

Enovit pristop za usposabljanje strokovnjakov iz elektromehanske industrije

Andreja ROJKO, Helena MIŠ ŠMALC, David ROZMAN, Janez ŠKRLEC

Izveček: Elektromehanska industrija se neprestano sooča z obsežnimi spremembami, ki jih prinaša razvoj številnih novih tehnologij. Redno usposabljanje zaposlenih in s tem uvajanje novega znanja ter vzpodbujanje inovativnosti olajšajo prilagajanje tem spremembam. V prispevku je predstavljen enovit pristop k usposabljanju v elektromehanski industriji, ki temelji na uporabi sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) in izobraževanju na daljavo. Gre za rezultat skupnega razvoja podjetij in znanstveno-izobraževalnih ustanov iz sedmih evropskih držav, končna rešitev pa izpolnjuje specifične potrebe strokovnjakov iz industrije. Osnovni elementi pristopa so: (1) sodoben učni portal eCampus; (2) interaktivna e-gradiva z dostopom do oddaljenih delovnih postaj in eksperimentov; (3) andragoški pedagoški pristop in (4) učni tečajji in tematski učni programi s področja mehatronike in alternativnih tehnologij. Evalvacija pristopa je potekala mednarodno. V njenem okviru se je 200 inženirjev in tehnikov udeležilo štirimesečnega večjezičnega e-izobraževanja z osmimi tematskimi programi, sestavljenimi iz enaindvajsetih učnih tečajev. Od tega je osem tečajev na voljo tudi v slovenskem jeziku in so v prispevku podrobneje predstavljeni. Tečajniki so izobraževanje ocenili kot odlično in navedli, da bi se ga želeli udeležiti tudi v prihodnosti. Razvit pristop oziroma njegove elemente je mogoče uporabiti za posodobitev inter-nega izobraževanja v podjetjih in tudi za neformalno, individualno izobraževanje.

Ključne besede: industrijsko izobraževanje, vseživljenjsko izobraževanje, mehatronika, alternativne tehnologije, učni portal, oddaljeni eksperimenti, izobraževanje na daljavo, e-gradiva

1 Uvod

Razvoj elektromehanske industrije je v zadnjih desetletjih prinesel marsikaj novega, od zlitja mehanike, elektronike in informatike v mehatroniko do vpeljave povsem novih tehnologij, predvsem zelenih tehnologij. Zlasti pri slednjih pa se je izkazalo, da je pomanjkanje delovne

sile z ustreznimi kvalifikacijami ena od glavnih ovir za nadaljnji razvoj. Redno izobraževanje s posodobitvijo starih ali vpeljavo novih študijskih smeri sicer lahko zadosti dolgoročnim potrebam, medtem ko je kratkoročne potrebe možno izpolniti le z dodatnim izobraževanjem že zaposlenih v industriji [1]. Zato se neposredno v podjetjih in tudi v okviru programov vseživljenjskega izobraževanja Evropske unije v zadnjih letih namenja veliko pozornosti izboljšanju dostopnosti in učinkovitosti vseživljenjskega izobraževanja na tehničnih področjih [2]. Prav v okviru tega programa je leta 2009 v Sloveniji potekalo industrijsko izobraževanje iz osnov mehatronike MeRLab (Innovative Remote Laboratory in the E-training of Mechatronics), ki so ga pripravili in vodili na Univerzi v Mariboru. Udeležilo se

ga je okoli 80 zaposlenih v slovenski elektromehanski industriji [3]. Izobraževanje je bilo mentorsko vodeno, potekalo pa je v celoti na daljavo preko spletnega učnega portala. Kot inovativni element je bil vpeljan oddaljeni laboratorij, ki je omogočil delo z napravami preko interneta in tako pridobitev tudi praktičnih izkušenj, kar prej pri učenju na daljavo ni bilo možno [4]. Zaradi zelo pozitivnih odzivov je Univerza v Mariboru skupaj s sekcijo mehatronikov in elektronikov Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije dala pobudo za ustanovitev E-PRAGMATIC mreže (E-Learning and Practical Training of Mechatronics and Alternative Technologies in Industrial Community), ki združuje znanstveno-izobraževalne ustanove in podjetja iz kar sedmih držav [5], [6]. Cilj mreže je razvoj sodobnega pristopa k izobra-

Dr. Andreja Rojko, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; Helena Miš Šmalc, univ. dipl. ekon., David Rozman, inž., oba B2, d. o. o., Ljubljana; Janez Škrlec, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Sekcija elektronikov in mehatronikov, Ljubljana

ževanju, ki se lahko uporabi tudi za posodobitev internega izobraževanja v podjetjih.

Najprej je bila izvedena analiza potreb, ki je zajela okoli 350 zaposlenih in vodstvenega osebja v podjetjih v industriji in je dala dober vpogled v trenutno stanje in potrebe na tem področju v vseh sedmih sodelujočih državah [7], [8]. Rezultati analize so v celoti dostopni tudi na [5].

