

# Rekordno število obiskovalcev prireditve Dnevi strojništva v Tehniškem muzeju v Bistri

Edvard GOVEKAR

V zadnjem tednu septembra je v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri pri Vrhniki že tretjič zaporedoma potekala prireditev Dnevi strojništva. Namen prireditve je širokemu občinstvu, predvsem mladini osnovnih in srednjih šol, na poljuden način s privlačnimi ter praktičnimi delavnicami predstaviti področja strojništva in poudariti pomen in aktualnost študija strojništva v današnjem času. Prireditve, ki jo je organiziralo osebje muzeja skupaj z laboratoriji Fakultete za strojništvo v Ljubljani, se je udeležilo rekordno število preko 2100 obiskovalcev.

## Uvod

Področje strojništva že dolgo ni več vezano le na mehanske konstrukcije in naprave, kot je bilo to morda v preteklosti in izhaja iz prevoda angleške besede mechanical engineering. Dandanes raziskave in razvoj na področju strojništva ponujajo odgovore na številna vprašanja iz mehanike, energetike, naprednih izdelovalnih tehnologij, snovanja in oblikovanja izdelkov, vodenja procesov, okoljevarstva, prometa, inženirske reologije, tribologije in nanotehnologije, zapletenih mehatronskih sistemov in tehniške sinergetike. Predstavitev rezultatov znanstvenoraziskovalnega dela in področij, s katerimi se na fakulteti ukvarjamo, tako industrijskemu okolju kot širši javnosti je izrednega pomena za uveljavitev področja strojništva v družbi. Sporočilo, ki ga želimo prenesti v širši prostor, je, da je študij strojništva na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani študij sedanosti in prihodnosti, ki generira in nudi potrebna

Prof. dr. Edvard Govekar, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Osnovno- in srednješolci pred vhomom v Tehniški muzej v Bistri

znanja za kreiranje odgovorov na hitro se spreminjajoče potrebe moderne industrije in globalnega okolja, v katerem živimo.

Prireditev Dnevi strojništva je samo ena od aktivnosti v okviru promocije študija strojništva ter znanj in kompetenc, ki jih študentje pridobijo med študijem. Namen prireditve, ki postaja tradicionalna, je širokemu občinstvu, predvsem osnovnošolcem in srednješolcem, na poljuden in privlačen način s praktičnimi in interaktivnimi delavnicami predsta-

viti področja strojništva ter poudariti pomen in aktualnost strojništva v današnjem času. V okviru letošnje prireditve, ki je potekala od 24. do 30. septembra, je bilo pripravljenih 30 delavnic. V petih dneh si je prireditev ogledalo več kot 2100 udeležencev, in sicer 1067 osnovnošolcev, 684 srednješolcev ter 95 spremljevalnega osebja. V nedeljo, ki je namenjena pretežno družinskim obiskom, si je prireditev ogledalo 258 obiskovalcev.

Čas letošnje prireditve je sovpadal tudi z obiskom komisije za medna-



Člani akreditacijske komisije ASIIN so z zanimanjem prisluhnili razlagi študentov Fakultete za strojništvo

rodno ASIIN-akreditacijo študijskih programov prve in druge stopnje študija na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Šestčlanska komisija iz Nemčije si je z zanimanjem ogledala

prireditve in prisluhnila razlagam, pri katerih so v večini sodelovali kar sami študentje fakultete in kreatorji delavnic. Člani niso skrivali navdušenja in pohval nad prikazanimi vsebinami.

V nadaljevanju so na kratko predstavljene vsebine nekaterih letos nanovo pripravljenih delavnic, s katerimi so se imeli priložnost seznaniti obiskovalci prireditve Dnevi strojništva. Predstavitve vsebine vseh delavnic so radovednemu bralcu na voljo na spletnih straneh Fakultete za strojništvo v Ljubljani. Če smo z Dnevi strojništva vzbudili zanimanje ali pa celo pripomogli k lažji odločitvi za študij na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, je bil namen prireditve v celoti izpolnjen.

