

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

SPECIALISTIČNO DELO

SEBASTJAN ZUPAN

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

SPECIALISTIČNO DELO

**Analiza informacijske podpore planiranja
proizvodnje v podjetju Lip Bled**

Ljubljana, junij 2007

SEBASTJAN ZUPAN

IZJAVA

Študent Sebastjan Zupan izjavljam, da sem avtor tega specialističnega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Boruta Rusjana in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo specialističnega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 22. 6. 2007

Podpis: _____

KAZALO VSEBINE

| | Stran |
|--|-------|
| 1 Uvod..... | 1 |
| 2 Opredelitev proizvodnje in planiranja proizvodnje..... | 4 |
| 2.1 Izhodišča za opredelitev planiranja..... | 4 |
| 2.2 Opredelitev proizvodnje..... | 5 |
| 2.3 Planiranje proizvodnje..... | 6 |
| 2.3.1 Problemi planiranja proizvodnje..... | 8 |
| 2.4 Ravni planiranja proizvodnje..... | 9 |
| 2.5 Strateško planiranje..... | 10 |
| 2.6 Planiranje proizvodnih virov..... | 11 |
| 2.7 Agregatno planiranje..... | 11 |
| 2.8 Operativno planiranje..... | 13 |
| 2.9 Grobo planiranje zmogljivosti..... | 16 |
| 2.10 Planiranje materialnih potreb – MRP..... | 17 |
| 2.10.1 Opredelitev MRP..... | 17 |
| 2.10.2 Vhodni podatki MRP..... | 18 |
| 2.10.3 Izhodni podatki MRP..... | 19 |
| 2.10.4 MRP postopek..... | 19 |
| 2.10.5 Prednosti in slabosti MRP..... | 20 |
| 2.10.6 Planiranje potreb po kapacitetah..... | 22 |
| 2.10.7 MRP z zaprto zanko..... | 22 |
| 2.10.8 Planiranje materialnih potreb in sredstev proizvodnje – MRPII..... | 23 |
| 2.11 Podrobno planiranje proizvodnje..... | 25 |
| 2.11.1 Razvrščanje z upoštevanjem omejenih kapacitet virov..... | 25 |
| 2.12 Potrebni podatki za planiranje proizvodnje..... | 28 |
| 2.12.1 Podatki o sestavnih delih..... | 28 |
| 2.12.2 Podatki o strukturi izdelka..... | 29 |
| 2.12.3 Proizvodni postopek..... | 30 |
| 2.12.4 Podatki o proizvodnih sredstvih, delovnih mestih in izdelavnih strukturah..... | 32 |
| 3 Informacijski sistem..... | 32 |
| 3.1 Proizvodni informacijski sistem..... | 33 |
| 3.2 Prednosti in slabosti planiranja proizvodnje s podporo proizvodnega informacijskega sistema..... | 35 |
| 3.3 Planiranje in informacijska arhitektura proizvodnega podjetja..... | 37 |
| 3.3.1 Sistemi ERP..... | 40 |
| 3.3.2 Sistemi MES..... | 43 |
| 3.3.2.1 Razvrščevalniki..... | 44 |
| 3.3.3 SCADA..... | 45 |
| 3.3.4 CAD/CAM..... | 45 |
| 3.3.5 Tehnologija APS..... | 46 |
| 3.4 Spremljanje proizvodnje..... | 47 |
| 4 Predstavitev podjetja LIP Bled..... | 49 |
| 4.1 Profitni center PC Notranja vrata..... | 50 |
| 4.2 Informacijska arhitektura v Lip Bled..... | 51 |
| 4.2.1 Intranet..... | 52 |
| 4.2.2 Direktorski informacijski sistem QlikView..... | 53 |
| 4.2.3 Poslovno informacijski sistem ERP Kopa..... | 53 |
| 4.2.3.1 Pregled uvajanja ERP Kopa..... | 55 |
| 4.2.4 MES i4PROS in Preactor APS..... | 56 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.2.5 | SCADA | 56 |
| 4.3 | Organiziranost informatike | 56 |
| 5 | Planiranje proizvodnje v podjetju Lip Bled | 57 |
| 5.1 | Službe za pripravo proizvodnje..... | 57 |
| 5.1.1 | Služba tehnološke priprave proizvodnje | 57 |
| 5.1.2 | Služba operativne priprave proizvodnje..... | 57 |
| 5.2 | Zagotavljanje matičnih podatkov | 58 |
| 5.2.1 | Odpiranje novih šifer proizvodov | 58 |
| 5.2.2 | Sestavnice..... | 59 |
| 5.2.3 | Tehnološki postopki | 60 |
| 5.2.4 | Kapacitete..... | 62 |
| 5.2.5 | Ostali osnovni podatki o artiklih | 63 |
| 5.3 | Strateško planiranje proizvodnje | 63 |
| 5.4 | Agregatno planiranje proizvodnje | 64 |
| 5.5 | Operativno planiranje proizvodnje..... | 64 |
| 5.5.1 | Potrijevanje internih naročil | 65 |
| 5.5.2 | Prenos internih naročil v plan..... | 67 |
| 5.5.3 | Oblikovanje delovnih nalogov in lansiranje plana..... | 68 |
| 5.5.3.1 | Razpis proizvodne dokumentacije | 70 |
| 5.5.3.2 | Ugotavljanje materialnih potreb..... | 71 |
| 5.6 | Podrobno planiranje | 73 |
| 5.6.1 | Spremljanje realizacije proizvodnje | 73 |
| 6 | Pomanjkljivosti sistema planiranja in predlogi izboljšav..... | 75 |
| 6.1 | Proces grobega planiranja proizvodnje | 75 |
| 6.1.1 | Vnos internih naročil za objektne posle | 76 |
| 6.2 | Proces podrobnega planiranja proizvodnje | 76 |
| 6.3 | Vzdrževanje matičnih podatkov | 77 |
| 6.4 | Ugotavljanje materialnih potreb..... | 77 |
| 6.5 | Natančnost podatkov | 78 |
| 6.6 | Integracija sistemov..... | 78 |
| 7 | Sklep..... | 79 |
| 8 | Literatura..... | 80 |
| 9 | Viri | 82 |

