

**RAZVOJ INTEGRIRANOG CURRICULUM-a
IZ OBLASTI TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE**

**DEVELOPMENT OF INTEGRATED CURRICULUM
IN TECHNICAL DIAGNOSTICS**

Davorka Šaravanja, doc. dr. sc.
Fakultet strojarstva i računarstva, Sveučilišta u Mostaru
Mostar, B&H

Darko Petković, prof. dr. sc.
Mašinski fakultet, Univerziteta u Zenici
Zenica, B&H

REZIME

U radu je prezentiran projekat razvitka integriranog curriculum-a iz oblasti tehničke dijagnostike koji je zamišljen kao integralni dio nastavnog plana dodiplomskog, i u dopunjenom obliku, poslijediplomskog studija na tehničkim fakultetima.

U radu je poseban naglasak posvećen definiranju sustava kojima se osigurava efikasna procjena vibracijskog stanja strojeva i konstrukcija bez rastavljanja, što predstavlja jedno od najvažnijih sredstava za povećanje kvalitete, sigurnosti i ekonomske isplativosti tih strojeva i konstrukcija.

Rad kao i realizacija intergiriranog curriculum-a utemeljeni su na stvaralačkoj suradnji dvaju tehničkih fakulteta, koja se ogleda i u iskazanoj spremnosti na zajedničkom planiranju nabavke i korištenja sofisticirane opreme iz oblasti tehničke dijagnostike.

Ključne riječi: integrirani curriculum, tehnička dijagnostika, vibracijsko stanje

SUMMARY

Paper introduces the project of integrated curriculum development in the field of technical diagnostics, planed as integral part of undergraduate curriculum and, in its extended form, postgraduate education on technical faculties.

The special attention was drawn to definition of systems able to ensure efficient evaluation of vibration state of machines and structures without their disassembling, which represents one of the most important means for increase of quality, safety and economical cost effectiveness of these machines and structures.

This paper and implementation of integrated curriculum were based on creative cooperation between two technical faculties, demonstrated in willingness to develop mutual plan of acquiring and using sophisticated technical diagnostics equipment

Key words: integrated curriculum, technical diagnostics, vibration state

1. UVOD

Kontinuirani razvoj suvremenih nastavnih planova i programa (curriculum-a) jedna je od najvažnijih odrednica u kvalitativnoj transformaciji visokoškolskih institucija uopće, pa i u Bosni i Hercegovini. Prisutna nesuglasnost sadržaja curriculum-a i svega onoga što studenti imaju priliku vidjeti i čuti i praktično istraživati je najveći problem što ima za posljedicu da "learning outcomes" (rezultati učenja, stečena znanja, vještine i kompetencije) budu na dosta niskoj razini. U praksi se to najčešće ogleda u komentaru da su poslodavci i tržište rada nezadovoljni izlaznim znanjima diplomaca koja su "suviše teorijska", tj. neprilagođena potrebama u stvarnosti.

Među tri najvažnija područja reformi visokog obrazovanja u Europi, ne bez razloga, na prvo mjesto je postavljena reforma curriculum-a (reforma uprave, reforma sustava financiranja).

2. ZNAČAJ TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE

Potaknuti suvremenim potrebama i zahtijevima prakse, Mašinski fakultet u Zenici i Fakultet strojarstva i računarstva su na vrijeme shvatili i usvojili značaj Tehničke dijagnostike, relativno nove discipline kojom se unaprijeđuje i obogaćuje teorijski stečeno znanje tokom temeljnih izučavanja u prve dvije godine studiranja na tehničkim studijima. Zato, oblast Tehničke dijagnostike kao nova znanstveno-istraživačka i stručna oblast sve više postaje relevantan predmet učenja i istraživanja na našim tehničkim fakultetima, kako na diplomskom, tako i na poslijediplomskom i doktorskom studiju.

Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici i Fakultet strojarstva i računarstva u Mostaru su tu spoznaju prepoznali i ovaj predmet već uvrstili u svoje curriculum-e. Zahvaljujući i sve većem stupnju opremljenosti ovih fakulteta najsuvremenijom opremom iz oblasti Tehničke dijagnostike danas studenti izučavaju praktične probleme iz oblasti konstrukcija i proizvodnje, s posebnim osvrtom na nepoželjne efekte koji se javljaju u obliku: vibracija, buke, visokih temperatura, koristeći i primijenjujući elemente termovizije, endoskopije i laserskih tehnologija.