Prisrčno vabljeni na ogled zanimivih delavnic v okviru prireditve Dnevi strojništva tudi v prihodnjem letu, ki bodo s še bolj zanimivimi vsebinami že četrtič zapored potekali v zadnjem tednu septembra v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri.

## Predstavitev nekaterih delavnic, ki so potekale v sklopu Dnevov strojništva

### Biodinamični testirni sistem za merjenje vnosa vibracij v roko

Pri delu z ročnim orodjem se prenašajo vibracije iz orodja v uporabnikovo roko, kar ob daljši izpostavljenosti povzroči otopele prste in dlan, dolgoročno pa lahko privede do nastanka vibracijskih bolezni ter resnih poškodb roke. Prikazan je bil vibromehanski sistem z vgrajenimi merilniki vibracij, ki omogočajo simulacijo in raziskave prenosa vibracij od izvora v roko uporabnika.

Na podlagi zajetih podatkov je mogoče sklepati o vibracijski obremenjenosti roke, kar omogoča razvoj ustrezne vibracijske zaščite v obliki antivibracijske rokavice. Obiskovalci so lahko sami preizkusili vpliv prenosa vibracij na roko in delovanje zaščitnih rokavic.

### Virtualni simulator varjenja

Gibanje rok pri varjenju je zelo podobno kot pri kirurških operacijah in ima ključno vlogo za izdelavo kakovostnih varov. Razvoj simulatorjev varjenja je rezultat potreb po zniževanju stroškov za usposabljanje varilcev, pomanjkanje varilnega osebja in osebja za učenje specialnih vrst varjenja. Predstavljeni simulator omogoča izvedbo virtualnega ročnega obločnega varjenja, varjenja TIG ter varjenja MIG/MAG, nadgrajujejo pa ga simulacije varjenja različnih materialov, tudi titana. Prednost učenja na virtualnih simulatorjih je tudi v takojšnjem prikazu napačnega položaja gorilnika, oddaljenosti ali hitrosti varjenja, kar omogoča hitro učenje na osnovi analize in popravljanja napak.

Z uporabo virtualnega simulatorja so se lahko obiskovalci preizkusili v postopkih spajanja in spoznali zahtevnost postopka varjenja.

### Hranilnik toplote

Zaradi časovne neusklajenosti med razpoložljivim virom energije za ogrevanje in rabo toplote za pripravo tople sanitarne vode ali ogrevanja imajo pri ogrevalnih sistemih na biomaso in solarnih ogrevalnih sistemih pomembno vlogo hranilniki ali zalogovniki toplote.



Številni so se preizkusili v spretnosti spajanja na varilnem simulatorju

te. V hranilnik toplote shranimo toploto v obliki povečane notranje energije za čas, ko jo potrebujemo. V primeru senzibilnih hranilnikov toplote imajo prednost hranilniki s temperaturnim razslojevanjem, saj omogočajo učinkovitejše delovanje ogrevalnega sistema. V zgornjem delu hranilnika se sanitarna voda hitro segreje, nižja temperatura na dnu hranilnika pa omogoča, da čim več energije shranimo v hranilniku. Obiskovalci so si na eksperimentu poleg delovanja hranilnikov toplote s pomočjo infrardeče termografije lahko ogledali princip temperaturnega razslojevanja.

### Stroj za obdelavo izvrtin v oblogah fuzijskega reaktorja ITER

Preskrba z energijo je eden od ključnih izzivov človeštva. Mednarodna skupnost je pred leti strnila moči s ciljem poiskati čisti vir energije, ki bi zadostoval za vse večje potrebe sveta po električni energiji. Med bolj obetavne tehnologije proizvodnje električne energije sodi tudi atomska fuzija, ki temelji na zlivanju vodikovih in helijevih atomov. To je fizikalni proces, ki se dogaja na soncu in je ravno obraten procesu v jedrskih reaktorjih, kjer atomi razpadajo na manjše. Ker pri fuziji nastopajo lahki atomski elementi, ki jih je v okolju v izobilju in niso radioaktivni, bi bilo takšno pridobivanje energije čisto in poceni. Razvoj omenjene tehnologije je napredoval že tako daleč, da v Franciji poteka gradnja eksperimentalnega reaktorja ITER, ki bo sposoben vzdrževati stanje zlivanja jeder dalj časa in iz sproščene energije proizvajati elektriko. Pri izdelavi tako

