

E – ODRŽAVANJE U KOMPANIJU GRAND PROM AD**E – MAINTENANCE IN COMPANY GRAND PROM AD**

doc. dr Danica Lečić-Cvetković¹,
Nikola Atanasov, dipl. ing.²

¹Fakultet organizacionih nauka, Beograd

²Grand Prom AD, Beograd

**REZIME**

E-proizvodnja predstavlja osnovnu strategiju kompanija koje žele da opstanu i budu konkurentne u današnjim tržišnim uslovima. Primenom Internet tehnologija, e-održavanje je pružilo proizvodnim kompanijama mogućnost da svojim kupcima budu na raspolaganju u bilo kom delu sveta i u bilo koje vreme. Implementacijom e-održavanja, kompanijama je obezbeđen inteligentni alat (Watchdog agent) za predviđanje i praćenje rada opreme, proizvoda i procesa u proizvodnom pogonu, u cilju sprečavanja nepredviđenih zastoja. Kompanija Grand Prom AD je primenom e-održavanja značajno uticala na smanjenje broja zastoja mašina, vremena trajanja zastoja i troškova održavanja.

Ključne reči: E-proizvodnja, e-održavanje, Internet tehnologije.

ABSTRACT

E-manufacturing is becoming a key enabler for companies to compete to achieve a leadership in today's ever challenging and competitive market conditions. With the use of Internet, e-maintenance is transforming manufacturing companies to a service business to support their customers anywhere and anytime. E-maintenance provides companies with predictive intelligence tools (Watchdog agent) to monitor their equipment, products and process through Internet communications system to prevent them from unexpected breakdown. Grand Prom AD company, by using e-maintenance, made the large number of benefits in production and maintenance process: low number of machine failure, low maintenance duration and maintenance costs.

Key words: E-manufacture, e-maintenance, Internet technologies.

1. UVOD

Masovna primena Internet tehnologija i razvoj e-poslovanja doveli su do značajnih promena na svetskom tržištu. Kupac je dobio mogućnost izbora pri kupovini željenog proizvoda, nevezano za deo sveta u kome se nalazi proizvođač. Savremeno tržište ne odgovara kompanijama koje su svoje poslovanje zasnovala isključivo na monopolu na određenom geografskom području. Jedini način opstanka proizvodnih kompanija na globalnom tržištu je primena Internet tehnologija u sopstvenu korist. Implementacija e-proizvodnje (elektronskog upravljanja proizvodnjom), kao osnovne komponente e-poslovanja, omogućila je menadžmentu kompanija pristup informacijama brže nego ikada do sada. U cilju zadovoljenja sve raznovrsnijih zahteva kupaca, vreme proizvodnje se smanjuje, smanjuje se veličina serija i

teži se sve većoj fleksibilnosti proizvodnje. Tržište je postalo rigorozno u pogledu zahtevanih rokova i naručenih količina. Implementacijom e-održavanja (elektronskog održavanja), proizvodne kompanije uspostavljaju proizvodni proces bez nepredviđenih zastoja kroz sistem proaktivnog održavanja opreme instalirane u proizvodnom pogonu.

2. E - PROIZVODNJA

Strategija e-proizvodnje se zasniva na proizvodnji po narudžbini i elektronskom održavanju opreme u proizvodnom pogonu. Osnovu e-proizvodnje predstavlja razmena informacija između kupaca, proizvodnih preduzeća i snabdevača [5]. Proizvodni pogon, kroz upravljanje materijalom i sistemom održavanja sredstava za rad, predstavlja polazni nivo u prikupljanju informacija neophodnih u procesima

donošenja odluka. Primena Internet tehnologija u upravljanju proizvodnjom, učinila je proces prikupljanja potrebnih informacija efektivnijim i efekasnijim.

Dobra implementacija e-proizvodnje je moguća samo ukoliko svaki član lanca vrednosti: nabavka, proizvodnja, distribucija i prodaja, poseduje odgovarajuće sposobnosti, spremnost i zahtevane tehnologije za upravljanje proizvodnjom primenom Internet tehnologija. Potpuna implementacija e-proizvodnje zahteva:

- (1) jasno definisan model proizvodnog pogona, procesa proizvodnje i materijalnih tokova;
- (2) precizno definisan tok informacija podržanih činjenicama;
- (3) fleksibilnost proizvodnje u cilju zadovoljenja zahteva promenljivog tržišta i
- (4) inteligentne sisteme održavanja proizvodne opreme.

