

održavanje i eksploatacija

Časopis Hrvatskog društva održavatelja namijenjen stručnjacima koji se bave održavanjem i gospodarenjem tehničkim sustavima
Berislavićeva 6, Zagreb, Hrvatska • www.hdo.hr • hdo@hdo.hr



Broj 02/18 • srpanj 2018.

Poštovani čitatelji, kolege i prijatelji održavanja!

Tko je proživio mnogo godina lako će zaključiti da mu je zadnjih pet prohujalo mnogo brže nego ranija jednako duga razdoblja. Prisetite se zadnjih osam ili deset godina školovanja: trajala su cijeli vijek. Usporedite to sa zadnjih osam ili deset godina života: minule su za jedan sat, napisao je francuski filozof Paul Janet.

Eto, meni se čini da smo se prije par dana pripremali za 24. međunarodno savjetovanje Hrvatskog društva održavatelja (HDO) u Vodicama MaditMaint 2018, a bilo je to prije dva mjeseca. Tih nekoliko dana savjetovanja je proletjelo u hipu ali je ostalo puno toga što će se dugo pamtili. Uz ugodno druženje razmijenila su se iskustva i znanja znanstvenika i gospodarstvenika iz svih dijelova svijeta od Hrvatske, Slovenije, BiH, Belgije, Francuske, Litve, Australije i SAD-a.

Naravno, podlistak koji je pred Vama u znaku je MeditMainta 2018. Posebno je zanimljivo pismo koje smo mi sudionici skupa uputili predsjednici Kolindi Grabar Kitarović kao znak zahvale za njeno visoko pokroviteljstvo.

Upečatljiv osvrt u svojem osebnom stilu na sva ta lijepa događanja, kao i uvijek. daje naše „prvo pero“ gospodin Krešimir Brandt.

Nažalost, osim lijepih događaja ovaj put moram spomenuti nedavni tragični događaj u Čepinu gdje su na radnom mjestu u kanalizacijskoj crpnoj stanici izgubljena tri ljudska života. Preporučujem da pažljivo pročitate osvrt na ovaj nemili događaj kojeg potpisuje gospodin Drago Frković, predsjednik HDO-a. Između ostaloga gospodin Frković

u svom osvrtu daje djelomičnu prezentaciju iz priručnika *Održavanje i gospodarenje imovinom* te apelira na podizanje svijesti o velikim rizicima kojima su izloženi djelatnici održavanja.

Ovaj broj našeg podlistka donosi tri stručna rada koji su zasigurno vrijedni Vaše pozornosti.

Pa krenimo redom: čimbenici izvrsnosti u domeni održavanja našli su se u fokusu interesa gospodina Damira Škrinjara iz tvrtke *Zagrebački električni tramvaj d.o.o.* Djelatnost održavanja iznimno je kompleksna s obzirom na to da se sastoji od više grupa s velikim brojem područja djelovanja. Stoga za identifikaciju stanja sustava treba više različitih odlučujućih čimbenika. Njihovo prepoznavanje i validacija omogućuje da se na njima permanentno radi te da se kroz to uspješnost djelatnosti održavanja neprekidno poboljšava – u ovom hvalje vrijednom radu ističe kolega Škrinjar.

Kao i puno puta do sada, donosimo rad iz grane cementne industrije. Ovaj put cijenjene kolege Massimo Rogante iz *Rogante Engineering Office* te Vladimir Havránek, Pavol Mikula i Vasyľ Ryukhtin iz *Nuclear Physics Institute ASCR v.v.i.* potpisuju rad: *Analiza polimernog cementnog betona uz pomoć tehnologija SANS i PIXE*. Rad je predstavljen na *International Conference "MTSM 2017"* koje je organiziralo naše prijateljsko Hrvatskog društva za strojarke tehnologije iz Splita. Na njihovoj web stranici možete naći engleski izvornik ovog zanimljivog istraživanja.

Potom slijedi rad pod nazivom *Tehnološki i drugi aspekti rezanja rotora starog generatora i analiza rizika*. Naime, uskoro će dobivanjem uporabne dozvole za četvrtu etapu Projekta rekon-

MARIJA ŠIŠKO KULIŠ

Glavna urednica



strukcije/revitalizacije HE Zakučca biti završen i zatvoren ovaj kompleksni projekt koji je ujedno i najveći projekt u energetskom sektoru Republike Hrvatske zadnjih 30-ak godina. Tijekom revitalizacija elektrana u kojima su imperativi minimalni troškovi, rokovi i maksimalna raspoloživost proizvodnih jedinica koje su još u pogonu, jedan od značajnih problema je demontaža i transportiranje stare elektroenergetske opreme. U ovom radu dan je osvrt na iznimno složenu aktivnost rezanja rotora starog generatora unutar podzemne strojarne HE Zakučac. Uza nesumnjivo zanimljiv tehnološki aspekt, napravljena je i kratka analiza rizika. Rad potpisuje mladi kolega Adriano Garafulić kome je moja malenkost imala čast biti mentor. Naime, riječ je o iznimno darovitom mladom stručnjaku koji upravo završava svoj drugi diplomski studij i to s vrlo visokim prosjekom studiranja. Uz studiranje je i zaposlen, osnovao je obitelj koju uzdržava i živi na relaciji Brač – Split – Osijek. Što reći osim I TO JE HRVATSKA!

Želim Vam mirno i radosno ljeto,

Vaša
Marija Šiško Kuliš



Počinja prijave za 3. generaciju
izobrazbe i certifikacije ESUO
Europski stručnjak upravljanja održavanjem
01. veljače – 23. ožujka 2019.

Predbilježite
se još danas!

... više na 23. stranici

U Vodicama održano Savjetovanje HDO-a MeditMaint 2018

Danas je konkurentnost usko povezana s procesima automatizacije, digitalizacije i uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije u proizvodnji. Hrvatska ne smije zaostajati u tom procesu

AUTOR **KREŠIMIR BRANDT**

Gospodarstvo ne poznaje granice, već ih briše. Svjesni te činjenice ovogodišnje Međunarodno Savjetovanje i izložba HDO-a nose naslov MeditMaint, čime se naglašava pripadnost cijele ove regije europskom i mediteranskom krugu. Također se naglašava kako se nove tehnologije održavanja i gospodarenja imovinom odražavaju ne samo na nacionalnom, već i na europskom i globalnom planu.

Ove mi je godine veliko zadovoljstvo pozdraviti sudionike iz Slovenije, BiH, Francuske, Luksemburga, Litve, Belgije, Sjedinjenih Država, Australije...

Nadam se da ćete i tijekom prvoga i drugoga dana Savjetovanja čuti cijeli niz zanimljivih tema, kako o novim tehnologijama, tako i o zanimljivostima iz industrijske prakse. Ne zaboravite ni naše izlagače koji su partneri najvećih hrvatskih tvrtki.

Naglasio je to na otvaranju godišnjeg savjetovanja MeditMaint, koje je od 16. do 18. svibnja 2018. održano u Hotelu Olympia Sky u Vodicama, predsjednik Hrvatskog društva održavatelja (HDO) dipl. ing. Drago Frković. Napomenuo je i kako je i ove godine predsjednica RH Kolinda Grabar-Kitarović prihvatila pokroviteljstvo nad Savjetovanjem. Sudionici Savjetovanja trećega će dana imati raspravu o predavanjima, a najvažniji naglasci i zaključci prezentirat će se široj stručnoj javnosti, kao i osobno Predsjednici.

A zaključci toga trećega dana korelirali su s izlaganjima i raspravama, posebice s raspravama tijekom prvoga dana Savjetovanja, kada su izlaganja imali pozvani predavači. Bili su to profesori sa zagrebačkoga Sveučilišta dr. Igor Kuzle i dr. Nedjeljko Štefanić te gosti iz inozemstva Joel Levitt (Springfield Resources, SAD), Frederic

Beghain (EASA, Luxembourg), David Kreft (Mersen, Francuska), Paul Daugalis (Hugaas, Litva), te prof. Jadranka Polović i dipl. ing. Siniša Brajković iz Hrvatske. Tako je rečeno da usprkos rastu izvoza i industrijske proizvodnje tijekom 2017. i prvoga kvartala 2018. godine, hrvatsko gospodarstvo ozbiljno stagnira na planu globalne konkurentnosti. U budućnosti to može imati dalekosežne posljedice. Danas je konkurentnost usko povezana s procesima automatizacije, digitalizacije i uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije u proizvodnji. Dugoročna svjetska vizija razvoja proizvodnje, nazvana Industrija 4.0, temelji se na povezivanju online tehnologije, menadžmenta, industrijskih pogona i zasebnih strojeva.

– Ubrzana promjena načina proizvodnje i racionalizacije proizvodnih procesa nije zapreka hrvatskoj industriji, koja je zapela negdje u labirintima tzv. druge i treće industrijske revolucije, već je šansa da se preskoče principi gospodarenja koji se sada napuštaju – optimističan je prof. Štefanić. Prije početka izlaganja Frković je imao ugodnu dužnost predstaviti nove hrvatske certificirane Europske stručnjake upravljanja održavanjem (engl. *European Experts in Maintenance Management*) koji su nekoliko dana prije Savjetovanja položili certifikacijski ispit. To su diplomirani inženjeri tehničkih struka Mario Sinanović (Lactalis), Darko Žitnik (Adriatic Pipeline) i Josip Kelava (Pfizer). Kako su sami komentirali, ispit nije bio ni malo lagan, gradivo koje su prošli tijekom predavanja u organizaciji HDO-a bilo je vrlo obimno, ali iskustvo i nova znanja koja su stekli, neprocjenjivi su. Inače, program izobrazbe i certifikacijskog ispita usuglašen je u europskoj krovnoj udruzi održavatelja EFNMS-u (European Federation of National Maintenance Societies), temeljen je na normi EN 15628, *Kvalifikacije oso-*



blja održavanja i predstavlja najprestižniji svjetski certifikat u menadžmentu održavanja.

– Hvala HDO-u, profesorima s ETF-a i Fakulteta Strojstva i brodogradnje te stručnjacima iz gospodarstva što su nam posvetili toliko pažnje. Bilo je teško, međutim tehnologija korača naprijed velikim koracima, a ako želimo biti uspješni moramo pratiti promjene i sudjelovati u tim procesima – rekao je dipl. ing. Darko Žitnik.

– Možda Hrvatska u efikasnosti i konkurentnosti zaostaje za zapadnoeuropskim zemljama, ali ne i HDO – poentirao je Frković. – Uz pomoć naših sveučilišnih profesora, kolega iz EFNMS-a i stručnjaka iz cijeloga svijeta koje svake godine dovodimo, pokušavamo držati korak sa svijetom. I certifikacija ESUO dio je toga programa.

Prvi dan Savjetovanja obilježila je još jedna svečanost; prof. Štefanić i ing. Frković uz nazočnost autora, menadžera održavanja u Cemex-u Maria Cikojevića, promovirali su upravo tiskanu knjigu *Strategija održavanja industrijskih postrojenja primjenom RCM metodologije*. Cikojević, i sam certificirani Europski stručnjak upravljanja održavanjem, referirao se na izobrazbu ESUO: Velika hvala mojim profesorima i HDO-u na novim znanjima i spoznajama koja su nam omogućili. Tijekom izobrazbe prošle godine shvatio sam kako je važno da i praksa koju provodimo u gospodarstvu bude zabilježena. Tako je nastala ideja o knjizi, tako sam počeo pisati. Knjiga koju držite u rukama nije nikakva istina o održavanju, jedina moguća praksa, ona je tek plod osobnog promišljanja na temu upravljanja procesima održavanja te odnosa proizvodnje i inženjeringa na primjeru cementne industrije. Uz višestruke komplimente, prof. Štefanić, koji je bio stručni recenzent Strategije održavanja, poželio je Cikojeviću da napiše još koju vrijednu knjigu te da se i

drugi naši stručnjaci ugledaju na njegov primjer. Knjiga je objavljena u izdanju HDO-a i može se nabaviti putem mrežne stranice udruge: hdo@hdo.hr. Cijena knjige je 90 kuna.

Kao što smo već spomenuli, prvi dan Savjetovanja bio je u znaku digitalizacije, Industrije 4.0, interneta stvari... Zanimljivo izlaganje imao je dipl. ing. Siniša Brajković iz SKF Grupe. U sklopu teme o digitalizaciji i Industriji 4.0 iznio je primjer ugradnje senzora na kotače, to jest kotrljajuće ležajeve vlakova. Projekt se provodi u Njemačkoj (Deutsche Bahn), ali senzori su postavljeni i na nekoliko hrvatskih vlakova. Senzori na kotačima spojeni su na internet (*Internet of Things*, IoT) i u određenom vremenskom razmaku šalju podatke o vibracijama i temperaturama ležajeva, a uz pomoć GPS-a i o lokaciji vlaka. Softver procesira podatke, stvara tablice, grafikone, podaci se pospremaju na tzv. *cloud storage* i ovlaštenom su djelatniku dostupni u svakome trenutku i na svakome mjestu. Ako poslani podaci bitno odudaraju od uobičajenih vrijednosti, aktivira se alarm. Drugim riječima (pretpostavimo primjer) možete biti na drugoj strani svijeta te s plaže na Mauricijusu zaustaviti vlak u Perkoviću, jer treba hitno preventivno djelovati i spriječiti kvar. Jedino što trebate je pametni mobitel (tablet, laptop). *Big Data in your pocket!*

Kako će naglasiti mnogi predavači nove tehnologije postavljaju pred održavatelje iskušenja. Jer u sklopu: senzori i digitalizacija – internet – Cloud – Big Data – analitika, zadatak vam je izvući kap vode iz bunara. Znači, izvući onaj važan podatak iz mora nužnih ali nepotrebnih informacija. Istaknuo je to i američki stručnjak Joel Levitt u predavanju zašto su Big Data analitika i pametni tehnički sustavi važni, ali ne i dostatni za održavanje svjetske klase. Gospodin

Levitt drži brojna predavanja i webinare, njegovi su radovi o reaktivnom, planskom, prediktivnom i preskriptivnom održavanju dostupni na internetu i u njegovim knjigama, pa na ovome mjestu tek sljedeći naglasak: primjena novih tehnologija je nužnost, digitalizacija nema alternative i daje šansu i novim, mladim tvrtkama, industrijama. Kvalitetne analitike nema bez dobrih softvera, ali kuća se gradi od temelja pa već u fazi projekata menadžeri moraju znati što žele, što je bitno, koji su prioriteti, ključni podaci (KPI). Međutim, treba biti svjestan i toga kako ni jedna tehnologija nema šanse bez temeljne poslovne kulture, kvalitetnoga menadžmenta, dobre organizacije rada, stalnoga obrazovanja djelatnika i okruženja koje potiče i nagrađuje predanost, inventivnost.

Važna je to poruka, jer vjerujem kako mnogi od nas mogu svjedočiti o potpuno drugačijoj korporativnoj kulturi: o šefovima koji slabo poznaju djelatnike, ne mare za njihovo mišljenje, prijedloge, autoritet temelji na svojoj funkciji, birokrati su, ne shvaćaju tehnološke inovacije, podilaze vlasnicima, dionicima... S takvom poslovnom kulturom ni najbolje tehnologije neće donijeti rezultate.

Zanimljiva su razmišljanja i dr. Jadranke Polović o umjetnoj inteligenciji i etici. Je li čovjek dovoljno etičan, human, inteligentan da umjetnu inteligenciju koristi za dobrobit čovječanstva, a na za osobnu korist. Hoće li umjetna inteligencija i robotizacija dokinuti radna mjesta i hoće li monopol na znanje iznjedruti do sada neviđene centre moći? Već smo danas svjedoci kako roboti čiste prostorije, proizvode, popravljaju sami sebe, voze automobile, ratuju, to jest ubijaju živu silu – ljude... Potencijalni je to generator posvemašnjih frustracija, nezaposlenosti, bolesti pojedinaca i društva, bijede...





U pauzi između predavanja više sam minuta promatrao kako robot poput kornjače roni uz dno vanjskoga bazena hotela Olympia i čisto ga od algi i lišća. Nakon nekoga vremena pojavio se djelatnik hotela pregledao obavljenu posao pa je uz pomoć daljinske kontrole usmjerio robota na nepočišćena područja. Za deset godina roboti će sami noću izlaziti iz spremišta, počistiti bazen i kontrolirati sami sebe, a menadžer održavanja u hotelu sjetit će se da postoje tek kada ga alarm upozori kako je došlo vrijeme servisa ili da treba promijeniti četkice motora. Danas se *call centri* američkih i engleskih tvrtki nalaze na Filipinima, u Indiji... Hoće li sutra dijeliti sobe s menadžerima održavanja?

Znatnu pažnju privukla su izlaganja prof. dr. Nedjeljka Štefanića s Fakulteta strojarstva i brodogradnje kao i prof. dr. Igora Kuzle s ETF-a. Teme su bile *Važnosti Industrije 4.0 za područje održavanja* i *Napredne tehnologije u održavanju opreme – internet stvari*.

Prof. Štefanić je, između ostaloga, naglasio kako je održavanje jedno od područja na kojemu se očekuju značajni efekti primjene digitalizacije i drugih tehnologija koje donosi Industrija 4.0. Znatna sredstva ulagat će se u održavanje zahvaljujući čemu će se dugoročno troškovi održavanja smanjivati, a raspoloživost opreme povećavati. Podrazumijeva to i transformaciju poslova održavanja. Virtualna i proširena stvarnost, analiza velikoga broja podataka, umjetna inteligencija, 3D printanje – do jučer znanstvena fantastika, danas postaju realnost.

Prof. Kuzle govorio je o važnosti interneta stvari koji uz pomoć senzora, softvera i telekomunikacije omogućuje integraciju ogromne količine uređaja i fizičkih objekata. Tehnički sustavi i objekti manje ili više sami međusobno komuniciraju jedni s drugima, s raznim aplikacijama i bazama podataka. Koncept će imati značajan utjecaj na organizaciju i praksu održavanja koja će se temeljiti na realnom stanju opreme u realnom vremenu. Ovu tehničku revoluciju omogućuje rast kvalitete i pad cijene senzora. Nekada su se ugrađivali na najskuplje dijelove sustava (npr. na rotore generatora). Danas im je cijena pala na euro/mjesec pa se mogu ugraditi doslovce na svaki tehnički sustav ili na svaki njegov kritični dio. Sljedeći važan čimbenik je smanjenje dimenzija komputera (veličina dugmeta – kapacitet PC-a). Možete ga smjestiti bilo gdje, a troši vrlo malo energije.

Obojica profesora posebno su naglasila fundamentalnu važnost sigurnosti na mreži, jer već smo danas svjedoci *cyber* ratovanja.

