

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**RAZVOJ PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA V
IZBRANEM PODJETJU**

Ljubljana, september 2016

ZORKO TERPIN

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Zorko Terpin, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, sem avtor predloženega dela z naslovom: Razvoj proizvodnega informacijskega sistema v izbranem podjetju, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem prof. dr. Mirom Gradišarjem

IZJAVLJAM,

1. da sem predloženo delo pripravil samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označil;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.

V Novi Gorici, 20. 9. 2016

Podpis študenta:

KAZALO

UVOD	1
1 DIGITALIZACIJA PROIZVODNIH PODJETIJ.....	3
2 METODE RAZVOJA PROIZVODNO INFORMACIJSKIH SISTEMOV	5
2.1 Model GRAI-GIM, arhitektura in metodologija	5
2.1.1 Splošni model.....	6
2.1.2 Osnova strukturiranega pristopa GRAI-GIM.....	11
2.1.3 Razmejitev funkcij	12
2.1.4 Abstraktne ravni	13
2.1.5 Modelirna zgradba.....	13
2.1.6 Modelirni formalizmi	14
2.1.7 Združljivost modelov	15
2.1.8 Strukturiran pristop GRAI-GIM.....	16
2.1.9 Povzetek uporabe GRAI-GIM	18
2.2 Metodologija PERA in PURDUE	20
2.2.1 Struktura arhitekture PURDUE.....	21
2.2.2 Razvoj sistema CIM	22
2.2.3 Arhitektura in podjetja	22
2.2.4 Ocena izvedbe sistema CIM po metodologiji PERA in PURDUE.....	23
2.2.5 Uporaba priročnika za izvedbo postopkov	23
2.3 CIMOSA	25
2.3.1 Integracija podjetja	25
2.3.2 Management sprememb	26
2.3.3 Področje dela integracije podjetja	26
2.3.4 Sodelovanje s sistemi nasledstva.....	27
2.3.5 Poslovne koristi	27
2.3.6 Modeliranje podjetja	28
2.3.7 Projekt AMICE	29
2.3.8 CIMOSA in pristop	29
2.3.9 Življenjski cikel sistema.....	29
2.3.10 Integracija podjetja	30
2.3.11 Pregled CIMOSE.....	31
2.3.12 Modelirno ogrodje CIMOSA	31
2.3.13 Življenjski cikel CIMOSE.....	34
2.3.14 Integracijska infrastruktura CIMOSA	35
2.4 Arhitektura integriranih informacijskih sistemov – ARIS	39
2.4.1 Integrirani informacijski sistemi	39
2.4.2 Pristop ARIS	41
2.5 Petrijeve mreže	44

3	OBLIKOVANJE KRMILNEGA SISTEMA ZA PROIZVODNJO.....	45
3.1	Pregled trga ponudbe, povpraševanja in razvoja informacijskih sistemov	46
3.2	Pregled in značilnosti sorodnih programov.....	50
4	PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA PODJETJA	51
5	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA.....	53
5.1	Opis problema v GOSTOL-GOPANU pred uvedbo IS GoSoft	53
5.2	Opis problema v nam sorodnih proizvodnjah	54
6	RAZVOJ REŠITVE	55
6.1	Splošen opis rešitve	56
6.2	Planiranje materialnih potreb	60
6.2.1	Kosovnice-izhodišče za načrtovanje materialnih potreb.....	60
6.2.2	Opis struktur.....	63
6.3	Sledljivost proizvodnih operacij in proizvodne kapacitete	71
6.3.1	Načrtovanje zasedenosti kapacitet	72
6.3.2	Opis podatkov tehnoloških postopkov	73
7	UVEDBA PROGRAMA GOSOFT MRP II	82
7.1	Pregled dogodkov od naročila do dobave izdelkov	82
7.2	Konstruktivsko-tehnološka dokumentacija	84
7.3	Izdelave dokumentacije.....	85
7.4	Izračun materialnih potreb za vzorčni izdelek	88
	SKLEP.....	89
	LITERATURA IN VIRI.....	90

KAZALO SLIK

Slika 1:	Delitev proizvodnega sistema	6
Slika 2:	Odločitveni in informacijski sistem	7
Slika 3:	Hierarhični in funkcionalni aspekti.....	8
Slika 4:	Globalni model GRAI-GIM.....	9
Slika 5:	Hierarhični model fizičnega sistema.....	10
Slika 6:	Referenčni model odločitvenega centra.....	11
Slika 7:	Uporabniško in tehnično orientiran pristop	12
Slika 8:	Modelirno ogrodje GIM.....	13
Slika 9:	Metodologija modelirnega ogrodja GIM	14
Slika 10:	Cikel razčlemba (dekompozicija) / združevanje, podprt s pristopom GIM.....	15
Slika 11:	Prikaz modela konceptualnega in fizičnega oblikovanja preko podatkov.....	16
Slika 12:	Strukturiran pristop GRAI-GIM	18
Slika 13:	Življenjski cikel proizvodnega sistema.....	19
Slika 14:	Zgradba referenčne arhitekture PURDUE podjetja – razdelitev po ravneh	21
Slika 15:	Prikaz priprave glavnega načrta za CIM.....	24

Slika 16: Prekrivanje življenjskih ciklov v podjetju	30
Slika 17: Življenjski cikel sistema	30
Slika 18: Ogrodje arhitekture CIMOSA.....	33
Slika 19: Servisi integracijske infrastrukture	37
Slika 20: Pregled koncepta CIMOSA	39
Slika 21: Integrirani informacijski sistemi	40
Slika 22: Pogledi arhitekture ARIS	41
Slika 23: Opisne ravni informacijskega sistema	42
Slika 24: Elementi Petrijevega grafa prehajanja in povezave	44
Slika 25: Diagrama pretoka in diagram prehajanj pri Petrijevem modeliranju.....	45
Slika 26: Izkušnje dobaviteljev ERP velikim podjetjem.....	48
Slika 27: Izkušnje dobaviteljev ERP srednjim podjetjem	49
Slika 28: Glavni moduli/funkcije informacijskega sistema GoSoft.....	58
Slika 29: Glavne funkcije za načrtovanje potreb	59
Slika 30: Funkcijsko drevo za načrtovanje potreb	60
Slika 31: Funkcije za vzdrževanje kosovnic	61
Slika 32: Prikaz modularne kosovnice	62
Slika 33: Prikaz strukturne kosovnice	62
Slika 34: Osnovni ERM za kosovnice.....	63
Slika 35: Relacijski model za konstrukcijsko dokumentacijo.....	65
Slika 36: Diagram poteka za izdelavo konstrukcijske dokumentacije	66
Slika 37: Pregled osnovnih funkcij načrtovanja materialnih potreb	67
Slika 38: ERM za načrtovanje potreb	68
Slika 39: Diagram pretoka za načrtovanje materialnih potreb	70
Slika 40: Funkcijsko drevo za spremljanje proizvodnih kapacitet.....	71
Slika 41: Nadzor dogodkov za upravljanje osnovnih tehnoloških podatkov	72
Slika 42: Funkcijsko drevo za tehnološke podatke	73
Slika 43: Prikaz krajšanja pretočnega časa operacije z deljenjem serije.....	74
Slika 44: Prekrivanje operacij in vpliv na pretočni čas izdelka	74
Slika 45: Relacijski model za tehnološko dokumentacijo.....	75
Slika 46: Diagram pretoka za tehnološko dokumentacijo.....	76
Slika 47: Diagram poteka za določanje proizvodnih operacij.....	77
Slika 48: Pretočni čas operacije	78
Slika 49: Diagram poteka za uravnavanje kapacitet	79
Slika 50: Relacijski model celega proizvodnega sistema.....	81
Slika 51: Pretok naročila in določitev podatkov	83
Slika 52: Relacijski model kosovnice za »Posipalo moke«	85
Slika 53: Sestavna risba sklopa	86
Slika 54: Modularna kosovnica.....	87
Slika 55: Strukturna kosovnica	87
Slika 56: Primer relacijskega modela za načrtovanja materialnih potreb	88

UVOD

Preteklo stoletje je bilo zaznamovano z intenzivnim industrijskim razvojem kot posledico sprememb ekonomskih, družbenih, političnih, kulturnih in socialnih vrednot družbe ter posameznika. Vsa ta dogajanja so povzročila evolucijo podjetij, posameznika in družbe. Proizvodni sistemi postajajo zahtevnejši, na vseh področjih se uvajata avtomatizacija in podpora informacijskih tehnologij. Zahteve tržišča so danes precej drugačne kot so bile pred desetimi leti in več. Takrat so bili glavni parametri proizvodnje količina, kakovost in stroški. Danes je vedno bolj pomembna individualizacija tržišča. Potrebno je večje število različic izdelka, njegova življenjska doba se krajša, kompleksnost se povečuje, zahtevani dobavni roki so krajši (Balič, 2000, str. 5). Podjetja, ki bodo znala povečevati konkurenčno prednost, bodo imela večje koristi tudi na račun podjetij, ki se ne bodo znala dovolj hitro odzivati na zahteve trga (Turban, 2002, str. 83). Ena od konkurenčnih prednosti je učinkovit organizacijski proces, krmiljen z ustreznim informacijskim sistemom.

Na voljo je vse več ponudnikov informacijskih sistemov (v nadaljevanju: IS), orodij, modelov in metod za hitrejša ter uspešno uvajanje informacijskih sistemov (Scheer, 1994, str. 106). Na voljo so tudi že izkušnje podjetij z informacijskimi sistemi.

V podjetju GOSTOL-GOPAN d.d. je bilo vodenje proizvodnje najzahtevnejše opravilo do uvedbe proizvodnega informacijskega sistema. Težave so se povečevale z naraščanjem raznolikosti proizvodov in obsegom proizvodnje, in sicer ob nespremenjenem vodenju. Vodenje proizvodnje v podjetju GOSTOL-GOPAN d.d. je potekalo s pomočjo časovnih diagramov. Ti so narejeni na osnovi naročil, normiranih časov, povratnih informacij iz proizvodnje in ocene zmožnosti. Končni rezultat je skoraj vedno odklon od načrtovanega v obliki zakasnitve. Za izvajanje nemotene montaže je treba predhodno zagotoviti do 150.000 obdelovancev na leto in do 500.000 (GOSTOL-GOPAN d.o.o., 2015) standardnih delov na leto. Za vsak obdelovanec so potrebni tehnična in tehnološka dokumentacija, osnovni material in od pet do deset operacij na obdelovalnih strojih. Vsa količina opravil presega obstoječi način načrtovanja. Vzporedno je rastla potreba po prenovi načrtovanja, ki je organizacijski proces in zagotavlja uresničevanje ciljev (Lipovec, 1988, st. 393). Zaradi spreminjanja obsega in raznolikosti proizvodnega okolja so se pojavili problemi (Jovan, 2002, str. 305– 310):

- fizična nezmožnost obvladovanja vseh dogodkov,
- nepreglednost procesov,
- zmanjšana sledljivost dogodkov in obdelovancev,
- ozka grla in časovne stiske,
- neracionalna izraba proizvodnih dejavnikov, široke poti.

Glavni namen je vzpostaviti krmiljenje in nadzor nad proizvodnimi procesi. To pomeni optimalno izrabo proizvodnih dejavnikov, načrtovanje, sledenje materialnim potrebam in dogajanju v proizvodnji, zmanjšanje zastojev, odpada ter doseganje predvidenih rokov.

Hipoteza: Z vzpostavitvijo informacijskega sistema v podjetju GOSTOL-GOPAN d.d. se bo proizvodnja uravnotežila, kar pomeni laminaren tok dogajanj od naročila do dobave izdelka.

Cilj magistrskega dela je načrt za izdelavo proizvodnega informacijskega sistema in po tem načrtu izdelana informacijska rešitev. V načrtu bodo opredeljeni vsi deležniki, oblike, relacije, prioritete in metode.

Informacijski sistem materialno planiranje (angl., *Material Requirements Planning system* v nadaljevanju: MRP-sistem) bo omogočal načrtovanje prodaje in proizvodnje, ki je osnova za načrtovanje materialnih potreb in potrebnih proizvodnih kapacitet, nadzor ter spremljanje vseh funkcij in podatkov v podjetju ter okolici ožjega in širšega aspekta. Nadzor je dopolnjen s finančnim vmesnikom, ki preračunava fizikalne enote v denar (EUR/kos, EUR/kg, EUR/volumen itd.). IS bo oblikovan na podlagi celovitih organizacijskih sistemov, ki so podprti z ustreznimi informacijskimi sistemi. Njihov temelj je enovitost podatkovnih baz, predvsem zaradi možnosti različnega pregleda podatkov in učinkovitega nadzora nad dogajanjem v proizvodnji in drugih spremljajočih dejavnosti v podjetju in okolici.

Delo zajema zgodovino dogajanja znotraj podjetja in dogajanja v družbi kot vpliva na razvoj in uporabo informacijskih sistemov. Problematika in zahteve podjetij, ki uporabljajo informacijske sisteme so predstavljene v tem delu, hkrati pa so podani odgovori proizvajalcev informacijskih sistemov na te težave. Metode razvoja IS temeljijo na:

- analizi obstoječih arhitektur, modelov in metodologije, ki se uporabljajo pri različnih informacijskih sistemih v različnih organizacijskih primerih in v različnih obdobjih,
- pregledu drugih IS,
- primerjavi med arhitekturami: Grafični prikazi odnosov (angl., *Graphs with Results and Actions Inter – related*, v nadaljevanju GRAI), Integrirana metodologija (angl., *Integrated Methodology*, v nadaljevanju: GIM), Purdue referenčna arhitektura (angl., *Purdue Enterprise Reference Architecture*, v nadaljevanju: PERA), Računalniško integrirana proizvodnja, odprta arhitektura (angl., *Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture*, v nadaljevanju: CIMOSA) in Arhitektura integriranega informacijskega sistema (angl., *Architecture of Integrated Information System*, v nadaljevanju: ARIS),
- izboru ustrezne arhitekture,
- izdelavi IS v skladu z našimi zahtevami in implementacijo.

V podjetju GOSTOL-GOPAN d.d. se je organizacijski sistem razvijal skupaj z družbo. Sprva je temeljil na preprostem razmerju med delavci in direktorjem, temu je v sedemdesetih letih

sledila še tehnična delitev dela (analiza in sinteza). Oddelki so se ustanavljali kot zbirni centri istovrstnega dela (pločevinarna, rotacijska obdelava, načrt obdelave, lakirnica, montaža, nadzor, odprema, komerciala, nabava in splošni sektor). Nemški način organizacije in sistem tehnične delitve dela sta se v celoti ohranila vse do leta 1988. Obseg velikoserijske proizvodnje se je nato zmanjšal, povečala pa se je raznovrstnost artiklov. Tehnična delitev dela ni bila zadosten pogoj za vse večje število raznorodnih obdelovancev. Oddelki, ki niso bili polno zaposleni, so se opuščali, del dejavnosti pa se je selil v kooperacijo. Projektne naloge so se začele izvajati skupinsko, ustanavljali so se timi. Vsa ta leta je računalniški oddelak avtomatske obdelave podatkov (v nadaljevanju GOINFO) podjetju GOSTOL d.d. omogočal podporo organizacijski strukturi z ustreznim informacijskim sistemom, ki je temeljil zgolj na materialnih potrebah. Osnova za določitev materialnih potreb so bile kosovnice. Ta sistem je bil še najbolj podoben MRP-jem iz 60. let. To je bila podpora, ki je bila primerna za dokaj statično proizvodnjo in v naprej znana naročila. Leta 1993 je bil izdelan informacijski sistem GoSoft-MRP II, ki je v celoti izpolnil pričakovanja. Uporabljal se je v okolju DOS za mreže osebnih računalnikov.

Poslovni informacijski sistem GoSoft MRP II je zasnovan tako, da lahko v manjših in srednje velikih podjetjih pokriva vse poslovne funkcije organizacije in zajema tudi računovodske podatke ter obračun plač s kadrovsko evidenco. V magistrskem delu se bom omejil na prikaz delovanja proizvodnega informacijskega sistema s posebnim poudarkom na načrtovanju materialnih potreb in spremljanju proizvodnih kapacitet. Delo bom zaključil z ugotovitvijo o ustreznosti implementacije informacijskega sistema MRP II.

1 DIGITALIZACIJA PROIZVODNIH PODJETIJ

V današnjem času je digitalna ekonomija v porastu, zato morajo podjetja za preživetje preoblikovati svoje poslovne modele. Digitalizacija ne »prizanaša« nobeni panogi (Vidmar, 2015, str. 4–7). Začela se je na znanstvenih področjih, zasledimo pa jo že na kmetijah, v gostilnah, hotelih, bolnišnicah itd. Dostopnost in potreba po digitalizaciji sta na visoki ravni in v stalnem večanju. To tezo je sedaj zelo lahko razumeti, a če se vrnemo 25 let nazaj, je bilo glede uvajanja računalniške opreme veliko skepticizma.

Tudi za podjetje GOSTOL d.d. je bilo leto 1980 prelomnica, ko so se uvedli računalniki za potrebe poslovanja. V prvi fazi so se uporabljali za izdelavo kosovnic kot osnova za naročanje v nabavi in izdelava delovnih čekov v pripravi dela.

Naslednji preskok se je zgodil leta 1988 z nakupom dveh grafičnih postaj za potrebe izdelave tehnične dokumentacije. Cena dveh grafičnih postaj je bila 1.500.000,00 USD, kar je bilo za tisti čas draga investicija. Pri večini je vzbujala skepticizem. Tak nakup sta si takrat lahko privoščili le ladjedelnica Split (8 enot) in Iskra v Stegnah.

Z izdelavo projektov na grafičnih postajah smo bili v svoji panogi med prvimi v Evropi, kar nam je omogočilo odlično predstavitev podjetja in izdelkov pred strankami. Prednost in položaj, ki smo si ju takrat pridobili, je možno delno finančno ovrednotiti; pridobili smo si namreč neprecenljiv ugled.

Naslednji korak je bil leta 1992, ko je bil za potrebe proizvodnje izdelan in uveden informacijski sistem GoSoft MRP II. V tistem obdobju je Ministrstvo za gospodarstvo ponujalo subvencije pri nakupu informacijskega sistema. Vsa ta dogajanja so se odvijala v Evropi in ZDA bistveno prej, nekako pa leto 1990 velja za prelomnico začetka digitalizacije. Z uvedbo informacijskega sistema se je celovito izvedel prenos dela na računalnike. V službi razvoja in tehnologije je to pomenilo ukinitev risalnih desk ter delovnih mest tušerk in tušerjev, ukinjala so se delovna mesta s področij mikrofilmanja, kopiranja in arhiviranja. Vsak strojni inženir je sam zmodeliral stroj z ustrezno programsko opremo in ga prek mreže predal v obdelavo tehnologom. Po tehnološki obdelavi in ničti seriji je bila ta dokumentacija na voljo proizvodnji, ki jo je povlekla iz mreže ob vsakem naročilu. Enako je bila delavniška dokumentacija dosegljiva preko gesla zunanjim kooperantom. Z naročilom se je dokumentacija samodejno usmerila do vseh končnih uporabnikov. Vzporedno se je podobno dogajalo v vseh službah, na primer služba priprave dela je načrtovala rezervacije delovnih mest skladno z obsegom dela, služba nabave je nabavljala skladno s kosovnicami na mreži, služba kooperacije je izvajala dela v kooperaciji skladno z naročili itd.

Zelo pomembni sta bili standardizacija in Gostolovi interni standardi. Z uvedbo enovite baze so bili prek mreže dostopni vsi podatki: standardni deli, nestandardni deli in vsi interni standardi. To je pomenilo, da je bilo vsem (konstruktorju, tehnologu, nabavniku, delavcu na obdelovalnem stroju, monterju itd.) omogočen dostop do baze s podatki. Treba je samo skrbno načrtovati enovite in celotne baze podatkov (Kavčič & Vintar, 1994, str. 116).

Naslednji korak sta Konstruiranje z računalnikom (angl., *Computer Aided Design*, v nadaljevanju: CAD) in Računalniško podprta proizvodnja (angl., *Computer Aided manufacturing*, v nadaljevanju: CAM), kar pomeni neposreden prenos od delavniške risbe prek tehnološke obdelave neposredno na obdelovalni center. Ta način se je uveljavil samo za nekaj delovnih mest strojne obdelave; tam, kjer so obdelovalni centri ustrezno opremljeni. Treba pa je povezati vse operacijske in proizvodne računalniške sisteme (angl., *Computer Integrated Manufacturing*, v nadaljevanju: CIM) za hiter in učinkovit pretok informacij (Polajnar, 2000, str. 22), saj fizična manipulacija s tehnično-tehnološko dokumentacijo v papirni obliki ni konkurenčna računalniškim rešitvam.

Digitalizacija se je v zadnjem obdobju najbolj uveljavila v prodaji, kjer je možen dostop do vseh prodajnih artiklov in njihovih zalog. Sedaj si lahko kupec ali prodajalec v oddaljenem kraju pridobi vse potrebne podatke za nakup investicijske opreme. Enako velja za šolanje uporabnikov. Pred leti so porabili približno en teden za nakup stroja in en teden za šolanje v

oddaljenem kraju. Danes se to opravi prek spleta v nekaj dneh, brez stroškov, vezanih na potovanje.

Podobno je s servisom in zagonom opreme. V obdobju od leta 1990 do leta 2010 se je za zagon velike pekarnice povprečno porabilo devet mesecev. Po montaži je odšel programer v Moskvo in tam opravljal zagon od šest do devet mesecev. V tem obdobju je morala biti prisotna štiričlanska ekipa, in sicer: programer, električar, živilski tehnolog in monter. V današnjem času večinoma nastavitve programer opravi doma, iz matične tovarne prek modema. Časi zagona so se zmanjšali na največ dva meseca, ker programer zaganja opremo iz podjetja GOSTOL d.d. v Moskvo. V moskovski pekarni so v tem času prisotni le živilski tehnolog, električar in monter. Stroški zagona so se tako več kot prepolovili.

Zelo pomembno področje v digitalizaciji je daljinski nadzor delovanja in zbiranja tehničnih in tehnoloških podatkov o delovanju velikih pekarn. Takšen način spremljanja omogoča preventivno in kurativno delovanje na daljavo. Za stranko (kupca in upravljavca pekarnice) je to velika pomoč, saj mu nudi stalno podporo z minimalnimi stroški. Ta način delovanja se je razširil na vseh dražjih postrojenjih, in sicer od 1 milijona navzgor.

2 METODE RAZVOJA PROIZVODNO INFORMACIJSKIH SISTEMOV

2.1 Model GRAI-GIM, arhitektura in metodologija

Splošni opis obdelovalnega sistema, s poudarkom na podrobnostih nadzornega dela sistema, omogočajo modeli GRAI. Najprej bom predstavil nadzor obdelovalnega sistema na globalni ravni, nato pa na ravni odločitvenega centra.

V laboratoriju GRAI, na univerzi v Bordeauxu, se je leta 1970 začelo delo z metodologijo GRAI-GIM. Takratni cilj je bil vzpostavitev proizvodno-upravljaljskega sistema, ki bi imel sposobnost, da bi natančno definiral podrobnejše zahteve, potrebne pri izbiri paketa programske opreme za sistem Računalniško podprtega managementa proizvodnje (angl., *Computer Aided Production Management*, v nadaljevanju: CAPM). Že takrat je laboratorij GRAI tesno sodeloval z industrijo. Ugotovljeno je bilo, da ljudje namenjajo prevelik pomen terminu računalniško podprto in premalo pozornosti managementu proizvodnje. Delavci laboratorija poznajo področja samodejnega nadzora in vedo, da prvi korak pri uvajanju avtomatizacije temelji na modeliranju sistema. Oblikovalci modeliranja sistema managementa proizvodnje so kot pomožno orodje začeli uporabljati prvotni model GRAI. Ti modeli so se s kasnejšim razvojem sistemov CIM razširili na celotni obdelovalni sistem. Metodo GRAI so razširili za oblikovanje takšnega sistema CIM, ta metoda se imenuje GIM (integracijska metodologija GRAI). Metode GRAI-GIM so namenjene podpori oblikovalcem sistema CIM pri izgradnji oziroma izpopolnjevanju modela integriranega obdelovalnega sistema s

podrobnim opisom sistema CIM. Za izgradnjo takega sistema je mogoče kupiti posamezne komponente oziroma jih lahko razvijejo tudi sami. Za izgradnjo sistema CIM so potrebe po metodologiji izražene z naslednjimi ugotovitvami (Chen & Doumeingts, 1992, str. 103):

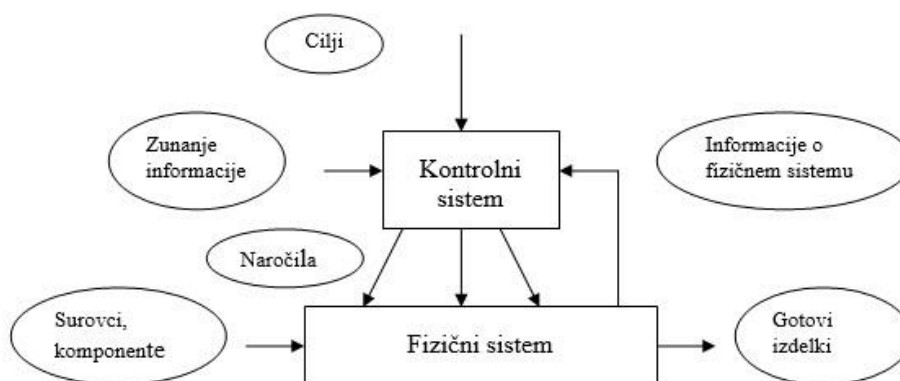
- ne obstaja možnost nakupa sistema CIM,
- zgraditi ga je treba za vsako podjetje posebej,
- sistem CIM se mora razvijati na osnovi obstoječih in zanesljivih komponent.

GRAI-GIM se je razvijal v tesnem sodelovanju z industrijo. Metodo GRAI so prvič uporabili za proizvodni management v osemdesetih letih v podjetju TELEMATIQUE ELECTRIQUE. SNECMA, ki je eden najpomembnejših proizvajalcev letalskih motorjev, je leta 1985 uporabil metodo GRAI za oblikovanje in podroben opis sistema managementa proizvodnje. Laboratorij GRAI je že leta 1986 začel sodelovati pri projektih ESPRIT (Evropski strateški program za raziskave in razvoj informacijskih tehnologij). Razširitev metode GRAI do GIM (integracijska metodologija GRAI) je bila razvita na podlagi doseženih rezultatov za več projektov (Open CAM sistem, 1986; IMPACS, 1989; FOF, 1989; Flexquar). Obstaja organizacija AUGRAI (Organizacija uporabnikov metode GRAI), ki skrbi za razvoj in promocijo metode GRAI-GIM. Vanj je vključenih približno 20 članov industrijskih podjetij. V primerjavi med modelom GRAI in drugimi arhitekturami je opaziti nekaj podobnosti z arhitekturo CIM in med njenimi koncepti vidikov. GRAI-GIM obsega tri dele:

- GRAI je shematični referenčni model,
- opis modela GRAI je formaliziran,
- strukturiran pristop.

2.1.1 Splošni model

Slika 1: Delitev proizvodnega sistema



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 104.

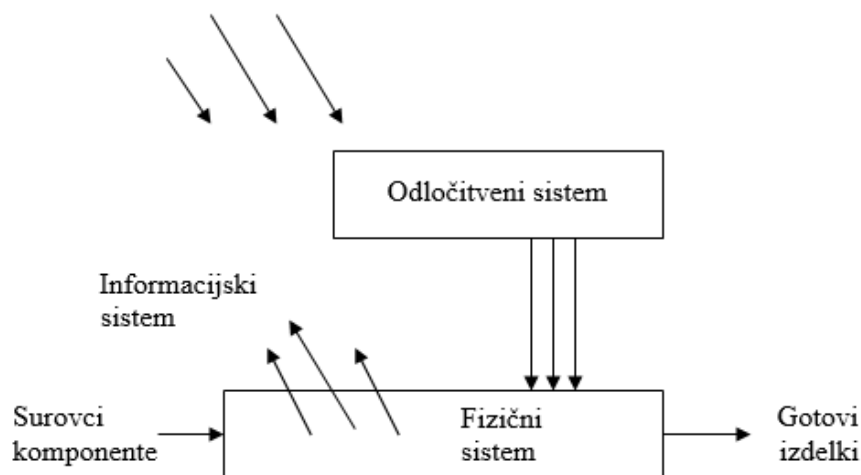
Obdelovalni sistem lahko razdelimo na dva dela (Slika 1):

- fizični model sestavljajo ljudje, materiali, tehnike in pripomočki,
- končni izdelek (z dodanim tokom materiala) sledi informaciji materiala (surovcev),
- nadzorni sistem je namenjen nadzoru fizičnega sistema v skladu z zahtevanimi cilji.

Nadzorni sistem (Slika 2) se lahko razdeli na dva podsistema:

- odločitveni,
- informacijski.

Slika 2: Odločitveni in informacijski sistem



Vir: D. Chen, The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology, 1994, str. 105.

Naloge odločitvenega podsistema so potrebne odločitve, ki se sprejemajo z namenom definiranja naročil pri prenosu v fizični sistem. Transformacijo oziroma prenos, obdelavo in shranjevanje potrebnih informacij omogoča drugi del sistema, ki deluje kot povezava med fizičnim in odločitvenim sistemom, upoštevajoč tudi okoljske vplive.

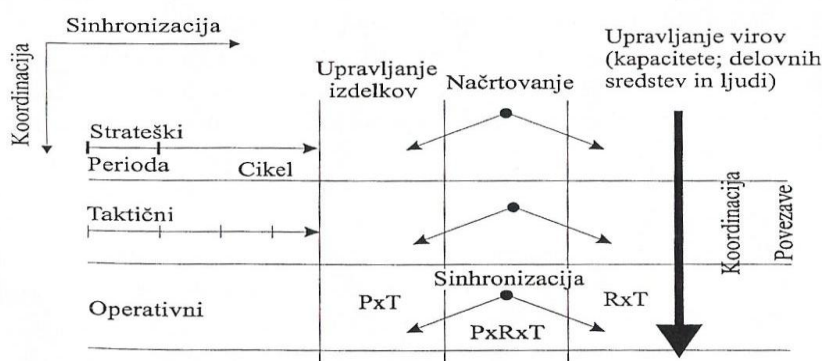
Obstaja močna povezanost med odločitvenim in informacijskim sistemom, saj lahko le tesna sinhronizacija med njima vodi do zagotavljanja učinkovitega nadzornega sistema. V primeru, da ima sistem visoko stopnjo zahtevnosti, se ta učinkovito nadzira z uvedbo hierarhičnega nadzornega sistema. Teorija managementa takšnega sistema ima tri značilne ravni: strateško, taktično in operativno.

Treba bi bilo preučiti drugi vidik, ki izhaja iz klasične teorije managementa in poudarja funkcijsko analizo sistema. V tesni povezavi z organizacijo podjetja in servisi, ki jih podjetje izvaja, je potreben večfunkcijski pristop (število je odvisno od zahtevnosti podjetja). Analiza

oziroma razkroj je na osnovi treh osnovnih funkcij: managementa virov, management izdelka in načrtovanje.

Management virov skrbi za transformacijo virov, ki jih zagotavlja struktura sistema. Management izdelka je v glavnem namenjen sistemu podjetja – transformaciji surovcev in polizdelkov v nove izdelke. Funkcija načrtovanja je osnova za koordiniranje celotnega sistema, upoštevajoč globalne cilje podjetja. Včasih je potrebno sklepati kompromise med delavci drugih dveh funkcij (Slika 3).

Slika 3: Hierarhični in funkcionalni aspekti



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 106.

Povratna zveza mora biti vključena v model, saj nadzor fizičnega sistema brez povratne informacije o dejanskem stanju ne bi bil uspešen. Nadzorni sistem je hierarhičen, zato vse informacije potujejo iz fizičnega sistema na nižje ravni preko filtrov. Pri načrtovanju dvodimenzionalnega razkroja se pri definiranju nadzornega sistema kateregakoli obdelovalnega sistema zastavljajo naslednji pomisleki:

- različne funkcije sistema za vsa pomembnejša področja definira funkcijski razkroj (vertikalna delitev),
- časovna merila so pri snovanju ravni odločanja opredeljena s časom (časovni interval, ki je potreben za sprejemanje rezultatov odločanja) in s časovno periodo (časovni interval, v katerem je treba ponovno preveriti rezultate odločanja). To opredeljuje hierarhični razkroj (horizontalna delitev).

Splošna uporabnost te ideje velja za vse tri klasične ravni. Definiranje konceptov odločitvenih centrov omogoča dvodimenzionalni razkroj. Vse odločitve, ki se izvedejo znotraj ene funkcije in na eni hierarhični ravni, na splošno obsegajo odločitveni center.

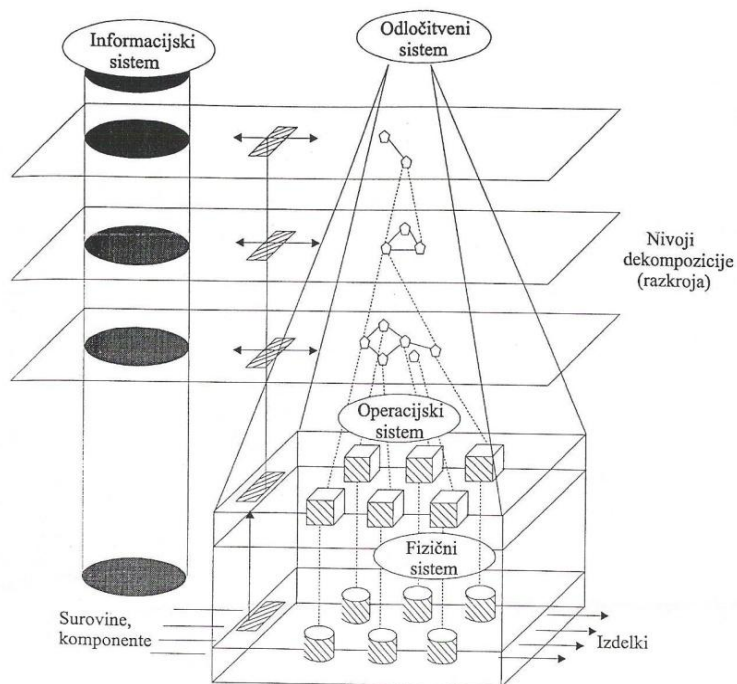
Hierarhična organizacija odločitvenih centrov, ki so medsebojno povezani, daje informacijskemu sistemu hierarhično strukturo. Zunanje informacije, ki izhajajo iz okolja, in

notranje, ki so iz fizičnega sistema, se na posameznih ravneh kopičijo (shranijo) in tako so pripravljene za nadaljnjo uporabo.

Fizični sistem je nadzorovan z obstoječim nizom: odločitvenim sistemom skupaj z informacijskim sistemom (nadzorni sistem). Namen tega je doseganje ciljev, ki so definirani za celoten obdelovalni sistem. Globalno delovanje nadzornega sistema je v povezavi s fizičnim sistemom. To je treba izvajati za vsako posamezno raven strukture in preko ustreznih odločitvenih nalog, ki se nanašajo na raven preučevanega odločitvenega sistema. Odločitve, ki jih sprejema vodja delavnice, so znotraj njegovega odločitvenega centra in so izvajane samo v ustreznem delu fizičnega sistema (v delavnici). Vloga obratovodje je popolnoma drugačna v fizičnem sistemu kot za ravnatelja proizvodnje. Razlikujeta se po možnosti odločanja in po razpoložljivem času za sprejemanje odločitev. V fizičnem sistemu obstaja mesto za odločitveni center, celota aktivnosti pa se običajno izvaja znotraj centra.

