Dr. Jure Leskovec, profesor na Stanfordu

Iskanje orodja, s katerim bomo izluščili modrost množic

Ko uporabnik računalniškega družabnega omrežja Facebook slovesno potrdi svojega tisočega elektronskega prijatelja in se prepusti kratkemu trenutku zadovoljstva, preden začne zbirati novo stotino elektronskih stikov, niti ne pomisli, da njegovo ravnanje ves čas skrbno spremljajo analitiki računalniških omrežij. Ti poskušajo iz njegovega obnašanja med drugim ugotoviti, koliko stabilnih stikov zmore vzdrževati posameznik v omrežju in kako števec prijateljev vpliva na njegove mrežitvene navade, pa tudi razumeti, kako lahko njegovo obnašanje uporabimo za izboljševanje gospodarstva in družbe.

Lenart J. Kučić, foto Jure Eržen

» Prav s pobudami in samozavestjo imamo Slovenci največ težav, saj se vidi, da nekako nismo vajeni spodbujati odličnosti, izjemnosti in štrlenja iz povprečja. «

Letos bomo v Sobotni prilogi v glavnih intervjujih predstavljali tudi posameznike, za katere bi angleški sociolog Malcolm Gladwell dejal, da so »prebojniki«. To so ljudje, ki s svojimi idejami, delom, ustvarjanjem ali razmišljanjem prebijajo tako geografske kot mentalne svetove, so aktivni v sedanjosti in oblikujejo horizont prihodnosti.

Če pridobimo dovolj podatkov in znamo uporabiti današnja računska orodja, je mogoče z analizo omrežij uspešno analizirati številna področja človeškega delovanja, je povedal devetindvajsetletni računalniški strokovnjak Jure Leskovec, ki na kalifornijski univerzi Stanford raziskuje velika računalniška, informacijska in družbena omrežja. Ugotoviti znamo, kam je treba namestiti senzorje v vodovodnem omrežju, da pravočasno zaznamo zastrupitev vodnih virov. Določimo lahko, komu moramo prišepniti govorico, da bo dosegla kar največji učinek, ali pokazati, kdo ima največ vpliva na medijskem ali političnem trgu. Naučili smo se izračunati, kam postaviti oglas, da bo dosegel kar največ potencialnih kupcev, in predvideti, kateri člani omrežja bodo med sabo prijatelji ali sovražniki. Le prihodnosti trenutno še ne znamo napovedati, je priznal. Zato si je prav to področje izbral za svoj največji raziskovalni izziv.

Pričakovanje, da je mogoče s številkami razložiti družbo ali celo napovedovati prihodnost, že stoletja zaposluje politike, igralce na srečo, ekonomiste, vojskovodje in znanstvenike. Zdaj ste na to področje z analizo elektronskih omrežij vstopili še računalnikarji. Zakaj? Ker se je v zadnjih dvajsetih letih toliko družbe preselilo v elektronske svetove?

Ko opazuješ dovolj velik vzorec ljudi, ugotoviš, da se začnejo človeške družbene mreže obnašati v skladu z določenimi splošnimi pravili, čeprav ima vsak posameznik svojo osebnost in identiteto. Če si izposodim primer iz fizike: ljudi je mogoče včasih modelirati zelo podobno kot pline (*nasmešek*). Na področju analize omrežij se namreč stikajo tri znanosti: fizika, družbene vede in računalništvo. Fiziki na omrežja gledajo kot na kompleksne sisteme in poskušajo ugotoviti, ali je iz obnašanja enega delca ali manjšega sistema mogoče razumeti ali celo napovedati obnašanja večjih fizikalnih in bioloških sistemov. Podobno razmišljajo tudi družboslovci, ki raziskujejo odnose med posamezniki in večjimi družbenimi sistemi. Računalnikarji smo poskušali z analizami omrežij sprva odgovoriti predvsem na tehnična vprašanja – kako pohitriti prenos podatkov prek računalniških mrež, ustaviti širjenje računalniških virusov in podobno. Z razmahom interneta in razvojem elektronskih družabnih omrežij pa se je družba dejansko začela seliti na naš teren, saj so se naše tehnologije in storitve razširile v vse pore življenja več milijard posameznikov.

Ti posamezniki pa ustvarjajo neskončne količine podatkov ...

... ki jih je mogoče zelo natančno meriti, jim slediti, jih zbirati in analizirati. Poleg tega ti podatki niso zgolj pasivne številke, ampak nam povedo veliko o aktivnem obnašanju uporabnikov. Z analizo blogov, uporabe spletnih medijev in družabnih omrežij izvemo, kaj ljudi zanima, kaj iščejo, o čem pišejo, s čim se izražajo, kdo komunicira s kom, kakšni so njihovi odnosi in na kakšna sporočila se odzivajo. Ti podatki omogočajo zelo natančne posnetke njihovega posamičnega delovanja, kažejo pa tudi, kako ta posamična dejanja vplivajo na širše omrežje.

Primerjava je privlačna: ljudje kot posamezne molekule, ki oblikujejo »plin« – družbo z določenimi lastnostmi. Pa je res tako preprosto?

