

SISTEMI MES ZA PODPORO PROIZVODNIH PROCESOV

Alenka Žnidaršič*, Marjan Rihar
Institut Jožef Stefan
Odsek za računalniško avtomatizacijo in regulacije
Jamova 39, 1111 Ljubljana
*INEA d.o.o., Ljubljanska 80, 1230 Domžale

Povzetek

Sodobna procesno organizirana proizvodna podjetja potrebujejo za upravljanje proizvodnje močno informacijsko podporo, ki temelji na integrirani konceptualni, programski in aparaturni računalniški platformi. V arhitekturi take platforme zavzemajo pomembno mesto sistemi MES, ki povezujejo transakcijske sisteme za planiranje ter sisteme realnega časa za vodenje in nadzor fizičnih procesov. Na ta način omogočajo enotno upravljanje proizvodnih funkcij, proizvodnega procesa in proizvodnih virov.

Abstract

Improving a company's manufacturing capability and, consequently its posture to global markets, requires flexibility and responsiveness in identifying and addressing fast-changing demands on the market. Today, the information gap between business systems and direct process control is one of the major problems to agile manufacturing. As an answer to these problems, the Manufacturing Execution Systems (MES) are rapidly emerging as a new level of command-and-control between transaction-oriented work planning systems and real-time factory operation systems. With MES systems the manufacturing process becomes information driven and a stronger contributor to overall productivity and to the financial viability of the company.



1. Uvod

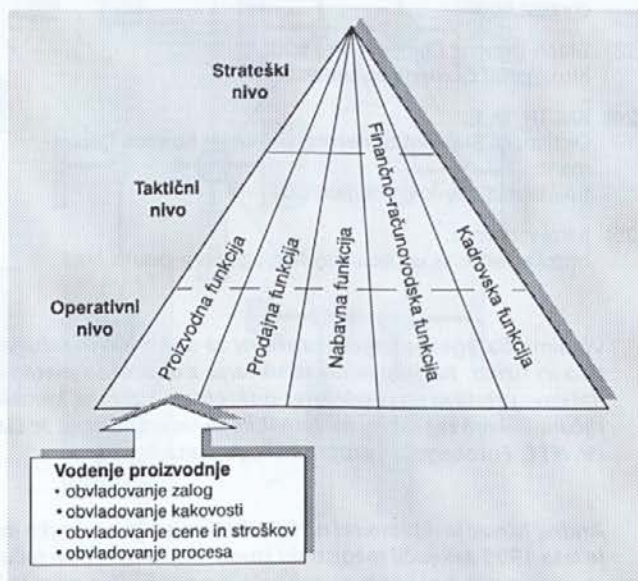
Med pomembnimi vidiki uspešnosti podjetja je zagotavljanje kakovosti končnim izdelkom s čim manjšimi stroški in prilagajanje hitrim spremembam na trgu. Eden izmed ključnih pogojev za tako poslovanje je celovito obvladovanje fizičnih, proizvodnih in poslovnih procesov in odločanje na osnovi dejanskih podatkov o stanju proizvodnje in vseh funkcij podjetja. Doseganje teh pogojev pa je mogoče le z uporabo sodobne informacijske podpore.

Uvajanje računalniške podpore v podjetja je v preteklosti sledilo piramidnemu modelu vodenja podjetja (Slika 1).

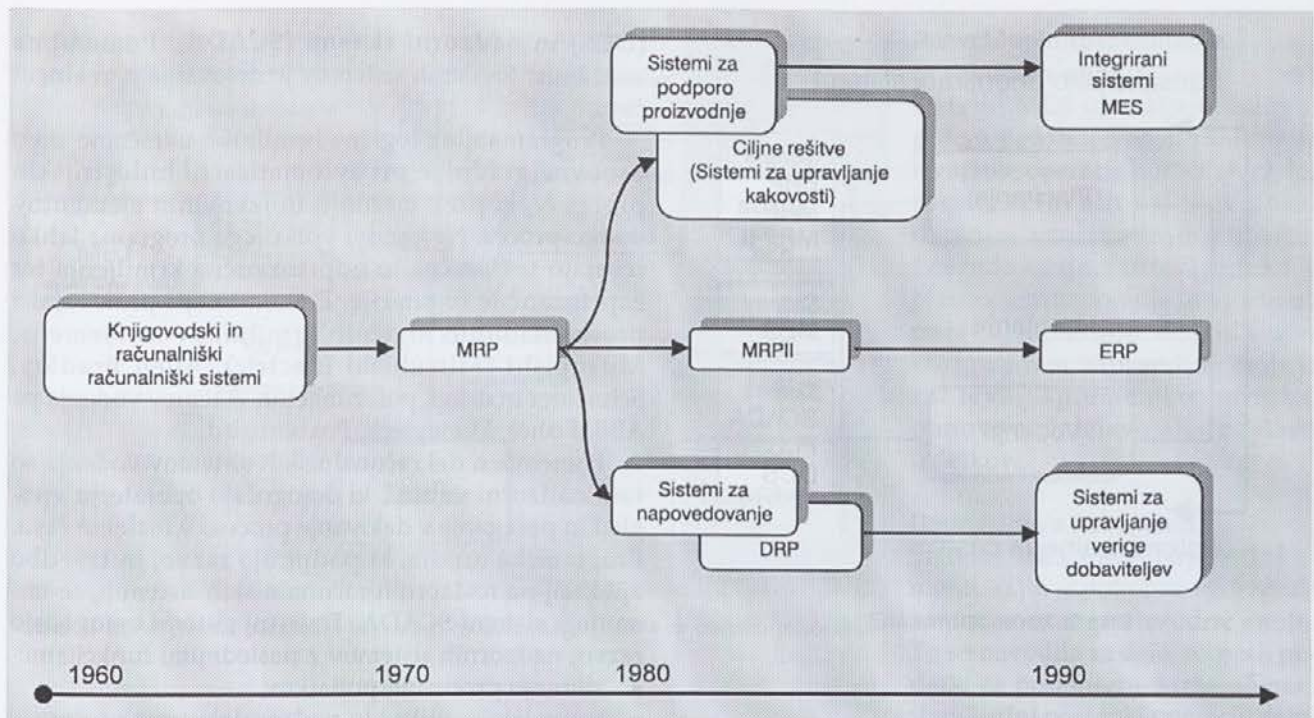
Značilnosti tovrstnih modelov so, da so poslovne funkcije organizirane po hierarhičnih nivojih. Na najnižjih nivojih v piramidi se nahajajo funkcije, ki so neposredno povezane z načinom proizvodnje in tehnologijo. Upoštevanje piramidnega modela je posledično podpiralo koncept hierarhičnega uvajanja računalniške podpore.

