

IPHO 2016: Zürich, Švica

Tomaž Cvetko



Od 11. do 17. julija letos je v Zürichu potekala 47. mednarodna fizikalna olimpijada. Na njej je sodelovalo 400 dijakov srednjih šol iz 86 držav. Slovenska ekipa se je po desetih urah tekmovanja in po tednu, polnem vtisov, domov vrnila s štirimi bronastimi medaljami in pohvalo.

»Tu dum tu dum,« se je 9. julija zvečer zaslišalo po ljubljanski glavni železniški postaji, ko je redni nočni vlak, ki povezuje Beograd in Zürich, odpeljal s perona. Po enajstih urah zatiskanja oči pred skoraj neizbežno budnostjo na policah-posteljah spalnega vagona, smo prispeli v najdražje mesto v Evropi¹: Zürich. Na postaji sta nas pričakala predstavnik organizatorjev in vodič slovenske ekipe. Že je bilo slutiti, da Švicarji ničesar niso prepustili naključju. Nedelja je bila namenjena prihodu in registraciji, popoldne pa so si ekipe lahko ogledale mesto v spremstvu vodičev, saj je izredno zmogljivi javni prevoz omogočil hitro in svobodno gibanje po največjem švicarskem mestu.

V ponedeljek se je mednarodna fizikalna olimpijada tudi uradno začela. Otvoritvena slovesnost je potekala v tako imenovanem kampusu Irchel, kjer se nahaja velik del Univerze v Zürichu. Te pa ne gre zamenjevati s züriškim ETH, ki je samostojno organizacijo olimpijade zavrnil. Otvoritev je potekala hitro in brez zapletov, ker so namesto prihoda ekip na oder predvajali zelo simpatične



Ekipa in vodji pred otvoritveno slovesnostjo

¹<http://www.cnn.com/2016/06/22/the-worlds-most-expensive-city-is.html>

grafike z znamenitostmi držav. Ob tem se je nekoliko izgubilo slovesno vzdušje, ki ga je reševala svečana zaobljuba tekmovalcev in vodij ekip, da bodo na olimpijadi sodelovali pošteno. Popoldanski program je bil izredno zanimiv, saj so na univerzi pripravili kratke delavnice z različnih področij znanosti in mnogi smo si želeli, da le-te ne bi tako hitro minile, kar se zgodi res redko. Sledila je še ekskurzija na PSI (Paul Scherrer Institute), kjer so nam predstavili raziskave na področju strukture beljakovin, ki jih omogoča tamkajšnji sinhrotron SLS (Swiss Light Source).

Torek je bil dan E, dan za eksperimentalni del tekmovanja. Tekmovalci smo bili razdeljeni v dve skupini, tako da je polovica tekmovala dopoldne, polovica pa popoldne. Slovenska ekipa si je najprej ogledala poslopja zürške hidroelektrarne, kjer skrbijo, da je mesto s 400 000 prebivalci preskrbljeno z energijo. Da je Švica ena najbogatejših držav sveta, potrjuje tudi dejstvo, da so ob vodnem zajetju za nekaj manj kot 10 milijonov evrov zgradili prehod za ribe, ki ga dnevno prečka okoli 30 rib.

Eksperimentalni del tekmovanja je letos postregel z dvema zelo raznolikima problemoma. Prvi je bil namenjen določanju električne prevodnosti dvorazsežnih vzorcev. S štiritočkovno sondo, ki je omogočala, da voltmeter ni bil vezan neposredno na priključke vira napetosti, je bilo najprej potrebno določiti upor celotnega z grafitom prevlečenega lista papirja. Upor takega lista je odvisen tudi od samih razsežnosti lista, saj tokovi po grafitu tečejo po vseh možnih poteh in je na manjšem kosu papirja možnih poti manj. Z merjenjem tokov na različno širokih kosih papirja smo dobili vrednosti funkcije, ki opisuje geometrijski popravek upora, z linearizacijo pa še parametre te funkcije. Problem je postal nekoliko bolj visokotehnološki in po občutku aplikativen, ko smo na podoben način določali lastnosti tanke silicijeve rezine, prevlečene s kromom. Nadgradnja v tem delu je bila posebna merilna tehnika, ki je zaradi simetrije obšla težave glede geometrijskih lastnosti vzorca. Končni rezultat meritev je bila specifična upornost kroma.