Izkazalo se je, da se praktično vsi sodelujoči strokovnjaki iz elektromehanske industrije (72 %) vključujejo v različne oblike vseživljenjskega izobraževanja. Pri tem uporabljajo več virov; od tega največ internet (83 %), prebirajo strokovne revije (61 %), pogosto se udeležujejo tudi strokovnih seminarjev in srečanj (47 %) ali se izobražujejo v okviru internega izobraževanja v svojem podjetju (23 %). Pri tem jim je pogosto cilj pridobitev novega znanja samega po sebi (29 %), pa tudi večja učinkovitost pri uporabi novih orodij in metod (21 %), napredovanje (13 %) in/ali izboljšanje osebnega dohodka (16 %). Čeprav se večina še ni udeležila izobraževanja na daljavo, v glavnem menijo, da je takšno izobraževanje lahko učinkovito tudi na tehničnem področju (76 %). Večino najbolj zanima znanje iz alternativnih virov energije (sončna in vetrna energija, energija valov, termalna energije) in zelenih tehnologij (hibridni in električni pogoni), industrijske robotike in pogonov, vodenja mehatronskih sistemov ter meritev in regulacij z osebnim računalnikom [7]. Nekaj posameznikov je izrazilo tudi potrebo po izobraževanju iz temeljnih znanj, kot sta fizika in matematika.

Na podlagi rezultatov analize potreb in izkušenj pri poučevanju na daljavo, ki so jih sodelujoči v mreži že imeli, je bil razvit enovit pristop k poučevanju na daljavo v industriji. Drugi razdelek tega prispevka opisuje posamezne elemente tega pristopa, tretji razdelek pa učne vire (tečaje z eksperimenti in oddaljenimi delovnimi postajami), ki so na voljo v slovenskem jeziku. V četrtem razdelku so prikazani rezultati mednarodne evalvacije oziroma odzivi uporabni-

kov. Peti razdelek podaja kratko razpravo o nadaljnjih smernicah razvoja izobraževanja v industriji.

Pri razvoju so sodelovali: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru; B2, d. o. o., Slovenija; Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije; ECPE European Center for Power Electronics e. V., Nemčija; University of Deusto, Španija; Poznan University of Technology, Poljska; Carinthia University of Applied Sciences, Avstrija; Delft University of Technology, Nizozemska; University of Applied Sciences Bern, Švica; Elson Electrónica S. A., Španija; Simulation Research, Nizozemska; Gospodarska zbornica Wielkopolska, Poljska; Flowserve GmbH Control Valves, Avstrija; Alfen, Nizozemska, Siemens Schweiz AG Industry Automation and Drive Technologies, Švica; National Instruments.

■ 2 Enovit pristop k industrijskemu izobraževanju na daljavo

Enovit pristop temelji na naslednjih elementih:

- (1) spletni učni portal eCampus kot glavno orodje;
- (2) interaktivna e-gradiva z multimedijskimi elementi oziroma model predstavitve učnih vsebin in učnih virov;
- (3) andragoški pedagoški pristop kot učna metoda;
- (4) učni tečaji in tematski učni programi iz mehatronike in alternativnih tehnologij z oddaljenimi delovnimi postajami in eksperimenti.

Elementi se medsebojno pogojujejo. Tako sta na primer model predstavitve učnih vsebin in učna metoda vezana na možnosti, ki jih ponuja učni portal. Učna metoda je nadalje pogojena še z razpoložljivimi učnimi



Slika 1. Elementi enovitega pristopa za industrijsko usposabljanje

viri, predvsem z delovnimi postajami in eksperimenti, ki omogočajo pridobitev praktičnega znanja.

2.1 Učni portal

Učni portal (ali LMS – learning management system, tudi VLE – virtual learning environment) je računalniški sistem, ki udeležencem izobraževanja omogoča učenje na daljavo, upraviteljem portala pa spremljanje učnih aktivnosti udeležencev in upravljanje z e-gradivi. Za prijazno uporabniško izkušnjo in učinkovito izrabo spletnih tehnologij omogočajo sodobni učni portali ne le vsečnejše podobe, temveč tudi številne uporabne funkcionalnosti, kot so:

- zmožnost prikaza najrazličnejših multimedijskih in interaktivnih elementov,
- povezovanje z ostalimi sistemi (npr. sistemi za izvajanje eksperimentov v oddaljenih laboratorijih, sistemi za kadrovske evidenco, kompetenčni sistemi ipd.),
- podpora delovanju na različnih platformah (npr. na tabličnih računalnikih) s t. i. pristopom *responsive web design*,
- vpisovanje zasebnih opomb v e-gradivo,
- beleženje priljubljenih učnih strani,
- sproti prikaz statistike učnih aktivnosti,
- interaktivno testiranje z možnostjo pregleda napačno odgovorjenih vprašanj,

- možnost hitre komunikacije z mentorjem,
- različne oblike komuniciranja z ostalimi udeleženci ipd.

Poleg naštetega kakovostni učni portali omogočajo upraviteljem funkcionalnosti, s katerimi lahko učinkovito vodijo in izvajajo izobraževanje na daljavo. Tako lahko ustvarijo skupine udeležencev, jim omogočijo dostop do izbranih e-gradiv za določeno časovno obdobje in jim dodelijo ustreznega mentorja. Mentorji lahko natančno spremljajo napredek učenja udeležencev in uspešnost testiranja.

V okviru projekta E-PRAGMATIC je kot učni portal uporabljen sistem eCampus, ki je plod domačega razvoja in se že dalj časa uporablja za oddaljeno izobraževanje odraslih [9]. eCampus ponuja vse zgoraj našete funkcionalnosti in še nekatere dodatne (kot so večjezičnost, vgrajen urejevalnik za izdelavo e-gradiv, upraviteljsko nadzorno ploščo, napreden sistem upravljanja s pravicami skupin uporabnikov nad

e-gradivi ipd.), posebej pa se odlikuje v vizualno in aplikativno napredni predstavitvi učnih materialov, ki lahko vključujejo multimedijske in interaktivne elemente ter tako naredijo učenje še posebej zanimivo in učinkovito.

