

INTEGRACIJA IN STANDARDIZACIJA PRI AVTOMATIZACIJI IN PREUREJANJU PROIZVODNIH PROCESOV

Marjan Rihar
Institut Jožef Stefan, Jamova 39, 1000 Ljubljana
marjan.rihar@ijs.si

Izvleček

V članku so predstavljeni standardi modeliranja in integracije podjetij, ki jih pripravlja tehniški komite ISO TC184. Prikazana je njihova navezava na standarde za integracijo sistemov poslovne in proizvodne logistike S95.0. Članek se zaključuje z nekaj napotki domačim potencialnim uporabnikom teh standardov.

Summary

In the paper the enterprise modelling and integration standards being prepared by ISO TC184 technical committee are presented. Their correspondence to the standard S95.01 integrating business and production logistics systems is also shown. In the paper there are also some recommendations to potential users of given standards.



1. Uvod

Potrebe trga po vedno večjem številu raznolikih izdelkov in storitev zahtevajo hitro odzivnost podjetij. Podjetja se odzivajo na te zahteve z izboljšavami v temeljnih procesih, s spremembami v organizacijski strukturi ter z uvajanjem sodobnih informacijskih in komunikacijskih tehnologij, kar vse skupaj omogoča boljše vodenje. Ker se v vsakem industrijskem podjetju sistemi vodenja postopoma dopolnjujejo in modernizirajo, prihaja do problemov integracije med različnimi gradniki in tudi različnimi koncepti. K reševanju teh problemov je potrebno pristopiti celovito, kajti gradnike teh sistemov proizvajajo različni proizvajalci, prav tako pa poteka integracija po različnih konceptih [1]. Urejen in celovit način reševanja omenjenih problemov je uvedba standardov, kar pa je dolgotrajen proces. Že sam razvoj primernih in za vse sprejemljivih standardov zahteva veliko usklajevanja med uporabniki, razvijalci in raziskovalci novih konceptov standardizacije ter informacijskih in komunikacijskih tehnologij. Industrijski sektor ima močan interes za razvoj standardov, kar dokazuje podpora obširnemu projektu integracije podjetij, med katerimi so bili ali so najpomembnejši: evropski program za informacijske tehnologije kot del četrtega okvirnega programa (4th Framework) ESPRIT, ameriški NIIP (National Industrial Information Infrastructure Protocols) in svetovni IMS (Intelligent Manufacturing Systems). Bistvo raziskovanja v teh projektih so koncepti integracije, podporna informacijska tehnologija in vloga človeka v teh procesih. Že prvi delni rezul-

tati so pokazali, da je zaradi globalizacije poslovanja nujno potrebna njihova medsebojna uskladitev, zato so do sedaj organizirali dve konferenci ICEIMT (International Conference on Enterprise Integration and Modeling Technology), zadnje leta 1997. Ključne ugotovitve so bile objavljene v zbornikih [2, 3]

Ker je področje integracije in standardizacije pri avtomatizaciji in preurejanju proizvodnih procesov sila široko, bomo skušali v tem preglednem članku predstaviti najpomembnejša svetovna prizadevanja. Sam koncept članka je zastavljen tako, da se iz začetnega pregleda standardov za splošne referenčne modele, ki pokrivajo načrtovanje in delovanje podjetij, v nadaljevanju preide na kratek opis posameznih standardov in njihovega pomena. Vsebina teh standardov določa predvsem modele, na osnovi katerih je zagotovljena integracija notranjih entitet podjetij ali integracija z drugimi podjetji, kot npr. v primeru organiziranja v verige dobaviteljev ali virtualna podjetja. Izvrševanje modelov je naslednji korak uporabe standardov. Tu se poleg modeliranja procesov in entitet podjetij pojavi potreba po modeliranju informacijske tehnologije in tehnologije vodenja ter direktna preslikava vseh naštetih modelov v fizično implementirane sisteme. Poslovne funkcije in procese podjetja podpirata v grobem dve različni vrsti sistemov, to sta poslovni informacijski sistemi in proizvodni informacijski sistemi. Zato v članku nadalje prikazujemo, na kakšnih konceptualnih osnovah so bili razviti sistemi MES (Manufacturing Execution

Systems), ki premoščajo razlike med obema skupinama, in v kakšni relaciji z njimi je integracijski standard S95.01. S kratko diskusijo na koncu skušamo strniti ugotovitve ter podati nekaj napotkov domačim industrijskim podjetjem, kako te ugotovitve upoštevati v primerih preurejanja ali avtomatizacije njihovih procesov.

2. Standardi za referenčne modele podjetij

Kot je bilo nakazano že v uvodu, so referenčni modeli in standardi potrebni za zagotovitev integracije notranjih entitet podjetij ali integracije z drugimi podjetji. S pomočjo referenčnih modelov je razvoj novih podjetij precej olajšan, poleg tega pa lahko podjetje s posebnimi modeli preizkuša različne poslovne strategije, kar pomeni, da je bolj sposobno hitremu prilaganju spremembam. Seveda slednje velja le, če so modeli verna slika dejanskega stanja. Zaradi globalnih povezav podjetij pa je potrebna tudi standardizacija.