kompleksnega sistema se pojavljajo številne težave, med katerimi je tudi natančna izdelava izvrtin v notranjo oblogo reaktorja, ki je izpostavljena izredno visokim temperaturam. Na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani smo v sklopu tega projekta uspeli z idejo za natančno izdelavo omenjenih izvrtin. V okviru prireditve se je bilo moč seznaniti z idejo jedrske fuzije pri proizvodnji električne energije. Obiskovalcem je bil na ogled tudi sistem, ki se uspešno uporablja pri izdelavi izvrtin v reaktorskem delu naprave.

### Tribologija, mazanje in nanotehnologija

Trenje je pogosto zaželen, še pogosteje pa neželen pojav. V praksi se vsi mehanski sistemi soočajo s problemi trenja in obrabe strojnih elementov. Poleg razvoja maziv, načrtovanja površin za zagotavljanje nizkega trenja in obrabe pri različnih pogojih delovanja mehanskih sistemov se je v zadnjem desetletju za izboljšanje protiobrabne obstojnosti strojnih elementov zelo razširila uporaba naprednih materialov, npr. trdih protiobrabnih prevlek z nizkim trenjem, lasersko strukturiranih površin s prilagojeno topografijo, nanostrukturnih materialov itd. Veliko najnovejših znanstvenih raziskav v industriji poteka tudi na področju mazanja z manjšimi količinami maziva, mazanja z okolju prijaznimi mazivi, mazanja z uporabo nanodelcev itd. Zelo zanimivo je povsem novo področje, ki se tovrstnih problemov loteva na nanonivoju, to je nanotribologija, ki probleme trenja in obrabe obravnava na nivoju molekularnih interakcij in na osnovi atomskih sil.

### Meritev porabe goriva in izpustov onesnažil

Okoljevarstvo postaja eden pomembnejših vidikov pri razvoju novih izboljšav obstoječih produktov in tehnologij. Tudi v avtomobilski industriji med vse pomembnejše tehnične podatke sodi podatek o porabi goriva, izpustu CO<sub>2</sub> in drugih reguliranih onesnažil, ki obsegajo dušikove okside, ogljikov monoksid in nezgorele ogljikovodike. Te podatke pridobijo tako, da vozilo opremijo z merilno opremo za merjenje sestave izpušnih plinov, nato pa vozijo po predpisanem ciklu. Merilna oprema analizira vzorec izpušnih plinov in določi njegovo kemijsko sestavo. Iz sestave in pretoka izpušnih plinov nato določijo količino zgorelega goriva (porabo goriva) ter količino nastalih onesnažil. Izpust CO<sub>2</sub> je neposredno povezan s količino zgorelega goriva, saj gorivo zgoreva skoraj popolno, in je človeku manj nevaren od drugih reguliranih onesnažil. V okviru Dnevov strojništva je bilo predstavljeno vozilo z merilno opremo za merjenje onesnažil. Obiskovalci so imeli priložnost primerjati sestavo izpušnih plinov starejšega in sodobnega hibridnega vozila ter spoznati prednosti sodobnih pogonskih agregatov.

### Napredne tehnologije odrezavanja

Odrezavanje je ena od najpogosteje uporabljenih tehnologij v kovinsko-predelovalni industriji. Odprta so številna vprašanja s področja okolju prijaznih hladilno-mazalnih sred-



Strojništvo je lahko tudi zabavno



*Leseno kolo, paša za oči s tehnološkega in estetskega vidika*

stev, izdelave mikroizdelkov in hitre izdelave prosto oblikovanih površin. Možna rešitev za izvedbo okolju prijaznega mazanja in hlajenja je tehnologija kriogenega odrezavanja, ki temelji na uporabi tekočega dušika. Dovod dušika v rezalno cono je bil razvit na Fakulteti za strojništvo in predstavlja eno od obetavnih alternativ mazanja.

Odgovor na potrebo po mikroizdelkih ponuja tehnologija mikrofreziranja. Predstavljena je bila problematika ostrine, hrapavosti in obremenitev rezalnega orodja ter vpliv zrnatosti obdelovanca, ki nastopi pri prehodu v mikrosvet.

