

## UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM UZ PODRŠKU SUVREMENOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA ODRŽAVANJA

### MAINTENANCE MANAGEMENT SUPPORTED BY STATE-OF-THE- ART COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM

Krešimir Brekan, dipl.ing.  
Zlatan Dinković, dipl.ing.  
Dean Jakšić, dipl.ing.  
EKONERG  
Koranska 5 - Zagreb, Hrvatska

#### REZIME

*Informatizacija kao prvorazredni globalni proces i težnja podizanja konkurentnosti gospodarstva uvjetuju uvođenje informacijskih sustava u poslovanje kao imperativ.*

*Informacijski sustavi održavanja su jedna od ključnih komponenti u provedbi kvalitetne strategije te organiziranog i dobro vođenog procesa održavanja. Njihova primjena najviše dolazi do izražaja u organizacijama gdje je proces održavanja vrlo kompleksan, a raspoloživost sredstava za rad ključna za odvijanje poslovnog procesa.*

*U radu će biti prikazan pregled glavnih funkcija koje posjeduje tehnološki suvremeni informacijski sustav održavanja, mogućnosti njegove primjene, kao i uloga u podršci upravljanju procesom održavanja.*

**Ključne riječi:** Informacijski sustav održavanja, upravljanje održavanjem

#### ABSTRACT

*IT as the first-class global process, and aspiration towards increasing the economy competitiveness, requires the implementation of enterprise software solutions into business activities as the imperative.*

*Computerized maintenance management systems are one of the key components in applying the quality strategy, as well as organized and properly managed maintenance process. Their implementation is particularly expressed in organizations where the maintenance process is highly complex, while the operating assets availability is essential for performing the business process.*

*The paper shall review the main functions included into technological state-of-the-art computerized maintenance management system, possibilities regarding its application, as well as its role in supporting maintenance management process.*

**Key words:** Computerized Maintenance Management System, Maintenance Management

#### 1. UVOD

U današnjem izrazito složenom poslovnom okruženju i uvjetima na tržištu, gospodarski subjekti traže razne načine povećanja učinkovitosti i smanjenja troškova poslovanja.

Održavanje preostaje jedno od područja poslovanja gdje tvrtke odabirom kvalitetne i učinkovite strategije te dobrom organizacijom i vođenjem tehnoloških procesa još uvijek mogu optimirati troškove, a time utjecati i na povećanje svoje konkurentnosti.

Raspoloživost i pravovremena dostupnost svih relevantnih podataka koji su potrebni za upravljanje tehnološki složenim procesom održavanja je od ključne važnosti pa se primjena informatičkih tehnologija sama po sebi nameće kao nužna i nezaobilazna. Informacijski sustavi održavanja pri tome imaju centralno mjesto kao ključan i sveobuhvatan alat za podršku donošenju odluka na svim razinama upravljanja tehničkim održavanjem.

## 2. OSNOVNA STRUKTURA, GLAVNE FUNKCIJE I ULOGA INFORMACIJSKOG SUSTAVA U UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM

Informacijski sustavi koji se u praksi najčešće primjenjuju za podršku upravljanju održavanjem fizičke imovine danas su na svjetskom tržištu informatičkih tehnologija (IT) poznati pod nazivom Enterprise Asset Management - EAM, odnosno informacijski sustavi za upravljanje imovinom. Nastali su nadogradnjom, proširenjem i razvojem funkcionalnosti prve generacije računalom podržanih sustava za upravljanje poslovima održavanja poznatih kao Computerised Maintenance Management Systems - CMMS. Međutim, i dan danas se nazivi ovih informacijskih sustava najčešće koriste kao sinonim (EAM/CMMS).



Slika 1. Struktura suvremenog informacijskog sustava za podršku upravljanju održavanjem

Na slici 1. prikazana je struktura i glavne funkcije jednog od vodećih informacijskih sustava održavanja na svjetskom tržištu [1].