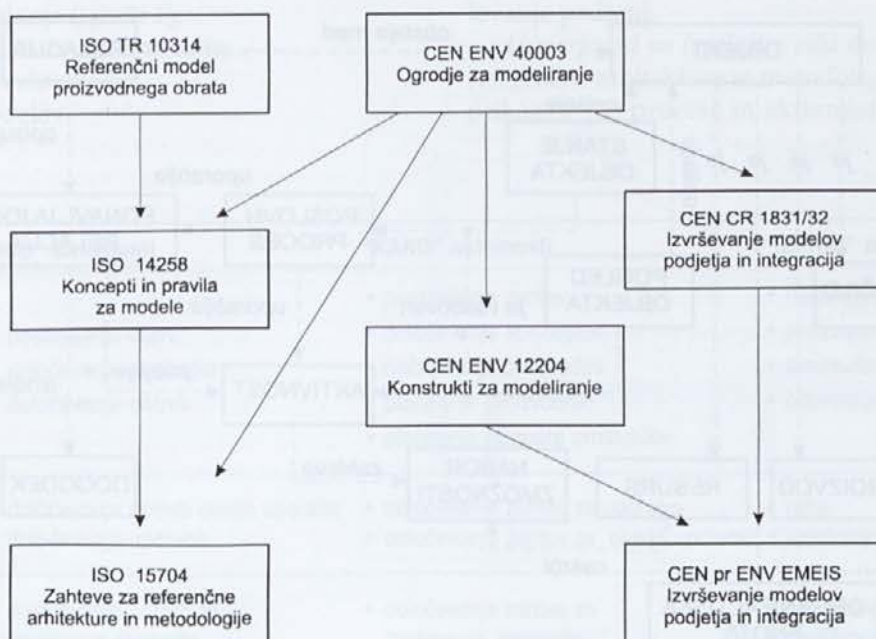
S standardizacijo na področju modeliranja in integracije podjetij se danes ukvarja veliko število nacionalnih in mednarodnih standardizacijskih teles. Nekatera med njimi se ukvarjajo z ožjimi področji integracije, kot na primer z razvojem standardov za industrijske podatke (PROFIBUS Consortium), druge pa z zelo širokim spektrom, ki obsega standarde za integracijo razvoja in delovanja podjetij ter integracije med podjetji. Najbolj znani predstavniki zadnjih so:

- ISO TC184 SC5 WG1 Discrete Manufacturing Industry Standards, tehnični komite, ki pripravlja standarde predvsem s področja modeliranja in integracije podjetij z diskretnimi industrijskimi procesi.

Ti standardi so vsebinsko povezani tudi s standardi evropskega komiteja za standardizacijo CEN (Comité Européen de Normalisation) s tega področja, kar prikazuje tudi slika 1 [4].

- »IFIP and IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration« – standardizacijsko telo, ki deluje od leta 1990 z namenom, da bi določilo in ovrednotilo referenčno arhitekturo (splošnega) podjetja. Do sedaj je ovrednotilo številne modele kot so npr. CIMOSA, GIM, PERA, GERAM, ki jih priporočajo industrijske in akademske organizacije. To telo si predvsem prizadeva, da bi GERAM postal standard na področju integracije podjetij.
- »STEP Initiative to develop a Standard for Exchange of Product Data« – deluje od leta 1984 z namenom, da bi določilo standard za podatke podjetij, ki bi bil neodvisen od tehnologije in tipov organizacije podjetij. Ta standard, ki je še vedno v stalnem izpopolnjevanju, je poznan kot standard ISO 10303 in določa arhitekturo izmenjave podatkov, metode za modeliranje podatkov, načine preverjanja in potrjevanja izvedb, integracijske resurse in izvedbene gradnike, preizkusna okolja in protokole za izmenjavo podatkov.
- Instrument Society of American Standards (ISA), ki je na področju integracije podjetij spomladi leta 1999 predstavila nov standard SP95.01 za integracijo vodenja podjetij ne glede na to ali je temeljni proizvodni proces diskreten, zvezen ali nezvezen.

V nadaljevanju se bomo osredotočili na standarde iz slike 1.



Slika 1: Genealoško drevo standardov za modeliranje in integracijo podjetij

3. Ogradnje za modeliranje podjetij (»Framework for Enterprise Modelling«) – CEN ENV 40003

Standard CEN ENV 40003 se nahaja najvišje v genealoškem drevesu standardov iz slike 1. Določa splošne strokovne pojme, s katerimi je določeno ogrudje za računalniško podprto modeliranje podjetij, s poudarkom na podjetjih z diskretnim proizvodnimi procesi. Tako dobljeni modeli so lahko nato neposredno uporabljeni za delovanje, nadzor in vodenje proizvodnih podjetij.

Ogrudje določa temeljne koncepte modelov, ki so:

1. **Generičnost, v okviru česar so določeni:** splošni model; delni model, ki nastane s specializacijo splošnega in je namenjen za posamezen industrijski sektor (npr. kemijska industrija); posebni model, ki predstavlja konkretno podjetje v okviru izbranega industrijskega sektorja.
2. **Življenjski cikel,** ki se sestoji s treh sestavljenih faz, to je iz analize s specifikacijo zahtev, načrtovanja ter izvedbe.
3. **Pogledi,** ki izbirno določajo le tiste podrobnosti modela, ki so v skladu z namenom obravnave, izločijo pa vse ostale nepomembne podrobnosti. Ogrudje določa funkcionalni, informacijski, resursni in organizacijski pogled, pri tem pa ne omejuje uvedbe novih pogledov. Funkcionalni pogled zajema poslovne procese, njihove aktivnosti in dogodke, ki jih sprožajo. Informacijski pogled predstavlja objekte podjetja, ki so bili ugotovljeni v funkcionalnem pogledu. Resursni pogled predstavlja funkcio-

nalne entitete podjetja (orodja, delovne pripomočke, naprave, računalniško opremo za obdelavo podatkov in vodenje, posameznike in organizacijske strukture, dokumente, ...) kot aktivne vire, ki so potrebni za izvrševanje, omogočanje ali podporo aktivnosti podjetja, njihove zmožnosti in vloge. Organizacijski pogled umešča funkcionalne entitete, objekte podjetja in aktivnosti podjetja v medsebojne relacije znotraj organizacijskih enot.