Za izdelavo izdelkov prostih površin je bila predstavljena uporaba petosnih robotov, katerih kinematika omogoča odrezavanje najrazličnejših materialov, kot so: poliuretanske pene, kompozitni materiali, les in kovine. Uporaba robota za freziranje je še posebej zanimiva na področjih, kjer sta potrebni velika prilagodljivost in odzivnost in so zahteve po tolerancah izdelkov nekoliko bolj ohlapne.

### 3D-tiskanje

Pri tehnologijah 3D-tiskanja v nasprotju s tehnologijami odrezavanja dobimo končni izdelek tako, da dodajamo material plast za plastjo. Najprej računalniški (CAD)

model izdelka razrežemo na tanke plasti, nato stroj zgradi prvo plast izdelka, na to plast drugo in tako naprej, dokler ni zgrajen celoten izdelek. Največja prednost tehnologij dodajanja je v tem, da lahko z njimi naredimo izdelek poljubnih oblik. Prvotno so bile tehnologije dodajanja namenjene izdelavi prototipov, saj na začetku tehnologije niso omogočale izdelave izdelkov s kvalitetnimi mehanskimi lastnostmi. V zadnjem času pa so tehnologije dodajanja materiala po plasteh napredovale do te mere, da lahko z njimi izdelujemo končne izdelke iz polimernih materialov in pa tudi iz kovine. Uporablja se več različnih principov dodajanja materiala po plasteh.

### Leseno kolo

Kolo sodi med enega največjih odkritij v zgodovini človeštva nasploh. Obiskovalcem je bilo predstavljeno kolo, katerega okvir in sama kolesa so narejeni iz masivnega lesa, vezanih plošč in furnirjev najvišjega kakovostnega razreda ter ojačani s kompozitnimi materiali (karbonska, steklena in aramidna vlakna). Za zaščito pred vremenskimi vplivi so uporabljeni kakovostni dvokomponentni poliuretanski laki in posebne epoksidne smole. Posebnost koles je, da so okviri votli, kar pripomore k nižji teži. Skupna teža sestavljene kolesa znaša malenkost čez 9 kg,

kar je primerljivo s cestnimi kolesi. Za varnost poskrbijo vgrajena LED-svetila. Prikazani so bili tudi izredno atraktivni leseni koloseti, ki pa so še v procesu razvoja. Poleg samega tehnološkega dosežka je izdelano kolo tudi paša za oči z vidika oblikovanja.

### Tridimenzionalna fotografija

V svet filmov, fotografije in pa tudi na področje avtomatskega zbiranja podatkov in meritev vse bolj prodira tretja prostorska dimenzija. Obiskovalcem je bil predstavljen priročen merilnik za tridimenzionalno merjenje oblike teles, ki je bil razvit na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Merilnik je zasnovan kot dodatek, ki ga pritrdimo na digitalni zrcalno-refleksni fotoaparatus. Potrebno je le še ustrezno nastaviti parametre fotoaparata in že lahko s slikanjem opravljamo 3D-merjenje. Pri tem se površina merjenega telesa osvetli s črtastim svetlobnim vzorcem, za kar poskrbi optika, nameščena pred bliskovko fotoaparata. Slika se nato prenese v računalnik in obdela tako, da pridobimo poleg barve tudi informacijo o 3D-obliki telesa. Takšen merilnik je zlasti uporaben na področju medicine za merjenje delov telesa, kot so na primer rane, deformacije zaradi poškodb in podobno. Njegove odlike so brezdotičnost ter velika hitrost in enostavnost merjenja.

