

PRIMENA CMMS-a U UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM TEHNIČKIH SISTEMA

Velibor Karanović¹, Marko Orošnjak², Dragoljub Šević³, Ivan Beker⁴, Mitar Jovanović⁵,
Nebojša Brkljač⁶

^{1,2,3,4,5,6}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹velja_82@uns.ac.rs, ²orosnjak@uns.ac.rs, ³sevic@uns.ac.rs, ⁴beker@uns.ac.rs, ⁵mitarj@uns.ac.rs,

⁶n.brkljac@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: Primena postupaka automatizacije u vođenju dokumentacije, dizajniranju i izradi proizvoda, simuliranju rada sistema i slično, neophodna je u cilju ostvarenja veće fleksibilnosti, produktivnosti, minimizacije troškova, minimizacije pojave grešaka i tako dalje. Računarom podržano upravljanje održavanjem uz primenu namenskih softverskih rešenja je od izuzetne važnosti za podizanje stepena fleksibilnosti i efikasnosti u segmentu održavanja industrijskih sistema. Ova softverska rešenja centralizuju informacije o održavanju i čine ih vidljivim za svakog iz sektora održavanja ili bilo kog drugog sektora u organizaciji sa pristupom ovom sistemu. Time se olakšava praćenje i upravljanje svim aktivnostima održavanja, ali i drugim aktivnostima kao što su planiranje proizvodnje, planiranje nabavke potrebnih resursa, upravljanje ljudskim resursima, kontrola troškova i drugo. Veliki broj kompanija u R. Srbiji danas, još uvek koristi tradicionalni model održavanja koji se pokazao kao isuviše glomazan i pun nepraktične "papirologije", gde se neretko javlja i slučaj nemarnosti pri unosu podataka, što je dovodilo do grešaka koje usporavaju i onemogućavaju pravilno i pravovremeno donošenje važnih odluka za sektor održavanja, ali i druge sektore preduzeća koji su direktno ili indirektno povezani. U arhivama podaci su teško dostupni i puno vremena se troši na pronalaženje istih. Sve prethodno navedeno ima itekakav uticaj na pouzdanost proizvodnih sistema, produktivnost, kvalitet proizvoda, rokove isporuke, reputaciju i tako dalje. Zbog ovakvog stanja u privredi, tim autora je imao za cilj da u nastavu uvede primenu CMMS aplikacije, odnosno namenskog softvera za automatizaciju postupaka u upravljanju održavanjem i centralizaciju podataka čime se olakšava njihova dostupnost svim direktno i indirektno povezanim sektorima, zarad donošenja što adekvatnijih i pravovremenih odluka. U radu su prikazani i rezultati zadovoljstva studenata sa novouvedenim nastavnim materijalom.

Ključne reči: CMMS, održavanje tehničkih sistema, upravljanje održavanjem, univerzitetska nastava

APPLICATION OF CMMS IN MAINTENANCE MANAGEMENT OF TECHNICAL SYSTEMS

Abstract: The application of automation in document management, product design and development, system simulation, etc., is necessary in order to achieve greater flexibility, productivity, minimize costs, minimize errors and so on. Computer-aided maintenance management with the use of dedicated software solutions is extremely important for raising the degree of flexibility and efficiency in the segment of industrial systems maintenance. These software solutions centralize maintenance information and make it visible to anyone in the maintenance sector or any other sector in the organization with access to this system. This facilitates the monitoring and management of all maintenance activities, but also other activities such as production planning, planning the procurement of necessary resources, human resource management, cost control and more. Many companies in the Republic of Serbia today still use the traditional maintenance model, which has proven to be too cumbersome and full of impractical "paperwork", where there is often a case of negligence in data entry, which led to errors that slow down and disable proper and timely making important decisions for the maintenance sector, but also other sectors of the company that are directly or indirectly related. Data is difficult to access in archives and a lot of time is spent finding it. All of the above has a significant impact on the reliability of production systems, productivity, product quality, delivery times, reputation and so on. Due to this state of the economy, the team of authors aimed to introduce the use of CMMS application, ie dedicated software for automation of maintenance management and centralization of data, which facilitates their availability to all directly and indirectly related sectors, for more adequate and timely decision. The paper also presents the results of student satisfaction with the newly introduced teaching material.