| SEZNAM SLIK | Stran |
|--|-------|
| Slika 1: Ravni planiranja proizvodnje in kapacitet | 9 |
| Slika 2: Povezanost strateškega planiranja proizvodnje z drugimi strategijami, politikami in odločitvami..... | 11 |
| Slika 3: Proces operativnega planiranja | 14 |
| Slika 4: Diagram MRP z zaprto zanko..... | 23 |
| Slika 5: Tipičen MRP II sistem in njegovi moduli..... | 24 |
| Slika 6: Arhitektura integriranega informacijskega sistema | 38 |
| Slika 7: Arhitektura strojne in sistemske programske opreme informacijskega sistema za planiranje in vodenje proizvodnje | 40 |
| Slika 8: Tipični ERP..... | 41 |
| Slika 9: Razvoj ERP..... | 42 |
| Slika 10: Primer razvrševalnika Preactor | 44 |
| Slika 11: Organizacijska shema Lip Bled | 50 |
| Slika 12: Organizacijska shema profitnega centra Notranja vrata | 51 |

| | |
|--|----|
| Slika 13: Informacijska arhitektura v Lip Bled | 52 |
| Slika 14: Primer sestavnice za krilo | 60 |
| Slika 15: Primer postopka | 61 |
| Slika 16: Vrste in hierarhija kapacitet v ERP Kopa | 62 |
| Slika 17: Hierarhija kapacitet | 63 |
| Slika 18: Diagram procesa realizacije kupčevega naročila | 66 |
| Slika 19: Postopek potrjevanja internih naročil in prepis v plan | 67 |
| Slika 20: Izračun časov po MRP metodi | 70 |
| Slika 21: Primer izpisa za pregled materialnih potreb | 72 |

SEZNAM TABEL

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Značilnosti različnih proizvodnih procesov | 6 |
| Tabela 2: Točnost zalog v skladiščih materialov v podjetju Lip Bled ob inventurah narejenih v letu 2006 | 78 |

SEZNAM PRILOG

| | |
|---|--|
| Priloga 1: Slovar tujih izrazov in okrajšav | |
| Priloga 2: Primer SCADE v podjetju Lip Bled na liniji ISE | |
| Priloga 3: Primeri klasifikacij | |
| Priloga 4: Proces agregatnega planiranja | |
| Priloga 5: Forma za potrjevanje internih naročil | |
| Priloga 6: Primer delovnega lista za oddelek Montaža | |
| Priloga 7: Izpis realizacije proizvodnje | |

