

DRŽAVNA ROBOTSKA TEKMOVANJA ZA MLADE V LETU 2018

Janez Pogorelc, Aleš Hace

V prispevku sta predstavljena razvoj in izvedba slovenskih državnih robotskih tekmovanj **RoboT**, **ROBOsled** in **RoboCupJunior** v letu 2018, ki jih od leta 2000 organizira Inštitut za robotiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s srednjimi in osnovnimi šolami za slovenske osnovnošolce, srednješolce in študente. Večina tekmovalnih disciplin se izvaja tudi v odprti konkurenci (Open), tako da lahko sodelujejo tekmovalci iz drugih držav. Za uspešno izvedbo tekmovanj je nujno izobraževanje tako mladih kot njihovih mentorjev na vseh nivojih – od učencev OŠ, dijakov SŠ in študentov, kar izvajamo v obliki tematskih delavnic in krožkov robotike.

1 Uvod

V torek, 15. maja, je bila na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI), Univerza Maribor (UM), tradicionalna celodnevna prireditev Mariborski robotski izziv, ki združuje državna tekmovanja v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente. Državno tekmovanje **ROBObum**, ki združuje **ROBOsled** in **RoboCupJunior**, se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake **RoboT**.

Namen organizacije državnih tekmovanj je popularizacija robotike, mehatronike, avtomatike in na splošno tehnike ter spodbujanje inovativnosti in tekmovalnosti med mladimi vseh starosti. V kategoriji **RoboT** (vožnja po velikem labirintu) je sodelovalo 21 ekip iz srednjih tehniških šol, med njimi tudi študentska ekipa. V disciplini **ROBOsled** (sledenje črti) je sodelovalo 49 ekip. Največ tekmovalcev je nastopilo v disciplinah **RoboCupJunior Reševanje Črta** (29 ekip iz OŠ in 21 ekip iz SŠ), med njimi tudi ekipe iz Hrvaške. V disciplini **RoboCupJunior Nastop** je sodelovalo 6 ekip, od tega 2 iz SŠ. Med najbolj atraktivnimi je bila disciplina **RoboCupJunior Nogomet**, kjer sta tokrat sodelovali 2 ekipi. Letos je bilo izvedeno tudi tekmovanje **RoboCupJunior Reševanje CoSpace**, v katerem je sodelovalo 6 ekip. Skupno se je tekmovanju udeležilo okrog 200

ekip, sestavljenih iz 350 otrok in 69 mentorjev ter spremljevalcev. Na regijskih predtekmovanjih je sodelovalo nekajkrat več otrok, saj so si mnogi morali priboriti nastop za finalna državna tekmovanja. Za uspešno udeležbo na državnem tekmovanju **ROBOsled** in **RoboCupJunior** smo podelili zlata in srebrna priznanja, nagrade sponzorjev pa so prejele prve tri ekipe v posamezni disciplini. Najboljše ekipe z letošnjega državnega tekmovanja se bodo lahko udeležile svetovnega robotskega tekmovanja **RoboCupJunior 2019**, ki bo konec junija 2019 v Sydneyju v Avstraliji.

V devetnajstih letih je na robotskih tekmovanjih po Sloveniji sodelovalo več tisoč osnovnošolcev, okrog 2000 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ prihajajo večinoma iz srednjih strokovnih šol s programi Mehatronika, Elektrotehnika, Računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij.

Odprtje robotskih tekmovanj je bilo skupno in je potekalo v avli stavbe G2, kjer so v nadaljevanju potekala tekmovanja **RoboCupJunior Reševanje Črta** in **RoboT 2018**. Ob odprtju je v imenu vodstva UM-FERI zbrane tekmovalce in njihove mentorje pozdravil dekan FERI prof. dr. Borut Žalik.

2 Tekmovanje v vožnji po labirintu **RoboT 2018**

Na državnem tekmovanju z mobilnimi roboti **RoboT 2018** se je v vožnji (slika 1) lastno konstruiranih avtonomnih mobilnih robotov po labirintu (veliko-

Mag. **Janez Pogorelc**, univ. dipl. inž., izr. prof. dr.
Aleš Hace, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru,
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko



Slika 1: Tekmovalne arene »veliki labirint« za RoboT 2018 in RCJ Reševanje Črta in v ozadju

sti 2,5 x 2 m z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) pomerilo 20 dijaških ekip iz treh srednjih tehniških elektrošol, strojnih in računalniških šol in študentska ekipa iz UM-FERI.