Drugi problem je bil sicer časovno nekoliko manj zahteven, a za izvedbo nekoliko bolj neprijeten. Šlo je za simulacijo faznih prehodov, ki so jo dosegli z zelo izvirno napravo: zvočnikom in makovimi semeni, ki so poskakovala v posodici, pritrjeni na membrano zvočnika. Prek vezja je bil zvočnik priključen na žagasti vir enosmerne napetosti, ki smo mu lahko spreminjali amplitudo, makova semena pa so bila analogija delcem, ki imajo pri neki temperaturi (amplitudi napetosti) določeno stopnjo urejenosti. Ta so bila lahko v enem od dveh stanj. V neurejenem stanju so imela makova zrna dovolj energije, da so naključno preskakovala med dvema predeloma posodice, torej se je v obeh delih nahajalo podobno število semen. Pri manjših amplitudah nihanja membrane zvočnika so bila zrna v čedalje bolj urejenem stanju, večina semen je ostajala v predelu, kjer so

bila na začetku. Eden od ciljev tega eksperimenta je bila tudi določitev kritične amplitude nihanja, pri kateri semena preidejo v neurejeno stanje, kar je analogno npr. vrelišču določene snovi. V principu je bil problem zelo lep in zanimiv, a potrebno je bilo opraviti veliko meritev v kratkem času in ni mi potrebno posebej omenjati, da štetje petdesetih makovih semen ni enostavno opravilo, ki bi si ga kdorkoli želel opravljati trikrat na minuto. Pomanjkanje meritev je v nadaljevanju naloge kaj hitro pripeljalo do slepe ulice, saj so nelinearni grafi zahtevali razmeroma veliko izmerjenih točk. Po drugi strani pa je problem ponujal tudi nekaj »podarjenih« točk, saj smo morali sami zasnovati merilno tehniko za določanje velikosti amplitude nihanja membrane zvočnika. Za ta del je estonski predstavnik, ki je sestavil mehanizem za povečevanje amplitude (za njeno lažje odčitavanje), dobil tudi nagrado za najbolj kreativno rešitev.

Po eksperimentalnem delu tekmovanja je sledil dan za počitek, ki so ga organizatorji namenili ekskurziji v Liechtenstein, malo, a zelo bogato državo, ki je k organizaciji olimpijade primaknila nezanemarljiv znesek iz svojih bančnih rezerv. Država, ki šteje zgolj 36 000 prebivalcev, živi v tesnem sožitju s sosedo Švico, med drugim si delijo tudi valuto švicarski frank. Ponavadi nekajmesečna potovanja, nekajdnevni izleti in pa krajše ekskurzije ne zadostujejo, da bi turist lahko spoznal deželo ali celo videl vse njene lepote, toda v primeru Liechtensteina ne bom preveč pretiraval, če trdim, da smo v enem dnevu videli vse, kar se je videti dalo. Glavno mesto Vaduz bi celo v Sloveniji veljalo za majhno mesto, a je izredno lepo urejeno, na njegovih ulicah pa je razstavljenih toliko kipov in skulptur kot v malokaterem muzeju. Po ogledu mesta smo se z avtobusom odpeljali v gore, ki predstavljajo vzhodno mejo z Avstrijo (zahodna meja s Švico poteka po reki Ren). Gorska pokrajina z mnogimi slapovi je očarala tudi nas, pa se štejemo za prebivalce alpske države. Žal je naš obisk zmotil dež, tako da je demonstracija sokolarstva odpadla in smo se morali zadovoljiti z zelo živo pripovedjo o ljubezni med sokolarjem in njegovimi pticami v eni od tamkajšnjih gostiln. Zvečer so nas pogostili v večnamenski dvorani in nam predstavili Liechtensteinsko gospodarstvo, podjetja s sedežem v tej državi in tu nekje je hierarhična povezava med »veliko« Slovenijo in »majhnim« Liechtensteinom nekoliko zvidenela. V Liechtensteinu ne poznajo brezposelnosti, država pa je tudi ena redkih, ki nimajo dolga, temveč razprave o fiskalni politiki v 25-članskem parlamentu zaznamujejo predvsem pogovori o razporejanju bančnih rezerv.

Teoretični del tekmovanja je potekal v četrtek, 14. 7. Organizatorji so v skrbi za pravočasen začetek vse tekmovalce na prizorišče prepeljali že uro prezgodaj in s pisanjem smo začeli okoli 40 minut pred uradnim pričetkom. Tekmovalci smo se soočili s tremi problemi. Prvi problem sta predstavljali dve nalogi s področja mehanike, drugi

problem je bil s področja električnih krogov, pri tretjem problemu pa smo se spoprijeli z velikim hadronskim trkalnikom in teorijo relativnosti.