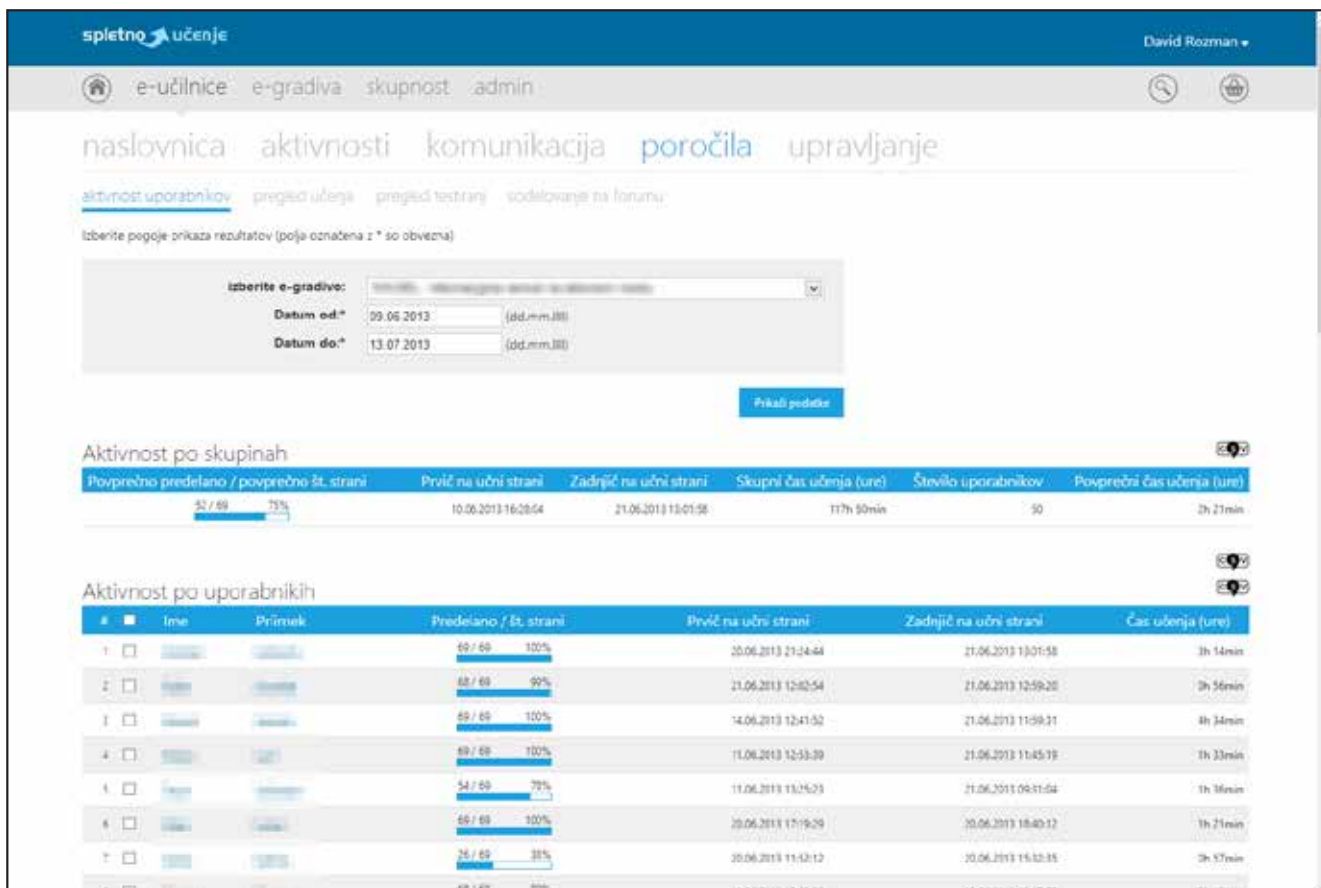
Sistem eCampus je razvilo slovensko podjetje B2, d. o. o., za interno usposabljanje zaposlenih pa ga uporabljajo številna industrijska podjetja (npr. Hidria, d. d., GKN Driveline Slovenija, d. o. o., Talum, d. d., Unior, d. d.) in ostale organizacije (Zavarovalnica Triglav, d. d., Krka, d. d., Adriatic Slovenica, d. d., Adria Airways, d. d., Združenje bank Slovenije, Zavod RS za zaposlovanje, Carinska uprava RS, Davčna uprava RS, Vzajemna, d. d.).

Za dodatno učno izkušnjo so lahko e-gradiva opremljena tudi z eksperimenti v oddaljenih laboratorijih. Oddaljeni laboratoriji zajemajo oddaljene delovne postaje, ki omogočajo neposreden dostop do industrijske opreme in s tem učenje dela s to opremo (SIEMENS, National

Instruments), kot bo opisano v nadaljevanju.