Key Words: CMMS, maintenance of technical systems, maintenance management, university teaching

1. UVOD

Uslovi poslovanja i zahtevi tržišta stalno se menjaju zbog čega preduzeća moraju imati visok stepen fleksibilnosti i efikasnosti, u cilju ostvarenja konkurentnosti na tržištu. Jedan od načina da se to postigne je automatizacija što većeg broja aktivnosti kao što su unos, čuvanje i analiza podataka, praćenje i planiranje proizvodnje, praćenje, planiranje i predviđanje potrebnih resursa, prodaje, troškova, nabavka potrošnog materijala i ostalo. U sklopu sektora održavanja

tehničkih sistema, kao neizostavnog funkcionalnog dela bilo kog proizvodnog sistema, postoji niz administrativnih postupaka, pogodnih za automatizaciju. CMMS (Computerized Maintenance Management System) predstavlja informacioni sistem kojim se automatizuju prethodno pomenute aktivnosti u sektoru održavanja tehničkih sistema, i time drastično poboljšava proces upravljanja održavanjem. Korišćenje CMMS-a u organizaciji olakšava i pospešuje implementaciju TPM (*Total Productive Maintenance*) filozofije [1]

Benefiti primene CMMS-a su višestruki: ubrzanje prenosa informacija, poboljšanje u prikupljanju, čuvanju, dostupnosti i brzini analize podataka, poboljšanje kontrole troškova, smanjenje vremena u otkazu, povećanje efikasnosti, unapređenje pouzdanosti, bezbednosti i produktivnosti, i mnogi drugi.

2. RAZVOJ I PRIMENA CMMS-A U PRIVREDI

Osnovna potreba za razvojem i primenom CMMS-a je ostvarenje što veće efikasnosti u komunikaciji i manipulaciji operativnim podacima. Razvoj ovih sistema je počeo 60-ih godina prošlog veka, međutim zbog kompleksnosti i tadašnjeg velikog broja ograničenja, primena je bila isključivo kod vojnih institucija i velikih organizacija koje su to mogle sebi finansijski da priušte.

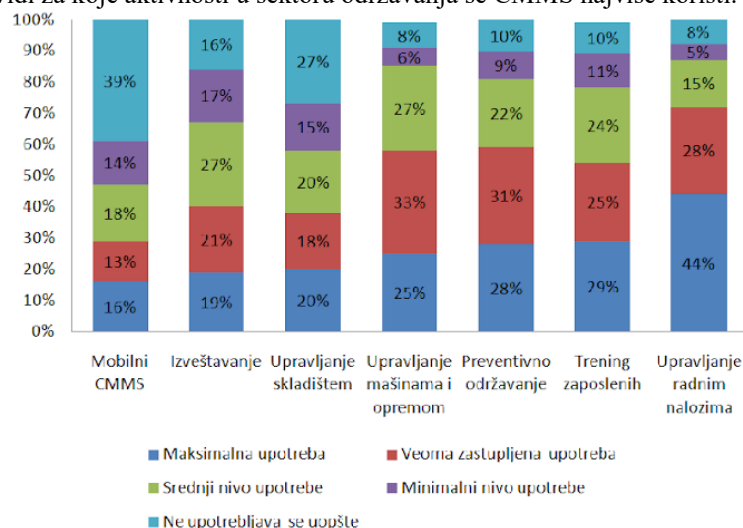
Osnovna funkcija i jezgro razvoja CMMS-a je radni nalog. Radni nalog predstavlja osnovni dokument koji je nezaobilazan deo administrativnog postupka i kojim se prati ko, kada, na kom postrojenju, zašto i kako, je sproveo planiranu ili neplaniranu aktivnost održavanja. Bez ovih podataka nemoguće je kontrolisati proces održavanja, upravljati resursima ili planirati bilo kakve aktivnosti. Međutim, unos podataka u obrazac radnog naloga, nikada nije bio omiljena stvar među zaposlenima u sektoru održavanja, a naročito ne u vreme kada je bila pretežno zastupljena primena modela korektivnog održavanja. Kod velikih i kompleksnijih sistema, primena korektivnog održavanja nije bila održiva, a zaposleni su bili preopterećeni poslovima održavanja, zbog čega je vrlo malo vremena ostajalo za popunjavanje "nekakvih" obrazaca. Osim nedostatka vremena i odbojnosti prema papirologiji, postojali su i drugi problemi unificiranost dokumenata, greške pri unosu podataka, poteškoće u pronalaženju određenih podataka, komplikovana i dugotrajna analiza podataka i tako dalje. Svi pomenuti problemi, su bili i jesu suština postupnog razvoja CMMS-a.