Kvalitetan informacijski sustav održavanja mora podržati barem sljedeće osnovne funkcije i tehnološke poslovne procese te na operativnoj razini upravljanja održavanjem omogućiti:

- formiranje evidencije / registra objekata održavanja (sredstava za rad, fizičke imovine) - uspostavu elektroničke baze podataka, nomenklaturnog sustava i standardnog nazivlja sa tehničkim, lokacijskim, vlasničkim i ostalim podacima koji jednoznačno opisuju objekte održavanja,
- evidenciju stanja tehničkih sustava - objekata održavanja (nazivni tehnički podaci o jamstvima, očekivani životni vijek, troškovi zamjene), klasifikaciju kritičnosti objekata i opreme u pogledu utjecaja na odvijanje procesa,
- evidenciju i analizu kvarova te svih podataka proizašlih iz spomenutih događaja (klasifikacija kvarova, razlog i uzrok nastanka, srednje vrijeme između kvarova i slične veličine relevantne za analizu kvarova),
- evidenciju aktivnosti preventivnog održavanja koje se moraju provode u konstantnim intervalima (npr. aktivnosti propisane zakonskom regulativom),
- izradu, planiranje i praćenje budžeta održavanja, neposredno planiranje i kontrolu izvršenja aktivnosti održavanja,
- generiranje radnog naloga kao osnovnog dokumenta u djelatnosti održavanja te upravljanje provedbom svih aktivnosti održavanja koje se izvršavaju na objektima održavanja,
- definiranje mjera osiguranja mjesta rada koje treba uspostaviti kod provedbe pojedine aktivnosti održavanja te izdavanje dokumenata zaštite na radu uz radni nalog (primjer na slici 2.),
- kriranje, ažuriranje i arhiviranje sve dokumentacije održavanja u elektroničkom obliku (npr. karton ili dosje objekta održavanja, tehnološke upute za održavanje itd.),
- upravljanje ljudskim resursima (radnicima) u održavanju,
- upravljanje zalihama materijala (rezervni dijelovi i potrošni materijal) i skladišnim poslovanjem,
- upravljanje nabavom materijala, usluga i radova održavanja.

Informacijski sustav održavanja također čini osnovnu IT platformu za međusaobnu integraciju s tehničko - tehnološkim procesnim sustavima za nadzor i upravljanje procesima (popularno zvanim SCADA) te sustavima za dijagnostiku stanja opreme (Condition Monitoring). Na taj način se uspostavlja operativna podrška uvođenju i provedbi strategija održavanja tehničkih sustava po stanju i predvidivim održavanjem.

### RADNI NALOG

**Radovi na remontu rastavljača 110 kV - 2007. - HE Rijeka**

<p><b>Tehnička podjela:</b> Inženjering  <b>Podjela:</b> Energetika  <b>Nadzor:</b> Dežurni Poslužitelj  <b>Izvođač:</b> HE Rijeka</p> <p><b>Ovlašteni rukovoditelji radova:</b> B. Mataja  <b>Podnositelj zahtjeva:</b> B. Mataja  <b>Broj telefona podnosioca zahtjeva:</b> 051 230 2000  <b>Datum zahtjeva:</b> 18.7.2007  <b>Planirani datum početka:</b> 24.7.2007  <b>Planirani datum završetka:</b> 6.8.2007</p>	<p><b>Šifra projekta:</b> 210-HE Rijeka 07  <b>Podprojekt:</b> REM-energo 07  <b>Šifra zadatka:</b> Rastavljač  <b>Rastavljač tipa:</b> -  <b>Vrsta troška:</b> 127VA  <b>Vrsta RN:</b> Remont  <b>Izvozi se pod jamstvom:</b> Ne  <b>Prioritet:</b> 1,00  <b>Datum završetka:</b> 10.8.2007</p>
---	--

**Potrebna je DOZVOLA ZA RAD**

Radionica izvršenja	Procijenjena veličina elipse	Procijenjeni sati rada elipse
210-ELEKTR	2,00	40,00

Šifra objekta održavanja	Stara šifra objekta održavanja	Opis objekta održavanja	Lokacija
210-YAEA		RASKLOPNO POSTROJENJE 110kV	TS Rijeka 110/35kV

*Izdati Dostavku za rad za svaki rastavljač na kome se izvode radovi (u svakom polju za svaki rastavljač sistema 1 i 2).*

*Prilikom osiguranja mjesta rada strogo poštovati 5 Pravila sigurnosti.*

*Prilikom radova na rastavljačima blok transformatora 1 i 2 koristiti automobili za stalni nadzor propisanog raspisa pretna dijelovima pod naponom!*