2.2 Interaktivna e-gradiva z multimedijskimi elementi

E-gradiva so zasnovana tako, da omogočajo učenje neposredno z zaslona, saj je le tako možno v celoti izkoristiti prednosti interaktivnosti, ki jih omogoča današnja IKT. Gradiva so prikazana v obliki učnih atomov. *Slika 3* prikazuje učni atom, ki predstavlja eno učno stran na različnem hierarhičnem nivoju. Učni atom je ustrezno umeščen v učno pot, ki je razvidna ob strani atoma. Struktura večine učnih atomov sledi smernicam za načrtovanje učnih vsebin s ciljem čim bolj učinkovitega učenja [12]. Te smernice priporočajo, da ima vsak učni atom zraven teksta tudi grafični element (slika, shema, fotografija, video) in vsaj en interaktivni element, ki zahteva od učečega aktivnost in s tem razbije monotonost pasivnega učenja z zaslona. Najpogosteje uporabljen interaktivni element je motivacijsko vprašanje na dnu učnega atoma, s



Slika 2. Prikaz mentorjevega pogleda pri spremljanju učnih aktivnosti udeležencev e-učilnice v učnem portalu eCampus

E-PRAGMATIC

slovensko

Pregledna stran > Uvod v industrijsko robotiko > Komponente, konfiguracija in uporaba industrijskih...

'Cleanroom' aplikacije [E] [S]


'Cleanroom' robotske aplikacije so ene izmed tistih, katerih število se naglo večja. V 'cleanroom' okoljih potekajo industrijski procesi, kjer bi prisotnost delcev kontaminirala izdelke in bi ti posledično bili nižje kakovosti ali celo neuporabni. 'Cleanroom' okolja so razvrščena po kategorijah na podlagi števila in velikosti delcev dovoljenih na prostornino.

'Cleanroom' roboti morajo biti tako razviti, da ne povzročajo kar sami kontaminacije. Tipične aplikacije vključujejo proizvodnjo polprevodniških plošč, živilsko industrijo, aplikacije v medicini, farmaciji, sestavljanja občutljivih elektronskih izdelkov in kemično industrijo.

'Cleanroom' roboti imajo običajno enako konstrukcijo kot navadni roboti. Vendar pa imajo zaprta ohišja, ki preprečujejo delcem iz robota kontaminacijo okolja. Lahko se uporabijo tudi dodatni vakuumski sistemi za odstranjevanje delcev, ki bi lahko nastali med delovanjem v notranjosti robota.

Večina proizvajalcev robotov ponuja za svoje robote tudi 'cleanroom' različici: KUKA cleanroom robot, Stäubli cleanroom robot.

YouTube: KUKA cleanroom robot manipulira s steklom za LCD



Napredek

3%

Uporabnik:
B2 Administrator

[← Odjava](#)

Sprememba osebnih nastavitev

Sprememba gesla

Meni

- [Pregledna stran](#)
- [Komunikacija](#)
- [Osebna statistika](#)
- [Upravljanje z udeleženci](#)
- [Upravljanje z vsebinami](#)
- [Analize, naročila in nastavitve](#)
- [Oglaševanje](#)

Kazalo

- Industrijske aplikacije
 - Ravnanje z materiali
 - Obločno in točkovno varje
 - Brušenje in poliranje
 - Barvanje z brizganjem
 - 'Cleanroom' aplikacije
 - Notranje in zunanje koordin...
 - Metode programiranja indus...
 - Izbira industrijskega robota in...
 - Programiranje robota
 - Primer robotskega programske...
 - Zaključni kviz
 - Viri
 - Anketa

Kako se 'cleanroom' roboti razlikujejo od ostalih industrijskih robotov? [E]

- 'Cleanroom' roboti imajo popolnoma drugačno konfiguracijo od preostalih industrijskih robotov.
- 'Cleanroom' roboti imajo zaprte ohišja, ki preprečujejo prehajanje delcev v okolico in včasih tudi notranji vakuumski sistem.
- 'Cleanroom' roboti so razviti z višjo nosilnostjo in imajo več prostostnih stopenj (PS) kot preostali industrijski roboti.
- 'Cleanroom' roboti se ne razlikujejo od preostalih industrijskih robotov.

Slika 3. Učni atom iz učnega tečaja Uvod v industrijsko robotiko

katerim učeči preveri razumevanje vsebine. Nekoliko kompleksnejši interaktivni element pa je interaktivna animacija oziroma virtualni eksperiment. Virtualni eksperimenti grafično prikazujejo simuliran proces oziroma delovanje naprave in pri tem omogočajo uporabniku, da interaktivno spreminja parametre. Premišljeno zasnovani virtualni eksperimenti so dobra alternativa eksperimentu na daljavo, kadar takšnega eksperimenta ni možno izvesti zaradi varnosti ali kadar želimo prikazati »nevidne« oziroma skrite procese (elektromagnetne pojave, delovanje zakritih delov naprave).

2.3 Andragoški pedagoški pristop

Osnovna učna metoda je zasnovana na klasični andragoški teoriji, ki jo je v osemdesetih letih razvil Malcolm Knowles [10]. Še dandanes se praktično vsi pristopi k učenju odraslih opirajo na takrat postavljene smernice, ki so se izkazale kot zelo učinkovite. Učenja na daljavo v času razvoja teh smernic še ni bilo. Kasneje se je izkazalo, da je oddaljeno učenje zelo dober okvir za njihovo implementacijo. Andragoške učne metode/smernice temeljijo na dveh spoznanjih:

- učeči želijo samostojno usmerjati svoje učenje in tudi sami ovrednotiti rezultate učenja,
- na učenje imajo velik vpliv pridobljene izkušnje pri delu.

V praksi to pomeni, da je učeči odgovoren za načrtovanje in ovrednotenje svojega učenja. Glede na svoje potrebe, ki izvirajo iz vsakdanjega delovnega okolja in načrtov za prihodnost, si učeči postavi učne zahteve. Mentor nato pomaga pri sestavi ustreznega učnega programa. V okviru oddaljenega učenja, kjer so učni viri na razpolago ves čas in od koderkoli, učeči prilagodi urnik učenja svojim ostalim obveznostim.