Analize, ki jih znamo danes izdelati analitiki omrežij, so vsekakor bistveno bolj površinske od tistih, ki jih izvajajo sociologi, antropologi ali psihologi. Tudi zato so družboslovci do takega pristopa še nekoliko zadržani, saj jih zanimajo predvsem posamezniki kot taki in ne kot nekakšna abstraktna mrežna vozlišča, povezave in uporabniške šifre. Vendar se tudi zavedajo, da lahko z analizo omrežij raziskujejo stvari, ki prej niso bile mogoče, saj so bile klasične družboslovne raziskave omejene z razmeroma majhnimi vzorci – nekaj sto do morda tisoč ljudi. Take raziskave nam povedo marsikaj o delovanju manjših človeških omrežij, vendar teh pravil ni mogoče preprosto posplošiti na večja omrežja. Ko omrežje doseže določeno velikost, se začne obnašati bistveno drugače kot prej. To pa lahko ugotovimo šele, ko analiziramo omrežja, v katerih je povezanih na milijone uporabnikov.

Katere nove ugotovitve je prinesla analiza velikih omrežij?

Lahko smo, denimo, potrdili ali ovrgli nekatere stare teorije. Pred dobrim letom smo na 250 milijonih uporabnikov Microsoftovega omrežja MSN ugotovili, da Milgramova in Traversova teza o »šestih stopnjah ločenosti«, po kateri vsakega poljubnega človeka na planetu do drugega loči v povprečju le šest stiskov rok oziroma poznanstev, dejansko drži, saj so bili uporabniki omrežja med sabo v povprečju oddaljeni le za nekaj več kot šest povezav. Prav tako smo potrdili tezo britanskega antropologa Robina Dunbarja, ki je na podlagi povprečnih velikosti skupin, v katerih živijo posamezne sesalske vrste, in velikosti njihovih možganskih neokorteksov postavil hipotezo, da ljudje lahko sklenemo in vzdržujemo do približno 150 stikov, preden dosežemo svojo kognitivno mejo. Naše analize so pokazale, da je prav 150 povezav tista vrednost, pri katerem se začnejo mreže drugače obnašati, kar pa se vidi šele na zelo velikih vzorcih.

Kljub temu imajo nekateri uporabniki Facebooka in drugih družabnih omrežij tudi po tisoč »prijateljev« in več ...

To načenja zelo zanimivo raziskovalno vprašanje. Po nekaterih teorijah so se naši možgani prilagodili na dejstvo, da smo velik del svoje evolucije preživeli v skupnostih, ki so imele v povprečju po 150 pripadnikov, zato večjih skupnosti pač nismo sposobni trajno ohranjati. Po drugi strani pa je mogoče, da so nam elektronska orodja omogočila vzdrževanje bistveno večjega števila stabilnih povezav. Ne vem, saj so Facebook in druga orodja z nami še premalo časa, da bi lahko spremljali evolucijske spremembe. Prav tako je še neodgovorjeno vprašanje, kako izmeriti vplive tisočih elektronskih prijateljev na dejansko družabno življenje posameznika.

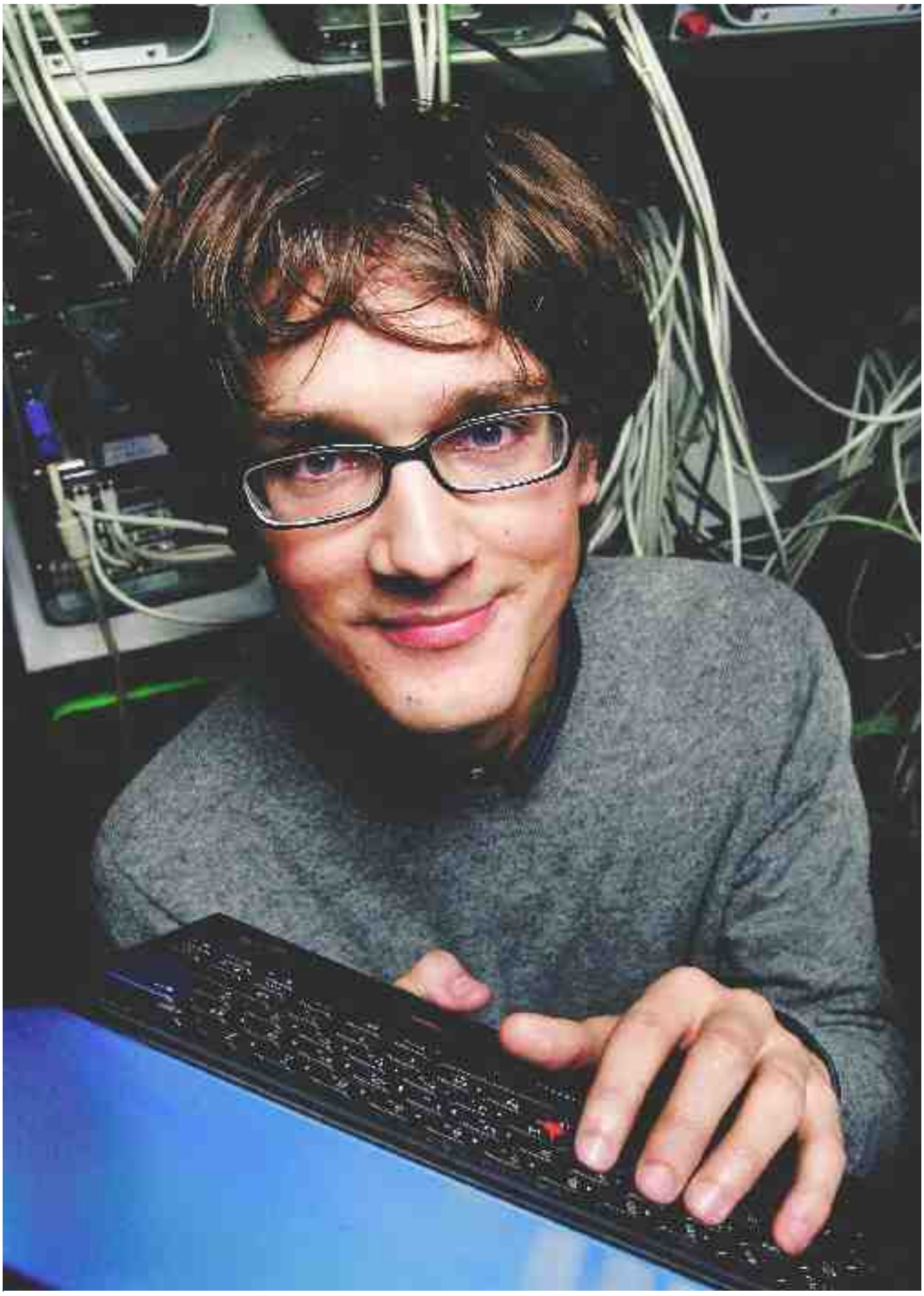
Katera stara prepričanja pa so analize velikih omrežij ovrgle?