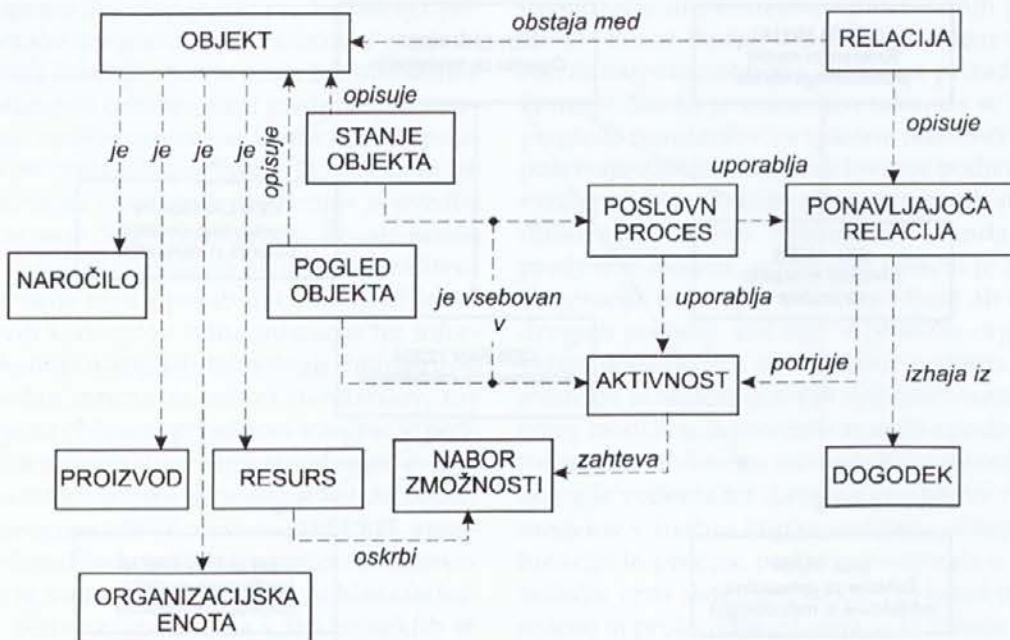
Uporaba vseh treh konceptov omogoča popolno opredelitev procesov v podjetjih in izgradnjo modelov, določenih z zahtevami tega standarda.

4. Konstrukti modeliranja podjetij (»Modelling Constructs«) – CEN ENV 12204

Standard je odobril tehniški komite CEN TC310 in izhaja iz evropskih iniciativ (AMICE CIMOSA, IEM), rezultatov dela skupine IFAC/IFIP Task Force on Architectures for Enterprise Integration in dela tehniškega komiteja ISO TC184 SC5 WG. Standard privzema poglede iz ENV 40003. Njegov glavni namen je določitev in opis konstruktov, potrebnih za računalniško podprto modeliranje podjetij, relacij med njimi in podroben opis vsakega konstrukta. Seveda se tudi ta zopet omejuje le na konstrukte, ki obstajajo v diskretnih proizvodnih procesih.

Konstrukte in relacije med njimi prikazuje slika 2.

Standard podrobno opredeljuje definicije konstruktov (imena, okrajšave), zahteve (splošne, zahteve po pogledih iz ENV 40003, zahteve po izvršljivosti modelov iz EMEIS), splošne koncepte (kot so npr. konstrukt,



Slika 2: Konstrukt in relacije standarda CEN ENV 12204

življenjski cikel, domena, abstrakcija, relacija, vloga, dekompozicija itd.) in načine predstavitve konstruktov (način predstavitve atributov konstruktov in način predstavitve samih konstruktov). S tem omogoča kreiranje enakih konstruktov v kateremkoli modeliranem podjetju, kar ima za posledico ponovno uporabnost, prenosljivost in združljivost modelov, izdelavo orodij za generacijo izvršljivih modelov, verifikacijo, vzdrževanje in urejeno hranjenje modelov.

5. Koncepti in pravila za modele podjetij (»Industrial Automation Systems - Concepts And Rules For Enterprise Models«) – ISO FDIS 14258

Standard 14258 določa koncepte za modele podjetij. Ne določa procesov v podjetjih, niti ne določa organizacijskih in informacijskih struktur podjetij. Zaradi tega je ta standard zamišljen kot izhodišče za določanje posebnih standardov za ravnokar navedene namene. Seveda pa so potencialni uporabniki poleg razvijalcev standardov še drugi uporabniki, ki se ukvarjajo s planiranjem, izvedbo in analizo podjetij. Ta standard služi kot vodilo in omejitev pri graditvi modelov, ki so enako konceptualno zasnovani. Standard definira koncepte podjetij (podjetje, okolje, proizvodni faktorji) in koncepte modelov (model, abstrakcija, obnašanje, omejitve, ...), ki jih nadalje opisuje in določa njihova pravila.

Podrobneje določa naslednje koncepte:

- sistemsko teorijo, kot osnovo za modeliranje podjetij;
- življenjski cikel podjetij, proizvodov, procesov in projektov in znotraj teh aktivnosti, ki so v različnih fazah življenjskega cikla različne po tipu in po zaporedju izvajanja (tabela 1);
- hierarhijo, strukturo in obnašanje;
- odnos modelov do okolja;
- integracijo modelov.

6. Zahteve za referenčne arhitekture in metodologije podjetij (»Industrial Automation Systems - Requirements For Enterprise-Reference Architectures And Methodologies«) – ISO DIS 15704

Standard se navezuje na CEN ENV 40003 in na ISO 14258. V ogrodju prvega in ob uporabi konceptov iz drugega določa zahteve za referenčne arhitekture in metodologije za projekte izgradnje novih podjetij, preurejanja obstoječih podjetij in uvajanja sprememb, ki vplivajo le na določene dele življenjskega cikla podjetij. Standard določa koncepte in komponente referenčnih arhitektur in metodologij.

Nekateri koncepti, kot so življenjski cikel, pogledi in generičnost, so privzeti iz prejšnjih standardov, koncepti usmerjenosti na človeka, procesne usmerjenosti, tehnološke usmerjenosti, usmerjenost na izpolnitev cilja in usmerjenost na obvladovanje cilja pa so določeni na novo.

Usmerjenost na človeka določa, da morajo biti referenčne arhitekture in metodologije podjetij zmožne prikazati vidike, kot so organizacijske in izvajalske vloge ljudi, njihove zmožnosti, veščine, znanja, pristojnosti, odgovornosti, istovetnosti in razmerja do drugih proizvodnih faktorjev.