To je tudi robotsko tekmovanje z najdaljšo tradicijo v Sloveniji, na katerem se je v devetnajstih letih tovrstnih tekmovanj udeležilo že okrog 100 študentov ter nad 400 dijakov z mentorji iz celotne Slovenije ter sosednjih Hrvaške in Avstrije.

Za lovorike tekmovanja RoboT 2018 je štela boljša izmed dveh voženj. Najuspešnejšim trem tekmovalcem so bile podeljene svečane diplome, denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši je bil študent Mehatronike na UM-FERI Matej Borovec s časom 29,53 s, sledila sta mu dijaka ŠC Nova Gorica – ERŠ Jan Žagar s časom 30,59 s in Tim Mozetič s časom 31,20 s.

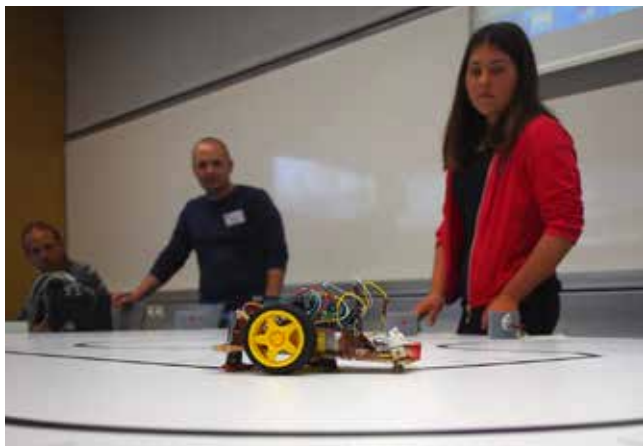
Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že enajstič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2018** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem so bila izvedena že tekmovanja: **RoboERŠ**, 12. aprila v ŠC Velenje, in **RoboMiš**, 24. aprila v ŠC Nova Gorica. Za lovoriko **RoboLiga 2018** sta štela oba teka **RoboT 2018**, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prištelili točke prvih dveh tekem.

Zmagovalec v seštevku vseh treh tekem (skupno 6 voženj) je bil Jan Žagar iz ŠC Nova Gorica, ki je dosegel 245 točk, sledila sta mu dijak ŠC Ptuj Anej Mori in dijak ŠC Nova Gorica Tim Mozetič.

3 ROBOsled 2018 – robotsko tekmovanje za osnovnošolce

ROBOsled je robotsko tekmovanje za osnovnošolce (slika 2), v katerem morajo ekipe učencev zgraditi mobilnega robota in z njim tekmovati v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Učenci se pri tem seznanijo z različnimi elektronskimi in mehanskimi oziroma mehatronskimi komponentami. V procesu gradnje robota se naučijo tudi spajkanja elektronskih komponent, mehanskega sestavljanja in vrtanja. ROBOsled je tako v prvi vrsti izobraževanje na interdisciplinarnem področju mehatronike in tako zajema tudi elektrotehniko, elektroniko, mehaniko, ... Cilja tekmovanja sta spodbujanje in širjenje znanj o delovanju robotov ter spodbujanje raziskav robotov med osnovnošolci in med osnovnošolskimi učitelji. Tekmovanje se v osnovni šoli navezuje na predmet Fizika in izbirne predmete s področja tehnike.

Tudi letos smo državno tekmovanje ROBOsled organizirali v dveh disciplinah: **DIRKAČ** in **POZNAVA-**



Slika 2 : Na tekmovanju ROBOSled sodelujejo tudi dekleta

LEC. V disciplini DIRKAČ zmaga robot, ki tekmovalno progo, označeno s črno črto na beli podlagi, prevozi v najkrajšem času. V disciplini POZNAVA-LEC se učenci OŠ pomerijo v poznavanju zgradbe in delovanja mobilnega robota, ki so ga zgradili.