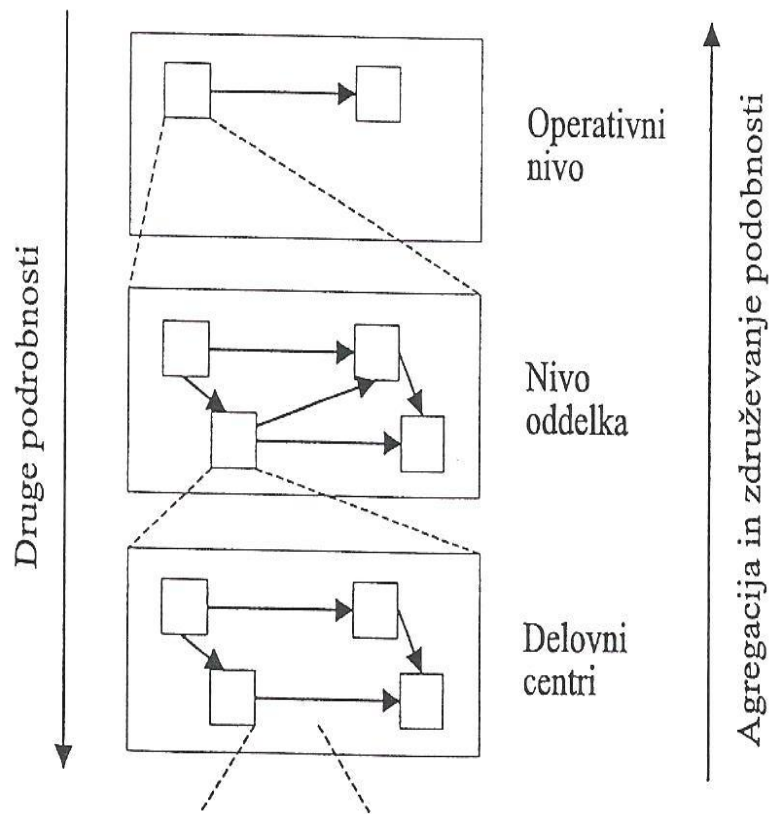
Najbližje fizičnemu sistemu je operacijski sistem (Slika 4), ki je del odločitvenega sistema. Zanj je značilen način dela v realnem času. Zahteva po hierarhičnem nadzornem sistemu bi pomenila, da je smotrno, če vanj vključimo tudi ustrezni hierarhični model fizičnega sistema (Slika 5). Cilj odločitvenega centra je nadzor dela fizičnega sistema, uporabljeni model za ta del odločitvenega centra (razvoj nadzornih operacij) pa izhaja iz omenjenega hierarhičnega vidika fizičnega sistema. Ideja vodi do strukture, v kateri je vsak odločitveni center namenjen delu fizičnega sistema.

Slika 4: Globalni model GRAI-GIM



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 108.

Slika 5: Hierarhični model fizičnega sistema



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 109.

Da bi lahko sklenili predstavo o hierarhičnem sistemu, se moramo vrniti h konceptu kopičenja oziroma zbiranja informacij. Z višanjem ravni nadzora se uporabljene informacije za vsako posamezno raven zbirajo in obdelajo glede na potrebe nižjih ravni.

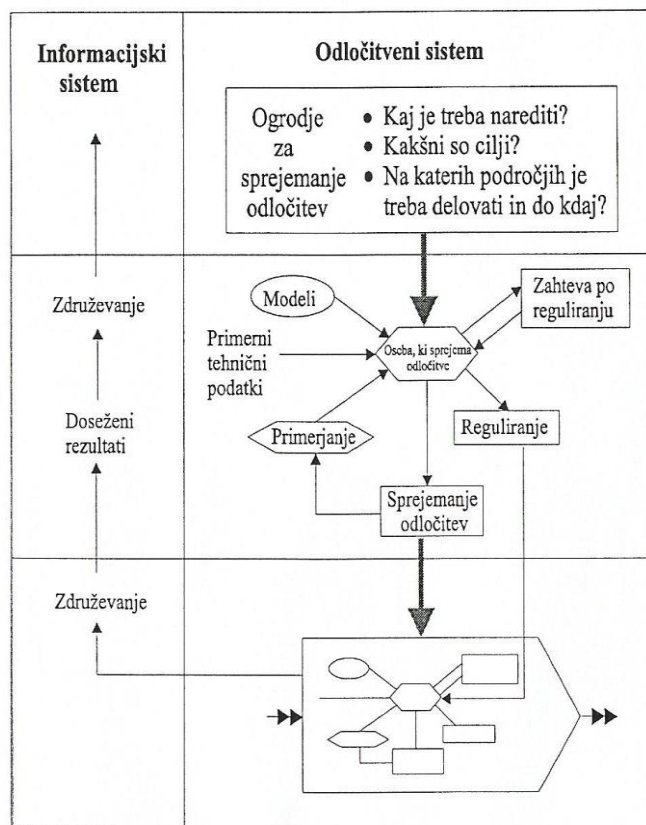
Na podlagi baze informacij je višji ravni omogočena uporaba informacij s širšega področja. Učinkovite odločitve na podlagi vseh razpoložljivih informacij so še vedno mogoče, ne da bi prekršili omejitev količine informacij. Torej, za vsako raven je mogoče upoštevati veljavno omejitev obsega informacij. Področje odločanja je omejeno s prostorom in s časom (predstava vodoravnice in periode).

Model odločitvenega centra: struktura centra z notranjimi povezavami in povezavami z drugimi centri je opisana z referenčnim modelom odločitvenega centra. Model je prav tako namenjen opisu aktivnosti, ki se izvajajo znotraj centra. Cilje odločitvenega centra oblikujemo zato, da ima vsaka aktivnost svoj namen, in jih organiziramo v skladu s tem.

Struktura organizacije je določena z ravniyo fizičnega sistema. Slika 6 prikazuje notranjo strukturo aktivnosti, predvsem tiste, ki so namenjene odločanju. Treba je upoštevati pomembnost modela v fizičnem smislu, vrst in vrsto operacij, ker so potrebne za delovanje odločitvenega centra.

Odločitveni, informacijski in fizični sistemi so v globalnem modelu ločeni in ta delitev je primerna tudi znotraj odločitvenega centra. Kot so odločitveni in informacijski sistemi povezani z nadzornim sistemom, so tudi odločitveni centri zgrajeni vzdolž modela fizičnega sistema in v dejanskem fizičnem sistemu.

Slika 6: Referenčni model odločitvenega centra



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 112.

Različni modelirni formalizmi se uporabljajo pri GRAI-GIM-u in ti obstajajo ločeno. V tem poglavju bo predstavljena modelirna osnova, v kateri se uporabljajo različni formalizmi za zagotovitev doslednosti modela.

2.1.2 Osnova strukturiranega pristopa GRAI-GIM

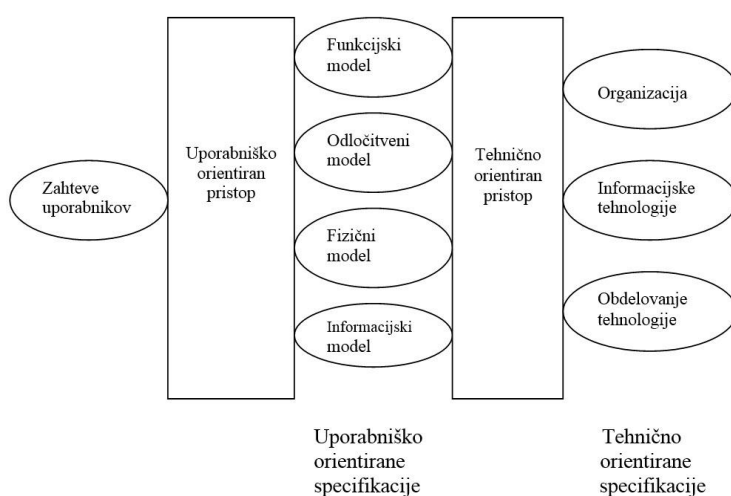
Oblikovati želimo podporo celotnemu življenjskemu ciklu proizvodnega sistema, kar je cilj GRAI-GIM-ovega strukturiranega pristopa. Pomembna sta dva dela življenjskega cikla, in sicer:

- prvi del je uporabniško orientiran,
- drugi del pa je tehnični.

Prvi del tega pristopa omogoča uporabnikom izgradnjo modelov sistema na osnovi njihovih lastnih zahtev. Uporabnikom morajo biti tako pridobljeni modeli enostavno razumljivi. Obstajajo štirje vidiki za predstavitev modelov: odločitveni, informacijski, fizični in funkcijski. Prvi trije se nanašajo na analizo proizvodnega sistema. Funkcijski vidik omogoča pridobiti uporabnikom enostaven sistemski model, ki odseva funkcije, ki jih želimo zajeti.

Tehnični model proizvodnega sistema, ki vključuje organizacijo, informacijsko tehnologijo in proizvodne tehnologije, se nanaša na drugi del. Oba glavna izhoda strukturiranega pristopa sta prikazana na Sliki 7.

Slika 7: Uporabniško in tehnično orientiran pristop



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 113.

Pri oblikovanju sistema CIM je potrebno začetno strukturiranje oziroma oblikovanje zaradi velike stopnje zahtevnosti. Treba je definirati in upoštevati različne modele in koncepte. Vsi modeli bodo določeni z modelirnim okvirjem, ki je potreben za analize, oblikovanje in izvedbo sistema CIM. Narejen mora biti z namenom, da bi zagotavljal trajnost, popolnost ter integracijo med koncepti in modeli. Za modularno zgradbo sta značilni dve dimenziji: analiza oziroma razkroj funkcije in izločitvene ravni.

2.1.3 Razmejitev funkcij

Vsak obdelovalni sistem je mogoče razdeliti v tri sisteme: odločitveni, fizični in informacijski. Tri različne vidike lahko dosežemo s pomočjo teh treh sistemov. Vidik lahko označimo kot selektivno zaznavanje obdelovalnega sistema in je osredotočen na posamezni aspekt. K tem trem vidikom dodamo še četrtega, funkcijskega oziroma izvršilnega. Funkcijski vidik omogoča, da dobimo zelo enostaven model, ki prikazuje osnovne funkcije

obdelovalnega sistema in tokove (vseh vrst) med njimi. Prednost vidikov je tudi njihova sposobnost, da točno definirajo meje področja študija.

2.1.4 Abstraktne ravni

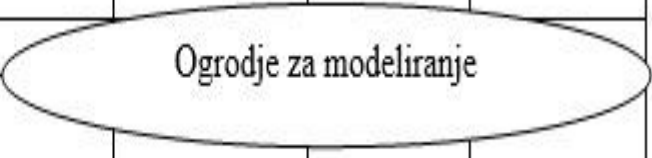
Poenostavitev sicer preveč zapletene realnosti se omogoča z modelirnimi aktivnostmi. V modelu so vsebovani samo tisti koncepti in elementi, ki jih bomo potrebovali v času uporabe modela. Namen abstraktne ravni, ki omogoča »slojni zapis«, je, da bi ga dejansko sestavili iz različnih konceptov. Model v praksi uporablja tri ravni abstraktnosti primerljivo z Mednarodnim standardom (angl., *International Organization for Standardization* 14258):

- raven zasnove: to je najpomembnejša raven in je namenjena odgovoru na vprašanje »**kaj**«; postavljena je brez upoštevanja organizacijske in tehnološke osnove,
- strukturna raven: namenjena je odgovoru na vprašanje »**kdo**«, »**kda**j« in »**kje**« in integrira organizacijsko raven,
- izvedbena oziroma izvršilna raven: namenjena je odgovoru na vprašanje »**kako**«; to raven določimo natančneje, ker vključuje tehnične omejitve navedenih primerov.
- Ogrodja modelov GRAI-GIM uporabljajo »modelirna področja ali domene«, prikazane na Sliki 8.

2.1.5 Modelirna zgradba

Slika 8: Modelirno ogrodje GIM

		Informacij.	Odločitveni	Fizični	Funkcijski
Nivoji abstrakcije	Konceptualni				
	Strukturni				
	Nivo realizacije				



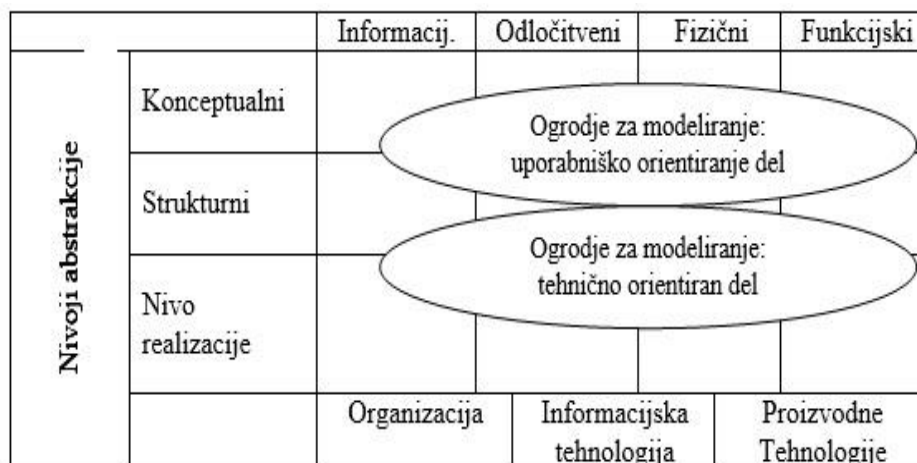
Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 115.

Obstaja močna povezava med abstrakcijskimi ravnmi in obstoječim delom pristopa (uporabniško ali tehnično orientiran), zato začetno analizo, ki je namenjena celotnemu pristopu, na tej stopnji prilagodimo. Uporabniško orientiran pristop zahteva višjo abstraktno raven in tehnično orientiran nižjo. Modelirna zgradba, ki jo je treba upoštevati pri uporabi omenjenih pristopov, je prikazana na Sliki 8.

2.1.6 Modelirni formalizmi

Osredotočili se bomo na zgornje ravni modelirne zgradbe (uporabniško orientiranje) in obravnavali osem ustreznih modelirnih področij (prikazuje jih presek kolon in stolpcev diagrama na Sliki 9). Prilagodljivost formalizmov, ki so uporabljeni za posamezno področje, je potrebna za zadovoljitev posameznih potreb.

Slika 9: Metodologija modelirnega ogrodja GIM



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 116.

Posamezna področja imajo naslednje potrebe:

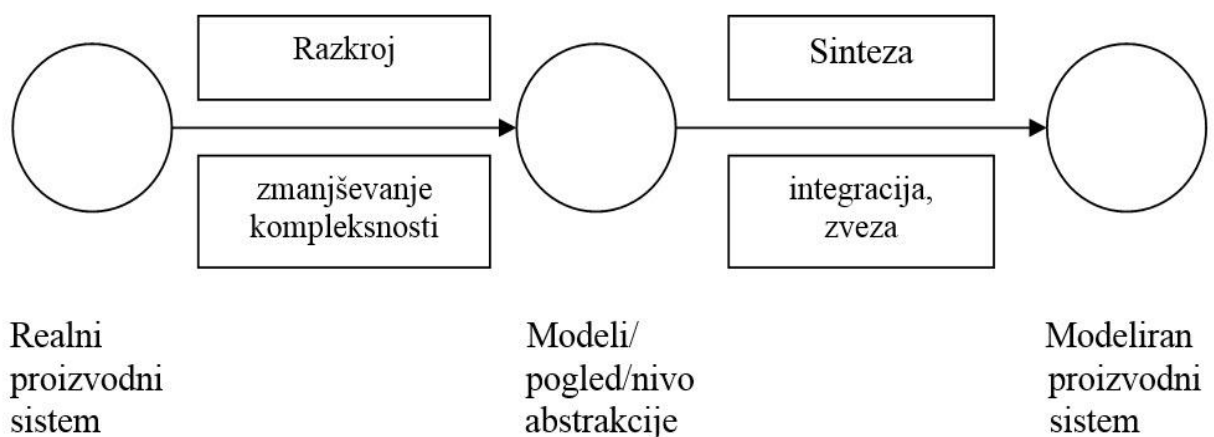
- konceptualni informacijski model: omogoča opis vseh nespremenljivih in lastnih podatkov organizacije, njenih lastnosti in medsebojnih povezav. Uporabljena metoda se imenuje diagram entiteta – razmerje (v nadaljevanju: diagram ER).
- strukturiran informacijski model: omogoča opis struktur, relacije za razdelitev podatkov in izbiro računalniško/ročno. Uporabljen je prav tako E diagram ER.
- konceptualni odločitveni model: primeren je za opis odločitvene strukture, povezav med odločitvenimi ravni in analizami, med analizami omejitev, ciljev ter za opis vseh potrebnih odločitvenih spremenljivk. Uporabljen formalizem je rastrska mreža GRAI na globalni ravni in na ravni detajlov mrežna povezava GRAI.
- strukturiran odločitveni model: identifikacijo ljudi, ki sprejemajo odločitve, njihovo odgovornost in avtoriteto v glavnem ponazarja strukturiran odločitveni model. Gre za proces povezave med odločanjem z ljudmi, ki sprejemajo odločitve. Uporabljen formalizem je raster GRAI na celotni ravni in na ravni detajlov omrežja GRAI.
- konceptualni fizični model: omogoča opis procesov, smeri oziroma poti, ki se izvajajo na fizičnih tokovih med operacijami. Uporabljen formalizem je Integralni jezik za definicije (angl., *Integration Definition language 0*, v nadaljevanju: IDEF0).

- strukturiran fizični model: informacije o delovnih centrih, delavcih in času daje strukturiran fizični model. Vsebuje elemente o povezavah, sinhronizaciji in kaže, kaj kdo dela. Formalizem je IDEF0.

2.1.7 Združljivost modelov

Delovanje tega pristopa je na osnovi združljivosti modelov. Na začetku bo uporabljen analitični pristop preučevanega sistema. Po pregledu ciljev sistema/realnosti smo v skladu z vidiki in opisanimi ravni abstrakcije prišli do ločenih modelov. Popoln model bomo dosegli samo z upoštevanjem pravil združevanja med posameznimi nizi modelov. Namen združevanja je, da v študijo vnesemo popolno skladnost. Uporabo cikla podpira strukturiran pristop, njega pa analize/sinteze (Slika 10).

Slika 10: Cikel razčlemba (dekompozicija) / združevanje, podprt s pristopom GIM



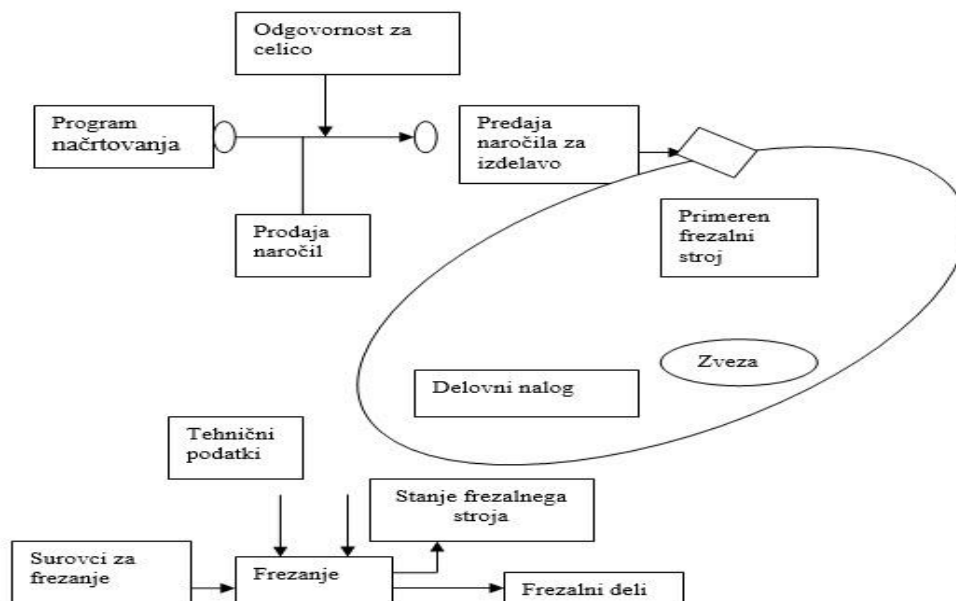
Vir: N. Hercog, Proizvodni sistemi, 2005, str. 15.

Z najdbo elementov, ki so prisotni v vseh delnih modelih, se lahko doseže združljivost modelov. Pod sistemi so povezani z bazo podatkov:

- odločitve in podatke obdeluje ter sprejema odločitveni podsistem;
- obdelavi fizičnih tokov je namenjen fizični podsistem (je vir obdelanih podatkov za odločitvene informacijske podsisteme).

Komunikaciji med podsistemi so namenjeni podatki, hkrati pa so tudi potreben element za združljivost sistema. Uvajanje koherence podatkov služi kot podlaga za zagotavljanje združljivosti modelov. Na Sliki 11 je prikazan primer združljivosti modelov konceptualne odločitve in fizičnega konceptualnega modela preko podatkov.

Slika 11: Prikaz modela konceptualnega in fizičnega oblikovanja preko podatkov



Vir: D. Chen, *The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology*, 1994, str. 120.

2.1.8 Strukturiran pristop GRAI-GIM

Namen pristopa GRAI-GIM je določiti podrobnosti sistema na področju organizacije, proizvodnje in informacijske tehnologije, hkrati pa naj bi uporabnikom omogočala izgradnjo novega sistema. Strukturiran pristop metode zajema štiri glavne faze (Slika 12): začetno ali fazo inicializacije, analizo, oblikovanje in izvedbo. Prve tri faze bodo obdelane v nadaljevanju, z navedbo nekaj orientacijskih vrednosti za izvedbeno fazo. Ta metoda ima eno glavno prednost, tj. razdelitev faze oblikovanja na dve pod fazi:

- uporabniško orientirano oblikovanje,
- tehnično orientirano oblikovanje.

Uporabnikom so tehnike, ki so uporabljene za izgradnjo prihodnjega proizvodnega sistema, v splošnem zelo težko razumljive. To še posebej predstavlja pereč problem na področju informacijske tehnologije. Zelo pomembno je, da oblikovanje novega sistema doseže cilje, definirane na osnovi zahtev uporabnikov, ker so za izgradnjo novega proizvodnega sistema potrebne velike investicije. Pred začetkom razvoja in izvajanj mora biti oblikovan nov sistem. Za fazo oblikovanja sta pomembni dve področji:

- niz uporabniško orientiranih specifikacij, ki so razumljive uporabnikom, določa uporabniško orientirano oblikovanje,

- tehnične podrobnosti, potrebne za razvoj in izvedbo prihodnjega sistema, pa določa tehnično orientirano oblikovanje.

Uporabniško orientirane specifikacije bodo nato ovrednotili uporabniki oziroma ugotovili, ali bo novo oblikovanje dalo učinkovite rešitve za dane zahteve.

Za fazo inicializacije je značilnih osem osnovnih korakov:

- splošna definicija podjetja,
- predstavitev metode vodjem podjetja,
- definicija področja študija,
- diagnoze,
- začetne omejitve,
- definiranje kadrovskih potreb za izvedbo projekta,
- izobraževanje udeležencev,
- načrtovanje in viri za naslednjo fazo.

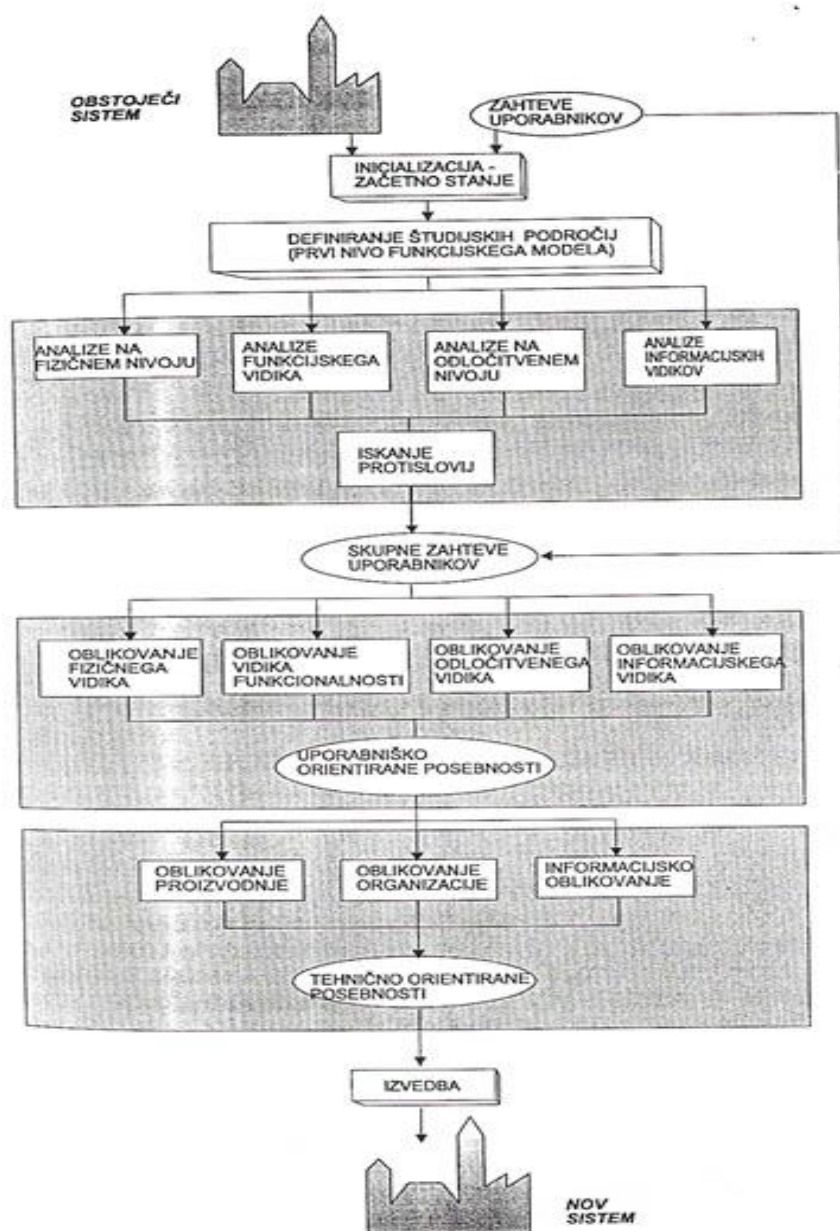
Faza analize: s tem korakom se definirajo zahtevane značilnosti sistema. Dobro poznavanje vmesnikov med preučevanim področjem in drugimi funkcijami, na primer finančno področje, marketing oziroma oddelek, je pomembno.

Analize se v glavnem nanašajo na štiri vidike: funkcijski, odločitveni, informacijski in fizični glede na modelirno zgradbo GRAI-GIM. Uporabljeni bodo predhodno definirana modelirna orodja za oblikovanje arhitekture GRAI-GIM, raster in mreže GRAI ter diagrame ER.

Faza oblikovanja: po odobritvi faze analize je ključno, da se pred začetkom tehničnega oblikovanja definirajo različni vhodi, ki bodo osnova za to fazo. Poznamo cilje podjetja, preučili smo protislovja sistema in določili obstoječi sistem. Faza oblikovanja je razdeljena na dva glavna koraka. Za prvi korak je značilno, da je uporabniško orientiran. Med oblikovanjem štirih vidikov je potrebna vključitev uporabnikov, hkrati pa morajo biti ovrednoteni tudi rezultati, da bi se študij lahko nadaljeval. Uporabniško orientiran opis podrobnosti je rezultat tega prvega koraka. Če delamo v skladu s temi specifikacijami, so strokovnjaki v proizvodnji ter organizacijski in informacijski tehnologiji odgovorni za izvedbo tehnično orientiranega koraka oblikovanj. Kot rezultat tega koraka bo sledil opis tehničnih podrobnosti prihodnjega sistema in bo uporabnikom omogočal izbiro razpoložljivih komponent sistema (računalnike, pakete programske opreme, baze podatkov, stroje, ljudi itd.) na tržišču. V podjetjih jih bodo lahko razvili in uvedli samostojno.

Faza izvedbe: za fazo izvedbe so značilne tri naloge: instalacija novih virov in izobraževanja uporabnikov, priprava za zagon novega sistema in na koncu popolno delovanje novega sistema. V tej fazi obstaja težava zagotovitve dobrega prehoda med obstoječim in novim sistemom, ki bi imel minimalni vpliv na tekočo proizvodnjo.

Slika 12: Strukturiran pristop GRAI-GIM



Vir: T. Williams, Pera and Geram enterprise reference architectures in enterprise integration, 1994, str. 21.

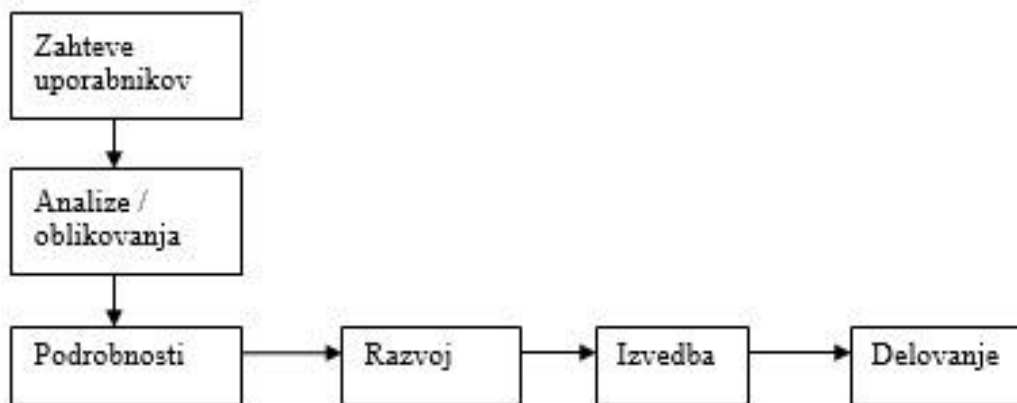
2.1.9 Povzetek uporabe GRAI-GIM

Razvoj specifikacij oziroma podrobni opis za izgradnjo sistema CIM je cilj GRAI-GIM-a. Njegov namen je, da:

- z vsemi komponentami in vmesnimi povezavami oblikujemo posebno arhitekturo sistema CIM,

- za vse komponente po izboru iz obstoječe ponudbe na trgu podamo specifikacije ali pa definiramo zahteve za razvoj teh komponent.

Slika 13: Življenjski cikel proizvodnega sistema



Vir: D. Chen, The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology, 1994, str. 124.

GRAI-GIM se nanaša samo na prvo fazo, analizo/oblikovanje, in sicer glede na življenjski cikel obdelovalnega sistema. Predstavlja vhod v fazo razvoja (Slika 13) oziroma se razvoj pri tem ne upošteva.

Pri fazi izvedbe ali delovanja kot reference, spremljevalnega okolja ali vodenja je lahko v pomoč GRAI-GIM. Porajajoče težave pri izdelavi teh posebnih zahtev so kot posledica dvojnega niza omejitev:

- na strani uporabnikov morajo biti sprejete specifikacije predlaganih rešitev,
- na strani potencialnih prodajalcev potrebnih komponent morajo biti razumljive specifikacije predlaganih rešitev tudi s tehničnega vidika.

GRAI-GIM predlaga razvoj dveh vrst specifikacij kot odgovor na obstoječi, dvojni problem:

- uporabniško orientirane,
- tehnično orientirane.

Model GRAI se za uporabniško orientirane specifikacije uporablja s pomočjo treh podsistemov: z informacijskim, odločitvenim in fizičnim, skupaj s funkcijskim. To opišemo na vsaki od obeh ravni:

- strukturni; v smislu strukture,
- konceptualni; v smislu koncepta.

Osnove obdelovalne operacije in celotna kapaciteta, ki je potrebna za vsak tip proizvodnje (frezanje, struženje, vrtanje), na shematični ravni definira model fizičnega podsistema. Na strukturni ravni fizični model opredeljuje potrebno število strojev in namestitev strojev v celice ali oddelke. Različna merila so ključna pri postavitvi. Ta merila so ekonomičnost, varnost in prilagodljivost. Za oblikovanje treh proizvodnih operacij (frezanje, struženje, vrtanje) v celici se lahko uporabljajo na primer trije posamezni stroji ali pa en obdelovalni center, ki omogoča izvedbo vseh treh operacij. Zaradi zanesljivosti prve strukture je dopuščen izpad enega stroja, manj zanesljiva je druga, ki pa je bolj prilagodljiva.

Potencialne skupine rešitev smo analizirali s tehničnega vidika in jih klasificirali v tri področja:

- informacijska tehnologija: strojna in programska oprema, sistemi CAD, celotni programski paketi, računalniško podprto vzdrževanje, računalniško podprto management proizvodnje, računalniško podprto načrtovanje procesov, podatkovni managementski sistemi, lokalna omrežja nadzora za stroje NC, roboti, skladišča in transportni sistemi,
- obdelovalna tehnologija: specialni stroji, vsa oprema, ki se nanaša na strojna orodja, transportni sistemi, skladišča, roboti in delavci operaterji,
- organizacija: podaja smernice, kako naj bi bil organiziran management obdelovalnega sistema, o načelih managementa, organizaciji delavnic in celic.

Tehnično orientirani opisi specifikacij so opredeljeni na podlagi dveh ravni: strukturni in izvedbeni. Pri strukturni ravni so osnovne zahteve namenjene iskanju rešitve; izbrana ustrezna rešitev, ki je na voljo na tržišču, pa je značilna za izvedbeno raven. Marsikatero rešitev je treba razviti doma, ker na trgu ne obstajajo končne rešitve, kar lahko ugotovimo v zadnji fazi. Podroben opis zahtev oziroma specifikacij služi kot izhodiščna točka pri tem razvoju.

Metoda GRAI-GIM se je v primerjavi s tehnično orientiranim oblikovanjem bolj razvila za uporabniško oblikovanje in je neprekinjen proces. Nadaljnji razvoj omogoča izvedbo tehnično orientirane faze oblikovanja. Vsekakor je nujna uporaba orodij za računalniško podporo zaradi količine dela, ki je potrebna za modeliranje vseh potrebnih vidikov, ki so uporabni med fazo analize in oblikovanja. Treba je zagotoviti podporo, ki omogoča oblikovanje, osredotočeno na aktivnosti dodanih vrednosti. Računalniško podprta orodja omogočajo lažje modeliranje pogledov, uporabo referenčnih modelov med fazo oblikovanja in izdelavo dokumentov ter preverjanje povezav med modeli in iskanje protislovij.

2.2 Metodologija PERA in PURDUE

V nadaljevanju bom predstavil razpravo o računalniško integrirani proizvodnji CIM v podjetju, ki izdeluje sorodne kovinske izdelke, pri čemer se bom osredotočil na jedro. Širša

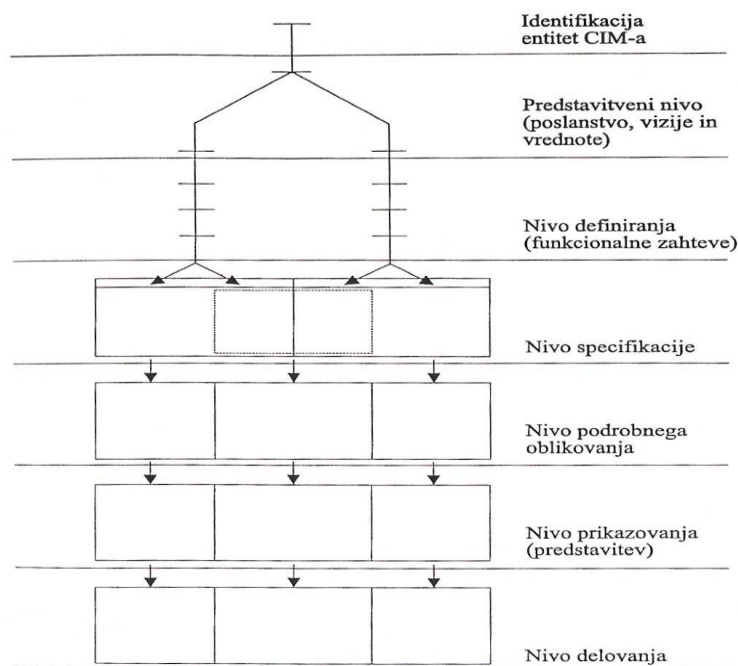
uporaba arhitekture, ki obravnava različne vrste podjetij – ne samo CIM v proizvodnem podjetju –, bo predstavljena v zadnjem delu.

2.2.1 Struktura arhitekture PURDUE

Ogrodje področij, ki jih arhitektura obravnava, prikazuje Slika 14. Ta struktura, ki se razvija »od zgoraj navzdol«, predstavlja pretekla dela oziroma že izvedene projekte integracije podjetja, od začetnih konceptov preko faze funkcionalne analize (delovanja), funkcionalnega oblikovanja oziroma specifikacije, oblikovanja podrobnosti, konstruiranja in namestitve do delovanja in na koncu do zastarelosti oziroma odstranitve podjetja.

Dimenzija za točno določanje časa ni označena oziroma obstaja samo izmišljena časovna lestvica oziroma merilo. Skozi te različne faze se izvaja večina projektov (če ne kar vsi). Glede na rast so na Sliki 15 prikazani različni koraki in bloki, ki priskrbijo pomembne informacije. Ti se nanašajo na delo, ki ga je treba pri razvoju sistema CIM izvesti v posameznem koraku. Struktura je lahko uporabljena tudi zato, da se pri vsakem koraku zagotovi podpora oziroma razpoložljiva pomoč, na primer: primeri sistemov iz literature, ki so lahko v veliko pomoč, in številne druge pomembne informacije na posameznih področjih integracije podjetja, primerne tehnike oblikovanja ali analize. Referenčni teksti večinoma opisujejo, kaj je v posameznem koraku oziroma točki arhitekture narejeno.

Slika 14: Zgradba referenčne arhitekture PURDUE podjetja – razdelitev po ravneh



Vir: N. Hercog, *Uporaba referenčnih arhitektur pri gradnji informacijsko podjetja*, 2000, str. 626.

2.2.2 Razvoj sistema CIM

Slika 14 prikazuje izvedbo programa integracije proizvodnje v skladu z arhitekturo v več korakih. Poteka od funkcijskega oblikovanja ali specifikacije preko podrobnejšega oblikovanja do konstrukcije, namestitve in končno do popolnega delovanja – do zastarelosti oziroma zaprtja tovarne.