1 *Uvod*

Podjetja se pri poslovanju srečujejo s številnimi spremembami in so vedno bolj izpostavljena globalizacijskim pritiskom in konkurenčnemu boju na trgu. Tržne razmere silijo podjetja, da razmišljajo o načinu poslovanja, pri katerem ima informacijska tehnologija bistveno vlogo. Tudi v lesni industriji so se v zadnjih nekaj letih zgodile dramatične spremembe. Izzivi, s katerimi se srečuje podjetje Lip Bled, so povezani s stalnim krajšanjem dobavnih rokov, stalnim zniževanjem cen, zmanjševanjem stroškov, večanjem produktivnosti, veliko fleksibilnostjo podjetja in učinkovitim planiranjem proizvodnje. Podjetje je moralo preoblikovati proizvodnjo iz masovne proizvodnje v naročniško. Za to, da podjetje svoj položaj na trgu lahko obdrži in ga celo še izboljša, je nujna dobra informacijska podpora. Vendar pa informacijska podpora sama po sebi ne more prinašati rezultatov, če je ne spremlja tudi optimizacija poslovnih procesov.

Prilagajanje podjetja ob sedANJI množici podatkov in informacij ni možno brez dobro zasnovanega informacijskega sistema, zato je načrtovanje informacijskih sistemov tudi strateško vprašanje in skladno s tem v domeni posloводства. Strateško načrtovanje informacijskih sistemov je proces določanja nabora računalniško podprtih aplikacij, ki pomagajo podjetju pri izvajanju poslovnih načrtov in doseganju poslovnih ciljev. Če je izvedeno korektno, bo znatno izboljšalo dosežke podjetja. Podjetja se pri tem srečujejo z vedno večjimi izzivi, saj je planiranje za čedalje hitreje spreminjajoče se okolje zelo zahtevna naloga in mora omogočati podjetju učinkovito vodenje redkih virov. Optimizacija poslovnih procesov in informacijskih tokov sta bistveni za uspešno poslovanje podjetja. V podjetjih je zavest o pomembnosti informacijske tehnologije (Information Technology – IT) različna. Velikokrat tako lahko ugotovimo, da IT ne pride do izraza tudi zaradi neustreznega organiziranja. Vloga informacijskih tehnologij je zdaj tako pomembna kot zaposleni, kapital in znanje samo.

Na razvoj informacijskega sistema vpliva veliko faktorjev, npr. okolje, struktura in organiziranost sistema, vsebina procesov itd. Dva informacijska sistema nikoli ne moreta biti povsem enaka. Zaradi tega tudi prenašanje ali izmenjevanje informacijskih sistemov kot celote ni mogoče. Pri tem podjetja pogosto naletijo na problem, saj se velikokrat težko odločijo, katera pot je prava ter kako uskladiti informacijski sistem in svoje poslovne procese. Pri uvajanju novih tehnologij so podjetja pogosto v dilemi, na kakšen način jih uvesti.

Proizvodnja je bila dolgo podinformatizirana. Podjetja so običajno izhajala iz finančno-računovodskih sistemov, ki pa so veliko bolj standardizirani. Operacije so bolj definirane in v vseh podjetjih precej podobne, poleg tega pa jih predpisuje tudi zakonodaja (Klopčič, 2003, str. 12). Zaradi tega je tudi na trgu ponudba poslovnih informacijskih sistemov za to področje bistveno bolj razvita. Proizvodni informacijski sistem se od njih razlikuje predvsem v tem, da je zelo malo zakonskih osnov, znane metode pa se le redko uporabljajo samostojno, temveč običajno v različnih kombinacijah pod različnimi pogoji. Proizvodni informacijski sistem zahteva tudi mnogo večjo ažurnost informacij, saj želimo imeti v vsakem trenutku sveže – trenutne

informacije. Tudi zahtevnost s strani informacijske podpore je mnogo večja, saj morajo biti informacije v razumljivejši in preglednejši obliki (drevesna struktura, grafi, gantogrami itd.). Večja zahtevnost je pri povezavi z drugimi sistemi (nadzornimi sistemi strojev in naprav, registracijo delovnega časa, raznimi čitalci itd.), odzivi na spremembe pa povzročijo mnogo širše posledice. Če pri finančno-računovodskemu sistemu zadostujejo informacije o preteklosti, se moramo pri proizvodnem informacijskem sistemu naslanjati na informacije o trenutnem stanju in prihodnosti (Podbregar, 2004, str. 382). Namen proizvodnega informacijskega sistema je omogočiti delovanje planiranja, nadzora in kontrole, analize ter vodenja proizvodnje oziroma proizvodnega procesa (Ljubič, 2000, str. 7).