Zgodovinsko gledano so prvi računalniški poslovni sistemi služili podpori računovodskih in knjigovodskih funkcij (Slika 2). V poznih 1960-ih letih so se razširili v sisteme za planiranje materialnih potreb, t.i. MRP (angl. Material Requirements Planning), ki so

omogočali planiranje potreb in razpoložljivosti materialnih virov. Z rastjo zmogljivosti računalniških sistemov so se funkcije računalniških proizvodnih sistemov razširile v smeri obvladovanja nabavnih funkcij.



Slika 1: Poslovni procesi po nivojih



Slika 2: Razvoj proizvodnih računalniških sistemov

Tovrstni sistemi so se imenovali sistemi za planiranje proizvodnih virov, t.i. MRPII (angl. Manufacturing Resource Planning). Vzporedno z razvojem sistemov MRPII se je v mnogih podjetjih pojavila potreba po računalniških sistemih za podporo vseh (drugih) vidikov poslovanja podjetja. Sistemi MRPII niso podpirali niti vseh proizvodnih funkcij, niti funkcij napovedovanja ter upravljanja zahtev v distribuciji. Kot posledica teh zahtev so se razvili mnogi sistemi za podporo specifičnih poslovnih funkcij, t.j. sistemi DRP za planiranje virov s področja distribucije (angl. Distribution Resource Planning), sistemi za upravljanje kvalitete, proizvodni sistemi, itd. Ti sistemi so zagotavljali podporo specifičnim funkcijam, kot šibki člen pa se pokaže predvsem integracija v enoten sistem.

V poznih 1980-ih letih se je na tržišču pojavila nova generacija sistemov, ki skušajo reševati številne izolirane probleme (otoke) s sistemi, ki pokrivajo širok nabor funkcij. Sistemi MRPII so se razvili v sisteme za planiranje virov podjetja t.i. ERP (angl. Enterprise Resource Planning), DRP v sisteme za upravljanje verige dobaviteljev, tradicionalni proizvodni sistemi v proizvodno-izvajalske sisteme (MES).

Vzporedno z razvojem poslovnih sistemov so se razvijali tudi sistemi za vodenje fizičnih (tehnoloških) procesov. Računalniki so počasi zamenjali ročno vodenje, za vodenje procesa so se razvili programabilni logični krmilniki t.i. PLC (angl. Programmable Logic Control), porazdeljeni sistemi vodenja t.i. sistemi DCS (angl. Distributed Control System) in nadzorni sistemi SCADA (angl. Supervisory Control and Data

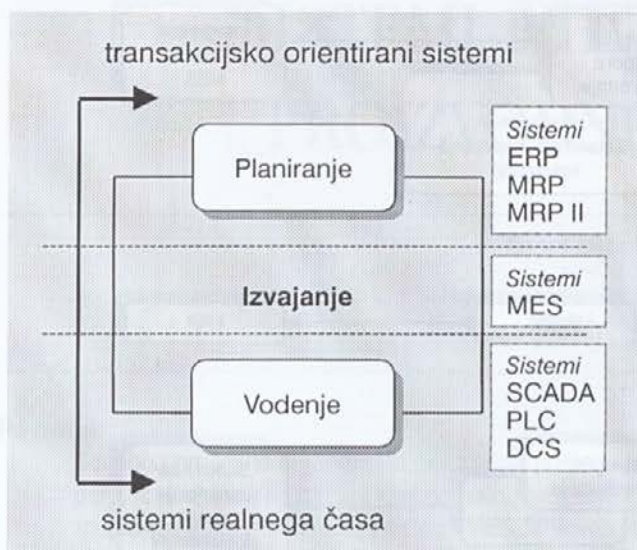
Acquisition). Značilnost tovrstnih sistemov je, da obvladujejo delovanje procesa v realnem času.

V poznih 1990-ih letih so postale meje med tradicionalnimi proizvodnimi sistemi in sistemi za vodenje zabrisane. Sistemi SCADA so začeli posegati po funkcijah proizvodnega nivoja, poslovni sistemi pa se širijo v smeri obvladovanja fizičnih procesov. V nasprotju s hierarhičnim konceptom, kjer računalniški sistemi ločeno podpirajo posamezne nivoje vodenja v podjetju, se je s sistemi MES uveljavil integrirani koncept, kjer so bistvene proizvodne funkcije tesno povezane in podprte z integriranimi računalniškimi sistemi.