2.2.3 Arhitektura in podjetja

Podjetja, ki so organizacijske entitete, so bila ustanovljena kot odgovor na zahteve kupcev. Njihov namen je proizvodjanje izdelkov in/ali nudenje storitev. Odvisna so od trendov na trgu, potreb in zadovoljstva kupcev. Podjetja delujejo v dinamičnem okolju, in sicer:

- zunanje okolje, za katero so značilne nenehne spremembe potreb trga. Obstaja tudi močna konkurenca drugih proizvajalcev, ki se ukvarjajo z istim področjem;
- notranje okolje, za katero so značilni globalni cilji, tehnološke spremembe in stališča managementa.

PURDUE arhitektura ponazarja podjetje iz dveh vidikov: poslovno okolje, kot ga zaznajo uporabniki, in z vidika virov podjetja (informacijske tehnologije in tehnologije za proizvodjanje). Ta dva opisa sta podana na ravni modeliranja funkcijskih podrobnosti (raven specifikacije), ravni modeliranja funkcijskih zahtev (raven definicije) in na ravni modeliranja podrobnega oblikovanja. Raven modeliranja funkcijskih podrobnosti (raven specifikacij) in raven modeliranja podrobnega oblikovanja sta izvedbeni ravni (Slika 14).

Podjetja so lahko kot entitete namenjena izvedbi različnih nalog. Njihovo poslanstvo vključuje izvedbo ene ali več nalog, in sicer s podporo virov oziroma izpolnitvijo enega ali več ciljev. Vse to se uporablja v podjetjih, ne glede na velikost, izvedeno vizijo ali fizično zadovoljstvo. Naloga arhitekture je tudi omogočiti razvijanje načina izražanja osnovnih konceptov za vsa podjetja na enoten način, kar je cilj referenčne arhitekture podjetja.

Arhitektura podjetja je lahko definirana kot strukturni niz modelov, ki predstavljajo nespremenljive gradnike celotnega podjetja. Služi lahko kot osnova za oblikovanje in izvedbo celotnega sistema podjetja. Modeli, ki so sestavljeni iz nedeljivih elementov sistema in so medsebojno povezani, ponazarjajo, kako takšen sistem tehnično deluje in za kaj je sistem podjetja zasnovan. Kažejo tudi, kako prenesti oziroma transformirati modele v realnost, na primer v delovni sistem. Povezave oziroma razmerja med velikim številom »različnih in ločenih« modelov, opis delov sistema ali njihovih funkcij (upoštevajo samo del ali celo podjetje) kaže arhitektura, ki je njihova struktura ali ogrodje.

Zbir vseh osnovnih funkcij, opisov ali obnašanje večine (najbolje vseh) tipov sistemov omogoča referenčna arhitektura. Uporabljena je lahko za celoten opis, diskusijo o aktivnostih, značilnostih ali potrebah vsakega takega sistema.

2.2.4 Ocena izvedbe sistema CIM po metodologiji PERA in PURDUE

Kot pomoč pri pripravi izvedbenih postopkov za razvoj načrta računalniško integrirane proizvodnje so na industrijskem konzorciju Univerze Purdue razvili arhitekturo PERA. Metodologija, ki je posledica rezultata, se lahko postavi na naslednji način:

- za model ali ogrodje celotnega programa se uporablja PERA,
- za CIM se uporablja referenčni model PURDUE, ki je osnova za večino začetnih podatkov in potrebnih funkcijskih analiz informacij,
- za pomoč pri definiranju in oblikovanju potrebnega dela se uporablja priročnik,
- ta metodologija razvija predlog programa CIM, ki je del načrta. Predstavlja niz projektov, ki zajema kapacitete delovnih sredstev, kapitala in ljudi podjetja;
- izvedba teh projektov v podjetju je v skladu s priporočili glavnega načrta.

Pri razvoju glavnega načrta je treba skrbno pregledati namen integracije za vsako podjetje posebej. Manjše projekte lahko začnemo izvajati na področju financ in ljudi, in sicer v smislu izobraževanja, da bi dosegli kasnejšo popolno integracijo aktivnosti podjetja. To nam bo omogočalo sledenje zahtevam glavnega načrta pri kasnejših projektih.

Obstaja verjetnost, da je lahko že posredno snovanje posameznih aktivnosti pri osnovnem načrtovanju zelo zahtevno delo. Povzroča lahko veliko problemov, če ni ustrezno izvedeno. Obstaja potreba po metodologiji, ki bi zagotovila natančnost osnovnega načrta, tega pa razvija tim podjetja za načrtovanje CIM-a. Hkrati mora biti metodologija tudi pravilno orientirana za nadaljnji poslovni razvoj in izvedena z minimalnimi potrebnimi viri (delovna sredstva).

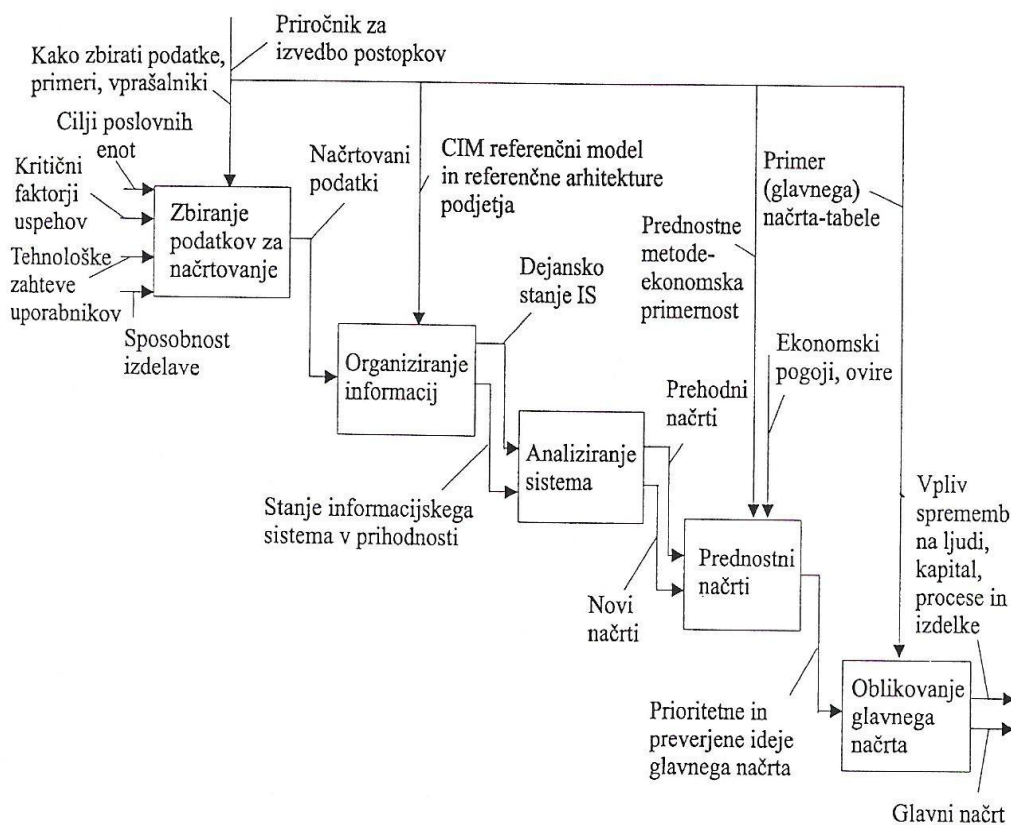
2.2.5 Uporaba priročnika za izvedbo postopkov

Priročnik, ki določa oblikovanje delovne skupine z vsemi navodili, je izdelal industrijski konzorcij Univerze Purdue in naj bi služil kot pomoč pri pripravi glavnega načrta podjetja CIM. V navodilih so med drugim zajete tudi naslednje informacije:

- niz izvedenih aktivnosti za razvoj primerne glavnega načrta za določeno tovarno,
- vsako posamezno aktivnost je treba opisati podrobno: zahtevani viri, metodologije oziroma orodja, ki jih bomo uporabljali, zahtevani vhodi informacij in izhodi oziroma izvedljivost posameznih aktivnosti,
- glavni načrt mora biti povezan s poslovnimi potrebami, zato je pravilen pristop nujen.

Na Sliki 15 je ponazorjen diagram INDEF0, ki prikazuje, kako priročnik služi kot mehanizem za pripravo glavnega načrta.

Slika 15: Prikaz priprave glavnega načrta za CIM



Vir: G. Rathwell, ISA 95. Nov. 24. 2006, str. 9.

Preden bi se projekt umeščanja oziroma priprava glavnega načrta za izvedbo začel izvajati, bi bilo treba določiti nekatere ključne elemente. Prednostno se morajo upoštevati pomembni posamezniki ali skupine posameznikov, in sicer:

- strokovnjak na področju tehnologij CIM: deluje pri njeni promociji in pospešuje uvajanje takih aktivnosti,
- podpora osebu višjega uporabniškega managementa, ki vidijo potencialno korist umestitve, bodisi samostojno ali po priporočilu mojstra. Na podlagi dobrega imena želijo spodbuditi promocijo programa CIM.

Člani so pri pripravi priročnika sponzorstvo razdelili na dva dela:

- pri podpori in ugledu dela mojstra sodeluje predstavnik višjega managementa – začetni sponzor, ki premaguje tudi prepreke in ovire,

- obstaja skupina nepristranskih članov – upravni odbor, ki deluje v poslovni enoti. Sočasno se za to enoto razvija ustrezen program CIM, in sicer z neposrednimi navodili managementa.

Načrtovalni tim CIM-a bo razvijal in izvajal glavni načrt. Ta skupina pripravlja analize in načrte po navodilih upravnega odbora. Potrebne so predhodne ekonomske analize, ki naj bi pokazale morebitni potencial podjetij za uvedbo enega ali več uspešnih integracijskih projektov. Te analize morajo biti obdelane še pred uradnim začetkom uvajanja programa CIM.

2.3 CIMOSA

V okviru projekta AMICE (angl., *European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology*, v nadaljevanju: ESPRIT) je bila za proizvodno industrijo razvita arhitektura odprtega sistema (CIMOSA). Njen glavni namen je podpora procesno orientiranemu modeliranju proizvodnih podjetij in proizvodnih sistemov na osnovi teh modelov. CIMOSA ni namenjena specialistom na področju modeliranja, ampak uporabnikom.

2.3.1 Integracija podjetja

Enterprise Integration (v nadaljevanju: EI) je strategija in hkrati tehnologija. Njen cilj je spodbujati »zavestno« podjetje, sposobno prilagajanja. Takšno podjetje naj bi ustrezalo potrebam globalnega tržišča in se prožno odzivalo na ekonomske, tehnološke in socialne spremembe.

Svoje taktične, strateške in dnevne odločitve koordinira integrirano podjetje, kar doseže s časovno orientiranim tokom informacij in z organizacijo, ki naj bi omogočala uporabo teh informacij na optimalen način. Za nemoteno delovanje mora imeti EI še nekaj drugih lastnosti, ki so: učinkovita uporaba razpoložljivih virov, vzdržljivost in spremenljivost lastne strukture. Pomembne so tudi človeške izkušnje in investiranje v informacijske in proizvodne tehnologije.

Težnja po celoviti informacijski integraciji je v svetu vse bolj prisotna. Podjetja potrebujejo ustrezno tehnologijo za doseg maksimalnih koristi oziroma jim lahko služi kot podlaga za hiter odziv na zunanje vplive in izboljšanje ekonomske učinkovitosti njihovih tovarn.

Za EI je glavno področje dela tovarna kot struktura oziroma organizem. Njena naloga je zagotoviti prilagodljivost operacij in izkoriščati prednosti podjetja, pri čemer ima informacijska tehnologija definirano vlogo, skupaj z drugimi vplivnimi dejavniki.

Za ta namen je najprimernejši modulni pristop k umeščanju, ki je približek, v katerem je operacija obrazložena kot niz procesov in medsebojno izmenjujočih informacij glede na rezultate in zahteve. Način predstavitve izmenljivih podatkov mora biti skupen za vse udeležence. Integracija podjetja omogoča unifikacijo podatkov pri pokrivanju heterogenosti procesa, skupaj z infrastrukturo.

2.3.2 Management sprememb

Za hitro sprejemanje odločitev bi morala biti podjetja dobro organizirana. Velikokrat vodenje posameznih oddelkov služi doseg lastnih interesov, namesto blaginji skupnih ciljev podjetja. Za odgovornost je še vedno značilna enodimenzionalna hierarhija, ki je v navzkrižju z odgovornostjo za doseg prednosti podjetja na eni strani in z odgovornostjo potreb za delovanje podjetja na drugi strani. Teoretični vidik je bolj pomemben za matrično organiziranost.

V večini podjetij je proces odločanja še vedno na temelju tradicionalnih informacijskih procesov, kar pomeni zbiranje podatkov na podlagi zabelešk, in sicer glede na zahteve. Težave povzročajo le nezanesljivi viri informacij.

Aktiven, prilagodljiv management je potreben za uspešno delovanje podjetja, ki naj bi vodil k hitremu odkrivanju sprememb in odzivanju na zunanje vplive v čim krajšem času. Treba je tudi dopolnjevati in definirati notranje spremembe. Prenova poslovnih procesov in njihova poenostavitev sta prvi pogoj za doseg integriranega podjetja.

Podpora pri odločanju je bistveni del management sprememb. Na prvem mestu sta prenos rezultatov procesa odločanja in omogočanje časovno orientiranega dostopa do pravih informacij. Nedvoumno poznavanje primarnih delovnih procesov (potrebni viri, informacije, avtoritete, odgovornost) vpliva na celotno podjetje in definicije alternativnih rešitev so ključnega pomena za odločanje, hkrati pa se pri sprejemanju odločitev zahteva računalniška simulacija potencialnih rešitev.

Sodobni modeli: analiza alternativnih rešitev, identifikacija ustreznih informacij in širjenje preverjenih rešitev so pomembni za CIMOSO. Ta prikazuje, kako pripraviti podporo za odločanje in prenovo poslovnih procesov.

2.3.3 Področje dela integracije podjetja

Da bi lahko obstoječa polavtomatska podjetja napredovala do CIM-a, je za industrijo potrebna izvedbena strategija. Za industrijska podjetja je pomembno, da delujejo neprekinjeno, hkrati pa morajo vključevati spremembe na področju avtomatizacije in integracije. Obstaja problem, saj je za realizacijo okolja EI težko dobiti vse zahtevane komponente od enega proizvajalca.

Za ta namen so potrebni standardi pri zagotavljanju pravih vmesnikov med komponentami različnih virov. Za podjetja je bistvena prednost, če je podjetje točno informirano oziroma če dobro pozna lastne poslovne in tehniške procese. Vlaganja nihajo v odvisnosti od tekmecev na trgu.

Podjetje uspešno posluje takrat, ko obstaja integracija notranjega znanja z zunanjim, ki je posledica zahtevanih standardov, trga. Zunanji in notranji deli sestavljajo aktivnosti podjetja. Notranje aktivnosti so: proizvodnja, razvoj, distribucija in prodaja izdelkov, upravljanje in vodenje sistema. Zunanje aktivnosti so: povezave poslovnega sistema z vladnimi službami, s finančnimi institucijami, trgov itd. Integracija in strukturiranje notranjih aktivnosti poslovnega sistema sta središče dela EI. Obstajati morajo jasne relacije zunanjih aktivnosti in njihov vpliv na notranje. Vpliv sprememb lahko popolnoma ovrednotimo le v primeru, ko je odvisnost poznana in je del poslovnega modela. Za notranje aktivnosti je potrebno bolj podrobno modeliranje kot za zunanje.

Za modeliranje zunanjih povezav sta najpomembnejši identifikacija in odvisnost od razpoložljivih informacij. Za simulacijo alternativnih rešitev pa je potreben nadzorni tok notranjih poslovnih procesov.

2.3.4 Sodelovanje s sistemi nasledstva

V skladu z novimi zgledi modeliranja morajo prenovljene (reinženiring) komponente sistema delovati v povezavi z obstoječimi deli podjetja. Takšno sodelovanje je zelo pomembno, saj je življenjski cikel delovanja ogrodja aplikacij ocenjen na približno 12 let.

Vsaka na novo uporabljena metodologija ali tehnologija za opis delovanja podjetja mora upoštevati tudi povezave z zunanjim svetom. Uporaba informacijskih objektov, ki jih dajo različni sistemi v splošno (širšo) uporabo, je najboljši način za doseganje povezav med različnimi (nezdružljivimi) sistemi. Zahtevani pogoj pri tem postopku je, da so podatki, ki so v skupni uporabi, predstavljeni na enak ali primerljiv način. Različnim uporabnikom (zasebna, skupna ali javna uporaba) je na ta način omogočen oziroma dodeljen možen dostop. Pri delu na področju umetne inteligence in pri razvoju generičnih teorij se uporablja tudi ta pristop. CIMOSA nudi rešitve za integracijo podjetja pri sistemih prenove in sistemih nasledstva.

2.3.5 Poslovne koristi

Nalogi, ki koordinirata razvoj podjetja in hkrati vplivata na splošno izboljšanje delovanja podjetja, sta prenova podjetja in poenostavljenje procesov. Za različna poslovna področja obstaja možnost uporabe skupne računalniške opreme in informacij. To vodi v zniževanje stroškov delovanja, omogoča večjo fleksibilnost in zagotavlja višjo kakovost delovanja. Lažje

sprejemanje odločitev in hiter odziv na potrebe trga (trg dobrin, servisov, denarja, tehnologije in znanja) zagotavljajo pravočasne in ustrezne informacije, ki veliko pripomorejo tudi k postavljanju in izvajanju strategije podjetja. Povečanje prednosti podjetja na podlagi CIMOSE se lahko uresniči na več načinov:

- prilagodljivost delovanja in učinkovitost podjetja se povečata s prenovo in poenostavitvijo poslovnih procesov,
- podpora managementu sprememb nudita uporaba simulacij delovanja in ovrednotenje alternativnih rešitev,
- povečana prilagodljivost, učinkovitost in znižanje stroškov delovanja se omogoča z boljšim managementom (ljudi, procesov, virov, informacij),
- izdelovalni časi se lahko skrajšajo s ponovno uporabo obstoječih informacij modelirnih gradnikov in komponent sistema predhodno izdelanih izdelkov.

2.3.6 Modeliranje podjetja

Pogoj za uspešno integracijo podjetja je modeliranje poslovnih procesov. Dobro razumevanje procesov, natančen opis in predstavitev, identifikacije neskladja in nezdržljivosti so ključni za analizo njihovih posledic. S pomočjo simulacije lahko modeliramo in ocenimo alternativne rešitve. Zahteve številnih uporabnikov in njihovo dnevno delovanje se morajo upoštevati pri modeliranju, kar pomeni, da mora to biti izvedeno na podlagi poslovnih ciljev. Opisovati mora tudi delovanje s termini, ki upoštevajo funkcionalnost in dinamično obnašanje (kontrolni tok).

Modeliranje podjetja ni enkratno dejanje, saj razvojno gradnjo in vzdrževanje modelov omogoča modularna struktura. Vsi udeleženi, izpeljani moduli morajo biti zaradi zagotavljanja skladnosti povezani s skupnim modelom. Posebne zahteve uporabnikov po optimiranju in strukturiranju določenih vidikov delovanja brez omejitev skupnega modela upoštevajo podmoduli.

Pri podpori strateškega, operativnega in taktičnega načrtovanja ter sprejemanja odločitev so potrebne ravni izločanja. Za omogočanje skladnega oblikovanja, enostavnega vzdrževanja in možnosti razširitve modelov potrebuje modelni inženiring podporo informacijske tehnologije. Proces modelnega inženiringa morajo uporabniki identificirati s ponovno uporabljenimi gradniki, ki jih sistem že pozna.

Da lahko realne modele »kot je« prilagajamo spremembam notranjega in zunanjega okolja »biti«, sta potrebna enostavno vzdrževanje in omogočanje razvoja alternativ za obstoječe situacije. Modeliranje različnih delov podjetja ločeno v enoten sistem z možnostjo kasnejše integracije omogoča CIMOSA, hkrati pa nudi tudi modularen pristop (področni procesi) za poslovno modeliranje. Identificira se s tremi modelirnimi ravnmi (podrobnosti oblikovanja,

definiranje zahtev in opis izvedbe) in s štirimi vidiki (informacijski, organizacijski, funkcijski, vidik virov).

2.3.7 Projekt AMICE

Glavni nameni projekta so razvoj arhitekture odprtega sistema (angl., *Open System Architecture for CIM* – CIMOSA) pri pospeševanju neprekinjenega razvoja podjetja, omogočanje potrebnih izboljšav ter izbor možne strategije pri tekočih in načrtovanih investicijah, kar za podjetje pomeni konkurenčno prednost.

Metodologijo za integracijsko infrastrukturo, modelni inženiring, modelno izgradnjo in vzdrževanje podjetja ter podporo pri izvedbi ponuja CIMOSA. Vse aktivnosti so v podjetju opisane na enoten način in temeljijo na procesno orientiranem pristopu modeliranja. Aktivnosti so obdelovalni postopki z vidika prodaje, administrativnih procesov in managementa.

Veljavnost konceptov so podjetja, ki so člani konzorcija, preizkušala z različnimi študijami. Izdelan je bil predlog za standardizacijo modeliranja in informacijsko infrastrukturo. V zadnjem času je bilo opravljeno delo na področju standardov, kot sta: Odprt distribucija (angl., *Open Distributed Processing*, v nadaljevanju: OPD) in Odprta povezava (angl., *Open System Interconnection* v nadaljevanju: OSI). Dosežena je bila standardizacija ogrodja za modeliranje pri *PreNorm*, ki je postala osnova za nadaljnjo standardizacijo v ISO.

2.3.8 CIMOSA in pristop

Smernice pri vodenju uporabnikov CIM-a za oblikovanje in izvedbo integriranega podjetja daje CIMOSA, ki istočasno nudi smernice tudi za prodajalce komponent CIM. Tudi metodologija za podporo življenjskega cikla sistema je izdelana na osnovi CIMOSE. Podporo pri oblikovanju strukturiranega opisa zahtev oblikovanja, poslovanja in izvedbe sistema CIM zagotavlja referenčna arhitektura.

Modeliranje podjetja na inkrementalen-koračen način (počasi in z dodajanjem potrebnih področij) je omogočeno s CIMOS-om, ki ne podpira pristopa zrušitve starega sistema in gradnje novega. Aktivnosti podjetja so v nizu medsebojno povezanih področij, hkrati pa opisuje tudi izmenjavo rezultatov in zahtev. Pri tem so vključeni različni vidiki proizvodnega podjetja (po strukturi in obsegu) za potrebe različnih uporabnikov.

2.3.9 Življenjski cikel sistema

Pri strukturiranju različnih faz v življenju izdelka se uporablja življenjski cikel, ki je znan pojem. Slika 16 prikazuje več življenjskih ciklov (eden za vsak izdelek), ki obstajajo znotraj

podjetja in tvorijo niz prekrivajočih življenjskih ciklov. Definiranje postopkov za izvedbo nalog, ki se nanašajo na določen korak življenjskega cikla izdelka, podjetja izvajajo na način, da je omogočen njihov nadzor. Za postopke je značilno, da običajno upoštevajo standarde podjetja, opise postopkov in navodila za delo. Odgovornost za različne faze življenjskega cikla pa je naloga različnih oddelkov podjetja. S podrobno obdelavo njegovih posameznih delov oziroma področij je možno na sistem podjetja razširiti načelo življenjskega cikla. Medtem ko današnji poslovni procesi delujejo, so lahko prihodnji v procesu priprave izvedbe. Današnji strateški poslovni načrti, ki jih izvajamo, bodo postavili faze razvijanja sistema za jutri. Navedeno velja tudi za cikel izdelka. Proizvodno podjetje izdelkov gre prav tako skozi življenjski cikel sistema razvoja in delovanja (Slika 17).

Življenjski cikel podjetja ima naslednje naloge: definiranje, oblikovanje, opis in posodabljanje postopkov ter komponent sistema. Izdelek in življenjski cikel sistema (podjetja) sta medsebojno globoko povezana. Za podporo življenjskega cikla je potrebna preučitev nalog, ki se nanašajo na eno ali več faz združenega življenjskega cikla sistema. To je pomembno predvsem v primeru, ko obstaja potreba po definiranju novih ali spremenjenih procesov.

Slika 16: Prekrivanje življenjskih ciklov v podjetju

Zahteve Tržišča	Potrditev oblikovanja	Izdelava	Trženje	Vzdrževanje
--------------------	--------------------------	----------	---------	-------------

Izdelek A

Zahteve Tržišča	Potrditev oblikovanja	Izdelava	Trženje	Vzdrževanje
--------------------	--------------------------	----------	---------	-------------

Izdelek B

Slika 17: Življenjski cikel sistema

Oblikovanje Zahtev	Izvedba	Potrditev	Delovanje	Vzdrževanje
-----------------------	---------	-----------	-----------	-------------

2.3.10 Integracija podjetja

Integracija podjetja ni enkratni dosežek, ampak stalen – neprekinjen proces. Stopnja integracije naj bi bila odločitev managementa in bi morala biti dovzetna za spremembe. V nekaterih delih sistema CIM je mogoče najti niz tesno povezanih sistemov, v drugih pa šibko, kar je odraz odločitev obravnavanega podjetja.

Potrebna je priprava standardnih vmesnikov za vključevanje strojne in programske opreme v sisteme. Namen tega je nudenje možnosti ponovnega oblikovanja širšemu krogu dobaviteljev. V industriji je pri reševanju številnih problemov potrebno nadgrajevati integracijo v več pogledih. Za projekt AMICE, ki pokriva vidike fizičnih sistemov, poslovno in uporabno integracijo, so značilne tri ravni integracije.

Za **integracijo poslovanja** so značilne funkcije, ki uporabljajo in nadzorujejo poslovne procese. To so funkcije, ki predpisujejo nadzorno kontrolo delujočih procesov. Pomembna je tudi istočasna koordinacija izvedbe vsakodnevnih aktivnosti na uporabniški ravni. Modeliranje poslovnih procesov, njihove povezave in uporaba usmerjenih modelov pri podpori za odločanje in delovanje so ključni za integracijo poslovanja.

Integracija aplikacij: gre za integracijo aplikacij (aplikacije v smislu podatkovnih procesov) in kontrolo. Vzpostavljeni morajo biti medsebojno sodelovanje med uporabniki, oskrba in morebitna odstranitev (zamenjava) informacij preko zunanjih in notranjih sistemov komunikacije. Oskrbo z ustrezno infrastrukturo informacijske tehnologije za dostop do vseh koristnih informacij, ne glede na to, kje se podatki nahajajo, na tej stopnji omogoča integracija.

Sistem fizične integracije predstavlja povezavo med avtomatizacijo delovanja in pripomočki za obdelavo podatkov (določitev prilagodljivih obdelovalnih celic, povezava CAD in CAM, izvedba računalniškega načrtovanja) – izmenjava je omogočena med t. i. otoki avtomatizacije. Povezava fizičnih sistemov je prva zahteva pri izvedbi integracije, ki jo je treba določiti in izpolniti za vsako posamezno podjetje v skladu z njihovimi potrebami. Posledično je temu sledila izdelava številnih konceptov informacijskih tehnologij, ki so postali splošno sprejeti standardi.

2.3.11 Pregled CIMOSE

CIMOSA je postavila tri med seboj povezane koncepte, da bi izpolnila zgornje zahteve managementa sprememb, integracije in prilagodljivost podjetja. To so:

- orodje za modeliranje (referenčne arhitekture, model podjetja, posebne arhitekture),
- življenjski cikel sistema in okolje (inženiring in delovanje),
- integracijska infrastruktura.

2.3.12 Modelirno ogrodje CIMOSA

Potrebne smernice za usposabljanje končnih uporabnikov pri modeliranju podjetja dajejo modelirna ogrodja, čemur je na razumljiv način priključen sistem CIM. Iz referenčne arhitekture je mogoče razviti specifične, posebne arhitekture in modele podjetij, na čemer

temelji CIMOS-in pristop. Obstajajo izvedbene omejitve pri strukturiranju in razčlenjevanju zahtev uporabnikov, njihovo ogrodje pa zagotavlja prilagodljivost podjetja. Ogrodje za modeliranje nudi:

- strukturo za pojasnitev razmerij med posameznimi deli, ki sestavljajo operacijski sistem podjetja,
- metode in programsko opremo, ki se uporabljajo pri opisu, delovanju in simulaciji industrijskega sistema.

Raziskati je treba več vidikov modeliranja podjetja, ki jih ni mogoče predstaviti v enodimenzionalnem ogrodju. Različni vidiki podjetja so lahko predstavljeni s 3D-ogrodjem, ki ga nudi CIMOSA:

- določanje stopnje posebnosti pojasnjuje dimenzija osnov. Njena zgradba je na temelju osnovnih gradnikov, ki ji sledi kasnejše združevanje v model, za specifično področje podjetja. Ta dimenzija razlikuje med posebnimi in referenčnimi arhitekturami;
- pri navedbi sistema, zahtev in opisa sistema izvedbe nudi dimenzija modeliranja podporo pri modeliranju življenjskega cikla;
- obnašanje sistema in njegovo funkcionalnost pojasnjuje dimenzija vidikov. Ta primerja katalog že uporabljenih gradnikov, ki vsebujejo osnovne gradnike in zbirajo nove, delne modele, ki so uporabni za posebne potrebe modeliranja.

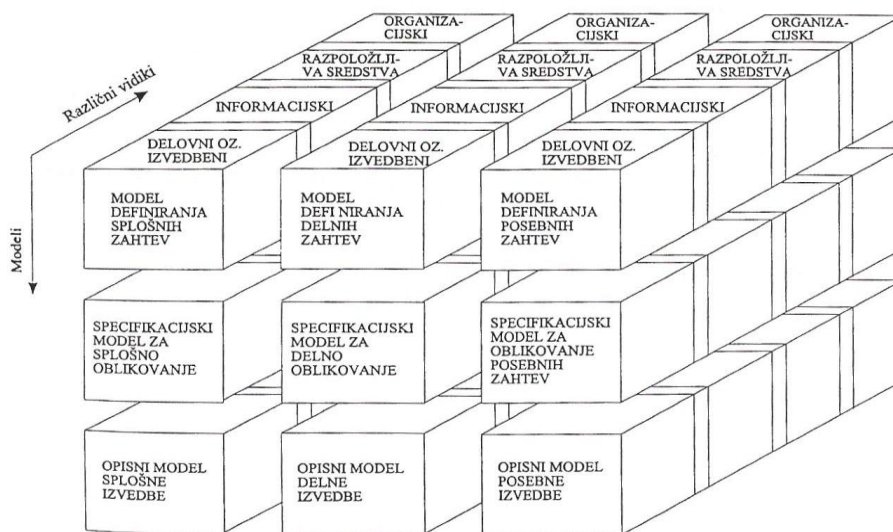
Osnovni gradniki, ki so uporabniško orientirani, so namenjeni opisu, in sicer:

- **obnašanje:** poslovni in področni procesi, dogodki, cilji, norme, omejitve,
- **delovanje:** funkcijsko delovanje (vhod/izhod za delovanje, nadzor, vire), aktivnosti podjetja, cilji, omejitve,
- **informacije:** cilj podjetja, ciljni vidik, informacijski elementi, viri,
- **virov:** sposobnost, funkcijske osnove, enota sredstev celica,
- **organizacije:** odgovornost, vodstvo, organizacijska celica, enota.

Dopolnitev gradnikov uporabnikov (podpora pri oblikovanju sistema informacijske tehnologije in opis izvedbe) omogočajo osnovni gradniki, orientirani na integracijsko tehnologijo. To zajema: načrte, sheme, oblikovanja, izvedbe in posebne funkcijske osnove.

Posebna arhitektura CIMOSA: ogrodju modelirnih ravni in pogledov sledi oblikovanje posebnih področij podjetja (Slika 18). Podjetje je v pristopu proces/aktivnosti/delovanje predstavljeno kot niz medsebojno povezanih, neprekrivajočih področij, ki na takšen način tvorijo podmnožice v njegovem delovanju, jasno ponazoritev delovanja in funkcionalnosti posameznih področnih procesov.

Slika 18: Ogrodje arhitekture CIMOSA



Vir: T. Williams, Pera and Geram enterprise reference architectures in enterprise integration, 1994, str. 20.

CIMOS-ini ali drugi procesi so lahko umeščeni v omrežju področnih procesov, kar pomeni procese z notranjo CIMOS-ino strukturo ali pa brez nje. Pri integraciji podjetja v tem pristopu je to potencialna rešitev za obstoječi sistem. Pri oblikovanju sistema aktivnosti podjetja je mogoča nadaljnja razgradnja na funkcijske operacije, ki to funkcionalnost povezujejo z viri podjetja za izvedbo.

Model podjetja CIMOSA: vsaki zgradbi pripada posamezna arhitektura. Globalno poslovno znanje je vključeno v modelih CIMOSA, in sicer kot mreže področnih procesov, ki se kažejo v aktivnostih podjetja. Predstavljena je podrobnejša funkcionalnost posameznih delov, prav tako poslovni procesi, ki predstavljajo notranje obnašanje procesa. Identifikacija za vse zahtevane vhode in obdelane izhode (informacije, organizacija kontrola in viri) je izvedena za vsak del funkcionalnosti, modeliranje pa je izvedeno na podlagi natančno določenih osnovnih gradnikov in delnih modelov. Za doseg poslovnega napredka je potrebno naloge (področni procesi, ki so znotraj podjetja), definirati v podprobleme (poslovni procesi, funkcijske operacije, aktivnosti podjetja). Pojavile (prostovoljno) se bodo zahteve znotraj posameznega področja ali pa bodo poslovne procese sprožili dogodki iz okolja.

Posamezni področni procesi lahko s področji izven podjetja izmenjujejo informacije. Pri predstavitvi nalog in aktivnosti znotraj podjetja CIMOSA uporabnikom narekuje razmišljanje v smeri »postopki, aktivnosti in delovanje«. Po definiciji so postopki najnižja raven za predstavitev naloge znotraj podjetja. Raven detajlov za opis modela ni podprt s CIMOSO, narekujejo jih želje in zahteve uporabnikov.

Na podlagi notranjega in zunanjega obnašanja področnih procesov in njegove funkcionalnosti lahko izvedemo spreminjanje modela. Spreminjanje notranjega toka nadzora in/ali funkcionalnosti se uporabi za izvedbo notranjih sprememb, za zunanje delovanje pa se uporabi spreminjanje zunanjih razmerij (povezave z drugimi področnimi procesi).

Pri uporabi modeliranja v industriji (na osnovi CIMOS-inega pristopa), modeliranje vključuje predhodne pristope funkcijskega modeliranja ali pa to dosežejo ustanove za standardizacijo, in sicer s svojim posredovanjem. Te identificirajo samo koncept aktivnosti (funkcije).

CIMOSA razlikuje dve vrsti modeliranja: »kot je« in »biti«. Na začetku oblikovanja, modeliranja se pripravi podroben opis tekočih aktivnosti. Iz opisa se izloči »kot je«, sledi prilagajanje delovanja, ki vodi do oblikovanja zahtev in modela »biti« ter analiziranja njegove prihodnje funkcije. CIMOSA pri analizi sistema dopušča prosto izbiro s kasnejšim združevanjem in med posameznimi modelnimi ravni. Razlog je v tem, da nima predpisane metodologije.

2.3.13 Življenjski cikel CIMOSE

Življenjski cikel sistema podjetja in pripadajoča okolja, v katerih je mogoče izvesti ustrezne procese življenjskih ciklov, so definirani s pomočjo modelnega koncepta CIMOSA. Ta okolja vsebujejo:

- dinamičen opis – model nalog življenjskega cikla v nizu procesov,
- niz sredstev za zagotovitev zahtevane funkcionalnosti z izvedbeno možnostjo teh nalog,
- niz skupnih sredstev – pri izvajanju procesov ta nudi širšo podporo sistemu.

Na osnovi tega koncepta je inženiring sistema podjetja razdeljen na posamezne vsakodnevne operacije. Dovoljeni postopki za eno nalogo znotraj življenjskega cikla izdelka naj bi stekli brez vmešavanja o izvedbi operacijskih nalog. Za ta namen nudi CIMOSA dve medsebojno neodvisni, vendar povezani okolji:

- delovno okolje podjetja: razvijanje izdelkov, izdelovanje, ponujanje in prodajanje na trgu, sprejemanje naročil, plačevanje računov in izdajanje računov strankam, ki so v skladu s postopki, definiranimi za življenjski cikel izdelka podjetja,
- okolje inženiringa podjetja: oblikovanje posebnih področij podjetja (vključno s simulacijo in ovrednotenjem alternativnih rešitev), njihova gradnja, ovrednotenje in priprava za obdelavo, ki so v skladu s procesi, definiranimi za življenjski cikel sistema podjetja.