Fredric Beghain generalni je menadžer EASA-e, najveće međunarodne udruge posvećene elektromehaničkim uslugama. Upozorio je kako 70% energije u industriji troše motori. Cijena održavanja i nabave motora manji je dio troška tijekom njihova životna vijeka. Smanjenje troškova

eksploatacije i efikasno održavanje misija je EASE, a njihova svakodnevna praksa primer je kako društvene organizacije, udruge, mogu pridonijeti učinkovitosti industrije i razvoju Industrije 4.0. David Kreft iz tvrtke Mersen prikazao je nova rješenja u eksploataciji i održavanju elektromotora s inovativnim rješenjima za odstranjivanje nečistoća i prašine iz motora. Kada se radi o tehnologiji važna je stručnost. Također i korištenje prave tehnologije za pravi posao. Danas je Mersen međunarodno poznat po svojoj stručnosti i pristupu električnom snage i naprednih materijala, pružajući industrijskim tvrtkama širom svijeta inovativna rješenja za poboljšanje performansi svojih proizvoda i usluga.

Paul Daugalis, poznati litvanski stručnjak australskoga podrijetla, predstavio je auditoriju tzv. katalog znanja EFNMS-a. Europska federacija nacionalnih društava za održavanje (EFNMS) uputila se u proučavanja kataloga znanja održavanja i upravljanja imovinom (Book of knowledge, BoK) sukladno praksi širom Europe. Prakse su korigirane sukladno naprednim europskim standardima za kvalifikaciju osoblja za održavanje. Rezultat je BoK; pregled koji detaljno opisuje i usklađuje potrebe s procesima održavanja i povezanim pokazateljima. Također, BoK pruža platformu za kontinuirano učenje, certificiranje kompetencija (ESUO) i potiče prepoznavanje metodologija za unapređenje organizacije održavanja.

Na koncu prvoga dana Savjetovanja Joel Levitt održao je radionicu *Kako odavde stići tamo – studija slučaja od korektivnog do održavanja svjetske klase*. Evo nekih naglasaka: Precizno održavanje jedno je od temeljnih polazišta, implementacija novih tehnologija drugo, znanje treće. Kako bi mogli spriječiti defekte moramo poznavati njihove uzroke. A to su loš materijal, slaba disciplina rada, nedostatak oruđa i znanja, loši doknadni dijelovi, loš dizajn tehničkog sustava. I sada opet dolazimo na već spomenuti važan detalj – opću radnu, korporativnu kulturu. Ako želimo eliminirati kvarove nije dovoljno popravljati nego i poboljšavati. Metoda malih poboljšanja, malih koraka donosi nevjerojatne rezultate. Statistika je pokazala kako se poboljšanjem samo jednoga postotka problematičnih dijelova tehničkih sustava, za tri godine kvarovi smanjuju za 50%. Izgleda nevjerojatno, zar ne?

Evo ilustracije kako to funkcionira: Uzrok potonuća Titanika nije incident, slučajni sudar s ledenom santom. I sudar sa santom i potonuća posljedica su brojnih propusta:

- Prilikom gradnje broda (s obzirom na dimenzije) nije korišten dovoljno čvrst čelik
- Zbog loše konstrukcije pregrada, nepropusne komore broda nisu bile nepropusne
- Brodarska tvrtka, vlasnik Titanika, zanemarila je svoju misiju. A ta je da sigurno prevozi putnike iz jedne luke u drugu
- Kako bi najbrže u povijesti preplovio Atlantik, brod je plovio prevelikom brzinom

Poštovana predsjednice Grabar-Kitarović, Zahvaljujemo Vam na pokroviteljstvu nad savjetovanjem **MeditMaint 2018**, koje se uz sudjelovanje menadžera održavanja iz Hrvatske, Slovenije, BiH, Belgije, Francuske, Litve, Australije i SAD-a od 16. do 18. svibnja održalo u Vodicama. Savjetovanje je organiziralo Hrvatsko društvo za održavanje i upravljanje tehničkim sustavima i infrastrukturom (HDO). Dopustite nam da Vam prenesemo neke od naglasaka Savjetovanja:

Usprkos rastu izvoza i industrijske proizvodnje, hrvatsko gospodarstvo ozbiljno stagnira na planu globalne konkurentnosti. U budućnosti to može imati dalekosežne posljedice. Danas je konkurentnost usko povezana s procesima automatizacije, digitalizacije i uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije u proizvodnji. Dugoročna svjetska vizija razvoja proizvodnje – nazvana **Industrija 4.0** – temelji se na povezivanju online tehnologije, menadžmenta, industrijskih pogona i zasebnih strojeva. Ubrzana promjena načina proizvodnje i racionalizacije proizvodnih procesa nije zapreka hrvatskoj industriji koja je zapela negdje u labirintima tzv. druge i treće industrijske revolucije, već je šansa da se preskoče principi gospodarenja koji se sada napuštaju. Tvrdi to i svjetski stručnjaci i hrvatski inženjeri, menadžeri te sveučilišni profesori, koji su se ove godine okupili na Savjetovanju **MeditMaint** u Vodicama.

Hrvatsko društvo održavatelja već više godina upozorava na nužnu potrebu znatno većih ulaganja u obrazovanje, znanost, gospodarstvo, nadalje na potrebu cjeloživotnoga obrazovanja inženjera i menadžera. Također i na važnost regulatornih agencija i nužno certificiranje potrebnih znanja.

U sklopu tih nastojanja HDO svake godine organizira više seminara, radionica, savjetovanje te izobrazbu i certifikaciju za Europskog stručnjaka upravljanja održavanjem (ESUO) po programu europske krovne udruge održavatelja EFNMS, a sukladno normi EN 15628 *Kvalifikacija osoblja održavanja*. Smatramo to izuzetno važnim jer suvremeno održavanje je bit proizvodnje i podrazumijeva gospodarenje tehničkim sustavima tijekom njihova životnog vijeka – od projektiranja pogona, preko montaže i eksploatacije pa do zbrinjavanja. O tome procesu ovise produktivnost, konkurentnost, kvaliteta, sigurnost na radu i čist okoliš.

Nažalost, nastojanja mnogih stručnjaka okupljenih oko HDO-a, ali i na hrvatskim sveučilištima, često kao da su bez odjeka u društvenoj i političkoj svakodnevici.

S poštovanjem,

*dipl. ing. stroj. Drago Frković
predsjednik društva*

- Ne bi li skratio put, plovio je sjevernijom rutom nego li je uobičajeno, što je bitno povećalo opasnost od santi
 - Kormilo je bilo premalo u odnosu na veličinu broda pa su manevarske mogućnosti Titanika bile skromne
 - Na najvišoj palubi nije bilo ni promatrača niti dvogleda (što je u to doba bilo uobičajeno). Da je eliminiran jedan jedini, bilo koji od ovih propusta, tragedija bi bila izbjegnuta. I ne samo to:
 - Titanik nije imao (valjani) protokol postupka u slučaju opasnosti
 - Smatran je nepotopivim pa nije imao dovoljan broj čamaca za spašavanje
- Da je bilo drugačije, ne bi poginulo 1517 putnika, među kojima i 27 Hrvata.

Drugoga i trećeg dana Savjetovanja prešlo se s engleskoga na hrvatski jezik, jer su izlagali domaći autori. Ako je prvi dan bio protkan teorijom, novim tehnologijama, drugoga dana u središtu pažnje bila je praksa, što je i tematski i smisleno zaokružilo Savjetovanje **MeditMaint 2018**. Mogli smo spoznati kako inovacije dolaze i kroz praksu, te kako se (kao i u netom opisanoj teoriji) malim poboljšanjima može postići veća raspoloživost i pouzdanost tehničkih sustava.

Izlaganja su podijeljena u tematske cjeline: Pouzdanost, raspoloživost i pogodnost za održavanje, Tehnologije održavanja, Elektrotehnika, elektroprivreda i održavanje, Gospodarenje materijalnom imovinom i objektima, IT sustavi u održavanju, Ekologija, Upravljanje i organizacija održavanja te Gospodarenje materijalnom imovinom i objektima. Bila je to prilika da se predstave i tvrtke izlagači. Spomenimo zanimljiva rješenja za upravljanje radnim nalogima koje su predstavili Andrej Uranić (Pliva) i Ivan Juras (Gdi). Pored prije spomenutih tvrtki na Savjetovanju su izlagali i Kolomejec d.o.o. (procesne i transportne trake, remenski prijenos), Eco Consult / Mersen (međunarodna tvrtka koja osmišljava, implementira i servisira održiva energetska učinkovita rješenja), Daikin Hrvatska (učinkovita rješenja za grijanje, rashladnu tehniku i klimaticizaciju), Terad (ovlašteni zastupnik vodećih svjetskih proizvođača inovativnih rješenja u poslovnim segmentima telekomunikacija i tribologije), Belmet 97 (zastupanje i prodaja mjernih i ispitnih instrumenata te mjernog pribora različite namjene). Posebno valja izdvojiti INA maziva, ne samo zbog sveprisutnosti u hrvatskoj industriji, već i zbog prezentacija zanimljivih tema na savjetovanjima HDO-a. Ovom se prilikom izlaganje (Tonča Čaleta Prolić, Ivan Grdić) bavilo rezultatima ispitivanja kvalitete ulja u plinskim motorima na naftnoj platformi.

U posjetu Memorijalnom centru Faust Vrančić

AUTOR KREŠIMIR BRANDT

Trećega dana Savjetovanja, sudionici su posjetili Memorijalni centar Faust Vrančić na otoku Prviću kod Šibenika, gdje su ih dočekala i upoznala s Vrančićevom ostavštinom ravnateljica Ivana Skočić i muzejski vodič Zlatka Rodin. Renesansni genij Vrančić, rođeni Šibenčanin, bio konstruktor mostova, mlinova, tehničkih naprava koje i danas zadivljuju tehničku struku. Ovaj svestrani inovator, autor leksikografskih, filozofskih i pjesničkih djela, rođen je u Šibeniku 1551. godine. Djetinjstvo je proveo na otoku Prviću u koji je bio toliko zaljubljen da ga je odredio svojim posljednjim počivalištem.

Vrančić je živio u Požunu, Budimpešti, Veneciji, Rimu, bio je tajnik Rudolfa Drugog, rimsko-njemačkog cara i hrvatsko-ugarskog kralja koji je stolovao u Pragu. U Veneciji se zareduje te proučava konstrukcije strojeva i građevina. Tako nastaje veliko djelo: nacrti 56 uređaja među kojima se ističu inovativna rješenja izrade mlinova na vodeni i na vjetreni pogon, naprava za prenošenje teških konstrukcija na kopnu i na vodi te mostova. Svakako su najzabudljiviji Vrančićevi izumi prvi funkcionalni padobran te prvi lančani most u povijesti. Nacrti izuma tiskani su kao bakropisi i publicirani u zbirci Machinae Novae (Novi strojevi). Knjiga sadrži 49 bakropisa s komentarima na latinskom, talijanskom, španjolskom, francuskom i njemačkom jeziku.

Iako ga svijet danas pamti kao oca Homo Volansa, letećeg čovjeka, lančanih mostova i mlinova, ne treba zaboraviti ni Vrančićeva leksikografska, povijesna i filozofska djela. Na prvome mjestu je njegov petojezični rječnik pod nazivom Rječnik pet najplemenitijih europskih jezika (Dictionarium quinque nobilissimarum Europae linguarum, latinae, italicae, germanicae, dalmaticae et ungaricae) koji je bio prvi višejezični rječnik u Europi, ujedno i prvi hrvatski te prvi mađarski rječnik. U svakome slučaju među pet najznačajnijih (najplemenitijih) europskih jezika, u rječniku je pored latinskog, talijanskog, njemačkog i mađarskog jezika našao svoje mjesto i hrvatski jezik.

U Memorijalnom centru izložen je veći broj maketa Vrančićevih izuma, a na panoima, slikama i monitorima može se pratiti plodan život hrvatskoga genija. Pri tome sudionike Savjetovanja, redom inženjere tehničkih struka, najviše su zanimala inženjerske konstrukcije tehničkih sustava, ali i interaktivni monitori pa i onaj s letećim čovjekom, namijenjen mlađoj generaciji posjetitelja.



Užas u Čepinu: preminula tri radnika nakon upada u kanalizacijski šaht

AUTOR DRAGO FRKOVIĆ

Jedan je radnik sišao u crpnu stanicu kako bi očistio rešetku. Pozlilo mu je, vjerojatno od metana, pa je pao. Kolega mu je priskočio u pomoć, ali je onda i on upao. Jedan po jedan, pokušavajući si međusobno pomoći, čak su ih četvorica završila u jami – opisuju nam očevici stravičan prizor kojem su svjedočili u utorak iza 11 sati u Čepinu nadomak Osijeka.

– Po dojavu stanara o povratu otpadnih voda u kuće, tvrtka Komunalac angažirala je dežurnu ekipu s vozilom za čišćenje kanalizacijske mreže tvrtke Vodovod – Osijek. Po izlasku na teren uočeno je da crpna stanica ne prihvaća otpadnu vodu jer je njezina rešetka prepuna krpa. Pri pokušaju čišćenja rešetke dogodila se strašna tragedija – priopćili su, pak, iz Vodovoda-Osijek. Kako nam je neslužbeno pojašnjeno, Vodovod je pozvao kolege iz Komunalca da očiste rešetku jer je to njihova nadležnost. Policija utvrđuje detalje. Poginuli Mario Horvat radio je u Komunalcu godinu dana. Oglasila se i tvrtka Vodovod-Osijek. – Tvrtka Vodovod-Osijek d.o.o. izražava najdublju sućut obiteljima stradalih u tragediji koja se dogodila u Crpnoj stanici na križanju Ulice Papuka i Kalničke ulice u Čepinu. Po dojavu stanara o povratu otpadnih voda u kuće, tvrtka Komunalac d.o.o. angažirala je dežurnu ekipu s vozilom za čišćenje kanalizacijske mreže tvrtke Vodovod-Osijek d.o.o. Po izlasku na teren uočeno je da Crpna stanica ne prihvaća otpadnu vodu jer je njena rešetka prepuna krpa. Pri pokušaju

čišćenja rešetke dogodila se strašna tragedija koja je imala za posljedicu smrtno stradavanje djelatnika. U otkrivanju uzroka ove tragedije odgovorne osobe tvrtke Vodovod-Osijek d.o.o. surađuju s nadležnim institucijama, a Vodovod-Osijek d.o.o. izražava najdublju sućut obiteljima poginulih u ovoj strašnoj tragediji – priopćili su iz Vodovoda.

Ovo su samo neki dijelovi opisa strašne tragedije koja se nedavno dogodila u Čepinu prilikom intervencije naših kolega iz održavanja.

Po ne znam koji put opisuju tragediju događaja djelatnika održavanja koje se događaju redovito svake godine. Prošle godine uoči Uskrsa na sam Veliki petak svjedočili smo nesreći u silosu Žitnih terminala u Splitu koja je trebala mobilizirati sve djelatnike održavanja: radimo li i ugovaramo li poslove promišljeno i na siguran način? Tada nas je na Veliki petak zgrozila eksplozija u sjevernoj Splitskoj luci u Žitnim terminalima na Vranjici, kada je u snažnoj eksploziji stradalo petoro ljudi od njih dvoje s vrlo teškim ozljedama i po život opasnim opeklinama. I tada sam, kao i više puta u prošlosti, na ovim stranicama upozoravao na nesreće na radu koje se najčešće događaju u vrijeme kada ljudska pažnja oslabi i kada se korektivnim aktivnostima pristupa bez odgovarajuće pripreme i uz otklanjanje svih oblika rizika, osobito onih koje ugrožavaju ljudski život.

Što je točan uzrok u ovom slučaju pokazat će istraga, međutim za obitelji stradalih to će

biti mala utjeha. U pravilu svjedoci smo da iz svakodnevnih nesreća koje se događaju osoblju održavanja nismo ništa naučili, a država i regulatorne agencije ne čine dovoljno u prevenciji ovakvih događaja.

Naravno da je stalna edukacija osoblja održavanja nužan preduvjet za pravilno izvršavanje aktivnosti održavanja kao i rad na siguran način. Zbog toga sam za ovu priliku izdvojio poglavlje iz priručnika *Održavanje i gospodarenje imovinom* koje je temeljna literatura za stjecanje minimalno potrebnih znanja za Europskog stručnjak upravljanja održavanjem.

2.9. Utjecaj održavanja na zdravlje, sigurnost i okoliš

Nikada kao u posljednjih dvadesetak godina svijest u poduzećima o važnosti zaštite na radu, utjecaja na zdravlje djelatnika, rada na siguran način i zaštite okoliša nisu bili na toliko visokoj razini prioriteta. Poduzeća koje u svojoj poslovnoj politici nemaju visoko izraženu društvenu odgovornost gube utrku s konkurencijom, a tržište ih često nemilosrdno kažnjava izbjegavanjem njihovih proizvoda ili usluga. Nema sumnje da u očima javnosti raste vrijednost poduzeća koja su svoje poslovne politike uskladile s očekivanjima korisnika pa zato poduzeća uz svoja redovna godišnja financijska izvješća, pripremaju i izvješća dostignuća na području zdravlja, sigurnosti, zaštite okoliša, okoline i korisnika, društvene odgovornosti i održivoga razvoja.

TUŽNO Dan poslije velike tragedije u Čepinu

PREBACIVANJE ODGOVORNOSTI

Vodovod: "Mi u šaht nismo smjeli ni ulaziti". Tvrtka Urednost: "Nismo ni mi!"

piše Nikola Putković

Mario Horvat (43), Danijel Franjić (42) i Luka Karin (37). Trojica mladih ljudi, u naponu snage, izgubili su živote u nezapamjenoj tragediji u Čepinu koja je šokirala Hrvatsku.

Kako se dogodilo da radnici bez adekvatne opreme idu u čišćenje kanalizacijske crpne stanice u kojoj prijete brojni otrovni plinovi, koji su im najgledatnije i odnijeli živote, još uvijek je pitanje bez odgovora. Mario je poginuo koji kilometar od kuće u kojoj je živio na svojim očern, nakon što su prije nekoliko godina ostali bez supruge i majke. Godinama je bio bez posla, a onda se lani zaposlio u čepinskoj Urednosti. Danijel je liza sebe ostavio neutuženim suprugom. Izu te njihove dvije kćeri, stariju a dobi

od osam godina i mlađu koja će za koji dan napuniti godinu dana. U nogometnom svijetu Osijska i okolice poznatiji kao "Osimo", Franjić je bio ljudina od čovjeka, kojeg su krasile sve odlike pravog sportaša. Na terenu izvan njega.

TRUĐINA SUPRUGA - Bio je najmlađi radnik na kanalizacijskoj crpnoj stanici iz Vodovoda Osijski u kojem je radio 20 godina. I o njegova kolegi iz ekipe Luki Karinu, koji je preminuo nekoliko sati nakon nesreće u KBC-u Osijski, kolege imaju samo riječi hvale. S njim se, pak, sudbina također grubo poigrala. Nastradalo je samo 300-sinjak metara od kuće u kojoj mu žive roditelji i brat, a u kojoj je i sam živio dok se nije ozbiljno oboležio se u Osijek. Supruga Dajana bez muža je ostala u šestome mjeseca trudnoće. Četvrti teško nastradali



Vodovod je to trebao očistiti, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti, tvrde u čepinskoj tvrtki Urednost

vidjeli kolegu u nevolji i nisu razmišljali o posljedicama. Za nas su oni heroji - s knedlom u grlu poručio je Jukić. Iz Vodovoda su na naše pitanje odgovorili i da nikada ni njihov posebiti tim nije ulazio u stanicu u Čepinu, niti je čišćio.

