacija, izhaja iz antičnosti. A v resnici je mnogo širše in je treba to širino nekako izpostaviti. Sposobnost razumevanja interakcij kompleksnih sistemov bi rada, za svojo dušo, uporabila za raziskovanje zgodovine, saj jo imam za dinamičen proces. Poskušam razumeti, zakaj so se stvari dogajale, zakaj se je nekaj pozabilo, zakaj se je tako interpretiralo. To bi rada bolj dinamično razumela. S tem nikogar ne nameram prepričevati, le razumeti hočem. Ko bom enkrat v pokoju.“

Pa ob vaši zaposlenosti še najdete kaj časa zase?

“Skušam živeti dokaj običajno. Če trdim, da je vse življenje osciliranje, moram tudi sama biti ritmič-

na, čeprav mi ne uspeva, kot bi hotela. Redno vadim pilates, vsako nedeljo, ko sem v Angliji, hodim v Lake District na krajše ali daljše poti in izlete, zadnje čase žal na vse krajše. V glavnem je nedelja namenjena bivanju v naravi. Zelo rada vrtnarim. Žal v Angliji to ne gre, a na balkonu in v oknu v stanovanju imam skupinico rastlin. A na posestvu v hrvaški Istri je veliko možnosti za vrtnarjenje. Prijatelji pravijo, da na daljinsko upravljanje urejam vrt, ker navadno pridem tja le nekajkrat letno, poleti in za praznike. Novejši nasad oljk je lani dal že prvi pridelek olja, in če bo vse po sreči ... To je v glavnem za veselje. Nepopisen je občutek biti v oljčnem nasadu, ne glede na velikost pridelka. Naravo imam izredno rada in oljke so nekaj čudovitega, božanskega. To je super drevo, listje ni preveliko ne premajhno, njegova velikost je takih dimenzij, da ne zgublja preveč energije in istočasno ne jemlje drugim preveč. In veliko sivke privablja čebele od sosedov. Saj v naravi je toliko lepih stvari. Vendar to posestvo precej zapleta moje življenje. Ko sem v Angliji, bi rada v Istro, a tudi to, kar delam, imam zelo rada in mi je v zabavo.“

Kaj človeka vleče v raziskovanje?

“Neskončna radovednost pri meni. Neskončna. Sem tako radovedna, da ne vem, ali obstaja enota, s katero bi pomerili mojo radovednost. Odkar se zavedam, bi rada čim več spoznala in dojela, razumela in razvozlala. Vedno me je poganjala radovednost in želja po razumevanju, zdaj pa izoblikovati celosten pogled na človeka kot dinamičen delujoč sistem, ne le to, kar vidimo in otipamo, temveč funkcije njegovega delovanja. Hvala bogu, da imamo nelinearno dinamiko, ki nam omogoča, da preučujemo posamezne dele in njihove medsebojne interakcije. Težko je razumeti delovanje sistema, če ga razbijete na atome. Težko je, skoraj dvomim, da je mogoče.“ ■