*Uzemiti automobili za stalni nadzor.*

*Prilikom izvođenja radova obavezno koristiti osobna zaštitna sredstva.*

*Prilikom se Zakona o zaštiti na radu i Zakona o državnim inspektoratu.*

Šifra zaposlenika	Ime	Prezime	Datum rada	Radovni sati	Prekovremeni sati (dopunjeni)	Šifra objekta održavanja
	Boris	Mataja	24.7.2007	4,00		210-YAEA
	Dane	Ostac	24.7.2007	3,00		210-YAEA
	Marij	Zabac	24.7.2007	4,00		210-YAEA

Šifra dijela	Opis dijela	Završena količina	Korištena količina	Datum korištenja	Šifra objekta održavanja (opisiva)
2014663	VILAK H10/25 8.8 - Zn šesterokutna glava DIN 913	20,00	20,00	31.7.2007	210-YAEA
2017408	VILAK H10/35 8.8 - Zn šest. glava, navoj od glave	20,00	20,00	31.7.2007	210-YAEA
2180306	MATICA H10 5 šesterokutna DIN 934	40,00	40,00	31.7.2007	210-YAEA
2200121	POKLOSKA H10 - Zn DIN 125	40,00	40,00	31.7.2007	210-YAEA
2200601	POKLOSKA elastična H10 DIN 127	40,00	40,00	31.7.2007	210-YAEA
3620407	STOPRKA balenka za građenje, 25mmž, dn. 10.5mm	10,00	10,00	31.7.2007	210-YAEA

### ZATVORENO

**DOZVOLA ZA RAD br. 07-00526**

ZNRH46

Izvođač (firma): **HE Rijeka**      Ovlašteni rukovoditelj radova: **B. Mataja**

Opis radova: **Radovi na remontu rastavljača 110 kV - 2007. - HE Rijeka**

Šifra objekta održavanja	Opis objekta održavanja	Lokacija	Stara šifra
210-YAEA	RASKLOPNO POSTROJENJE 110kV	TS Rijeka 110/35kV	

**PROVESTI SLJEDUĆE MJERE ZAŠTITE ZA OSIGURANJE MJESTA RADA!**

Općokupni konzum 110 kV prebačen na SISTEM 2, SISTEM 1 prazan i u beznaponskom stanju.

1.a. Isključiti:

- Prekidač 110 kV BLOK TRAF0 1
- Prekidač 110 kV BLOK TRAF0 2
- Prekidač 110 kV REG TRAF0 5

1.b. Odvojeno od napona:

- Rastavljačna sistema 1 i 2 110 kV BLOK TRAF0 1
- Rastavljačna sistema 2 110 kV BLOK TRAF0 2
- Rastavljačna sistema 2 110 kV REG TRAF0 5
- Rastavljačna sistema 1 i 2 35 kV REG TRAF0 5

2.a. Osigurano od ponovnog uklopa (blokada):

- Blokirani zrak rastavljača svih polja 110 kV sistema 1 i 2
- Isključeni pomoćni i upravljački napon 110 kV BLOK TRAF0 1 i BLOK TRAF0 2 (osim prekidača)
- Isključeni pomoćni i upravljački napon 110 i 35 kV REG TRAF0 5 (osim prekidača)
- Isključeni automatski osigurač uzbuđe AG 1 i AG 2 u PVP-u u strojemci

2.b. Tablice upozorenja postavljene su:

- Na koridorno potvornim sklopovima u uklopnici (polja BLOK TRAF0 1, BLOK TRAF0 2, REG TRAF0 5, SPOJNO POLJE 110 kV)
- Na upravljačim omarinama AG 1 i AG 2 u strojemci

3. Utvrdjivanje beznaponskog stanja:

- Indikatorom napona na mjestima uzemljenja

4. Uzemljeno i kratko spojeno:

- Mjesto rada (rastavljač 110 kV BLOK TRAF0 1 sistem 1) uzemljeno preko rastavljača sistema 1 110 kV polja BLOK TRAF0 2 i REG TRAF0 5, mjesto za uzemljenje postavljeno između rastavljača i prekidača 110 kV
- Uzemljeno polje 110 kV BLOK TRAF0 1 između rastavljača i prekidača 110 kV
- Uzemljeno u zračnoj stani 10,5 kV AG 1 i AG 2 u strojemci
- Uzemljeno na 10,5 kV strani na samim izvodima transformatora BLOK TRAF0 1 i BLOK TRAF0 2

5. Ograđeno je susjedno postrojenje:

- Postrojenje psihološka ograda između REG TRAF0 1 i BLOK TRAF0 2

Napomena: Prilikom radova na rastavljačima pripaziti na propisani sigurnosni razmak od dijelova pod naponom. Uzemljiti automobila Obavezno koristiti osobna zaštitna sredstva.