Izvedeli smo marsikaj novega o tem, kako ljudje ustvarjamo pozitivne in negativne povezave, komu zaupamo ali kako izbiramo naše prijatelje in sovražnike. Trije ljudje so lahko povezani različno (*ozre se po mizi, poišče papirnati prtiček in začne skicirati trikotnike s povezavami*). Ena mogoča razlaga človeških povezav je razmeroma preprosta: prijatelj mojega prijatelja je tudi moj prijatelj, sovražnik mojega prijatelja je moj sovražnik, sovražnik mojega sovražnika pa je tudi moj sovražnik. Vendar se je izkazalo, da ljudje na internetu ustvarjajo povezave drugače. Pozitivne povezave ustvarjajo do ljudi, ki imajo višji status ali ugled, medtem ko negativne povezave ustvarjajo do tistih, ki imajo nižji status od njih samih. Še bolj presenetljivo pa je, da je mogoče le iz lokalne strukture omrežja v več kot 90 odstotkih primerov pravilno napovedati, ali je določena povezava pozitivna ali negativna.

Na podobne modele stavita tudi zavarovalniška in igralniška dejavnost – 90 odstotkov ljudi naj bi se v 90 odstotkih primerov obnašalo 90-odstotno predvidljivo.

Tako nekako. Če vem, v kakšnih odnosih so si posamezni stiki – kar lahko precej natančno izluščimo iz pridobljenih podatkov –, lahko z veliko gotovostjo napovem, kakšnega predznaka bodo nove povezave v omrežju in kako bodo določena dejanja vplivala na delovanje omrežja. Najbolj zanimivo pa je to, da se ta napoved ne spreminja ne glede na tip omrežja. Ljudje se začnejo v velikih omrežjih obnašati predvidljivo, ne glede na to, ali so ta omrežja javna ali anonimna, zasebna ali komercialna ... Zato lahko modele iz enega omrežja natančno uporabim v drugih omrežjih. Tudi zato se trenutno veliko ljudi ukvarja z analizo zelo različnih omrežij, saj je mogoče zelo podobno modelirati marsikaj – kje in komu pokazati oglas, da bo imel kar največ učinka in prodal največ izdelkov, komu posredovati govorico, da se bo najhitreje razširila ... Teh uporab je neskončno dosti – od znanstvenih do takih, ki ustvarjajo dolarje. Trenutno se dogovarjamo o analizi poslovnega družabnega omrežja LinkedIn, v katerem je zbranih več kot 30 milijonov visokokvalificiranih delavcev in ponuja odličen vpogled v trg dela v ZDA. Za vsakega člana omrežja vemo, kakšna je njegova zaposlitvena pot in kje dela, zato bi lahko z analizo omrežja na ogromnem vzorcu natančno proučevali, kako se je na ameriškem trgu dela odrazila gospodarska kriza, kdo je izgubljal delo, katere panoge so zaposlovale in kakšna je bila smer teh zaposlitvenih migracij. Na neki točki bi bilo morda mogoče celo napovedovati, kdo bo verjetno izgubil službo in kdo razmišlja o menjavi, čeprav se tega sam še niti ne zaveda.

Analiza omrežij lahko danes zelo natančno opiše, kakšne so lastnosti teh mrež, kako dolge so povezave med uporabniki, kako se širijo, kje so ključna vozlišča, katerih tipov povezav je največ in kakšne povezave bodo najverjetneje nastale v določenih okoliščinah. Kakšne pa so omejitve te metode? Česa nam analiza omrežij ne pove?



Dr. Jure Leskovec je profesor računalništva na Univerzi Stanford v Kaliforniji. Ukvarja se z analizo velikih socialnih in informacijskih omrežij, njihovim razvojem ter razširjanjem informacij, vpliva in virusov prek njih. Doktoriral je leta 2008 iz umetne inteligence na univerzi Carnegie Mellon, diplomiral pa leta 2004 iz računalništva na univerzi v Ljubljani. Od leta 1998 sodeluje z Inštitutom Jožefa Stefana. Za svoje delo je prejel več nagrad, ima tudi tri patente.