Procesi življenjskega cikla se definirajo za oba primera z modelom CIMOSE. Uporabniško oblikovan model je v primeru okolja, v katerem deluje podjetje, enak posameznemu podjetju. Običajno prodajalci informacijske tehnologije oblikujejo model okolja inženiringa podjetja, ki

je prilagojen potrebam uporabnikov. Da je končni model CIMOSE usklajen, je potrebno zagotoviti usklajenost modelov CIMOSA usklajenih pravil in modelov CIMOSA oblikovanje procesov.

Osnovne faze življenjskega cikla sistema s termini definira CIMOSA in ti so neodvisni od uporabljene metodologije modeliranja. CIMOSA pušča odprta področja za prodajalce orodja in pri definiranju njihovih lastnih metodologij v CIMOS-inem modelu, ker ne zaseda življenjskega cikla sistema z nizom pomembnih procesov. Za oblikovanje CIMOS-inih prilagodljivih modelov podjetja so namenjeni alternativni modeli oziroma zrcaljenje različnih metodologij modeliranja (na primer: hitro oblikovanje prototipov, sočasni inženiring). CIMOSA vključuje naslednje naloge pri oblikovanju in izvedbi procesov:

- opredelitev poslovanja,
- CIMOS-in katalog gradnikov nudi izbiro ustreznih gradnikov,
- izbrani gradniki se prilagajajo željam uporabnikov, z dodajanjem specifičnih parametrov,
- potrebna namestitve in opis potrebnih dodatnih ravni,
- prenos modela podjetja v operacijski sistem, ki vsebuje zahteve,
- dodajanje logističnih spremenljivk in tehničnih parametrov v času izvedbe.

Formalni proces inženiringa modela podjetja v zgornje faze (v okolju delovanja) predlaga CIMOSA. Potrebne spremembe morajo biti izvedene na tehnični način, prav tako ovrednotene in dokumentirane, ne pa samo na način delovanja. To ustvarja pogoje za dosledno delovanje modela, ker bodo samo tako potrebne discipline vključene v delovanje podjetja. Ta razbremenilni proces deluje kot povezava med sistemom in življenjskim ciklom izdelka.

Poudarek CIMOS-inega inženiringa podjetja ni na oblikovanju modela, temveč na vzdrževanju (posodabljanje, širjenje, spremembe). Vzdrževanje je neprekinjen proces nalog za prenovo vsebine modela, oblikovanje modela pa se razume kot enkratno dejanje. Kontrola in nadzor delovanja, ki temeljita na modelu, bosta postala realnost samo v primeru, če bo model neprekinjeno odseval realno delovanje podjetja.

2.3.14 Integracijska infrastruktura CIMOSA

CIMOSA z vsemi gradniki omogoča raznovrstnost integracijske infrastrukture v integriran informacijski sistem (v nadaljevanju IIS). IIS odpravlja presežne funkcije v sistemu podjetja, ker ponuja niz servisov v širšem sistemu. Servisi ne potrebujejo več okolja za posebno obdelavo podatkov, ker se osnovni servisi vključujejo v sisteme z okolji CIMOSA, kar uporabniškemu sistemom pomaga pri večji prenosljivosti, prilagodljivosti ter pri znatnem znižanju stroškov vzdrževanja. Integracija je podprta z IIS oziroma je določen homogeni dostop do komponent sistema.

Servisi CIMOSA integracijske infrastrukture so usmerjeni na probleme integracije uporabe. Izvedbo modela in inženiringa preko petih osnovnih servisov podpira IIS. Da bi se dosegla integracija med različnimi komponentami programske in strojne opreme, nudi ta tudi poenoteno okolje programske opreme.

Integracijska infrastruktura CIMOSA je prilagojena izvedbi modelov CIMOSA. Sprožitev področnih procesov se nanaša na poslovna bistva (entitete), ki bodo sprožila tok zahtev in tako začela oblikovanje nastopa procesa in njegovo kasnejše sodelovanje z drugimi servisi, glede na naravo dohodka. Servisi poslovnih entitet bodo sestavili vire in izvedbo funkcijskih operacij. Integracija informacijskega sistema preko informacijskih vmesnikov (entitete) priskrbi in po potrebi odstrani informacije. Komunikacije v celotnem sistemu in potrebe managementa sistema bosta omogočali preostali dve entiteti (skupna entiteta in entiteta sistema managementa). Projekt AMICE definira funkcionalnost servisov IIS, za izvedbo pa so zadolženi proizvajalci informacijskih tehnologij. IIS lahko izvedemo v skladu s standardom ali zakonsko rešitvijo, ki zagotavlja pričakovano funkcionalnost. Dostop do različnih servisov je opisan z vmesniki (angl., *interface*) ali protokoli. Glede na stopnjo integracije ima lahko programska oprema IIS majhne ali pa zelo obsežne razširitve.

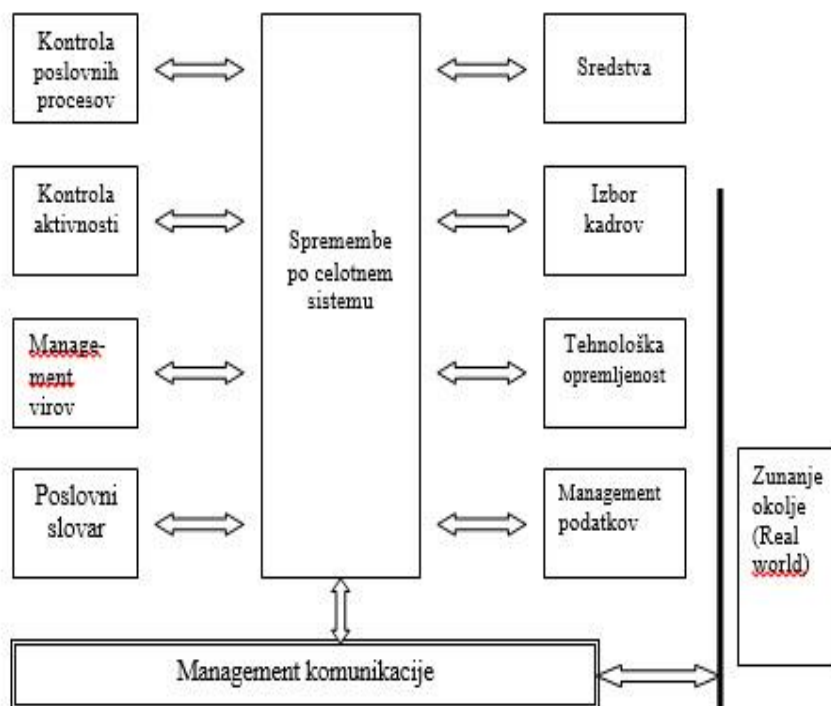
IIS nudi Širok servise (angl., *System Wide*), ki bodo odstranili presežke funkcij kateregakoli sistema CIM. S pomočjo teh servisov je mogoče na enoten način oblikovati osnovo integracije informacijskega sistema. Naloga IIS je, da nudi računalniško integrirane dele CIM-a, kar pomeni, da dosežemo integracijo preko informacijske tehnologije (računalniki). Za niz specifičnih servisov nudi IIS nadzor in integracijo definicij v izvedbenem modelu arhitekture CIM in za vire, ki izvajajo te funkcije (ljudje, stroji, aplikacije itd.). Servisi morajo:

- izolirati programe aplikacij obdelave in koriščenja podatkov,
- nuditi delovanje sistema brez zahteve po arhitekturnih modelih, ki uporabljajo servise, pri čemer tudi ni pomembna informacija o njihovi lokaciji ali distribuciji,
- opredeliti protokole z upoštevanjem sekundarnih dejavnikov in aplikacijskih programov, ki bi delovali enotno z IIS.

Servisi odprtih sistemov delujejo preko stičišč sistema kot samostojen servis sistema. Uporabnikom ni potrebno vedeti, kako in kje so servisi predpisani oziroma določeni. Funkcijsko naravnani servisi vključujejo servise, ki se nanašajo na funkcije podjetja. Ti upravljajo nadzor in izvajajo aktivnosti podjetja, omogočajo tudi integracijo funkcij. Informacijski servisi opredeljujejo servise, ki vzdržujejo tokove informacijskih aktivnosti podjetja. Njih naloga je določanje, dostop, shranjevanje in vzdrževanje trajnosti informacij. Servisi zagotavljajo integracijo informacij. Komunikacijski servisi vključujejo servise, potrebne za vzpostavitev komunikacij zunaj in znotraj sistema, omogočajo pa tudi umeščanje komunikacij.

Slika 19 prikazuje uporabo CIMOSE. Referenčna arhitektura določa osnovne gradnike in delne modele, ki jih uporabljamo za oblikovanje in vzdrževanje modela posameznega podjetja ter za izvedbo integriranega informacijskega sistema. Model ponazarja procese življenjskega cikla izdelka posameznih podjetij in njihove povezave. Procese vsebuje aktivnosti podjetja in funkcijsko delovanje. Vire izberemo iz katalogov ponudnikov ali pa iz obstoječe baze podjetja.

Slika 19: Servisi integracijske infrastrukture



Vir: N. Hercog, *Proizvodni sistemi*, 2005, str. 17.

Oblikovanje modela, izvedba in vzdrževanje so del inženirskega okolja in sledijo konceptu sistema življenjskega cikla. Postopke izvajamo z uporabo ustreznih virov, ki so določeni v različnih procesih kot vhodni podatki za izvajanje aktivnosti podjetja. Izvedba modela se začne z dogodki, ki so posledica dejanskih dogajanj na tržišču, kot sta na primer sprejem naročila in določitev roka dobave. Vsak dogodek sproži izvajanje vsaj enega področnega procesa.

Modelno orientiran operacijski nadzor in spremljanje zahtevata trajen in datumsko omejen model delovanja. Modeliranje morajo izvesti ljudje, ki so odgovorni za delovanje in pooblašeni za spremembe. Posamezni del modela priredijo glede na omejitve in sprejete potrebe ter možnosti. Za izvedbo operacij je potrebno znanje o razmerjih, povezavah, o vplivu sprememb na posamezne dele v fazi inženirskega procesa in o prioritetah za izvedbo operacij. Pri tem so pomemben del za oblikovanje in vzdrževanje modela analize in vrednotenje

sprememb, pri čemer morajo biti vključeni vsi ljudje iz inženiringa podjetja. Za jasno razumevanje in delovanje inženiringa podjetja je zelo pomembna dodelitev pooblastil in odgovornosti.

Obdelovalna industrija je izpostavljena hitrim spremembam poslovnega okolja. Dogajanja na trgu zahtevajo neprekinjene operativne in organizacijske spremembe v vsakem podjetju. CIMOSA opiše podjetja z dveh različnih vidikov:

- poslovnega okolja, kot ga vidijo uporabniki,
- fizičnega okolja (proizvodnja in informacijska tehnologija, ki se izvaja v podjetju).

Poglavitna naloga sistema CIM in integracij je uporaba informacijske tehnologije za integracijo operacije podjetja. CIMOSA to omogoča s povezavo aktivnosti podjetja in funkcijskih postopkov v dinamično omrežje z integracijo aktivnosti in virov, s pomočjo katerih se te izvajajo.

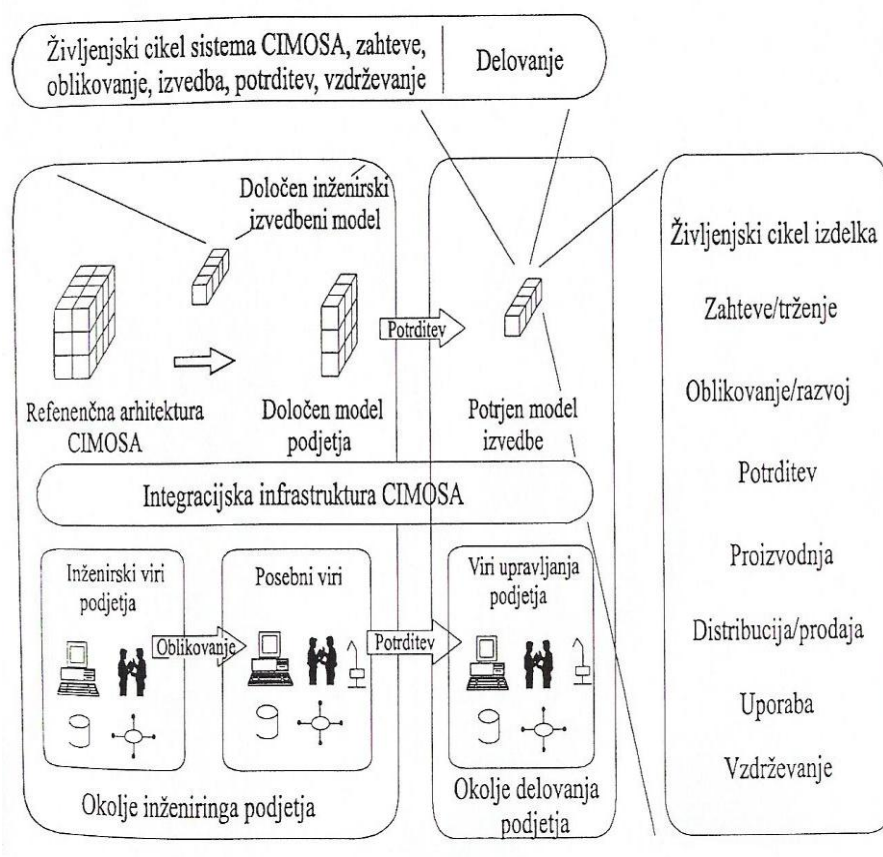
CIMOSA omogoča referenčno arhitekturo z okvirjem za modeliranje za natančen opis obravnavanega podjetja. Gradniki CIMOSE (Slika 20) usmerjajo uporabnike CIM-a pri tvorjenju in vzdrževanju procesov, da dobimo celovit oris sistema. Gradniki pomagajo dobaviteljem CIM-a, da razvijajo, izvedejo in ponudijo izdelke, ki se bodo prilagajali uporabnikom in bodo skladni z izvedenim sistemom.

Gradnike lahko prikažemo kot izrazoslovje za opisni jezik proizvodnega podjetja. Ta način predstavlja popolnoma novo metodo pri razvoju obdelovalnega sistema. Metoda končnim uporabnikom omogoča definiranje, izdelavo prototipa, oblikovanje, izpopolnjevanje in izvedbo poslov v skladu z zahtevami. 3D arhitektura opredeli potrebno podporno okolje za razvoj in izvedbo.

CIMOSA temelji na življenjskem ciklu sistema, ki uporabnika vodi preko inženiringa in izvedbe modela. Začne se z zbiranjem poslovnih zahtev v modelu »določitev zahtev«. Življenjski cikel sistema vodi uporabnika pri prenosu v model oblikovanja sistema in nazadnje do modela izvedbe sistema. Te faze so navedene v modelu rešitev za operacije in z modelom izvedbe za nadzor in spremljanje delovanja. Da dobimo opis sistema, je treba preučiti vse omejitve posameznega podjetja v modelu oblikovanja posebnosti. Zelo pomemben del življenjskega cikla sistema je tudi vzdrževanje. Inženiring in izvedbo modela podpira integracijska infrastruktura CIMOSA.

Integracijska infrastruktura določi osnovne servise, ki razvijajo model podjetja in omogočajo dostop do informacij, priključitev na vire in obdelavo izjem glede na odgovornosti in avtoritete. Infrastruktura pokriva tudi raznolikost osnovnih obdelovalnih in informacijskih tehnologij.

Slika 20: Pregled koncepta CIMOSA



Vir: N. Hercog, *Proizvodni sistemi*, 2005, str. 27.

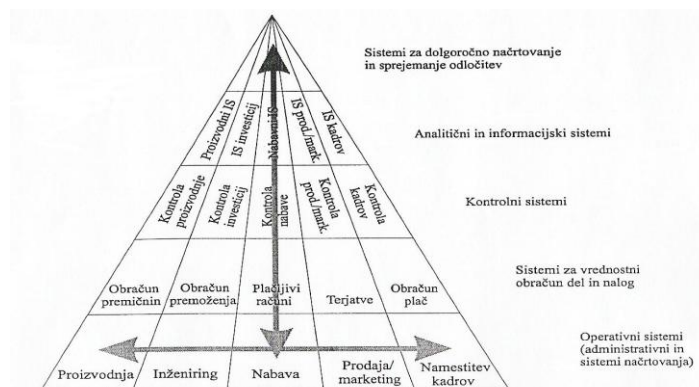
2.4 Arhitektura integriranih informacijskih sistemov – ARIS

Koncept ARIS sledi razvitim integracijskim konceptom, v katerih podpira obstoječe procese. Razvoj modela poslovnih procesov je prva poteza. Modeli poslovnih procesov omogočajo analizo učinkovitosti poslovanja, usklajevanje projektov s strateškimi poslovnimi cilji, vpeljavo procesno usmerjenih organizacijskih struktur in učinkovito integracijo informacijske tehnologije. Poslovanje podjetja opredelimo z več tipi modelov na različnih stopnjah in pogledih opredelitve.

2.4.1 Integrirani informacijski sistemi

Računalniško podprti poslovni IS povezuje koncept poslovnih aplikacij z informacijsko tehnologijo. Navpična struktura kaže različne operative poglede IS in stopnjo združevanja (Slika 21). Podatki iz funkcijsko orientiranih informacijskih sistemov se postopoma združujejo in na vrhu dosežemo kakovosten sistem, ki vsebuje vse potrebne podatke za upravljanje IS.

Slika 21: Integrirani informacijski sistemi



Vir: N. Hercog, *Proizvodni sistemi*, 2005, str. 31.

Strukturiranje je funkcijsko orientirano. Pri tem pristopu so organizacijske enote oblikovane za funkcijske enote, ki so odgovorne za celoten spekter izdelkov in servisov. Ker je bilo strukturirano načelo v prvih dveh procesiranjih elektronskih podatkov prevladujoča organizacijska oblika, strukture za obdelavo podatkov odsevajo horizontalne oddelčno razdeljene sheme. Na ta način lahko informacijski sistemi za podporo proizvodnji, nabavi, prodaji in marketingu, računovodstvu postanejo enostavno verificirani v standardnih katalogih programske opreme prodajalcev, ki so specializirani za posamezne funkcije. Funkcijsko orientirani IS ima svojo podatkovno bazo, ki se kaže kot problem – funkcijsko orientiranih otokov podatkov.

Ker so poslovne funkcije povezane z odločitvenimi in procesnimi razmerji, zato objekti prehajajo skozi različne funkcije. Vsaka funkcija upravlja lastne podatke, zato objektno razmerje procesov privede do presežkov podatkov.

Vzrok se kaže kot povečano fizično shranjevanje. Temeljna težava je doslednost logičnih podatkov, ker definicije podatkov niso nujno skladne, če vsaka posamezna funkcija definira podatke v skladu z lastnimi zahtevami. Prenos podatkov med funkcijami je problematičen, ker vsaka funkcija podatke predstavlja drugače. Iz tega sledi, da je potrebna integrirana baza, ki bo zagotavljala skladnost in preprečevala podvajanje pri shranjevanju in obdelavi.

Na ta način lahko preko funkcij pokrijemo procesno orientiran vidik. Integrirani informacijski sistemi tako vsebujejo dve smeri integriranja, ki jih prikazuje informacijska piramida. Vodoravna puščica prikazuje skladne informacijske tokove, ki sledijo toku materialov ali proizvodnim procesom. Pokončna puščica kaže povezavo med količino in vrednostjo. Primerno je omeniti, da integrirani informacijski sistemi sledijo objektno orientiranemu vzorcu oblikovanja. Poslovni procesi združujejo operativne funkcije in sisteme z vrednostno orientiranimi računovodskimi sistemi, kar nudi podporo sist. za načrtovanje in odločanje.

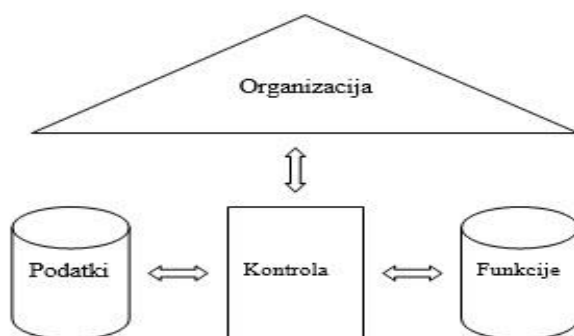
2.4.2 Pristop ARIS

Vidiki oziroma pogledi: pogledi vsebujejo značilne tipe modelov za opredelitev objektov, ki so v danem kontekstu pomembni za procesno orientirano obravnavanje poslovanja organizacije. Metodologija podpira hierarhično razgradnjo gradnikov posameznih pogledov na manjše, preglednejše in lažje obvladljive enote.

ARIS omogoča štiri poglede na poslovne procese (Slika 22), in sicer:

- organizacijski,
- funkcijski,
- podatkovni,
- nadzorni.

Slika 22: Pogledi arhitekture ARIS



Vir: ARIS, Enterprise Methodologies, 2009, str. 1.

Organizacijski pogled, analiza strukturne organiziranosti organizacij do nedavnega ni bila deležna večje pozornosti. Izkušnje zadnjih let kažejo, da ima ta segment poslovanja izredno pomemben vpliv na učinkovitost in uspešnost poslovnih procesov. Metodologija podpira procesno usmerjen pristop k obvladovanju organiziranosti poslovanja podjetij.

Podatkovni pogled vsebuje opis informacijskih objektov, ki so v obdelavi v funkcijah poslovnih procesov. Urejeni podatki so osnova za analizo in razumevanje internih informacijskih potreb in izhodišče za povezovanje z okoljem. Modeli omogočajo predstavitev pomena in vsebine podatkov na način, kot jih vidi in razume uporabnik.

Funkcijski pogled, funkcije so osnovni gradniki poslovnih procesov, zato modeliranje in analiza v tem pogledu omogočata preverjanje pravil poslovanja organizacije. V funkcijskem pogledu so opisane funkcije in povezave med njimi.

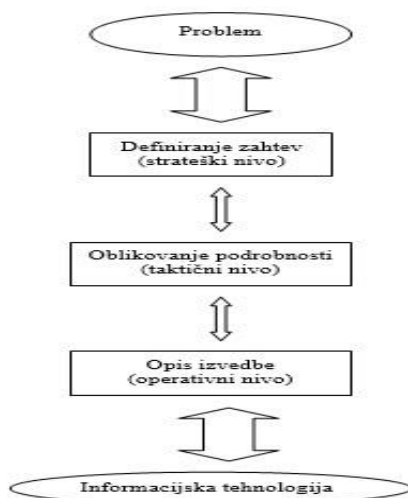
Kontrolni pogled omogoča povezave med organizacijskim, podatkovnim in funkcijskim pogledom. Ker povezave med strukturnimi objekti modelov slonijo na izvajanju aktivnosti, služi kontrolni pogled za prikaz dogajanj poslovnih sistemov. Kontrolni pogled vsebuje odgovore pomembne za razumevanje, analizo in optimizacijo poslovnih procesov:

- katere podatke vsebujejo funkcije,
- katere funkcije delajo z istimi podatki,
- kje so shranjeni rezultati izvedenih funkcij,
- kdo mora priskrbeti podatke,
- kje je najprimernejše mesto za shranjevanje podatkov,
- kdo je odgovoren za pravilno izvajanje funkcij,
- kateri dogodki aktivirajo funkcije,
- kako so videti poslovni procesi,
- kako lahko izboljšamo njihovo učinkovitost,
- ali so primerni za doseganje strateških ciljev,
- kje so ozka grla in možnosti za izboljšave,
- katere organizacijske strukture so kritične,
- zakaj (s kakšnim namenom) izvajamo posamezne funkcije.

Spreminjanje informacijske tehnologije, spreminjanje poslovnih procesov in vse obsežnejši procesi zahtevajo večjo formalizacijo postopkov za upravljanje s poslovnimi procesi na več ravneh, ki se med seboj ločijo predvsem po stopnji (ne)odvisnosti od informacijske tehnologije. Metodologija vsebuje tri ravni: strateška, taktična in operativna raven (Slika 23).

Strateška raven opredeli najpomembnejše podatke o centralnih poslovnih procesih, ki so temelj za doseganje strateških ciljev prenove.

Slika 23: Opisne ravni informacijskega sistema



Pri prenovi poslovnih procesov mora biti jasno opredeljena projektna naloga. Člani projektne skupine morajo brezpogojno komunicirati in sodelovati na globalni ravni, ker procesi presegajo meje organizacije.

Za raven strateškega načrtovanja in logičnih zasnov so v začetni fazi primerne manj zahtevne metode opisa, ki so izhodišče za pripravo podatkov, primernih za nadaljnjo obdelavo. Na strateški ravni modeli predstavljajo organizacijsko in informacijsko infrastrukturo organizacije ter so iztočnica za opredelitev in analiziranje strateških razvojnih ciljev, identifikacijo funkcij in ključnih dejavnikov uspeha. Ti ustvarjajo pogoje za doseganje postavljenih ciljev, ki so lahko:

- pretočni časi,
- stroški (proizvodni in administrativni),
- produktivnost (na zaposlenega),
- izkoristek materiala (surovin),
- delež izmeta,
- delež reprocesiranja (ponovne obdelave),
- delež recikliranega materiala (surovin),
- stanje zalog,
- izkoristek kapacitet.

Kontrolni pogled metodologije ARIS vsebuje značilnosti dokumentacije ISO standardov, saj določajo:

- strukturo procesov, ki zagotavljajo doseganje postavljenih ciljev,
- navodila za izvajanje funkcij,
- pooblastila in odgovornosti izvajalcev funkcij,
- vire,
- strukturo, vsebino in mesto hranjenja dokumentov,
- strukturo, vsebino in mesto hranjenja zapisov.

Taktična raven omogoča prehod iz konceptualnega okolja strateške ravni v kategorije, značilne za globalni opis vmesnikov informacijskih tehnologij. Na tej ravni opredelimo programske jezike, sisteme podatkovnih baz ter topologije računalniških mrež. Z njim uvajamo robne pogoje informacijske in komunikacijske tehnologije. Strateška in taktična raven je medsebojno neodvisna, kar pomeni, da lahko informacijsko tehnologijo neodvisno zamenjamo, ne da bi spreminjali procese na strateški ravni.

Operativna raven taktična pravila poslovanja prenese v strojne in programske rešitve. Na tej ravni upoštevamo vse značilnosti, zahteve in omejitve izbrane programske in strojne opreme.

Operativna raven opredeli povezavo modelov z informacijskimi tehnologijami in je zaradi neprekinjenega razvoja IT predmet sprememb.

2.5 Petrijeve mreže

Petrijeve mreže so družine formalizmov, ki podajo okvir za obravnavo proizvodnih sistemov (Silva, 1998, 182–199). Temelj je v svoji doktorski disertaciji postavil C. Adam Petri leta 1962. Petrijeve mreže lahko v informatiki uporabljamo za projektiranje strojne opreme in programske opreme. Petrijevo modeliranje vodi v diagram prehajanja, ki je podobno diagramu pretoka. Za modeliranje sistemov so uporabni Petrijevi grafi (Slika 24), ki jih sestavimo v prikazane Petrijeve mreže. Petrijev graf ali diagram prehajanja mest prikazuje povezave med osnovnimi elementi:

- mesto p je spojišče grafa ene vrste, označuje se z množico mest v opazovanem sistemu $P = \{p_1, p_2 \dots p_n\}$,
- prehajanje t med mesti je spojišče grafa, označuje se z množico prehajanj $T = \{t_1, t_2 \dots t_n\}$,
- usmerjena povezava med spojišči v grafu,
- vhodne funkcije I (angl., *input*) in izhodne funkcije O (angl., *output*)

Slika 24: Elementi Petrijevega grafa prehajanja in povezave

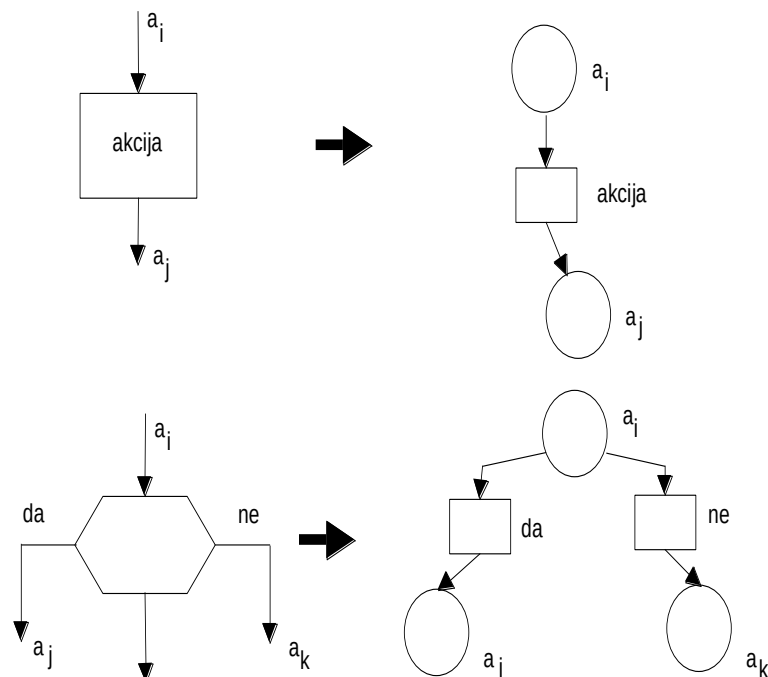


Viri: A. Petri, Petrijeve mreže, 1962.

Modeliranje, v sistemu se odvijajo akcije pod določenimi pogoji. Imenujemo jih dogodki in pogoji, v sklopu nadzora dogodka pa kar pogoje. Dogodek se izvede oziroma ne izvede, če je logičen pogoj vrednosti 1 oziroma 0. Pred izvajanjem imamo lahko še predpogoje, po izvajanju pa pogoje.

Programska oprema sloni na diagramu poteka, ki ima dva osnovna elementa: izvajalni operator in skočni operator. K tema dvema operatorjema pristopimo s Petrijevim modeliranjem na podlagi Slike 25. Izvajalni operator sestoji iz vhodnega, izhodnega mesta in prehajanja kot akcije. Pogojni operator ima tri mesta in dve prehajanji, eno za eno smer in drugo za drugo nadaljnjo smer diagrama pretoka. S Slike 25 je razvidno, da so dejanske razlike med diagramom prehoda in diagramom prehajanj samo v načinu označevanja.

Slika 25: Diagrama pretoka in diagram prehajanj pri Petrijevem modeliranju



Viri: A. Petri, *Petrijeve mreže*, 1962.

V tem delu so prikazane samo osnove Petrijevih mrež, obstajajo pa še številni dodatki k osnovnim diagramom, kot so: logični operatorji, zadrževanje, časovne Petrijeve mreže, ki omogočajo natančnejši popis poljubnih sistemov.

3 OBLIKOVANJE KRMILNEGA SISTEMA ZA PROIZVODNJO

Razvoj in implementacija IS se nanašata na številne dejavnosti, ki omogočajo učinkovito in uspešno obdelavo podatkov in informacij (Turban et al., 2004, str. 634). V splošnem poznamo štiri faze pri razvoju informacijskega sistema (Alter, 1992, str. 631):

- zasnovo, v prvi fazi opredelimo potrebo po informacijskem sistemu, določimo osebe, ki ga bodo uporabljale;
- razvoj, v tej fazi se izdelajo algoritmi, po katerih programerji izdelajo program in izberejo programsko opremo;
- implementacijo, ki je prenos informacijskega sistema v organizacijo;
- uporabo in vzdrževanje, ki sta zaključna faza.

V teoriji in praksi poznamo ogromno relacijskih modelov. Pri izdelavi IS GoSoft MRP II so se informatiki podjetja Goinfo odločili za model ARIS (angl., *Architecture of Integrated*

Information Systems) ali Zgradba integralnih informacijskih sistemov in model Petrijevih mrež. Modela sta osnova za:

- uspešno analizo učinkovitosti poslovanja,
- usklajevanje projektov,
- smiselno integracijo učinkovitih organizacijskih struktur.

Model ARIS smo uporabili za izvedbo in prikaz IS. Zaradi zahtevnosti popisa IS se model razdeli na več pogledov, kar omogoča uporabo posebnih metod za posamezne poglede, ne da bi pri tem povezovali posamezne vrste pogledov.

Ločimo štiri poglede: pogled na podatke, na funkcije, organizacijski pogled in kontrolni pogled. V nadaljevanju so opisani vsi glavni pogledi in načini prikazov s poudarkom na tistih metodah, ki so primernejši. Slednje obravnavamo v treh nivojih:

- **določitev potreb**, opiše potrebe v poslovanju podjetja in služi kot temelj pri izdelavi IS,
- **slikovni prikaz** (načrtovalna raven), je prikaz določenih potreb na način, da jih pretvorimo v podatke za IS,
- **implementacija** (uporabniška raven), opisuje pretvorbo grafičnega prikaza v konkretne rešitve programske in strojne opreme.

3.1 Pregled trga ponudbe, povpraševanja in razvoja informacijskih sistemov

Današnji vodilni dobavitelji celovite programske rešitve (angl., *Enterprise Resource Planning*, v nadaljevanju ERP) so gradili na primarnem področju znanja in se razvijali postopoma. Dober zgled pri proizvodnji različnih proizvodov je QAD, IFS pa v preventivnem vzdrževanju. Sledi njihovih produktov so se razširile z rastjo podjetja ter se v veliki meri tudi medsebojno prekrile. Večina dobaviteljev, kot so MAPICS, MICROSOFT, EXACT, IFS, BEST SOFTWARE in INTENTIA navkljub širokim portfeljem produktov redko dobijo RFPs od podjetij, ki vrtijo milijarde. Izjemoma je lahko dana priložnost manjšemu oddelku velike firme na določeni lokaciji. Večina dobaviteljev je osredotočenih na srednje velika podjetja, zanimajo jih predvsem glavni uporabniki. Ostali preprosto ne tekmujejo. Kaj je glavni razlog?

- dimenzioniranje produkta: Dobavitelji iz te kategorije podpirajo bolj poenostavljeno organizacijsko hierarhijo in ponujajo minimalne varnostne možnosti. Da bi imeli resnično varnost na določenem področju, morajo kupci Microsoftovih programov najprej plačati tisoče dolarjev za posebna orodja, medtem ko je ta možnost standardna pri dobaviteljih, kot so PEOPLESOFT, J. D. EDWARDS in ORACLE.
- dimenzioniranje storitev: Večina dobaviteljev nudijo srednje velikim podjetjem storitve tretje stranke, kot so: gostovanje, prilagajanje industriji in svetovalna podpora. Ko je

NESTLE izpeljal standardizacijo na eni sami ERP platformi, se ni želel ukvarjati z omrežjem majhnih VAR po celem svetu, zato je posel dobil SAP. Na lokalni ravni manjši dobavitelji delujejo dobro, vendar brez velike neposredne prodaje, področnih timov za podporo in svetovanja ne morejo dosegati večjih uspehov.

Predpostavimo, da je *back office* udoben in koristen program in je razlika s *front officem* samo začasna. V tem primeru se zastavlja vprašanje: Kateri so drugi dejavniki, na podlagi katerih se lahko uporabniki ERP odločajo in izbirajo? Čas uvedbe ERP-ja se giblje med sedem in deset let, zato Forrester meni, da bi morali uporabniki oceniti izkušnje, ki jih bodo imeli s svojim dobaviteljem aplikacij. To se nanaša na začetek pogajanj v zvezi s pripravo pogodbe, in sicer vse do podpore po uvedbi aplikacij. Ključnega pomena bi bilo naslednje:

- podpora aplikacij in upravljanje,
- celoten strošek lastništva,
- prijaznost pogodbe,
- investicije v razvoj in raziskave (v nadaljevanju: R&R).

Da bi se uporabniki ERP lažje odločili za investicijo, je Forrester ocenil dobavitelje ERP. Podal je osnovne kriterije na način, da je izvedel podrobno raziskavo dobaviteljev, pregledal njihovo uporabnost in aplikacije. Na podlagi rezultatov so kategorizirani v tri glavne dimenzije s skupnim imenom Forrester Wave:

- trenutna ponudba,
- strategija,
- velikost trga.

Velika podjetja v primerjavi s srednje velikimi hočejo višjo raven storitev. To je: hitra rešitev za kritične napake, namensko upravljanje kontnih postavk za individualno pozornost in večjezična podpora. Dobavitelji IS morajo zagotavljati vedno več denarja za R&R, da lahko generirajo prihodnje konkurenčne prednosti. Forrester meni, da šest velikih dobaviteljev ERP izpolnjuje te zahtevne kriterije.