Usmerjenost na proces določa, da morajo biti referenčne arhitekture in metodologije podjetij zmožne prikazati delovanje podjetij, to je postopke, njihovo funkcionalnost in obnašanje, v posameznih fazah življenjskega cikla in tudi skozi ves življenjski cikel.

Usmerjenost na tehnologijo določa, da morajo biti referenčne arhitekture in metodologije podjetij zmožne prikazati vse tehnologije, ki so bile uporabljene za delovanje podjetij.

Usmerjenost na izpolnitev cilja določa, da morajo biti referenčne arhitekture in metodologije podjetij zmožne prikazati vse procese in aktivnosti, ki so potrebni za

	"KAJ" aktivnosti	"KAKO" aktivnosti	"IZVRŠI" aktivnosti
faza planiranja in graditve	<ul style="list-style-type: none"> • postavljanje ciljev • določevanje strategije • določevanje potreb 	<ul style="list-style-type: none"> • postavljanje zahtev • določevanje konceptov • načrtovanje proizvodov • planiranje proizvodnje • planiranje podpore proizvodov 	<ul style="list-style-type: none"> • nabavljanje materiala ali delov • proizvodnje • preizkušanje proizvodov • odpremljanje
faza uporabe ali izvajanja	<ul style="list-style-type: none"> • določevanje potreb okolja uporabe • določevanje uporabe 	<ul style="list-style-type: none"> • določevanje zahtev za uporabo • določevanje zahtev za okolje uporabe 	<ul style="list-style-type: none"> • raba • vzdrževanje
faza izločitve in reciklaže	<ul style="list-style-type: none"> • določevanje potreb za izločitev in reciklažo 	<ul style="list-style-type: none"> • določevanje zahtev za izločitev in reciklažo 	<ul style="list-style-type: none"> • izločevanje iz uporabe • recikliranje

Tabela 1: Vrste aktivnosti po fazah življenjskega cikla

izvršitev zastavljenih ciljev podjetij, da lahko proizvedejo proizvode ali storitve za svoje odjemalce.

Usmerjenost na obvladovanje cilja določa, da morajo biti referenčne arhitekture in metodologije podjetij možne prikazati vse procese in aktivnosti upravljanja in vodenja k zastavljenim ciljem po kriterijih, ki jih je določilo vodstvo podjetja.

Komponente referenčnih arhitektur in metodologij, ki jih določa standard, so: razvojne metodologije, modelni jeziki, generični elementi (slovarji, metamodeli, ontologije), delni modeli, posebni modeli, modelna orodja, moduli in operacijski sistemi.

Po tem standardu standardizacijsko telo »IFIP and IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration« razvija posplošeno referenčno arhitekturo in metodologijo za podjetja »Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology« – GERAM. GERAM je ogrodje, ki določa koncepte za vsa opravila v celotnem življenjskem obdobju podjetja [5]. V ogrodju so določeni gradniki in relacije med njimi. Namen GERAM-a je uskladitev metod in metodologij številnih disciplin, ki sodelujejo v procesu nastajanja ali spreminjanja (delovanja) podjetij, kot so industrijsko inženirstvo, upravljalne vede, tehnologija vodenja, informacijska in komunikacijska tehnologija, itd. Elementi ogrodja GER-

AM so: generični koncepti, metodologije načrtovanja in integracije podjetij, modelni jeziki, koncepti modeliranja, modeli podjetij, razvojna orodja ter viri in produkti za izvedbo. Elementi okvira GERAM omogočajo poleg modeliranja podjetij tudi izvrševanje modelov. V obeh primerih je za to uporabljena informacijska tehnologija. V prvem primeru mora ta omogočati prenosljivost in skladnost modelov med različnimi okolji v podjetju, v drugem pa omogočati dostop do teh okolij v realnem času. Zahteve za izvedbo tega so določene z razvijajočim se standardom CEN pr ENV EMEIS.

7. Servisi za izvrševanje modelov podjetja in integracijo («Enterprise Model Execution and Integration Services») – CEN pr ENV EMEIS

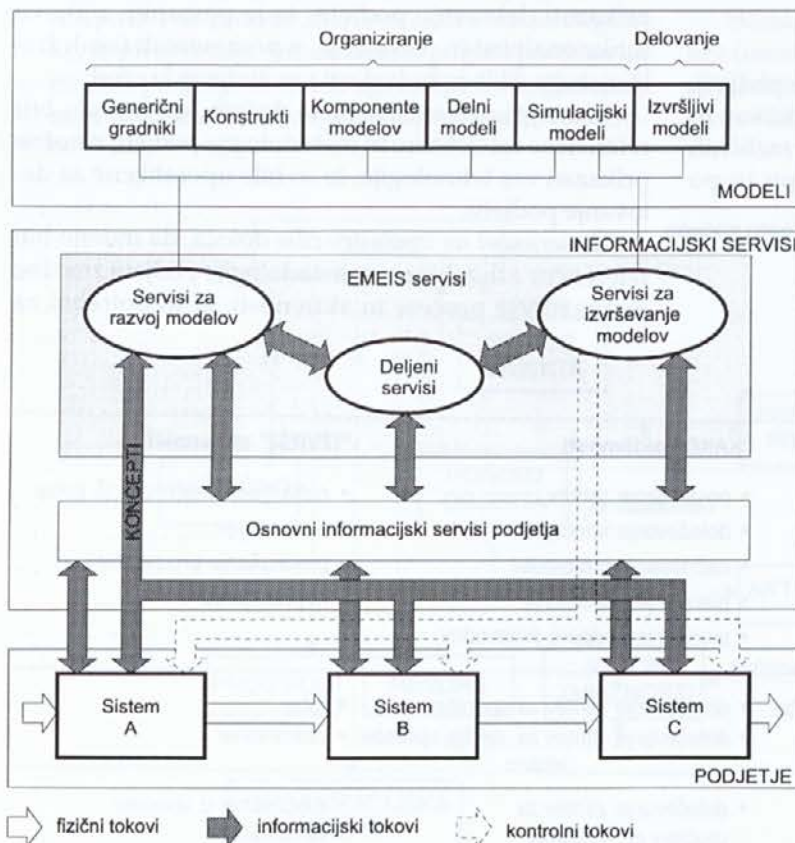
Zahteve za standard je postavil CEN/TC 310, ki je ovrednotil več projektov (CIMOSA, MIDA, OPAL, PISA, TOVE, ...), usmerjenih v raziskave izvrševanja modelov podjetij v realnem času. V zahtevah so do sedaj določene le vrste informacijskih servisov, ne pa tudi njihove podrobne lastnosti. Z imenom servis pojmuje dodatno programsko opremo, ki razširja funkcionalnost osnovne systemske programske opreme. Po teh zahtevah so bili določeni servisi za razvoj mode-