2. Model sistemov MES

Vodilni proizvajalci sistemov MES so leta 1992 ustanovili mednarodno organizacijo MESA International (angl. Manufacturing Execution System Association), katere področje dela so modeli, arhitektura in funkcije sistemov MES. Po definiciji podjetja AMR (MESA International, 1995), sisteme MES opišemo kot informacijske sisteme, umeščene med sisteme za planiranje na nivoju podjetja in sisteme za vodenje fizičnih procesov (Slika 3). Na kratko si oglejmo osnovne značilnosti in funkcije tovrstnih sistemov.

Planiranje proizvodnje (angl. Manufacturing Planning) zajema poslovne funkcije, kot so planiranje proizvodnega procesa in potrebnih virov, procesiranje transakcij in knjigovodskega poslovanja. Računalniška podpora tega nivoja običajno temelji na uporabi sistemov



Slika 3: Model sistemov MES

ERP, t.j. sistemov za planiranje virov podjetja, MRP, t.j. sistemov za planiranje materialnih potreb, in MRPII, t.j. sistemov za planiranje proizvodnih virov.

Ponudba sistemov ERP je na svetovnem trgu zelo široka in raznovrstna. Kot ERP sisteme lahko opredelimo orodja Baan IV (Baan), SAP R/3 (SAP), GEMMS (Oracle Co.), Navision (Navision), itd. Čeprav ne obstaja standardna definicija sistemov ERP, pa je nabor funkcij, ki jih podpirajo, standarden. Sistemi ERP vključujejo podporo najvažnejših poslovnih področij v podjetju, t.j. prodaji, vodenju knjigovodstva kupcev, planiranju proizvodnih virov (MRPII) in planiranju materialnih potreb (MRP), planiranju potrebnih in prostih kapacitet, posredovanju naročil, razpošiljanju naročil, vodenju skladišč in dobaviteljev, sledenju zaloga ter finančnemu knjigovodstvu. Nekateri sistemi ERP pa poleg naštetih osnovnih funkcij, vključujejo še vodenje stroškov, upravljanje s človeškimi viri, upravljanje s kakovostjo ter podporo vzdrževanja opreme.

Sistemi za planiranje so transakcijsko orientirani. Procesiranje podatkov se izvaja kot neposreden odziv na zahteve po izvršitvi določenih funkcij. Pomembna značilnost sistemov ERP je, da zagotavljajo integracijo in prenos informacij (podatkov) prek funkcijskih področij.

Vodenje (obvladovanje) proizvodnje

(angl. Manufacturing Control)

Proizvodni nalogi z uporabo sistemov za planiranje na nivoju podjetja usmerjajo operacije na proizvodnem nivoju. Osnovni gradniki računalniške podpore za vodenje in obvladovanje procesa so programabilni logični krmilniki (PLC), porazdeljeni sistemi vodenja

(DCS) in nadzorni sistemi (SCADA). Pomembna značilnost tovrstnih sistemov je delovanje v realnem času.

Programabilne logične krmilnike uvrščamo med osnovne gradnike pri avtomatizaciji industrijskih procesov, ki prek merilnih in izvršilnih elementov vodijo proces. Na osnovi vpisanega programa lahko izvajajo sekvenčna in odprtozančna krmiljenja ter zaprtozančne regulacije. Pomembnejši proizvajalci programabilnih logičnih krmilnikov so Siemens, Mitsubishi (Mitsubishi Electric), Allen Bradley, Schneider in drugi, porazdeljenih sistemov vodenja pa ABB, Fisher, Honeywell, Foxboro, itd.

Pomemben del računalniških sistemov vodenja so tudi nadzorni sistemi, ki omogočajo operaterju vpogled in poseganje v delovanje procesa v realnem času. Programska orodja, ki podpirajo razvoj in izvedbo aplikacij na nadzornih računalniških sistemih, se imenujejo sistemi SCADA. Tovrstni sistemi omogočajo razvoj nadzornih sistemov z naslednjimi funkcijami:

- zbiranje procesnih podatkov,
- spremljanje, prikaz in nadzor delovanja procesa,
- alarmiranje,
- arhiviranje podatkov in generiranje poročil.

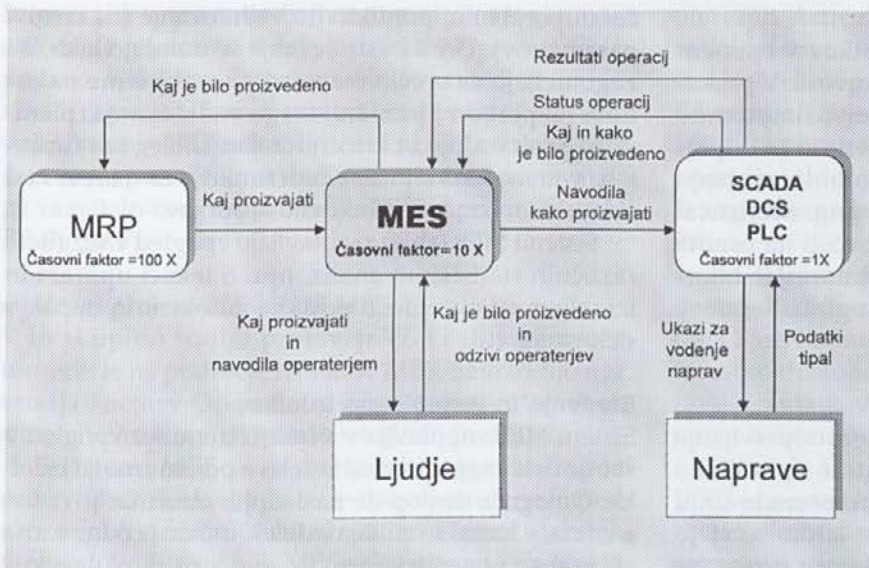
Med najbolj razširjenimi sistemi SCADA so FactoryLink ECS (USData), Fix Dynamic (Intellution), InTouch (Wonderware), RSTools (Rockwell Software), itd. Pregled sistemov za vodenje (obvladovanje) proizvodnje je mogoče najti v posebni izdaji revije (Control Engineering, 1998).