Lastna izdelava je temelj vsakega proizvodnega sistema in vsem je najpomembnejši cilj učinkovit nadzor porabe materiala in stroškov potrebnega dela za izdelavo. Podjetja so ugotovila, da je optimalno planiranje materialov brez podpore informatike skoraj nemogoča naloga, zato so v podjetjih najprej iznašli preproste, nato pa vedno bolj kompleksne proizvodne informacijske sisteme. Tako so se razvili sistemi za planiranje materialnih potreb (Material Requirement Planning – MRP), ki so jih kasneje nadgradili v sisteme za planiranje sredstev (Manufacturing Resource Planning – MRPII), ki so običajno vključeni v poslovne informacijske sisteme (Enterprise Resource Planning – ERP) (Wallace, Kremzar, 2001, str. 23). Na podlagi poznavanja svoje proizvodnje, njenih značilnosti in omejitev mora proizvodno podjetje postaviti svoj model planiranja. ERP sistemi, ki omogočajo medsebojno povezavo vseh poslovnih funkcij, so pri tem le orodje za izdelavo modela in vir zagotavljanja bistvenih informacij. Vendar pa so nepogrešljivo in nujno potrebno orodje. Sisteme ERP na nižjem, proizvodnem nivoju dopolnjujejo tudi sistemi MES (Manufacturing Execution System). Na stotine robotov in milijone dolarjev vredna računalniška oprema pa ne bo dala pravih učinkov, če ne bo dovolj izkoriščena ali če se bo delovni čas robotov, zaradi slabega razporejanja proizvodnje, porabljal za izdelavo nepravilnih izdelkov (Metaxiotis, Psarras, Ergazakis, 2003, str. 221). Ravno v tem se kaže pomembnost planiranja proizvodnje. Izgradnje proizvodne informatike se je bolje lotiti postopno in hkrati z reorganizacijo procesov, s čimer se da doseči merljive učinke z manjšimi stroški in na ta način motivirati vodstvo in zaposlene za nadaljnje korake.

Planiranje proizvodnje je v proizvodnem podjetju ena izmed najkompleksnejših, če že ne najbolj kompleksna naloga. Zahtevnost planiranja v največji meri pogojujejo narava proizvodnje, organiziranost podjetja in okolje, v katerem deluje. Planiranje brez ustrezne informacijske podpore je danes praktično nemogoče in visoki stroški so še najmanjša posledica, ki jo lahko povzroči odsotnost ustrezne informatizacije planiranja. Redke so panoge, kjer je planiranje proizvodnje enostavna funkcija, ki ne potrebuje ustrezne informacijske podpore. Planiranje proizvodnje vključuje tako rekoč celotno dogajanje v podjetju in kakovost planiranja je odraz razvitosti in organiziranosti ter urejenosti podjetja. Potrebne so informacije o stanju zalog materialov, polizdelkov, izdelkov, o terminih dobav, potrebnih materialih, odprtih naročilih, medfaznih zalogah, zmogljivostih, logistiki itd. Vse te informacije pa prihajajo iz različnih delov podjetja. Planer jih mora ustrezno obdelati in analizirati, da lahko oblikuje optimalni plan proizvodnje.

Namen specialističnega dela je prikazati možnosti podjetja, da z ustreznimi informacijskimi orodji izboljša planiranje proizvodnje in na ta način izboljša svojo konkurenčnost in poslovanje. S pomočjo domače in tuje strokovne literature bom pojasnil pojem planiranja in predstavil informacijska orodja za podporo planiranja proizvodnje, ki so se v praksi izkazala za učinkovita.

Proizvodni proces v podjetju LIP Bled v proizvodnji vrat je zelo kompleksen in zanj velja:

- naročilne količine so zelo majhne, proizvodnja je razdrobljena,
- velikost serij ni stalna,
- kvalitetne zahteve za izdelke niso enotne,
- proizvodni program je zelo širok in obsega paleto zelo različnih izdelkov,
- hkrati je v proizvodnji večje število vrst izdelkov, sestavljenih iz več vrst različnih komponent,
- v proizvodnji je več različnih delovnih mest, katerih zmogljivosti niso usklajene,
- časi trajanja posameznih operacij in medoperacijski časi so v obsegu od nekaj ur do nekaj dni,
- ozka grla niso stalna, spreminjajo se v odvisnosti od vrste izdelkov (njihovih delovnih postopkov) in količine izdelkov ter vrstnega reda realizacije delovnih nalogov,
- pojavlja se relativno velik odstotek izmeta v vseh fazah proizvodnje,
- tedensko se pojavljajo novi proizvodi, ki zahtevajo veliko dodatnega razvoja.