Nakon prve generacije CMMS-a, koja je koristila bušene kartice i IBM-ove višekorisničke računare, ranih 70-ih godina prošlog veka pojavljuju se računarski terminali, a umesto bušenih kartica koriste se papirni formulari. I u prvom i u drugom slučaju, fokus je prvenstveno bio na prikupljanju i centralizaciji podataka sa radnih naloga. Do ranih 80-ih se uvode u primenu takozvani miniračunari, čime se obezbeđuje pristupačnost CMMS-a većem broju kompanija, a razvoj se ogleda u dodavanju funkcije analize podataka i kreiranja izveštaja. Do ranih 2000-ih, beleži se značajniji rast primene CMMS-a, zbog uvođenja personalnih računara, a osim toga razvijaju se i uvode u širu primenu lokalne računarske mreže. Računarske mreže su predstavljale podlogu za razvoj novih funkcionalnosti u okviru CMMS-a zasnovanih uglavnom na Microsoft Access-u. Povećava se dostupnost podataka, ali ne i međusobna povezanost. Baze podataka se čuvaju na lokalnom serveru, čiji se resursi dele među korisnicima, tj. umreženim računarskim terminalima. U periodu između 2000. i 2010. godine, razvija se naredna generacija CMMS sistema, koja koristi internet mrežu za vođenje operacija održavanja, a ogroman napredak je to što CMMS ne mora biti instaliran na lokalnim računarima. Osim navedenog, CMMS zasnovan na internetu pruža korisnicima mogućnost pristupa sa bilo kog uređaja povezanog na internet (laptop računar, tablet, pametni telefon), čime se osigurava mobilnost zaposlenih i još veća dostupnost podataka. Posle 2010. godine pa do danas radi se na razvoju i primeni CMMS sistema zasnovanih na oblaku (*cloud-based*). Kod ove generacije nema potrebe za složenim podešavanjem i konfiguracijom servera, klijent se jednostavno prijavi i odmah može da počne sa korišćenjem. To je zato što je *cloud-CMMS* izgrađen na arhitekturi sa više korisnika gde svi dele istu CMMS aplikaciju sa istom bezbednošću, nadogradnjama i skupom funkcija. U cloud CMMS okruženju, svaki korisnik jednostavno prilagođava CMMS svojim potrebama, dodavanjem ili uklanjanjem modula, jednim klikom na dugme, i bez potrebe za skupim konsultantima da podese i implementiraju CMMS. Dodatno, ispostavlja se da je softver zasnovan na oblaku sigurniji, pouzdaniji i pristupačniji. Aplikacija je uskladištena na više uređaja na virtuelnom serveru, što znači da ako jedan hardver otkaze, drugi će se neprimetno uključiti bez gubitka usluge. Nadogradnje su proces koji se dešava automatski u definisanim intervalima. Pošto svi koriste isti hardver i softver, upravljanje CMMS dobavljačima usluga manje košta, pa se uštede mogu preneti i na kupca, krajnjeg korisnika. To je isplativ i efikasan način upravljanja operacijama održavanja danas. Međutim, dobra, brza, i pouzdana internet veza je od kritične važnosti kada je u pitanju rad sa ovom generacijom CMMS sistema. Bez internet veze ne može se pristupiti podacima – a spora veza može da bude podjednako neefikasna. Poslednja generacija CMMS sistema, poširuje se sa tehnologijama kao što je IoT. Korišćenjem IoT senzora i instrumenata, održavaoci su u mogućnosti da efikasnije nadgledaju funkcionalnost mašina i opreme. Prikupljeni podaci na ovaj način, čuvaju se u oblaku i povezuju sa naprednim CMMS sistemima, što olakšava praćenje važnih parametara kao na primer kilometraža vozila, broj radnih sati mašine, temperatura ležaja, kvalitet maziva, buku ili vibracije. Ove informacije mogu automatski pokrenuti zahteve za otvaranjem radnih naloga na osnovu definisanih pragova u CMMS-u. Opisana sprema se izvršava u realnom vremenu, utičući na poboljšanje pouzdanosti i produktivnosti. Kombinacija IoT-a i CMMS softvera omogućava postizanje značajnih mogućnosti predviđanja pojave otkaza nekog dela mašine ili opreme. Ugradnjom veštačke inteligencije u CMMS softver, mogu da se kreiraju modeli održavanja na osnovu istorije ponašanja postrojenja i uči sistem da sam otkriva i prepoznaje događaje koji dovode do otkaza.