Prva naloga se je vseskozi vrtela (bolj ali manj dobesedno) okoli valjev. Najprej smo obravnavali lesen valj, ki je imel v svoji notranjosti na neznanem mestu kovinski valj neznanih dimenzij. Preko posrednih meritev bi želeli izmeriti točno lokacijo in dimenzije valja. Posredni meritvi bi izvedli s postavitvijo valja na klanec v statičen položaj in z merjenjem nihajnega časa valja okoli njegove simetrijske osi. Naloga tekmovalcev je bila izraziti dimenziji (polmer in višino) malega valja z znanimi količinami. Drugi del naloge je obravnaval dokaj znano idejo vrteče se vesoljske postaje, ki bi s centripetalnim pospeškom simulirala težnost. Težava se je pojavila, ko sta se dva astronauta na omenjeni vesoljski postaji začela prepirati, ali so na Zemlji ali na nekem vrtečem se objektu. Najprej sta se trditev odločila preveriti z vzmetnim nihalom, a se je po obravnavi izkazalo, da bi imelo oddaljevanje in približevanje uteži Zemlji podoben učinek kot nihanje v končno velikem vrtečem se valju. V naslednjem poskusu želi eden od astronautov svoj prav dokazati s spuščanjem telesa s stolpa v vesoljski postaji, a zaradi njegove prevelike vneme pri višini stolpa in Coriolisove sile telo pade točno na mesto pod stolpom (kakšno naključje!). Zadnje upanje za dokaz o vrteči se vesoljski postaji astronaut položi v vzmetno nihalo, ki se lahko prosto giblje v vodoravni smeri (tangento na tla ladje) in na vpliv Coriolisove sile nanj. Tudi na koncu naloge ostaneta astronauta vsak na svojem bregu, naveličani pa so tudi ostali člani odprave.

Drugi problem je posegel na področje dinamike v električnih krogih, ki pa je v slovenskih srednjih šolah pa tudi na krožkih redko obravnavamo, zato smo vsi člani ekipe drugo teoretično nalogo reševali slabše kot ostale dele tekmovanja. Naloga tekmovalcev je bila obravnavati elementa X z nelinearno I-V karakteristiko. V prvem delu smo se ukvarjali z osnovnimi lastnostmi elementa, kot je npr. upor na posameznih vejah karakteristike. V drugem delu je bil element X uporabljen v vezju, ki je prek nekaj korakov postalo osnova za anteno za radijsko valovanje. Tretji del se je ukvarjal z uporabo bistabilnih nelinearnih elementov (elementa X) za modeliranje bioloških procesov, v tem primeru za delovanje nevrona. Element X se je zaradi svojih posebnih lastnosti obnašal različno pri različnih časih vzbujanja z določeno napetostjo.

Pri tretjem problemu smo se ukvarjali z velikim hadronskim trkalnikom (LHC), ki se v okviru CERN-a nahaja prav v Švicarski Ženevi (podzemni del je sicer večinoma na francoski strani meje). Naloga je temeljila na teoriji relativnosti, ki jo je utemeljil Albert Einstein, sicer močno povezan z Univerzo v Zürichu. Tretjo nalogo je dobro reševala celotna slovenska ekipa, za kar gre zahvala mentorjema in drugim predavateljem na pripravah, ki so nam v zelo kratkem času dobro predstavili sicer neznanu snov in nam s

tem omogočili omembe vredne rezultate na tekmovanju. Tretji problem je bil strukturiran tako, da smo najprej obravnavali mehanizme pospeševanja delcev, relativistično odvisnost hitrosti od preletene pospeševalne napetosti, z dimenzijsko analizo smo določili izraz za sevalno moč, pri vsakem koraku pa smo tudi konkretno izračunali vrednosti za delce pri določeni energiji. V drugem delu smo se ukvarjali z identifikacijo delcev na osnovi različnih časov preleta detektorja. Delci z enakimi gibalnimi količinami in različnimi masami imajo različne hitrosti, torej za prelet določene poti potrebujejo različne čase. Določiti je bilo potrebno najmanjšo dolžino detektorja, da bi lahko zanesljivo ločili med nabitim kaonom in nabitim pionom z enakima gibalnima količinama. V sklepnem delu naloge smo iz podanih »izmerjenih« podatkov računali mase delcev in jih identificirali.