V letu 2018 je izvedbo regijskih predtekmovanj ROBOSled, na katerih se tekmovalne ekipe kvalificirajo za tekmovanje na državnem finalu, podprlo 11 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Seznam vseh sodelujočih tehniških srednjih šol je objavljen na spletni strani <https://robobum.um.si>. Vsem tehničkim srednjim šolam se za izvedbo robotskih predtekmovanj najlepše zahvaljujemo. Vodjem tekmovanj smo zato podelili posebna priznanja.

Na zaključnem državnem tekmovanju ROBOSled 2018 je letos sodelovalo 49 tekmovalnih ekip s 65 tekmovalci iz 28 osnovnih šol iz vse Slovenije. Najbolj dovršeni samogradni mobilni roboti so že opremljeni s sodobnimi programirljivimi mikrokrmilniki. Poleg samogradnih robotov se je tekmovanju tudi letos pridružilo kar nekaj navdušenih LEGObum ekip, ki sestavijo mobilnega robota iz LEGO sestavljanke.

Na tekmovanju ROBOSled 2018 v disciplini DIRKAČ je bila najuspešnejša OŠ Lenart s kar dvema ekipama na prvih dveh zmagovalnih mestih, pri čemer je zmagovalna ekipa postavila rekord proge s časom 8,00 s. Pri tem je potrebno poudariti, da je bila letos tekmovalna proga podaljšana tako, da je merila več kot 10 metrov. V disciplini POZNAVALEC je bila najboljša ekipa Nimam pojma iz OŠ Ludvika Pliberška Maribor.

V letu 2018 smo podelili 2 zlati in 4 srebrna priznanja za skupno razvrstitev ROBOSled, pri čemer so se upoštevali vsi doseženi rezultati v posameznih disciplinah tekmovanja. V disciplini DIRKAČ so se tekmovalne ekipe razdelile glede na zgradbo tekmovalnega robota v tri poddiscipline: **A-Sledibot** (robot z analognim elektronskim krmiljem), **B-Mi-**

kRobot (robot s procesorskim krmiljem) in **C-LEGObot** (robot iz LEGO sestavljanke). Pri skupni razvrstitvi se je upošteval dosežek v posamezni poddisciplini. Prvo mesto v skupni razvrstitvi ROBOSled 2018 je osvojila ekipa Lenart, OŠ Lenart, ki je dosegla 25 točk.

Najuspešnejšim ekipam je seveda potrebno posebej čestitati. Čeprav smo na tekmovanju podelili priznanja in nagrade sponzorjev zgolj tistim tekmovalnim ekipam, ki so se uvrstile na prva mesta v posamezni disciplini in tudi skupno najboljši ekipi na tekmovanju, gre pohvala tudi vsem drugim tekmovalcem, saj je moto tekmovanja ROBOSled: »Pomembno je sodelovati, ne zmagati!« Še posebej pa je potrebno izpostaviti tudi mentorje mladih tekmovalcev, ki pomagajo svojim učencem pri pripravi na tekmovanje z mobilnimi roboti, ki nas vsako leto bolj presenečajo s tehnološko dovršenostjo, saj s tem med našimi najmlajšimi popularizirajo robotiko, mehatroniko in tehniko nasploh, kar je dejansko tudi cilj naših robotskih tekmovanj.

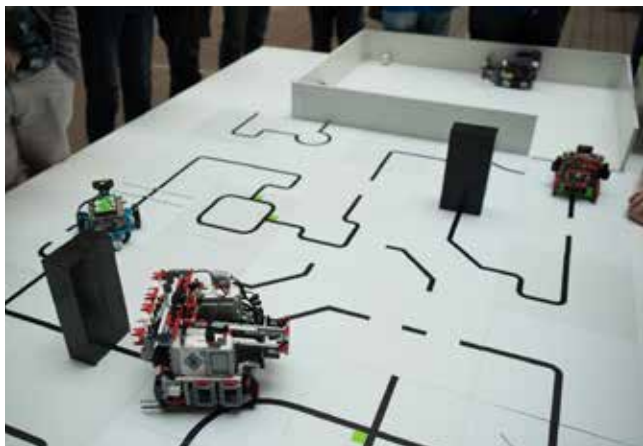
4 Državno tekmovanje RoboCupJunior Slovenija 2018

Tekmovanje RoboCupJunior Slovenija je sestavni del svetovnega robotskega tekmovanja za osnovnošolce in srednješolce, ki je v letu 2017 potekalo v Nagoji na Japonskem (<http://www.robocup2017.org>), letošnje pa bo v drugi polovici junija v Montrealu v Kanadi (<http://www.robocup2018.org/>). Zadnja leta na svetovnem tekmovanju uspešno sodelujejo tudi slovenske dijaške ekipe. Od letošnjega leta dalje lahko slovenske ekipe kandidirajo tudi za nastop na evropskem RoboCupJunior tekmovanju, ki se letos prvič organizira v Italiji (<http://www.robocupjunior.eu/>).