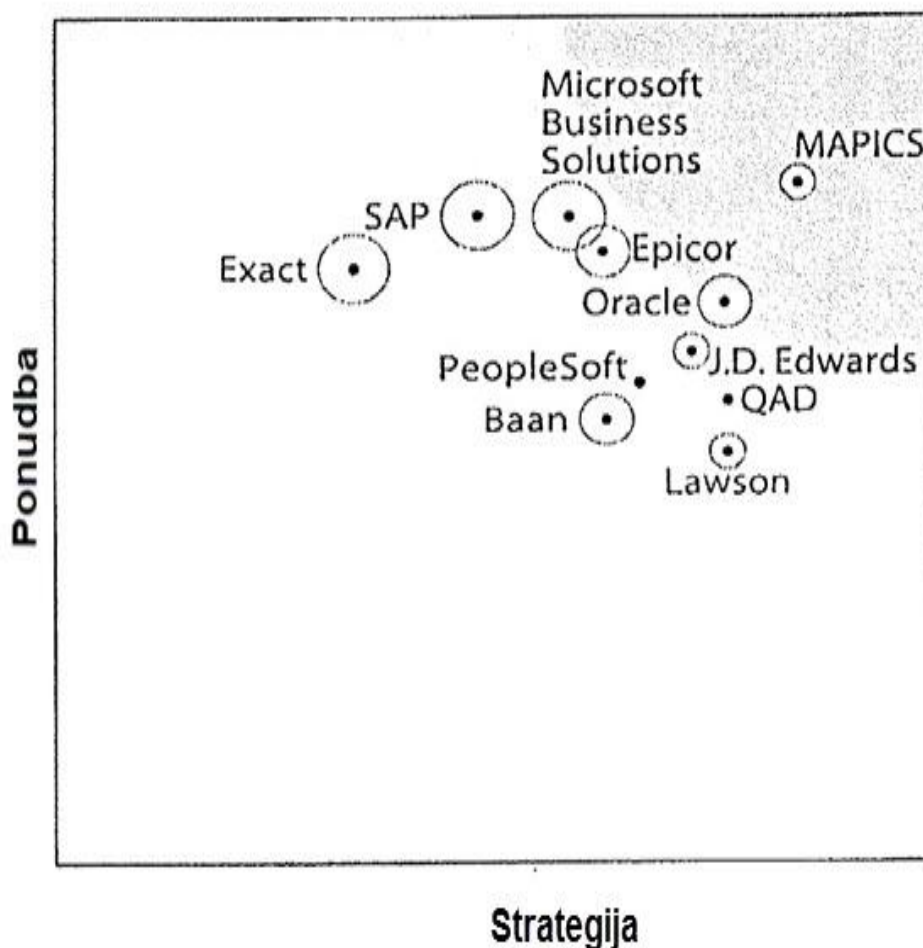
Na vodstveni ravni ne deluje noben velik dobavitelj. Menijo, da jim njihovi veliki kupci kar pripadajo. Ukrepi, ki bi lahko izboljšali odnos bogatih dobaviteljev, so: zagotovitev več orodij za posodabljanje, brezplačno svetovanje, izključitev pasti iz standardnih pogodb in povečanje sredstev za financiranje uporabniških skupin.

Veliki dobavitelji IS (Slika 26) so: J. D. EDWARDS, ORACLE, PEOPLESOFT skupaj z BAAN, LAWSON in SAP. Uporabnost in varnost dobaviteljevih aplikacij ter orodij se omogoča z vzdrževanjem hierarhij. Zaradi tega ima PEOPLESCORE večje možnosti za uspeh. PEOPLESOFT ohranja pozicijo z uporabniškimi skupinami in hkrati namenja

ogromno sredstev za R&R (18 % prihodkov). To predstavlja dobro izhodišče v sedanosti kot tudi za prihodnost. J. D. EDWARDS izvaja brezplačne spletne tečaje in nudi cenovno ugodno podporo. LAWSON ima najkrajši odzivni čas po telefonu.

Zaradi večje konkurence so srednje velika podjetja (Slika 27) primorana nuditi boljše storitve. Da bi zmanjšala stroške, se pogosto odrečejo raznim dodatkom. Največkrat gre za večjezično podporo in hitro odzivnost za popravilo napak. Pomanjkljivost majhnih podjetij je, da nimajo notranjih IT-virov za reševanje internih težav. Zato MAPICS nudi celo vrsto vzdrževalnih podpor, da bi si pridobil konkurenčno prednost. Strankam se znižajo stroški vzdrževanja, podaljšajo obdobja za posodobitve ob zjamčeni ceni v pogodbi. Veliko uporabnikov opušča stare različice zaradi brezplačnega svetovanja pri posodobitvah..

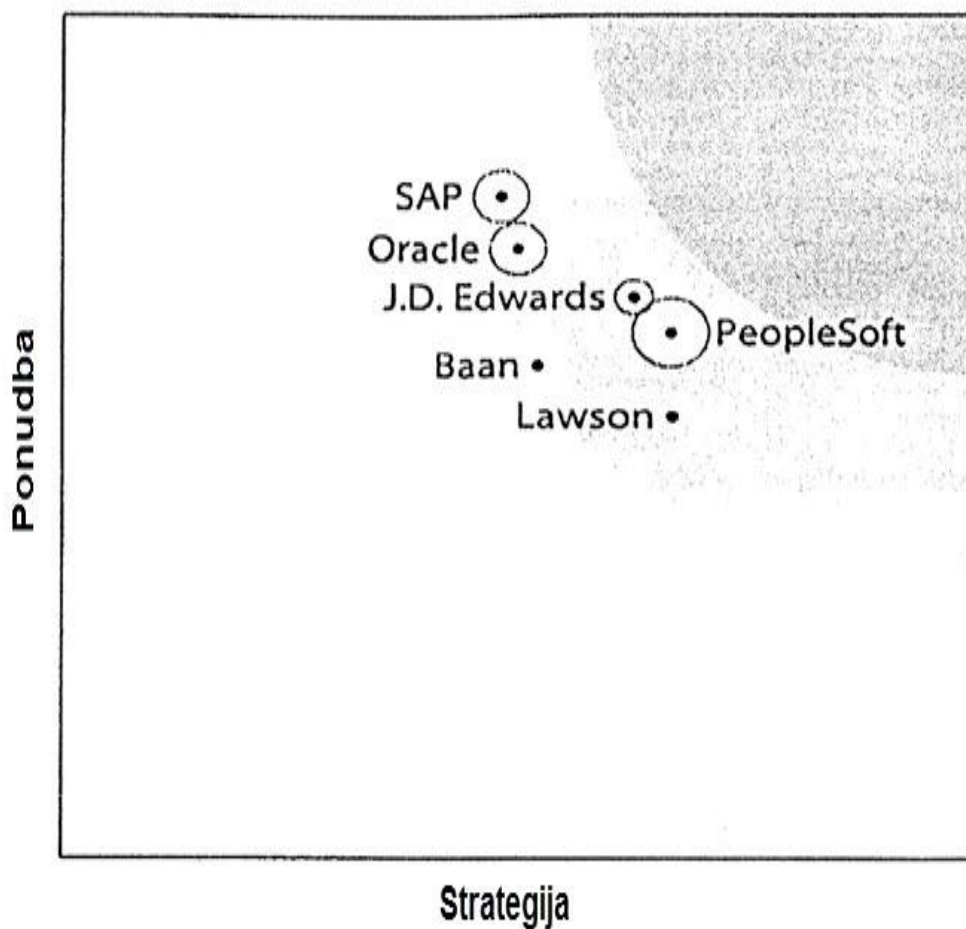
Slika 26: Izkušnje dobaviteljev ERP velikim podjetjem



Legenda: velikost krogca s piko ponazarja velikost podjetja.

Vir: Forrester Wave, ERP experience with big company 2004, b.1.

Slika 27: Izkušnje dobaviteljev ERP srednjim podjetjem



Legenda: velikost kroga s piko ponazarja velikost podjetja.

Vir: Forrest Wave, ERP experience with middle company 2004, b.1.

Osrednje položaje so zasedli znani dobavitelji. Nobeden od dobaviteljev, ki dobavlja podjetjem z obsegom prometa več od milijarde dolarjev, pri vrednotenju trga srednjih podjetij še ni izstopal. Izboljšave se dosežejo z vzpostavljanjem pametnih poti kot pomoč majhnim kupcem in z zagotavljanjem ustrežnejšega orodja pri uvajanju majhnih strank pri delu. Zaradi tega bi potrebovali minimalno svetovanje. MICROSOFT poskuša najti ustrezno rešitev ERP za srednje velika podjetja. To naj bi dosegel s pomočjo nakupov podjetij in s pridobitvijo proizvajalcev, ki imajo sedež v ZDA. MAPICS ima veliko bazo proizvodnih uporabnikov, ki šteje približno 3.400 uporabnikov s sedežem v ZDA. Za Microsoft bi bil nakup MAPICS-a dobra priložnost, vendar lahko postane prevelik zalogaj za enostaven prevzem zaradi lastnih nakupov. Dobavitelji bi morali management znanja jemati resno.

Podjetje MAPICS nudi uporabnikom prijazno podporno stran. Poročilo je pri vrednotenju to tudi potrdilo. Omogočanje storitev, ki so poimenovane: »kako naredim«, »hitro iskanje«,

»najboljša rešitev« in »pregled« na glavni strani, so za uporabnike dobrodošle zaradi boljše preglednosti med dokumenti. 80 % spletne podpore strankam nudi podjetje BAAN, s katerim se je lahko povezati. Ta prednost zmanjša stroške za dobavitelja in izboljšuje izkušnje kupcev in uporabnikov. Dobavitelja, kot sta SAP in BAAN, se bosta verjetno povezala s strokovnjakom za management znanja, VERITY.

Dobavitelji bi morali razporediti izdelke po vertikalnih ravneh in hkrati ostati prijazni do partnerjev. Predstavitev izdelkov, ki so razporejeni po vertikalnih ravneh za dobavitelje srednjih podjetij, predstavlja tveganje za odtujitev od lastnih prodajnih zmogljivosti. V veliki meri je njihovo preživetje odvisno od dohodkov na podlagi svetovalnih storitev, na primer: EXACT bi moral kot dobavitelj slediti Microsoftovemu modelu. To pomeni, da bi moral bolj vertikalno razporediti proizvodnjo, distribucijo in storitveno orientirane izdelke ter na koncu objaviti konfiguracijo, ki je specifična za industrijo svojih partnerjev. Na ta način bodo dobavitelji vedeli, kam usmeriti svoje napore, kupcem pa bodo dani nižji stroški uvedbe.

Pri pogajanju o pogodbi bi morali uporabniki zahtevati garantirano ceno. Željo dobaviteljev po sklenitvi pogodbe bi lahko uporabniki izkoristili v korist sebi, da bi bile cene zajamčene oziroma bi se današnje cene upoštevale za prihodnje nakupe programske opreme. Uporabniki ne bi bili zavezani h kupovanju programske opreme, če ne bi bila uvedena že eno leto ali dve. Programsko opremo bi lahko kupili po potrebi in po najboljši ceni, brez dolgih pogajanj. Kdo so vodilni dobavitelji v tem trendu? Eden izmed njih je EXACT, ki to možnost redno ponuja svojim kupcem.

3.2 Pregled in značilnosti sorodnih programov

Programski paket MANMAN (angl., *Manufacturing Managemant*) je primeren za majhne računalniške sestave z odprto platformo, predvsem za proizvodne in poslovne procese. Proizvajalec programske opreme, podjetje ASK, se je dopolnil s programi CA-CAS, CA-PRM in CA-KBM, ki omogočajo uporabo sodobnih orodij: Just In Time, Kanban, Popolno Upravljanje Kvalitete, CAD/CAM ITD.

COPICS (angl., *Comunications Oriented Production and Information Control System*) – program je eden najstarejših in najbolj poznanih paketov, ki je razvit za velike računalniške sisteme IBM-a. Zgrajen je iz baznih modulov, ki se najprej implementirajo, temu sledijo moduli za načrtovanje in spremljanje ter moduli za obdelavo in posloводство.

MICROMAX MRP II je primeren za manjša proizvodna podjetja. Namesti se lahko na osebni računalnik, za mrežni ali posamični način rabe. Združljiv je s tehničnimi podatki in standardi aplikacij Auto-CAD.

SCALA je modernejši programski paket, ki je izdelan na relacijski bazi podatkov in tehnologiji »koristnik-uporabnik«. Program podpira večvalutno delovanje, večjezičnost in povezano rešitev ne glede na kraj. SCALA vsebuje večino orodij za vodenje proizvodnje, ki so: MRP II, JIT, EDI, ISO itd.

BAAN je programski paket, ki je razširjen v proizvodnih in neproizvodnih dejavnostih. Podobno kot SAP se uporablja v večjih družbah in uradih, na ravni držav in koncernov. Po prisotnosti je BAAN daleč za SAP-om. Zgrajen je modulno in se oblikuje glede na posamičen primer.

SAP R/3 sodi med vodilne programe v svetu. Srečujemo ga v največjih proizvodnih in negospodarskih subjektih. Njihov sistem je med boljšimi, ker uporabniku omogoča večvalutno, večjezično delovanje, neodvisnost od strojne opreme in sestave za upravljanje z bazo podatkov, večplastnost, odprtost k zaokrožitvi, podporo vsem tipom proizvodnje in podporo vsem orodjem. SAP ima že več kot 10.000 uporabnikov.

4 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA PODJETJA

Podjetje GOSTOL-GOPAN d.d. je umeščeno tik ob italijanski meji, v Novi Gorici. Izvor podjetja sega na začetek 20. stoletja, na takratno ozemlje italijanske države. Podjetje je bilo v lasti družine Štrukelj. V obdobju med prvo in drugo svetovno vojno se je pretežno ukvarjalo z izdelavo kmetijskih strojev in orodij, v lasti so imeli tudi livarno sive litine. Po koncu druge svetovne vojne je glede na novo ureditev mej, del podjetja – livarna – ostal v takratni SFRJ. Lastnik je prenesel tudi drugi del proizvodnje v takratno Jugoslavijo, in sicer v Solkan. Tovarna se je imenovala LIVARNA ŠTRUKELJ SOLKAN. Spremenila se je lastniška struktura, saj je takratni lastnik Štrukelj prenesel svoje zasebno premoženje na družbeno. S hitro rastočim jugoslovanskim trgom, z nastajanjem trga neuvrščenih držav in držav vzhodnega bloka se je povpraševanje povečalo po obsegu in po novih proizvodih. Z večanjem proizvodnje se je večala zahteva po novih prostorih. Leta 1960 se je proizvodnja selila na novo lokacijo, na Prvomajsko 37 v Novo Gorico, in se tudi preimenovala v GOSTOL, kar je pomenilo **GORIŠKE STROJNE TOVARNE** in **LIVARNA**. Tovarna je nadaljevala z obstoječim programom. V obdobju 1960–1970 je podjetje zaposlovalo 1800 ljudi. Podružnice so se odpirale v Tolminu in Idriji. Podjetje se je v sedemdesetih letih preoblikovalo v TOZD-e in SOZD-e, kasneje v osemdesetih letih pa v holding. Znotraj holdinga so bila naslednja podjetja: PREHRAMBENA IN PROCESNA OPREMA d.o.o., LIVARSKA OPREMA d.o.o., PESKALNA OPREMA d.o.o. in INVALIDI d.o.o. Razpad Jugoslavije in kriza podjetja v 90. letih sta bila glavna razloga za prenehanje holdinga oziroma preživetja vseh podjetij kot samostojne delniške družbe ali družbe z omejeno odgovornostjo.

Ideja za izdelavo informacijskega sistema se je porodila leta 1992, ko je že obstoječi način vodenja podjetja postal neustrezen. Z razpadom zaprtega jugoslovanskega trga smo se znašli

na globalnem trgu, kjer štejejo kakovost, cena in roki. Podjetje se je moralo spopasti z novim izzivom in celotno proizvodnjo zastaviti za potrebe zahtevnega zahodnega trga. V devetdesetih letih je kot odgovor na krizo sledil strahovit porast novih različic izdelkov, kar je posledično pomenilo številčno več obdelovancev in operacij. Proizvodnja je postala nesledljiva, neobvladljiva in s slabšo kakovostjo izdelkov, kar ni bilo skladno s pričakovanji. Po številnih neuspešnih reorganizacijah proizvodnje je vodstvo podjetja sprejelo odločitev, da se izdelava informacijski sistem, ki bi pomagal voditi podjetje. V ta namen se je leta 1992 ustanovila delovna skupina, ki je izdelala osnovo za izvedbo informacijskega sistema. Izdelavo informacijskega sistema je zaupalo računalniškemu centru za avtomatsko obdelavo podatkov znotraj družbe GOSTOL-GOPAN d.d. Leto kasneje, leta 1993, se je iz te skupine oblikovala družba GOINFO, ki je bila v solastništvu GOSTOL-GOPANA d.d..

Podjetje GOSTOL-GOPAN d.d. v zadnjih 30 letih zaposluje približno od 200 do 260 ljudi. Realizacija se giblje med 15 in 24 milijoni evrov letno. Proizvodni program GOSTOL-GOPANA se je skozi obdobje rahlo spreminjal. Temeljlil je na linijah za izdelavo – peko kruha in opremi za pekarnice, ki so: stroji za mešanje, delitev, oblikovanje, fermentacijo in peko kruha. V preteklosti je znotraj družbe deloval oddelek za procesno tehniko, ki se je leta 2010 odcepil od matične družbe. Znotraj tega oddelka se je izdelovala oprema za potrebe kemije, farmacije, eksploziva itd.

Najvišjo dodano vrednost in promet so predstavljale linije za izdelavo kruha, ki so predstavljale 60 % letnega prometa, pekarska oprema pa je predstavljala majhno dodano vrednost in samo 40 % realizacije.

Linije za peko kruha so se proizvajale v količini od 1 do 2 na leto, oprema za pekarnice pa približno od 400 do 700 strojev na leto, in sicer: 200 mešalnikov za kruh, 30 dvigal prekucnikov, 100 delilnih strojev, 250 oblikovalnih strojev, štiri fermentacijske komore in ena do dve tunelski peči.

Pomanjkljivost proizvodnje je njena premajhna specializacija, srečata se dva nezdružljiva koncepta, predvsem srednje serijska proizvodnja pekarske opreme in unikatna proizvodnja linij za peko kruha. Ta anomalija je nastala zaradi trga delovne sile (specialna delovna sila ni poljubno na voljo in je omejena) in nerazvitega trg polizdelkov (polizdelkov ali storitev ni mogoče kupiti). Maksimiranje dobička je bilo omejeno z zgoraj navedenima omejitvama. Vse tovarne na zahodu so bile specializirane za proizvodnjo posameznega stroja. Pri nas je veljalo pravilo, da v primeru, ko ne izdelujemo dobičkonosne linije za peko kruha, to nadomestimo z zaposlitvijo delavcev na izdelavi manj dobičkonosnih strojev.

Glede na letna naročila se srečujemo z letno izvedbo do 150.000 obdelovancev znotraj 800 različic. Vsak obdelovanec ima povprečno deset delovnih operacij na treh deloviščih. Med delovne operacije nismo šteli skladiščenja, montaže in embaliranja. 150.000 obdelovancem

letno sledi še 500.000 kupljenih standardnih delov. Obe številki, gledano s proizvodnega in logističnega vidika, ki se nanašata na obdelovance in kupljene standardne rezervne dele, predstavljata velik zalogaj, kar je tudi glavni razlog za izdelavo informacijskega sistema.

Proizvodni proces se odvija na 140 deloviščih v proizvodnji. Proizvodnja sestoji: iz razreza, varilnice, rotacijske obdelave, plane obdelave, oddelka za barvanje, nadzora, montaže in embalaranja. Druge službe v GOSTOL-GOPANU d.d. so: razvoj in konstrukcija, projektiva, računovodstvo in komerciala.

5 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

Ob vstopu v pisarno tehničnega direktorja so te vedno spremljali neskončni časovni diagrami poteka dela, ki so bili polepljeni po vseh stenah in omarah. Ob pogovoru z njim si zaznal njegovo nemoč in stisko. Na položaju tehničnega direktorja so se vrstile avtoritete, strokovnjaki, vizionarji, a je povprečna doba službovanja znašala le dve leti. Nezmožnost vodenja proizvodnje se je vedno pripisovala vodji; analiza obstoječega stanja. se ni nikoli izvedla. Brez poznavanja ciljev je vsako delovanje dobro (Rozman, 2001, str. 58).

5.1 Opis problema v GOSTOL-GOPANU pred uvedbo IS GoSoft

Opis problemov bo zajemal obdobje od leta 1985 do leta 1994. Vodenje proizvodnje v podjetju GOSTOL-GOPAN d.o.o. je potekalo s pomočjo časovnih diagramov, ki so bili narejeni na osnovi naročil, normiranih časov, povratnih informacij iz proizvodnje in ocene zmožnosti. Materialne potrebe se izvajajo s pomočjo kosovnice, ki je osnova za pridobitev tehnične dokumentacije. Končni rezultat je skoraj vedno odklon od načrtovanega v obliki zakasnitve, posledično pa v višji ceni proizvodnje.

Zaradi slabe sledljivosti je bilo zelo težko odkriti, v kateri fazi je obdelovanec. Dogajalo se je, da je iskanje obdelovanca v fazi proizvodnje zahtevalo preveč časa in so proizvodne faze šle že predaleč. To je bil razlog, da smo bili prepozni za naknadno konstrukcijsko spremembo.

Pojavljale so se težave z načrtovanjem zalog, naročil itd. Naročila izdelave in prevzem poljubnega dela, sklopa ali stroja so se izvajala na več straneh, in sicer: v komerciali, servisu in prodaji rezervnih delov, kar je povzročalo zmedo pri zalogah v skladišču. Težavo smo delno reševali s centralnim zbiranjem naročil v komerciali, določanjem minimalnih zalog, prioritet in vedno večjim številom zaposlenih, ki so skrbeli za zadovoljiv potek proizvodnje. Stanje se je slabšalo z naraščanjem raznolikosti proizvodov in nespremenjenim obsegom proizvodnje. Najbolj pereči problemi, ki so spremljali proizvodnjo, so bili:

- fizična nezmožnost obvladovanja vseh dogodkov,
- nepreglednost procesov,

- nesledljivost dogodkov in nesledljivost obdelovancev,
- ozka grla in časovne stiske,
- neracionalna izraba proizvodnih dejavnikov – široka mesta.

Vse to se odraža v daljšem proizvodnem času, višjem strošku proizvodnje, v ceni izdelka, večjem številu hibnih proizvodov in v nezanesljivi dobavi (Pipan, 1994, st. 9). Težave zmanjšujemo z uvedbo tedenskega načrtovanja (kljub obstoječemu mesečnemu in letnemu načrtovanju in uvajanju korekcije proizvodnih načrtov dvakrat tedensko). Problem naraščanja različnih tipov izdelkov ni sistemsko rešen, tako da prihaja do zastojev zaradi trenutnega pomanjkanja človeških virov, proizvodnih sredstev in/ali materiala. Problem se rešuje z nadurnim delom ali pa oddajo dela v kooperacijo. Razmerja med ozkim grlom in širokim mestom dajejo stopnjo enakomerne porabe kapacitet (Buchmeister & Polajnar, 2000, str. 347).

Osnovni namen načrtovanja kapacitet je zagotavljanje predloga dolgoročne spremembe v kapacitetah (objektov, stroji z dolgo dobavo ali po večji potrebi po delavcih) (Ljubič, 2006, str. 205–206). Načrtovanje je organizacijski proces, ki zagotavlja uresničevanje ciljev (Lipovec, 1997, st. 393). Za učinkovito načrtovanje s pomočjo informacijskega sistema smo se odločali med dvema konceptoma, in sicer med MRP in Just in time (v nadaljevanju: JIT). Za raznoliko proizvodnjo je bolj primeren MRP, medtem ko je za ponavljajočo se proizvodnjo boljši koncept JIT (Persentili, Alpetekin, 2000, st. 2019). Pri MRP proizvodnja poriva izdelek, pri JIT pa izdelek vleče proizvodnjo (O'Grady, 1988, st. 11). Treba je povezati vse operacijske in proizvodne računalniške sisteme (CIM) za hiter in učinkovit pretok informacij (Polajnar, 2000, str. 22), saj fizična manipulacija s tehnično-tehnološko dokumentacijo v papirni obliki ni konkurenčna računalniškim rešitvam.

5.2 Opis problema v nam sorodnih proizvodnjah

Glavna problematika pri organizaciji podjetij in izbiri informacijskega sistema v obdobju pred in po drugi svetovni vojni pa vse tja do konca 80. let se je vrtela okoli naslednjih ključnih problemov:

- nepregledna in preobremenjena proizvodnja,
- lahko se pojavijo ozka grla,
- nepreglednost in neustreznost informacij,
- sledljivost izdelka v fazi proizvodnje je otežena,
- nepreglednost nad finančnimi in proizvodnimi kazalci,
- neenotnost podatkovnih baz,
- problem kakovosti in cene izdelkov.

Zgoraj navedene težave so zahtevale boljše sistematično urejanje organizacije v podjetju. Temeljit informacijski sistem je v sosledju z nadgradnjo urejene organizacije. Do sredine 90. let so potrebe po novem informacijskem sistemu v razvitih družbah te zahteve zadovoljevale, v zadnjih 20. letih pa kot posledica družbenih sprememb prihaja do novih pogledov na področje in kakovost organizacije podjetja ter informacijskih sistemov.

Opis sprememb v zadnjih 20. letih (Terpin, 2005, str. 3):

- liberalizacija trgovine,
- liberalizacija trgov dela, storitev, kapitala, blaga in surovin,
- rast podjetja na osnovi monopolizacije (prevzem podjetja kot podlaga za rast tega),
- razvoj podjetij v mednarodnem okolju,
- združevanje držav v enotni trgovinski prostor,
- konkurenca.

Zaradi vseh teh sprememb se morajo podjetja preobraziti v smislu organizacije, strategije, lokacije in vsekakor izražati potrebo po drugačnem informacijskem sistemu.

Opis problemov v podjetjih v zadnjem obdobju:

- premajhna rast,
- neustrezna velikost (podjetje je premajhno ali preveliko),
- podjetja ne uporabljajo sodobnih organizacijskih orodij,
- nujnost širjenja dejavnosti v druge panoge ali prehajanje iz ene panoge v drugo,
- povečana konkurenčnost v delovno intenzivnih panogah,
- globalni pristop delovanja,
- mreženje med podjetji.

Vodstva podjetij se morajo temeljito prilagoditi novim razmeram na trgu. Temu spreminjanju je podvržen poslovni model vodenja, posledično tudi informacijski sistem. Informacijski sistem nove generacije mora zagotoviti bistveno več podpore odločanju in pridobivanju konkurenčne prednosti (Fidler & Rogerson, 1996, str. 212).

6 RAZVOJ REŠITVE

Rešitev je bila zasnovana na podlagi večletnih izkušenj na področju vodenja in načrtovanja proizvodnje ter proučevanja sorodnih informacijskih sistemov. Glavni poudarek je bil na načrtovanju materialnih potreb (MRP II), sicer pa z MRP II učinkovito planiramo vse vire (Wallace, 2001, str. 9). Med štirimi modeli smo izbrali prototipni model razvoja informacijskega sistema, kjer se išče rešitev po vrsti približkov v končni proizvod (Kovačič & Vintar, 1994, str. 47). Bili so tudi pomisleki o izbiri tradicionalnega modela, kjer informatiki

ne sledijo nobenemu formalnemu postopku (Gradišar & Resinovič, 2001, str. 430). V literaturi, ki proučuje izgradnjo informacijskih sistemov, najdemo pregled številnih modelov in pristopov, ki so jih razvili z namenom, da bi obvladali probleme, ki so se kazali pri uporabi tradicionalnega modela (Shelly G. B. & Rosenblatt H. J., 2011).

Rešitev bo zagotavljala obravnavo vseh funkcij v majhnem in srednje velikem podjetju. Te glavne funkcije so: računovodstvo, kadrovske evidence, obračun osebnih dohodkov, načrtovanje, nabava, proizvodnje od naročila kupcev do odpošiljanja izdelkov in trgovinsko poslovanje. V tem magistrskem delu bodo v povezavi z načrtovanjem proizvodnje predstavljeni podatki in funkcije, predvsem pa bo podan natančen opis, ki je namenjen načrtovanju materialnih potreb in spremljanju proizvodnih kapacitet. V prvem delu naloge so predstavljeni temelji informacijskega sistema, ker je za razumevanje načina načrtovanja treba poznati tudi druge podatke.

6.1 Splošen opis rešitve

Izboljševanje produktivnosti je stalnica za vsak proizvodni proces. Zagotovitev učinkovitega nadzora nad proizvodnimi viri ima neposredni vpliv na zadovoljstvo kupcev in na celovito učinkovitost. Da se lahko zadovolji povpraševanju kupcev, je treba vzdrževati zaloge na dovolj visoki ravni, po drugi strani pa se teži k čim manjšim stroškom. Hkrati je treba proizvodne vire izrabiti v točno določenem času in pravočasno izpolniti dobavne roke ob čim nižjih stroških. GoSoft je integrirani sistem za vodenje proizvodnje in je zasnovan za reševanje teh problemov nadzora.

GoSoft je razumljiv sistem načrtovanja proizvodnih virov. Omogoča začetno naročanje surovin, izdelavo do končnega izdelka – pripravljenega za odpremo. Vodstvu pomaga načrtovati in voditi celoten proizvodni proces, ker omogoča pregled nad zalogami in proizvodnjo v integriranem paketu. Ta IS lahko podjetju izboljša produktivnost in znižuje pretočne čase ter stroške s podporo pri naslednjih funkcijah:

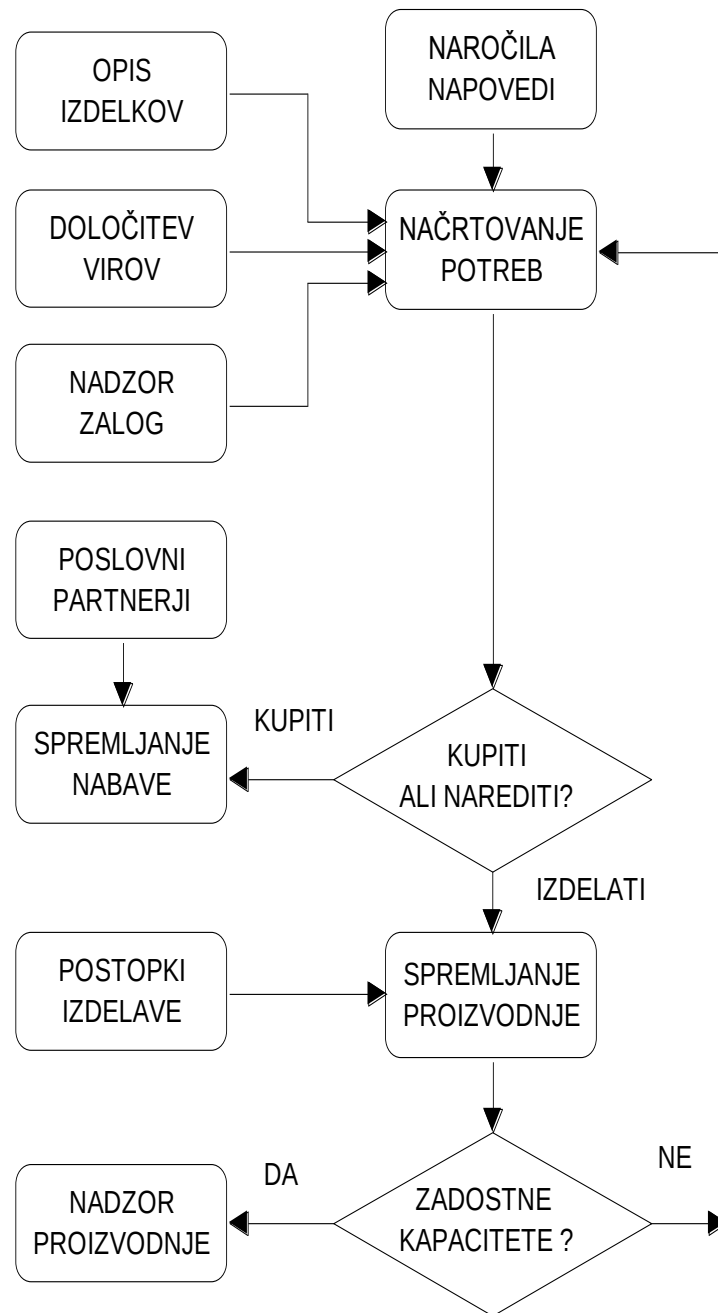
- integriran nadzor nad zalogami in proizvodnjo s pomočjo izdelave in vzdrževanja vsestranskega načrta delovanja;
- s skrbnim nadzorom nad viri in hitrim odzivom se optimizira izraba delovnih sredstev in delovne sile;
- z uporabo učinkovitih proizvodenj in tehnik načrtovanja materialov kot tudi merjenja učinkov se lahko doseže ravnovesje med proizvodnimi stroški in zadovoljstvom kupcev;
- s pomočjo stalne analize dobaviteljev in z uporabo učinkovitega nadzora nabave se izboljšajo kakovosti storitev dobaviteljev in znižajo stroški za kupljene materiale;
- s hitrim dostopom do informacij o zalogah in stanju proizvodnje se zagotavlja podpora dinamičnemu vodstvenemu okolju;

- pregled realizacije prodajnega načrta, spremljanje kupčevih naročil in druge komercialne funkcije.

Modulna zgradba, postopno obvladovanje celotnega proizvodnega procesa omogoča modulna zgradba IS GoSoft – MRP II. Uporabniku je na vsaki stopnji uvajanja omogočena izdelava dokumentacije, postopkov za obratovanje in navodil za uporabo še pred naslednjim modulom. Uvajanje novih postopkov je na ta način manj moteče za normalno odvijanje poslovanja. Z modulno strukturo lahko majhnim proizvodnim sistemom omogočimo toliko računalniške podpore, kot jo zmorejo uporabljati. Večanje obsega uporabe modulov se vrši po potrebi, ko bi se poslovanje razvilo do stopnje, ko bi to potrebovalo. Zaporedje uvajanja oziroma povezavo posameznih modulov informacijskega sistema prikazuje Slika 28. Moduli so sestavljeni iz podprogramov, ki so pripravljeni za neposredno vključitev v proizvodno okolje:

- sistemski podatki so vsebovani v osnovnih podatkih, ki so: osnovni šifranti, osnovne nastavitve, uporabniki in zaščita sistema, delovni koledar. Matični podatki določajo artikle, skladiščna mesta, upravljalne centre in poslovne partnerje;
- osnovni postopki za obračun zalog so vsebovani v upravljanju zalog. Gre za količinske podatke, ki imajo nadzor nad prometom v skladiščih, nad trenutnimi zalogami in pregledom gibanja zalog. Ti podatki so lahko osnova za izvedbo analize ABC;
- razvrščanje vseh artiklov se omogoča s klasifikacijo artiklov glede na klasifikacijski ključ, kar pomeni enostavno iskanje sorodnih artiklov;
- struktura artiklov, kosovnice, ki obsegajo vse stopnje; od končnih izdelkov, sklopov, podskelekov, obdelovancev, kupljenih delov in surovin, ter postopki izdelave, ki so predstavljeni v upravljanju s tehničnimi podatki. Vse operacije, orodja in delovna mesta, odnosi med deli in operacijami so vsebovani v postopkih izdelave;
- izračun pred-kalkulacijske cene na osnovi matičnih in tehničnih podatkov je omogočen z izračunom cen. Lahko se poda več vrst cen v različnih oblikah. Po-kalkulacija naloga ali artikla je dosegljiva na osnovi povratnih informacij;
- terminski in količinski izračun potrebnih sestavnih delov na vseh stopnjah vgradnje je izveden z načrtovanjem materialnih potreb. Osnova so naročila kupca ali napovedi;
- nadzor nad proizvodnimi viri je omogočen z načrtovanjem proizvodnih kapacitet, z vključitvijo naslednjih funkcij: podrobno terminiranje posameznih operacij proizvodnih nalogov, spremljanje nedovršene proizvodnje, nadzor nad delovanjem delavnic na podlagi dejanskih povratnih informacij,
- pripomočki za podporo nabavnim aktivnostim na področju surovin, opreme, delov in storitev se omogočajo z upravljanjem nabave materialov. Nabavne potrebe so lahko v povezavi z modulom načrtovanja materialnih potreb ali pa jih generiramo samostojno;
- vodenje poslov po strankah in oblikovanje proizvodnih naročil, ki služijo kot vhodni podatek za načrtovanje proizvodnje in beleženje prodajnih dokumentov, sta omogočeni s podporo prodajnih aktivnosti.

Slika 29: Glavne funkcije za načrtovanje potreb



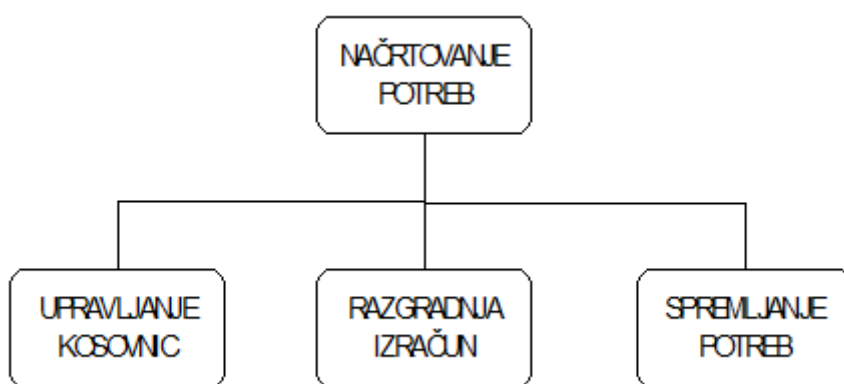
Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 5.