CMMS se primenjuje u medicinskim i vojnim ustanovama, javnim preduzećima, industrijama za proizvodnju električne energije, hrane, nafte, teških i obojenih metala, u građevinarstvu, u avio-industriji, transportnim i drugim preduzećima gde je fizička infrastruktura od kritičnog značaja. Prema [2], osnovne funkcije CMMS-a su:

- Upravljanje radnim nalogima,
- Upravljanje imovinom,
- Upravljanje zalihama,
- Upravljanje preventivnim održavanjem,
- Izveštavanje.

Kao što je ranije pomenuto, centralna funkcija CMMS-a je upravljanje, odnosno praćenje broja zahtevanih, otvorenih i zatvorenih radnih naloga. Radni nalog sadrži sve potrebne informacije o sprovedenim aktivnostima održavanja, sistemu na kojem su sprovedene ove aktivnosti, osoblju koje je zahtevalo, odobrilo i sprovelo aktivnosti, i utrošku vremena, finansijskih sredstava, potrošnih materijala i rezervnih delova. Upravljanje imovinom je funkcija koja obezbeđuje praćenje lokacije, radnog opterećenja, troškova, i ostalih važnih parametara mobilnih i stacionarnih sistema koji su predmet održavanja. Upravljanje zalihama je funkcija kojom se prati dostupnost kadrova, rezervnih delova i potrošnih materijala. Preventivno održavanje je deo CMMS-a u okviru kojeg se sprovodi planiranje redovnih aktivnosti održavanja zasnovanih na vremenskim intervalima ili na CBM (*Condition Based Maintenance*) okidačima, koji automatski pokreću izdavanje radnog naloga. Izveštavanje je još jedna važna funkcija CMMS, kojom se omogućava sprovođenje analiza uspešnosti i efikasnosti, kao i planiranje poboljšanja. U nastavku na slici 1. dat je dijagram na kojem se vidi za koje aktivnosti u sektoru održavanja se CMMS najviše koristi.



Slika 1. Prikaz iskorišćenja različitih funkcija CMMS softvera [1]

Zastupljenost CMMS-a u kompanijama na teritoriji R. Srbije situacija nije baš zavidna, a razlozi za to su razni: neinformisanost, nedostatak finansijskih sredstava, nedostatak kvalifikovanih kadrova, nespornost na promene, zastarele mašine i oprema, nerazumevanje od strane menadžmenta, loša organizacija održavanja, smatranje održavanja “nužnim zlom”. Ovdje treba naglasiti, da kod velikih i finansijski jakih kompanija, koristi se EAM (Enterprise Asset Management) modul koji suštinski pokriva sve funkcije CMMS-a. Za razliku od CMMS-a koji se fokusira na praćenje mašina i opreme od trenutka kupovine i puštanja u rad, EAM ima širi spektar mogućnosti, i prati sredstva rada tokom celog životnog ciklusa. EAM uključuje i praćenje informacija o bezbednosti, osiguranju i garanciji sredstava rada, zatim omogućavaju planiranje zamene sredstava rada, te prate ekološki uticaj sredstva rada kako bi u revizijskim izveštajima obezbedili podatke o uticaju na životnu sredinu. Osim navedenog, EAM ima mogućnost integracije sa drugim softverima, čime obezbeđuje podršku drugim poslovnim sektorima unutar kompanije. Bez obzira na sve prednosti koje nudi, visoka cena EAM modula i drugih sličnih paketa, utiče na to da ga manji broj kompanija može sebi priuštiti.