» Na Stanfordu imamo približno 6000 dodiplomskih in 6000 podiplomskih študentov, Univerza v Ljubljani pa ima 60.000 dodiplomskih in 6000 podiplomskih študentov. Kaj nam to pove? «

Analitiki omrežij smo trenutno predvsem opazovalci, ki znamo razmeroma dobro opisati preteklo dogajanje. Sam pa priznam, da me bolj zanima, kako aktivno oblikovati prihodnost. Zato bi se zelo rad lotil družbenih poskusov na ljudeh, denimo izgradil dva vzporedna virtualna svetova in ugotavljal, kako se ljudje obnašajo v njih in kako na to obnašanje vplivajo razlike, ki bi bile vgrajene v ta dva sistema. Industrija se s tovrstnimi poskusi ukvarja že veliko let. Amazoni, googli in druga spletna podjetja redno preizkušajo, kako uporabniki sprejmejo določeno spremembo – ali kupijo več knjig, če je gumb za dokončanje nakupa postavljen višje ali nižje na strani ...

... ali števec prijateljev na Facebooku vpliva na to, da se bodo uporabniki bolj pridno mrežili, ker jim več prijateljev dviguje status ...

Vsekakor. Facebook se trudi, da bi uporabniki pri njih preživeli kar največ časa, zato uporabljajo različne prijeme, kako jih obdržati – dodajajo števec prijateljev, možnosti komentiranja, klepeta, pošiljanja darilc in podobno. Ta orodja niso naključna. Enemu milijonu uporabnikov pokažeš števec prijateljev, drugemu milijonu ga skriješ, nato pa analiziraš razlike in ugotoviš, kaj bolj ustreza tvoji strategiji in poslovnim interesom. Te analize so izjemno natančne, saj nekateri ponudniki preizkušajo skoraj vse – od barve določenih gumbov do pisav. Vendar so to že podrobnosti. Mene bolj mika pravi socialni inženiring – kako in ali je možno ustvariti ter kontrolirano vzgajati spletno skupnost v določeno smer. Ali je možno postaviti sistem, da se bo skupnost razvijala tako, kot hočem, in ne naključno. Ljudi kot posameznikov verjetno nikoli ne bomo mogli modelirati. Mislim pa, da lahko precej modeliramo družbo kot celoto.

Ali ni to nevarna želja? Ljudje si včasih predstavljajo, da je mogoče socialni inženiring uporabljati za »sistemsko« urejanje družbe, kar se je v preteklosti že nekajkrat slabo končalo ...

Mene zanima, kako zasnovati orodja, s katerimi bomo ljudem pomagali in znali nevsiljivo izluščiti neko pasivno globalno znanje, modrost množic, ne pa to, kako

nadzorovati ljudi, jim slediti, brati pošto in kukati v spalnice. Prepričan sem, da je mogoče z boljšim razumevanjem omrežij izgraditi marsikaj dobrega. To me žene in motivira.

In upravičuje tudi prijeme, s katerimi bi kot prihodnji družbeni inženir poskušali vplivati na posameznike, da sledijo vašemu cilju?

Moram se popraviti, če je tako zvenelo, ampak moč družbenega inženiringa nikakor ni neskončna. Seveda obstajajo načini, kako spodbujati določeno uporabniško ali potrošniško obnašanje, vendar so zelo omejeni. Poleg tega raziskave omrežij jasno kažejo, da sistema in posameznika ni mogoče obravnavati kot dveh ločenih enot, saj vsak posameznik s svojimi dejanji vpliva na dejanja drugih okoli sebe in soustvarja celoten sistem. Predvsem pa nikoli ne moremo predvideti rojstva izjemnih posameznikov, ki bodo nepredvidljivo radikalno spremenili obstoječe sisteme in pravila. Izjemnih dogodkov verjetno nikoli ne bo mogoče napovedati, sprožiti ali preprečiti.

Za večjo natančnost svojih prihodnjih raziskav boste potrebovali dostop do vse več podatkov o uporabnikih, kar bo na neki točki nujno začelo posegati v njihovo zasebnost. Hkrati se bodo povečevale zahteve držav in komercialnih naročnikov po natančnih analizah obnašanja državljanov, potrošniških navad in podobno. Kako se bi kot raziskovalec odzvali na take ponudbe in projekte?

Podatke in orodja, s katerimi delamo, bi načeloma lahko zlorabili. Tega se zelo dobro zavedam, a lahko le ponovim, da me kot znanstvenika to ne zanima in da pri svojem delu zelo pazim, da ne posegam v zasebnost uporabnikov. Prav tako nimam nobene želje po preganjanju teroristov, čeprav jih tajne službe iščejo tudi z mrežno analizo elektronskih komunikacij. Računalnikarji smo pogosto v nehvaležni vlogi, saj smo se zaradi naših orodij znašli v prvih bojnih vrstah. Meje možnega pomikamo naprej in se med prvimi srečujemo z dilemami, kaj se na spletu sme in ne sme početi, katere podatke o uporabnikih shranjevati in kako jih obdelovati. Zelo dobro se zavedamo, kako veliko moč ima Google, ki mu z vsakim iskanjem ali elektronskim pismom povemo, kaj počnemo in kaj nas zanima. Prav tako pa smo se naučili, da gre pri posegih v zasebnost pogosto za predvsem psihološko vprašanje, kaj se nam zdi v nekem obdobju sprejemljivo in kaj ne. Davčna uprava pozna naše finance bolje od nas, banke nas izjemno podrobno preverijo, preden nam odobrijo kredite, a smo se na to navadili. Na internetu se ta pravila šele oblikujejo.