Te funkcije so spremljanje izdelkov, spremljanje proizvodnih postopkov, upravljanje zalog, podpora periodični inventuri, izračun cen in njihovo vzdrževanje, sproženje nalogov, preskrba z materiali in izdelava naročil za nabavo, načrtovanje kapacitet, časovno določanje delovnih nalogov in njihovo zasledovanje, obdelava povratnih informacij, spremljanje materialov na poti, obračun delovnih nalogov, vrednotenje zalog in naročil, analiza dobaviteljev ter merjenje učinkovitosti.

6.2 Planiranje materialnih potreb

Planiranje materialnih potreb je določitev potrebnih sestavnih delov za izdelavo v lastni proizvodnji in potrebnih materialov za nabavo ob upoštevanju zalog in že odposlanih naročil. Plan prodaje končnih izdelkov služi kot primarno načrtovanje proizvodnje in je izhodišče za načrtovanje materialnih potreb. Kosovnice služijo konsolidaciji primarnih potreb, kot so sklopi, sestavni deli in kupljeni deli. Pri načrtovanju materialnih potreb (Slika 30) so glavne funkcije: kosovnice, razgradnja izdelkov in izračun bruto potreb ter izračun neto potreb glede na stanje v proizvodnji.

Slika 30: Funkcijsko drevo za načrtovanje potreb



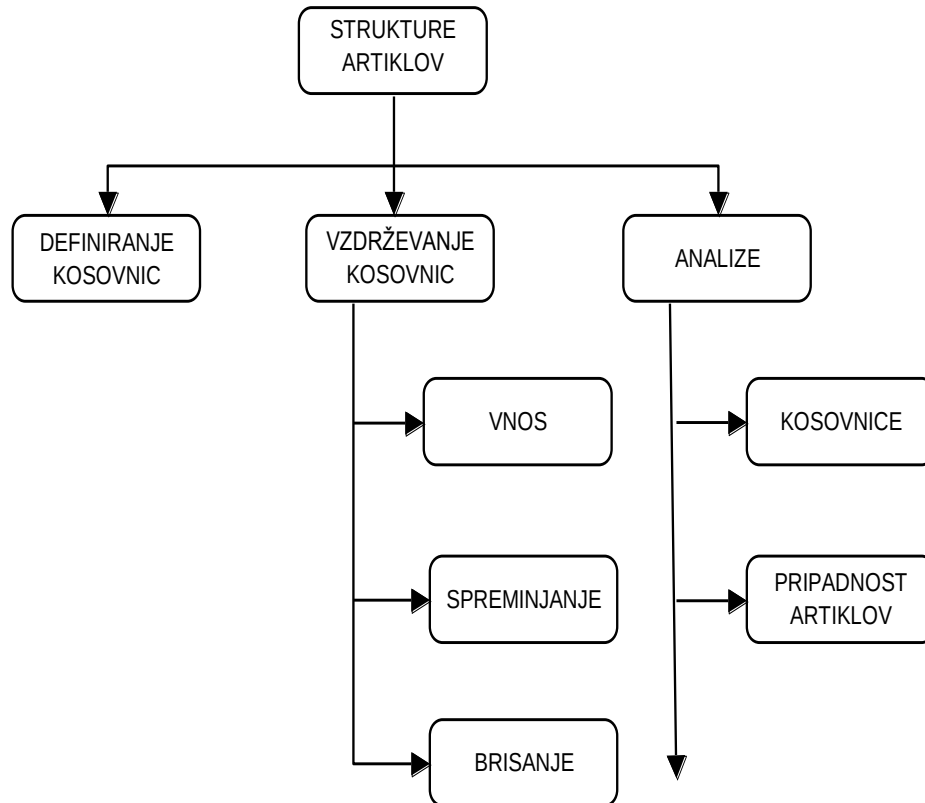
Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 14.

6.2.1 Kosovnice-izhodišče za načrtovanje materialnih potreb

Kosovnice kvantitativno in opisno opredelijo proizvod. Vzpostavljajo in vzdržujejo hierarhijo strukture izdelkov v bazi podatkov, vključujoč vse materialne artikle od končnih izdelkov na najvišji ravni preko večjih sklopov in manjših podsklopov pa vse do obdelovancev, kupljenih delov in surovin. Funkcija strukturiranja izdelka predstavlja sredstvo, s katerim razvijamo in vzdržujemo kosovnice, ki določajo logične povezave med materialnimi artikli. Tako določamo nadrejene in podrejene sestavne dele ter njihov medsebojni položaj v strukturi izdelka.

Slika 31 prikazuje funkcijsko drevo za vzdrževanje kosovnic (vnos, brisanje in spreminjanje sestavnih delov). V GoSoftu je funkcija kosovnic vezana na arhiv risb preko osnovnih podatkov artiklov, kar omogoča pregled risb sestav in posameznih sestavnih delov.

Slika 31: Funkcije za vzdrževanje kosovnic

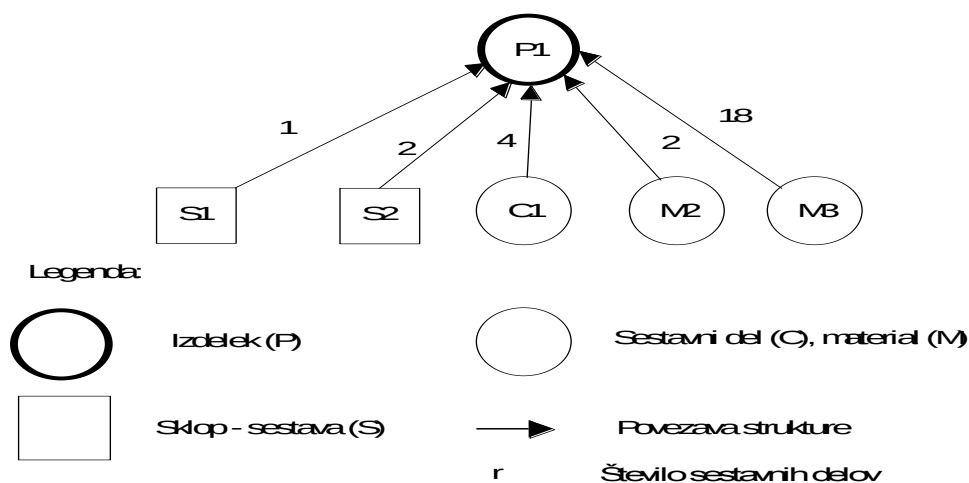


Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 15.

Pri vzdrževanju kosovnic sistem samodejno vzpostavlja hierarhijo ravenskih števil. Te so interno generirane oznake ravni vgradnje. Raven vgradnje je v sistemu GoSoft poravnan na najnižjo raven za artikel, ki nima nobenih sestavnih delov, to je raven 0. Raven vgradnje kateregakoli artikla v strukturi se zato izračuna za eno raven višje od najvišje ravni vgradnje njenih neposrednih sestavnih delov. Surovine in kupljeni deli so v vseh strukturah izdelkov vedno na najnižji ravni vgradnje (raven 0). Najvišjo raven vgradnje v strukturi imajo končni izdelki. Poravnava na najnižjo raven vgradnje je posebno uporabna za izračun cene izdelka. Omogočene so naslednje oblike podatkov o vsakem artiklu:

- enostopenjska kosovnica (Slika 32) je enostopenjski seznam neposrednih sestavnih delov nekega artikla. Seznam je enostopenjski, kar pomeni, da vsebuje samo neposredno vgrajene sestavne dele;
- enostopenjski pregled uporabe sestavnega dela je seznam vseh sklopov in podskeopov, v katere je neposredno vgrajen sestavni del;

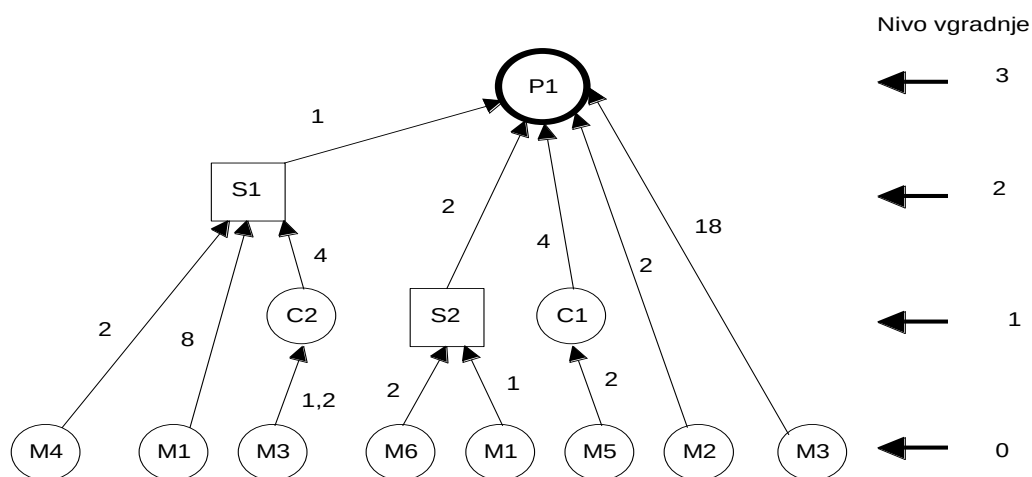
Slika 32: Prikaz modularne kosovnice



Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 11.

- večstopenjska kosovnica (Slika 33) je seznam vseh sklopov, podsklopov, delov in surovin nekega artikla. Vrstice v izpisu so zamaknjene tako, da je razvidna zgradba vsakega sklopa in podsklopa;

Slika 33: Prikaz strukturne kosovnice



Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 12.

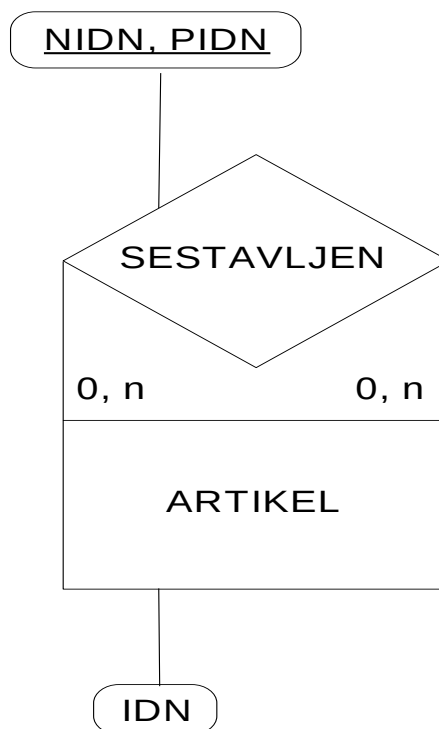
- večstopenjski pregled uporabe – seznam vseh sklopov in podsklopov, v katerih je sestavni del vsebovan neposredno ali posredno;
- zbirna kosovnica je seznam vseh sklopov, podsklopov, delov artikla s kumulativnimi količinami, potrebnimi za izdelavo zahtevanega števila izdelkov;

- vse oblike kosovnic nastopajo tudi kot konstrukcijska, kalkulacijska ali proizvodna kosovnica.

6.2.2 Opis struktur

Kosovnica izdelka je zbir odnosov med podrejenimi deli in nadrejenimi sklopi (Slika 34). V njej je vedno enolično opredeljen odnos med nadrejenim artiklom (v nadaljevanju: NIDN) in podrejenimi artikli (v nadaljevanju: PIDN). Ime artikel ali ident uporabljamo za material, polizdelke in končne izdelke. Pri določanju kosovnic moramo poleg nadrejenih in podrejenih artiklov določiti tudi količine, vsebovane v enoti nadrejenega artikla. Z vnosom potrebnega števila zapisov sestavnega dela za vse nastopajoče nadrejene artikule lahko opredelimo poljubno število struktur. Sestavljenost navzdol in pripadnost navzgor v strukturah je opredeljena na osnovi takšnih posameznih zapisov podrejenosti oziroma nadrejenosti.

Slika 34: Osnovni ERM za kosovnice



Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 10.

Kosovnica v osnovnem principu prikazuje samo povezavo med dvema sestavnima deloma, vendar je pri opisu podatkov, povezanih s kosovnicami, in podatkov artiklov, povezanih z načrtovanjem materialnih potreb, prikazana uporaba še nekaterih drugih podatkov v strukturi izdelkov.

Podatki artiklov zajemajo osnovne podatke za identifikacijo vsakega materiala, polizdelka ali končnega izdelka, ki so: identifikacijska številka, naziv, enota mere, masa itd. Omogočeno je popravljanje obstoječih podatkov, dodajanje novih podatkov ali kopiranje. Poleg osnovnih podatkov lahko dodamo prostor za specifične podatke (barva, volumen itd.), ki so razvidni na zaslonu ali na izpisih.

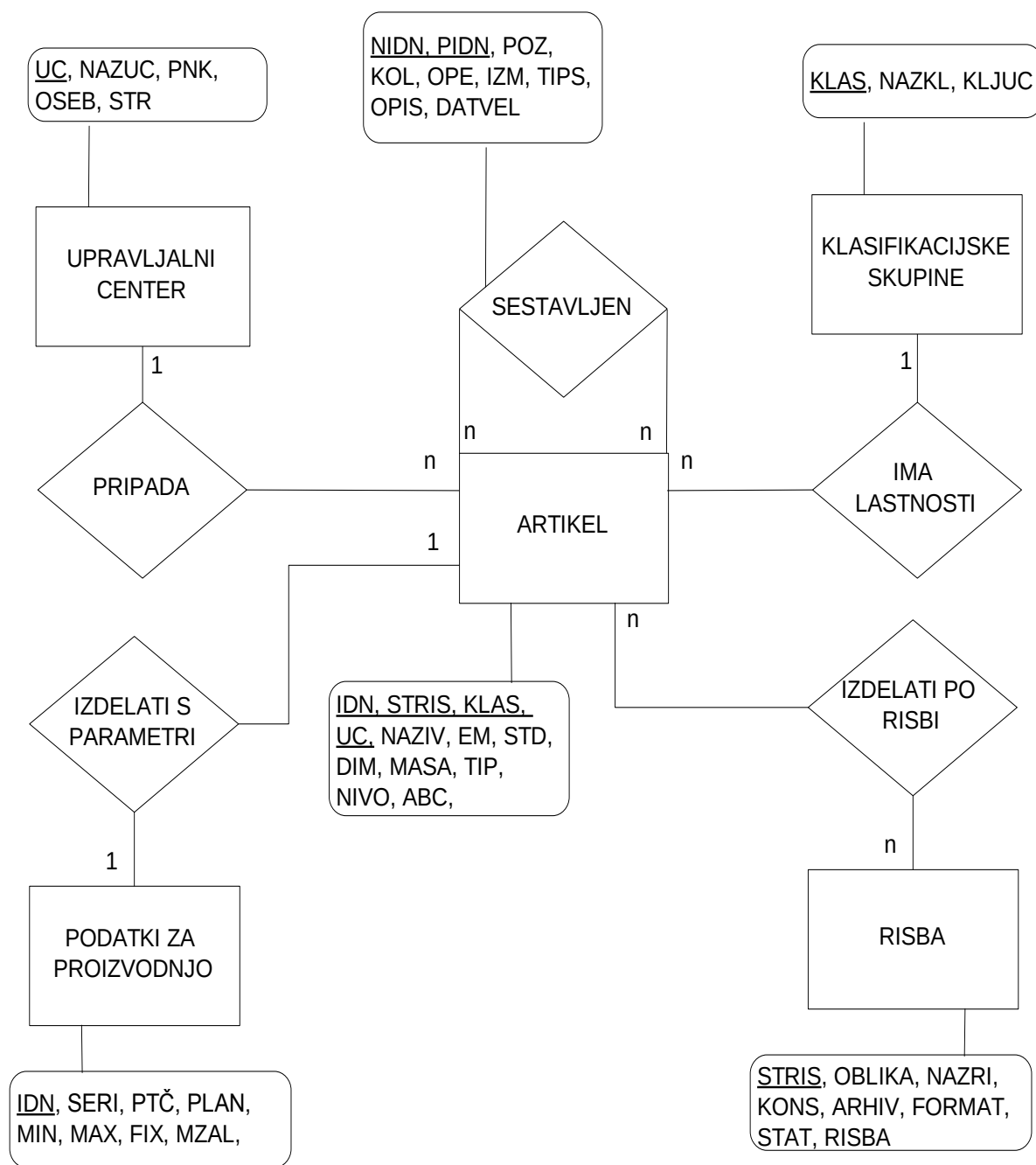
Za lažje delo s podatki so vpeljane funkcije, kot so iskanje artiklov po nazivu, identifikacijski številki, klasifikaciji ali dodatni šifri. Podatki o artiklu se lahko vnašajo in spreminjajo tudi iz drugih delov programa.

Strukturni podatki in podatki o artiklu so izhodišče za načrtovanje potreb, izdelavo predkalkulacije, izračun pretočnih časov izdelkov in polizdelkov ter izračun potrebnih sestavnih delov. Ob upoštevanju vseh podatkov dobimo kompleten diagram ERM za kosovnico – konstrukcijo.

Slika 35 ponazarja diagram ERM – struktura podatkov, za katere skrbijo v konstrukcijskem oddelku. Artikle je treba razvrstiti v ustrezni upravljalni center (UC), ki določa odgovornost za izdelavo – nabavo, in v klasifikacijsko skupino, ki določa lastnosti artikla in omogoča razvrščanje artiklov v skupine glede na klasifikacijski ključ (KLAS). Ta dva šifrantata (A, B) morata biti predhodno določena.

Pri naročilu novih artiklov je potrebno v konstrukciji izdelati tehnično dokumentacijo – to so sestavne in delavniške risbe oz. načrti (C.) Na risbe je potrebno vpisati podatke, in sicer: številka risbe (STRIS), oblika šifre (OBLIKA), naziv risbe (NAZRI), oznaka odgovornega konstruktorja (KONS), arhiv, v katerem se risba nahaja (ARHIV), velikost risbe (FORMAT), stopnja dokončanosti risbe (STAT). Treba je določiti še osnovne podatke (D) za vse nove artikle (obdelovance, polizdelke in kupljene dele), ki še niso v podatkovni bazi: identifikacijska številka (IDN), naziv artikla (NAZIV), enota mere (EM), standard, po katerem je artikel izdelan (STD), dimenzije (DIM), masa (MASA), tip artikla (TIP), raven vgradnje, ki se samodejno preračuna z izdelavo kosovnic (NIVO) in razvrstitev po analizi ABC (ABC). Ko imamo vse osnovne podatke za vse artikle, ki nastopajo v izdelku, se določijo strukture artiklov (E). Kosovnice so definirane z odnosom med artikli – nadrejeni (NIDN)/podrejeni (PIDN), količino podrejenih (KOL), pozicijsko številko na risbi za podrejeni artikel (POZ), z datumom veljavnosti sestavnega dela in drugimi podatki. Pred načrtovanjem materialnih potreb se določijo tudi ostali načrtni parametri za posamezen artikel: standardna serija (SERI), pretočni čas (PTČ), način načrtovanja (PLAN) in parametri za določitev velikosti nalogov, minimalna količina (MIN), maksimalna količina naloga (MAX), stalna količina naloga (FIX) in minimalna zaloga (MZAL) (GOINFO, Projektna dokumentacija, 1994).

Slika 35: Relacijski model za konstrukcijsko dokumentacijo

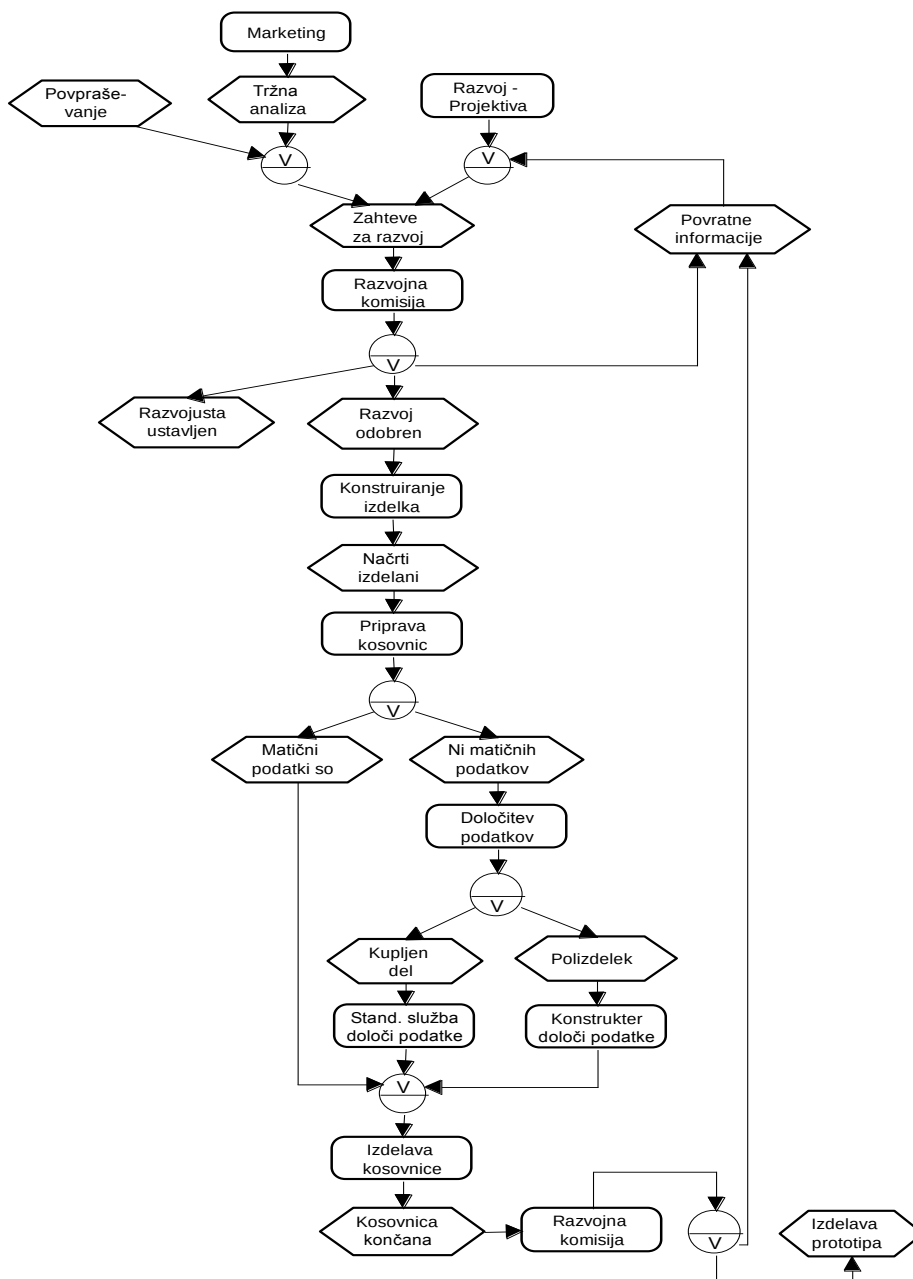


Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 17.

Diagram poteka za konstrukcijsko dokumentacijo (Slika 36), razvojna komisija odobri zahteve za razvoj novega artikla na osnovi povpraševanja, tržnih analiz in/ali projektov. V konstrukciji se izdelajo delavniške risbe in se pripravijo kosovnice. Sestavni deli, ki so že v podatkovni bazi, so opredeljeni z identifikacijsko številko, za druge artikle pa je potrebno določiti matične podatke. Z določitvijo vseh podatkov se v podatkovno bazo vnesejo še

kosovnice, nato se na podlagi razvojne komisije določi status dokumentacije in /ali se izdelata prototip.

Slika 36: Diagram poteka za izdelavo konstrukcijske dokumentacije



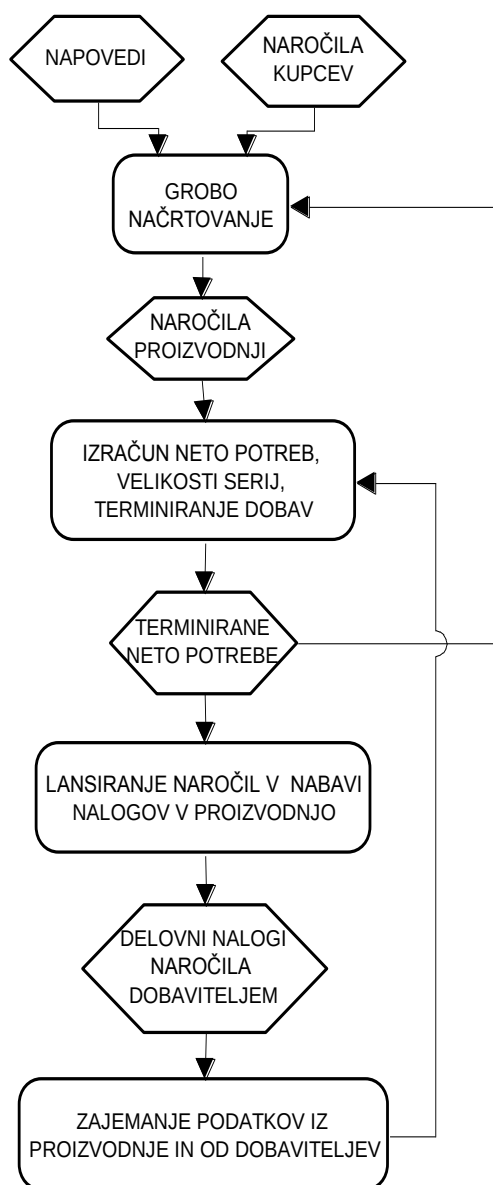
Vir: S- Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 15.

Načrtovanje materialnih potreb, modul za načrtovanje materialnih potreb omogoča določanje časovno opredeljenih količin materialov in pomaga pri načrtovanju prioritete sestavnih delov. Modul vzdržuje načrt potrebnih materialnih artiklov in sproži delovne naloge za proizvodnjo ter naročila za nabavo. Ta funkcija tudi obdeluje povratne informacije in na

zahtevo izdela delavniško dokumentacijo in poročila o stanju. Slika 38 prikazuje pregled funkcij tega modula.

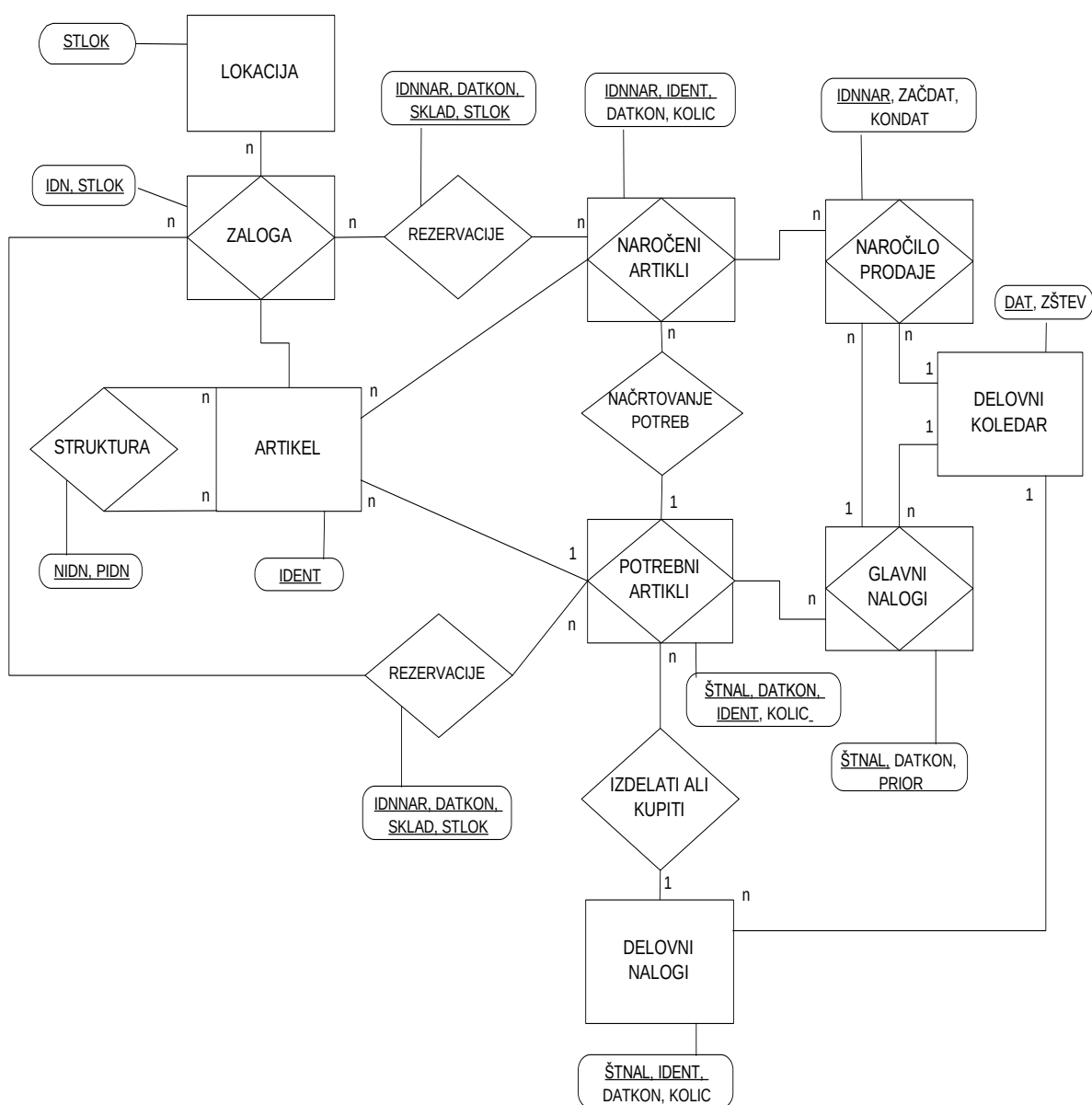
Modul za načrtovanje potreb (Slika 37) v prvi fazi sprejema zahteve po artiklih za znanega kupca ter jih primerja z zalogo in opredeli, ali predvidene proste zaloge zadoščajo za pokritje zahtevkov. Če je obseg zahtevkov večji od razpoložljivega stanja, sistem določi obnovo zalog. Na podlagi pravil naročanja generira predlog novih naročil oziroma delovnih nalogov za artikle lastne proizvodnje ali predlog rebalansa časovno določenih delovnih nalogov.

Slika 37: Pregled osnovnih funkcij načrtovanja materialnih potreb



Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 18.

Slika 38: ERM za načrtovanje potreb



Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 20.

Za načrtovanje materialnih potreb (Slika 38) je treba predhodno določiti vse podatke o artiklih (A) in zagotoviti pravilno stanje zalog na skladiščih (B). Za časovno načrtovanje potreb je pomemben tudi delovni koledar (C), ki opredeljuje delovne dneve v letu. Vhod za načrtovanje potreb so naročila proizvodnji (D), ki določajo številko naročila (IDNNAR), datum naročila (ZAČDAT) in predvideni rok dokončanja (KONDAT). Vsako naročilo ima n naročenih artiklov (E). Za naročene artikle so bistveni identifikacija artikla (IDENT), količina (KOLIC) in končni datum naročenih postavk (DATKON). Naročeni artikli lahko povzročijo rezervacijo (F) na skladišču ali potrebo (H) za izdelavo artiklov. Potrebe artiklov so vezane na glavni nalog (G), ki nosi glavne podatke za izdelavo: številka delovnega naloga (ŠTNAL),

predvideni rok dokončanja (DATKON) in prioriteta naloga (PRIOR). Datumi se računajo preko delovnega koledarja, ki določa delavnike in preračunava datume v tekoče številke za lažje preračunavanje pretočnih časov. Ko so določene potrebe za vse artikle na vseh ravneh, se začne izračun količin in terminov za posamezni delovni nalog (J). Na nalogu so določene številke izdelovalnih nalogov (ŠTNAL), identifikacija artikla (IDENT), datum končanja posameznega naloga (DATKON) in količina na nalogu (KOLIC) za vsak polizdelek ali kupljeni del (GOINFO, Projektna naloga, 1994).

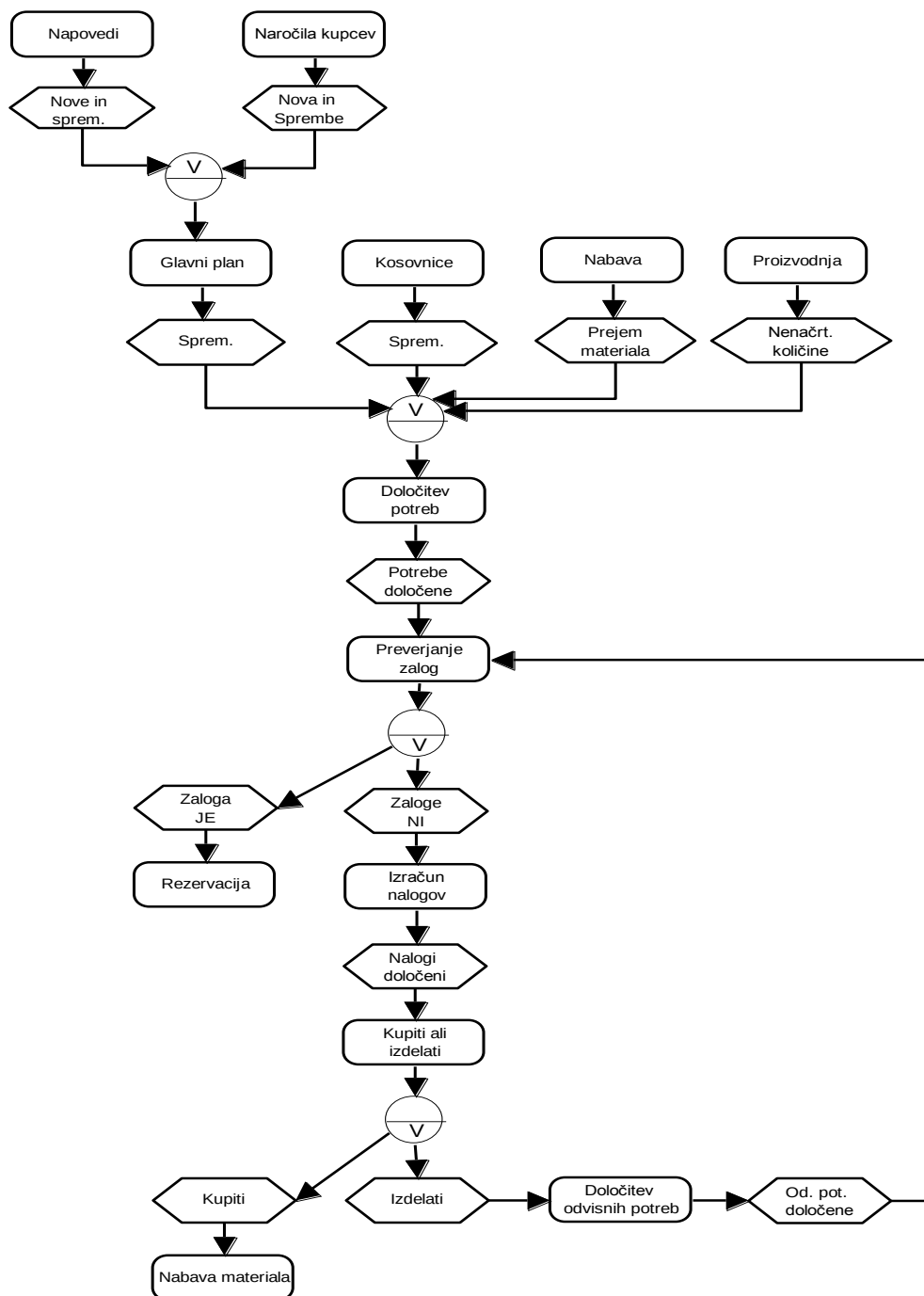
Funkcije za določitev neto potreb, sprememba potrebe po artiklih sproži zahtevo modulu za načrtovanje, da pregleda njihove zaloge. Sprememba potrebe je nova ali spremenjena napoved, naročilo kupca, grobi načrt, nenačrtovana izdaja ali nenačrtovan prejem iz nekega izdelavnega ali nabavnega naloga z večjo ali manjšo količino od načrtovane. Navedeni primeri so vzrok za ponovno obdelavo potrebnih zalog – naročil, prav tako vsi ročno vneseni dobavni nalogi ali pa sprememba rokov že sproženih dobavnih nalogov. Sprememba parametrov povzroči potrebo po ponovni obdelavi načrtovanih potreb (novi pretočni časi, sprememba varnostne zaloge ali parametrov naročanja, pa še spremembe strukture v kosovnici z dodajanjem, izločanjem ali zamenjavo sestavnih delov). Program za načrtovanje izračuna časovno opredeljene razpoložljive zaloge tako, da odšteje vse potrebe od trenutne zaloge, doda pa vse količine dobavnih nalogov.