lov in servisi za izvrševanje modelov (servisi EMEIS) in splošni servisi. Koncept informacijske infrastrukture, ki povezuje model podjetja z realnimi entitetami v podjetju, prikazuje slika 3.

Informacijski servisi EMEIS delujejo kot prilagojevalni vmesniki med modeli in drugimi informacijskimi servisi v podjetju. Dinamiko procesov podjetja, ki je zajeta v modelih, pretvorijo servisi za izvrševanje modelov v kontrolne tokove. Dostop do informacij podjetja in njihov prenos med podsistemi podjetja je voden z modelom, udejanjen pa z integracijsko infrastrukturo EMEIS.

8. Od PERA in MES do S95.01

Po zahtevah EMEIS naj bi servisi za izvrševanje modelov kontrolirali razporejanje informacij po podsistemi podjetja na osnovi modelov in na osnovi informacij dobljenih iz osnovnih informacijskih servisov podjetja, to je servisov, ki podpirajo poslovne, proizvodne in fizične procese ter podporne procese. Za modeliranje podjetij je bilo v zadnjem desetletju razvitih veliko metodologij, med katerimi so najbolj znane CIMOSA, IDEF, ARIS, PERA, TOVE, SSADM, EIS, IEM. Vse te metodologije



Slika 3: Servisi za izvrševanje modelov podjetja in integracijo

v neki fazi preidejo iz modeliranja procesov na modeliranje informacijske tehnologije in tehnologije vodenja. Ker je na oblikovanje standarda S95.01 precej vplival tip modelov, ki jih definira metodologija PERA, si jo poglejmo malo podrobneje.

Po tej metodologiji poteka organiziranje podjetja s pomočjo arhitekturnih modelov. V fazi konceptualnega razvoja podjetja se najprej določi diagram arhitekture informacijske tehnologije in tehnologije vodenja, ki prikazuje tehnološke gradnike in njihove medsebojne povezave. V naslednji fazi, to je v fazi preliminarne načrtovanja, se iz tega diagrama izpelje diagram informacijskega omrežja in omrežja vodenja. Oba diagrama sta na najvišjem nivoju abstrakcije, kar pomeni, da šele z njihovo dekompozicijo lahko v celoti opišemo podrobnosti arhitekture in omrežja. Dekompozicijo izvajamo z uporabo logičnih in fizičnih modelov. Oboji so za različne panoge različni.

Logični modeli so predstavljeni z diagrami tokov podatkov, ki postajajo skozi faze življenjskega cikla podjetja vse bolj podrobni in vse manj abstraktni. Abstraktne funkcije iz začetnih faz se v fazi implementacije pretvorijo v dejanske delovne procese in računalniške programe.

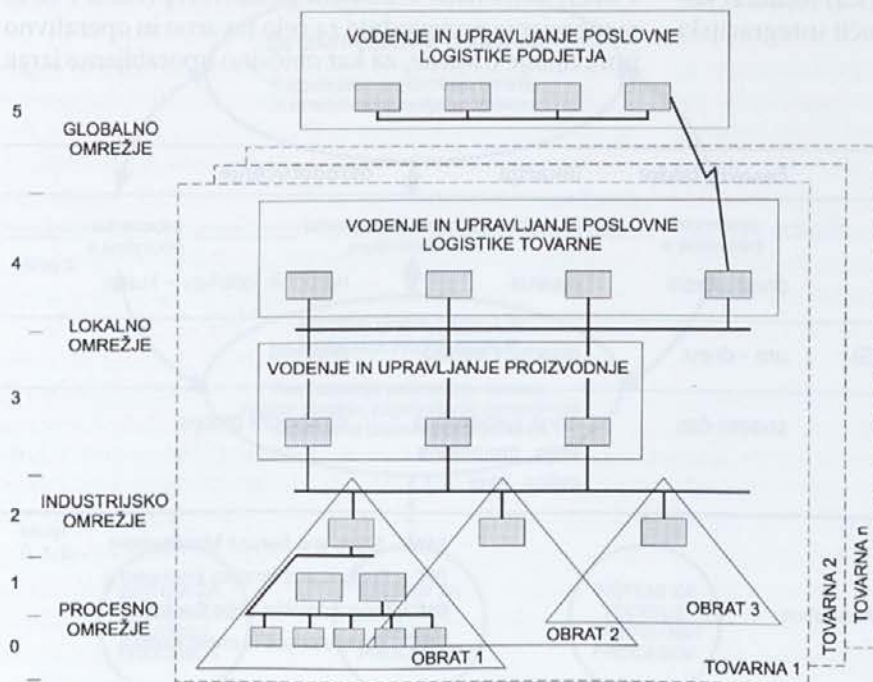
Fizični modeli se še bolj razlikujejo glede na tipe industrijskih panog. Enako kot logični modeli se razvijajo iz precej splošnih blokovnih diagramov v začetnih fazah do precej podrobni, ki prikazujejo konkretne fizične arhitekture s konkretnimi gradniki in povezavami. Fizični arhitekturni modeli so zgrajeni iz šestih

nivojev. Nivoji so določeni glede na kriterije, kot so odzivni čas (čas zajemanja podatkov), resolucija (čas posredovanja podatkov v obdelavo ali hrambo), zanesljivost delovanja (MTBF - povprečni čas med pojavljanjem napak) in sposobnost popravila (MTTR - povprečni čas odprave napak). Slika 4 prikazuje fizično arhitekturo splošnega proizvodnega podjetja, na katero so nameščene funkcije iz logične arhitekture:

- vodenje procesov v proizvodnih obratih na spodnjih treh nivojih, kjer so gradniki na nivojih 0 in 1 povezani med seboj v procesno omrežje, na nivoju 2 pa tudi v industrijsko omrežje;
- vodenje in upravljanje proizvodnje v tovarni na nivoju 3, kjer so gradniki povezani po eni strani v industrijsko omrežje po drugi pa v lokalno (pisarniško) omrežje;
- vodenje in upravljanje poslovne logistike tovarne na nivoju 4, kjer so gradniki povezani v lokalno (pisarniško) omrežje;
- vodenje in upravljanje poslovne logistike podjetja na petem nivoju, kjer so gradniki tudi povezani v lokalno (pisarniško) omrežje, vendar je to omrežje z lokalnimi omrežji tovarn povezano preko telekomunikacijskih poti.

Za sisteme, ki se nahajajo na nivoju 3, se je oprijelo ime MES (Manufacturing Execution Systems). Osnovno definicijo MES, ki pa je zelo obširna, je določilo mednarodno neprofitno združenje prodajalcev teh sistemov MESA International [6]. Po tej definiciji sistemi MES zagotavljajo informacije, ki omogočajo optimizacijo

proizvodnih aktivnosti od izdaje delovnega naloga do njegove realizacije. Usmerjajo in vzpostavljajo proizvodne aktivnosti, se nanje odzivajo in o njih poročajo, vse v stvarnem času. S tem omogočajo takojšnji odziv na spremenjene pogoje proizvodnje. Z osredotočenjem le na aktivnosti, ki povečujejo dodano vrednost, povečujejo učinkovitost proizvodnih operacij in procesov, kar se kaže v boljšem izkoristku proizvodnih virov, točni dobavi izdelkov, hitrejšemu obračanju zalog in izboljšanju denarnih tokov. Bistvo teh sistemov dobro opiše že kratka definicija AMR (Advanced Manufacturing Research, ameriške analitske organizacije iz Bostona), po kateri so to informacijski sistemi, ki se nahajajo v proizvodnem obratu in so umeščeni med sisteme za planiranje



Slika 4: Fizična arhitektura proizv. podjetij

(v širšem smislu), ki se nahajajo v pisarnah, in sisteme za neposredno vodenje industrijskih procesov, ki se nahajajo neposredno v proizvodnji [7]. Vsak od teh sistemov ima svoje karakteristike. Najpomembnejše so prikazane v tabeli 2, prav tako pa tabela za vsak nivo prikazuje nekaj najbolj znanih računalniških sistemov.

Standard S95.01 privzema pravkar opisani trinivojski hierarhičen model za svoj osnovni model na najvišjem nivoju abstrakcije. V okviru tega modela je standard osredotočen na povezavo med 3 in 4 nivojem.

9. S95.01 – standard za integracijo sistemov poslovne in proizvodne logistike

Za dobro delovanje podjetja morajo biti posamezni nivoji v hierarhičnem modelu medsebojno prilagojeni. Problem integracije leži predvsem v različni miselni naravnosti nosilcev poslovnih funkcij na različnih nivojih. To je tudi pogojevalo različno zasnovo podpornih računalniških sistemov in organizacije dela. Problemi povezovanja metod in orodij za planiranje ter izvrševanje proizvodnje se kažejo predvsem v:

- različni terminologiji;
- različnem naboru vrednot oziroma prioritet;
- različnih ključnih faktorjih uspeha;
- neprilagojenosti mnogih obstoječih orodij za integracijo.

Da bi se zmanjšale potrebe po meri naročnika razvitih sistemov, da bi se povezali proizvodi različnih proizvajalcev informacijskih rešitev in bi se povečala ponovna uporabnost ter prenosljivost funkcij v podjetju, se je pri ISA (Instrumentation Society of America) formiral komite SP 95, ki naj bi postopoma določil integracijski standard.

Standard določa elemente integracije z vrsto modelov [8]. Modeli si sledijo od največje stopnje abstrakcije proti najmanjši, vsak naslednji model precizira predhodnega. Najprej določa dve domeni, ki morata biti medsebojno integrirani. To sta domena poslovnih procesov in domena vodenja proizvodnje. Sledi model funkcij, ki so sestavni deli vsake od obeh domen s posebnim poudarkom na tistih, ki vplivajo na drugo domeno. Nadalje standard določa informacijske tokove med temi funkcijami in jih kategorizira v skupine. Nazadnje določa relacije med informacijskimi entitetami, ki so sestavni deli informacijskih skupin.

Vsebinsko in pomen pravkar naštetih modelov najlaže pojasnimo s hierarhičnim modelom iz standarda S95.01, ki je prikazan na sliki 5. Domeno poslovnih procesov predstavlja nivo 4 (in višji nivoji), domeno vodenja proizvodnje pa nivo 3 (in nižji nivoji).

Standard določa kriterije uvrstitev posameznih funkcij v eno ali drugo domeno. Po teh kriterijih so v domeno vodenja proizvodnje uvrščene funkcije, ki so pomembne za:

- varnost delovanja navznoter (proizvodni proces) in navzven (okolje);
- zanesljivost procesov tovarne;
- delovanje naprav in postrojenj.

V domeno vodenja proizvodnje so uvrščene tudi informacije, ki se sicer generirajo v domeni poslovnih procesov, vendar so bistvene za izvrševanje odločitev v domeni. Vse ostale funkcije so uvrščene v domeno poslovnih procesov.