V svojem raziskovanju se precej ukvarjate tudi z raziskovanjem širjenja informacij v omrežjih. Med drugim ste ugotavljali, kako in kdaj so se izjave ameriških politikov med predsedniško kampanjo pojavljale v medijih in blogosferi, analizirali poročanje ameriških medijev o gospodarski krizi ... Kaj so vam te analize povedale o razmerjih moči v ameriških medijih in politiki?

Poteki novičarskih ciklov so raziskovalce zanimali že od nekdaj, a jim je bilo izjemno težko slediti in jih izmeriti. Če analiziramo pot informacij po elektronskih kanalih – internetu, blogih, spletnih medijih ali Twittru –, pa lahko natančno zabeležimo, kaj in kdaj je nekdo zapisal, kdo je to prebral in kdo povzel. Ker znamo zajeti na milijone različnih virov informacij, si lahko ustvarimo kar dobro sliko, kaj se prebivalstvo pogovarja, katere fraze in ključne besede uporablja in katere informacije se razširjajo. To je zlasti zanimivo v politiki – kako se širi informacija med pripadniki različnih strankarskih in svetovnonazorskih prepričanj, kako se spreminja in v kakšnem kontekstu jo določeni igralci uporabljajo. S temi podatki pa je že mogoče kar nazorno pokazati, kdo so glavni prožilci in razširjevalci informacij, ter iz sopojavlja-

> Ugotovili smo, da blogi večinoma z dveinpolurnim zamikom povzemajo objave tradicionalnih medijev, da informacije o politiki najhitreje objavljajo specializirani politični blogi in da blogosfera sproži le 3–5 odstotkov medijskih zgodb, kar pomeni, da je moč alternativnih medijev pogosto precenjena.

nja fraz ugotoviti, kdo koga povzema in s kom je kdo povezan. Mogoče se sliši presenetljivo, ampak načeloma bi lahko zelo podoben pristop uporabili tudi za preučevanje delovanja možganov, kjer lahko merimo aktivnost posameznih nevronov, manj pa vemo, kakšne so povezave med njimi. Če bi ugotovili, da se dva nevrona praviloma prožita drug za drugim, to morda pomeni, da sta povezana. Področij, na katerih je mogoče uporabiti analize omrežij, je res nešteto ...

Je mogoče napovedati tudi, katero izjavo politika bodo mediji verjetneje povzeli in kakšen volilni slogan bo prepričal volivce?

Taka vprašanja so se seveda pojavljala, saj so do nas po objavi rezultatov prihajali tudi politični strategi in predstavniki medijev, vendar bi bilo napovedovanje uspešnih volilnih sloganov na podlagi naših izračunov trenutno bolj fantastika. Znamo pa odgovoriti na vprašanje, kako se bo najverjetneje širila informacija, ki bo objavljena v *New York Timesu* – koliko ogledov in drugih objav bo sprožila, koliko in kateri blogi jo bodo povzeli. Prav tako smo ugotovili, da blogi večinoma z dveinpolurnim zamikom povzemajo objave tradicionalnih medijev, da informacije o politiki najhitreje objavljajo specializirani politični blogi in da blogosfera sproži le 3–5 odstotkov medijskih zgodb, kar pomeni, da je moč alternativnih medijev pogosto precenjena. Ugotovili smo tudi, da v medijih močno prevladujejo novice iz uradnih virov in velikih podjetij, ki večinoma določajo, kako mediji poročajo o gospodarski krizi. Zato so, na primer, članki o posledicah krize za izobraževanje, socialo in zdravstvo v veliki manjšini. Takih zgodb je bilo le za dva odstotka. Te raziskave pa so navdihnile še en projekt, saj smo začeli skupaj z novinarji razvijati orodje, ki bi jim pomagalo pri raziskovalnem novinarskem delu.

Orodje za iskanje in analizo povezav med osebami in podjetji?

Nekaj takega. Raziskovalno novinarstvo je nekakšno iskanje šivanke v ogromnem kupu sena – iskanje pomembne informacije ali povezave v nepregledni količini podatkov. S podobnimi orodji, kakršna uporabljamo pri naših analizah omrežij, je mogoče analizirati velike količine podatkov in povezati neštete drobce informacij v večjo sliko. Te programe je mogoče nastaviti tako, da iščejo in opozarjajo na poslovne transakcije ali povezave, ki so najverjetneje sumljive in jih je treba preiskati. Naloga novinarjev pa je, da osmislijo te ujete povezave.

Ste morda potrdili tezo ameriškega profesorja Cassa Sunsteina, avtorja knjige Democracy 2.0, da se na spletu vse bolj združujejo enako misleči – da demokratske časopise povzemajo demokratski blogerji, republikanski republikanske, med njimi pa skoraj ni povezav?

Tega sicer nismo ugotavljali, vendar so se s podobnim vprašanjem precej ukvarjali drugi raziskovalci omrežij. Znano je, da zapiranje v komunikacijske mehurčke ni najboljši recept za uspeh, saj so tisti, ki so bolje povezani z drugimi omrežji, praviloma uspešnejši, ker imajo dostop do bistveno večje količine različnih informacij.

Razvejana omrežja so verjetno tudi robustnejša od zaprtih omrežnih mehurčkov?