**NA SVIM MJESTIMA ISKLJUČENIH I BLOKIRANIH APARATA OBAVEZNO POSTAVITI OUVJESNE KARTICE ZABRANE I UPOZORENJA!**

**OBAVEZNA JE PRIMJENA SVIH SIGURNOSNIH PRAVILA O ZAŠTITI NA RADU I PRIMJENA OSOBNIH ZAŠTITNIH SREDSTAVA!**

Postavljanje mjera osiguranja mjesta rada na: \_\_\_\_\_

U sklopu mjesta rada ostaje pod naponom: \_\_\_\_\_

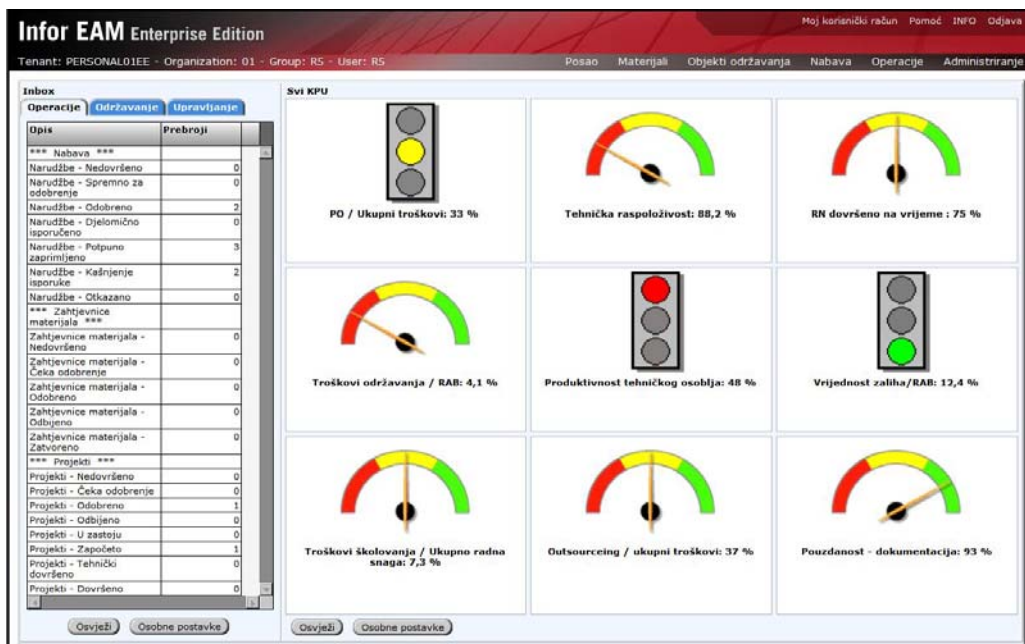
Provereno u: 10.8.2007. godine. Mjesta: \_\_\_\_\_

*Slika 2. Prikaz primjera radnog naloga i dozvole za rad s mjerama osiguranja mjesta rada kod izvođenja radova kreiranih u informacijskom sustavu održavanja [2]*

Na strateškoj razini upravljanja održavanjem informacijski sustav ima sljedeću ulogu:

- podrška provedbi tehnoloških procesa održavanja (npr. korektivno održavanje – otklanjanje kvarova, preventivni pregledi, plansko podmazivanje) definiranih na temelju usvojene strategije održavanja,
- podizanje tehnološke razine planiranja i upravljanja resursima u održavanju,
- informatizacija održavanja - reduciranje manualnog i višestrukog unosa podataka te korištenja papirnate dokumentacije; poboljšanje protoka podataka na svim organizacijskim razinama,
- integracija temeljnih tehničkih procesa održavanja s logističkim funkcijama nabave i upravljanja zalihama / skladišnog poslovanja,
- općenita podrška upravljanju korporativnim sustavom kvalitete u domeni održavanja [3],
- detaljno praćenje i analiza financijsko - troškovnih parametara održavanja, kao i svih ostalih organizacijskih, tehničkih i financijskih ključnih pokazatelja / indikatora uspješnosti KPU (Key Performance Indicators – KPI) uz mogućnost transparentne prezentacije podataka vlasniku, menadžmentu ili klijentima.