3. PRIMENA CMMS-A U OBRAZOVANJU STUDENATA

Polazeći od činjenice da je kod naših kompanija mala zastupljenost CMMS-a i uzimajući u obzir da se njegovom primenom mogu ostvariti velika poboljšanja u funkcionisanju sektora za održavanje, odlučeno je da se u nastavi u okviru predmeta Organizacija i menadžment održavanjem, na studijskom programu Industrijsko inženjerstvo, obezbedi veći prostor za prezentovanje mogućnosti CMMS-a. Na vežbama je predviđeno da se uradi studija slučaja koja bi prikazala osnovne funkcionalnosti kao što su procedura registrovanja korisnika i dodeljivanje nadležnosti, procedura registrovanja mašina i opreme koja se koristi u poslovanju kompanije, upravljanje radnim nalogima,

upravljanje zalihama rezervnih delova, kreiranje tehnološkog postupka održavanja, i izveštavanje o uspešnosti održavanja. Za potrebe realizacije studije slučaja izabran je *cloud-based* CMMS softver – FIIX [4], gde je svaki student imao svoj nalog, a time i svoj skup podataka. Praćenje studenata u izvršavanju zadataka je omogućeno zahvaljujući integrisanom sistemu obaveštavanja svih korisnika nakon svake izmene operativnih podataka. Svi studenti su vrlo pozitivno reagovali na pripremljene nastavne materijale i veoma aktivno učestvovali u izradi studije slučaja. Komentari studenata su nam ukazali da najveći doprinos implementacije nastavnog materijala o CMMS-u, je ostvaren u domenu sticanja digitalnih veština, veština analiziranja i istraživanja, organizacionih veština i veština rešavanja problema. Takođe, primenom CMMS softvera u nastavi, uočeno je daleko veće interesovanje i interaktivnost sudenata, nego kada se sprovodi tradicionalni pristup predavanjima koji čini studente pasivnim primaocima informacija.

4. ZAKLJUČAK

Analiza stanja u privredi po pitanju zastupljenosti CMMS-a za potrebe poboljšanja funkcionalnosti sektora održavanja tehničkih sistema, ukazala je da bi bilo vrlo korisno za studente da savladaju ovaj softverski alat i steknu znanje koje će im olakšati rešavanje određenih problema. U skladu sa tim, u sklopu studijskog programa Industrijsko inženjerstvo, na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, sprovedena je implementacija nastavnih sadržaja u vezi sa mogućnostima i primenom CMMS-a, koja je prihvaćena kod studenata sa velikim interesovanjem. Primena CMMS-a je kod studenata stimulisala razvoj digitalnih kompetencija, organizacionih veština i veština analiziranja i rešavanja problema. Projekcije su da će se budući poslovni sistemi sve više oslanjati na softverska rešenja koja omogućavaju uspešno poslovanje, te je stoga od velikog značaja da se u sklopu nastavnog procesa uvede i omogućiti što više praktičnog rada sa aktuelnim softverskim rešenjima i realnim problemima. Ovakvim pristupom, studentima će se omogućiti sticanje neophodnih veština i kompetencija koje se traže na tržištu rada.

Napomena: Ovaj rad je rezultat podrške Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru realizacije projekta “Primena IT tehnologija i savremenih koncepata održavanja industrijskih postrojenja”, broj projekta: 612-00-01187/2021-06/52

5. LITERATURA

- [1] Ying, Z.C.L., 2008. CMMS integrated system and its application based on TPM and RCM synergic relationship. World Sci-Tech R & D, 6, pp.735-738.
- [2] Cato, W.W. and Mobley, R.K., 2002. Computer-managed maintenance systems: a step-by-step guide to effective management of maintenance, labor, and inventory. Butterworth-Heinemann.
- [3] <https://reliabilityweb.com/articles/entry/2017-state-of-cmms-recap>
- [4] <https://www.fiixsoftware.com/>