Izvajanje proizvodnje

(angl. Manufacturing Execution)

Razvoj računalniških sistemov za planiranje je potekal neodvisno od razvoja sistemov za vodenje proizvodnje, zato še danes ni bila uresničena popolna integracija obeh v skladno celoto. Vrzel v komunikaciji med transakcijsko-orientiranimi sistemi za planiranje in sistemi za vodenje v realnem času povzroča probleme predvsem v primeru odstopanj med dejanskim in planiranim potekom dela. Ti problemi nastajajo zaradi nepričakovanih dogodkov, kot so spremembe naročil, manjkajoče surovine, polizdelki in izdelki, napake in okvare na opremi, itd. Potreba po koordinaciji proizvodnih in poslovnih funkcij podjetja je motivirala razvoj sistemov MES, ki delujejo kot vmesnik med sistemi planiranja in vodenja proizvodnje. Glavna naloga sistemov MES je, da zagotavljajo uporabnikom dostop do zanesljivih informacij o proizvodnih operacijah in virih v realnem času ter odločanje na osnovi le-teh.

Pretok podatkov integriranega informacijskega sistema podjetja/proizvodnje z vključenim MES sistemom je prikazan na sliki (Slika 4).



Slika 4: Model pretoka podatkov integriranega računalniškega sistema za podporo proizvodnje

Časovni faktor kaže na časovni okvir procesiranja podatkov. Delovanje sistemov za vodenje procesov (t.j. PLC, DCS in SCADA) je v časovnem okviru realnega časa, t.j. nekaj sekund v odvisnosti od tehnoloških zahtev in vrste procesa. Na drugi strani so sistemi MRP transakcijsko orientirani, procesiranje podatkov pa poteka na daljše časovno obdobje, npr. s časovnim faktorjem 100 glede na delovanje sistemov vodenja (t.j. ura, dan). S sistemi MES je zapolnjena informacijska vrzel in zagotovljen konsistenten pretok podatkov med obema sistemoma (časovni faktor 10 glede na delovanje sistemov vodenja).

3. Funkcije sistemov MES

Sistem MES je zbirka modulov za upravljanje in vodenje proizvodnih aktivnosti v realnem času (MESA International, 1997b). Omogoča sledenje in upravljanje vseh elementov proizvodnje, t.j. izdelkov, materialnih tokov, kakovosti, materialnih in človeških virov ter posredno stroškov. Ključne funkcije, ki jih podpira, so (Slika 5): upravljanje proizvodnih funkcij podjetja, proizvodnega procesa in virov (Bolton in sodel., 1997)

3.1 Upravljanje proizvodnih funkcij podjetja

Planiranje proizvodnih operacij

Sistemi MES omogočajo planiranje proizvodnih operacij na osnovi prioritete, karakteristik in/ali receptov, ki so vezani na določeno proizvodno enoto. Ker izvajajo planiranje s končnimi viri in razpoznavajo alternativne ter prekrite (paralelne) operacije, lahko določijo stvarni čas izvajanja posameznih operacij.

Razvrščanje/razpošiljanje proizvodnih enot

Sistemi MES upravljajo delovni proces s posredovanjem zahtev za izvajanje operacij, naročil, šarž, lotov in delovnih nalogov posameznim proizvodnim enotam. Posredovanje zahtev poteka v planiranem zaporedju, oziroma ob pojavu nenadnih dogodkov v korigiranem zaporedju. Zadnje zahteva spremembo urnika, ponovno obdelavo ali dodelavo izdelkov.

Upravljanje z dokumenti

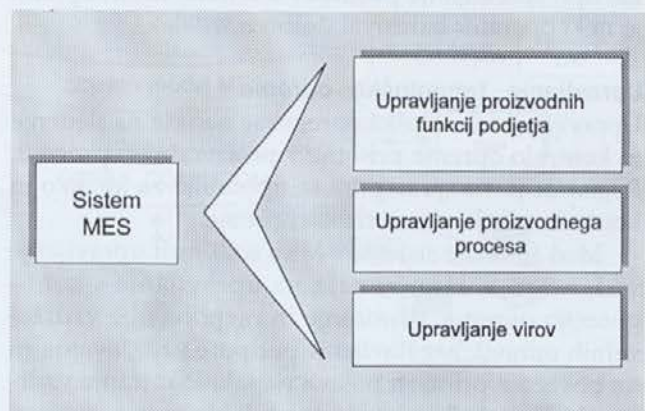
Sistemi MES upravljajo z dokumenti, ki jih je potrebno vzdrževati za posamezne proizvodne enote. To so navodila za delo, recepti, podatki za posamezne šarže, sheme, standardni postopki operacij, delni

programi, itd. Pošiljajo instrukcije/navodila do posameznih operacij s podatki za operaterje ali recepte za vodenje naprav. Vključujejo tudi zagotavljanje skladnosti z zakoni za varovanje okolja, zdravja in varnosti ter zahtevano dokumentacijo za vzdrževanje sistemov kakovosti. Omogočajo tudi arhiviranje vseh dokumentov.