Nedvomno. Tisti, ki se zapirajo v lastna omrežja, postanejo postopoma izolirani in nimajo dostopa do informacij iz drugih predelov omrežja. Ugotavljanje ranljivosti omrežij je še eno pomembno področje uporabe omrežnih analiz, saj nam omogoča iskanje pomembnih vozlišč, prek katerih potekajo ključne povezave. Če bi onesposobil deset ključnih internetnih strežnikov, bi onemogočil velik del omrežja, če onesposobiš deset milijonov naključnih računalnikov, pa verjetno ne boš povzročil posebne škode. To ne velja le za telekomunikacijsko infrastrukturo, ampak tudi za družabna omrežja. Ko smo izvajali poskuse na omrežjih, smo ugotovili, da lahko iz človeškega socialnega omrežja izbrišemo vse ljudi z več kot petdesetimi povezavami, pa se povezljivost v omrežju ne bo posebej spremenila.

Vas v prihodnjih letih mika pridobiti tudi kaka nova znanja, ki jih trenutno pogrešate?

Zelo me zanima biologija, ki postaja zelo računska. Analizo omrežij že kar intenzivno uporabljajo tudi na področju genetike in nevroloških znanosti. Tam vidim številne priložnosti, čeprav se zavedam, da mi teh področij ne poznamo dovolj dobro, a je tudi to mogoče nadoknaditi z interdisciplinarnim raziskovanjem. Prav tako si želim znati več matematike, a bo to verjetno ostala pobožna želja.

Z osemindvajsetimi leti ste postali profesor na elitni ameriški univerzi Stanford, izbrali pa so vas izmed več kot tristo kandidatov. Kako pomembno je bilo dejstvo, da ste se ukvarjali s tako vročim področjem, kot je analiza računalniških omrežij, ki univerzi omogoča pridobivanje številnih raziskovalnih projektov, znanstvenih objav in obetavnih študentov?

Pravo raziskovalno področje je bilo zagotovo zelo pomembno, a pomeni le del celotne zgodbe. Ko sem po doktoratu začel pisati prijave za službe, sem o tem dosti razmišljal, saj sem v prijavah hotel pokazati, da ima moja dosedanja raziskovalna in študijska pot neki globalni smisel – da vem, kaj počnem in kaj hočem. Tedaj sem spoznal, da je bila ta moja pot v resnici precej logična. Začela se je že v osnovni šoli, ko sem se nekako sam od sebe navdušil nad programiranjem. Nadaljevala se je na gimnaziji z različnimi raziskovalnimi nalogami in projekti. Še v srednji šoli sem začel zahajati na Inštitut Jožefa Stefana in sodelovati z imenitnimi mladimi raziskovalci. To vez do inštituta še vedno z veseljem

ohranjam. Takrat sem tudi prvič potrkal na vrata profesorja Soline na fakulteti za računalništvo; ta si je vzel veliko časa in me mentoriral. Po diplomi na fakulteti za računalništvo v Ljubljani je sledila odločitev za doktorski študij v Ameriki in številni projekti na področju analize omrežij. Čez leto sem pridno študiral, poletja pa sem skoraj obvezno preživel v industriji. Vse te izkušnje so mi pomagale opraviti razgovor za delo, ki je imel na Stanfordu obliko predavanja, v katerem sem moral prepričati profesorski zbor, da sem zrel raziskovalec, ki razume svoje področje. Pri tem so mi zelo veliko pomagale praktične izkušnje, ki sem jih pridobil po raziskovalnih laboratorijih v tujini.

So bili raziskovalni laboratoriji odprti tudi za tako mlade raziskovalce?

V Sloveniji imamo zelo dober sistem državnih tekmovanj iz računalništva za srednje šole. V zlatih časih programerskega podjetja Hermes Softlab so zmagovalce