Mnoga prethodna istraživanja, bilo teorijska, bilo praktična, pokazala su da primjena takvih sustava, koji vrše procjenu vibracijskog stanja strojeva bez rastavljanja, predstavlja sredstvo za povećanje kvalitete, sigurnosti i ekonomske efikasnosti strojeva, konstrukcija, kao i uopće procesa proizvodnje.

Današnja moderna organizacija tehnologije automatizirane proizvodnje, kontrole stvarnog stanja složenih postrojenja, prognoza njihove promjene sa vremenom rada i znatno snižavanje materijalnih i radnih troškova oko održavanja, ne može se zamisliti bez korištenja sustava za otkrivanje i praćenje vibracija.

Vrlo složen i kompleksan zadatak analitičke procjene tehničkog stanja rotacijskih strojeva u radnim uvjetima, nemoguće je riješiti bez adekvatnih metoda iz oblasti vibracija u strojarstvu, koje su bazirane na utjecaju različitih otklona parametara tehničkog stanja od normiranog. Važnost i efikasnost korištenja ovih metoda uvjetovana je ostvarenom vezom između izmjerene informacije koja je sadržana u vibracijskom signalu i dinamičkog procesa pobude i širenja vibracija kroz konstrukciju rotacijskog stroja, ali i mogućnošću automatizacije i organizacije sustava za otkrivanje, praćenje i obradu višedimezionalne visokofrekvencijske mjerne informacije primjenom suvremene računalne tehnike na bazi matematičkog aparata teorije saznanja.

Danas je procjena vibracijskog stanja mehaničkih sustava na bazi adekvatno istraženog sustava za otkrivanje i praćenje vibracija, postala posebna znanstvena grana tehničke dijagnostike, a nastala je na povezanosti dinamike strojeva sa teorijom signala.

Projektiranje i kontrola optimalnih vibracijskih procesa ključni su zadatak u zadržavanju karakteristika nekog rotacijskog stroja na visokoj razini i u produljenju njegove efikasnosti i korisnog vijeka trajanja u proizvodnji. Prije postupka projektiranja i kontroliranja rotacijskih sustava prema njihovim optimalnim vibracijskim performansama, važno je predstaviti, tj. modelirati i analizirati vibracijske karakteristike sustava. Posljednja dva desetljeća, znanstvenici i drugi istraživači-praktičari uložili su mnogo napora u istraživanju i kontroliranju vibracija u praktičnoj primjeni u svim oblastima strojarstva.

Oprema za očigledniji nastavni proces u ovom segmentu je izuzetno skupa i nabavlja se postepeno na svakom od ovih fakulteta (u prvoj fazi opremanja to je, uglavnom, mjerna oprema, a zatim u drugoj fazi oprema za analizu i dijagnostiku i sl.).

Problem odgovarajuće literature (posebno na našim jezicima) također, je dosta izražen, a i zbog toga što je to nova disciplina i u europskim razmjerima, pa i šire.

Uz razvoj integriranog curriculum-a, potencijalnu nabavku suvremenih IT alata (II i III faza opremanja sa kompletiranjem softvera i hardvera), te zajedničko stvaranje i izdavanje univerzitetskih udžbenika na ova dva fakulteta čine se napori da se postigne što viša razina izlaznih znanja, vještina i kompetencija na tržištu rada.