Po zaključku tekmovalnega dela je večina ekipe čutila veliko olajšanje, čeprav je bilo nekaj misli usmerjenih tudi v skrb glede rezultatov. Še isti dan nas je nagovoril Derek Muller, bolj znan pod imenom svojega Youtube kanala Veritasium. Njegov nastop je bil v svojem bistvu motivacijski govor o prihodnosti fizike in njegove besede, ki so imele nekoliko vizionarski pridih, so v avditoriju požele veliko navdušenje. Sledila je vmesna zabava (grobi prevod iz Midterm Party) z mentorji ekip, bila pa je to v svojem bistvu pogostitev s predstavitvijo nekaterih švicarskih običajev in je rahlo spominjala na gasilsko veselico.



CERN: Skulptura znanosti

vreden obiska. Po kosilu smo se odpravili še v muzej Rdečega križa, ki se nahaja v Ženevi, nedaleč stran od poslopja OZN. V muzeju smo spoznali delovanje Rdečega križa v različnih kriznih situacijah, njihova stalna razstava obsega predstavitev treh področij delovanja te organizacije: obrambo človeškega dostojanstva, ponovno vzpostavljanje družinskih vezi in zmanjševanje tveganja naravnih nesreč. Še bolj zanimiva je bila tokratna začasna razstava o samopodobi in idealu lepote skozi čas. Za ekskurzijo na goro Rigi smo na srečo imeli jasen in sončen dan, tako da smo se za

V zadnjih dveh dneh pred zaključno prireditvijo sta sledili še ekskurziji v CERN in na goro Rigi. V CERN-u smo si ogledali njihove strežniške prostore in tako imenovano tovarno antimaterije. Nekaj časa smo imeli na voljo tudi za bližnji interaktivni muzej, ki se nahaja v izjemno atraktivni leseni krogli in je že samo zaradi tega



Izlet na goro Rigi

razliko od mentorjev in prejšnje polovice tekmovalcev na 1798 metrih višine kopali v soncu in ne v megli. Na goro smo se pripeljali z zobato železnico, ki je značilna posebej za Švico, podobno kot luknje v siru. Nato smo se sprehodili nekaj metrov do vrha in uživali v pogledu na mnoga jezera, ki so se lesketala v dolinah švicarskih Alp. Po pobočju gore smo se nato odpravili proti železnici, ki je vodila na drugo stran hribovja, proti Luzernu in jezeru, ob katerem je mesto nastalo. V Luzernu smo si ogledali znameniti lesen most s poslikanimi oboki, po katerem je mesto tudi najbolj poznano. Po kratkem ogledu mesta s svojimi vodiči smo se z avtobusi odpravili nazaj proti našemu hotelu v Zürichu.



Na gori Rigi

V nedeljo smo končno dočakali podelitev nagrad. Aleksej Jurca, Tomaž Cvetko, Jakob Robnik (vsi trije gimnazija Bežigrad) in Luka Govedič (II. Gimnazija Maribor) smo prejeli bronasto medaljo, Jernej Debevc pa pohvalo. Sicer nam ni uspelo ponoviti lanskega

uspeha, petih bronastih medalj, sta pa bili zadnji dve leti izjemno uspešni za Gimnazijo Bežigrad. Obakrat smo se olimpijade udeležili trije tekmovalci in vsi domov prinesli medalje z bronastim sijajem. Prav tako je spodbudno dejstvo, da se prihodnje leto zdaj že izkušena Aleksej Jurca in Luka Govedič znova podajata v fizikalni boj in, kdo ve, morda pa bo kmalu na slovenskih vratovih nihala medalja še kakšne druge barve. Podelitev medalj je popestrila orgelska izvedba skladb iz serije filmov Vojna zvezd, drugače pa so Švicarji vse zopet izvedli hitro in učinkovito: tekmovalce so v velikih skupinah klicali na oder, imena so sicer brali po vrstnem redu, medalje pa izročali kot po tekočem traku brez ozira na sočasnost omembe imena in prejema medalje.

Po tednu v Švici lahko rečem, da stereotip o švicarski natančnosti do velike mere drži, saj ni bilo čisto nič prepuščeno naključju. Celo gorske poti so bile na mestih tlakovane, ob poti pa so kar na bregu zgradili še igrišča za minigolf, kar je razumljivo, saj morajo za visoko ceno ponuditi luksuzno storitev. Mesta so čista in celo blokovsko naselje v neposredni bližini letališča je delovalo mondeno in prav nič marginalizirano. Morda pa je dobro merilo delovanja družbe število nezaklenjenih (in nato neukradenih) koles, ki jih je bilo moč videti vsepovsod po Zürichu, in zato za mnoge Švica še vedno ostaja obljubljeni dežela.