V hierarhičnem modelu so našteje le glavne funkcije v obeh domenah. V domeni poslovnih procesov so to razporejanje proizvodnje za celo tovarno in operativno upravljanje tovarne, za kar običajno uporabljamo izraz

nivo	vrsta sistemov	časovni faktor	lokacija	osredotočenje
4	sistemi za planiranje proizvodnje (v širšem smislu) (SCM, SSM, ERP, PPS, ...)	dnevi - tedni	pisarna	naročnik izdelkov – kupec
3	sistemi za izvajanje proizvodnje (MES)	ure - dnevi	pisarna v obratu	proizvod
0,1,2	sistemi za obvladovanje proizvodnje (SCADA, PLC, DCS, CNC, HMI, ...)	stvarni čas	obrat (proizvodna linija, proizvodna celica, stroj, ...)	proizvodni proces

SCM – Supply Chain Management
 ERP – Enterprise Resources Planning
 SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition
 DCS – Distributed Control Systems
 HMI – Human Machine Interface

SSM – Sales and Service Management
 PPE – Product and Process Engineering
 PLC – Programmable Logic Control
 CNC – Computerised Numeric Control

Tabela 2: Karakteristike računalniških sistemov za podporo proizvodnje po MESA

sistemi poslovne logistike. Te funkcije ne se ne izvajajo, da bi zadostile zahtevam proizvodnega procesa, ampak zato, da bi zadovoljile kupce. V domeni vodenja proizvodnje so funkcije, ki so vezane upravljanje in vodenje proizvodnih obratov, kot so razporejanje proizvodnje v obratih, nadzor obratov ter zagotavljanje zanesljivosti izdelkov in proizvodnega procesa.

Med obema domenama se izmenjujejo tri velike skupine informacij.

- informacije o proizvodih – kako proizvode izdelati, kako so bili izdelani;
- informacije o razpoložljivosti proizvodnih virov – kateri viri morajo biti razpoložljivi, kateri viri so razpoložljivi;
- informacije o proizvodnji - kaj in koliko proizvesti, kaj in koliko je bilo proizvedeno.

Sistemi upravljanja in vodenja proizvodnje so navzdol povezani s sistemi za vodenje po izbirnih proizvodnih metodah. Direktna povezava teh dveh nivojev ni predmet standarda S95.01, je pa določena z drugimi standardi, npr. S88.01/02 za šaržne procese, standardi NAMUR za kontinuirne procese itd. Za standard S95.01 lahko rečemo, da usklajuje besednjak izbirnih logističnih strategij (izdelava po naročilu, izdelava na zalogo, razvoj po naročilu in sestavljanje po naročilu) z besednjakom izbirnih proizvodnih metod (kontinuirana, diskontinuirana – šaržna, diskretna), pri čemer predvsem določa model vmesnikov med sistemi poslovne logistike in sistemi upravljanja ter vodenja proizvodnje.

10. Diskusija

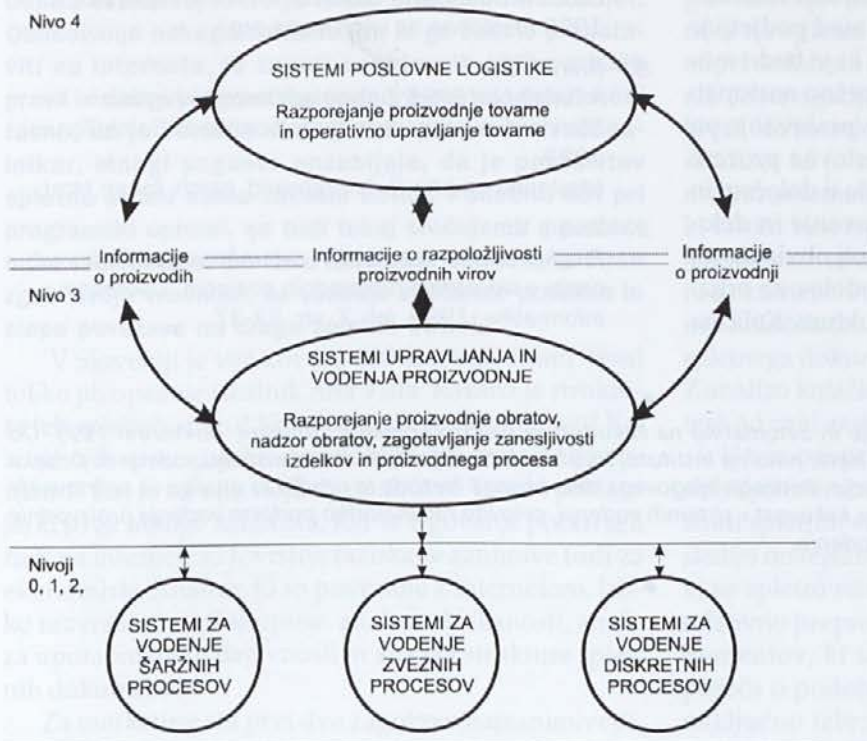
Iz predhodnih poglavij je jasno razvidno, da obstaja na področju razvoja in uvajanja informacijske podpore delovanju podjetij:

- množica podjetij, ki se srečujejo z zahtevnimi problemi pri uvajanju sodobnih informacijskih tehnologij in tehnologije vodenja;
- množica bolj ali manj neodvisnih svetovalcev, ki naj bi delovali kot sistemski integratorji;
- množica raziskovalno-razvojnih skupin, ki razvijajo različne pristope, metodologije, metode in modele;
- množica proizvajalcev računalniških orodij;
- množica ustanov in strokovnih združenj, ki se ukvarjajo s poenotenjem konceptov in sistemov ter postavljajo številne standarde.

Uporabniki - podjetja - se zato izredno težko znajdejo, posebno še ker se koncepti, orodja in standardi precej prekrivajo. Zadnje posebej velja za velike standardizacijske ustanove, kot so npr. ISA, ISO, CEN, ki nekatere standarde prevzemajo druge od drugih, dobršen del pa jih še vedno ostaja neuskkljenih, zato postaja potrebna po usklajevanju standardov vse večja. Za povprečnega uporabnika iz industrije je zato najbolje, da izhaja iz svojih panožnih standardov in išče samostojno ali še bolje v povezavi z izkušenim sistemskim integratorjem najoptimalnejše povezave s standardi informacijske tehnologije in tehnologije vodenja.