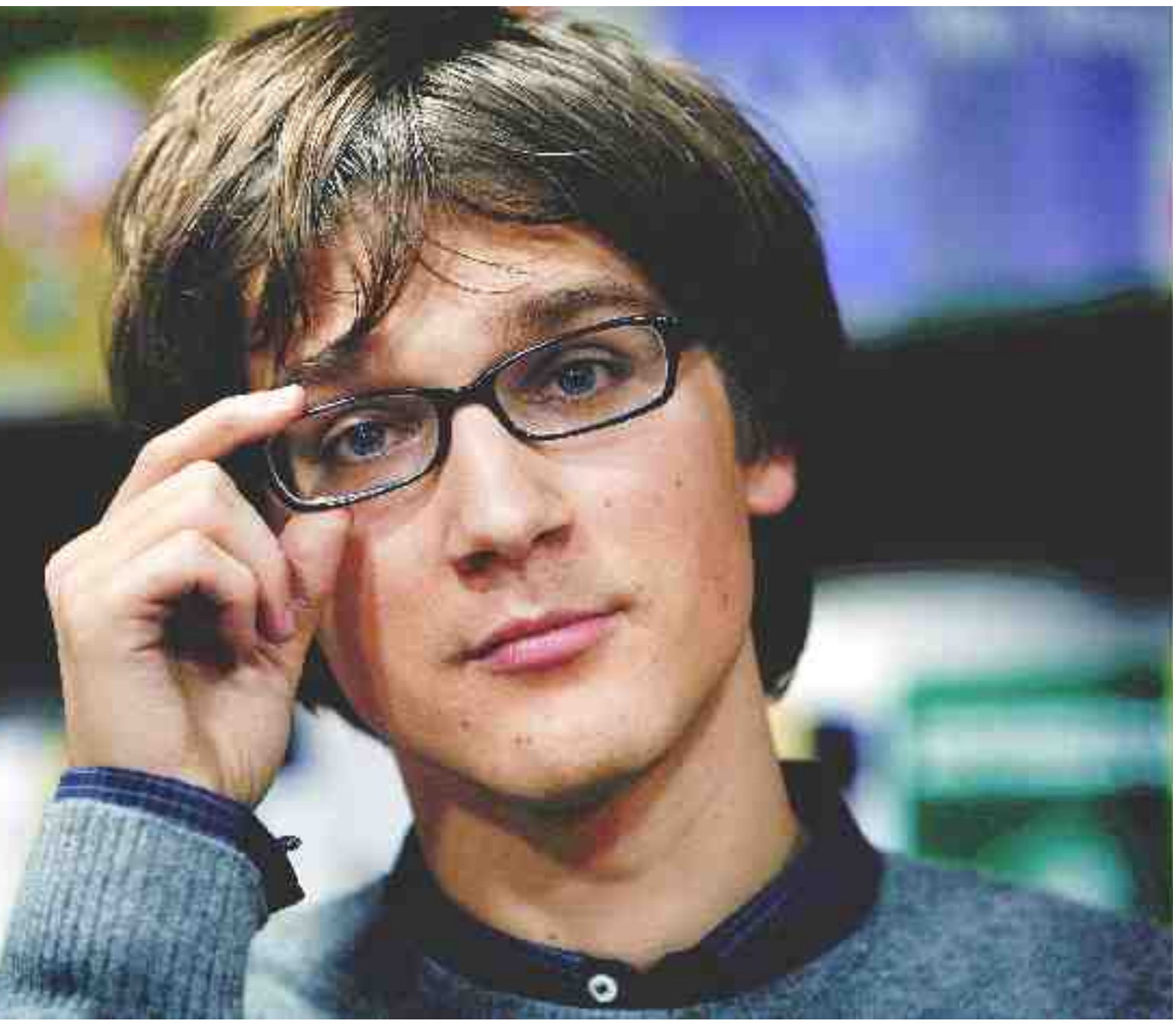
teh tekmovanj na pobudo gospoda Rudija Brica poslali za dva meseca na prakso v raziskovalni laboratorij Hewlett-Packarda v ZDA. Sam sem šel dvakrat, v tretjem letniku, ker sem zmagal, in v četrtem, ko se na tekmovanju nisem dobro odrezal, a so me Američani sami povabili. Ta primer tudi kaže, koliko dobrega lahko naredi že letalska vozovnica v Ameriko in tisoč dolarjev za življenjske stroške, saj je večina tedanjih udeležencev Hermesovih delovnih praks danes zelo uspešna. Skoraj vsi so doktorirali, pripravljajo doktorate ali pa so ustanovili podjetja, s katerimi so uspešni tudi v tujini. Poleg tega nam je ta prva izkušnja Amerike vsem odprla oči, kakšne možnosti so pred nami. Sam pa sem od tedaj vsake poletne počitnice preživel v tujini v kakem raziskovalnem laboratoriju, na fakulteti ali v podjetju. Potem je vse postalo lažje. Iz ene priložnosti se pojavi druga, tvoj življenjepis se debeli, naučiš se vztrajnosti, prevzemanja pobud, pridobiš samozavest ... Prav s pobudami in samozavestjo imamo Slovenci največ težav, saj se vidi, da nekako nismo vajeni spodbujati odličnosti, izjemnosti in štrlenja iz povprečja. Nadarjenim dijakom in študentom so sicer namenjene Zoisove štipendije, a niso dovolj selektivne. Poleg Zoisovih štipendij bi morale obstajati še kake druge javne ali zasebne štipendije, ki bi bile zares izbrane in tudi dovolj bogate, da bi vrhunskim študentom omogočile kako študijsko leto ali delovno prakso v tujini. Azijci se tega lotevajo zelo sistematično. Izberejo najboljše kandidate, jih pošljejo študirat v tujino, da pridobijo kar največ znanja, in se jih potrudijo pritegniti nazaj. Mi tega še ne znamo.

Kako se spodbujanja odličnosti lotevajo na Stanfordu?

Vse temelji na odprtosti in lastni raziskovalni pobudi. Začne se že pri izbiri kandidatov, saj se profesorski zbor zelo svobodno odloči, kateri kandidat jih prepriča. Tam ne poznajo raznih pravilnikov in točkovnikov, ki jih v Sloveniji tako radi uporabljamo. Ko si sprejet, ugotoviš, da je hierarhija zelo mehka, saj imajo docenti, izredni profesorji in redni profesorji skoraj enake dolžnosti in odgovornosti. Klasičnih kateder nimamo, vsak profesor je praktično svoj laboratorij in se povezuje z drugimi profesorji pri projektih – ali pa tudi ne. Ni nekih napisanih pravil, pokažejo ti pisarno in tajnico, nato se moraš znajti sam. Tudi ko sem prve mesece poskušal ugotoviti, kakšno je sploh moje mesto na fakulteti, sem izvedel le, naj delam, kar sam hočem, kar mislim, da je dobro. Po eni strani je to imenitno, po drugi pa moraš res zelo dobro premisliti, kaj želiš početi, da bo na koncu čim več.

Ta svoboda je verjetno varljiva, saj je treba prej ali slej pokazati rezultate ...