3.2 Upravljanje proizvodnega procesa

Analiza učinka

Sistemi MES omogočajo poročanje o dejanskih učinkih proizvodnih operacij v primerjavi z zgodovino in pričakovanim planom. Med pokazatelji učinkov so naslednji parametri: izkoristek in razpoložljivost virov, čas izdelave določenega izdelka, skladnost s planom in kakovostne karakteristike.



Slika 5: Glavne funkcije sistema MES

Upravljanje kakovosti

Na osnovi analize proizvodnih podatkov v realnem času sistemi MES izvajajo kontrolo kakovosti. V primeru identificiranih problemov na osnovi simptomov ugotavljajo vzroke ter predlagajo aktivnosti za odpravo le-teh. Nekateri sistemi vsebujejo tudi izvajanje statistične kontrole procesov (SPC, ang. Statistical Process Control) in ocenjevanje kakovosti na osnovi laboratorijskih analiz ter uporabe laboratorijskih informacijskih sistemov (sistemi LIMS, angl. Laboratory Information Management System).

Vodenje procesa

Izvajajo spremljanje proizvodnje s ciljem odpravljanja napak ali izboljšanja procesa, avtomatsko vplivajo na proces ali nudijo podporo operaterju pri posredovanju in odločitvah. Tovrstne aktivnosti se lahko izvajajo med operacijami in so usmerjene na nadzor strojev ter opreme ali sledijo proces pri prehajanju med operacijami. Vključujejo spremljanje in analizo alarmov.

Pomemben del sistemov MES je tudi vmesnik, ki zagotavlja dostop do procesnih podatkov. Ta funkcija omogoča ročno ali avtomatsko zbiranje zahtevanih procesnih podatkov v realnem času.

3.3 Upravljanje virov

Razporejanje in status virov

Sistemi MES omogočajo razporejanje tehnološke opreme, surovin, ljudi in proizvodnih dokumentov. Zagotavljajo spremljanje celotne zgodovine in stanje virov v realnem času. Upravljanje teh virov vključuje rezervacijo in razporejanje v skladu s proizvodnim planom operacij.

Upravljanje s človeškimi viri

Sistemi MES zagotavljajo pregled in stanje osebja v realnem času, t.j. podatkov o prisotnosti in usposobljenosti osebja ter spremljanje aktivnosti osebja v proizvodnem procesu pri izdelavi določenega izdelka, npr. spremljanje podatkov o tem na kateri opermi je neki operater izdeloval določen izdelek.

Upravljanje tehnološke opreme

Upravljanje tehnološke opreme se nanaša na sledenje in kontrolo opreme prisotne v proizvodnem procesu. Registracija stanja naprav se uporablja za analizo in kontrolo učinkovitosti izrabe opreme.

Med funkcije sistemov MES sodi tudi upravljanje vzdrževanja, ki se nanaša na upravljanje s konfiguracijo opreme, planiranje in razporejanje vzdrževalnih opravil, zagotavljanje podpore vzdrževanju in na posege v primeru pojava napak. Planiranje vzdrževalnih opravil se izvaja za obdobje tedna, meseca, itd. Vključuje preventivno vzdrževanje (na osnovi

časa/uporabe) in prediktivno vzdrževanje (na osnovi parametrov). Urniki vzdrževanja se določajo tako, da zagotavljajo čimvečjo razpoložljivost opreme na osnovi razporedov preventivnega vzdrževanja, planiranja proizvodnje in kritičnih rokov. Poleg teh funkcij so v ta modul vključene tudi funkcije za nadzor nad skladišči in izračun učinkovitosti strojev.

Sistemi MES lahko zagotavljajo vpogled v rezultate različnih statističnih analiz, npr. o tekoči uporabi in izrabljenosti opreme, o pojavljanju okvar in napak v delovanju, itd.

Sledenje in genealogija izdelkov

Sistem MES zagotavlja v vsakem trenutku vpogled v stanje delovnega procesa izdelave posameznega izdelka. Omogoča dostop do naslednjih informacij:

- faza, v kateri se nahaja izdelek, in kdo je odgovorna oseba za izvršitev faze,
- vrsto materiala za izdelavo posameznih komponent in dobavitelje,
- trenutne proizvodne pogoje,
- pojav alarmov, zahteve po ponovitvi že izvršene operacije ali zaznavo drugih posebnih dogodkov vezanih na izdelek.

Poleg tekočega sledenja omogoča tudi shranjevanje podatkov in kreiranje zgodovine, ki omogoča sledljivost posameznih komponent vsakega končnega izdelka.

4. Računalniška orodja za podporo sistemov MES

Zaradi naraščajočega zanimanja za sisteme MES so se na tržišču začela pojavljati orodja, ki podpirajo razvoj teh sistemov (Control Engineering, 1998). Proizvajalce, ki razvijajo ta orodja, lahko razvrstimo v več skupin:

■ proizvajalci orodij SCADA

Programska orodja, ki omogočajo razvoj in izvedbo aplikacij na nadzornih računalniških sistemih, t.i. SCADA, so bila prvotno zasnovana za razvoj aplikacij za spremljanje in vizualizacijo procesa. S pojavom sistemov MES čedalje več proizvajalcev SCADA dograjuje svoja orodja s proizvodnimi funkcijami. Usmerjajo se v razvoj orodij MES, ki so nadgradnja tradicionalnih SCADA in ohranjajo funkcije procesnega vmesnika (angl. HMI - Human Machine Interface).

V to skupino proizvajalcev orodij sodijo USData (programsko okolje tipa SCADA - FactoryLink ECS in orodje Xfactory kot nadgradnja v smeri sistemov MES), Wonderware (orodje MES FactorySuite 2000 kot nadgradnja orodja Intrack), ORSI (SCADA Cube).