### Kako izdelek trajno označiti? Lasersko!

Označevanje in kodiranje sestavnih komponent in izdelkov je izrednega pomena pri postopku izdelave, sledenju in zagotavljanju kakovosti izdelkov. Lasersko označevanje je proces, pri katerem površino izdelka označimo s spremembo njene barve ali reliefa. Postopek je brezdotičen in izredno hiter. Označevalno orodje je kar laserski žarek, ki ima izredno veliko gostoto svetlobne moči. Ta se na površini izdelka pretvori v toploto, s katero se segrevajo, pretaljujejo ali celo odparavajo materiali, kot so: les, umetne mase, kovine, steklo itd. Brez težav obdelujemo tudi najtrše materiale, kakršen je diamant. Sistem za ozna-

čevanje je sestavljen iz laserskega izvora, optičnih elementov za oblikovanje in vodenje žarka ter računalniškega krmilnika, ki omogoča poljubno oblikovanje oznak v obliki napisov, črtnih kod, grafike, fotografij itd. Oznake so trajne in odporne na abrazijo, temperaturo in kisline. Tovrstni postopek označevanja je eden najhitrejših in omogoča visoko produktivnost. Predstavljeni laserski sistem za označevanje je razvilo podjetje LPKF Laser & Ele-

ktronika d. o. o. in se na Fakulteti za strojništvo uporablja v eksperimentalne namene. Obiskovalci so si lahko ogledali lasersko označevanje kovinskih ploščic.

### Pregledovanje mikrostruktur

Mikrostruktura je notranja struktura snovi (kovin in nekovin), ki opredeljuje njene lastnosti. Mikrostrukture so sestavljene iz različnih zrn (kot

zrna peska, ki se trdno držijo skupaj) in faz (kot na primer čokoladna zrna v piškotu). Ta notranja mikrostruktura je odvisna od kemične sestave kovine in od številnih faktorjev izdelovalnih tehnologij, kot so litje, preoblikovanje, valjanje, toplotna obdelava ...

Za pregledovanje mikrostrukture je potrebno iz kovinskega izdelka izrezati vzorec. Izrezana površina je potem spolirana in jedkana z razredčeno kislino. Ta proces nam odkrije mikrostrukturo, ki jo potem opazujemo z mi-

kroskopom pri različnih povečavah. Predstavljen je bil sistem za optično opazovanje mikrostrukture, ki omogoča do 1000-kratno povečavo. Obiskovalci so spoznali osnovne elemente optičnega mikroskopa in aktivno preizkusili sistem opazovanja mikrostrukture pri različnih povečavah.

### Vodna hidravlična naprava

Predpisi o zaščiti naravnega okolja postajajo vedno strožji. Čeprav je uporaba mineralnega hidravličnega olja in drugih naravi škodljivih hidravličnih kapljevino zelo razširjena, obstajajo možnosti za njihov nadomestek. Ena boljših rešitev glede varovanja okolja in pitnih voda na področju hidravlike je uporaba vode kot hidravlične kapljevine. Z letošnjim demonstracijskim eksponatom je bilo pokazano da je mogoče za hidravlično kapljevino uporabiti vodo brez dodatkov. Predstavljena je bila nova hidravlična naprava, ki smo jo zasnovali in izdelali na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Vodnohidravlična naprava je sestavljena iz visokotlačne vodne črpalke, vodnega 4/3-potnega ventila, vodnega hidravličnega akumulatorja, vodnega hidravličnega valja in drugih potrebnih sestavin. Pri hidravlični napravi smo za hidravlično kapljevino uporabili kar vodo iz vodovodne inštalacije. Napravo so lahko upravljali obiskovalci razstave, na kateri so tekmovali v spretnosti. Najboljši so bili nagrajeni.



Neustavljiva radovednost

## Znanstvene in strokovne prireditve

**Informatinsveranstaltung zur Normung im Fachverband Fluidtechnik** – Informacijska prireditve o standardizaciji v strukturnem združenju za fluidno tehniko (VDMA – Fluidtechnik)

19. 02. 2013  
Frankfurt, ZRN

Informacije:

– tel.: +069 – 6603 – 1652  
– e-pošta: joern.duerer@vdma.org  
– internet: www.vdma.org/fluid

**4. Fachtagung Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen** – 4. strokovno srečanje o hibridnih pogonih za mobilne delovne stroje

20. 02. 2013

Karlsruhe, ZRN

Informacije:

– Peter-Michael Synek  
– tel.: +069-6603-1513  
– e-pošta: peter.synek@vdma.org  
– internet: www.vdma.org/fluid

Nadaljevanje na strani 417