Državno tekmovanje RoboCupJunior Slovenija 2018 je bilo izvedeno dvonivojsko, zato so na državnem tekmovanju 15. maja sodelovale le najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Vsi roboti na tekmovanju RoboCupJunior, ne glede na disciplino tekmovanja, morajo voziti avtonomno. Zato so pomembni gradbeni elementi vsakega robota, pa naj bo samograden ali zgrajen iz sestavljanke, motorji, senzorji (za zaznavanje črte, stene, žoge) in mikrokrmilnik s programom.

Tekmovanje RoboCupJunior (RCJ) obsega precej raznolike discipline: **Reševanje, Nastop in Nogomet.**

Tekmovanje RCJ Reševanje ima kar tri različice: **Reševanje Črta, Reševanje Labirint in Reševanje Co-Space.** Skupno vsem trem je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče naravne nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje ponesrečencev: na območju nesreče mora robot poiskati žrtev in jo nato prenesti v varno ob-



Slika 3 : Tekmovalne arene za tekmovanje Reševanje Črta (ločeno za OŠ in SŠ)

močje. Pri Reševanju Črta je pot, po kateri mora peljati robot po areni (*slika 3*), označena s črno črto na beli podlagi. Med vožnjo po areni mora robot uspešno prevoziti križišča, premagati občasne prekinitve črte, ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti, ter rešiti žrtve (letos srebrne kroglice) na evakuacijsko točko (črn trikotnik). Nevarnosti, ki jih med vožnjo premaga robot, se točkujejo. Zmaga ekipa, katere robot zbere med vožnjo, ki je časovno omejena, največje število točk. Osnovnošolci in srednješolci v Sloveniji v skladu z državnimi pravili še tekmujejo ločeno, trend na svetovnem nivoju pa gre v smeri brisanja tovrstnih razmejitev.

Vsa leta je daleč najmnogičnejše odprto državno tekmovanje **RCJ Reševanje Črta**. V kategoriji za učence OŠ se je pomerilo 28 slovenskih osnovnošolskih ekip s krepko več kot 90 tekmovalci, ki so se na državno tekmovanje uvrstile kot najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Tudi slovenske srednješolske ekipe (18 ekip s približno 80 tekmovalci) so se na državno tekmovanje **RCJ Reševanje Črta** za SŠ uvrstile na osnovi uvrstitve na regijskih predtekmovanjih. Osnovnošolcem se je na tekmovanju **RCJ Reševanje Črta** pridružila tudi hrvaška ekipa. Prav tako so se tudi srednješolcem pridružile tri hrvaške ekipe.

Na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za OŠ je bile najuspešnejša ekipa Destroyers iz OŠ Antona Šibelja - Stjenka, Komen, ki sta ji sledili ekipa RoboSončki iz OŠ Koper ter ekipa Pužac iz 2. OŠ Slovenska Bistrica. Za odlične dosežke smo podelili 2 zlati in 4 srebrna priznanja. Na odprtem državnem tekmovanju je dosegla prvo mesto hrvaška ekipa Školska knjiga HR, ki je zastopala Hrvatsko društvo za robotiku.

Med srednješolskimi ekipami na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za SŠ so se najboljše odrezale ekipe iz ŠC Celje SŠ SMM Mehatroniki 2, ekipa CHEEKI BREEKI iz ŠC Postojna ter ekipa Lava Script iz ŠC Celje, Gimnazija Lava, ki so



Slika 4 : Virtualna tekmovalna arena v disciplini RCJ Reševanje CoSpace

osvojile prvo, drugo in tretje mesto. Za odlične dosežke smo podelili 2 zlati in 4 srebrna priznanja. Na odprtem državnem tekmovanju je dosegla 3. mesto hrvaška ekipa Lovrak, ki je nastopala v okviru Hrvatskega društva za robotiku iz Zagreba.