Začetni termin dobavnega naloga se izračuna tako, da se pretočni čas izdelave odšteje od datuma, ko so artikli potrebni. Številka delovnega naloga se dodeljuje na osnovi naročila: prve štiri številke so številke naročila, druge štiri številke delovnega naloga pa so zaporedne. Končna količina artiklov je popravljena z morebitnimi dodatki za izmet in zaokrožena na predvideno minimalno serijo ali mnogokratnik pakiranja. Potrebe po sestavnih delih določamo z razgrajevanjem izdelavnih delovnih nalogov po kosovnici in ustvarjanjem odvisnih zahtev. Rok dobave za takšno zahtevo postavimo na začetni datum nadrejenega naloga. Če sestavni del ni potreben na začetku sestavljanja nadrejenega sklopa, lahko končni termin zakasnimo s tem, da začetnemu terminu naloga sestavnega dela dodamo določeno število dni. Sistem ponovi celoten postopek za vse prizadete sestavne dele tako, da izračuna časovno opredeljeno potrebo stanja razpoložljivih zalog s spreminjanjem obstoječih dobavnih nalogov ali odpiranjem novih po potrebi, pri izdelavnih nalogih pa z razgradnjo ugotavlja potrebe po sestavnih delih. Ta postopek se nadaljuje po vseh stopnjah strukture, dokler ne doseže najnižje stopnje vgradnje ali pa že prej odkrije zadostne razpoložljive količine.

Pri načrtovanju neto potreb je treba določiti vhodne podatke (naročila kupcev in napovedi) in potrebne vire (strukture izdelkov, zaloge, pretočni časi, načrtni podatki, podatki o artiklih v izdelavi ali naročenih artiklih in koledar delovnih dni). Ti so: datum dobave, identifikacija potrebnih artiklov in količina strukture izdelkov, ki so potrebne za razgradnjo sestavnih delov in ugotavljanje količinskih potreb za posamezni sestavni del, zaloge artiklov na skladišču, ki so potrebne za izvedbo rezervacij in ugotavljanje dejansko potrebnih količin, pretočni časi in

delovni koledarji, ki omogočajo določitev začetka in konca aktivnosti za posamezno potrebo, načrtni podatki, ki določajo izdelovalne (nabavne) serije, podatki o stanju v proizvodnji pa omogočajo koriščenje prostih količin na delovnih nalogih. Diagram pretoka (Slika 39) ponazarja glavne dogodke za določitev neto potreb v proizvodnji.

Slika 39: Diagram pretoka za načrtovanje materialnih potreb



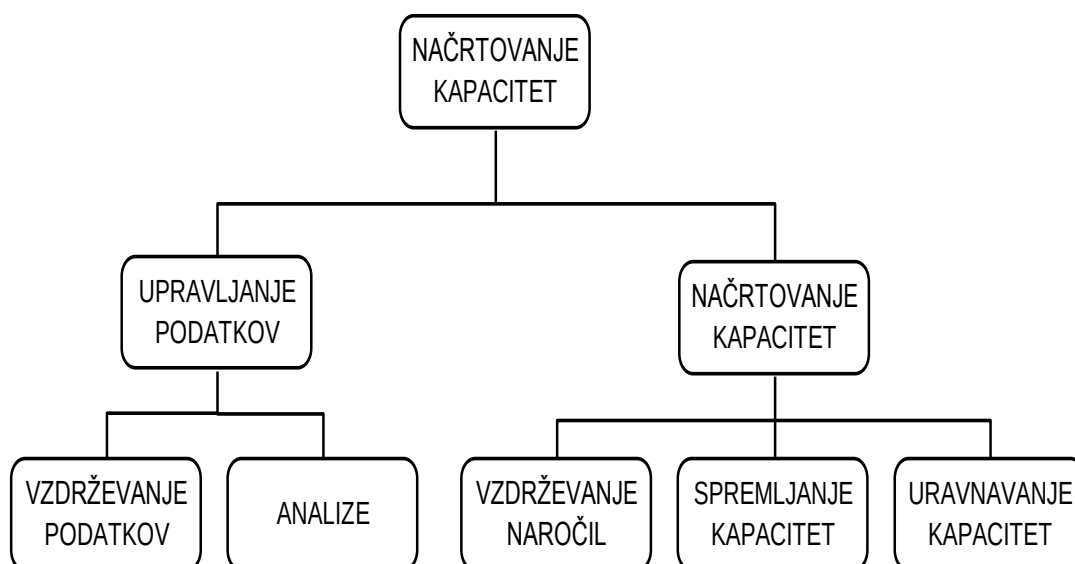
Vir: S- Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 21.

6.3 Sledljivost proizvodnih operacij in proizvodne kapacitete

Za spremljanje proizvodnih operacij in razpoložljivosti proizvodnih kapacitet potrebujemo tehnološko dokumentacijo. Načrtovalcem proizvodnje omogoča pregled dela v proizvodnji in del, ki se bodo v proizvodnji izvajala v bližnji prihodnosti. Načrtovanje proizvodnih kapacitet je osnova za pravočasno realizacijo celotnega načrta proizvodnje in nadzor nad proizvodnimi kapacitetami. IS omogoča spremljanje razpoložljivosti proizvodnih kapacitet.

Pri načrtovanju materialnih potreb program ne upošteva dejansko razpoložljivih proizvodnih kapacitet, ampak samo dobavne roke in pretočne čase artiklov. Na osnovi tako izračunanih terminov delovnih nalogov se izračunajo tudi trajanje posamezne tehnološke operacije v okviru enega delovnega naloga ter začetni in končni termini teh operacij. Na osnovi tako določenih terminov operacij je izračunana tudi obremenitev posameznih delovnih mest ter celotne proizvodnje. Grobi pregled dobimo pri opazovanju obremenitev na daljše obdobje. Grobi pregled nad stanjem proizvodnih kapacitet je grobo načrtovanje potreb in je rebalans proizvodnega načrta (napovedi, naročila) ali spremembe proizvodnih virov. Pregled zasedenosti delovnih mest dobimo pri opazovanju kratkega časovnega intervala. Kapacitete so skorajda stalne, spreminjanje obremenitev pa moramo izvesti znotraj razpoložljivih virov. Slika 40 prikazuje glavne funkcije za spremljanje proizvodnih kapacitet. Osnovni podatki so: tehnološki postopki in delovna mesta, njihovo vzdrževanje in razne analize ter spremljanje kapacitet.

Slika 40: Funkcijsko drevo za spremljanje proizvodnih kapacitet



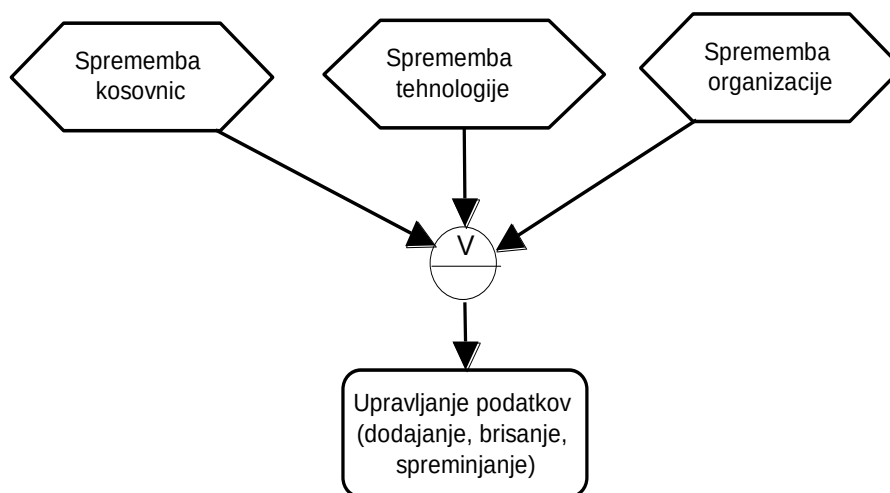
Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 23.

6.3.1 Načrtovanje zasedenosti kapacitet

V modulu tehnoloških postopkov so podatki za načrtovanje proizvodnih kapacitet. Ti podatki vsebujejo opis operacij, načrtovano zaporedje, delovno mesto in orodja ter pripomočke za izdelavo artikla. Tako določajo način izdelave in potrebne vire za izdelavo polizdelkov in izdelkov. Tehnološki postopki so izdelani samo za artikle, proizvedene v lastni proizvodnji, kupljeni artikli pa ne potrebujejo tehnoloških postopkov. Artikel ima lahko različne tehnološke postopke glede na to, kje in kako bo postopek izdelave potekal.

Sprememba tehnoloških postopkov je lahko posledica nove kosovnice, spreminjanje tehnologije ali zaradi organizacijskih sprememb v proizvodnji (Slika 41).

Slika 41: Nadzor dogodkov za upravljanje osnovnih tehnoloških podatkov



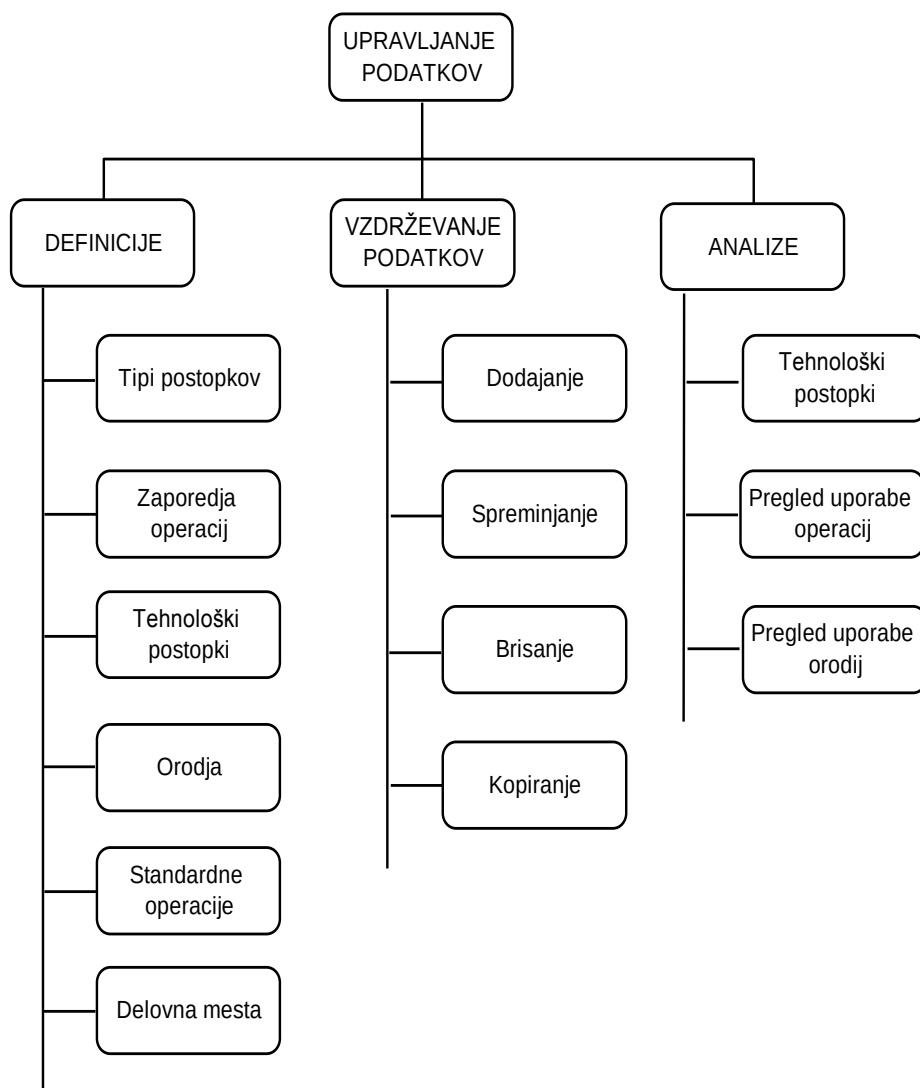
Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 28.

Podatke o operacijah črpamo iz nabora standardnih operacij, kjer jih predhodno definiramo. Pri pisanju tehnološkega postopka nizamo standardne operacije v določenem zaporedju in po potrebi prilagajamo operacije za potrebe določenega artikla. Za vsako standardno operacijo lahko ugotovimo, v katerih postopkih je uporabljena. Za hitrejše delo lahko tehnološke postopke podobnih artiklov med seboj kopiramo. Za skoraj enake artikle koristimo enak tehnološki postopek, opredeliti moramo samo povezavo med podobnimi artikli in standardnim tehnološkim postopkom. Kosovnice podobnih artiklov se razlikujejo, način izdelave pa je enak. Tak način dela je pomemben pri velikem številu tehnoloških postopkov saj tako zmanjšujemo število podatkov v bazah.

Standardne operacije, kot so frezati, rezati, sestaviti, so lahko grobo definirane ali pa so določene za točno določene operacije ob stalnem ponavljanju (vrtati izvrtino).

Na Sliki 42 je prikazano funkcijsko drevo za upravljanje osnovnih tehnoloških podatkov, ki je razdeljeno na definicije, vzdrževanje podatkov in analize (razni izpisi in prikazi).

Slika 42: Funkcijsko drevo za tehnološke podatke



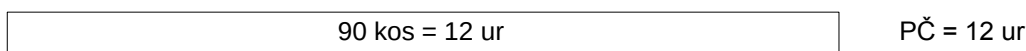
Vir: S. Pipan, Projektna naloga GoSoft, 1994, str. 33.

6.3.2 Opis podatkov tehnoloških postopkov

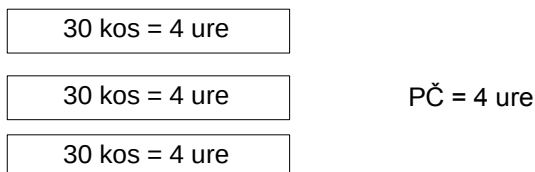
Izdelava tehnoloških postopkov temelji na delovnem mestu. Podatki teh določajo proizvodne vire, ki sestavljajo delavnico. Pod delovno mesto razumemo posamezen stroj, postrojenje, delovišče ali kakršen koli del proizvodnih delavnic. Delovno mesto lahko razširimo tudi na druga, fizična ali funkcionalna področja v proizvodnji (tehnične službe, kooperanti, medfazna skladišča). Za namen zbiranja podatkov lahko navežemo več delavnihih mest na upravljalni center.

Slika 43: Prikaz krajšanja pretočnega časa operacije z deljenjem serije

Delitev serije = 0

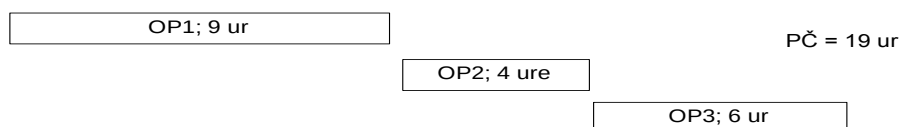


Delitev serije = 3

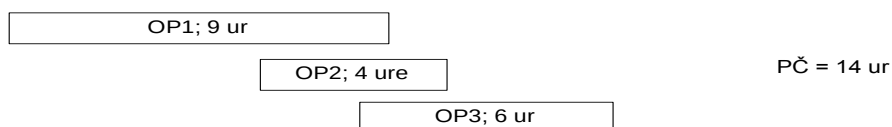


Slika 44: Prekrivanje operacij in vpliv na pretočni čas izdelka

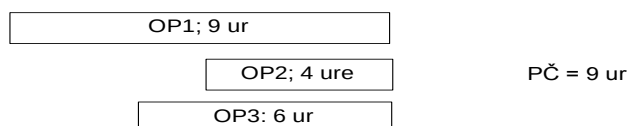
Brez prekrivanja



Prekrivanje OP1 = 3 ure, OP2 = 2 ure



Vzporedna izdelava

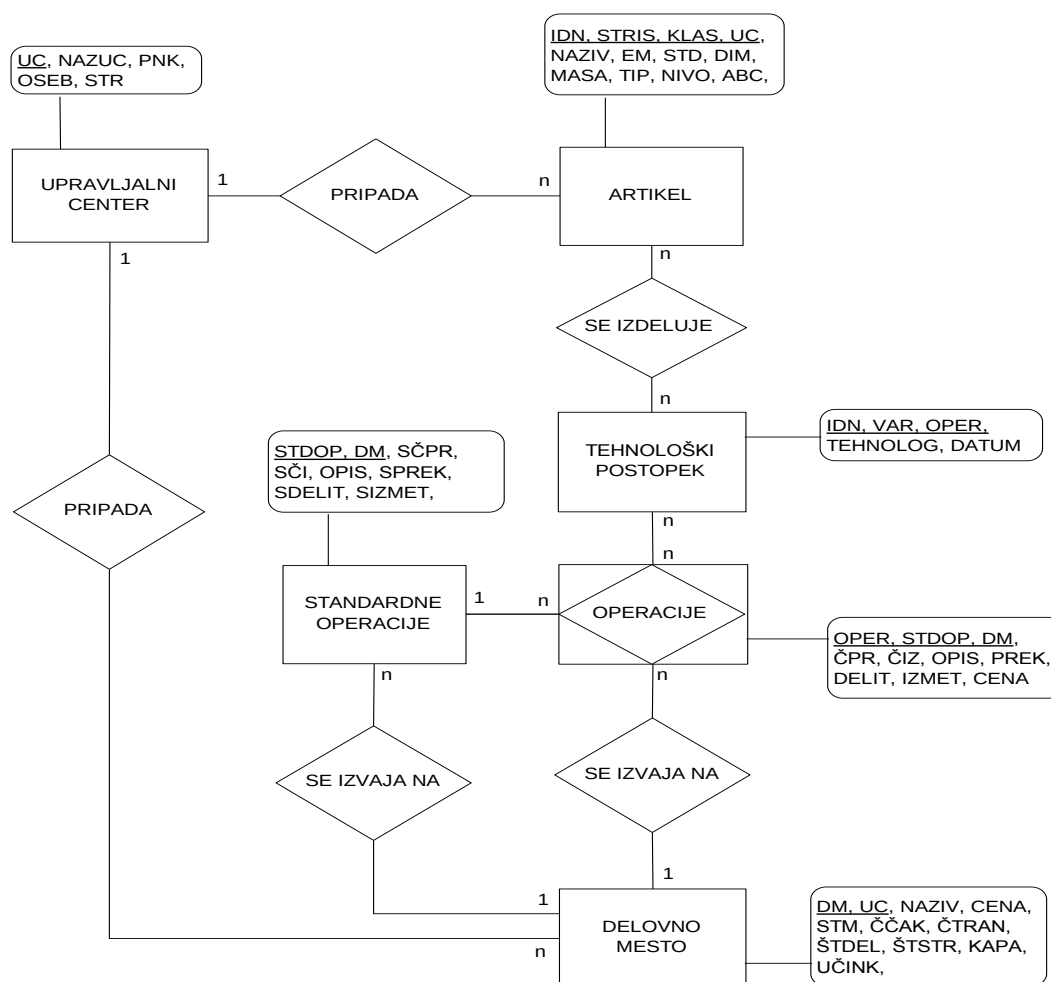


Delno ali popolno prekrivanje operacij (Slika 43) koristimo pri dolgotrajnih operacijah ali pri serijski izdelavi. Prekrivanje opredeli (Slika 44) po kolikšnem času izvajanja neke operacije se lahko prične naslednja operacija.

Tehnološki postopek dobimo s povezavo podatkov o artiklih in tehnoloških operacijah (Slika 45). Predhodno so že bili določeni podatki o upravljalnih centrih (A) in osnovni podatki artiklov (B). Za izdelavo tehnoloških postopkov pa je treba določiti: delovna mesta (C), na katerih se izvaja posamezna operacija, oznako delovnega mesta (v nadaljevanju: DM), pripadajoči upravljalni center (v nadaljevanju: UC), naziv delovnega mesta (NAZIV), vrednost dela (CENA), pripadajoče stroškovno mesto (v nadaljevanju: STM), čas čakanja (v nadaljevanju: ČČAK), čas transporta na delovnem mestu (v nadaljevanju: ČTRAN), število delavcev (v nadaljevanju: ŠTDEL), število strojev (v nadaljevanju: ŠTSTR), dnevno

kapaciteto na delovnem mestu (v nadaljevanju: KAPA) in učinkovitost delovnega mesta (v nadaljevanju: UČINK). Na podlagi poznavanja proizvodnih operacij je treba pripraviti tudi katalog standardnih operacij (D), ki je osnova za določanje tehnoloških postopkov. Opredeliti je treba: oznako standardne operacije (v nadaljevanju: STDOP), na katerem delovnem mestu se običajno izvaja (DM), standardni čas priprave (v nadaljevanju: SČPR), standardni čas izdelave (v nadaljevanju: SČI), opis operacije (v nadaljevanju: OPIS), običajno prekrivanje operacije (v nadaljevanju: SPREK), običajna delitev (v nadaljevanju: SDELIT) in običajen izmet (v nadaljevanju: SIZMET) na operaciji. Ko so določena delovna mesta in standardne operacije, se lahko izdelata tehnološki postopek (F), ki na artiklu povezuje operacije in delovna mesta, na katerih se te izvajajo. Tako dobimo tehnološke operacije za artikel (E). Določiti je treba tudi zaporedje operacij (OPER) in tehnološka navodila (OPIS) (GOIFO, Projektna naloga, 1994).

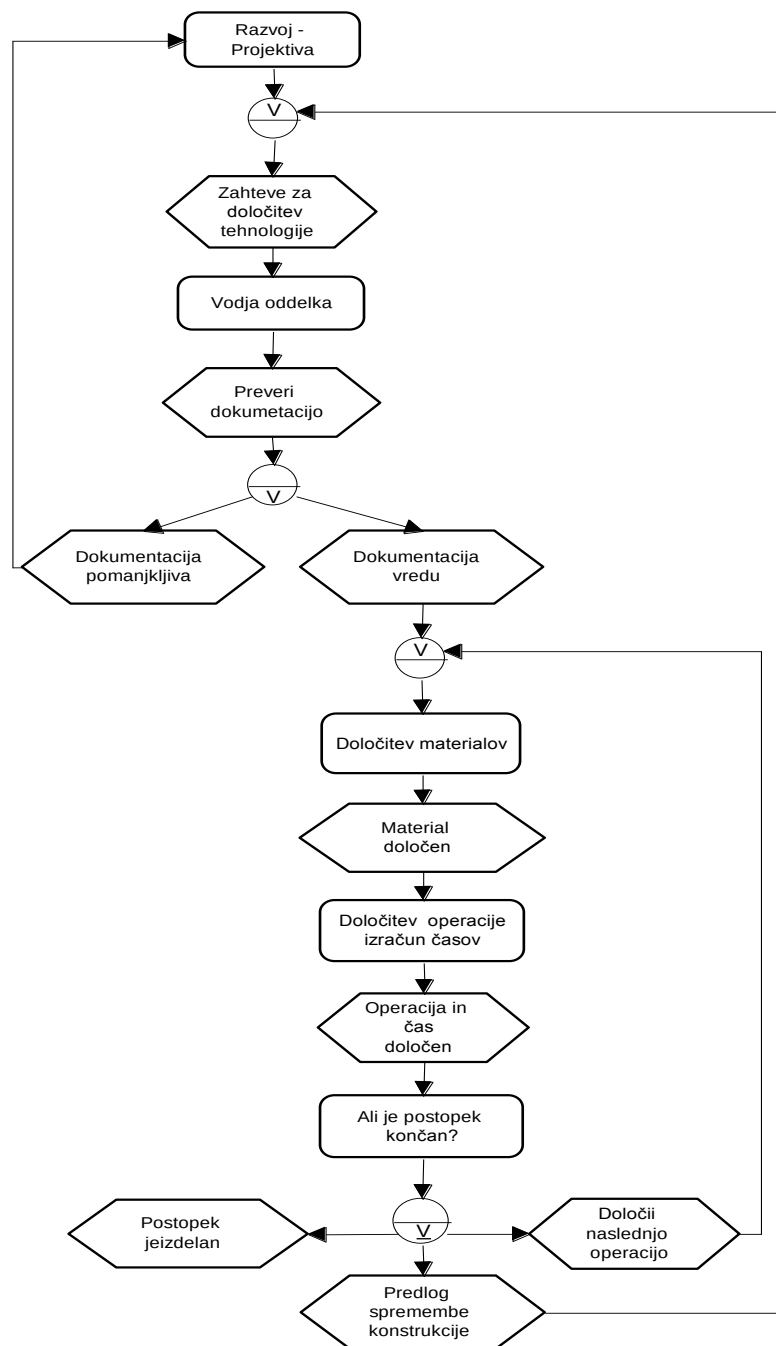
Slika 45: Relacijski model za tehnološko dokumentacijo



Konstruktivski dokumentaciji s potrjenim statusom sledi tehnološka. V tehnološkem oddelku se določi ustrezen material, nato pa se prilagodi postopek izdelave. Ko je operacija določena,

se izbere ustrezno delovno mesto in vnese podatke v bazo. Ko so vse operacije obdelane, se tehnološki postopek zaključi.

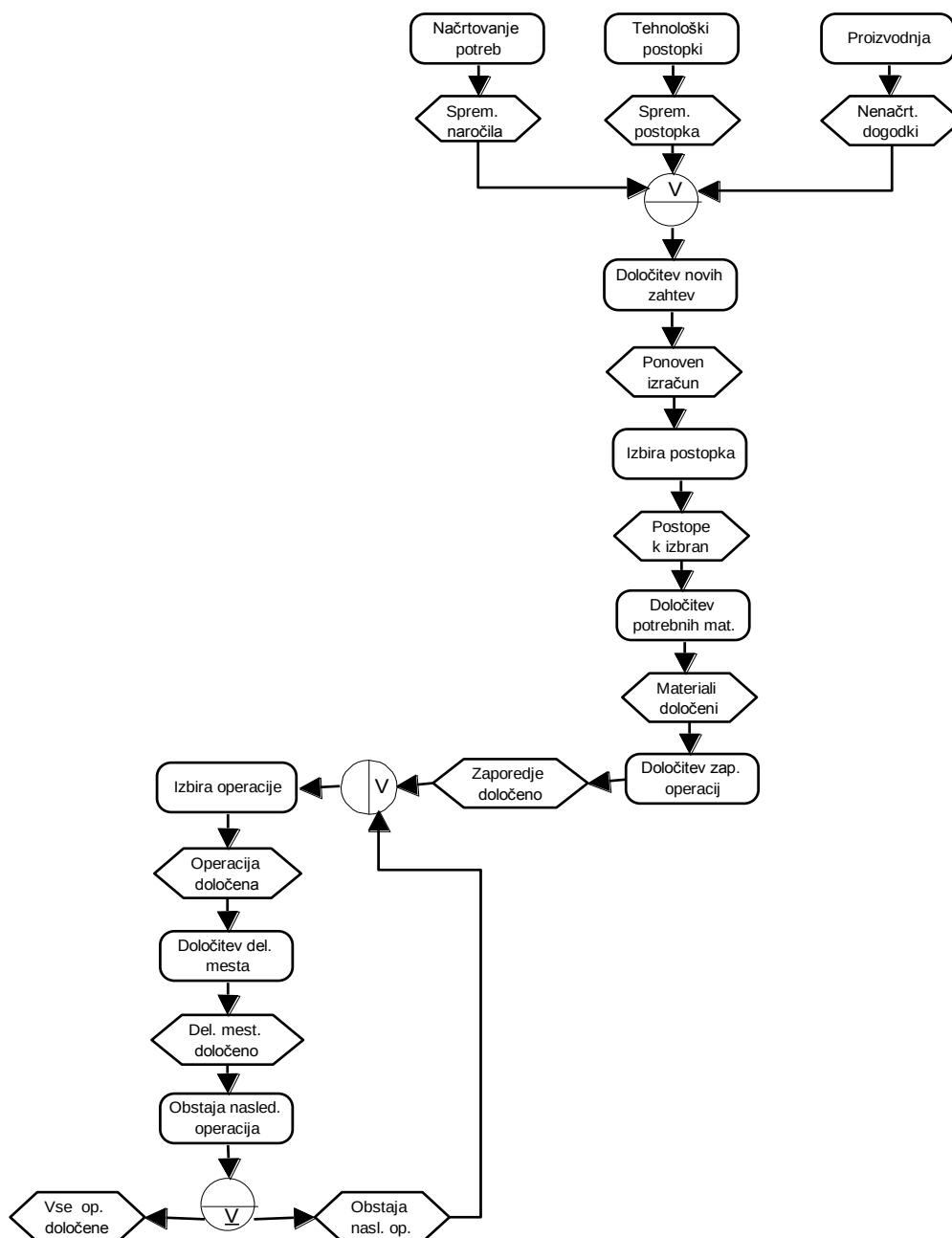
Slika 46: Diagram pretoka za tehnološko dokumentacijo



Naročila in napovedi so izhodišče za izračun začetnih in končnih datumov vseh artiklov v proizvodnji. S tem je določen začetek izvajanja operacije in število izdelkov. Za načrtovanje operacije je vzpostavljena povezava med delovnimi nalogi in tehnološkimi operacijami. V vsakem delovnem nalogu se izračunajo začetek in konec izvajanja operacije, časi priprave in

izdelave ter količine na delovnem nalogu. V diagramu poteka na Sliki 47 so prikazani dodatni dogodki za načrtovanje proizvodnih kapacitet pri naročilih.

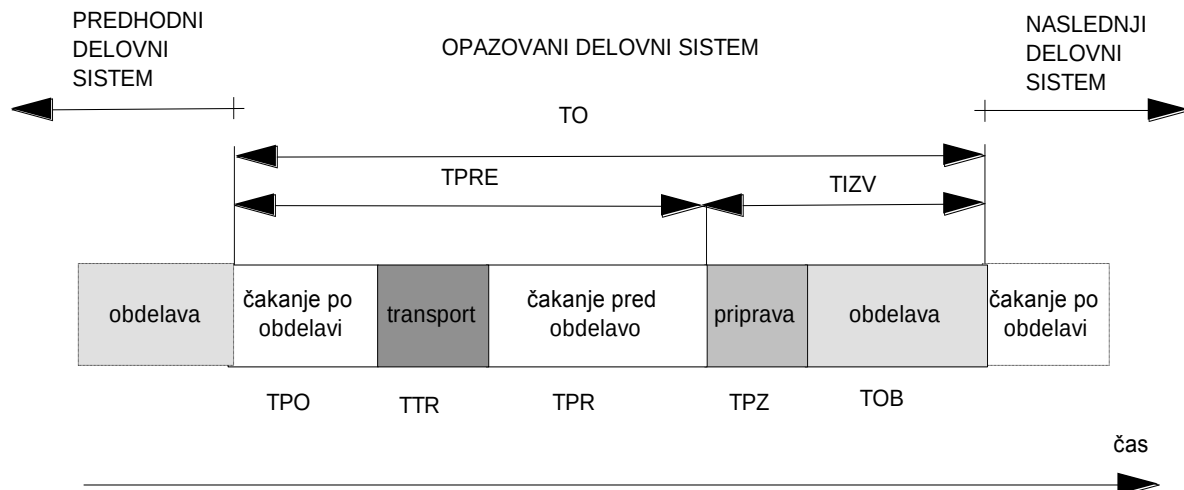
Slika 47: Diagram poteka za določanje proizvodnih operacij



Zaradi spremenjenih potreb, tehnologije ali nenačrtovanih dogodkov v proizvodnji je potrebno ponovno načrtovati operacije. To pomeni, da je na ravni operacije in zasedenosti proizvodnih kapacitet potreben nov načrt proizvodnje. Vsak delovni nalog ima opredeljene postopke in materialne vire.

Pretočni čas operacije sestoji iz časa čakanja po zaključku predhodne operacije, časa transporta, časa čakanja na delovnem mestu pred izvedbo operacije, časa priprav in časa obdelave (Slika 48).

Slika 48: Pretočni čas operacije



Pretočni čas operacije je vsota časa prehoda (v nadaljevanju: TPRE) in časa izvedbe (v nadaljevanju: TIZV). S spreminjanjem serije, čakalnih časov in časov transporta neposredno vplivamo na pretočni čas operacije, ne vplivamo pa na obremenitev.

Prikaz obremenitev delovnih mest: obremenitev delovnih mest izdelamo na osnovi pretočnih časov, delovnih nalogov in časov izdelave. Program GoSoft obravnava delovna mesta po sistemu neomejenih kapacitet. Rezultat programa za prikaz zasedenosti proizvodnih kapacitet je grafični prikaz obremenitev posameznih delovnih mest po dnevih, tednih ali mesecih oziroma po delovnih mestih v delavnicah ali za celotno proizvodnjo. Obremenitve so lahko načrtovane in sprožene. Pregled kapacitet se prikazuje na dva načina:

- **periodično** – pregled glede na načrtovano izdelavo ponazarja dejanske obremenitve ob upoštevanju zamud;
- **kumulativno** – ta način prikaže teoretične polne obremenitve kapacitet. Obremenitve se vrstijo do zapolnitve kapacitet v periodi, ostale se prenašajo v naslednja obdobja.

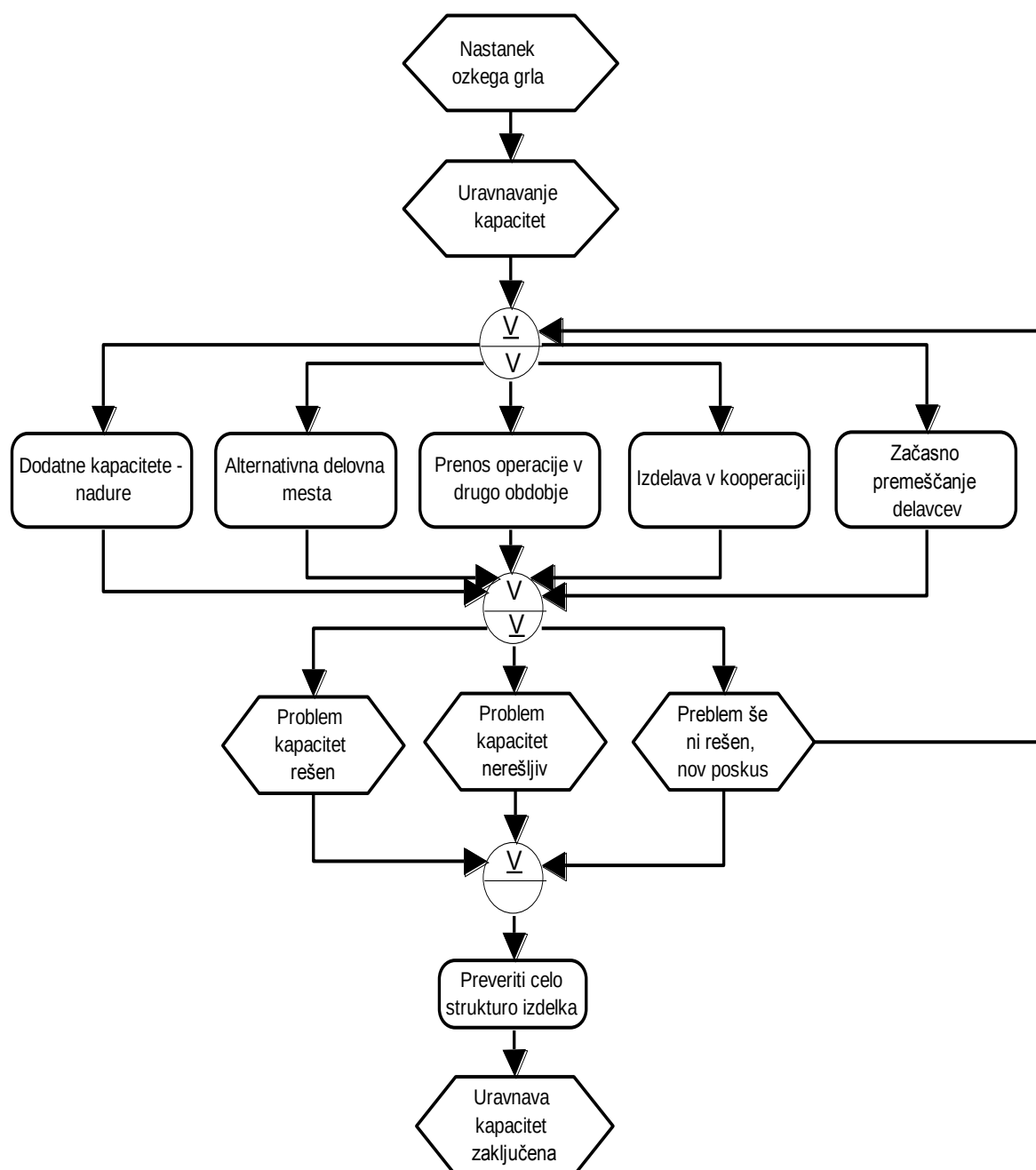
Krmiljenje operacij glede na prezasedenost delovnih mest rešujemo na naslednje načine:

- z nadurnim delom in premestitvami delavcev. Te spremembe morajo biti vnesene v podatke delovnega mesta,
- s spremembo zaporedja operacij (prenos operacij iz kritičnega obdobja v nekritično) in spremembo delovnih nalogov,

- s spreminjanjem operacij v istem obdobju, vendar na drugem delovnem mestu in/ali z boljšim postopkom in/ali načinom dela.