Vloga mentorja je torej bolj svetovalna. Mentor nudi še IKT-podporo pri izvajanju oddaljenih eksperimentov in predvsem z rednimi stiki skrbi, da učeči ostane motiviran za nadaljnje učenje.

V okviru usposabljanja E-PRAGMATIC je uporabljen naslednji pristop. Učeči iz obsežne liste izbere učne e-tečaje in si na ta način sestavi individualni učni program. Prav tako lahko izbere enega izmed že sestavljenih tematskih programov. Mentor vzpostavi čim bolj osebni stik z udeleženci tako, da spozna njihovo ozadje, potrebe in pričakovanja. Nato jim poda nekaj napotkov, kako se lotiti študija. Sledi samostojno e-učenje, kjer učeči uporablja razpoložljive učne vire in sproti preverja svoje znanje z odgovarjanjem na motivacijska vprašanja in z elektronskimi testi. Učni e-tečaji vsebujejo tudi zahtevnejše naloge, ki zahtevajo izračune, načrtovanje, izvajanje oddaljenih in virtualnih eksperimentov in se torej njihove rešitve ne morejo samodejno ovrednotiti v okviru portala. Takšne naloge zato pregleda mentor ter na ta način spremlja napredek tečajnikov.

Mentorji ves čas nadzorujejo učne aktivnosti preko orodij v učnem portalu (podatki o času učenja, zadnjem pristopu, rezultatih testov) in po potrebi motivirajo učečega

z nadaljnimi sporočili ali podatki. Prav tako se lahko mentor prilagodi specifičnim potrebam posameznika, saj mu lahko nekoliko prilagodi naloge, predlaga poudarke pri učenju ali spremembe v učni poti.

Idealno je, če je mentor tudi avtor učnih materialov in oddaljenih eksperimentov, ki zelo dobro pozna širše področje učne tematike. Le v tem primeru namreč lahko zadostno podpira vse učne aktivnosti in je dovolj prilagodljiv glede učnih potreb posameznika. Uporaba sodobnega učnega portala s svojimi funkcijami omogoči, da tudi takšno individualizirano mentorstvo časovno ni preveč zahtevno in da lahko en mentor spremlja večje število učečih.

2.4 Učni tečaji in tematski učni programi iz mehatronike in alternativnih tehnologij

V okviru izobraževanja E-PRAGMATIC so strokovnjaki iz univerz razvili 8 tematskih učnih programov z vsega skupaj 21 učnimi e-tečaji (tabela 1). Vsi tečaji so na voljo v angleščini, nekateri pa še dodatno v slovenščini, nemščini, poljščini in španščini. Poudarek je na praktični uporabnosti učnih vsebin in na dodatnih elementih, kot so oddaljeni eksperimenti oziroma delovne postaje z in-

dustrijsko opremo, simulacijski programi in v nekaterih primerih celo praktične delavnice. Slednje so tudi edini element, ki je zahteval neposredno prisotnost učečih in torej ni spadal v okvir oddaljenega učenja, se pa je zelo dobro izkazal pri motivaciji udeležencev za nadaljnje delo.

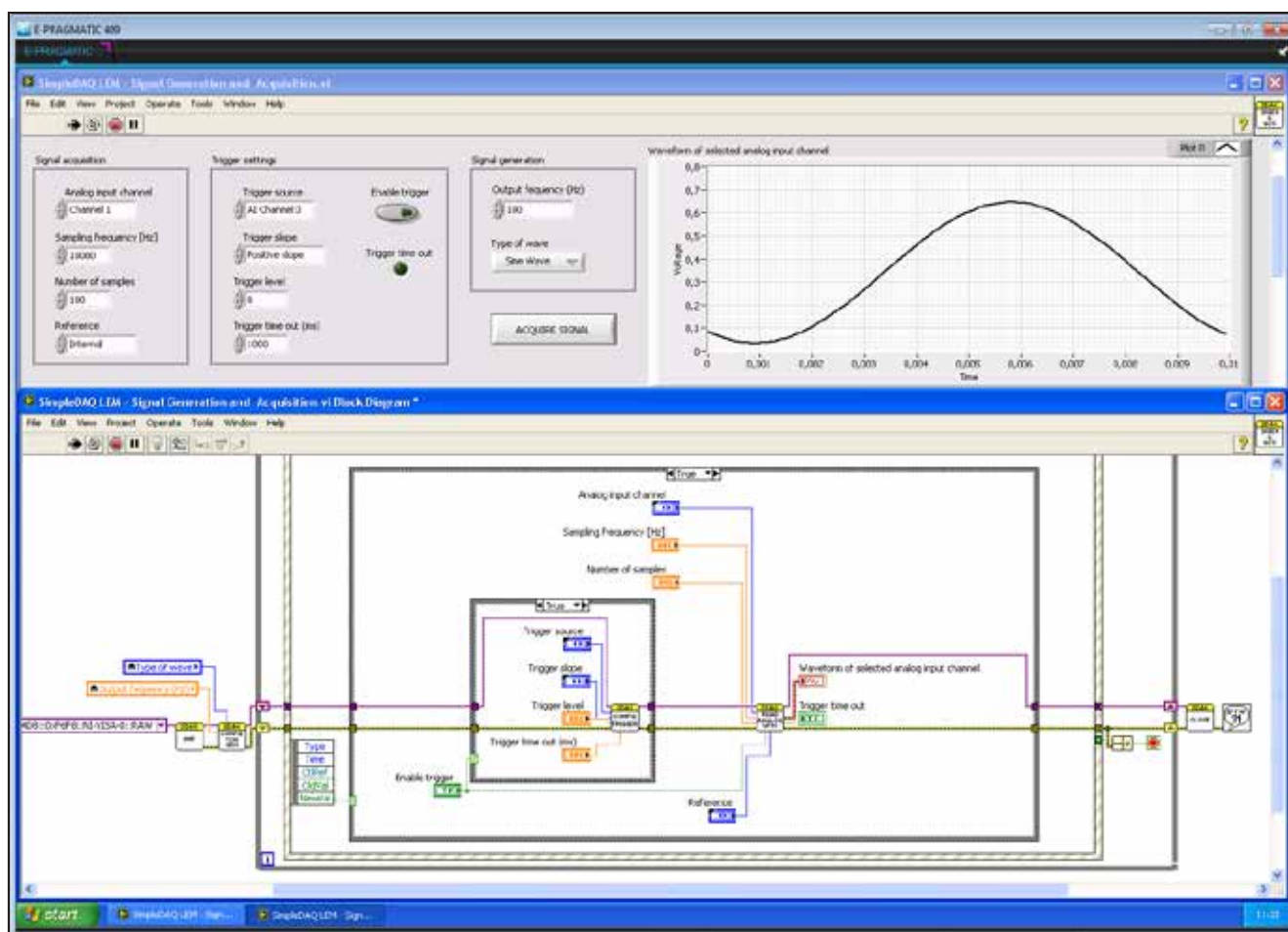
Vpogled v učne vsebine je možen na naslovu [13] s splošnim uporabniškim dostopom (*epragmatic/epragmatic*). Dejansko učenje in izvajanje oddaljenih eksperimentov zahteva individualni uporabniški račun, ki se vzpostavi po dogovoru.