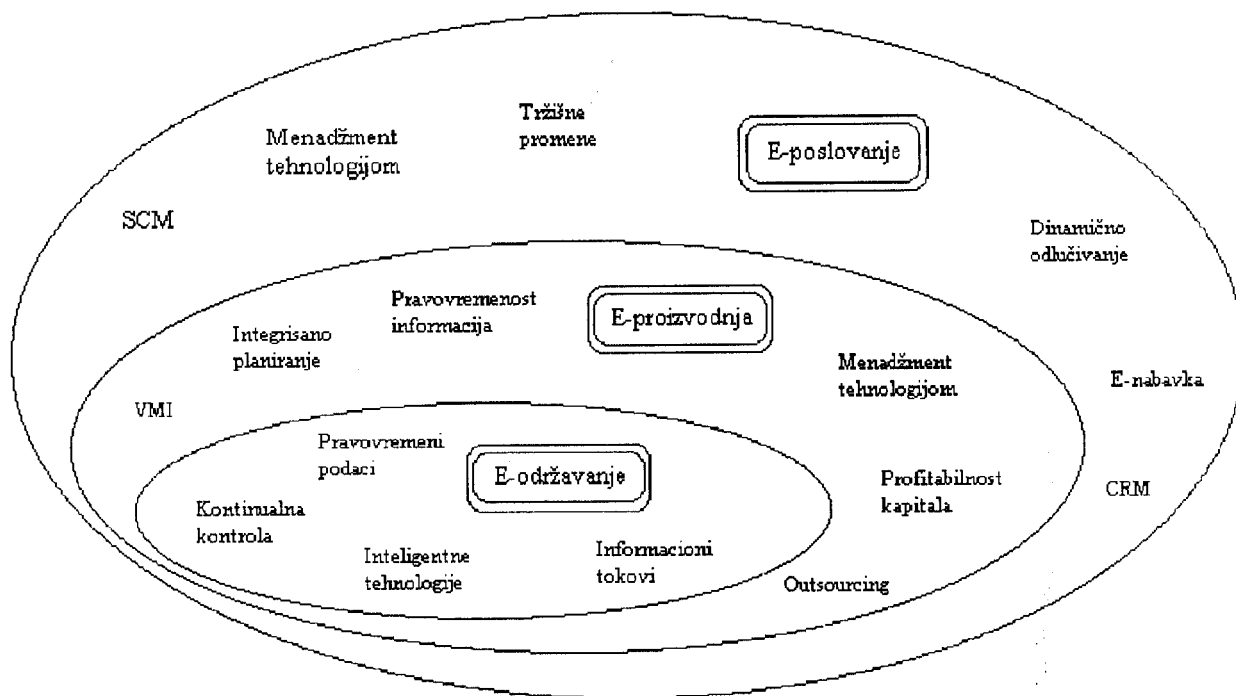
3. INTEGRACIJA E-PROIZVODNJE I E-POSLOVANJA

E-proizvodnja predstavlja skup osnovnih zahteva i elemenata koji imaju očekivani uticaj na proizvodne performanse. Na slici 1. prikazana je integracija sistema e-održavanja u sistem e-proizvodnje i e-poslovanja [4]. Upravljanje održavanjem sredstava za rad predstavlja jedan od ključnih procesa u strategiji e-proizvodnje. E-održavanje predstavlja osnovni

stub podrške i ključ uspeha integracije e-proizvodnje u e-poslovanje. Uspešna implementacija e-održavanja u proizvodni pogon organizacije, doprineće da proizvođači i kupci sagledaju znatne prednosti koje pruža oprema i proizvodni procesi veće pouzdanosti. Primenom e-proizvodnje menadžment proizvodnog pogona i menadžment organizacije koja ga snabdeva proizvodnom opremom, udružuju svoje snage u dostizanju zajedničkog cilja: rešavanja problema održavanja i sprečavanja situacija neplaniranih otkaza.