Cilj specialističnega dela je analizirati možnosti proizvodnih podjetij pri izbiri informacijskih orodij za podporo planiranja proizvodnje in odgovoriti na vprašanja:

- katera informacijska orodja je možno in katera smiselno uporabiti pri planiranju proizvodnje;
- kakšne so prednosti in slabosti uporabe teh orodij;
- kaj je potrebno zagotoviti za uvedbo teh informacijskih orodij;
- na katerih segmentih pri operativnem planiranju proizvodnje je podjetje trenutno najbolj šibko in je informatizacija najbolj potrebna.

Cilj dela je preveriti trenutno stanje na področju planiranja proizvodnje v konkretnem podjetju. Delo želi tudi opozoriti na prednosti in slabosti obstoječega proizvodnega informacijskega sistema ter podati konkretne predloge za nadgradnjo.

Glede na izbrano temo specialističnega dela ter opredeljene namene in cilje bo naloga vključevala znanstveno-raziskovalno in strokovno raven, pri tem pa bosta uporabljena teoretična in izkustvena metoda. Na osnovi proučevanja domače in tuje literature bom v specialistični nalogi zbral relevantna spoznanja s področja planiranja proizvodnje, organizacije proizvodnje ter proizvodnih informacijskih sistemov. Analiziral bom v praksi najpogosteje uporabljena informacijska orodja pri planiranju proizvodnje. Skušal bom razbrati ključne dejavnike, ki vplivajo na izbiro določenih orodij.

Na podlagi teoretičnih spoznanj bom naredil analizo obstoječega stanja na področju planiranja proizvodnje. Pridobil bom informacije o poteku celotnega procesa od prejema naročila do dostave izdelkov kupcu. Podrobno bom proučil, katera informacijska orodja v podjetju uporabljajo za planiranje proizvodnje. Prav tako bom z intervjuji pridobil mnenja vodilnih, ki so povezani z organizacijo proizvodnje, o ciljnem stanju na področju informatizacije planiranja proizvodnje. Na ta način bom lahko pridobil informacije, potrebne za analizo trenutnega stanja na področju planiranja proizvodnje. Ta spoznanja, združena s teoretičnimi spoznanji in rešitvami, ki so se v praksi izkazale kot uporabne, pa bodo osnova za predstavitev modela informacijsko podprtega planiranja proizvodnje. Delo bo lahko služilo kot pomoč vodjem pri odločanju o informatizaciji poslovanja in organizaciji proizvodnje ter kot podlaga za nadaljnji razvoj proizvodnega informacijskega sistema.

Delo bom razdelil na več poglavij. V prvem (uvodnem) poglavju bom prikazal namen in cilje specialističnega dela. Opredelil bom tudi metode dela, ki jih bom uporabil pri izdelavi dela. V drugem poglavju bom opredelil ključne pojme proizvodnje in planiranja proizvodnje. Opredelil bom hierarhijo planiranja proizvodnje in predstavil vse ravni planiranja. Analiziral bom podatke, potrebne za učinkovito planiranje proizvodnje. V tretjem poglavju bom predstavil značilnosti informacijskih sistemov na splošno in še proizvodnih informacijskih sistemov s poudarkom na povezavi s planiranjem proizvodnje. Predstavil bom informacijska orodja, ki se uporabljajo pri planiranju proizvodnje in so se v praksi izkazala kot uporabna. Največji poudarek bo na predstavitvi MRP in njegovih nadgradenj. Predstavil pa bom tudi ostala orodja, kot je na primer MES, in njihovo uporabnost pri planiranju proizvodnje. V naslednjem poglavju bom prikazal temeljne značilnosti podjetja Lip Bled. Nadaljevanje naloge pa bo predvsem usmerjeno na analizo planiranja proizvodnje v tem podjetju, analizo proizvodnega informacijskega sistema, zagotavljanja potrebnih podatkov in spremljanja proizvodnje. V tem delu bom tudi podal konkretne predloge za izboljšanje proizvodnega informacijskega sistema oziroma izboljšanje informacijske podpore za planiranje proizvodnje. Zaključek naloge bo namenjen sklepnim ugotovitvam, tako splošnim, ki naj bi bile povzetek ključnih faktorjev informacijske podpore planiranja proizvodnje, kot tudi specifičnim, ki so izpostavljene v podjetju Lip Bled.