3 Učni tečaji v slovenščini

Tečaji, ki so realizirani tudi v slovenščini, so bili izbrani na podlagi rezultatov ankete glede potreb po znanju med strokovnjaki v slovenski elektromehanski industriji in torej upoštevajo dejanske potrebe po znanju [7]. Učne vire, ki obsegajo e-vsebine, oddaljene eksperimente, oddaljene delovne postaje in simulacije, so pripravili zaposleni s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru. Vsi avtorji in kasneje tudi mentorji izobraževanja imajo bogate izkušnje tako v stroki kot tudi pri poučevanju na daljavo in v industriji, kar je pomemben dejavnik za uspešnost

Tabela 1. Učni programi in učni tečaji za izobraževanje E-PRAGMATIC

PROGRAM	UČNI TEČAJI V PROGRAMU
Splošna mehatronika	Električna vezja, Uporabna teorija vodenja, Električni pogoni, Mehatronske naprave
Robotika	Uvod v industrijsko robotiko, Programiranje robotov, Mobilni roboti
Mikrokrmilniki	Uvod v mikrokrmilnike, 8-bitni mikrokrmilniki – nadaljevalni tečaj, Nizkocenovna izvedba LAN/WLAN-povezave za vgrajene sisteme
Računalniško podprta merjenja	Uvod v LabVIEW in računalniško podprta merjenja, Računalniško podprta merjenja in upravljanje merilnih instrumentov
Električna in hibridna vozila	Energija in hranilniki energije v električnih vozilih, Močnostna elektronika za električna vozila, Hibridni pogoni
Alternativne tehnologije	Sončna energija, Hibridni pogoni, Energijsko učinkoviti pogoni
Programska oprema in orodja	Uvod LabVIEW, Uvod v programiranje mikrokrmilnikov, PLC-krmilniki
Materiali	Materiali pri visokih temperaturah



Slika 4. Programiranje oddaljene delovne postaje za računalniško podprta merjenja

e-izobraževanja. V nadaljevanju je podan kratek opis slovenskih tečajev, ki so dostopni v okviru učnega portala.

3.1 Uvod v LabVIEW in računalniško podprta merjenja

LabVIEW je uveljavljeno grafično programsko orodje, ki ga pri razvoju merilnih, testnih in ostalih aplikacij uporabljajo številni inženirji in znanstveniki. Učni tečaj seznanja z osnovnimi koncepti grafičnega programskega okolja LabVIEW. Udeleženci se naučijo kreirati in urejati programe LabVIEW, odkrivati sintaktične in logične napake, uporabljati programske strukture, polja, gruče, funkcije za delo z znakovnimi nizi in datotekami ter izvajati preprosta zajemanja analognih in digitalnih signalov s pomočjo merilne kartice. Merilni del tečaja je realiziran z uporabo USB-merilne kartice, dostopne preko oddaljene delovne

postaje, ki se nahaja na Univerzi v Mariboru, FERI. Opremo na oddaljeni delovni postaji lahko uporabnik programira na enak način, kot če bi delo potekalo neposredno (slika 4).