Vodovod nije vlasnik te infrastrukture i ne smije tamo ulaziti. Mi tamo taj posao ne radimo, niti ga napolagamo, ne održavamo, niti smo održavali - rekao je Jukić. No, Željko Barišić, direktor Urednosti, tvrdi drugačije. Istače da je od Vodovoda "marširao da očisti sustav, a pod time se podrazumijeva crpna stanica, tlačni i gravitacijski cjevovod, jer su oni su i inače to za nas održavali".

Vodovod ima za to stručno osposobljene ljude i opremu, a mi nemamo ništa od toga. Znam da je gospodin Pavić nazvao svuju suprugu koja radi kod nas i rekao joj u čemu je problem, a ona je o tome izvjestila našeg poslovođu, koji je našim radnicima svezjeto no rekao da odu tamo, pretpostavljam da nešto pomognu ili odnesu radnicima Vodovoda. Jer, ponavljam, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti. Vodovod ima sustav nadzora te crpne stanice i to su dosad čistili - rekao je Barišić. Konačan epilog ove priče dat će istraga, kako kriminalistička, tako i ona inspektorata zaštite na radu koji su jučer cijeli dan prove li u Urednosti, jer sve upućuje na to da je u ovom slučaju došlo do niza propusta. Dana je u Čepinu dan žalosti. ❖

Vodovod ima za to stručno osposobljene ljude i opremu, a mi nemamo ništa od toga. Znam da je gospodin Pavić nazvao svuju suprugu koja radi kod nas i rekao joj u čemu je problem, a ona je o tome izvjestila našeg poslovođu, koji je našim radnicima svezjeto no rekao da odu tamo, pretpostavljam da nešto pomognu ili odnesu radnicima Vodovoda. Jer, ponavljam, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti. Vodovod ima sustav nadzora te crpne stanice i to su dosad čistili - rekao je Barišić. Konačan epilog ove priče dat će istraga, kako kriminalistička, tako i ona inspektorata zaštite na radu koji su jučer cijeli dan prove li u Urednosti, jer sve upućuje na to da je u ovom slučaju došlo do niza propusta. Dana je u Čepinu dan žalosti. ❖

Vodovod ima za to stručno osposobljene ljude i opremu, a mi nemamo ništa od toga. Znam da je gospodin Pavić nazvao svuju suprugu koja radi kod nas i rekao joj u čemu je problem, a ona je o tome izvjestila našeg poslovođu, koji je našim radnicima svezjeto no rekao da odu tamo, pretpostavljam da nešto pomognu ili odnesu radnicima Vodovoda. Jer, ponavljam, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti. Vodovod ima sustav nadzora te crpne stanice i to su dosad čistili - rekao je Barišić. Konačan epilog ove priče dat će istraga, kako kriminalistička, tako i ona inspektorata zaštite na radu koji su jučer cijeli dan prove li u Urednosti, jer sve upućuje na to da je u ovom slučaju došlo do niza propusta. Dana je u Čepinu dan žalosti. ❖

Vodovod ima za to stručno osposobljene ljude i opremu, a mi nemamo ništa od toga. Znam da je gospodin Pavić nazvao svuju suprugu koja radi kod nas i rekao joj u čemu je problem, a ona je o tome izvjestila našeg poslovođu, koji je našim radnicima svezjeto no rekao da odu tamo, pretpostavljam da nešto pomognu ili odnesu radnicima Vodovoda. Jer, ponavljam, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti. Vodovod ima sustav nadzora te crpne stanice i to su dosad čistili - rekao je Barišić. Konačan epilog ove priče dat će istraga, kako kriminalistička, tako i ona inspektorata zaštite na radu koji su jučer cijeli dan prove li u Urednosti, jer sve upućuje na to da je u ovom slučaju došlo do niza propusta. Dana je u Čepinu dan žalosti. ❖

Vodovod ima za to stručno osposobljene ljude i opremu, a mi nemamo ništa od toga. Znam da je gospodin Pavić nazvao svuju suprugu koja radi kod nas i rekao joj u čemu je problem, a ona je o tome izvjestila našeg poslovođu, koji je našim radnicima svezjeto no rekao da odu tamo, pretpostavljam da nešto pomognu ili odnesu radnicima Vodovoda. Jer, ponavljam, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti. Vodovod ima sustav nadzora te crpne stanice i to su dosad čistili - rekao je Barišić. Konačan epilog ove priče dat će istraga, kako kriminalistička, tako i ona inspektorata zaštite na radu koji su jučer cijeli dan prove li u Urednosti, jer sve upućuje na to da je u ovom slučaju došlo do niza propusta. Dana je u Čepinu dan žalosti. ❖

Vodovod ima za to stručno osposobljene ljude i opremu, a mi nemamo ništa od toga. Znam da je gospodin Pavić nazvao svuju suprugu koja radi kod nas i rekao joj u čemu je problem, a ona je o tome izvjestila našeg poslovođu, koji je našim radnicima svezjeto no rekao da odu tamo, pretpostavljam da nešto pomognu ili odnesu radnicima Vodovoda. Jer, ponavljam, naši radnici u crpnu stanicu nisu smjeli ulaziti. Vodovod ima sustav nadzora te crpne stanice i to su dosad čistili - rekao je Barišić. Konačan epilog ove priče dat će istraga, kako kriminalistička, tako i ona inspektorata zaštite na radu koji su jučer cijeli dan prove li u Urednosti, jer sve upućuje na to da je u ovom slučaju došlo do niza propusta. Dana je u Čepinu dan žalosti. ❖

Svako društveno odgovorno poduzeće trebalo bi aktivnostima održavanja osigurati povoljne uvjete kojima će zaštititi zdravlje, sigurnost i okoliš kako unutar tako i izvan poduzeća. Za tu je svrhu potrebno definirati sva moguća različita stanja proizvodne opreme koja mogu uzrokovati rizike za zdravlje, sigurnost i okoliš. Kada su takvi rizici prepoznati i definirani, organizacijom rada i internim standardima operativnih procedura opisuju se načini sprečavanje incidentnih kvarova. Procedure moraju jasno definirati aktivnosti održavanja te suradnju održavanja s ostalim organizacijskim cjelinama u poduzeću. U prevenciji štetnih događaja potrebno je uključiti i relevantne vanjske institucije.

2.9.1. Zaštita zdravlja i sigurnost

Temeljem rezultata provedenih kampanja u razdoblju između 2007. i 2012. godine EU je kroz nadležne agencije postavila jasne ciljeve u pogledu smanjenja povreda i nesreća na radu. One bi se u narednom razdoblju morale smanjiti za najmanje 25 %, Koliko je problem nesreća na radu velik najbolje iskazuju brojke i podaci koje ćemo iznijeti:

- Na području EU-a ekonomsko je i radno aktivno 225 milijuna ljudi
- Svake 3,5 minute netko od radno aktivnog stanovništva smrtno strada na radnom mjestu:
- 159.500 ljudi umre zbog posljedica bolesti uzrokovanih radnim uvjetima
- 74.000 ljudi umire zbog posljedica rada s hazardnim supstancama (azbest i sl.)
- Svake 4,5 sekunde jedan radnik iz EU-a sudjeluje u nesreći na radu koja uzrokuje bolovanje u trajanju od najmanje tri radna

dana. Ukupan broj takvih slučajeva veći je od 7 milijuna godišnje.

Izvor ovih podataka je European Agency for Safety and Health at Work (Europska agencija za sigurnost i zaštitu zdravlja na radu) i dio su izvješća sa sastanka Healty Workplace Summit 2013. Sastanak je održan u studenom, 2013. godine u Bilbau povodom završetka kampanje za 2012./2013. pod nazivom "Working together for risk prevention" (Zajedničkim snagama u prevenciji rizika). Informacije o sastanku i radu agencije dostupni su na službenim internetskim stranicama agencije osha.europa.eu [13].

Posljedice stradanja i obolijevanja radnika su troškovi velikih razmjera koji uključuju gubitke i troškove za samog radnika i njegovu obitelj, zatim troškove poslovanja poduzeća (bolovanje, troškovi osiguranja, pad produktivnosti i prihoda, gubitak motivacije i konkurentnosti itd.) i troškovi zajednice (razarajuće za zdravstveni i mirovinski sustav – invalidske mirovine).

Procjena rizika redovito je prvi korak uspješnog upravljanja sigurnošću i zaštitom zdravlja. Procjenu prati sistematsko proučavanje uzroka povreda i šteta uz analizu na koji je način opasnost mogla biti eliminirana i koje preventivne mjere treba implementirati da bi se izbjegle nesreće.

Tako se dolazi do važne uloge održavanja i činjenice da se na ljestvici pravilno planirane i strukturirane organizacije održavanja zaštita zdravlja i sigurnost nalaze među prioritetima. Drugim riječima, održavanje je odgovorna aktivnost koja vodi brigu o sigurnosti u svim sektorima i na svim radnim mjestima unutar nekog

poduzeća. Ona je i sama visokorizična aktivnost, pa vodi brigu i o sigurnosti vlastitih djelatnika. Prema dostupnim podacima 10 do 15 posto nesreća i havarija događa se na radnim mjestima vezanim uz redovne dnevne poslove, dok je 15 do 20 posto nesreća vezano uz aktivnosti i djelatnike održavanja.

Ključni zadaci osiguranja su briga o kontinuiranoj produktivnosti, konkurentnosti poduzeća i stvaranju visokokvalitetnih dobara i usluga. Istodobno održavanje nužno treba ispunjavati svoju ključnu funkciju u pogledu stanja opreme, strojeva i postrojenja tako da vodi brigu o radu na siguran način uz odgovarajuću pouzdanost. Neodgovarajuće održavanje ili izostanak aktivnosti održavanja neminovno vode u rizične situacije, nesreće s negativnim posljedicama po okoliš, zdravlje djelatnika, a u najtežim slučajevima može uzrokovati katastrofe. Svjedoci smo mnogih negativnih primjera koji se uglavnom posljedica neodgovarajućeg pristupa održavanju.

Aktivnosti održavanja moraju se obavljati na siguran način. Podaci o nesrećama koje se vežu s aktivnostima održavanja razotkrivaju nam prostor za buduća poboljšanja procesa održavanja.

Analiza i istraživanja velikih nesreća u većini slučajeva rezultirala su zaključcima kako je jedan od najvažnijih elemenata zaštite zdravlja i sigurnosti u poduzeću kvalitetna i ispravna organizacija funkcije održavanja. Naime, analize su pokazale kako korijeni uzroka mnogih nesreća leže u neodgovarajućoj organizaciji održavanja koja zbog pogrešnog pristupa propušta učiniti nužne poslove koje bi u okolnostima bolje organizacije

bile izvršene bez ikakvih rizika. Neprimjereno organizirano održavanje latentna je opasnost za tehnički sustav pa tako i za sigurnost i zdravlje radnika. Navodimo neke primjere velikih nesreća u svijetu s jednostavnim odgovorima glede uzroka:

- Bhopal, tvornica pesticida, 1984. god., uzrok katastrofe je loše održavanje
- Černobil, nuklearna elektrana, 1986. godine, uzrok nuklearne katastrofe loša edukacija osoblja i manjkav projekt
- Piper Alpha, naftna platforma, 1988. godine, uzrok nesreće loše održavanje na nekoliko nivoa i loša komunikacija s vanjskom vanjskim poduzećem/servisom
- Hamlet, farma pilica, 1991. godine, uzrok katastrofalnog požara pogrešna modifikacija hidrauličke linije od strane održavanja
- Kaprun, skijaška uspinjača, 2000. godine, uzrok nesreće loše održavanje
- Sudar vlaka Transrapid s vozilom za održavanje, 2006. godine, uzrok loša komunikacija tijekom održavanja.

Detaljne analize i istraživanja uzroka nesreća i odgovori na sljedeća pitanja trebaju pomoći u poboljšanjima organizacije održavanja kako bi se izbjegle nesreće:

- Je li menadžment tvrtke podržao modifikacije i izmjene organizacije održavanja?
 - Kako su zadaci održavanja alocirani prema različitim izvršiteljima (operateri u proizvodnji, osoblje održavanja, vanjski servisi)?
 - Je li alokacija općih i pojedinačnih zadataka održavanja poznata svima koji su uključeni u proces održavanja, odnosno je li poznata svima koji bi je trebali poznavati?
 - Poznaju li se međusobno različiti izvršitelji?
 - Što u praksi znači koordinacija različitih izvršitelja?
 - Kako organizirati aktivnosti održavanja koje se odnose na sve sudionike procesa?
 - Je li je moguće upoznati sve izvršitelje održavanja s vremenskim rasporedom aktivnosti održavanja?
 - Da li se u postupku planiranja aktivnosti koordiniraju aktivnosti održavatelja?
 - Tko su osobe s kojima osoblje održavanja direktno komunicira?
 - Tko komunicira i prati vanjske servise koji obavljaju određene aktivnosti održavanja?
 - Tko je odgovoran i koga treba sve obavijestiti u slučaju nepredviđene situacije u procesu operacija održavanja?
- Slijed ovih pitanja navodi na važnost organizacije funkcije održavanja, podjelu aktivnosti između operatera održavanja unutar proizvodnje, osoblja

održavanja i vanjskih servisa te je posebno naglašena komunikacija i sustav nadležnosti [13].

U funkciji zaštite zdravlja i sigurnosti također je i niz aktivnosti održavanja koje proizlaze iz zakonske regulative vezane uz zaštitu na radu. Oprema i elementi tehničkog sustava nužno se trebaju pregledavati i ispitivati kako je to propisano aktima o zaštiti na radu, a koji su dio planova održavanja. Tehnički sustav i njegovi dijelovi ispravni su onda kada su dovedeni u stupanj radne sposobnosti, a da pri tome nije ugrožen rad na siguran način. Ne postoji zakon kojim je regulirana obveza provođenja aktivnosti održavanja pa je u sferi sigurnosti ulogu vanjskog regulatora aktivnosti održavanja preuzeo Zakon o zaštiti na radu. Dio problematike reguliraju i Zakon o državnom inspektoratu, pravilnici državnih inspekcija poput Pravilnika o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije, Pravilnika o izradi procjene opasnosti itd. Zakonodavac posebno naglašava potrebu zaštite oruđa za rad s povećanom opasnošću. To su:

- Električna oprema srednjeg i visokog napona
- Oprema pogonjena motorom s unutrašnjim izgaranjem, parnim strojem ili drugom vrstom energije
- Oprema za preradu opasnih tvari ili oprema koja ih proizvodi
- Radioaktivna oprema
- Posude pod tlakom sa sigurnosnim ventilom.

Održavanja i zaštita na radu u praksi čine jedinstvenu cjelinu, a kvalitetno održavanje nije moguće bez primjene svih propisa vezanih uz zaštitu na radu. Osoblje, kao i osoblje održavanja, nužno mora koristiti sredstva za rad na ispravan i zakonom propisan način uz korištenje osobnih zaštitnih sredstva.

Pravila zaštite na radu mogu se podijeliti na osnovna pravila koja definiraju zahtjeve koje treba ispunjavati određena oprema u uporabi, te posebna pravila koja sadrže uvjete u pogledu stručne osposobljenosti osoba koje obavljaju poslove u posebnim uvjetima rada, način na koji moraju izvoditi aktivnosti, određuju korištenje osobnih zaštitnih sredstava te obvezu isticanja znakova upozorenja određenih opasnosti.

Ulogu lidera i najodgovornije instance u zaštiti zdravlja i sigurnosti svakog radnog mjesta mora na sebe preuzeti menadžment tvrtke. To u praksi pretpostavlja:

- Prepoznatljiv i aktivan doprinos menadžmenta
- Povezavanje s radnicima i njihovim predstavnicima
- Učinkovitu komunikaciju prema dolje i dijagonalno kroz organizacijsku strukturu
- Korištenje metoda procjene rizika za donošenje smjernica i odluka

- Integraciju upravljanja sigurnošću i zaštitom zdravlja s poslovnim upravljanjem
- Promociju ideja kroz čitav lanac opskrbe
- Promatranje, izvješćivanje i preispitivanje radnih značajki glede zaštite zdravlja i sigurnosti.

Naravno, pomaci u sigurnosti i zaštiti zdravlja mogući su samo uz sudjelovanje djelatnika održavanja, kao i svih djelatnika u tvrtki. Dobro provedene mjere sigurnosti u konačnici donose sljedeće boljitke:

- Izostanak troškova koji su posljedica nesreća
- Troškovno učinkovita rješenja
- Zadovoljnu i produktivnu radnu snagu (niži troškovi izostanaka s posla)
- Povećanje svijesti i kontrole rizika na radnome mjestu.

Održavanje opreme, postrojenja, i objekata ili sredstava za prijevoz obuhvaća tehničke, administrativne i upravljačke aktivnosti čiji je cilj održavati ili vratiti u stanje u kojemu mogu obavljati potrebnu funkciju i pri tome ih zaštititi od kvara ili propadanja. Aktivnosti održavanja obuhvaćaju:

- Provjeru
- Testiranje
- Mjerenje
- Zamjenu
- Podešavanje
- Popravke
- Otkrivanje kvara
- Zamjenu dijelova
- Servisiranje

Održavanje se provodi u svakom poduzeću i u svim industrijskim sektorima. Svakodnevna je obveza većine radnika, a ne samo tehničara i inženjera održavanja. Djelatnici uključeni u poslove održavanja mogu biti izloženi sljedećim rizicima:

- Mišićno-koštani poremećaji (MKP) zbog obavljanja zadataka u neprirodnim i naporim položajima tijela, povremeno i u teškim uvjetima okoliša (hladnoća, vrućina)
- Respiratorni problemi povezani s izlaganjem azbestu (održavanje starijih zgrada i industrijskih instalacija)
- Kožna i respiratorna oboljenja zbog kontakta s opasnim tvarima – mastima, otapalima, korozivima i prašinom, uključujući kancerogenu prašinu (piljevinu) kod rezanja drvene građe
- Gušenje u zatvorenom prostoru
- Oboljenja koja uzrokuju izloženost biološkim opasnostima – hepatitis A, legionela
- Cijeli spektar opasnosti od ozljeda, urušavanja, padova, udara dijela stroja, strujnih udara...

Aktivnosti održavanja javljaju se u rasponu od veoma malih, kao što je promjena sijalice ili tonera u pisaču, do velikih, kao što je periodički pregled elektrane. Malen ili velik, svejedno, svaki proces održavanja može ozbiljno utjecati na sigurnost i zdravlje ne samo djelatnika održavanja, već i drugih ljudi. Primjera je bezbroj.