2 Opredelitev proizvodnje in planiranja proizvodnje

2.1 Izhodišča za opredelitev planiranja

Ljubič opredeljuje planiranje kot sistematski zavesten proces razmišljanja in odločanja o ciljih, obnašanju ter ukrepanju v prihodnosti. Lahko pa opredelimo planiranje kot ugotavljanje, kateri dogodki se bodo dogodili v prihodnosti in kako. Plan je tako dokument, na katerem so navedena planirana dogajanja v nekem prihodnjem časovnem obdobju.

Cilji planiranja so torej (Ljubič, 2000, str. 17):

- želimo spoznati dogodke, ki se bodo dogodili;

- te dogodke želimo spoznati čim bolj časovno oddaljene (čim dlje v prihodnosti) in čim bolj točno.

V praksi se srečujemo z več vrstami planiranja. Najbolj grobo jih lahko razvrstimo v štiri skupine (Ljubič, 2000, str. 17), in sicer glede na:

- vsebino ali predmet (objekt planiranja oziroma poslovno funkcijo),
- obseg (velikost) objekta planiranja,
- čas oziroma plansko obdobje,
- značilnosti procesov planiranja.

Kot predmet planiranja razumemo poslovne funkcije v podjetju (npr. proizvodnja, prodaja, nabava ...), pa tudi investicije, premoženje, poslovni uspeh itd. Vsaka poslovna funkcija namreč zajema procesne funkcije izvajanja, organiziranja, planiranja, razvijanja in raziskovanja ter predvidevanja. Obseg predmeta planiranja posredno kaže na mesto objekta planiranja v organizacijski strukturi podjetja; v proizvodnem podjetju tako linija organizacijske hierarhije poteka od izdelka (ali projekta pri enkratnih proizvodnih procesih) na najnižjem organizacijskem nivoju preko delovnega mesta, stroškovnega mesta, obrata itd. do podjetja kot celote na najvišjem organizacijskem nivoju. Plansko obdobje (oziroma planski horizont), torej časovno obdobje, kako daleč v prihodnost seže planiranje, se giblje lahko od ure pa vse do nekaj let. Dolžino planskega obdobja opredelimo glede na lastnosti proizvodnega procesa, predvsem glede na kompleksnost in trajanje (Ljubič, 2000, str. 19).

2.2 Opredelitev proizvodnje

Ljubič opredeljuje proizvodnjo kot zavestno dejanje proizvodnje nečesa koristnega – proizvoda; le-ta pa je lahko materialni (fizični) izdelek ali pa nematerialna storitev. Proizvodni proces je proces proizvodnje (izdelave) proizvodov. Sistem, v katerem se dogaja proizvodni proces, je proizvodni sistem – to velja tako za izdelke kot za storitve (Ljubič, 2000, str. 1). Z gospodarskega vidika je pojem proizvodnja opredeljen kot skupek gospodarskih, tehnoloških in organizacijskih korakov, ki so neposredno povezani z obdelavo in predelavo materialov. Iz tega sledi, da proizvodnja v tem smislu obsega naloge in dejavnosti, ki so neposredno udeležene pri izdelavi blaga oziroma dobrin. V okviru inženirskih znanosti pojem proizvodnja obsega dejavnosti, ki so potrebne, da se neko naročilo izpolni. Pri tem obsega izvajanje naročila celoten delovni postopek od tehnične obdelave ponudbe preko konstrukcije, priprave proizvodnje, izdelave, montaže ter materialno poslovanje in zagotavljanje kakovosti (Polajnar, 1998, str. 3). Glede na vpliv kupca na proizvodnjo ločujemo štiri značilne proizvodne strategije:

- Izdelava na zalogo (Make to Stock – MtS), kadar se iz tipiziranih sestavnih delov izdelujejo tipizirani izdelki na zalogo za neznanega kupca. Podjetja imajo proizvode na zalogi za takojšnjo dobavo.
- Sestavljanje po naročilu (Assemble to Order – AtO), kadar podjetje proizvaja relativno veliko število različnih izdelkov iz tipiziranih sestavnih delov in materialov, vendar šele potem, ko prejme kupčevo naročilo.