Primjer jednostavnog i razumljivog načina prikaza ključnih pokazatelja uspješnosti u informacijskom sustavu održavanja prikazan je na slici 3.



Slika 3. Način prikaza ključnih pokazatelja uspješnosti održavanja (Key Performance Indicators - KPI) u suvremenom informacijskom sustavu održavanja

### 3. IZBOR I UVOĐENJE INFORMACIJSKOG SUSTAVA ODRŽAVANJA

Informacijski sustav, kako je navedeno u prethodnim poglavljima, čini jednu od osnovnih poluga za upravljanje sustavom održavanja pa njegovom izboru treba posvetiti naročitu pažnju. Sama odluka o uvođenju sustava ima dugoročni značaj jer je predvidivo da će ga se koristiti dugi niz godina te da će se intenzitet i opseg njegove primjene, kao i broj korisnika tokom vremena konstantno povećavati.

U skladu s time, od presudne je važnosti utvrditi niz kriterija koje će se temeljito razmtranje i evaluaciju u postupku donošenja odluke o izboru odgovarajućeg sustava. Kao ključni među njima mogu se izdvojiti sljedeći:

- posjedovanje potrebne funkcionalnosti informacijskog sustava s obzirom na specifičnosti vlastite djelatnosti, odabranu strategiju održavanja te zahtjeve poslovnih procesa održavanja koje će se sustavom trebati podržati,
- mogućnost postupnog uvođenja pojedinih funkcionalnih cjelina (modula) informacijskog sustava, mogućnost njegove prilagodbe i konfiguracije te naknadne nadogradnje kroz isporuku novih verzija,
- kompatibilnost informacijskog sustava održavanja s poslovnim informacijskim sustavom i informacijsko - komunikacijskom infrastrukturuom vlastite kompanije (tehnološka platforma, mogućnost međusobne integracije),
- stabilnost i pozicija proizvođača i samog proizvoda (informacijskog sustava održavanja) na tržištu,

- dostupnost lokalne korisničke podrške u primjeni sustava (kvaliteta, stručnost osoblja, garantirana vremenska raspoloživost i brzina odziva),
- iskustvo konzultanata koji će provesti implementaciju sustava, poznavanje strategija, tehnoloških procesa i problematike održavanja,
- lokalizacija sustava na vlastiti jezik (korisničko sučelje sustava, korisnička dokumentacija za rad sa sustavom) - ukoliko se radi o inozemnom rješenju,
- ugrađena funkcionalnost višejezičnosti i viševalutarnosti (ukoliko tvrtka posluje u internacionalnom okruženju),
- cijena nabave i cijena održavanja, cijena usluga implementacije.

Implementacija informacijskog sustava je vrlo složen projekt koji treba biti temeljito pripremljen i vođen, kako bi se postigli očekivani rezultati i došla do izražaja puna funkcionalnost koju nudi softversko rješenje. Stvaranje organizacijske klime koja treba rezultirati uključenjem i mobilizacijom svih ključnih ljudskih resursa iz održavanja u projekt uvođenja informacijskog sustava je od ključne važnosti. Osoblje iz održavanja koje će biti krajnji korisnik sustava treba uključiti u sve faze projekta, od pripreme podataka, definiranja poslovnih pravila i dijagrama tijeka poslovnih procesa, do testiranja i uvođenja informacijskog sustava u produkciju.

Izuzetno je bitno shvatiti i još kod razmišljanja o uvođenju informacijskog sustava ukloniti često prisutne predrasude da će nabavom i instalacijom sustava biti riješeni eventualno prisutni problemi organizacijskog karaktera te da će upravljanje održavanjem samo po sebi postati bolje nego što je bilo. Softver treba promatrati i prihvatiti kao alat koji može pridonijeti olakšanju i povećanju učinkovitosti i efikasnosti upravljanja održavanjem i to na način da će osigurati određenu automatizaciju procesa, raspoloživost i bolji protok te brži pristup relevantnim podacima radi donošenja ispravnih odluka održavateljima - od razine pripreme i izvršenja održavanja do upravljačke razine i menadžmenta.