■ proizvajalci orodij ERP

V nasprotju s sistemi MES, ki omogočajo dostop do

informacij o proizvodnih operacijah in virih ter odločanje na osnovi le-teh, sistemi ERP procesirajo te podatke v daljšem časovnem obdobju (v dnevih, tednih ali mesecih). Trendi razvoja orodij za podporo razvoja sistemov ERP se kažejo v integraciji s sistemi MES in razvoju potrebnih vmesnikov. Nekateri proizvajalci pa razvijajo tudi svoja orodja MES, npr. orodje SAP PP-PI (SAP).

■ drugi proizvajalci orodij MES

V to skupino sodijo proizvajalci, ki so svoj razvoj usmerili le na področje sistemov MES. Sem sodijo npr. orodja Factory Operations Executive (IBM), Workstream (Consilium), OpenBatch (PID) in druga.

S sistemi MES se je uveljavil integriran model proizvodnih funkcij, kjer so te tesno povezane in podprte z integriranimi računalniškimi sistemi. Arhitekture sodobnih sistemov MES so zasnovane na objektno-orientiranih tehnologijah ter arhitekturah odjemalca-strežnika (Bolton in sodel., 1997). Objektne tehnologije zagotavljajo modularnost in številne mehanizme za povezljivost in integracijo. Objektno-orientirana zasnova omogoča povezljivost s sistemi, zasnovanimi na odprtih standardih COM (angl. Component Object Model)/DCOM (angl. Distributed Component Object Model), OLE (angl. Object Linking and Embedding), OPC (OLE for Process Control), ActiveX Control (MESA International, 1997d).

COM je Microsoftov komponentni model, ki definira koncept povezovanja objektov znotraj ene ali med različnimi aplikacijami. Razširitev modela COM v omrežje predstavlja porazdeljeni komponentni model, t.j. DCOM, ki omogoča podporo distribuiranim objektom. DCOM je osnova operacijskega sistema Windows NT 4.0.

Model COM s svojimi servisi predstavlja osnovo, na kateri je zasnovana arhitektura OLE in njene razširitve (OLE II, OCX, ActiveX). OLE je objektna zasnova okolij Windows, servisi pa omogočajo upravljanje sestavljenih dokumentov, "custom controls", prenos podatkov in druge programske interakcije med objekti v okviru operacijskega sistema. OLE omogoča manipulacijo objektov iz skriptnih jezikov, npr. Visual Basic, Visual C++, Delphi, itd. ActiveX je tretja verzija OLE in zagotavlja elemente za porazdelitev in povezljivost komponent (objektov) v heterogenih

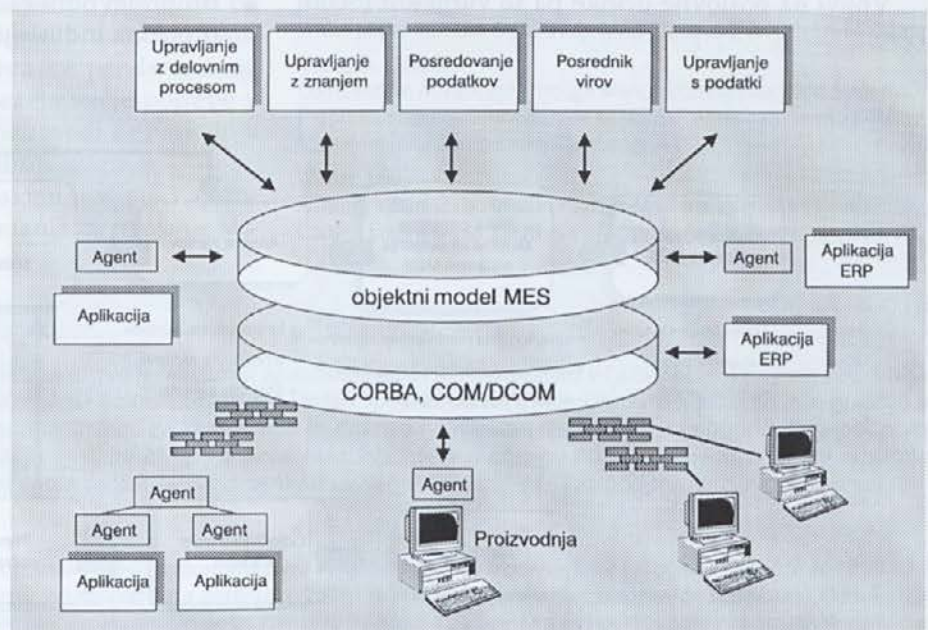
omrežjih. ActiveX vključuje tehnologije na strani odjemalca in strani strežnika ter omogoča integracijo kontrol v mrežne pregledovalnike (angl. web browser). Eden izmed objektnih standardov je tudi OPC (Weber, 1998), ki je osnovan na modelu COM in prirejen za področje vodenja procesov (funkcije za manipuliranje z zgodovino podatkov, komunikacijskimi vmesniki, itd).

Za sisteme MES je potreben tudi programski dostop do procesne baze podatkov. ODBC (angl. Open Data Base Connectivity) je splošno sprejet standard za tovrstno dostopanje, ki omogoča vzpostavitev povezave s podatkovno bazo, transakcije, itd. in ga podpirajo tudi mnogi sistemi MES.