4. E - ODRŽAVANJE

Teničko održavanje sredstava za rad predstavlja jedan od najvažnijih podsistem proizvodnje. Cilj podsistema održavanja proizvodnje je da obezbedi nesmetano funkcionisanje sredstava za rad u predviđenom tehničkom veku trajanja, uz minimalne troškove. Tradicionalni način održavanja sredstava za rad se zasniva na procesu prikupljanja podataka, analizi podataka i pripremi preporuka za otklanjanje nastalog kvara. Internet tehnologije su proces održavanja unapredile u velikoj meri kroz povećanje efikasnosti procesa i brzine prikupljanja i obrade informacija. Upravljanje proizvodnjom putem Interneta, omogućava kontinualno nadgledanje mašine i opreme u proizvodnom pogonu, kao i pravovremeno reagovanje na zastoje u proizvodnom pogonu.



Slika 1. Integracija e-poslovanja, e-proizvodnje i e-održavanje

Ljudi, proizvodi i procesi predstavljaju aktivnu organizaciju, i aktivnu menadžmentu čiji je cilj maksimizacija rezultata kroz obrt (angažovanog) kapitala u proizvodnom okruženju. Fizički kapital, kao što su zgrade, postrojenja i oprema, predstavljaju "nužno zlo" svake proizvodne organizacije, troškovni centar kome se ne poklanja dovoljno pažnje, osim neophodnog održavanja u cilju zadovoljenja osnovnih zahteva proizvodnje. Istovremeno, operacije proizvodnog pogona imaju najveći uticaj na kvalitet proizvoda i manje utiču na samu efikasnost rada. Osnovni cilj je ispuniti planove proizvodnje, na čemu su mašine u velikom broju slučajeva angažovane dvadesetčetiri časa dnevno, sedam dana nedeljno, podložne neprestanom habanju i neplaniranim otkazima. Zaustavljanje proizvodnje u cilju preduzimanja održavanja je veoma skupo (reda veličine 800-1000 funti/h [5]). Bez jasnog plana i programa održavanja od strane menadžmenta, skupi časovi stajanja mašina mogu prolaziti dok se ne započne sa predviđenom zamenom delova. Pristup održavanju po nastanku kvara je sve ređe prisutan u proizvodnim sistemima, a preventivno održavanje je veoma teško implementirati. U periodima kada je potrebno proizvoditi punim kapacitetima, veoma je teško odrediti vreme u kome će se proizvodnja zaustaviti u cilju planiranog održavanja ili kontrole. U proizvodnom svetu gde radna nedelja traje sedam dana po dvadesetčetiri časa, planirani termini zaustavljanja mašina u cilju održavanja su veoma retki i kratkotrajni. Mašine se zaustavljaju za vreme praznika i zakonom propisanih neradnih dana (Božić, Nova godina i Uskršnji praznici). Primena informacionih tehnologije u proizvodnim pogonima i fabričkim postrojenjima je sve veća, u cilju poboljšanja kvaliteta finalnih proizvoda i produktivnosti pojedinačnih procesa.

Planirano održavanje sredstava za rad predstavlja važan zadatak menadžmenta proizvodnje. Bez odgovarajućeg uvida u sposobnosti opreme proizvodnog pogona, proizvođač može izgubiti velike količine skupocenog proizvodnog vremena i resursa. Planirano održavanje opreme predstavlja metod kojim se unapređuju karakteristike proizvodne opreme i dostiže viši nivo produktivnosti proizvodnog pogona. Do implementacije Internet tehnologija u proizvodna postrojenja, planirano održavanje proizvodne opreme se zasnivalo na individualnom prikupljanju podataka iz proizvodnog pogona, obradi i analizi podataka, i odlučivanju o mogućim aktivnostima održavanja. Primena Internet tehnologija je doprinela bržem prijemu, analizi i reakciji na informacije dobijene iz proizvodnog pogona. Planirano održavanje zasnovano

na Internet komunikaciji omogućava organizacijama kontinualno praćenje MRO procesa (Maintenance Repairement Operations - održavanje, popravka, operacije proizvodnog pogona), u cilju povećanja efikasnosti poslovanja. Stvorena je veza između podataka prikupljenih praćenjem pokazatelja kvaliteta proizvodnog procesa i planom predviđenog održavanja, čime je izvršen značajan uticaj na smanjenje troškova proizvodnje. Takav pristup predstavlja veliku šansu za poboljšanje efikasnosti organizacije i njenih eksperata za tehničko održavanje. Podaci se integrišu u integralni informacioni sistem organizacije (ERP - Enterprise Resource Planning sistem) i formiraju bazu znanja o proizvodnom procesu i preventivnom održavanju.