Radnici koji rade na stroju ili na održavanju stroja mogu biti izloženi radijaciji ili opasnim tvarima, može ih udariti pokretni dio stroja ili mogu biti izloženi riziku od MKP-a. Slabo održavanje može izazvati sigurnosne probleme – korištenje pogrešnih dijelova za zamjenu, popravak može uzrokovati ozbiljne nesreće ili ozljede radnika, kao i oštećenje opreme. Nedostatak održavanja može skratiti životni vijek opreme i objekata, ali i uzrokovati nesreće. Primjerice, oštećenje na podu skladišta može uzrokovati nesreću s villičarom. Pri tome se može uništiti oprema, ozlijediti vozač, osobe u blizini...

Održavanje je proces koji počinje prije početka zadatka, a završava provjerom obavljenog rada, potpisivanjem i kompletiranjem dokumentacije o zadatku. Sudjelovanje radnika i/ili njihovih predstavnika u svim fazama i aspektima ovog procesa povećava i sigurnost i kvalitetu rada.

U operacionalizaciji mjera sigurnosti sustava zaštite zdravlja često se koristi pristup u pet koraka. Koraci su: 1) izrada plana (uključuje prikupljanje podataka, angažiranje stručnog osoblja, koordinaciju timskog rada, procjenu rizika i mjere predostrožnosti); 2) osiguranje rada u sigurnom okruženju (uključuje rad na opremi bez izvora napajanja, osiguranje dijelova, eliminiranje drugih izvora opasnosti); 3) korištenje odgovarajuće opreme uz pravilan izbor alata i sustava rada; 4) izvođenje planiranih aktivnosti bez improvizacija i vremenskih pritiska te 5) završna kontrola uz provjeru sigurnosnih zahtjeva.

2.9.2. Planiranje održavanja u odnosu na moguće rizike

Za ovu aktivnost poslodavac mora provesti procjenu rizika i u proces uključiti djelatnike. Neophodno se moraju razmotriti sljedeća problematika:

- Opseg zadataka: što treba učiniti, koliko je vremena potrebno za obavljanje zadatka, koliko će održavanje utjecati na druge radnike i aktivnosti u poduzeću
- Identificiranje opasnosti: postoji li opasnost od električnog napona, izlaganja opasnim tvarima, prašini/azbestu u zraku, od zatvorenog prostora, pokretnih dijelova strojeva, teških predmeta koje treba pomaknuti, dijelova koje je teško dohvatiti ili kojima je teško prići, opasnost od pada na nešto ili kroz nešto
- Što je potrebno za zadanu aktivnost: znanja i vještine, broj radnika koji

će obavljati posao, uloge pojedinaca (odgovornost za kontakte s radnicima izvođača ili domaćina poslodavca, upravljanje zadacima, kome se prijavljuju mogući problemi)

- Alati koji se moraju koristiti, oprema za osobnu zaštitu i druge mjere za zaštitu radnika (skele, oprema za praćenje)
- Siguran pristup zoni rada i sredstva za (brzu) evakuaciju
- Osposobljavanje za zadatke
- Neophodne informacije o zadatku koje moraju biti osigurane radnicima uključenim u zadatak, kao i onima koji rade u njihovoj blizini
- Lanac upravljanja i poznavanje postupaka koji će se koristiti tijekom aktivnosti, uključujući izvještavanje o problemima. To je posebno važno ako održavanje obavljaju kooperanti.

Radnici bi trebali biti uključeni u zadatak u fazi planiranja, jer oni mogu prepoznati opasnosti i učinkovit način njihovog eliminiranja. Nalaze procjene rizika i rezultate faze planiranja treba priopćiti radnicima koji sudjeluju u zadatku održavanja, ali i drugima na koje te aktivnosti mogu utjecati. Uključivanjem radnika u osposobljavanje s kooperantima te njihovo upoznavanje s utvrđenim postupcima vrlo su značajni elementi u osiguravanju sigurnosti. U nastavku ovog poglavlja navode se ključne točke pri osiguranju ponašanja koje bi trebalo smanjiti ili anulirati moguće rizike.

1. Rad u sigurnom okruženju (rad na sigurnan način)

Postupci utvrđeni u fazi planiranja tijekom procjene rizika moraju se provesti u djelo. Primjerice, treba isključiti napajanje opreme električnom energijom na kojoj se radi i dogovoriti sustav zaključavanja koji će se koristiti. Potrebno je postaviti karticu zaključavanja s datumom i vremenom zaključavanja, kao i imenom osobe ovlaštene da ukloni zaštitnu bravu. Uz takav postupak eliminira se slučajno pokretanje stroja na kojemu radi radnik održavanja. Radnici trebaju provjeriti i postoji li siguran način ulaska i izlaska iz zone rada u skladu s planom rada.

2. Korištenje odgovarajuće opreme

Radnici koji obavljaju poslove održavanja moraju imati odgovarajući alat i opremu koja može biti i drugačija od uobičajene. U zonama koje nisu radne stanice djelatnici održavanja mogu biti izloženi nebrojenim opasnostima, a za svaku je propisana odgovarajuća osobna zaštitna oprema (OZO). Radnici koji čiste ili mijenjaju filtere na odvodnoj ventilaciji mogu biti izloženi koncentracijama prašine mnogo većim od dopuštenih. Pristup filterima, koji se često nalaze u području krova, također mora biti siguran. Alat potreban za rad i OZO utvrđeni tijekom planiranja i procjene rizika moraju biti

na raspolaganju (s uputama kako ih koristiti) i radnici ih moraju koristiti.

3. Pridržavanje sigurnosnih radnih postupaka ili procesa

Plan rada treba slijediti čak i ako postoji vremenski pritisak: prečaci mogu biti opasni, vrlo skupi i mogu uzrokovati nesreće, ozljede ili oštećenje imovine. U slučaju neplaniranih događaja potrebno je obavijestiti nadzornika i/ili konzultirati druge specijaliste. Vrlo je važno zapamtiti da pokušaj nadilaženja vlastitih vještina i sposobnosti može rezultirati vrlo ozbiljnim nesrećama.

4. Provjeravanje obavljenih aktivnosti

Zadatak je obavljen kada je jedinica koja se održava u ispravnom i sigurnom stanju i kada je sav reprofmaterijal, alat i otpadni materijal uklonjen. Nakon što je stanje jedinice provjereno i proglašeno sigurnim, odgovorna osoba potpisuje da je zadatak obavljen, skida zaštitne brave i o završetku radova obavještava nadzornike i druge radnike. Završni korak je pisanje izvješća za upravu. U izvješću se opisuju obavljeni posao, navode se problemi na koje se naišlo i eventualne preporuke za poboljšanja. Idealno, o ovome bi se trebalo raspravljati na sastanku uprave na kojem bi širi krug djelatnika mogao komentirati aktivnosti te iznijeti odgovarajuće prijedloge za poboljšanja procesa.

Navedene smjernice i preporuke izrađene su tijekom priprema za Europsku kampanju sigurnog održavanja (European Safe Maintenance Campaign) koja je provedena tijekom 2010/2011. godine, a koja posebno naglašava brigu za male i srednje tvrtke koje nemaju na raspolaganju resurse poput velikih. Male i srednje tvrtke često nemaju vlastito stručno osoblje održavanja i češće su prisiljeni i upućeni na korištenje vanjskih servisa. U okolnostima smanjene mogućnosti pravilnog sustava održavanja raste opasnost od nesreća. Kada poduzeće nema stručna znanja i resurse iz područja održavanja, problematična je i procjena te izbor vanjskih servisa. Ako žele izgraditi odgovarajući sustav zaštite zdravlja i sigurnosti, menadžment takvih poduzeća treba optimalno organizirati vlastito održavanje, ili definirati odgovornosti tako da stručna osoba preuzima odgovornosti za provođenje aktivnosti održavanja ili kontrolu izvršavanja istih od strane vanjskih servisa. Dakle, za organizaciju sustava koji uključuje kvalitetno održavanje i zaštitu zdravlja i sigurnosti odgovoran je menadžment.

Poslovi održavanja mogu izložiti radnike riziku, ali neprovođenje održavanja može dovesti više radnika u rizičnu situaciju.

Nadam se kako će vas ova djelomična prezentacija iz priručnika Održavanje i gospodarenje imovinom potaknuti na podizanje svijesti o velikim rizicima kojima su izloženi djelatnici održavanja.

OČI održavanja (akronim: OČI – Odlučujući Čimbenici Izvrsnosti)

CSF Maintenance (acronym: CSF – Critical Success Factors)

Rad je objavljen u Zborniku **MaditMaint 2018**

Identifikacija odlučujućih čimbenika izvrsnosti djelatnosti održavanja omogućuje uspostavu upravljanja koje vodi stalnom poboljšanju održavanja u svim vidovima. Istražen je cijeli niz različitih čimbenika čijim se praćenjem, usporedbom i korigiranjem ulaže u rast kvalitete poslovanja. Djelatnost održavanja iznimno je kompleksna s obzirom na to da se sastoji od više grupa s velikim brojem područja djelovanja. Stoga za identifikaciju stanja sustava treba više različitih odlučujućih čimbenika. Njihovo prepoznavanje i validacija omogućuje da se na njima permanentno radi te da se kroz to uspješnost djelatnosti održavanja neprekidno poboljšava.

Ključne riječi: odlučujući čimbenici izvrsnosti

Identification critical factors of success allows for the establishment of a management that maintains a continuous improvement of maintenance in all aspects. A number of different factors have been explored by tracking, comparing and correcting them, they contribute to the growth of business quality. Maintenance activity is extremely complex since it consists of several groups with a large number of areas in action. Therefore, there exists the need to determine system status through various critical factors of success. Their recognition and validation allows to work permanently on them, and through this, the success of the maintenance business is continually improving.

Key words: critical success factors

DAMIR ŠKRINJAR

Zagrebački električni tramvaj d.o.o.
10000 Zagreb, Ozaljska 105, Hrvatska

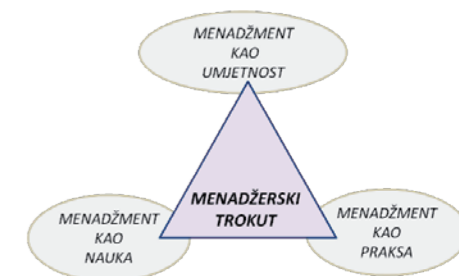
1. Odlučujući čimbenici izvrsnosti održavanja

Spoznaja sustava djelatnosti održavanja vrlo je složena. Često je nisu u stanju u cijelom obuhvatu determinirati ni upućene osobe iznutra, a pogotovo je nejasna sa svim potrebnim zahtjevima i provedbenim aktivnostima onima koji je tek načelno promatraju. Kako bi se prepoznao obim i vrsta u svim vidovima te ocijenilo stanje djelatnosti uvode se odlučujući čimbenici izvrsnosti. Njihov utjecaj je dominantan na cjelokupno funkcioniranje i njihovim poboljšavanjem raste cijeli sustav. To su: menadžment, korisnici/kupci, poboljšavanja, inovacije, obrazovanje, nagrade, praćenje i usporedba, uključenost zaposlenika, dobavljači i kvaliteta. U nastavku rada svaki od navedenih čimbenika poblježe je opisan.

1.1. Opredijeljenost menadžmenta

Opredijeljenost menadžmenta, odnosno uprave ili vodstva tvrtke najutjecajnije je i ključni čimbenik izvrsnosti i uspješnosti djelatnosti održavanja u cjelini. To je dokazano velikim brojem istraživanja koja zaključuju da je opredijeljenost vodstva presudna za uspješno upravljanje, jer kad vodstvo uspostavi formalnu politiku kroz definiranu strategiju i pripadajuće ciljeve, tada zaposlenici neće uspostavljati vlastite politike [1]. Jednom riječju,

djelotvorno upravljanje počinje od "glave", a ne od "repa". Mnogi autori na različite načine definiraju menadžment. Najčešće citirana definicija pojma menadžment je definicija američke teoretičarke menadžmenta iz ranih 30-tih godine prošlog stoljeća M. P. Follett [3], koja menadžment definira kao: "...umijeće obavljanja poslova pomoću ljudi...". Menadžment i nije ništa drugo nego obavljanje poslova koje zahtijeva angažman određenog, većeg ili manjeg broja ljudi, neovisno od vrste i karaktera posla. U tom kontekstu menadžerski trokut sastoji se od umjetnosti, prakse i nauke.



SLIKA 1. Menadžerski trokut

Ne ulazeći dublje u elaboraciju različitih definicija, menadžment, a samim time također i menadžment održavanja, definirat ćemo kao sve poslovne aktivnosti (menadžerske funkcije) koje obavljaju menadžeri održavanja u okviru odgovarajućeg

poslovno – organizacijskog oblika, odnosno odgovarajuće organizacije (industrije, uslužnih djelatnosti, institucija, ustanova, i sl.) angažirajući resurse uz težnju da se osigura uspješno poslovanje. Pri tome je menadžment uvijek zadužen za definiranje misije, vizije, strategije s ciljevima i formalne organizacijske strukture koja uz adekvatan kadar omogućuje uspješnu realizaciju djelatnosti. Prikupljanje navedenih ključnih pokazatelja na više razina i iz različitih izvora omogućuje ocjenu stanja, kao i definiranje smjernica djelovanja za buduća razdoblja.

1.2. Usmjerenost na korisnika usluge održavanja

Današnji pristupi vođenja zasnivaju se na objektivnoj okolnosti da svaka organizacija ili bilo koji njen podsistem ima kupca, eksternog ili internog. Potrebe, očekivanja, zahtjevi i sklonosti korisnika moraju biti ispunjene da bi poslovni potez, ali i organizacijska sredina kao cjelina bila uspješna. Narudžbe korisnika se u praksi stalno mijenjaju, stoga ih treba procjenjivati i usklađivati prema očekivanjima. Usmjerenost na korisnika usluge održavanja odnosno kupca vrlo je bitan čimbenik izvrsnosti. Da bi djelatnost održavanja bila uspješna, korisnika/kupca usluge održavanja treba prioritetno promatrati, što se odražava na kvalitetu cjelokupnog poslovanja.

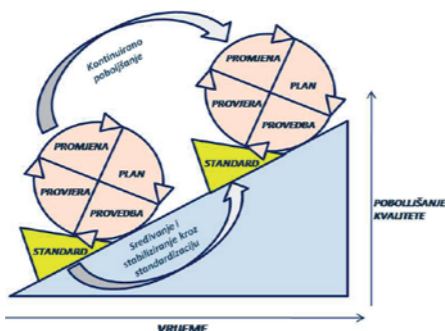


SLIKA 2. Kupci/korisnici

1.3. Kontinuirano poboljšavanje

Kontinuirano poboljšavanje predstavlja postupak koji vodi stalnoj i neprekidnoj šansi za prosperitet, dok neuspjeha, pogotovo one koji se permanentno ponavljaju, umanjuje ili čak u potpunosti eliminira.

Zamisao stalnog poboljšanja nalazi smisao u postavci da se svaka aktivnost sadrži povezane postupke i akcije koji za rezultat imaju neki konačan cilj. Stalni nadzor svake akcije u postupku provedbe te stalno poboljšavanje tih akcija smanjuju razlike u rezultatima usluge odnosno proizvoda te istodobno stalno povećava raspoloživost i pouzdanost sustava. Drugim riječima, permanentno poboljšava eksploataбилnost sustava, dakle, smanjuje troškove i poboljšava korisnost. Time se još više prilagođava potrebama korisnika, odupire konkurenciji i sveukupno poboljšava konkurentnost.



SLIKA 3. Kontinuirano poboljšanje, preuzeto sa [4]

To je neprekinuti proces optimizacije koji se odnosi na sve procese u organizacijskom, tehničkom i tehnološkom aspektu. One sredine koje neprekidno ulažu u poboljšanja postaju nadmoćne na tržištu u današnjem suvremenom svijetu.

1.4. Inovacija usluge održavanja

Inovacija usluge održavanja prepoznaje se kao vrlo važan čimbenik izvrsnosti djelatnosti održavanja. Na određeni način inovacije proizlaze iz prethodne točke kroz aktivnosti provjere i pogotovo poboljšanja čime potvrđuju svoju važnost, utječu na vođenje procesa i samu kvalitetu usluge. Prisutno tržišno poslovanje, pogotovo razvijenih zemalja, naprosto je prisiljeno neprestano inovirati kako bi se konkurentski održalo. Ulaganje sredstava u inovacije postupka ili procesa rada na održavanju dugoročno daje povoljne rezultate i sigurno je isplativo. Svijest o važnosti inovacija u svim segmentima rada i djelovanja sve više jača, obzirom da bez inovacija sustavi zaostaju i umanjuje im se konkurentska prednost. Stoga je vrlo važno osigurati komunikacijske putove u svim smjerovima, a pogotovo poslušati prijedloge operativnog osoblja koje je svakodnevno izloženo potrebi za određenim izazovima koji mogu rezultirati inovativnim rješenjima.



SLIKA 4. Inovacije usluge održavanja

1.5. Obrazovanje i osposobljavanje

Čimbenik obrazovanje i osposobljavanje odnosi se na sve zaposlenike. S obzirom na to da vrhunske rezultate može dati isključivo marljivost, upornost, timski rad i znanje. Stoga su obrazovanje i obuka definitivno vitalni elementi uspješnosti

sustava. Svi zaposlenici su vrijedni dugoročni resursi dostojni primanja obrazovanja i obuke tijekom cijele njihove karijere. Zajedničke obuke menadžmenta i operativnog osoblja može samo poboljšati odnose i komunikaciju te pridonijeti atmosferi timskog rada.



SLIKA 5. Obrazovanje i osposobljavanje

1.6. Nagrade i priznanja

Nagrade i priznanja pobuđuju opredijeljenost zaposlenika u povećanje kvalitete svojeg rada a time istovremeno i na finalnu uslugu održavanja. Organizacije koje implementiraju sustave nagrađivanja zaposlenika da svojim idejama smanjuju troškove, odnosno poboljšanje kvalitete, ne moraju se brinuti za svoju uspješnost. Menadžment treba poticati sve zaposlenike da daju svoje prijedloge i, naravno, najbolje adekvatno nagrađivati čime će se stvoriti potreba za poboljšanjem koja neprestano izvire.



SLIKA 6. Nagrade i priznanja

1.7. Najbolja praksa

Najbolja praksa u svojoj osnovi predstavlja usporedbu pokazatelja, odnosno Benchmarking, same sredine u vremenu ili s okruženjem te ujedno učenje kako biti bolji. To je alat koji omogućuje analizu i usporedbu temeljenu na činjenicama, a potom i realistično poboljšanje poslovnih procesa. Benchmarking predstavlja respektabilnu i sve više korištenu praksu u poslovnom svijetu. To je proces identificiranja i razumijevanja najboljih poslovnih praksi na tržištu te njihovo prihvaćanja s ciljem poboljšanja vlastitih poslovnih procesa. Vrlo je učinkovit način prepoznavanja trenutne pozicije tvrtke i/ili pojedine djelatnosti u odnosu na one najbolje, čime se prepoznaju i područja i načini unapređenja performansi vlastitog sustava. Ponavljanjem benchmarkinga u pravilnim vremenskim razmacima omogućuje se efektivan prikaz trenutnog stanja i progressa sustava te povećanje konkurentnosti i postizanje konkurentne prednosti.