3.2 Računalniško podprta merjenja in upravljanje merilnih instrumentov

Gre za nadaljevanje tečaja Uvod v LabVIEW in računalniško podprta merjenja. Udeleženci se naučijo osnov uporabe programskega orodja LabVIEW za zajemanje merilnih podatkov in upravljanje merilnih instrumentov. Tečaj vključuje praktične vaje s strojno opremo za zajemanje merilnih podatkov in upravljanje merilnih instrumentov ter uporabo programskih funkcij v merilnih aplikacijah. Pridobljeno znanje vključuje: (1) uporabo pomočnika za zajemanje merilnih podatkov (DAQ Assistant), (2) uporabo gonilnika NI-DAQmx s programskim vmesnikom (API) za zajemanje ter generira-

nje analognih in digitalnih signalov, (3) merjenje s pomočjo števcov ter sinhronizacijo posameznih nalog, (4) programsko upravljanje merilnih instrumentov z uporabo pomočnika Instrument I/O Assistant in programskega vmesnika (API) arhitekture VISA (Virtual Instrumentation Software Architecture) ter (5) iskanje in uporabo gonilnikov za merilne instrumente. Na voljo je oddaljena delovna postaja, kjer so kot učilo na razpolago National Instruments (NI) ELVIS II+, simulator merilnih instrumentov NI Instrument Simulator V2.0 in vmesnik GPIB (General Purpose Interface Bus) NI GPIB-ENET/1000.

3.3 Uporabna teorija vodenja

Vodenje sistemov je ena najpomembnejših in najpogostejših nalog na področju mehatronike, pri čemer igrajo še posebno pomembno vlogo regulacije oz. zaprtizanč-

nov. Predstavljena je analiza energijskih razmer vožnje po standardnih vozniških ciklih, narejena na osnovi matematičnega modela vozila. Ta orodja so uporabljena tudi za dimenzioniranje komponent pogonskega agregata hibridnega vozila. Nadalje je analizirano komercialno hibridno vozilo Plug-In z možnostjo polnjenja neposredno iz električnega omrežja. Prikazani so tudi rezultati ankete med vozniki, ki so vozilo preizkusili. Možna je tudi udeležba na praktični delavnici o električnih vozilih, kjer so predstavljeni laboratorijski hibridni pogon in več električnih vozil.

■ 4 Pridobljene izkušnje in odzivi udeležencev tečajev

Z namenom evalvacije enovitega pristopa se je leta 2012 izvajalo mednarodno poskusno usposabljanje. Sodelovalo je preko 200 strokovnjakov iz industrije iz cele Evrope. Okoli 40 udeležencev je bilo iz Slovenije, v glavnem člani Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, nekaj zaposlenih iz večjih podjetij ter nekaj učiteljev in profesorjev.

Udeleženci so v povprečju uspešno končali en tečaj, 15 % je končalo dva tečaja in 10 % je uspešno končalo kar tri tečaje. Glede na to, da je vsak tečaj zahteval trideset ali več ur učenja, izdelavo nekaj nalog in/ali poročil in elektronski test, je to pomenilo vsaj 40 ur dela po tečaju. Učenci so morali čas učenja uskladiti s svojimi drugimi učnimi obveznostmi, kar se je kazalo tudi v tem, da so bile učne aktivnosti koncentrirane na večere in vikende.

Na koncu je bila med udeleženci izvedena anonimna anketa, na podlagi katere je bila opravljena končna evalvacija pristopa. Kar 75 % udeležencev usposabljanja je odgovorilo, da tečaji izpolnjujejo njihove zahteve po izobraževanju. 87 % jih ceni možnost izvajanja izobraževanja na daljavo ob poljubnem času in na poljubni lokaciji, kar potrjuje pravilnost odločitve, da se bo izobraževanje izvajalo na daljavo. Večina (89 %) je ocenila učni portal kot dobro organiziran, večina pa tudi meni, da

so interaktivni elementi in oddaljene delovne postaje/eksperimenti pripomogli k boljšemu razumevanju učnih vsebin. Skoraj vsi udeleženci pa so tudi navedli, da bi se želeli podobnega tečaja udeležiti tudi v prihodnosti, polovica bi bila pripravljena plačati tudi manjšo šolnino. Kar 81 % udeležencev je navedlo, da je bila njihova učna izkušnja kot celota odlična.

Udeleženci so tudi naštel, katere druge učne vsebine bi jih še zanimalo. Odgovori zajemajo osnove mehanike, električna omrežja (*smart grids*), osnove fizike in matematike, vetrno energijo kot tudi nadaljevalne tečaje za večino razpoložljivih osnovnih tečajev.

Izobraževanje je bilo razvito z namenom ponuditi strokovne učne vsebine, primerne za strokovnjake z zaključenim srednjim oziroma višjim strokovnim izobraževanjem. Temu ustreza tudi zahtevnostna stopnja pripravljenih materialov. Toda rezultati ankete so tudi pokazali, da so se izobraževanja udeležili tudi učeči z univerzitetno izobrazbo (30 %) in celo z magisterijem ali doktoratom znanosti (2 %), ki so na ta način lahko pridobili osnovna, praktično naravnana znanja z novih področij.

■ 5 Zaključek

Predstavljeni enoviti pristop k industrijskemu izobraževanju na daljavo predlaga številne novosti, ki se lahko integrirajo tudi v interna izobraževanja po podjetjih. Izkazalo se je, da ima pristop številne prednosti. Učencim omogoča večjo prilagodljivost glede časa in kraja učnih aktivnosti in ob velikem številu učnih vsebin možnost sestave individualnega učnega programa. Rezultati ankete kažejo, da je učenje z uporabo e-gradiv za uporabnike tudi bolj zanimivo in da multimedijски in interaktivni elementi pripomorejo k boljšemu razumevanju učnih vsebin. Vpeljava oddaljenih delovnih postaj in eksperimentov deloma rešuje tudi problem pridobitve praktičnega znanja, čeprav še zmeraj ne more v popolnosti nadomestiti neposre-

dnega praktičnega dela. Razviti učni viri so sedaj na razpolago za interno izobraževanje industrijskih članov mreže. Prav tako se lahko uporabijo v drugih podjetjih, ki bi želela na ta način dvigniti nivo znanja zaposlenih. Obstaja tudi možnost prilagoditve obstoječih in priprave nadaljnjih tečajev ter izvedbe e-izobraževanja po meri naročnika.