5. INTELIGENTNI SISTEMI E - ODRŽAVANJA

Proaktivno održavanje proizvodnog pogona je ključna komponenta koncepta e-proizvodnje. Sistem proaktivnog održavanja, obezbeđuje minimalna vremena zastoja u proizvodnom sistemu i operacijama proizvodnog procesa, integracijom i primenom: stalne i potpune kontrole, metoda procena performansi procesa i tehnologija bez ograničenja. Takav sistem omogućava poređenje performansi proizvoda kroz globalno umreženo praćenje promena u procesu proizvodnje i pravovremenog uočavanja i detekovanja grešaka. Kako bi se postigla maksimalna iskorišćenost proizvodnog pogona, sistem e-održavanja vrši praćenje, analizu, poređenje, rekonfiguraciju i pružanje podrške sistemu kroz web platformu. Takva inteligentna odluka se može doneti na osnovu agenata web okruženja koji su povezani sa e-poslovnim alatima (kao što su: menadžment odnosa sa kupcima - CRM sistem, ERP sistem, e-trgovina), sve u cilju postizanja dobrog i efektivnog rešenja u pružanju usluge. Realna procena zahtevanih karakteristika mašina se postiže integracijom različitih tehnologija: senzorskih uređaja, "pametnih" agenata, wireless tehnologija, virtualne integracije, interfejs platformi.

Inteligentni sistem održavanja sadrži tri nivoa primenjene inteligencije (slika 2. [3]):

(1) Nivo proizvod/oprema/proces na kome je fokus na proaktivnom pristupu održavanju proizvodnog pogona. Osnovnu komponentu predstavlja Watchdog agent, uređaj koji neprestano prati zadate merljive performanse opreme i celokupnog proizvodnog pogona. Operativne performanse komponenti, mašina i procesa, se mogu grupisati u četiri moguća stanja: normalno operativno stanje, stanje rada smanjenim performansama, stanje održavanja (popravke) i stanje kvara. Stanje rada sa smanjenim

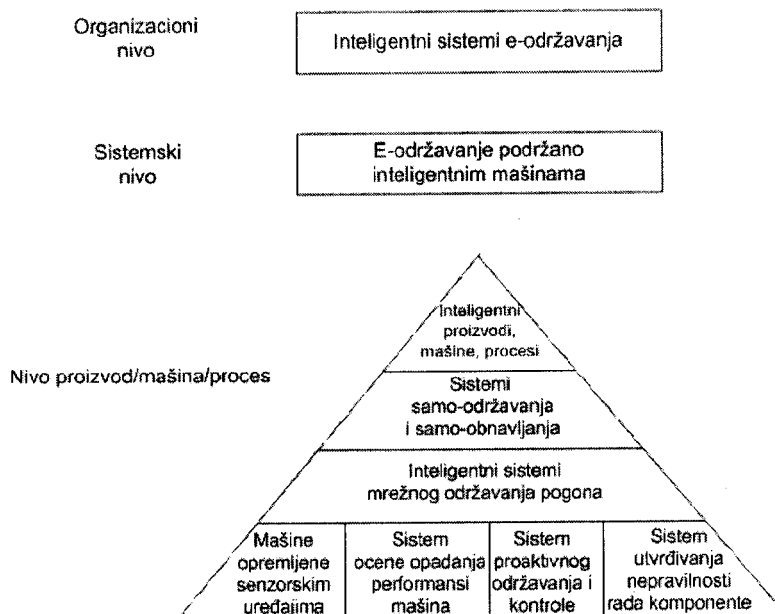
performansama se može definisati za jednu mašinu ili za neku njenu komponentu. U slučaju kvara na mašini, Watchdog agent ima ulogu "crne kutije", iz memorije agenta se dobijaju informacije o poslednjih nekoliko minuta rada mašine. Na taj način se lako pronalazi i otklanja uzrok kvara, i proizvodno postrojenje se za kratak vremenski period vraća u željeno radno stanje;

(2) **Sistemska razina** - zasniva se na komparaciji angažovanih mašina, opreme i proizvoda sa pokazateljima funkcionisanja u (a) savršenim uslovima, (b) simulacijom određenih zastoja i (c)