- Izdelava po naročilu (Make to Order – MtO), kadar se iz specifičnih gradnikov in sestavnih delov izdelujejo specifični (že razviti) izdelki po zahtevi kupca. Ta strategija zahteva veliko prilagodljivost (Krajewski, Ritzman, 1996, str. 50).
- Razvoj in izdelava po naročilu (Engineer to Order – EtO), kadar se po zahtevi kupca razvije in izdelava povsem specifičen izdelek (Ljubič, 2000, str. 13).

Najpomembnejše razlike med posameznimi proizvodnimi procesi so prikazane v tabeli 1.

Tabela 1: Značilnosti različnih proizvodnih procesov

| Značilnosti | MTS | ATO | MTO | ETO |
|--|-----------------|---|--|-----------------------|
| Proizvod | Standarden | Definirane produktne družine | Ni tipične produktne družine | Popolnoma po naročilu |
| Povpraševanje | Lahko napovemo | | | Ni možno napovedati |
| Zmogljivosti | Možno planirati | | | Ni možno planirati |
| Vodilni časi v proizvodnji | Nepomembni | Pomembni | Najbolj pomembni | Najbolj pomembni |
| Ključni faktorji | Logistika | Končna montaža | Proizvodnja in montaža | Celoten proces |
| Kompleksnost poslovanja | Distribucija | Montaža | Proizvodnja sestavnih delov | Inženirig |
| Nezanesljivost poslovanja | Najnižja | | | Najvišja |
| Top management osredotočen na | Trženje | Inovativnost | Zmogljivosti | Kupčevo naročilo |
| Srednji management osredotočen na | Kontrola zalog | Operativno planiranje in kupčevo naročilo | Nadzor proizvodnje in kupčevo naročilo | Management projekta |

Vir: Persona, Ragattieri, Romano, 2004, str. 627

Proizvodna funkcija je v industrijskih organizacijah najobsežnejša po številu nalog. Vključuje tudi naloge pomožne proizvodnje, vzporedne proizvodnje in vzdrževanja delovnih sredstev. Funkcija osnovne proizvodnje obsega številne operativne naloge, ki se nanašajo na neposredno operativno delo v različnih delovnih in tehnoloških procesih osnovne dejavnosti. Poleg operativno izvršilnih delovnih nalog zajema proizvodna funkcija tudi številne naloge, povezane z operativnim vodenjem, usmerjanjem in nadzorovanjem tekoče proizvodnje (Lipičnik, 1997, str. 29–30).

2.3 Planiranje proizvodnje

Planiranje proizvodnje lahko opredelimo kot sistematično določanje ciljev proizvodnje in ugotavljanje dejavnosti, ki jih je treba realizirati, potrebnih virov, medsebojnih relacij virov in poteka proizvodnega procesa. Je pomemben del vseh sistemov za planiranje in vodenje proizvodnje in se uporablja v vseh vrstah proizvodnih sistemov, kot so npr. kontinuirane in ponavljajoče se proizvodnje linije, linije za proizvodnjo izdelkov v serijah, obdelovalne celice,

delavnice, projektni procesi itd. Planiranje proizvodnje je lahko različno za različne proizvodne sisteme. Omogoča učinkovito uporabo in nadzor proizvodnih virov z namenom ugoditi zahtevam strank. Seveda je tu potrebno upoštevati še dodatne okoliščine nenehnega spreminjanja tržišča, nenehnega spreminjanja izdelkov, novih tehnologij, skrajševanja pretočnih časov in celotne konkurence pri zadovoljevanju potreb strank. Ti vidiki so danes bolj pravilo kot izjema in so osnova za učinkovit sistem planiranja (Ljubič, 2000, str. 17).

Deloitte & Touche (2002) navaja naslednje koristi učinkovitega sistema planiranja:

- izboljššan pretočni čas za dosego boljše izpolnitve zahtev trga,
- pravočasne dobave na osnovi učinkovitega vodenja proizvodnih virov,
- možnost boljše prilagoditve nenehno se spreminjajočim zahtevam trga,
- nenehno izboljšavo procesa proizvodnje,
- zmanjšanje izmeta, ponovne obdelave in nujnega dela,
- boljše planiranje dobaviteljev,
- zmanjšanje nadurnega dela in dragih posegov pri zagotavljanju zmogljivosti,
- boljšo produktivnost posameznih nivojev na osnovi bolj tekoče proizvodnje,
- izravnavo obremenitev,
- bolj natančno planiranje proizvodnje na osnovi pravočasnih povratnih informacij.