Delovna skupina NIIP/SMART (Bolton in sodel., 1997) je postavila zasnovo arhitekture (Slika 6), ki zagotavlja konsistenten model porazdeljenih objektov in izmenjave sporočil za razvoj sistemov MES. Ta model velja kot priporočilo vsem proizvajalcem orodij MES. Nekatera sodobna orodja MES (npr. Xfactory, proizvajalca USData) pa sledijo Microsoftovi arhitekturi porazdeljenih med-omrežnih aplikacij, t.i. DNA (angl. Distributed interNet Applications Architecture), ki predstavlja ogrodje nove generacije računalniških rešitev. DNA arhitektura omogoča integracijo Interneta, rešitev odjemalca-strežnika in modelov osebnih računalniških sistemov.

5. Učinki uvajanja sistemov MES

Z razvojem sistemov MES so se pojavila tudi vprašanja o učinkih uvajanja tovrstnih sistemov v podjetja. Integrirani sistem MES zagotavlja vpogled v operacije



Slika 6: Arhitektura sistemov MES povzeta po NIIP/SMART



Slika 7: Najbolj pogosto omenjeni učinki uvajanja sistemov MES

proizvodnega procesa v realnem času in s tem prispeva ažurne informacije sistemu za planiranje in sistemom za vodenje proizvodnje.

Rezultati analiz organizacije MESA (MESA International, 1997a) kažejo na pozitivne učinke na področju proizvodnje in proizvodnih operacij, planiranja in poslovnih rezultatov. V študijo je bilo vključenih 75% podjetij s področja diskretne (kosovne) industrije, 16% podjetij s področja procesne in šaržne proizvodnje ter 9% podjetij obeh vrst. Najbolj pogosto omenjeni učinki skupaj s povprečnimi ocenami so prikazani na sliki (Slika 7).

Rezultati analize kažejo poleg merljivih učinkov tudi na zmanjšanje nastavitvenih časov, zmanjšanje zalog, izpolnjevanje zahtev zakonske regulative in naročnikov, hiter odziv na zahtevane spremembe ter zniževanje cene.

Vplivi na poslovne učinke pa so vidni kot (Scott, 1996):

- izboljšanje odločitvenih akcij na osnovi podatkov v realnem času,
- izboljšanje podpore naročniku,
- agilna proizvodnja, t.j. taka s sposobnostjo učinkovite reakcije na nepredvidene zahteve naročnika ali drugih dogodkov,
- izboljšanje dobavnih rokov,
- zmanjšanje administrativnih stroškov z odpravljanjem papirnatega poslovanja.

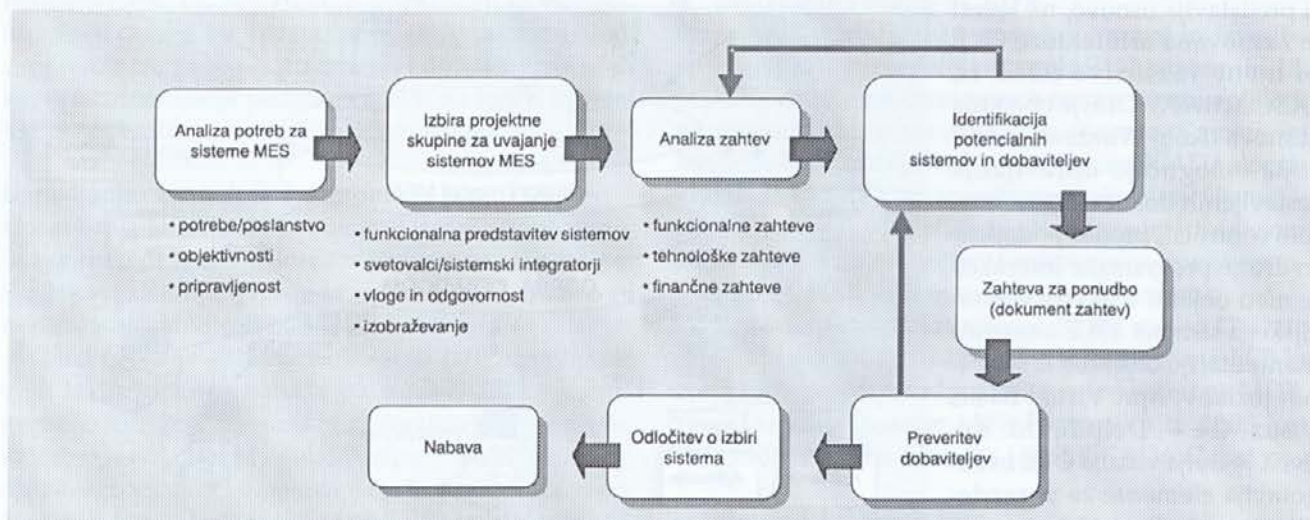
6. Uvajanje sistemov MES

Cilji uvajanja sistemov MES so dvig kakovosti končnih izdelkov, skrajšanje odziva na zahteve trga in dvig rentabilnosti proizvodnega procesa. Za zagotovitev teh ciljev je potrebno na problematiko računalniškega vodenja proizvodnje in razvoja informacijskih sistemov gledati celovito. S tega vidika je potrebno gledati tudi uvajanje sistemov MES v podjetje (Slika 8), kjer imajo pomembno vlogo predvsem sistemski integratorji.

Izbira primernih računalniških orodij temelji na presoji o njihovi koristnosti in skladnosti s potrebami. Kriterije za izbiro programske opreme za podporo proizvodnje lahko povzamemo po Standardu IEEE 1062-1993, v katerem so podana praktična priporočila za nabavo programske opreme. Eno izmed najpomembnejših meril za izbiro ustrezne programske opreme je definicija zahtev za programsko opremo, kjer je potrebno analizirati funkcionalne, tehnološke in navsezadnje tudi finančne zahteve.