Krmiljenje operacij glede na kapacitete opravlja uporabnik in ne GoSoft program.

Slika 49: Diagram poteka za uravnavanje kapacitet



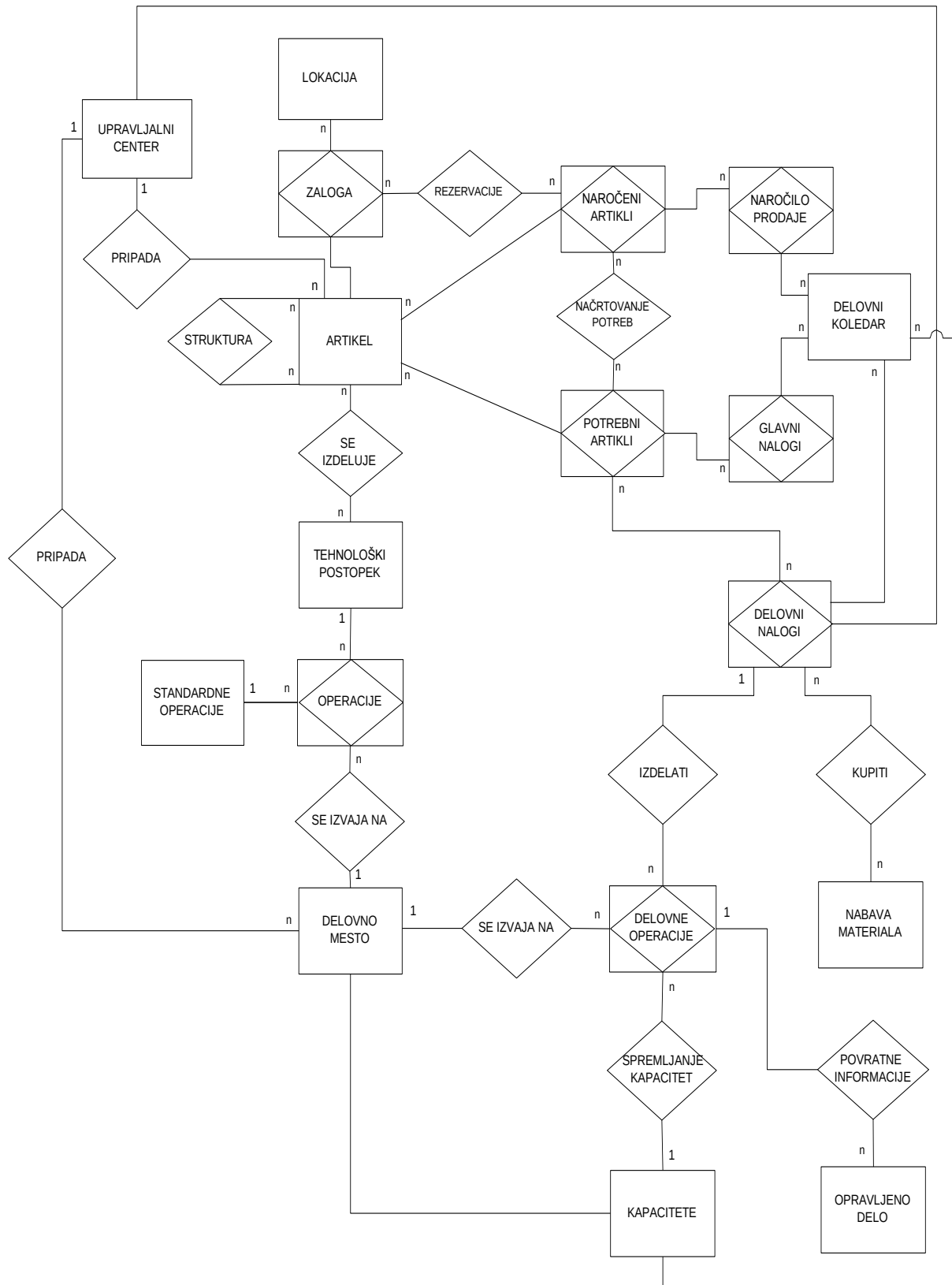
Ko načrtovalec proizvodnje zazna prezasedenost proizvodnje (Slika 49), mora hitro in pravilno ukrepati. Izbira med povečano kapaciteto, zamenjavo delovnega mesta, na katerem se bodo operacije izvajale, zamenjavo zaporedja operacij in kombinacijo teh. Učinki intervencije so:

- problem smo rešili, preveriti je treba še načrt potreb in postopek je zaključen;
- problem ni rešen, kapacitete niso zadovoljive, preveriti je treba načrtovanje potreb;
- problem ni rešen, vendar je rešljiv, poskusiti je treba še enkrat.

Delavniška dokumentacija in povratne informacije. Ko je proizvodni načrt izdelan, se v proizvodnjo odprejo delovni nalogi in ustrezna delavniška dokumentacija. Delavniška dokumentacija zajema tehnološki list in dokumente za dvig materiala iz skladišča. Na podlagi te dokumentacije se delovni nalogi izvedejo. Po zaključku operacije se vnašajo povratne informacije, ki predstavljajo zbir stroškov na posameznem nalogu in s tem na naročilu. Istočasno te informacije razbremenjujejo kapacitete. Na ta način lahko v vsakem trenutku ugotovimo, v kakšni fazi izdelave je posamezen artikel ali celo naročilo kupca.

Celovit pregled modela za načrtovanje proizvodnje. Če povežemo vse tri podatkovne modele v enega, dobimo na Sliki 50 prikazan celoten podatkovni model za proizvodni informacijski sistem. Iz modela je razvidno, da je treba najprej določiti osnovne podatke o artiklu (A, B), sledita izdelava struktur (C) in knjiženje zalog (D). Ko so ti osnovni podatki pripravljeni, določimo še delovni koledar (i) in lahko začnemo z obdelavo naročil (J) in naročenih artiklov (K). Na tej osnovi se izvedejo rezervacije naročenih artiklov (L). Če želimo spremljati tudi proizvodne operacije, je treba določiti delovna mesta (E), standardne operacije (F) ter operacije na artiklu (G) in s tem tehnološki postopek (H). Sedaj je vse pripravljeno za vnos glavnega naloga (H), na katerega dodamo potrebe iz naročil in druge potrebe (N). Potrebe se ugotavljajo na osnovi strukture artikla in povzročijo rezervacijo zalog (L) ali določitev delovnega naloga (O) za vsako potrebo v skladu s parametri. V odvisnosti od tipa artikla se generira naročilnica v nabavi (P) ali operacije za izdelavo artiklov v proizvodnji (R). Operacije povzročijo zasedenost kapacitet (S) po delovnih mestih, povratne informacije o opravljenem delu pa zmanjšujejo zasedenost proizvodnih kapacitet in na ta način omogočajo stalen nadzor nad zasedenostjo proizvodnje in učinkovitostjo (GOINFO, Projektna naloga, 1994).

Slika 50: Relacijski model celega proizvodnega sistema



7 UVEDBA PROGRAMA GOSOFT MRP II

Uvedba rešitve v prakso pri prehodu na nov informacijski sistem je potekala zelo gladko. Delovna skupina je s spremembami in popravki delovanja IS imela izredno malo dela. Zasluga gre predvsem ekipi GOINF-a, zaradi resnega pristopa pri vrhunski izvedbi programa. V nadaljevanju je na praktičnem primeru prikazan pregled pretoka naročila.

7.1 Pregled dogodkov od naročila do dobave izdelkov

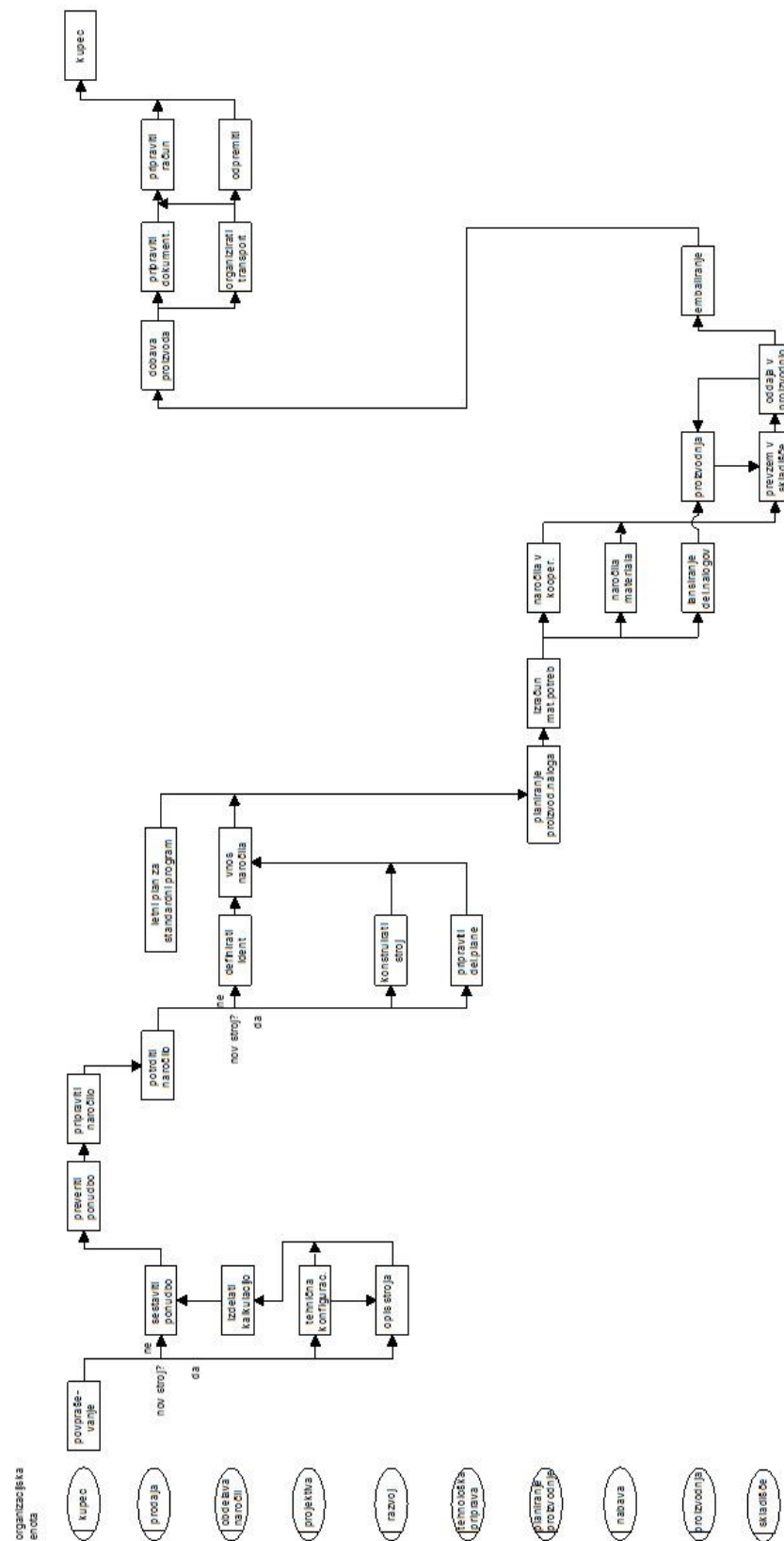
Pregled funkcij in dogodkov v podjetju GOSTOL-GOPAN d.d. (glede povpraševanja kupcev do končnega odpošiljanja izdelkov) prikazuje Slika 51. Ravno tako so prikazane odgovorne organizacijske enote, ki so zadolžene za izvršitev naloge ob določenem dogodku. Proces sproži povpraševanje kupca po določenem izdelku. V prodaji se pripravi ponudba za standardne, nove in specialne izdelke ali projekte. Zaradi pred-kalkulacije stroškov (projektiva, razvoj, prodajni kalkulant) je treba izdelati opise ter določiti tehnične podatke izdelkov.

Če je ponudba za kupca ustrezna in jo sprejme, se v prodaji začnejo aktivnosti za izdelavo naročenih artiklov. V sistem je treba vnesti naročila kupcev za standardne izdelke (identifikacija izdelka, količina in rok dobave), za nove izdelke pa je potrebna predhodna določitev strukture izdelkov in izdelava načrta (razvoj – konstrukcija) ter tehnološka obdelava vseh nastopajočih elementov v strukturi (tehnološki oddelek). Tehnološka obdelava obsega: določitev tehnoloških postopkov, obdelovalnih strojev, orodij in naprav, čas priprave in izdelave, prilagoditev potrebnega materiala tehnološkemu postopku in skrb za planske podatke artikla (pretočni časi, planski parametri, tipi artiklov ipd.).

Ko se naročila kupcev odpremiijo v proizvodnjo, se na ta način pridružijo tudi ostalim potrebam po izdelkih. S funkcijo planiranja materialnih potreb se dnevno ugotavljajo potrebe po izdelkih. Pri tem je upoštevan tudi določen letni plan za izdelavo standardnih artiklov. Natančno izračunane potrebe (roki in količine) za posamezne službe (nabava, proizvodnja, kooperacija) je rezultat te funkcije. Aktivnosti so odvisne od določenega roka izdelave. Potrebne kupljene dele priskrbijo nabavne službe, proizvodnja pa s pomočjo upravljanja operacij in spremljanja kapacitet izdelava potrebne sestavne dele in na skladišče odda polizdelke kot tudi naročene izdelke. Kosovnice so osnova za vse te aktivnosti in so v nadaljevanju predstavljene na primeru.

Embaliranje izdelkov je zadnja proizvodna faza, temu sledi ponovna selitev aktivnosti v prodajne službe, ki poskrbijo za dobavo izdelka, potrebno dokumentacijo za kupca in transport.

Slika 51: Pretok naročila in določitev podatkov



7.2 Konstrukcijsko-tehnološka dokumentacija

V tem delu so na podlagi informacijskega sistema GoSoft-MRP podrobno opisane aktivnosti v konstrukcijsko-razvojnem oddelku. Bistvo se nanaša na izdelavo kosovnic in na določanje podatkov izdelkom in polizdelkom. Aktivnosti se začnejo v konstrukciji na zahtevo komercialne oz. marketinga (dejanska naročila oz. predvidevanja). Pojavi se lahko tudi potreba oddelka po projektiranju večjih objektov oziroma kot razvojna naloga za izboljšanje izdelkov. To je razvidno iz Slike 52. Razvojna komisija lahko na podlagi zahteve razvoj ustavi z dodatnim definiranjem zahtev ali pa odobri razvoj novega izdelka.

Izdelava dokumentacije se začne z odobritvijo razvoja nekega izdelka. Najprej konstruktorji izdelajo načrte (delavniške in sestavne risbe) in jih shranijo v računalniški arhiv, da bi bili dosegljivi vsem uporabnikom informacijskega sistema. Sledi izdelava kosovnice po modulih, s predhodnim določanjem matičnega (osnovnega) podatka za vse sestavne dele, ki nastopajo v kosovnici. Če v podatkovni bazi že obstajajo zapisi, se takšni sestavni deli lahko uporabijo v kosovnici, v nasprotnem primeru pa je potreben vnos podatkov. Konstruktorji sami določajo podatke o polizdelkih in izdelkih. Služba za standardizacijo v sodelovanju z odgovornim konstruktorjem določi podatke za kupljene, standardne dele (ležaji, motorji, gonila, vijaki, materiali itd.), da ne bi prišlo do prevelikega števila podobnih sestavnih delov. Tako se zagotovi uporaba enakih elementov v različnih izdelkih.

Vnos modularne kosovnice se začne, ko so vsi osnovni podatki sestavnih delov določeni. Ko so kosovnice končane, razvojna komisija pregleda dokumentacijo. Nato sprejme eno izmed možnosti: ali se prične z izdelavo prototipa ali pa je pri razvoju izdelka potrebna še dopolnitev (z zahtevami oziroma s funkcijskimi zahtevami).

Po prototipu se odpravijo tehnološke (vezano na delovanje artikla), konstrukcijske in proizvodne napake (ustreznost tehnologije izdelave). Po vnesenih spremembah se izdelek izdelava v redni proizvodnji v seriji 5 kosov (ničta serija), kjer se tehnološko preizkusi še redna proizvodnja.

Informacijski sistem GoSoft uporabnikom omogoča: pregled vseh osnovnih podatkov sestavnih delov, polizdelkov in izdelkov, risb in različne oblike kosovnic (modulna, strukturna, zbirna), strukturo vgradnje. Različne oblike kosovnic, podatki v kosovnici in načrt so prikazani v primeru. Kosovnice predstavljajo osnovo za načrtovanje proizvodnje, izdelave predkalkulacije cen izdelkov, izdelavo sestavnih delov in montažo izdelkov.

Primer je izdelan za sklop posipalo make.

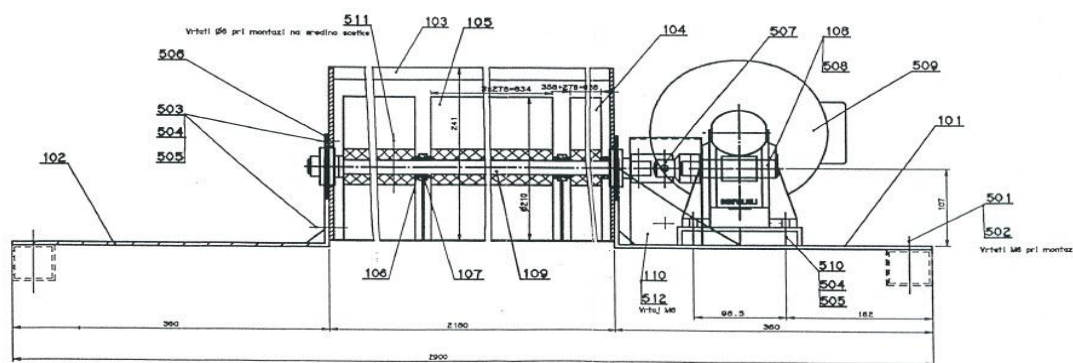
[illegible]

85

Nove naloge za nabavo ali izdelavo potrebnih artiklov povzročijo ostali artikli, ki nimajo zaloge. Kot primer lahko prikažemo artikel z identifikacijsko številko 276079 – »Nosilec«. Temu artiklu je izračunana potreba za 5 kosov in povzroči nastanek naloga DN 87600101 za količino 5 kosov. Vsi parametri naročanja so enaki 0, ker mora biti količina naloga enaka količini potrebe. Razgradnja poteka do zadnjega nivoja (material), kar je na sliki prikazano s črticami.

Na podoben način je izdelan proizvodni načrt za kompletno strukturo v realni proizvodnji. Upoštevajo se vse potrebe, ki nastopajo v proizvodnji. Za take primere se nalogi združujejo; prepletajo se tudi potrebe različnih naročil in izdelkov.

Slika 53: Sestavna risba sklopa



86

Slika 54: Modularna kosovnica

GoSoft - MRP		MODULARNA KOSOVNICA II		Datum: 17/07/2002	
GOSTOL-GOPAN d.o.o.				Stran: 1	
5000 Nova Gorica		Sortni ključ: Ident sestavnega dela		Report: 302-Kosovnica modulna 2	
Artikel: 276076 POSIPALO MOKE		Stand./Risba: 307320600000		EM : KOS	
Ident	Poz	Naziv artikla	Stand./Št.risbe	Količina EM	Za Zad.Spr.
022005	501	VIJAK	M 6X 15 8.8 GAL ZN	DIN 933	4,000 KOS
022012	503	VIJAK	M 8X 20 8.8 GAL ZN	DIN 933	10,000 KOS
022025	510	VIJAK	M 8X 30 8.8 GAL ZN	DIN 933	4,000 KOS
022124	512	VIJAK	M 6X 10 8.8 GAL ZN	DIN 912	2,000 KOS
022672	505	PODLOŽKA	A 8 GAL ZN	DIN 125	14,000 KOS
022709	502	PODLOŽKA	B 6 GAL ZN	DIN 127	4,000 KOS
022992	511	ZATIČ ELASTIČNI	6X 40	DIN 1481	9,000 KOS
023117	508	MOZNIK	A 8X 7X 70	DIN 6885	1,000 KOS
030607	504	MATICA	M 8 5 GAL ZN	DIN 982	14,000 KOS
174775	106	DISTANČNIK		057310300300	8,000 KOS
174794	107	PUŠA		057310301400	2,000 KOS
200537	509	GONILO	VF 49 A 36 P71 B14 B3		1,000 KOS
213378	507	ZGLOB KRIŽNI	E 20X40-G	DIN 808	1,000 KOS
213438	506	ENOTA LEŽAJNA	UBPFL 204 (NSK)		2,000 KOS
237202	108	GREJ		300452000300	1,000 KOS
276078	101	NOSILEC REDUKTORJA		307320600100	1,000 KOS
276079	102	NOSILEC		307320600200	1,000 KOS
276080	103	KORITO		307320600300	1,000 KOS
276124	104	ŠČETKA φ 210 X 358		307320600400	2,000 KOS
276125	105	ŠČETKA φ 210 X 278		307320600500	5,000 KOS
276126	109	OS		307320600600	1,000 KOS
276127	110	ŠČITNIK KARDANA		307320600700	1,000 KOS

*** Konec kosovnice

*** Konec kosovnice

Vir: GOSTOL-GOPAN, Tehnična mapa izdelka 30732-06-00, 2002.

Na Sliki 55 je strukturna kosovnica, ki prikazuje celotno strukturo izdelka. Dodan je »nazobčan« prikaz zapisov za lažje razumevanje ravni vgradnje in nekaterih dodatnih podatkov.

Slika 55: Strukturna kosovnica

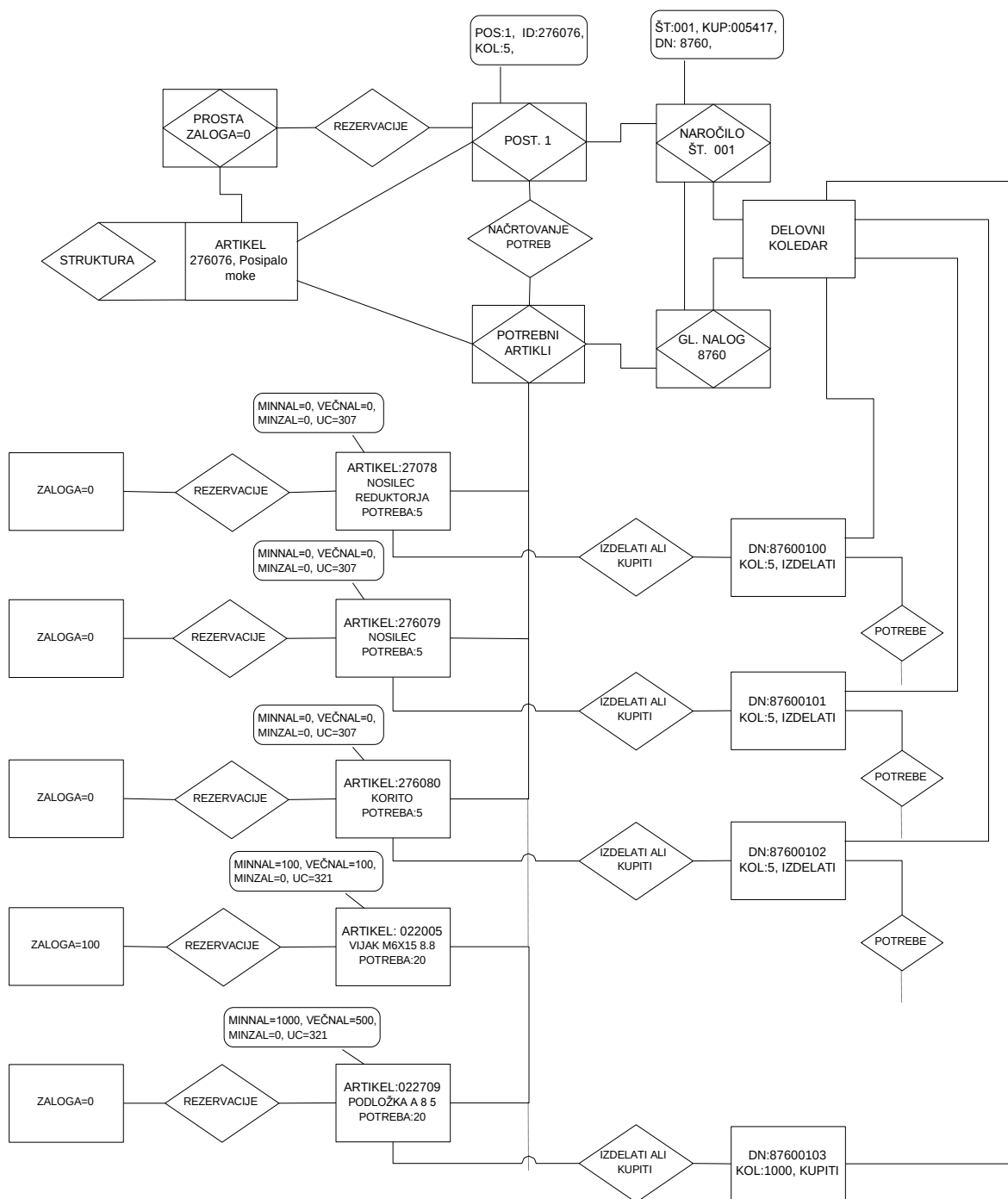
GoSoft - MRP		STRUKTURNA KOSOVNICA		Datum: 17/07/2002	
GOSTOL-GOPAN d.o.o.		Stand./Št.risbe : 30732-06-000-00		Stran: 1	
5000 Nova Gorica		Report: G-307-Struktura			
Artikel: 276076 POSIPALO MOKE		EM : KOS			
Ident	V Poz Naziv artikla	Stand./Št.risbe	VG TS	N Center Klasif	Količina EM Za Spr.
..276078	101 NOSILEC REDUKTORJA	30732-06-001-00		2 307 49	1,000 KOS 1 6354
..238151	101 PLOČEVINA NOSILNA	30045-20-005-01		1 307 42	1,000 KOS 1 6499
..013225	601 PLOČEVINA	DIN 1543		0 312 20	0,020 M2 1
..013225	602 PLOČEVINA	DIN 1543		0 312 20	0,135 M2 1 6499
..276079	102 NOSILEC	30732-06-002-00		2 307 49	1,000 KOS 1 6354
..013225	602 PLOČEVINA	DIN 1543		0 312 20	0,135 M2 1 6499
..276080	103 KORITO	30732-06-003-00		2 307 49	1,000 KOS 1 6354
..276081	101 ŽLEB	30732-06-003-01		1 307 49	1,000 KOS 1 6499
..164926	601 PLOČEVINA S FOLIJO	DIN 59382		0 312 20	1,500 M2 1 6499
..276123	102 PLOČEVINA STRANSKA	30732-06-003-02		1 307 49	2,000 KOS 1 6499
..013225	601 PLOČEVINA	DIN 1543		0 312 20	0,050 M2 1 6499
..182644	103 PUŠA NOSILNA	05713-18-001-02		1 307 40	2,000 KOS 1 6499
..201816	601 JEKLO OKROGLA	DIN 671		0 312 20	0,020 M 1 S
..164922	601 PLOČEVINA S FOLIJO	DIN 59382		0 312 20	0,005 M2 1 S
..276124	104 ŠČETKA φ 210 X 358	30732-06-004-00		1 307 49	2,000 KOS 1 6354
..023707	601 PALICA OKROGLA			0 321 22	0,360 M 1 6393
..276125	105 ŠČETKA φ 210 X 278	30732-06-005-00		1 307 49	5,000 KOS 1 6354
..023707	601 PALICA OKROGLA			0 321 22	0,280 M 1 6393
..174775	106 DISTANČNIK	05731-03-003-00		1 307 49	8,000 KOS 1 6354
..023743	601 PALICA OKROGLA			0 321 22	0,010 M 1
..174794	107 PUŠA	05731-03-014-00		1 307 49	2,000 KOS 1 6354
..164110	601 PALICA OKROGLA			0 321 22	0,015 M 1
..237202	108 GREJ	30045-20-003-00		1 307 40	1,000 KOS 1 6354

Vir: GOSTOL-GOPAN, Tehnična mapa izdelka 30732-06-00, 2002.

7.4 Izračun materialnih potreb za vzorčni izdelek

Za primer je prikazan relacijski model (Slika 56) načrtovanje materialnih potreb za naročilo 001 za pet kosov izdelka »Posipalo moke« ob predpostavki, da na zalogi ni polizdelkov in materiala, razen vijaka M6x15.

Slika 56: Primer relacijskega modela za načrtovanja materialnih potreb



SKLEP

IS je postal eden izmed najpomembnejših gradnikov v podjetjih. Iz zgodovine razvoja dogodkov vidimo, da z leti pridobiva na pomenu in zajema vedno večji obseg delovanja, se izpopolnjuje, dopolnjujejo pa se tudi sistemi. V preteklosti je IS izhajal zgolj kot pomagalo pri vodenju proizvodnje, medtem ko sedaj prevzema vlogo moderatorja v podjetjih.

Leta 1994 je bil v podjetju GOSTOL d.d. za vodenje poslovnih procesov v proizvodnih podjetjih izdelan in uveden IS. Idejno zasnovo smo podali uporabniki, **sam pa sem izdelal zasnovo tehnične dokumentacije in sem soavtor projektne naloge programa GoSoft in slik, navedenih v magistrski nalogi iz vira Projektna naloga GoSoft, 1994.** Strokovnjaki računalniškega centra avtomatske obdelave podatkov (kasneje Goinfo d.d.) so projektno nalogo tehnično ovrednotili in razvili na njeni podlagi program GoSoft. Poudarek informacijskega sistema je na funkcijah za obvladovanje tehničnih informacij in načrtovanje proizvodnje po načelu MRP II. Program opravlja vse osnovne funkcije informacijskega sistema in njihove povezave. Omogoča natančno načrtovanje potreb in spremljanja proizvodnje. Osnova za dobro delovanje celotnega sistema so vsekakor kosovnice in načrtni parametri artiklov. Kosovnice so poleg risbe osnovni dokument za definicijo izdelka ter prikazujejo natančno strukturo polizdelkov in izdelkov. Glavni modul informacijskega sistema je »načrtovanje materialnih potreb«, ki na osnovi kosovnic, trenutnih zalog, načrtnih parametrov in potreb po končnih izdelkih omogoča izračun potrebnih polizdelkov in materialov za uspešno dokončanje celotnega proizvodnega načrta (s tem tudi naročil komerciale). Izvaja natančen izračun potrebnih količin in terminov za vsak element v proizvodnem procesu. Modul za spremljanje proizvodnih kapacitet in krmiljenje operacij se določi na osnovi predpisanih tehnoloških postopkov, načrt dela pa po delovnih mestih. Omogoča pregled zasedenosti proizvodnih kapacitet in na tej osnovi krmiljenje operacij.

GoSoft MRP II je v zadnjih 22 letih opravičil svojo vlogo. Obstoječi IS GoSoft-MRP trenutno uporablja okoli 300 podjetij v Sloveniji, na Hrvaškem, v Srbiji, Bosni in Hercegovini ter Makedoniji. Uporabljajo ga v strojogradnji, kovinsko-predelovalni, lesni, elektrotehniški in tekstilni industriji ter v javnih zavodih, zlasti v bolnišnicah. Primeren je za vse tiste proizvodnje, ki na osnovi znanih struktur načrtujejo materialne potrebe. Manj primeren je za posamično proizvodnjo po projektu, najbolje pa se obnese v maloserijski ponavljajoči se proizvodnji. Pri ocenjevanju koristi po uvedbi programa GoSoft MRP II smo zabeležili zmanjšanje št. zaposlenih, zmanjšanje oddaje del v kooperacijo ter povečanje razpoložljivosti proizvodnje za 20%. Treba je upoštevati, da na ocenjevanje koristi vpliva veliko dejavnikov, ki vplivajo na našo presojo (Remenyi e tal., 2000, str. 71). Prisotno je nesorazmerje med podcenjevanjem stroke in precenjevanjem koristi (Hugbin, 1994, str. 93).

LITERATURA IN VIRI

1. Alter, S., (1992). *Information systems a management perspective*. New York: Addison-Wesley Publishing Company.
2. ARIS. (2009). *Enterprise Methodologies*. Najdeno 3. junija na spletnem naslovu <http://pera.net/Methodologies/ARIS/ARIS.html>
3. Balič, J., (2000). *Prilagodljivi obdelovalni sistemi*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.
4. Chen, D., & Doumeingts, G., (1992). *GIM-GRAI Integrated Methology*. France: University Bordeaux.
5. Fidler, C., & Rogerson, S., (1996). *Strategic Managemant Support Systems*. London: Pitman Publishing.
6. Forrest Wave. (b.l.). *Izkušnje dobaviteljev z dobavo ERP*. Najdeno 25. marca 2016 na spletnem naslovu <https://www.forrester.com>
7. GOSTOL-GOPAN d.o.o. (2002). *Tehnična mapa izdelka Posipalo moke* (interno gradivo). Nova Gorica: GOSTOL-GOPAN d.o.o.
8. Gradišar, M., (2003). *Uvod v informatiko* (1. izdaja). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
9. Gradišar, M. in Resinovič, G., (2001). *Informatika v poslovnem okolju*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
10. Hercog, Vujica, N., (2005). *Proizvodni sistemi-raziskovalno delo*. Maribor: Strojna fakulteta.
11. Hercog, Vujica, N., (2000). *Uporaba referenčnih arhitektur pri gradnji informacijskega podjetja*. Ljubljana: Strojni vestnik.
12. Hugbin, G., & Thomas, D., (1994). *Investinh information Technology*. Cambrige: IBM.
13. Jovan, V., (2002). *The specifics of production schelduling in proces manufacturing*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
14. Kovačič, A. & Viter, M., (1994). *Načrtovanje in gradnja informacijskih sistemov*. Ljubljana: DZS.
15. Lipovec, F., (1988). *Razvita teorija organizacije*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
16. Ljubič, T., (2006). *Operativni management proizvodnje*. Kranj: Založba moderna organizacija.
17. O`Grady, P. J., (1988). *Putting the just in time philosophy into practice*. London: Kogan Page Ltd.
18. Persentili, E. & Alpetekin, E., (2000). *Product Flexibility in Selecting Manufacturing Planning and Control Strategy*. ZDA: International Journal of Production Resurce.
19. Petri, A., (1962). *Petrijeve mreže* (doktorska naloga). Bonn: Darmstadt University of Technology.
20. Pipan, S., (1994). *Tehnično poročilo*. Nova Gorica: Gostol-Gopan d.o.o.
21. Pipan, S., Vendramin, I., Terpin, Z., & Zgonik, D., (1994). *Projektna naloga IS Gosoft*. Nova Gorica: Ginfo.
22. Polajnar, A., (2001). *Inženirske kalkulacije*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.

23. Polajnar, A., in Buchmeister, B., (2000). *Priprava proizvodnje za delo v praksi*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.
24. Rathwell, G., (2006). *Setting the Stage for Integration of MES & ICD Systems*. ISA 95.
25. Remenyi, D., Money, A. in Smith, M., (2000). *The Effective Measurement and Management of IT Cost and Benefit*. Oxford: Batterworth-Heinmann.
26. Rozman, R., (2001). *Analiza in oblikovanje organizacije*. Kranj: Ekonomska fakulteta.
27. Scheer, A. W., (1998). *Business Process Engineering Reference Models for Industrial Enterprises*. Berlin:Springer Verlag.
28. Silva, M., & Teruel, E., (1997). Petri nets for the design and operation of manufacturing systems. *European Journal of Control*. vol 3(3), str. 163-252.
29. Shelly, G. B. in Rosenblatt, H. J., (2011). *System Analysis and Design* (9. izdaja). Boston: Course Technology.
30. Terpin, Z., (2005). *Načrtovanje integriranega informacijskega sistema za proizvodnjo* (magistrsko delo). Maribor: Fakulteta za strojništvo.
31. Turban, E., McLeon. E&Weherbe J. (2002). *Information Technology for Management: Transforming business in the digital economy* (3. izdaja). ZDA: John Wiley & Sons, Inc.
32. Vidmar, D., (2015). *Uspeti z digitalno preobrazbo podjetja*. Ljubljana: Mikrosloft Slovenija.
33. Vintar, M., (1996). *Informatika*. Ljubljana: Fakulteta za upravo.
34. Wallace, T., & Kremzar, M., (2001). *ERP marketing it happen*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
35. Williams, T., (1994). *Pera and Geram enterprise reference architectures in enterprise integration*. Potter Center: Purdue University.