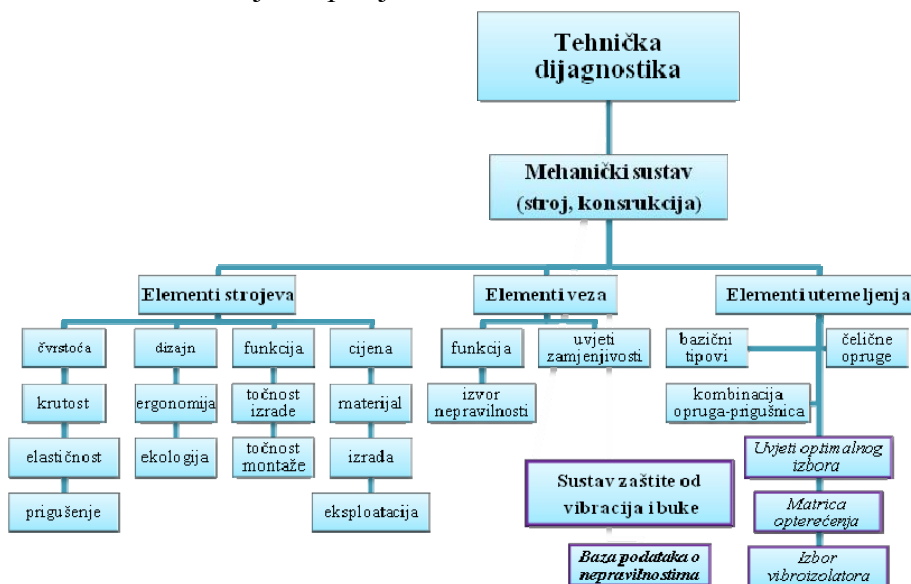
3. CILJEVI CURRICULUM-a

Temeljni cilj ovog projekta je unaprijeđenje i obogaćivanje nastavnih planova i programa iz oblasti Tehničke dijagnostike u funkciji kompetentnijeg studiranja prilagođenog potrebama projektiranja, konstruiranja i proizvodnje u domenu strojarstva, pa i šire.

U ostvarenju tog postavljenog cilja sačinjena je i aplikacija kompetentnim organima od kojih se očekuje i programska i materijalna pomoć u realizaciji zajedničkog curriculum-a iz oblasti Tehničke dijagnostike na strojarским fakultetima univerziteta u Zenici i Mostaru. Ostvarenje ovog cilja moguće je u fazama, prilagođenim realnim mogućnostima, koje će se planirati i realizirati komplementarnim djelovanjima i naporima ove dvije visokoškolske institucije.

Na kraju tečaja student će biti u stanju da:

1. opiše i analizira glavne nepravilnosti koje uzrokuju vibracije mehaničkih sustava;
2. prepozna glavne predznake, bitne za građenje strategije tehničke dijagnostike i sustava efikasne zaštite;
3. definira i obrazlaže prirodu efekata glavnih nepravilnosti i na njima gradi efikasni sustav zaštite od neželjenih posljedica.

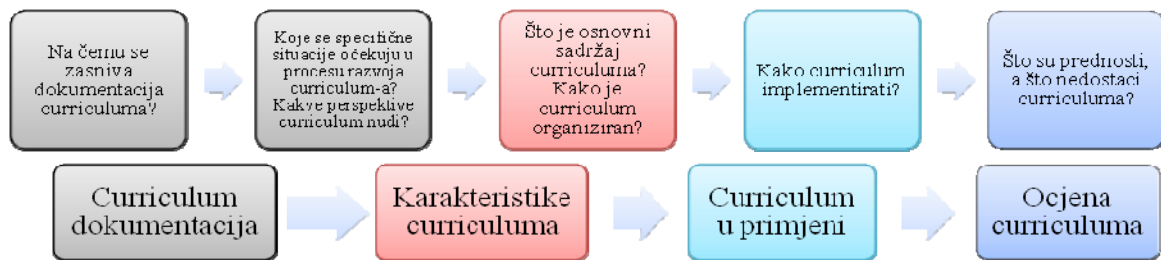


Slika 1. Koncept-mapa za Curriculum Tehničke dijagnostike

Na Sl. 1. koja predstavlja koncept-mapu za Curriculum Tehničke dijagnostike prikazan je konceptualni prilaz tehničkoj dijagnostici kao podlozi za curriculum koji ima i znanstveni i praktični značaj.

4. ANALIZA INTEGRIRANOG CURRICULUM-a

U slijedećoj fazi, u procesu stvaranja Curriculum-a neophodno je provesti analizu čiji su sastavni elementi dati na Sl. 2.



Slika 2. Prikaz analize Curriculum-a

5. OČEKIVANI I KONAČNI REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Uz sam proces razvoja integriranog curriculum-a obje visokoškolske institucije realiziraju i proces stvaranja uvjeta za što potpuniju implementaciju koncepta integriranog curriculum-a. Na Fakultetu strojarstva i računarstva Sveučilišta u Mostaru u tijeku je formiranje Tehničko inovativnog centra (TIC) u čijem sastavu je već nabavljen i dio opreme za tehničku dijagnostiku (Sl. 3.)



Slika 3. Vibracijska platforma i mjerna oprema

Praktično izučavanje fenomena vibracija, buke i drugih karakteristika strojnih i drugih sustava na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Zenici pozicionirano je na Katedri za održavanje. Katedra za održavanje svoju znanstvenu-istraživačku, edukacijsku i stručnu djelatnost temelji na istraživanjima u oblastima suvremenog održavanja metalurških i rudarskih postrojenja i opreme, građevinskih strojeva, energetskih postrojenja, motornih vozila i dr. U nastavnim predmeta katedre se obarđuju i suvremene metode tehničke dijagnostike, procesa montaže i demontaže, novih tehnologija u održavanju i sl. U samoj laboratoriji postoje i audio-vizuelna oprema (video, TV, CD-projektor, računari) za suvremeno odvijanje nastavnog procesa, te veći broj različitih simulacijskih modela napravljenih vlastitim snagama.