Na tekmovanju RCJ Reševanje Labirint je sodelovala le ekipa s srednje šole SERŠ Maribor. Tako je prvo mesto brez konkurence zasedla ekipa SERŠ TEAM. Tekmovanje je potekalo kar v prostorih SERŠ na njihovi tekmovalni areni.

Letos smo tretjič izvedli tudi tekmovanje v disciplini RoboCupJunior Reševanje CoSpace, na katerem je sodelovalo skupaj šest ekip (od tega tri iz Hrvaške). V tej disciplini skušajo tekmovalci najprej s pomočjo računalniške simulacije najti najustreznejšo strategijo reševanja in jo potem tudi izvesti v virtualni tekmovalni areni (*slika 4*). Odlično so se odrezali tekmovalci iz mariborske srednje šole SERŠ, ki so sicer na slovenskem državnem tekmovanju z ekipami SERŠ Ziggi, SERŠ TEAM in SERŠ BOT osvojili prvo, drugo in tretje mesto, v odprti konkurenci pa so morali priznati premoč hrvaški ekipi Gebrüder Weiss iz OŠ Mate Lovraka, Zagreb, ki je osvojila prvo mesto.

Za tekmovanje v disciplini **RoboCupJunior Nastop** (prejšnja leta se je imenovalo **Ples**) mora ekipa sama zgraditi robota, sebi in robotu izdelati kostume in sceno za nastop, izbrati glasbo in pripraviti koreografijo ter izvesti nastop z robotom (*slika 5*). Na državnem tekmovanju je letos sodelovalo 6 ekip, od tega 4 osnovnošolske in 2 srednješolske. Prvo mesto v osnovnošolskem slovenskem državnem tekmovanju je zasedla ekipa Doberdob-Kranj z OŠ Franceta Prešerna Kranj in drugo mesto ekipa Hitri in drzni z OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik. Zmagovite slovenske ekipe so v odprti konkurenci morale priznati premoč hrvaški ekipi Cro Detective Squard, ki je zastopala Hrvatsko društvo za robotiku, Zagreb. Med srednjimi šolami je v robotskem plesu prepričljivo zmagala ekipa CroBlueAdriatic s SŠ Bol.



Slika 5 : Ekipa OŠ se predstavi s plesno glasbeno točko na sceni s plešočimi roboti

Na tekmovanju RoboCupJunior Nogomet tekmujejo ekipe v gradnji avtonomnih robotov, ki igrajo nogomet. Robotsko nogometno ekipo po trenutno veljavnih pravilih sestavljata dva robota. Eden od robotov je vratar, drugi pa napadalec. Na nogometni tekmi zmaga robotska ekipa, ki da nasprotni ekipi več golov, kot jih je prejela. Ekipe igrajo medsebojne tekme na izpadanje.

Glede na zmogljivost in velikost robotov se ta tekmovalna disciplina deli še v kategoriji: Lahka in Open. V obeh kategorijah je nastopila le po ena ekipa.

Na državnem tekmovanju RoboCupJunior Nogomet je v kategoriji Lahka zmagala ekipa DNTŽD s ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola. V kategoriji Open je dosegla prvo mesto brez konkurence ekipa Hrvatski Telekom, ki je zastopala Hrvatsko društvo za robotiku, Zagreb.

5 Zaključek

Robotska tekmovanja omogočajo primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovanjih, primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju na mednarodnih tekmovanjih in razglasitev zmagovalcev oziroma najboljših treh tekmovalcev/ekip ter podelitev priznanj za uspeh.

Vendar zgoraj naštetih cilji niso edini cilji, ki jih zasledujejo robotska tekmovanja. Na področju robotskih

tekmovanj je olimpijsko vodilo tekmovanj razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: »**Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne zmagati.**« To pomeni, da je cilj robotskih tekmovanj spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovanje – naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj, pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim spodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko učenje. Sama narava robotskega tekmovanja postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovanja, kajti ta določa rok zaključka projekta. Mnoga svetovna robotska tekmovanja spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo s tem, da lahko na tekmovanjih sodelujejo izključno ekipe tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovanj so v skladu s pričakovani družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovanja odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovanja na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

Robotska tekmovanja pogosto dopolnjujejo delavnice za tekmovalce in njihove mentorje, ki omogočajo hitro prenašanje novih znanj na vse sodelujoče na robotskem tekmovanju.