Razvoj enovitega pristopa k industrijskemu izobraževanju pa s tem ni končan, saj se je v okviru mednarodne evalvacije in implementacije v industriji porodilo še nekaj idej za izboljšave. Trenutno tako poteka iniciativa SustEner (*Teaching Energy for Sustainable World*) [14], ki gradi prav na predstavljenem enovitem pristopu. V ta namen na sedmih univerzah EU razvijajo obsežna učna e-gradiva s področja zelenih tehnologij. Devet spletnih učnih modulov bo obravnavalo sončno energijo, vetrno energijo, hibridna vozila, električna vozila, inteligentna električna omrežja in energijsko učinkovito razsvetljavo.

Gradiva bodo konec leta 2013 na voljo v okviru novejšje verzije učnega portala eCampus (<http://learning.sustener.eu>) in bodo namenjena samoizobraževanju strokovnjakov iz industrije ter samoizobraževanju učiteljev/profesorjev. E-gradiva bodo dopolnjevala oddaljene delovne postaje, oddaljeni eksperimenti in virtualni eksperimenti za celovito učno izkušnjo.

Viri

- [1] European Centre for the Development of Vocational Training (Cedefop), *Learning while working*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- [2] European Commission's Lifelong Learning Programme (<http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme>).
- [3] Rojko, A.: Spletno izobraževanje iz mehatronike MeRLab: izvedba in rezultati. *IRT 3000*, jun. 2009, vol. 4, št. 21, str. 81–85.



PS-LOG
www.ps-log.si

Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.

Kalce 30b, 1370 Logatec
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

Izvajamo:

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev
- tehnična podpora in servis

Dobavljamo:

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- mehke zagone
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje in sklopke
- svetlobne zavese in varnostne module
- visokoturne motorje

Zastopamo:

- EMERSON - Control Techniques
- Trio Motion Technology
- ELGO Electronics
- Reer
- Motor Power Company
- Ringfeder - GERWAH
- Tecnoingranaggi Riduttori
- Fairford Electronics
- Giordano Colombo
- Motrona





**Frekvenčni regulator
Commander SK**

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost uporabe internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za koniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Možnost nadgradnje z opcijskimi moduli (komunikacija, I/O...)
- Enostavna vgradnja, priključitev in zagon
- Na zalogi

- [4] Rojko, A., Hercog, D., Jezernik, K.: Power engineering and motion control web laboratory: design, implementation, and evaluation of mechatronics course. *IEEE trans. ind. electron.*, Oct. 2010, vol. 57, no. 10, str. 3343–3354.
- [5] E-PRAGMATIC mreža, <http://www.e-pragmatic.eu/>.
- [6] Škrlec, J.: Projekt E-PRAGMATIC, *Avtomatika* 111/2012, Ljubljana, Slovenija, str. 7–8.
- [7] Rojko, A., Miš Šmalc, H., Rozman, D., Škrlec, J.: Sodobne metode usposabljanja zaposlenih v industriji, *5. industrijski forum IRT, Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma*, 2013, str. 185–190.
- [8] Rojko, A., Hercog, D., Jezernik, K.: Distance mechatronics and alternative technologies training for practicing engineers and technicians, *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics Society*, 2011.
- [9] eCampus, celovit sistem za e-izobraževanje (<http://www.b2.eu//it-resitve/eCampus-sistem-e-izobrazevanje.aspx>).
- [10] Knowles, M.: *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy To Andragogy*, Chicago: Follett, 1980.
- [12] Bele, J. L., Rugelj, J.: Efficient learning from multimedia Web based learning contents, current developments in technology assisted education, *Proceedings of 4th Int. Conf. Multimedia Inf. Commun. Technol. Educ.*, vol. 20–25, 2006, str. 396–400.
- [13] E-PRAGMATIC učni portal (<http://learning.e-pragmatic.eu/>).
- [14] SustEner (<http://sustener.eu/>).

Integral training concept for lifelong education in the electro-mechanical industry

Abstract: The electro-mechanical industry is faced with extensive changes caused by the on-going development of new technologies. The continuous training of employees for the introduction of new knowledge is necessary for a successful adaptation. This paper presents an integral approach to such training of professionals in the electro-mechanical industry. The approach is built on the implementation of information and communications technology and distance training. It is a result of the common development of companies and research/education institutions from seven European countries. The basic elements of the approach are: (1) modern learning portal eCampus; (2) interactive e-learning material with access to remote workstations and remote experiments; (3) an andragogical education approach; and (4) learning courses and training programs from mechatronics and alternative technologies. The evaluation of the approach was international, executed within a four-month-long pilot training with over 200 participants from industry. Nine training programs and 21 learning courses were available, 8 courses also in Slovene. The learners assessed the training as excellent and would like to participate in such training in the future. The developed integral concept, respectively its elements, can be implemented in the modernisation of in-house training in the companies and also for non-formal individual education.

Keywords: industrial education, mechatronics, alternative technology, remote experiments, learning management system, distance training, e-material