SLIKA 7. Najbolja praksa

1.8. Uključenost zaposlenika

Uključenost zaposlenika u aktivnosti organizacijske sredine nužan je uvjet za poboljšanje kvalitete usluge održavanja. Na taj način i operativno i administracijsko osoblje unapređuje svoje sposobnosti, poboljšava samopouzdanje, te uspjeh tvrtke prihvaćaju kao osobni uspjeh. Unutar tvrtke treba podržavati da osoblje daje prijedloge za tehnička, tehnološka i organizaciona poboljšanja. Pri tome se najbolji prijedlozi koji se stvarno i primjenjuju i koji donose uštede i poboljšanja moraju i posebno nagraditi. Time se još više potiče uključenost zaposlenika u svekolike radne procese što u konačnici sigurno prepoznaju i korisnici/kupci kao poboljšanje kvalitete.



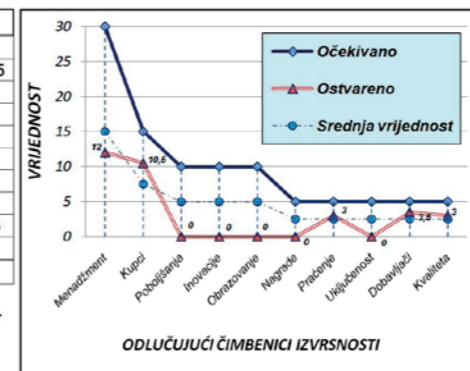
SLIKA 8. Uključenost zaposlenika

1.9. Upravljanje kvalitetom dobavljača

Održavanje kao djelatnost uvelike ovisi o što je moguće boljoj kvaliteti ulaznih sklopova, dijelova, komponenti te sirovina i materijala, obzirom da imaju direktan utjecaj na kvalitetu predmeta održavanja. Kvaliteta predmeta održavanja osigurava njegovu funkcionalnost i ispunjenje zadaće, s obzirom na to da je kvaliteta jedan od primarnih ciljeva održavanja minimalizacija troškova nabave nije

OČI	1	2	3	4
Menadžment	30	15	4	12
Kupci	15	7,5	7	10,5
Poboljšanja	10	5	0	0
Inovacije	10	5	0	0
Obrazovanje	10	5	0	0
Nagrade	5	2,5	0	0
Praćenje	5	2,5	6	3
Uključenost	5	2,5	0	0
Dobavljači	5	2,5	7	3,5
Kvaliteta	5	2,5	6	3
SUMA:	100			32

LEGENDA: 1 OČEKIVANO
2 SREDNJA VRIJEDNOST
3 OCJENA STANJA
4 OSTVARENI UDIO



SLIKA 11. Ocjena stanja s grafičkim prikazom

uvijek primarna. Naime, loša kvaliteta dobavljačeva proizvoda smanjuje kvalitetu predmeta održavanja te može rezultirati nepotrebnim dodatnim troškovima. Stoga je uloga dobavljača u održavanju ključna. Za odgovornu dobavu naprosto su nužni tehnički kompetentni, pouzdani i fleksibilni dobavljači. Razvijanje dugoročno kooperativnog odnosa s dobavljačima je nužno. Pri tome oni redovito sudjeluju u ocjeni kvalitete i daju povratne informacije o izvedbi predmeta dobave kako bi osigurali kontinuiranu kvalitetu isporuke.



SLIKA 9. Upravljanje kvalitetom dobavljača

1.10. Kvaliteta usluge održavanja

Kvaliteta usluge održavanja rezultat je poduzetih akcija svih prethodno navedenih očekivanih čimbenika izvrsnosti djelatnosti održavanja. Kvaliteta će biti to bolja što su bolje određene potrebe korisnika, odnosno kupca. Što je više uključeno cjelokupno, a posebno operativno osoblje uz neprestano poboljšanje njihovih znanja i vještina kao i svekolikih akcija u organizaciji.



SLIKA 10. Kvaliteta usluge održavanja

NAŠE OPREDJELJENJE ODREĐUJE NAŠ USPIJEH



SLIKA 12. Klasifikacija KPI-ova, preuzeto sa [7]

Kod izbora pojedinih promjenjivih veličina treba težiti pravom omjeru, tj. odrediti one koje karakteriziraju upravo bitna obilježja djelatnosti. Nužno je odabrati samo najučinkovitije pokazatelje – ključne pokazatelje izvrsnosti, koji dominiraju i u potpunosti karakteriziraju određeni sustav. Na slici 12. dan je zoran prikaz izbora KPI-ova prema utjecajnim poljima i pripadajućim efektima koje sami ostvaruju.

Očito je da kod kaotičnog i slučajnog odabira KPI-ova naprosto ostvarujemo niže rezultate. Dok se bolji, odnosno najbolji, KPI-ovi ostvaruju kroz strukturirani i metodični pristup koji potom vodi i određuje uspjeh.

Promatranje cijele strukture procesa kroz više perspektiva: *financijske* pokazatelje, *tržište* kojemu pruža uslugu, *organizaciju* kroz unutarnje procese i, naravno, *zaposlenike* koji će voditi organizacijsku cjelinu prema uspjehu. Unutar pojedinih perspektiva vrši se izbor kriterija za donošenje odluka i upravljanje.

U svakoj djelatnosti, pa tako i u održavanju, izbor se sastoji u odabiru određenog broja karakterističnih promjenjivih veličina, koje univerzalno, ali jedinstveno i komparativno za razne organizacijske cjeline opisuju određene najvažnije karakteristike.

Stalno praćenje i komparativna analiza tih univerzalnih pokazatelja u *vremenu* (odnosno proteklog i promatranog perioda), *prostoru* (odnosno pojedinih organizacijskih cjelina) i u odnosu na *planirane* (u pravilu očekivane, predviđene ili normirane) vrijednosti daje nam sliku “bolje” ili “lošije” učinkovitosti, odnosno mogućnost ocjenjivanja i to kako pojedinih djelatnosti tako i cijelog sustava.

2. Zaključak

Postupak prepoznavanja, snimanja, vrednovanja, opisa, procjene postojećeg stanja, validacije, grafički prikaz, ta konačno zaključno preporuke što, kako, kojim smjerom dalje čini zaokruženu cjelinu definiranja odlučujućih čimbenika izvrsnosti održavanja. cijeli postupak je u neprekidnoj petlji koja se stalno i iznova vrti i koja naprosto nema kraja i predstavlja pravu bazu planiranja kao kontinuiranog procesa svjesnog i racionalnog odlučivanja.

Zahvala

Prof. dr. sc. Ivo Čala korisnim je informacijama i savjetima pridonio ovome stručnom članku, na čemu mu se zahvaljujem.

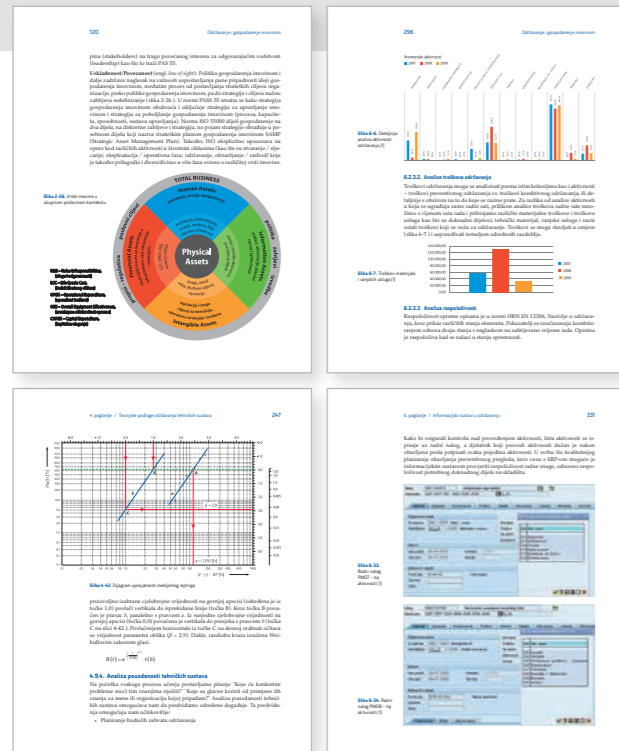
Literatura

1. Kuliš, Š. M., Grubišić, D., *Kritični faktori uspjeha u sustavima upravljanja kvalitetom*, Strojarstvo 53, 2011, str 405 – 414
2. Škrinjar, D., *Test održavanja*, Zbornik radova 22. međunarodno savjetovanje HDO 2016, str. 83 – 90
3. Puđak, M., *Doprinos Mary Parker Follett teoriji organizacije i menadžmenta*, HKJU – CCPI7 (2), str 217 – 236 <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>, očitano veljača 2018.
4. D. Škrinjar, V.A. Kostešić: Kontroling održavanja, Zbornik radova 17. međunarodno savjetovanje HDO 2011, str. 43 – 50
5. <http://www.nist.gov/baldrige>, očitano veljača 2018.
6. <https://www.staceybarr.com/products/pumpblueprintworkshop/>, očitano veljača 2018.



Održavanje i gospodarenje imovinom

Temelj pouzdanosti i čimbenik poboljšanja radnih značajki tehničkih sustava



Poštovani održavatelji i menadžeri, “Održavanje i gospodarenje imovinom” naslov je kapitalnog priručnika s kompleksnog područja održavanja i upravljanja tehničkim sustavima i infrastrukturom i gospodarenja imovinom, koji je promoviran u svibnju prošle godine. Priručnik je plod višegodišnjega rada hrvatskih održavatelja, menadžera, eksperata, doktora znanosti s dugogodišnjim iskustvom u industrijskim pogonima, koji su pod okriljem Hrvatskog društva održavatelja napisali priručnik koristan svakom održavatelju, menadžeru s područja održavanja i gospodarenja imovinom, kao i studentima tehničkih fakulteta. U potpunosti suvremenom metodikom, grafikonima i primjerima radnih procesa iz prakse, priručnik je strukturiran sukladno potrebnim znanjima koje menadžer održavanja treba posjedovati, a koje je definirao EFNMS, European Federation of National Maintenance Society, te će služiti i kao udžbenik prilikom pohađanja tečaja, polaganja ispita i stjecanja certifikata Europski stručnjak upravljanja održavanjem EFNMS-a. Više o priručniku možete doznati na web portalu HDO-a www.hdo.hr gdje možete i naručiti knjigu. Za Vaša pitanja i sugestije javite nam se putem našega telefona, e-maila, fax-a, ili osobno. Priručnik je tiskan u ograničenoj tiraži pa Vas ovim putem pozivamo da što prije osigurate jedan ili više primjeraka za Vaše osobne potrebe i za potrebe tvrtke.

Predsjednik Hrvatskog društva održavatelja
Drago Frković, dipl. ing.

Analiza polimernog cementnog betona uz pomoć tehnologija SANS i PIXE

Analysis of Polymer Cement Concretes by SANS and PIXE

Rad je objavljen u Zborniku **International Conference „MTSM 2017“**

Provedena je studija polimernog cementnog betona (PCC) za izradu novih komponenti za različite kategorije građevinskih materijala. PCC posjeduje dobra funkcionalna svojstva (npr. tvrdoću i stabilnost mehaničkih modula, otpornost na stvaranje starenja i pukotina) i može se primijeniti u različite svrhe.

Ovaj se rad bavi karakterizacijom na nanoljestvici razine Portland cementa s dodanim $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ i redispersibilnim suhim polimerom (RDP) koji se provodi pomoću SANS-a (engl. Small Angle Neutron Scattering). Navedeni rezultati odnose se posebno na raspodjelu veličine nanoiziranih pora. To može pomoći u razumijevanju strukturne osnove fizikalno-kemijskih svojstva te poboljšanja kvalitete i izdržljivost razmatranih materijala. Također je provedena komplementarna istraga proton-elastične rendgenske emisije (PIXE), s ciljem orijentacijske procjene elementarnog sastava uzoraka bez njihova razaranja.

Ključne riječi: cement, polimerni cementni beton, SANS, PIXE, poroznost, industrijska primjena

Study of polymer cement concrete (PCC) is performed to make novel components for diverse categories of constructing materials. PCCs possess good functional properties (e.g., hardness and stability of mechanical modules, ageing and cracks' formation resistance) and they can be adopted for different purposes.

This paper concerns the characterization at the nano-scale level of Portland cement with added $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ and redispersible dry polymer (RDP), carried out by Small Angle Neutron Scattering (SANS). The reported results are related in particular to the size distribution of nanosized pores which can help to comprehend the structural basis for the physico-chemical properties and thus to improve quality and durability of the considered materials. A complementary Proton Elastic X-ray Emission (PIXE) investigation has been also carried out, with the aim of a non-destructive orientative assessment of the elemental composition of the considered samples.

Key words: cements, polymer cement concretes, SANS, PIXE, porosity, industrial applications

MASSIMO ROGANTE
Rogante Engineering Office
VLADIMIR HAVRÁNEK
PAVOL MIKULA
VASYL RYUKHTIN
Nuclear Physics Institute ASCR v.v.i.

Poroznost je glavni parametar cementa koji utječe na mehaničke i toplinske izolacijske osobine, a obično se procjenjuje akustičkim metodama, plinom i tekućom porozimetrijom (kao što je porozimetrijska provjera žive) i gravimetrijskim tehnikama. Akustičko-električni pristup omogućuje određivanje odnosa između poroznosti i karakteristika električnih i akustičkih odgovora na pulsnu mehaničku uzбудu [1]. Ostali važni parametri su ravnoteža između kristalnih i gel faza formiranih hidratiziranih spojeva; stupanj hidratacije veziva; morfologija i veličina kristalnih hidrata.

Rezultati dobiveni primjenom tehnika neutrona u karakterizaciji materijala bitno su pridonijeli boljem razumijevanju karakteristika i pona-

šanja materijala [2-4]. Ove tehnike su ključni alat i u slučaju cementa – povećanja životnog vijeka, poboljšanje performansi te sprječavanje degradacije vezane uza starenje. SANS osobito daje ključne podatke koji nadopunjuju analitičke i kristalografske podatke koji su presudni za razumijevanje strukturne osnove za kemijska i fizikalna svojstva materijala.

U ovom radu razmatrani su uzorci polimernih cementnih betona (PCC) [5] koje je proizveo Odjel građevinskih materijala Federalnog sveučilišta Ural (DBM-URFU), izrađeni od *Portlandovog* cementa s dodatkom $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ i RDP-a s različitim omjerima aditiva za proučavanje SANS-om i za usporedbu s već provedenim istraživanjima [6-8].

RDP-ovi mijenjaju strukturu betona. Kada vezivno sredstvo i voda stvaraju cementni kamen, čestice se zajedno spajaju u monolit.

Ovaj rad tek je dio opsežne studije inovativnih cementa i srodnih materijala koje je Rogante Engineering Office osmislio uz usvajanje naprednih metodologija, uključujući npr. lasersku interferometriju [9]. Posebno se usredotočuje na raspodjelu veličine nanoiziranih pora korisnih za razumije-

vanje strukturalne osnove za fizikalno-kemijska svojstva i unapređenje kvalitete i izdržljivosti. Prethodne SANS i rendgenske analize cementa objavljene su [6] te potvrđuju da SANS omogućuje karakterizaciju strukture pora i potvrđivanje raspodjele pora u cementnim pastama, proučavajući poroznost sitnih pora bez sušenja ili prethodne obrade uzoraka. Sadašnja SANS ispitivanja provedena su radi potpunog upoznavanja učinaka različitih aditiva na nanostrukturu i posebnosti strukture sučelja unutar cementnog kamena.

1. Materijali i metode

1.1. Beton polimernog cementa

PCC su cementni kompoziti s dodatkom različitih spojeva visoke molekularne mase u obliku suhoga praha ili vodenih disperzija. Dodavanjem polimera moguće je promijeniti strukturu PCC-a na željeni način i proizvesti kompozitni materijal koji posjeduje poboljšanu elastičnost, otpornost na abraziju, kemijsku otpornost i vlačne čvrstoće, kao i smanjenu poroznost i apsorpciju vode. Povećanjem omjera polimer/cement dolazi do smanjenja modula elastičnosti [10-15]. Aktivne komponente

ovih PCC-a su organska tvar i mineralni vezujući agens. Potonji dodavanjem vode tvori cementni kamen koji spaja čestice agregata kako bi proizveo monolit. Uklanjanjem vode iz betona RDP stvara tanki sloj na površini pora, cementa i agregatnih nodula. Takav sloj djeluje poput ljepila pa stoga dodani RDP usporava proces otvrdnjavanja cementnog kamena [6].

Kemijski sastav ispitivanih uzoraka u ovom radu obuhvaća obični Portlandov cement, RDP – kopolimer vinilacetat u praškastom obliku (vinil acetat i vinil versat, i $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$, proizveden termičkom hidrolizom) [6, 16]. U ovom radu, kao i u prošlom SANS istraživanju, razmatrane su dvije metode miješanja RDP-a, tj. disperzija polimera zajedničkim brušenjem i suhim miješanjem. Tablica 1. donosi popis uzoraka s odgovarajućim aditivima i vrstom postupka miješanja.

TABLICA 1. Sastav i svojstva ispitivanih PCC uzoraka

uzorak	RDP (tež. %, tip)	$\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ (tež. %)	smjesa
CEM00	0	0	suha
CEM01	1.5 (RDP-22)	1.5	suha
CEM02	1.5 (RDP-22)	1.5	mokra
CEM03	0	0	suha
CEM04	0	max	suha
CEM05	0	max	suha
CEM06	2.5 (RDP-22)	0	suha
CEM07	2.5 (RDP-23)	0	suha
CEM08	2.5 (RDP-22)	max	suha
CEM09	2.5 (RDP-22)	max	mokra
CEM10	2.5 (RDP-23)	max	suha
CEM11	2.5 (RDP-23)	max	mokra

max = maksimalna količina nanočestica $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2.5\%$

Kontrolni uzorci CEM00 i CEM03 izmijenjeni su dodavanjem mineralne supstance ($\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ -prah, CEM04, CEM05) ili polimera RDP-22, RDP-23 (CEM06, CEM07) ili oba aditiva $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{RDP-22}$ ili $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{RDP-23}$, (CEM01, CEM08, CEM10 suhim miješanjem, CEM02, CEM09, CEM11 mokrim miješanjem). Što se tiče suhog miješanja, RDP prah i $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ dodani su u cement te su miješani 2 do 3 minute. Za mokro miješanje kopolimer zajedničkog mljevenja i $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ pomiješani su u temperiranoj vodi uz korištenje mlina za mljevenje. Posljednja metoda povećava snagu savijanja i kompresije za 10-15 % zbog ujednačene raspodjele RDP čestica i aluminijevog oksida u

TABLICA 2. Karakteristike RDP aditiva [6].

Temp. vitrifkacije (°C)	sastav	Sadržaj krute tvari %	Velič. čestica (μm)
5	vinil acetat + vinil versat	100	80
6	vinil acetat + vinil versat	100	90

cementnom sastavu. Tablica 2. prikazuje karakteristike aditiva RDP [6].