Razen doslej naštetega pa robotska tekmovanja s srečanjem ekip in izmenjavo pridobljenih izkušenj med njimi omogočajo tudi sledenje odprtim

raziskovalnim problemom področja tekmovanja in spremljanje trenutnega stanja razvoja področja tekmovanja.

Nenazadnje, robotska tekmovanja prav gotovo spodbujajo mnoge učence osnovnih šol, da se odločajo za nadaljevanje šolanja v eni od tehniških strok. Podobno velja za maturante splošnih gimnazij, da se večja delež tistih, ki nadaljujejo študij na eni od tehniških fakultet na programih mehatronika, elektrotehnika in strojništvo.

Za uspešno izvedbo robotskih tekmovanj gre posebna zahvala za vsestransko podporo pri organizaciji tekmovanj bivšemu predstojniku Inštituta za robotiko prof. dr. Miru Milanoviču in vodstvu UM-FERI, ki omogoča uporabo avle v stavbi G2 skupaj s sosednjimi učilnicami ter uporabo ozvočenja in videoprojekcije. Zahvala velja avtorjem fotografij študentoma Domnu Ulblu in Patriku

Reku ter mag. Marijanu Španerju kakor tudi vsem sodelavcem Inštituta za robotiko, Inštituta za avtomatiko in mnogim študentom FERI. Prav tako velja zahvala vsem sodelavcem in mentorjem v srednješolskih tehniških centrih, še posebno ekipi SERŠ Maribor, ki so sodelovali pri izvedbi tekmovanj, kakor tudi vsem sponzorjem in donatorjem tekmovanja.

Letos so najuspešnejše ekipe v svojih disciplinah prejele poleg pisnih priznanj tudi praktične in denarne nagrade, ki so jo prispevali donatorji in sponzorji robotskega tekmovanja. Tako kot vsa leta tudi tokrat nismo zahtevali kotizacij.

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnje tekme kot tudi za prejšnje so za tekmovanje *RoboT* na voljo na <https://iro.feri.um.si/robot/>, za ostala tekmovanja *ROBOsled* in *RoboCup-Junior* pa na <https://robobum.um.si>.

Za uspešno delo s strojem, njegovo vzdrževanje in varno uporabo, kot tudi za razumevanje posebnosti v delovanju ter za prepoznavanje napak in nevarnosti..., so potrebna specialna znanja. Ta z leti zbledijo, ali pa jih je šele potrebno pridobiti. Nenehno izobraževanje je danes nuja!

Komu so tečaji namenjeni?

Tečaji so namenjeni strokovnemu in vodstvenemu kadru, servisierjem in monterjem naprav z vgrajeno hidravlično in pnevmatično opremo ter krmiljem... oz. vsem, ki se pri svojem delu srečujejo s tovrstnimi napravami in tovrstno tehniko.

Tečaji so zasnovani tako, da v okviru osnovnega tečaja spoznamo osnove, ki jih nato v okviru nadaljevalnega tečaja nadgradimo ali razširimo z drugimi tematskimi tečaji.

Način podajanja znanja in oprema

Vsak tečaj sestoji iz teoretičnega in praktičnega dela, pri čemer pomen teoretičnih osnov podkrepimo s kratkimi izračuni in v nadaljevanju še z obsežnim praktičnim delom. Slednje izvajamo na realni industrijski opremi in ob realnih obratovalnih pogojih. Izvedba tečaja je prijazna udeležencu in naravnana na čim bolj učinkovito pridobivanje znanja.



IZOBRAŽUJEMO ZA INDUSTRIJO

Hidravlika

Pnevmatika

Uvod v tribologijo in maziva

Nega maziv

Uvod v avtomatizacijo

FS

Fakulteta za strojništvo

Znanje z leti zbledi, ga enostavno ni
ali pa se pojavijo potrebe po novih znanjih.

Obnovite ali pridobite ga!

Več informacij o tečajih najdete na:

e-mail: laoh@um.si

<http://laoh.fs.um.si/>

Tel.: (02) 220 7611