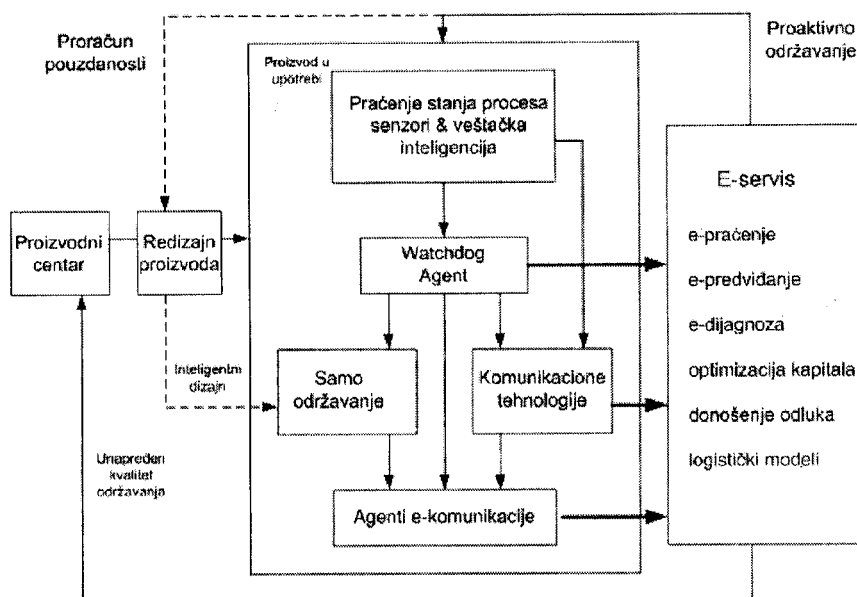
funkcionisanja u virtualnim modelima podržanim Internet tehnologijama. Osnovu sistemskog nivoa čini web platforma kroz primenu GEM@WORK razvojnog alata (stvaranjem fleksibilnog pristupa web aplikacijama);

(3) **Organizacioni nivo** - fokus je na primeni veštačke inteligencije u praćenju procesa primenom Internet tehnologija u cilju postizanja funkcionisanja bez grešaka (Zero-downtime).

U cilju optimizacije angažovanog kapitala i menadžmenta sistema održavanja definišu se modeli praćenja habanja i opadanja performansi mašina i



Slika 2. Hijerarhija Inteligentnog sistema e-održavanja



Slika 3. Inteligentni sistem e-održavanja

njenih komponenti, kao i algoritmi detekcije kvara i otkrivanja uzroka kvara. Svi modeli i algoritmi se proveravaju u dva različita uslova rada mašina: realni uslovi rada i simulacija slučajnih događaja pri radu mašine.

Slika 3. prikazuje inteligentni sistem održavanja i njegove ključne komponente [3]. Osnovnu komponentu predstavlja "pametni" agent (Watchdog Agent) koji može predvideti opadanje performansi sistema, što je bolje od tradicionalnog pristupa uočavanja grešaka ili kvarova. Potpuno razumevanje i prikaz okolnosti opadanja je neophodno kako bi se precizno predvidela i predupredila greška komponente ili mašine, i identifikovala kao kritični element celokupnog proizvodnog sistema. Opadanje performansi proizvoda je u najvećem broju slučajeva povezano sa širokim opsegom informacija, koje povezuju opadanje funkcionalnosti sistema i gubitak performansi njegovog dela u lancu aktivnosti. Sticanje posebnih ključnih informacija može sadržati višestruku kombinaciju informacija kao što su nelinearne vibracije, promena u površini ili temperaturi materijala koji se obrađuje, i tome slično.

6. E-ODRŽAVANJE PROIZVODNOG POGONA KOMPA NIJE GRAND PROM AD

Savremeno tržište postavlja nova pravila, kompanije teže brzom reagovanju na zahteve kupaca i stvaranju dodate vrednosti u svojim proizvodnim operacijama u vidu posleprodajnog servisa. Neophodnost implementacije e-održavanja i e-servisa (posleprodajnih usluga) je lako uočljiva:

(1) Smanjenje zahteva za posleprodajnim servisom (reklamacijama) kod dobavljača proizvodne opreme. Teži se smanjenju ukupnih troškova poslovanja, proizvodnje, posleprodajnog servisa, odnosno održavanja. Postizanje takvih ciljeva je omogućeno razvojem i primenom naprednih tehnologija e-održavanja i e-servisa. Na taj način ostvaruje se smanjenje broja reklamacija, čime je unapređena konkurentnost i tržišna pozicija proizvođača i korisnika opreme i mašina.