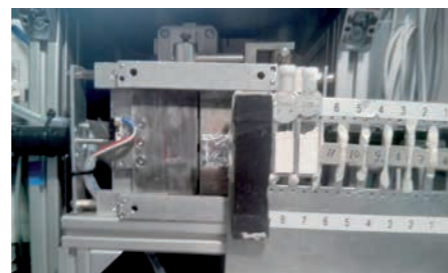
Mikrografovi su izvedeni iz uzoraka CEM00 i CEM09. U slučaju uzoraka CEM00 i CEM03, otkriva se prisutnost gel faze i kristalnih faza (hidroaluminata i hidrosilikat kalcija). Uzorci bez dodavanja aditiva pokazuju maksimalnu gel fazu. U slučaju uzorka CEM09 gel faze gotovo i nema, a cementni kamen tvore kristali identične veličine.

1.2. SANS i PIXE tehnike

SANS omogućuje karakteriziranje materijala na nano i mikro razinama na nerazorni način: pruža prosječne statističke podatke preko makroskopskog volumena, dajući mogućnost istraživanja nanoskopskih značajki materijala i procesa, dobivajući informacije vezane za cijeli istražen volumen. Parametri kao promjer, koncentracija, volumni udio i područje sučelja mogu se pratiti mjerenjem raspršivanja neutrona iz uzoraka u kutovima manjim od 5 stupnjeva. Poznavanje nano i mikrostrukturnih čimbenika dobivenih SANS-om (npr. praznine i nehomogenosti) mogu imati odlučujuću ulogu u otklanjanju pogrešaka u odabiru materijala i zahtjevima dizajna. Ova tehnika omogućava ispitivanje poroznosti fine količine mjerenjem raspodjele veličine pora. Strukturne značajke nanomaterijalnih nejednakosti odražavaju se ključnim parametrima uključenim u matematičke funkcije modeliranja krivulja intenziteta raspršivanja. Struktura cementa i betonskih materijala općenito pokazuje fraktalni karakter, a fraktalne dimenzije povezane su mehaničkim karakteristikama (posebice mehaničkom čvrstoćom). Proučavanjem varijacija fraktalne dimenzije kroz dodavanje različitih komponenti u bazu materijala moguće je shvatiti kako takav dodatak djeluje na unutarnje površinske varijacije koje se odnose na mehanička svojstva PCC-a [6]. Teoretska baza SANS tehnike može se naći u različitim referencama [2, 4, 17]. Mjerenja su provedena korištenjem instrumenta MAUD visoke rezolucije na CANAM infrastrukturi NPI ASCR Řež [18] s valnom duljinom neutronske zrake $\lambda = 2.01 \text{ \AA}$. Slika 1. prikazuje neke od ispitivanih uzoraka.

Neki od razmatranih PCC uzoraka analizirani su pomoću PIXE-a u Tandetron laboratoriju NPI. PIXE spektroskopija je moćna tehnika elementarne analize usvojena za procjenu elementarnog sastava materijala ili predmeta. Metodu su 1970. predložili S. Johansson i sur. [19]. Detaljno postu-

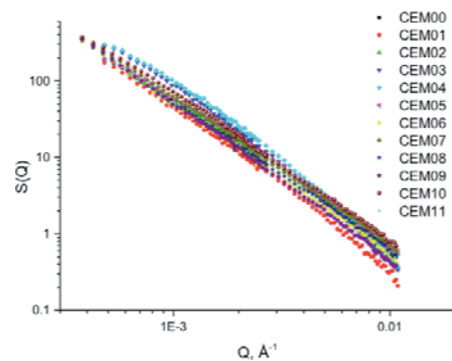
panje s teoretskim bazama potražite u [20-21]. Za mjerenja korištena je protonska zraka s 2.6 MeV energijom. Presjek protonske zrake bio je $2 \times 2 \text{ mm}^2$. Prilično niska struja (0,6 nA) odabrana je kako bi se smanjile visokotlačne Fe K X-zrake.



SLIKA 1. Uzorci instalirani uz SANS traku za promjenu uzoraka

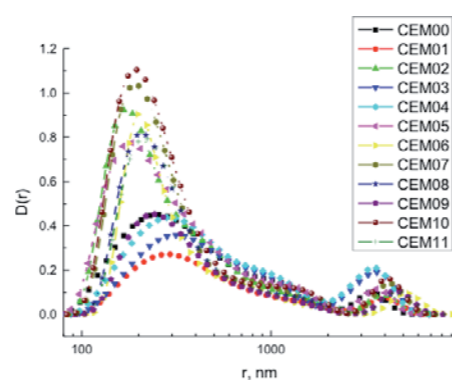
2. Rezultati i rasprava

Slika 2. prikazuje krivulje raspršivanja koje obuhvaćaju Q-područje od 0.0003 \AA^{-1} do 0.01 \AA^{-1} , što odgovara rasponu veličine od oko 30 nm do 2 μm u stvarnom prostoru.



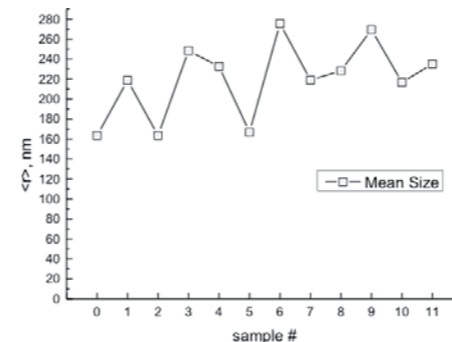
SLIKA 2. Krivulje raspršivanja

Grafički prikaz log-log skale pokazuje da je rasipanje blisko principu „power law“ s eksponentom od oko -2. Takva situacija može govoriti o vrlo gruboj površini fraktalne strukture pora, kao i o kombinaciji sferičnih čestica. Koristili smo distribuciju „spline“ za korištenje tih podataka uz pomoć softvera SASfit [22, 23]. Rezultati volumnih frakcija prikazani su na slici 3.



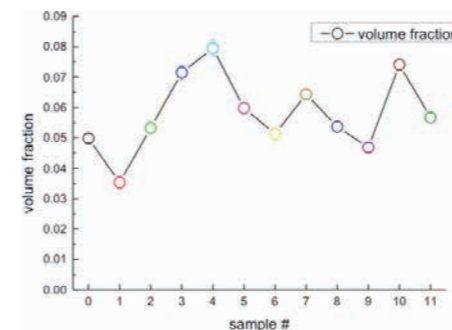
SLIKA 3. Distribucija veličina ugrađena u podatke SANS-a

Srednje vrijednost promjera sfera su oko 160-260 nm (vidi sliku 4).



SLIKA 4. Srednje veličine pora

Frakcije volumena izračunate kao dio integralnog volumena prikazane su na slici 5. Gustoća duljine raspršivanja materijala izračunata je analitički pod pretpostavkom da je glavna masa formirana od 70 posto mase kalcijeva oksida, 25 posto mase silicijeva dioksida i 5 posto mase aluminijevog oksida.



SLIKA 5. Ukupne frakcije volumena pora na modelu

Veće vrijednosti frakcije volumena poroznosti za uzorke CEM03, CEM04 i CEM11 rezultat su velikih pora ($r \approx 3 \text{ μm}$). Isto tako ispitivani uzorci pokazuju prilično nisku nanočestnost ($r = 200 \text{ nm}$) – uzorci CEM01 i CEM09. U uzorcima CEM02, CEM06, CEM07, CEM08 CEM10 i CEM11 detektirana je visoka količina nanočestica. Betonski uzorci su dalje mjereni na ionskom mikrobeam objektu kod Tandetron 4130 MC sa 2.0 MeV protonskim snopom usredotočenim do 1.5 μm grederske točke i protonske struje od 40pA. Neki su uzorci skenirani na površinama veličine $1 \times 1 \text{ mm}^2$ i $100 \times 100 \text{ μm}^2$ kako bi se proučila homogenost miješanja i odredila srednja koncentracija elemenata uzorka. Prikupljena su oba PIXE spektra kao i oni dobiveni pomoću Rutherfordove spektroskopije povratnim raspršenjem (RBS). Nije korišten nikakav apsorpcijski rendgenski filtar ispred PIXE detektora, kako bi se mogli vidjeti elementi ispod natrija. Dobiveni spektri rendgenskih zračenja procijenjeni su pomoću PIXE-INP softvera [24]. Rezultati su prikazani u tablici 3.

TABLICA 3. Srednja koncentracija elemenata u postotku mase u odnosu na uzorak $1 \times 1 \text{ mm}^2$

Element	CEM01	CEM05	CEM09
Na	2.54	1.78	1.02
Mg	1.95	2.07	1.92
Al	2.69	3.62	3.20
Si	7.53	8.70	8.06
S	1.11	1.22	1.250
K	0.83	0.61	0.48
Ca	26.2	26.0	25.5
Ti	0.055	0.069	0.068
Cr	0.045	0.060	0.041
Mn	0.020	0.022	0.023
Fe	1.50	1.54	1.58
Cu	0.015	0.022	0.023
Zn	0.104	0.110	0.112
Sr	0.048	<0.05	0.031
C ^a	8.1	8.0	7.8
O ^a	48.5	48.6	48.4
Sum	101.2	102.5	99.5

a – iz RBS spektra

Budući da se PIXE analiza izvodi mikro-zrakom i odnosi se na površinu uzorka, ti su rezultati orijentacijski: za preciznije podatke, posebice s obzirom na veličinu zrna razmatranog cementa potrebne su više statističke vrijednosti, tj. nekoliko PIXE analiza po uzorku.

3. Zaključak

Otkrivena je vrlo gruba površinska fraktalna struktura pora, a njihova srednja veličina i ukupni volumni udjeli procijenjeni su pomoću SANS-a.

PIXE i RBS omogućili su proučavanje homogenosti smjese i određivanje srednje koncentracije elemenata matriksa. Dobiveni podaci mogu biti korisni za građevinski sektor i mogu pomoći u optimizaciji PCC-a, njihovoj proizvodnji i kvaliteti.

Zahvala

Zahvaljujemo na materijalnoj potpori iz EU-a broj NMH 3-II (FP7) 283883 i iz MŠMT projekta br. LM2015056 (CANAM).

LITERATURA

- T. V. Fursa, A. P. Surzhikov, K. Yu. Osipov, "Development of an acoustoelectric method for determining the porosity of dielectric materials", Defektoskopiya 43/2, pp. 27-34, 2007;
- M. Rogante, "Applicazioni Industriali delle Tecniche Neutroniche", Proc. 1st Italian Workshop for Industry AITN2008, Civitanova Marche, Italy, 2008;
- M. Rogante, L. Rosta, "Nanoscale characterisation by SANS and residual

- stresses determination by neutron diffraction related to materials and components of technological interest", Proc. SPIE 5824, pp. 294-305, USA, 2005;
- M. Rogante, "Caratterizzazione, mediante scattering neutronico, di materiali e componenti per l'impiantistica nucleare ed industriale", PhD thesis, University of Bologna, Italy, 1999;
- M. Rogante, I. K. Domanskaya, E. S. Gerasimova, "Resistenza meccanica ed elasticità dei calcestruzzi polimerici", Il Nuovo Cantiere, Vol. 1, pp. 66-68, Italy, 2016;
- M. Rogante, I. K. Domanskaya, E. S. Gerasimova, A. Len, L. Rosta, N. K. Székely, E. Vladimirova, "Nanoscale investigation of Polymer Cement Concretes by Small Angle Neutron Scattering", Sci. Eng. Comp. Mat. ISSN (Online) 2191-0359, Germany, 2015;
- M. Rogante, I. K. Domanskaya, E. S. Gerasimova, E. Vladimirova, "Feasibility Study for a Neutron-Based Investigation of Polymer Cement Concretes", Univ. J. Appl. Sci. 1 No. 1, pp. 11-17, USA, 2013;
- M. Rogante, A. Selezneva, "Cements for nuclear industry: a feasibility study of neutron-based investigations", MTMS2011, Split, 2011;
- M. Rogante, G. Capelli, I. K. Domanskaya, "Laser interferometry investigation of polymer cement concrete samples for vibration measurements", MTMS2013, Split, 2013;
- M. Puterman, W. Malorny, "Some doubts and ideas on the microstructure formation of PCC", ICPIC 1998, Bologna, 1998;
- I. K. Domanskaya, F. Kapustin, E. Mokhort, V. Oleynik, "The main approaches of component selection for fine polymercement products and coatings", 15th Int. Conf. on Building Materials "Ibausil", Weimar, 2003;
- A. Dimmig, "Chemical and Physical Effects on the Microstructure of PCC", IX.ICPIC, BAM, Berlin, 2004;
- R. Wang, P. M. Wang, X. G. Li, "Physical and mechanical properties of styrene-butadiene rubber emulsion modified cement mortars", Cem. Concr. Res., 35 No. 5, p 900-906 United Kingdom, 2005;
- V. Bhikshma, K. J. Rao, B. Balaji, "An experimental study on behavior of polymer cement concrete", As. J. Civ. Eng. (Building and Housing) 11 No. 5, p 563-573, 2010;
- N. N. Kruglitsky, G. P. Boyko, "Physico-Chemical Mechanics of cement polymer compositions", Naukova Dumka, Kiev, 1981;

Tehnološki i drugi aspekti rezanja rotora starog generatora i analiza rizika

Technological and Other Aspects of Runner Cutting of an Old Generator Runner and Brief Analysis of Risk

Rad je objavljen u Zborniku **MaditMaint 2018**

Tijekom revitalizacija elektrana u kojima su imperativi minimalni troškovi, rokovi i maksimalna raspoloživost proizvodnih jedinica koje su još u pogonu, jedan od značajnih problema je demontaža i transportiranje stare elektroenergetske opreme. U ovom radu dan je osvrt na iznimno složenu aktivnost rezanja rotora starog generatora unutar podzemne strojarnice HE Zakučac. Uz nesumnjivo interesantan tehnološki aspekt, napravljena je i kratka analiza rizika.

Ključne riječi: generator, rizik, rezanje, opasnost

ADRIANO GARAFULIĆ

Sveučilište u Splitu – Centar za stručne studije, Split, Hrvatska

MARIJA ŠIŠKO KULIŠ

HEP Proizvodnja d.o.o. Zagreb, PP HE Jug Split. Sveučilište u Splitu – Centar za stručne studije, FESB, Split, Hrvatska

Revitalizacija HE Zakučac, kao jedan od najvećih projekata u HEP-u, bila je iznimno složena i zbog činjenice da je tijekom cijele realizacije projekta elektrana radila. Znači, dok se jedna proizvodna jedinica mijenjala, ostale tri su bile pogonski spremne. Obuhvaćala je četiri etape koje su sadržavale niz složenih aktivnosti [6, 8]. Jedna od najrizičnijih aktivnosti, gledano s aspekta zaštite na radu ali i u tehničkom, tehnološkom, ekonomskom i ekološkom smislu, zasigurno je rezanje rotora staroga generatora A. Naime, nakon demontaže agregata u HE Zakučac, stari rotor generatora A se fizički nije mogao transportirati iz strojarnice u jednom komadu pa je bilo potrebno rezati rotor generatora unutar strojarnice i u komadima ga transportirati van. Stoga je kao najpovoljnije rješenje odabrano rezanje rotora generatora na segmente. [3]

Kako se agregati HE Zakučac nalaze u podzemnoj strojarnici do koje vodi pristupni tunel, rezanje je predstavljalo velik problem zbog mogućnosti zapaljenja, trovanja plinovima, visokih temperatura, zagađenja okoliša i unutrašnjosti strojarnice te raznih drugih neželjenih pojava.

Primjerice, postojao je i rizik da se ošteti oprema unutar strojarnice. Uništenje ili oštećenje opreme unutar strojarnice HE Zakučac moglo bi rezultirati prestankom daljnjeg redovnog pogona HE Zakučac. Međutim, izvrsnom interdisciplinarnom pripremom ove aktivnosti/projekta kao i realizacijom izvedbe zaštitne metalne konstrukcije i sustava odimljavanja projekt je uspješno završen.

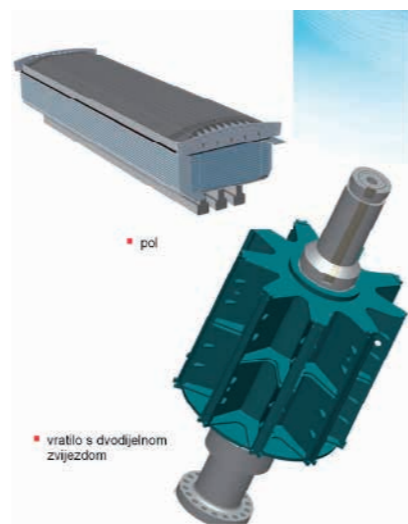
U ovom radu prikazane su aktivnost rezanja rotora generatora, identificirani su rizici, napravljena je matrica rizika, na temelju koje je kreiran registar rizika u kojem je dobiven okvirni proračun troškova rizika.

1. Rezanje rotora generatora

Rezanje rotora generatora A unutar strojarnice je prihvaćeno kao jedina tehnološka mogućnost. Naime, unatoč brojnim pokušajima izvoditelj radova nije uspio demontirati rotor generatora na manje dijelove; slika 1.

During the refurbishment of power plants, where the imperatives are the minimum costs, deadlines and maximum availability of production units still in operation, one of the major problems is the dismantling and transportation of old power equipment. This paper gives an overview of the extremely complex activity of cutting the r runner of the old generator within the underground engineering Zakučac HPP. In addition to an undoubtedly interesting technology aspect, a short risk analysis was also made.

Key words: generator, risk, cutting, danger



SLIKA 1. Osnovni dijelovi rotora generatora: vratilo sa zvijezdom i pol rotora generatora

Nepremostiv problem bili su klinovi zavareni na čeonim krajevima, što nije navedeno u staroj *as built* dokumentaciji iz 1961. godine pa se ova aktivnost nije niti mogla predvidjeti prije početka projekta revitalizacije HE Zakučac.[3]

Rezanje rotora generatora na segmente vršilo se elektrodom za žlijebljenje koja se sastoji od bešavnih cijevi 3/8" dužine 3 m kroz koju se provlači

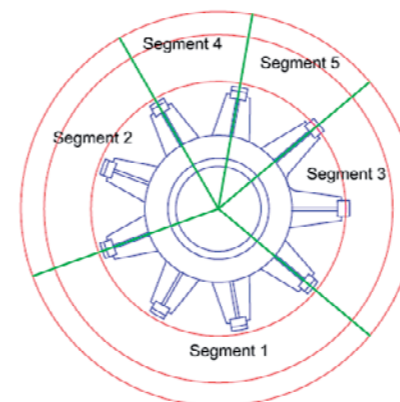
sajla debljine 5 mm. Ista se montira na pištolj za rezanje (top).[4]

Rezanje se vrši u smjeru od vrha prema dnu, tako da se nastala talina gura prema dolje u posebnu posudu (metalna kada debljine stijenke 5 mm) dimenzija 2000 x 1000 x 250 mm za prihvat i zbrinjavanje taline. Ispod svakog reza postavi se po jedna kada za prihvat taline, slika 2.