Koncept projekta i znanstveno-istraživačke metode, koje će biti primijenjene definiraju i očekivane rezultate istraživanja:

- unaprijeđenje i obogaćivanje nastavnog plana i programa iz oblasti Tehničke dijagnostike na diplomskom i poslijediplomskom studiju na oba fakulteta;
- stimuliranja izbora i izrade magistarskih i doktorskih radova iz ove oblasti;
- kompletiranja istraživačke opreme iz oblasti Tehničke dijagnostike koja će se nabavljati dogovorom između dva fakulteta s ciljem nabavke više elemenata sa mogućnošću razmjene po potrebi (nabavka minimalnih hardverskih konfiguracija) što će podržavati nastavni proces;
- trening izvršitelja na novoj opremi i sa novim softverima;
- stvaranje i objavljivanje univerzitetskog udžbenika koji bi pokrивao i oblast Tehničke dijagnostike;
- praktično korištenje u nastavnom procesu.

Konačni rezultati istraživanja imaju za cilj:

- originalni univerzitetski udžbenik iz oblasti Tehničke dijagnostike (pokrivanje nedostajuće literature na našim jezicima);
- pripremu originalnog znanstvenog rada za objavljivanje u referentnom časopisu koji prati znanstveno područje vibracija i buke (Journal for Vibration and Noise);
- praktično korištenje u nastavnom procesu na dodiplomskom i poslijediplomskom studiju na oba fakulteta.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Osnovna postavka stvaranja ponuđenog Curriculum-a može se sažeti u često izraženoj spoznaji stvaranja: "Kako prevladati konflikt između nelimitiranih želja i, nažalost, limitiranih izvora i mogućnosti?"

Značaj rada sadržan je u nastojanju da se i praktično izrazi važnost prve od tri glavne reforme visokog obrazovanja u Europi i kod nas u procesu stvaranja modernog i kompetentnog visokog obrazovanja (Curricular reform, Governance reform, Funding reform).

U radu je ponuđen koncept istodobne implementacije novog sadržaja Tehničke dijagnostike, kao i putokazi za institucionalno građenje laboratorijske edukacijske potpore realizaciji ponuđenog programa.

Specifičnost je sadržana i u činjenici da u oba spomenuta segmenta, kroz stvaralačku suradnju, sudjeluju dvije srodne visokoškolske institucije (FSR Mostar i MF Zenica).

7. LITERATURA

- [1] Clarence W. de Silva: Vibration Fundamentals and Practice, Taylor & Francis Group, London-New York (dopunjeno izdanje), 2006.,
- [2] George J. Posner: Analyzing the Curriculum, Mc Draw-Hill, Inc. New York, 1992.,
- [3] Šaravanja, D., Bogdan, Š., Cigić, A.: Vibration and Noise as The Machine Condition Indicator, Proceedings of the 2nd International Conference "Business Systems Management UPS 2001, ISBN 3-901509-26-7, Mostar-Vienna, 2001.,
- [4] Šaravanja, D., Cigić, A.: Measuring Vibration for Evaluation Technical Condition of a Hydro-electric Power Generating Machine Set, 8th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology", TMT 2004, Neum, B&H, 2004.,
- [5] Šaravanja, D., Cigić, A.: Application of Diagnostic Methods for Early Identification Faults of Rolling Element Bearings, Automation – Robotics in theory and practice ROBTEP 2004, Vyšné Ružbachy, Republika Slovačka, 2004.,

- [6] Šaravanja, D., Cigić, A. & Petković, D.: Frequency Analysis and Diagnostics Vibration Process on Hydro-aggregates, Proceedings of the 3rd International Conference “Business Systems Management UPS 2004, Mostar, 2004.,
- [7] Šaravanja, D., Cigić, A., Petković, D.: Vibroacustical Diagnostics in Mechanical Engineering Education and Practice in Accordance to The Bologna Process Regulations, 9th International Research/Expert Conference ”Trends in the Development of Machinery and Associated Technology”, TMT 2005, Antalia, Turkey, 2005.