(2) U slučajevima kada pouzdanost opreme nije promenjena, njena funkcionalnost može biti unapređena u cilju pravovremenih aktivnosti održavanja i servisa uz poboljšanje performansi celokupnog sistema.

(3) Razvoj naprednih posleprodajnih usluga sa poboljšanim dijagnostičkim kapacitetima. Takve usluge doprinose povećanju vrednosti proizvoda namenjenih kupcima. Na primer, proizvođač pakerica za

prženu mlevenu kafu će u tom slučaju, svome kupcu prodati mašinu sa garantovanim brojem radnih časova, upakovanom količinom kafe ili brojem zapakovanih kesica kafe.

Proizvodnja, prerada i promet kafe predstavlja primarni proces u kompaniji Grand Prom AD. Proizvodni pogon se zasniva na pržionicima za kafu u zrnju, mlinovima za kafu, pakericama i linijama za transport pržene i mlevene kafe. Pakerice poseduju instaliran softver za upravljanje mašinom. Softver je instaliran od strane inostranog proizvođača mašina nakon prodaje Grand Prom-u. Dobavljač proizvodne opreme je kao dodatnu vrednost svoje mašine ponudio garanciju za održavanje softvera mašine dok je ona u upotrebi.

Raniji način otklanjanja softverskih grešaka u proizvodnom pogonu koje su uzrok nepravilnog rada mašine za pakovanje je trajao minimum 72 časa. Neophodno je bilo dijagnostifikovati kvar mašine, utvrditi da li je mehanički kvar ili nepravilnost u softveru, kontaktirati dobavljača, sačekati dolazak stručnjaka iz kompanije dobavljača, upoznati ga sa problemom, sačekati da serviser otkloni kvar, i nakon svega pustiti mašinu u rad.

Primenom Internet tehnologija i e-održavanja, proces održavanja mašine za pakovanje je sledeći: dijagnostifikovati kvar mašine, utvrditi da li je mehanički kvar ili nepravilnost u softveru, kontaktirati dobavljača. Serviser se direktno iz kompanije dobavljača putem Internet konekcije povezuje na mašinu i otklanja nastalu grešku u softveru, i nakon toga je mašina spremna za dalji rad. Proces održavanja mašine je sveden sa 72 h na oko 5 h. Troškovi koji nastaju usled stajanja mašine su višestruko smanjeni. Troškovi koje snosi dobavljač pri popravci prodane mašine su takođe smanjeni mnogostruko. U cilju implementacije proaktivnog održavanja mašina za pakovanje kafe, predložena je provera osnovnih parametara softvera mašina, kao i najčešće uočavanih nedostataka softvera. Takav pristup proaktivnog održavanja obavlja se po planu jednom mesečno u trajanju od 2 časa.

Na osnovu prethodno predstavljenih trendova u savremenom poslovanju i predstavljenog primera kompanije Grand Prom AD jasno se uočava potreba za e-održavanjem i e-servisom proizvodnih kompanija kroz sledeće aktivnosti:

(1) Tehnologiju proizvodnje je potrebno prilagoditi unapređenom proizvodnom pogonu, u cilju integracije nove tehnologije u postojeći proizvodni sistem.

(2) Obuka korisnika za rukovanje novim tehnologijama. Veoma je važno izvršiti obuku potencijalnih korisnika, i upoznati ih sa potrebama, vrednostima i mogućnostima koje pruža e-održavanje i e-servis. Neophodno je jasno prezentovati koje su koristi ili uštede ostvarene predupređenjem zastoja ili kvara mašine.

(3) Definisanje i prodaja mogućnosti koje pruža e-održavanje menadžmentu kompanija koje predstavljaju potencijalne kupce. Pravi način opravdanja ulaganja u nove tehnologije se postiže jasnim argumentovanim definisanjem vrednosti Internet tehnologija krajnjim korisnicima, odnosno menadžmentu kompanije koja investira u nove tehnologije.

(4) Definisanje uticaja na poslovne procese i modele. Aktivnosti održavanja su najčešće ad-hok karaktera. Neophodno je kroz benčmarking studije uočiti potrebu za implementacijom e-održavanja i e-servisa u poslovne procese i modele, kao i nedvosmisleno sagledati posledice koje iz toga proizilaze.