Uloga konzultanta angažiranog na uvođenju informacijskog sustava za održavanje je ovdje možda i presudna. Iako se radi o uvođenju softvera, konzultant mora poznavati i osnove organizacije održavanja, strategije održavanja, upravljanje zalihama i nabavu te također imati dobre komunikacijske sposobnosti, kako bi mogao pomoći klijentu (korisniku), npr. u uspostavi šifarskog sustava objekata održavanja, strukturiranju nazivlja objekata održavanja i stavki zaliha na skladištu, prijedlogu organizacije procesa održavanja i sl. I na posljetku kada se utvrde i usuglase svi navedeni elementi, konzultant treba sukladno tome prilagoditi i konfigurirati sustav tako da svaki korisnik od njega može izvući maksimum i ima pristup svim funkcijama i podacima koji su mu potrebni za svakodnevno obavljanje svoje uloge i poslova u procesu održavanja.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Otvaranjem europskog tržišta tvrtke u regiji postaju sudionici utakmice u kojoj će za uspjeh i konkurentnost biti presudno učinkovito gospodariti vlastitim tehničkim sustavima, odnosno promatrano u širem kontekstu, cjelokupnom fizičkom imovinom.

Informacijski sustavi za podršku upravljanju održavanjem su namijenjeni planiranju i pripremi, praćenju te analizi efikasnosti i uspješnosti cjelokupnog procesa tehničkog održavanja. U praksi je potvrđeno da se njihovim uvođenjem i dosljednom primjenom mogu

postići kvalitetni pomaci u cjelokupnoj organizaciji i upravljanju poslovima održavanja s tehničkog stajališta, a također i ostvariti preduvjete za postizanje značajnih financijskih ušteda i smanjenja troškova održavanja, naročito po osnovi povećanja raspoloživosti opreme, racionalizacije zaliha te nabavi roba, usluga i radova.

Ovi informacijski sustavi se u svijetu koriste već dugi niz godina i kontinuirano bilježe porast primjene, paralelno s razvojem informatičkih tehnologija i povećanjem ulaganja u informatizaciju poslovnih procesa kompanija. Korisnost njihove primjene najviše dolazi do izražaja u onim djelatnostima gdje je tehničko održavanje ključno za poslovne procese, a raspoloživost tehničkih sustava od presudne važnosti za odvijanje proizvodnje i pružanje usluga kupcima. Među njima se mogu izdvojiti:

- energetika - proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije i toplinske energije,
- proizvodnja, prerada, transport i distribucija nafte i plina,
- (petro)kemijska industrija,
- transport - željeznički, cestovni, zračni i morski,
- telekomunikacije
- prehrambena [4] i farmaceutska, automobilska, grafička i papirna te ostala procesna i diskretna industrija,
- komunalne djelatnosti - vodoopskrba i odvodnja, prikupljanje i odvoz otpada, upravljanje javnim površinama, prometnom infrastrukturom i ostalim infrastrukturnim sustavima,
- upravljanje i održavanje nekretnina - Facility Management.

U radu su navedeni ključni elementi koje posjeduje nova generacija suvremenih informacijskih sustava održavanja. Vodeći isporučitelji ovih softverskih rješenja na tržištu njihovu funkcionalnost kontinuirano razvijaju i dograđuju, prateći s jedne strane napredak informacijsko komunikacijskih tehnologija, a s druge strane razvoj suvremenih strategija i pristupa održavanju. Pored toga, navedeno je i nekoliko provjerenih te relativno jednostavnih i lako provedivih smjernica koje mogu biti korisne organizacijama koje se nalaze pred odlukom o investiranju u nabavu informacijskog sustava održavanja.

## 5. LITERATURA

- [1] Infor EAM (Enterprise Asset Management) - <http://www.infor.com/solutions/eam/>
- [2] Brekan K., Dorić Ž., Blomberg R.: Sustav upravljanja poslovima održavanja u proizvodnim pogonima Hrvatske elektroprivrede, Energija, Broj 2., god. 55, 2006.
- [3] Brekan K., Dinković Z., Karneluti J., Jermaniš D., Putinja A., Podreka F., Žulić S.: Sustav upravljanja održavanjem u Istarskom vodovodu., 14. međunarodno savjetovanje "Održavanje 2008.", Zbornik radova, Šibenik, 2008.
- [4] Brekan K., Dinković Z., Kolanović F., Perković H., Damjanić I., Švenda N.: Primjena informacijskog sustava MP2 Enterprise u Kraš d.d., 11. međunarodno savjetovanje "Održavanje 2005.", Zbornik radova, Šibenik, 2005.