Med pomembnejšimi funkcionalnimi zahtevami lahko izpostavimo naslednje:

- tip proizvodnega procesa (kosovna proizvodnja, procesna industrija, itd),



Slika 8: Uvajanje sistemov MES

- podpora glavnemu planu,
- spremljanje stroškov proizvodnje,
- primernost glede na izpolnjevanje funkcionalnih zahtev,
- podpora spremembam proizvodnje ter
- skladnost z veljavnimi standardi.

Zelo pomembne so tehnološke zahteve, ki vključujejo zahteve za operacijski sistem, bazo podatkov, programski jezik, računalniško arhitekturo, zagotavljanje zanesljivosti in varnosti.

In ne nazadnje, ker pri uvajanju informacijskih sistemov stroški niso zanemarljivi, je potrebno analizirati izbiro orodja tudi glede na razmerje funkcionalnost/cena, kjer imajo prednost rešitve skladne z veljavnimi standardi, integrirane rešitve ter rešitve, ki nudijo podporo uporabniku od začetnih faz, vpeljave sistemov do vzdrževanja in dokumentiranja.

7. Zaključek

Vse izrazitejša konkurenčnost med podjetji zahteva učinkovito upravljanje materialnih tokov, kapacitet, finančnih tokov in kadrov, ki narekujejo razvoj informacijskih proizvodnih sistemov. Za zagotavljanje učinkovitega vodenja je potrebno problematiko računalniškega vodenja proizvodnje, t.j. sistemov MES, in razvoja poslovnih informacijskih sistemov, t.j. sistemov ERP/MRP II, gledati celovito skupaj z računalniško podporo fizičnega procesnega nivoja.

V zadnjih letih se na globalnem trgu kaže velik porast uvajanja sistemov ERP v podjetja. Najbolj razširjena na evropskem trgu sta sistema Baan in SAP. Kljub temu, da mnogi proizvajalci sistemov ERP zagotavljajo, da je mogoče s temi sistemi obvladovati proizvodne operacije preko t.i. proizvodnih modulov, pa ERP sistemi ne omogočajo vodenja procesov v realnem času. Zaradi tega dejstva se predvsem na področju kosovne industrije kažejo večje potrebe v smeri uvajanja sistemov MES, napovedi za naslednja leta pa kažejo velik porast tovrstnih sistemov.

Podobno je tudi med slovenskimi podjetji v zadnjem letu zaznati povečano zanimanje za uvajanje sis-

temov ERP. S zahtevami po konkurenčnosti naših podjetij s tujimi podjetji se veča tudi potreba po računalniški podpori proizvodnih procesov. S temi zahtevami se širi tudi vedenje o konceptih sistemov MES, njihovih funkcijah, učinkih ter integraciji s sistemi za planiranje in sistemi za vodenje proizvodnje. Zato je v prihodnjih letih pričakovati tudi povpraševanje po uvajanju sistemov MES v slovenska podjetja.

8. Literatura

- Bolton, R., A. Dewey, A. Goldschmidt, R. Horstmann (1997). NIIP – The National Industrial Information Infrastructure Protocols for Industrial Enterprise Integration: Enabling the Virtual Enterprise (USA Project). Research Reports Esprit: Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus, pp. 293 – 306.
- Control Engineering: 1998 Automation Software Guide (1998)
- Golovin, J.J. in A.J. MacDonald (1995). Utilizing Manufacturing Execution Systems to ensure ISO 9000 Conformance.
- MESA International: White paper number 1 (1997a). The Benefits of MES: A report from the Field
- MESA International: White paper number 2 (1997b). MES Functionalities & NRP to MES Data Flow Possibilities.
- MESA International: White paper number 3 (1995). Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities.
- MESA International: White paper number 4 (1996). MES Software Evaluation / Selection.
- MESA International: White paper number 5 (1997c). Execution-Driven Manufacturing Management for Competitive advantage.
- MESA International: White paper number 6 (1997d). MES Explained: A High Level Vision.
- Scott, D. (1996). Comparative Advantage Through Manufacturing Execution Systems. Preprints of the Seventh Annual SEMI/IEEE American Semiconductor Manufacturing Conference, Cambridge.
- Weber, J.B. ActiveX, Visual Basic Invade Human-Machine Interface (1998). Control Engineering: 1998 Automation Software Guide, pp. 33 – 34.



Dr. Alenka Žnidaršič je študirala računalništvo na Fakulteti za računalništvo in informatiko v Ljubljani, doktorirala s področja elektrotehnike 1997. Od 1994 zaposlena na Institutu Jožef Stefan, Odseku za računalniško avtomatizacijo in regulacijo v Ljubljani. Področje dela so metode in sistemi za zaznavanje in odkrivanje napak, ekspertni sistemi, modeli za podporo proizvodnih procesov ter integracija z višjimi nivoji vodenja. Leta 1998 se je v obsegu 60% delovne obveznosti zaposlila tudi v podjetju INEA, kjer dela kot vodja projektov predvsem pri uvajanju sistemov MES za podporo proizvodnih procesov.



Dr. Marjan Rihar je študiral telekomunikacije in avtomatiko na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, doktoriral 1995. Od 1980 do 1988 zaposlen v podjetju Iskra, nato na Institutu "Jožef Stefan" v Ljubljani; znanstveni sodelavec Odseka za računalniško avtomatizacijo in regulacije. Področje dela: metode in orodja za analizo in načrtovanje programske opreme za vodenje procesov, kakovost v sistemih vodenja, netehniški vidiki uvajanja sistemov vodenja.