To seveda velja tudi za slovenske razmere, kjer je stopnja informatizacije in avtomatizacije precej nižja kot v razvitih državah. Rezultati ankete, ki smo jo na Odseku za računalniško avtomatizacijo in regulacije na Institutu »Jožef Stefan« opravili leta 1998 med 142 slovenskimi proizvodnimi podjetji, so pokazali, da 8% le-teh nima nobene informacijske podpore procesov, to je nobene avtomatizacije tehnoloških naprav in postopkov, le 26% pa jih ocenjuje informacijsko podporo in avtomatizacijo za zadovoljivo [9].

Seveda sta avtomatizacija in informatizacija sami zase brez temeljitih organizacijskih sprememb neučinkoviti. Urejanje ali preurejanje poslovnih procesov v splošnem in avtomatizacija proizvodnih procesov mora potekati prepleteno ter na usklajenih konceptualnih izhodiščih, kjer se upošteva značilnosti tehnoloških in proizvodnih procesov, pretoka in obdelave informacij, odkrivanje in razporejanje znanja, obvladovanje kakovosti



Slika 5: Hierarhični model iz standarda S95.01

itd. Usklajenosti konceptualnih izhodišč pa ni, če nosilci ključnih aktivnosti projektov niso seznanjeni z obstojem standardov ali če jih ne uporabljajo v zadostni meri.

Ker večina podjetij nima svojih lastnih strokovno usposobljenih kadrov za izboljšanje zgoraj omenjene situacije, iščejo rešitve predvsem pri inženirskih in zastopniških podjetjih. Ti po eni strani nudijo številne računalniške sisteme, po drugi pa zaradi premajhne kritične mase znanja in kadrov ne zagotavljajo celovitih integrativnih rešitev. Zagotavljajo integracijo na nivoju računalniških sistemov, le izjemoma pa tudi konceptualno integracijo. Posledica tega so tudi pri tistih, ki so zadnja leta pospešeno vlagali v posodabljanje, tako imenovani otoki avtomatizacije in informatizacije.

Mnogi uporabniki tudi padejo v past sistemskim integratorjem, ki ponujajo celovite konceptualne rešitve avtomatizacije na vseh nivojih, preurejanja in še podporo z računalniškimi sistemi. Poznan je pristop PER (Package Enabled Reengineering), ki je zasnovan na predpostavki, da so koncepti vgrajeni v orodja tako optimalni, da s prilagoditvijo organizacijskih procesov in uvedbo računalniških orodij preurejanje v celoti uspe. Pomanjkljivost teh pristopov je v tem, da integratorji ne upoštevajo dovolj, da se domena poslovnih procesov in domena vodenja proizvodnje (kjer je vključeno tudi vodenje tehnoloških procesov) med seboj razlikujeta (glej različne karakteristike iz tabele 2).

11. Zaključek

Integracija poslovnih procesov, informacijskih sistemov in sistemov vodenja znotraj podjetij in med podjetji je in bo ena najpomembnejših aktivnosti, ki jo bodo morala izvajati podjetja, če bodo hotela uspešno nastopati na globalnem trgu, kjer bo največje povpraševanje po izdelkih, prilagojenih kupcu. Svoje poslovne procese bodo podjetja lahko prilagajala le, če bodo ti določeni in prilagojeni za hitre spremembe. Načrtovanje in delovanje podjetij že sedaj poteka na vse bolj obvladovan način s široko uporabo referenčnih modelov za organizacijo, vodenje, tehnologijo in infrastrukturo. Količina

standardov na tem področju nenehno narašča, z njimi pa tudi potrebe po njihovi uskladitvi in dejanski uporabi, ne samo pri snovalcih standardov ampak predvsem pri načrtovalcih izdelkov in procesov ter njihovih izvajalcih.

Literatura

1. Kosanke, K.: *Enterprise Integration - International Consensus: A Europe - USA Initiative, Enterprise Engineering and Integration, Proceedings of ICEIMT '97 (ESPRIT Reports - Project 21.859 - EI-IC, Vol. 1., Springer, 64-74.*
2. Petrie, C.J. (Ed.): *Enterprise Integration Modelling, Proceedings of the First International Conference, MIT Press, 1992.*
3. Kosanke, K., Nell, J.G. (Eds.): *Enterprise Engineering and Integration, Proceedings of the International Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology, Springer, 1997.*
4. Shorter, D. *CEN and ISO Work on Architectures, Frameworks, Constructs for Manufacturing Enterprise Modelling. IT Focus 1999.*
5. GERAM: *Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology, Version 1.6.3, Report of the IFIP-IFAC Task Force, June 1999.*
6. MESA International. *MES Explained: A High Level Vision – White Paper No. 6. 1997. (dostopno na www.mesa.org).*
7. MESA International. *Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities – White Paper No. 3. 1995. (dostopno na www.mesa.org).*
8. Brandl, D.: *A Tutorial on SP95 Enterprise/Control Integration Standard, a paper represented on World Batch Forum, 1999. (dostopno na http://wbf.org/world_batch_forum.htm).*
9. Jovan, V.: *Pregled stanja na področjih avtomatizacije in informatizacije v slovenskih proizvodnih podjetjih. Uporabna informatika, 1999, let. 7, str. 33-37.*

Marjan Rihar je študiral telekomunikacije in avtomatiko na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, doktoriral 1995. Od 1980 do 1988 je bil zaposlen v podjetju Iskra, nato na Institutu "Jozef Stefan" v Ljubljani. Je znanstveni sodelavec Odseka za računalniško avtomatizacijo in regulacije. Področje njegovega dela obsega metode in orodja za analizo in načrtovanje programske opreme za vodenje procesov, kakovost v sistemih vodenja, celovito računalniško podprto vodenje proizvodnje in netehniške vidike uvajanja sistemov vodenja.