7. ZAKLJUČAK

Implementacija e-održavanja i e-servisa u proizvodne procese, ima uticaja na kvalitet celokupnog poslovanja organizacije. Odgovarajuće aktivnosti održavanja i servisa u velikoj meri utiču na smanjenje broja reklamacija i žalbi kupaca, troškova garancija, sveukupnu efektivnost opreme, kvaliteta celokupnog poslovanja. Lako je razumeti da pravilno održavanje i servis značajno unapređuje sveukupne kapacitete proizvodnog sistema kroz smanjenje ili eliminisanje nepotrebnih zastoja i gubitaka u proizvodnom procesu. Vrednosti ušteda koje se postižu sveukupnim unapređenjem proizvodnje prevazilaze sveukupne troškove efikasnog održavanja i servisa. Odavde se može zaključiti da se celokupni troškovi proizvodnih operacija značajno smanjuju, čime se utiče na povećanje profitabilnosti angažovanog kapitala. Odgovarajućom primenom e-održavanja i e-servisa smanjuju se ili eliminišu nepredviđeni zastoji složenih proizvodnih sistema i poboljšava se ukupna efikasnost proizvodnog pogona. Organizacije koje mogu da se oslone na tačno i pouzdano e-održavanje i e-servis, razvijaju optimalnu strategiju održavanja u cilju smanjenja troškova održavanja i pratećih aktivnosti.

Definisanjem i implementacijom e-održavanja postižu se i značajne koristi na nivou poslovanja celokupne organizacije, a koje nisu u neposrednoj vezi sa proizvodnim pogonom. Skladišta i visoki nivoi za-

liha su neophodni kako bi se premostili eventualni zastoji u proizvodnji, u cilju potpunog zadovoljenja zahteva krajnjih kupaca.

Bolja proizvodna oprema i održavanje takođe utiču na menadžment odnosa sa kupcima, kroz smanjenje reklamacija, obezbeđivanjem pravovremene isporuke. Povećanjem sveukupne raspoloživosti i pouzdanosti proizvodnog sistema, nivo sigurnosnih zaliha se može u velikoj meri smanjiti čime će biti oslobođena značajna količina kapitala. Stabilnost toka proizvodnog procesa omogućava i pravovremeno upravljanje zalihama sirovina i repromaterijala zasnovanog na Just-in-Time snabdevanju, čime se smanjuje angažovani finansijski kapital, radna snaga i skladišni prostor.

Implementacija Internet tehnologija u organizaciju i održavanje opreme instalirane u proizvodni pogon je moguća samo ukoliko se ispoštuju osnovni i prateći zahtevi za neophodnom tehnološkom podrškom. Neophodno je postojanje tehnologija i standarda koji će podržati implementaciju web platforme: olakšana integracija primenom standarda, zahtevi za sigurnošću (LAN zaštita), kao i imlementaciju u poslovne procese (promene u poslovnom procesu prikazane primenom work flow dijagrama) praćene standardizovanim procedurama, funkcijama i algoritmima. Uslov predstavljaju tehnologija i standardi za savremene tehnologije bez ograničenja: "pametne" veze koje obezbeđuju on-line informacije, alati za operativno upravljanje koji su raspoloživi krajnjim korisnicima, širok opseg ugrađenih procesora i pratećih senzorskih uređaja.

LITERATURA

- [1] Greeff, G., Ghoshal, R., E-manufacturing and Supply Chain Management, Elsevier, Oxford, 2005.
- [2] Todorović J., Lečić-Cvetković, D., Upravljanje proizvodnjom, FON, Beograd, 2005.
- [3] <http://www.engin.umich.edu>, Lee J., Koc M., A Framework for Web-enabled E-Maintenance System, Tokyo Big Sight, Tokyo, 2001., članak sa Interneta.
- [4] <http://www.ise.polyu.edu.hk>, Koc M., Ni J., Lee J., Bandyopadhyay P., Introduction to e-manufacturing, 2005., članak sa Interneta.
- [5] <http://www.rockwellautomation.com>, Making sense of e-manufacturing: A Roadmap for UK industry, Executive Briefing, Rockwell Automation, 2005., članak sa Interneta.