Ta svoboda je super, a se v njej skriva zelo veliko odgovornosti. Čez sedem let bodo na fakulteti odločali, ali mi bodo ponudili redno profesuro ter s tem stalno zaposlitev ali pa se bom moral posloviti. Kaj bo odločalo? Ne vem, saj nimamo nobenih vnaprej določenih formalnih meril. Ni točk v Cobissu ali česa podobnega. Po sedmih letih bodo na fakulteti pač presodili moje celotno delo, kjer bodo ocenili moje raziskovalne dosežke, pedagoško delo, uspehe mojih študentov ... In upam, da bo to dovolj. Če ne bo, že zdaj vem, da se bom lahko jezil le nase. Druga velika razlika je, da smo profesorji plačani samo devet mesecev, kolikor traja študijsko leto, tri mesece pa si moramo financirati sami. Če nimaš zunanjih raziskovalnih projektov in denarja za svojo plačo, moraš pač na počitnice. Ta ukrep spodbuja profesorje, da so raziskovalno aktivni. Hkrati pa tudi pomeni, da profesorji ne morejo še enaindvajsetič odpredavati tistega, kar predavajo že dvajset let, in kljub temu zaslužiti polne plače.



Zaposleni na slovenskih fakultetah pogosto potarnajo, da imajo preveč pedagoških obremenitev, zato jim trpi raziskovalno delo. Kako vi usklajujete pedagoške in raziskovalne obveznosti?

Učim precej manj od svojih kolegov v Sloveniji, a je tudi naš študijski sistem precej drugačen od slovenskega. Na Stanfordu imamo približno 6000 dodiplomskih in 6000 podiplomskih študentov, Univerza v Ljubljani pa ima 60.000 dodiplomskih in 6000 podiplomskih študentov. Kaj nam to pove? Da se v Sloveniji mogoče še ne vemo, kaj hočemo doseči z visokim šolstvom. Naj bo to podaljšana srednja šola ali sistem, ki naj bi pomagal ustvarjati presežke? Hočemo diplomirati kar največ ljudi ali izvajati dobre raziskave? Verjetno hočemo oboje, vendar sedanji sistem financiranja visokega šolstva temu ni naklonjen. Na fakulteti pa je treba tudi razločiti, kje se konča srednja šola in začne študij. Za prehod iz srednje šole na Stanfordu poskrbijo profesorji učitelji, ki ne raziskujejo, ampak so predvsem pedagogi in skoraj v celoti prevzamejo prvi dve leti dodiplomskega študija. Mene kot profesorja raziskovalca čaka kvečjemu kak predmet v četrtem letniku dodiplomskega študija, sicer pa se ukvarjam skoraj izključno z doktorskimi študenti.

Se ta razlika odraža tudi na študentih?

Težko primerjam, ker nisem imel skoraj nobenih izkušenj s slovenskimi študenti. Moji dosedanji študenti so vsi brez izjeme zelo delavni. Z njimi ni nobenih težav, ni treba razmišljati, kako bi jih motiviral. Naredijo, kar predlagaš, mnogokrat še veliko več, preštudirajo veliko dodatne literature in povedo, če jih kaj zmoti pri tvojem pristopu.

Je ta motiviranost povezana tudi z dejstvom, da je Stanford izjemno selektivna univerza?

Tudi, vendar že kmalu ugotoviš, da kljub strogi selekciji nikoli ne moreš vedeti, kako se bodo izbrani posamezniki obnesli med študijem. Med študenti se hitro vzpostavi hierarhija, najbolj uspešni imajo zelo različna družbena, nacionalna in raziskovalna ozadja, predvsem pa je zanje značilno, da po nečem izstopajo. Ko sem bil že sprejet, sem izvedel, da jih je tudi pri meni prepričalo, da se je moje raziskovalno delo precej razlikovalo od raziskovalnega dela mojega mentorja. Poleg tega pa tudi moja zgodba kaže, da lahko nekdo iz eksotične srednjeevropske države v štirih letih doktorira in dobi službo na Stanfordu, čeprav ne bi prej nikoli pomislil, da je kaj takega sploh mogoče (*nasmešek*). Zato mi je zanimivo, da v Sloveniji še vedno nismo vajeni pozitivne konkurence in se ne zavedamo, da so uspešni posamezniki koristni za celotno družbo. Saj biti boljši ne pomeni, da druge potiskaš navzdol ali da pridobivaš na račun drugega. To je zelo slovensko gledanje, ki ga spodbujajo tudi mediji. Če jih spremljam iz tujine, to še bistveno bolj opazim. Človek dobi vtis, da v domovini vladajo izredne razmere. Vse gre na nož, vse je do konca zaostreno, nikjer nobene normalnosti. Sam pa povsod po svetu in doma spoznavaš sodržavljane, ki se ukvarjajo z zanimivimi stvarmi, o katerih nihče nič ne izve ...

Facebook je domnevno nastal zato, ker so bili njegovi ustanovitelji nori na azijska dekleta in so hoteli ustvariti računalniško omrežje, na katerem bi imeli dostop do njihovih fotografij. Azijska dekleta pa so menda zelo vabljiva tudi za samske Slovence, ki zaidejo v Silicijevo dolino in okolico. Veste kaj o tem pojavu?

Res je, kar nekaj Slovencev se je poročilo z Azijkami, ko so prišli v Kalifornijo. Urbanih legend o azijskih dekletih ne manjka. Nekateri pravijo, da so azijska dekleta uresničitev sanjske ženske, vedno prijazne in brezhibno urejene, ki ti izpolnijo vsako željo, še preden sploh pomisliš nanjo. Sam še nimam teh izkušenj (*smeh*). ■