SLIKA 2. Kada za prihvat taline

Pravci rezanja rotora generatora na segmente prikazani su na slici 3.



SLIKA 3. Prikaz smjerova tijekom procedure rezanja [4]

Prilikom ovakve izvedbe rezanja na kraju elektrode se postiže temperatura od oko 18.000 C° te se stvaraju dimni plinovi temperature koji ne prelaze 450 C°.

Primarno rezanje (90 %) čija površina reza prelazi površinu veću od 0,1 m² radio je jedan obučeni radnik rezač pomoću elektrode za užljebljenje koja kao energent koristi tehnički plin kisik.

Sekundarno rezanje (10 %) radio je drugi rezač garniturom za plinsko rezanje pomoću tehničkih plinova propan butan i kisik za površine reza koje su manje od 0,1 m² i za asistenciju prilikom početka rezanja pomoću elektrode za užljebljenje. [4]

Površina jednog reza je oko 0,4 m² – okomito na vratilo. Broj rezanja na pet mjesta po obodu

lančanog prstena, odnosno pat takvih ponavljanja. Ukupna površina vertikalnih rezova iznosi 10 m².

Procijenjena težina izrezanih segmenta iznosi:

- Segment 1 – 72.000 kg;
- Segment 2 – 60.000 kg;
- Segment 3 – 60.000 kg;
- Segment 4 – 24.000 kg;
- Segment 5 – 24.000 kg.



SLIKA 4. Rezač i pomoćnik vrše rezanje rotora

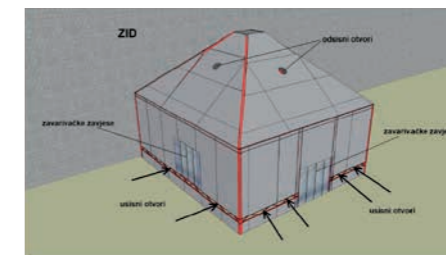
Svaki segment se osigurava od mogućeg pomaka pri rezanju, tako da se čeličnim profilima dimenzija 200 x 100 x 15 mm povezao lančani prsten sa zvijezdom rotora. Profili se zavario s jedne strane na lančani prsten, a s druge na zvijezdu rotora.

Ispod svakoga segmenta postavljene su vijčane dizalice koje podupru polove i lančani prsten. Na osovine rotora izveo se jedan rez po cijeloj širini presjeka iste u cilju lakšeg transporta iste pristupnim tunelom iz prostora strojarnice.

Materijal potreban za rezanje rotora: serijski spojene boce kisika pritiska 200 bari u kompletu (bateriji) 12 kom; propan butan 1 boca težine 30 kg; elektrode za žlijebljenje.[4]

Da bi se zaštitila betonska konstrukcija unutar strojarnice HE Zakučac, ispod tave za prihvat taline, na podu, postavljene su vatrootporne gips kartonske ploče u sloju debljine 36 mm. Tava je od gips kartonske ploče podignuta za visinu "U" profila dimenzije 50 mm. Po završetku svih rezova, kada ispunjene talinom se pomoću viličara izvezla iz prostora strojarnice na depo otpadnog materijala, gdje se praznila i potom vraćala u prostor strojarnice.[3]

Za potrebe prikupljanja produkata izgaranja te zaštite okolnog prostora izradila se zaštitna vrlo interesantna metalna konstrukcija, slika 5.



SLIKA 5. Zaštitna metalna konstrukcija

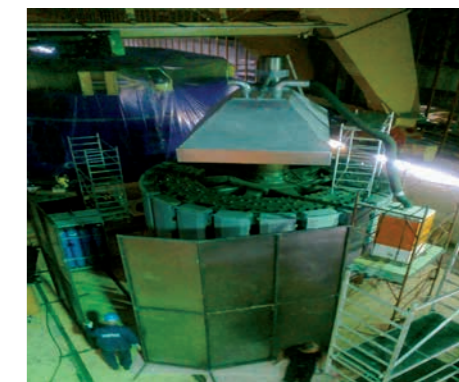
Iz prostora zaštitne metalne konstrukcije s pomoću otvora dimenzije Ø400 mm x 4 kom. na krovnim ploham konstrukcije cijevima su se odvodili produkti izgaranja do sabirnice, a potom cijevima

Ø1000 mm kroz pristupni tunel do izlaza iz istog. Tu se cjevovod vertikalno dizao do iznad tunela gdje je smješten ventilator kapaciteta 20000 m³/h

Cijeli pod unutar zaštitne metalne konstrukcije (osim ispod tava) bio je prekriven pijeskom granulacije 0-4 mm u debljini sloja od minimalno 20 mm.

Nakon što se izvedeni svi rezovi na rotoru (5 rezova), na krovnoj plohi zaštitne konstrukcije otvorio se predviđeni otvor (skinuo se zaštitni lim) kroz koji je se s pomoću naprave i dizalice prihvatiti dio osovine koji se reže. Po završetku operacije prihvaćena osovine s dizalicom otvor na krovnoj plohi se zatvorio i zabrtvio te se pristupa rezanju osovine (1 rez). Po napravljenom rezu pristupilo se demontaži krovne konstrukcije zaštitne metalne konstrukcije i vađenju dijela odrezane osovine te transporta iste na prostor deponije otpadnog materijala ispred ulaza u tunel.

Poslije toga je slijedila demontaža zidova zaštitne metalne konstrukcije, slika 6.



SLIKA 6. Demontaža zaštitne metalne konstrukcije

Pomoću dizalice i sajli prihvaćani su segmenti koji su odmah transportirani pristupnim tunelom na prostor deponije ispred tunela.

2. Upravljanje rizicima pri rezanju rotora generatora A

Upravljanje rizicima na složenoj aktivnosti rezanje rotora generatora HE Zakučac izvršeno je tehnikom ponderiranja rizika pomoću koje se procjenjuje vjerojatnost rizičnih događaja, uzevši u obzir sve moguće utjecajne elemente, kao i utjecaj rizika na projekt. Procjena se određuje ovisno o projektu, iskustvima, itd., a na temelju toga matrica procjene pokaže gdje su glavni (najutjecajniji) rizici. Procjenjuju se vjerojatnosti rizika, ali i procjene vjerojatnosti pogreške u procjenjivanju rizika. [1,2,7]

Veći rizik znači veću vjerojatnost nekog događaja, što ne mora biti direktno vezano i s veličinom mogućeg novčanog gubitka. Može postojati veći rizik, veća vjerojatnost događaja vrijednosti gubitka 10, te manji rizik događaja vrijednosti gubitka 1000. Kome će se više i kako posvetiti ovisi o daljnjoj odluci.

Sve rizike na projektima nije moguće uzeti u obzir; uvijek može biti iznenađenih i nepredvidivih rizika. Pri izradi registra rizika projekta ne uzimaju se u obzir rizici koji imaju vrlo nisku vjerojatnost, kao na primjer pad meteorita ili neki drugi iznenađujući i vrlo malo vjerojatni rizici.

Prije izrade registra rizika napravljena je podjela rizika u sljedeće skupine:

1. tehnički rizici
2. ekološki rizici
3. rizici zaštite na radu
4. rizici od požara
5. financijski rizici
6. rizici nepoštivanja rokova.

Tehnički rizici obuhvaćaju rizike oštećenja ili uništenja postojeće opreme HE Zakučac, ovisno o razmjerima štete koju bi eventualno mogli napraviti. Za ovaj slučaj podijeljeni su u dvije kategorije. Prva je kategorija za rizike oštećenja opreme većih razmjera, a druga za manja oštećenja.

Kako je vrijednost svake proizvodne jedinice oko 50 milijuna eura, a u strojarnici se nalaze tri proizvodne jedinice, ukupna im je vrijednost oko 150 milijuna eura, pa je na temelju tih podataka napravljena procjena štete malih i velikih razmjera.

U ekološke rizike spadaju rizici zagađenja okoliša. Osim zagađenja okoliša i plaćanja propisane zakonske kazne, postoji rizik od zagađenja okoliša unutar i izvan strojarnice. Kad bi se unutrašnjost strojarnice HE Zakučac zagađivala čađom i raznim drugim produktima dima trošak ponovnog bojanja i sanacije čađe nije nimalo malen, procijenjen je na 500.000 kn.

U slučaju zagađenja okoline izvan strojarnice HE Zakučac, troškovi bi isto tako mogli vrtoglavo narasti, jer se u neposrednoj blizini nalazi otvoreno rasklopno postrojenje Zakučac.

Ekološki rizici na projektu rezanja rotora generatora u HE Zakučac su osim unutar i izvan strojarnice podijeljeni na rizike većih i manjih razmjera.

Rizici zaštite na radu na projektu rezanja rotora generatora HE Zakučac su rizici od opekotina trovanja i ostalih tjelesnih ozljeda.

Takvi rizici, gledajući i s financijske strane, mogu biti većih razmjera. U razmatranje su uzeti najgori mogući slučajevi isplaćivanja odšteta nesrećenicima.

Pod rizike od nastanka požara projekta rezanja rotora generatora HE Zakučac spadaju rizici od požara unutar strojarnice HE Zakučac. Iako je mala vjerojatnost da unutar strojarnice izbije veći požar, zbog velike se vrijednosti opreme i cijele elektrane treba uzeti u obzir. Stoga su rizici od požara podijeljeni na rizike od požara većih i manjih razmjera.

Financijski rizici aktivnosti rezanje rotora generatora HE Zakučac su rizici od neočekivanih aktivnosti koje je nekad potrebno napraviti, a

	v. nizak	Utjecaj prijetnje				Utjecaj prilike				
		nizak	srednji	visok	v. visok	v. visok	visok	srednji	nizak	v. nizak
	0,050	0,100	0,200	0,400	0,800	0,800	0,400	0,200	0,100	0,050
Vjerojatnost	0,900	0,045	0,090	0,180	0,360	0,720	0,360	0,180	0,090	0,045
visoka	0,700	0,036	0,070	0,140	0,280	0,560	0,280	0,140	0,070	0,036
srednja	0,500	0,025	0,050	0,100	0,200	0,400	0,200	0,100	0,050	0,025
niska	0,300	0,015	0,030	0,060	0,120	0,240	0,120	0,060	0,030	0,015
v. niska	0,100	0,005	0,010	0,020	0,040	0,080	0,040	0,020	0,010	0,005

Prijelomne točke strategije odziva na rizik (pragovi rizika):
 "crveni" rizik: > 0,200
 "zeleni" rizik: < 0,130

SLIKA 7. Matrica rizika [3]

TABLICA 1. Registar rizika za rizike pod rednim brojem od 1. do 8., prikaz vjerojatnosti, upliva, izloženosti i troška pojedinog rizika. [3]

A	B	C	D	E	F	G	K	L
Oznaka rizika (Risk ID)	Vrsta rizika	Rizik (Risk)	Vjerojatnost (Probability)	Upliv (Impact)	Izloženost (Exposure)	Boja (Colour)	Planirani trošak rizika (Planned Cost of Risk)	Očekivana monetarna vrijednost (izvornog rizika) (Actuarial Cost - EM)
1	Tehnički rizik	Oštećenje ili oksidiranje postojeće opreme manjih razmjera unutar strojarnice HE Zakučac	visoka	visok	0,400	crveni	200.000,00 kn	\$100.000,000
2	Tehnički rizik	Oštećenje ili oksidiranje postojeće opreme većih razmjera unutar strojarnice HE Zakučac	v. niska	v. visok	0,090	zeleni	400.000,00 kn	\$40.000,000
3	Ekološki rizik	Zagađenje okoliša manjih razmjera unutar strojarnice HE Zakučac	visoka	visok	0,200	žuti	500.000,00 kn	\$250.000,000
4	Ekološki rizik	Zagađenje okoliša većih razmjera unutar strojarnice HE Zakučac	visoka	visok	0,400	crveni	40.000.000,00 kn	\$20.000.000,000
5	Ekološki rizik	Zagađenje okoliša manjih razmjera izvan strojarnice HE Zakučac	visoka	visok	0,200	žuti	400.000,00 kn	\$200.000,000
6	Ekološki rizik	Zagađenje okoliša većih razmjera izvan strojarnice HE Zakučac	v. niska	v. visok	0,080	zeleni	10.000.000,00 kn	\$1.000.000,000
7	Rizici zaštite na radu	Opekotine	visoka	visok	0,280	crveni	500.000,00 kn	\$350.000,000
8	Rizici zaštite na radu	Trovanje	visoka	visok	0,100	crveni	600.000,00 kn	\$250.000,000

TABLICA 2. Registar rizika za rizike pod rednim brojem od 9. do 16., prikaz vjerojatnosti, upliva, izloženosti i troška pojedinog rizika [3]

A	B	C	D	E	F	G	K	L	
Oznaka rizika (Risk ID)	Vrsta rizika	Rizik (Risk)	Vjerojatnost (Probability)	Upliv (Impact)	Izloženost (Exposure)	Boja (Colour)	Planirani trošak rizika (Planned Cost of Risk)	Očekivana monetarna vrijednost (izvornog rizika) (Actuarial Cost - EM)	
9	Rizici zaštite na radu	Ostale ozljede	visoka	visok	0,280	crveni	250.000,00 kn	\$175.000,000	
10	Rizici zaštite od požara	Požar unutar strojarnice manjih razmjera	visoka	visok	0,280	crveni	250.000,00 kn	\$175.000,000	
11	Rizici zaštite od požara	Požar unutar strojarnice većih razmjera	niska	v. visok	0,240	crveni	600.000,00 kn	\$150.000,000	
12	Rizici nepoštivanja rokova	Odvijanje aktivnosti na projektu sporije od očekivanih uz relativno malo kašnjenje (nekoliko dana)	visoka	srednji	0,140	žuti	150.000,00 kn	\$105.000,000	
13	Rizici nepoštivanja rokova	Odvijanje aktivnosti na projektu sporije od očekivanih uz relativno veliko kašnjenje (veće od 10 dana)	srednja	v. visok	0,400	crveni	500.000,00 kn	\$250.000,000	
14	Financijski rizik	Dodatni radovi	srednja	visok	0,200	žuti	\$75.000	\$37.500	
15	Financijski rizik	Dodatna potreba za ljudskim resursima	srednja	srednji	0,100	zeleni	\$1.000.000	\$800.000	
16	Financijski rizik	Potreba za dodatnom opremom	srednja	v. visok	0,400	crveni	\$2.500.000	\$1.250.000	
17									
18									
30	Ukupna izloženost "zelenim" rizicima:						0,26		Budžet rezervnog fonda

nisu bili u okviru samoga projekta. U ovom slučaju financijski su rizici podijeljeni na rizike izvođenja dodatnih radova, rizike dodatne potrebe za ljudskim resursima i rizike potrebe za dodatnim ljudskim resursima većinom su financijski najjeftiniji, a rizici izvođenja dodatnih radova i dodatne opreme znatno su skuplji.

Zbog niza nepredvidivih aktivnosti, malo je projekata koji se obave u predviđenom roku. Zato je potrebno uzeti u obzir i rizike nepoštivanja rokova projekta.

Prvo se pristupa kreiranju matrice rizika (slika 7.) u kojoj se računati koeficijenti izloženosti za sve odabrane koeficijente odnosno stupnjeve vjerojatnosti, u ovisnosti o koeficijentima, odnosno

TABLICA 3. Registar rizika za rizike pod rednim brojem od 1. do 8, prikaz rezervnog fonda, vlasnika rizika i stvarnog troška odziva [3]

A	B	C	M	N	O	P
Oznaka rizika (Risk ID)	Vrsta rizika	Rizik (Risk)	Rezervni fond (Contingency)	Odziv na rizik (Response Action)	Vlasnik rizika (Owner)	Stvarni trošak odziva (Actual Response Cost)
1		Oštećenje ili oksidiranje postojeće opreme manjih razmjera unutar		Postavljanje zaštitne metalne konstrukcije (haciende) oko rotora generatora na kojem se vrši rezanje.	Tvrtka KONČAR GiM, investitor : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	\$500.000
2	1	Tehnički rizik		Postavljanje zaštitne metalne konstrukcije (haciende) oko rotora generatora na kojem se vrši rezanje.	Tvrtka KONČAR GiM, investitor : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	
3	2	Tehnički rizik	40.000,00 kn	Postavljanje odimnog sustava ispred strojarnice HE Zakučac i spajanje istog na haciendu u kojoj se vrši rezanje.	Tvrtka CE-ZA-R d.o.o., tvrtka ING ATEST : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	
4	3	Ekološki rizik		Postavljanje odimnog sustava ispred strojarnice HE Zakučac i spajanje istog na haciendu u kojoj se vrši rezanje.	Tvrtka CE-ZA-R d.o.o., tvrtka ING ATEST : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	\$400.000
5	4	Ekološki rizik		Postavljanje odimnog sustava ispred strojarnice HE Zakučac i spajanje istog na haciendu u kojoj se vrši rezanje.	Tvrtka CE-ZA-R d.o.o., tvrtka ING ATEST : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	
6	5	Ekološki rizik		Postavljanje odimnog sustava ispred strojarnice HE Zakučac i spajanje istog na haciendu u kojoj se vrši rezanje.	Tvrtka CE-ZA-R d.o.o., tvrtka ING ATEST : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	
7	6	Ekološki rizik	1.000.000,00 kn	Postavljanje odimnog sustava ispred strojarnice HE Zakučac i spajanje istog na haciendu u kojoj se vrši rezanje.	Tvrtka CE-ZA-R d.o.o., tvrtka ING ATEST : Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta, nadzorni inženjer	
8	7	Rizici zaštite na radu		Rezači trebaju biti opremljeni propisanom zaštitnom opremom	Povjerenik zaštite na radu, kordinator 2	\$15.000
9	8	Rizici zaštite na radu		Osim odimnog sustava, rezači trebaju nositi masku koja ih dodatno štiti od trovanja	Povjerenik zaštite na radu, kordinator 2	\$200.000

TABLICA 4. Registar rizika za rizike pod rednim brojem od 9. do 16, prikaz rezervnog fonda, vlasnika rizika i stvarnog troška odziva [3]

A	B	C	M	N	O	P	
Oznaka rizika (Risk ID)	Vrsta rizika	Rizik (Risk)	Rezervni fond (Contingency)	Odziv na rizik (Response Action)	Vlasnik rizika (Owner)	Stvarni trošak odziva (Actual Response Cost)	
9	Rizici zaštite na radu	Ostale ozljede		Prostor strojarnice podijelit će se u tri zone s različitim pravima pristupa	Povjerenik zaštite na radu, kordinator 2	\$38.000	
10	Rizici zaštite od požara	Požar unutar strojarnice manjih razmjera		Postavljanje zaštitne metalne konstrukcije (haciende) oko rotora generatora na kojem se vrši rezanje i dijeljenje strojarnice HE	Povjerenik zaštite na radu, kordinator 2	\$500.000	
11	Rizici zaštite od požara	Požar unutar strojarnice većih razmjera		Postavljanje zaštitne metalne konstrukcije (haciende) oko rotora generatora na kojem se vrši rezanje i dijeljenje strojarnice HE	Povjerenik zaštite na radu, kordinator 2	\$500.000	
12	Rizici nepoštivanja rokova	Odvijanje aktivnosti na projektu sporije od očekivanih uz relativno		Bankovna garancija u iznosu 2000000kn	Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta		
13	Rizici nepoštivanja rokova	Odvijanje aktivnosti na projektu sporije od očekivanih uz relativno		Bankovna garancija u iznosu 2000000kn	Voditelj projekta, glavni inženjer gradilišta	\$50.000	
14	14 rizik	Dodatni radovi		Bankovna garancija u iznosu 2000000kn	Voditelj projekta		
15	15 rizik	ljudskim resursima	500.000,00 kn	Bankovna garancija u iznosu 2000000kn	Voditelj projekta		
16	16 rizik	opremom		Bankovna garancija u iznosu 2000000kn	Voditelj projekta	\$50.000	
17							
18							
30	Ukupna izloženost "zelenim" rizicima:			1.540.000,00 kn		Uk. stvarni trošak odziva na	2.253.000,00 kn

stupnjevim utjecaja prijetnji prilika koji su predviđeni SWOT analizom (koja nije obuhvaćena ovim radom). Dobiveni koeficijenti izloženosti su korišteni za izradu registra rizika i određena im je razina izloženosti.

Odabrane su prijelomne točke ili pragovi rizika, i na temelju njih dodijeljene različite boje rizicima različite izloženosti.

- Crveni rizici za koeficijent izloženosti veći od 0,2.
- Žuti rizici za koeficijent izloženosti između 0,2 i 0,13.
- Zeleni rizici za koeficijent izloženosti manji od 0,13.

2.1. Kreiranje registra rizika

Registar rizika projekta rezanja rotora generatora HE Zakučac izrađen je u programskom okruženju Microsoft Office Excel.

Svakom od već navedenih rizika se pridjeljuje stupanj vjerojatnosti i utjecaja na sami projekt Rezanje rotora generatora Hidroelektrane Zakučac.

Stupanj vjerojatnosti se pridjeljuje na osnovi vjerojatnosti da se pojedini rizik dogodi. Stupanj upliva na projekt se pridjeljuje na osnovi utjecaja rizičnog događaja na objekt: što je veći utjecaj veći je stupanj upliva i obratno.[1,5]

Temeljem stupnja vjerojatnosti i utjecaja na projekt definira se koeficijent izloženosti, koji se

računa kao umnožak stupnja vjerojatnosti i utjecaja. [2,5]

Koeficijent izloženosti projekta je u registru rizika označen bojama, koeficijenti izloženosti manji od 0,13 označeni su zelenom bojom, koeficijent između 0,13 i 0,2 označeni su žutom, a veći od 0,2 crvenom bojom.

Svakom riziku predviđen je planirani trošak rizika, to je trošak nepoduzimanja ikakvih radnji koje bi mogle ukloniti ili ublažiti rizik.

Umnoškom vjerojatnosti i planiranog troška rizika dobije se očekivana monetarna vrijednost pojedinog rizika. Rabi se za izračun sredstava u rezervnom fondu.

Opis tablice registra rizika (tablica 1. i 2.) [3]:

- Stupac A (oznaka rizika) – jedinstvena oznaka rizika koja se može prikazati rednim brojem.
- Stupac B (vrsta rizika) – podjela prirode rizika (tehnički, ekološki, financijski).
- Stupac C (rizik) – kratki opis rizika.
- Stupac D (vjerojatnost) – kvalitativna procjena vjerojatnosti događaja koji predstavlja rizik.
- Stupac E (upliv) – kvalitativna procjena upliva (posljedice ako se rizični događaj zbije).
- Stupac F (izloženost) – umnožak vjerojatnosti i upliva.
- Stupac G (boja) – kategorizacija rizika po bojama ovisno o izloženosti, crveni, žuti i zeleni rizici.
- Stupac K (planirani trošak rizika) – trošak rizika čak i u slučajevima kada se rizik ne može izbjeći niti ublažiti. To je trošak nepoduzimanja ikakvih radnji koje bi mogle ukloniti ili ublažiti rizik.
- Stupac L (očekivana monetarna vrijednost rizika) – umnožak vjerojatnosti i troška rizičnog događaja. Rabi se za izračun sredstava u rezervnom fondu.

Na temelju očekivane monetarne vrijednosti rizika kreiramo rezervni fond. Rezervni fond se kreira samo za nisko izložene “zeleno” rizike, dan je kao umnožak vjerojatnosti i očekivane monetarne vrijednosti. Razlog kreiranja rezervnog fonda za “zeleno” rizike je taj što za nisko izložene rizike nećemo poduzimati nikakve dodatne radnje odziva na rizik već s obzirom na vjerojatnost kreiramo rezervni fond u slučaju da se jedan od “zelenih” rizika dogodi.

Vlasnik rizika je pojedinac ili organizacijska jedinica odgovoran ako se rizik dogodi. Vlasnik rizika snosi sankcije i posljedice rizika. Svakom riziku se pridjeljuje njegov vlasnik ili više njih.[3]

Kao trošak implementacije odziva na rizik, “crvenim” rizicima je određen i stvarni trošak odziva. Stvarni trošak odziva je procijenjena vrijednost poduzimanja aktivnosti i radnji da se rizik spriječi. Razlog kreiranja rezervnog fonda za “crvene” rizike je taj što se trebaju poduzeti sve mjere ne bi li se spriječili visoko izloženi rizici i njihove posljedice.

Opis tablice registra rizika (tablica 3. i 4.):

- Stupac A (oznaka rizika) – jedinstvena oznaka rizika koja se može prikazati s rednim brojem Stupac B (vrsta rizika) – podjela prirode rizika (tehnički, ekološki, financijski)
- Stupac C (rizik) – kratki opis rizika
- Stupac M (rezervni fond) – planirani budžet rezervnog fonda. Umnožak vjerojatnosti i planiranog troška rizika.

- Stupac N (odziv na rizik) – kratki opis odziva (akcija koja će se provest na rizik. To može biti i poveznica na dokument u kojem se nalazi detaljni opis odziva.
- Stupac O (vlasnik rizika) – Pojedinac ili organizacijska jedinica odgovoran ako se rizik dogodi.
- Stupac P (stvarni trošak odziva) – trošak implementacije odziva na rizik

Sumiranjem rezervnog fonda “zelenih” rizika formiran je budžet rezervnog fonda. Na temelju budžeta rezervnog fonda osiguravaju se sredstva za vrlo malo vjerojatne rizike koje svakako treba uzeti u obzir.

Za projekt rezanja rotora generatora kreiran je rezervni fond u iznosu od : 1 540 000 kn.

Sumiranjem stvarnog troška odziva “crvenih” rizika dobiven je ukupni trošak odziva što predstavlja troškove implementacije odziva na rizik. To su troškovi koje će se zasigurno pojaviti tijekom projekta, troškovi poduzimanja preventivnih mjera ne bi li se smanjila vjerojatnost događaja visoko izloženih rizika.

Za projekt rezanja rotora generatora izračunat je ukupni stvarni trošak u iznosu od : 2 253 000 kn.

Gotovo svaki od rizika posjeduje Ostali ili sekundarni rizik, odziv na rizik ne mora nužno ukloniti sav rizik, nego se moramo nositi s onim što je preostalo. Gotovi svi od navedenih rizika imaju za posljedicu sekundarni rizik. Na primjer u projektu Rezanje rotora generatora HE Zakućac gotovo svi rizici imaju kao sekundarni rizik prestanak rada HE Zakućac. Prestanak rada HE Zakućac samo na jedan dan iziskuje gubicima od cca 1. 000 000,00 kn. Stoga je potrebno kreirati sumu očekivane monetarne vrijednost i osigurati dodatna sredstva povrh rezervnog budžeta.

Za projekt rezanja rotora generatora izračunato je da je potrebno osigurati dodatna sredstva u iznosu od : 4 063 000 kn.[3]

3. Zaključak

Revitalizacije hidroelektrana u principu predstavljaju iznimno složen projekte. To naročito dolazi do izražaja u Hrvatskoj koja nema energetskih rezervi da bi elektrane mogle biti izvan pogona tijekom revitalizacije. Jedan od najboljih primjera takvog projekta je revitalizacija HE Zakućac čija je složenost dodatno povećao uvjet vlasnika da tri proizvodne jedinice trebaju biti raspoložive za komercijalnu eksploataciju dok se četvrta mijenja. Jedna od tehnološki najsloženijih i najrizičnijih aktivnosti je bilo rezanje rotora generatora A.

Rezanje rotora generatora obuhvaća niz aktivnosti kao što su samo rezanje rotora generatora, koordinacija zaštite na radu, zaštita od požara, zaštita okoliša, transport segmenata rotora, transport kade s talinom i transport zaštitne metalne

konstrukcije koja se postavila oko generatora na mjestu rezanja u strojnici HE Zakućac. Međutim, izvrsnom interdisciplinarnom pripremom ove aktivnosti/projekta kao i realizacijom izvedbe zaštitne metalne konstrukcije i sustava odimljavanja projekt je uspješno priveden kraju.

Upravljanje rizicima pri rezanju starog rotora generatora A HE Zakućac izvršeno je na način da je napravljena procjena definiranih rizika i pomoću programskog paketa Microsoft office excel kreiran registar rizika koji za rezultat osim financijskog izračuna troškova rizika daje matricu rizika.

Analiza rizika u ovom i sličnim slučajevima je nezaobilazna metodologija koja predstavlja bazu znanja i iskustva za buduće projekte.

Napomena: Analiza rizika je rađena za potrebe Diplomskog rada i svi financijski podaci su procjene diplomanta.

LITERATURA

1. Buhmeister, B.; Kremljak, Z.; Polajnar, A. I Pandža, K.: *Neizrastiti sustav za potporu odlučivanja korištenjem analiza rizika* (engl. *Fuzzy Decision Support System Using Risk Analysis*) <http://www.fs.uni-mb.si/UserFiles/23/File/APEM1-1view.pdf> (01. 08. 2015.)
2. Eugen K.: *Novi pravci u upravljanju projektima: Pristup teorije prisile – ograničenja* (engl. *New Directions in Pipeline management: A theory of constraints approach*) <http://www.pdma.org/visions/jan02/pipeline.html> (10. 08. 2015.)
3. Garafulić, A., (2015.), *Metode i tehnike upravljanja projektima*, diplomski rad, Sveučilište u Splitu – Odjel za stručne studije, Split,
4. Krlemić, Ž., Čeliković, Z. (2012.), *Elaborat postupka rezanja i transport rotora generatora na HE Zakućac*, Končar GiM, Zagreb
5. Pavličić, D.,(2007.) *Planiranje i upravljanje projektima* – Microsoft office 2007, Algebra učilište, Zagreb.
6. Šiško Kuliš, M. (2007), *Tehnički aspekti revitalizacije turbinske opreme HE Zakućac / HRO HYDRO Šibenik*
7. Šiško Kuliš, M. (2011.) *Priprema i vođenje projekata*, Kogij Priprema i vođenje projekata, bilješke predavanja i vježbi. Sveučilište u Splitu, Split
8. Tičinović S. i ostali (1993.), *Projektne zadatke za izradu idejnog projekta revitalizacije hidroelektrane Zakućac*, Hrvatska elektroprivreda, Split, prosinac 1993.

Počinjite pripreme za 3. generaciju izobrazbe i certifikacije ESUO

Certifikat ESUO najprestižnija je svjetska svjedodžba o kompetencijama na području održavanja

Dvije godine nakon početka realizacije programa, hrvatska ima sedam certificiranih stručnjaka upravljanja održavanjem (ESUO) po programi EFNMS-a, a kako je više održavatelja, inženjera elektrotehnike i strojarstva, pokazalo interes za certifikaciju, HDO odmah nakon ljeta počinje pripreme za treću godinu predavanja i treću generaciju polaznika. Kako nam kaže dipl. ing. Drago Frković, predsjednik HDO-a, treća generacija polaznika počeo će pohađati predavanja 1. veljače 2019. godine, dok će se certifikacijski ispit održati tijekom travnja iste godine.

Europski certifikat stručnjaka upravljanja održavanjem najprestižniji je svjetski certifikat na području održavanja i danas ga posjeduje velik broj stručnjaka iz cijeloga svijeta! Puno je to puta isticano u privredi ali i na sjednicama odbora i skupštine EFNMS-a koji kontinuirano naglašavaju potrebu stalne, cjeloživotne edukacije, ali i certifikacije vještina i znanja na svim razinama održavanja tehničkih sustava. Samo u Norveškoj, primjerice, do sada je certificirano više od 150 inženjera i menadžera, a izobrazba se provodi i za održavatelje tehničkih struka sa srednjom i višom stručnom spremom.

Kako do certifikata EFNMS-a

Sljedeća generacija polaznika u 2019. godini pohađat će nastavu temeljenu na izmijenjenim uvjetima, koristeći pozitivna iskustva iz 2017. i 2018. godine. Nastavni program obuhvaćat će 150 sati predavanja i vježbi tijekom sedam tjedana u dva kalendarska mjeseca.

Nastava će se najvjerojatnije održavati tri puta tjedno – četvrtkom i petkom od 14,00 do 19,00 sati i subotom od 9,00 do 17,00. Tako se izlazi u susret velikoj većini polaznika kako bi mogli uravnotežili svoje poslovne i osobne aktivnosti s edukacijom. Predavanja će se održavati u Zagrebu s početkom 1. veljače, 2018. godine.

Racionalizacijom tehničkih stavki (prostor, vrijeme) postignute su određene uštede, pa će i treća grupa polaznika program pohađati po umanjenoj cijeni od prvobitno najavljene i ona će iznositi 22.500 kuna + PDV.

U cijenu su uključeni temeljni priručnik *Održavanje i gospodarenje imovinom* s cjelokupnim katalogom znanja potrebnim za certifikaciju, tiskane podloge i prezentacije za praćenje predavanja i vježbi, osvježenje u pauzama.

Pristup polaganju ispita dozvoljen je svim kandidatima, a certifikat ESUO stječu oni kandidati koji ispunjavaju sljedeće uvjete: 5 godina radnog iskustva na području održavanja uključujući 2 godine radnog iskustva na poziciji upravljanja procesima održavanja od čega 1 godina tog iskustva treba biti u posljednjih 18 mjeseci. Ako to ne žele, kandidati koji pohađaju nastavu ne moraju pristupiti certifikacijskom ispitu. U tome slučaju dobivaju Uvjerenje o provedenom nastavnom programu ESUO.

Cijena certifikacijskog ispita je 4.500 kuna + PDV. Cijena tiskanog certifikata određena je EFNMS-ovim pravilima. Cjelovita informacija dostupna je na internetskim stranicama Hrvatskog društva održavatelja www.hdo.hr.

U svrhu što kvalitetnijeg praćenja nastavnoga programa broj je polaznika ograničen. Prijave za pohađanje nastavnoga programa također dostupne su na stranici www.hdo.hr.

Organizator edukacije i certifikacije u Hrvatskoj je HDO, Hrvatsko društvo održavatelja, a nositelj programa je sveučilišni profesor dr. sc. Nedeljko Štefanić. U realizaciji programa sudjeluje desetak vrhunskih stručnjaka iz područja strojarstva, elektrotehnike, managementa, građevinarstva, ekonomije – ukratko svih struka koje objedinjuju multidisciplinarnu svakodnevicu održavatelja. Za sve one menadžere, inženjere i druge djelatnike u području održavanja, kojima certifikacija EFNMS-a postaje važna i neophodna legitimacija, HDO je pripremio nastavni program kroz koji možete upoznati sadržaj potrebnih dodatnih znanja, ispitni program, te na kojem ćete steći cjelovita znanja neophodna za izlazak na ispit i dobivanje certifikata Europski stručnjak upravljanja održavanjem.

Predaju vrhunski stručnjaci

Temeljem programa EFNMS-a hrvatski su stručnjaci pod okriljem HDO-a za sudionike seminara

pripremili i temeljan udžbenik koji donosi presjek svih današnjih znanja kojima mora vladati stručnjak održavanja. U potpunosti suvremenom metodikom, grafikovima i primjerima tijekom rada (*workflow*) udžbenik je, zapravo, priručnik koji će se i nakon seminara i položenoga certifikacijskog ispita svaki stručnjak rado imati pri ruci. Cjelokupno gradivo za ovaj program podijeljeno je u sljedećem omjeru po nositeljima predmeta:

- **Upravljanje i organizacija**
Nedeljko Štefanić, 53 sata
- **Raspoloživost proizvodnih postrojenja**
Igor Kuzle, 31 sat
- **Informacijski sustavi u održavanju**
Luka Gauta, 32 sata
- **Metode i način održavanja**
Damir Sumina, 24 sata
- **Engleski jezik – pojmovi održavanja**
Brankica Bošnjak-Terzić, 10 sati

Predavači su redom profesori s fakulteta Strojarstva i brodogradnje, Elektrotehnike i računarstva, te najeminentniji stručnjaci s područja menadžmenta održavanja Nedeljko Štefanić, Ivo Čala, Igor Kuzle, Damir Sumina, Luka Gauta, Brankica Bošnjak-Terzić, Tomislav Turk, Damir Škrinjar, Vedran Mudronja, Šandor Ileš, Luka Pravica, Igor Erceg.

No, zašto je danas u svijetu važna EFNMS-ova certifikacija? Za pojedince je važna za strukturiranje neophodnih kompetencija na području održavanja, boljšega statusa unutar tvrtke kao i zbog bolje pozicije na tržištu rada europskih zemalja. Štoviše, na europskome tržištu danas ESUO certifikacija postaje “conditio sine qua non”, a certifikat ima i globalan značaj. Za tvrtke je certifikacija neovisna provjera kompetencija zaposlenika, ali i konkurentska prednost u slučaju prodaje usluga održavanja na tržištu. Posljednjih godina tvrtke specijalizirane za održavanje na globalnom su tržištu svoj certificirani kadar počele isticati kao kompetitivnu prednost, jer su certificirana znanja usklađena s potrebama prakse i jamče da će se održavanje u praksi provoditi na sustavan i prepoznatljiv način prema standardima EFNMS-a.



www.turbomehanika.hr

**INSTRUMENTACIJA
DIJAGNOSTIKA**

ROTACIJSKI STROJEVI

UNAPREĐENJE ODRŽAVANJA

SISTEMI IZGARANJA

SISTEMI UPRAVLJANJA

SISTEMI NADZORA I ZAŠTITE

KLIPNI STROJEVI

OPTIMIZACIJA

VIBRACIJE

NDT

TERMODINAMIČKA EVALUACIJA

ENERGETSKA UČINKOVITOST

SISTEMI REKUPERACIJE PLINOVA I PARA

TURBOMEHANIKA d.o.o.
Slavonska 1a, 44320 Kutina
044/692-222
info@turbomehanika.hr



Channel Partner
GE Oil & Gas
Bently Nevada



Channel Partner
GE Oil & Gas
Control Solutions



**JOHN ZINK
HAMWORTHY**
COMBUSTION