Pomemben princip je, da mora biti vse, kar je planirano, tudi nadzorovano. S poenostavljanjem, sestavljanjem in odpravljanjem operacij dosežemo enostavno in učinkovito delo in planiranje ter na ta način dosežemo nekatere od predhodno navedenih koristi. Planiranje je vedno povezano tudi s kontrolo. Lahko rečemo, da planiranje obsega vse enkratne korake načrtovanja, ki pri stalnem upoštevanju gospodarnosti zagotavljajo primerno proizvodnjo izdelkov. Kontrola proizvodnje (Production control) pa obsega vse korake, ki so potrebni za odvijanje naročila v skladu z načrtovanjem dela.

Planiranje in kontrola proizvodnje morata skupaj podpirati pridobivanje pravih odgovorov na naslednja vprašanja (Heričko, 2006):

- Katere izdelke naj izdelujemo?
- Na katerih lokacijah naj teče proizvodnja?
- Kako bodo dimenzionirane proizvodne zmogljivosti, s koliko investicijami?
- Kakšna naj bo razporeditev proizvodnih strojev v tovarni?
- Katere količine posameznih vrst izdelkov naj bodo letno izdelane?
- Naj izdelujejo izdelke v malih, velikih serijah ali posamično?
- Kaj bo izdelano v lastni tovarni in kaj bo dokupljeno od kooperantov?
- Koliko časa potrebujemo, da izdelamo izdelek po zahtevku kupca?
- Kako ukrepamo, če imamo primanjkljaj zmogljivosti?
- Katere izdelke naj izdelujemo naslednji teden?
- Ali imamo delavce, material, orodja in stroje na razpolago?
- V katerem zaporedju in terminih naj obdelamo izdelke na posameznih strojih?
- Kako naj ukrepamo pri izpadu pomembnih proizvodnih naprav?

2.3.1 Problemi planiranja proizvodnje

Proizvodno-ekonomski cilji so podrejeni in določeni s poslovnimi cilji podjetja, vselej pa tudi velja, da želimo proizvajati s čim nižjimi stroški. Le-ti zajemajo ceno znanja, kapitala, dela, opreme, energije, kupljenih sestavin, surovin ... Planiranje proizvodnje je osredotočeno na doseganje čim manjših stroškov proizvodnje. Za proizvodnjo je mnogo stroškov že vnaprej določenih in niso odvisni od planiranja proizvodnje, npr.: stroški dela na časovno enoto in strokovnost delavca (plače in dajatve), stroški obdelave na enoto izdelka na posameznih delovnih strojih oz. napravah (na osnovi danih strojev in naprav in tehnoloških zahtev), stroški odplačila vlaganj na enoto izdelka (Heričko, 2006). S planiranjem in kontrolo proizvodnje lahko vplivamo le na del stroškov, to so predvsem stroški za pripravo proizvodnje (priprava in nastavljanje parametrov strojev), zastoji, obdelave na strojih in napravah ter čakanje, skladiščenje zalog surovin in kupljenih podsestavov, prekoračitve dogovorjenih rokov dobave izdelkov (stroški kazni, nakupi za izpopolnitev količin izdelkov, cenovni popusti zaradi zamud), stroški ukrepov za odpravo zamud (nadure, večizmensko delo ...). Ti stroški so posledično med seboj povezani in jih je težko posamično določiti in optimirati. Zato pogosto uporabimo nadomestne ciljne veličine, ki so dokazljivo ali vsaj smiselno povezane s cilji zmanjšanja stroškov, odvisnih od planiranja in vodenja proizvodnje. Ločimo časovne in količinske nadomestne ciljne veličine (Heričko, 2006).

Časovni cilji so npr.:

- minimiziranje pretočnih časov proizvodnje,
- minimiziranje čakalnih časov posameznih naročil,
- maksimiranje izrabe zmogljivosti vseh strojev in naprav oz. ozkih grl,
- minimiziranje časov neuporabe vseh oz. izbranih strojev in naprav,
- minimiziranje časov prekoračitev napovedanih terminov (vseh prekoračitev, maksimalnih prekoračitev ali povprečnih prekoračitev).

Količinski cilji so usmerjeni predvsem v optimalno vodenje zalog, npr.:

- doseganje minimalnih zalog v delavnicah, vmesnih skladiščih in končnih skladiščih izdelkov,
- minimizacija manjkajočih zalog (npr.: manjkajo surovine, manjkajo podsestavi za dokončanje proizvodnje izdelkov, manjkajo končni izdelki).

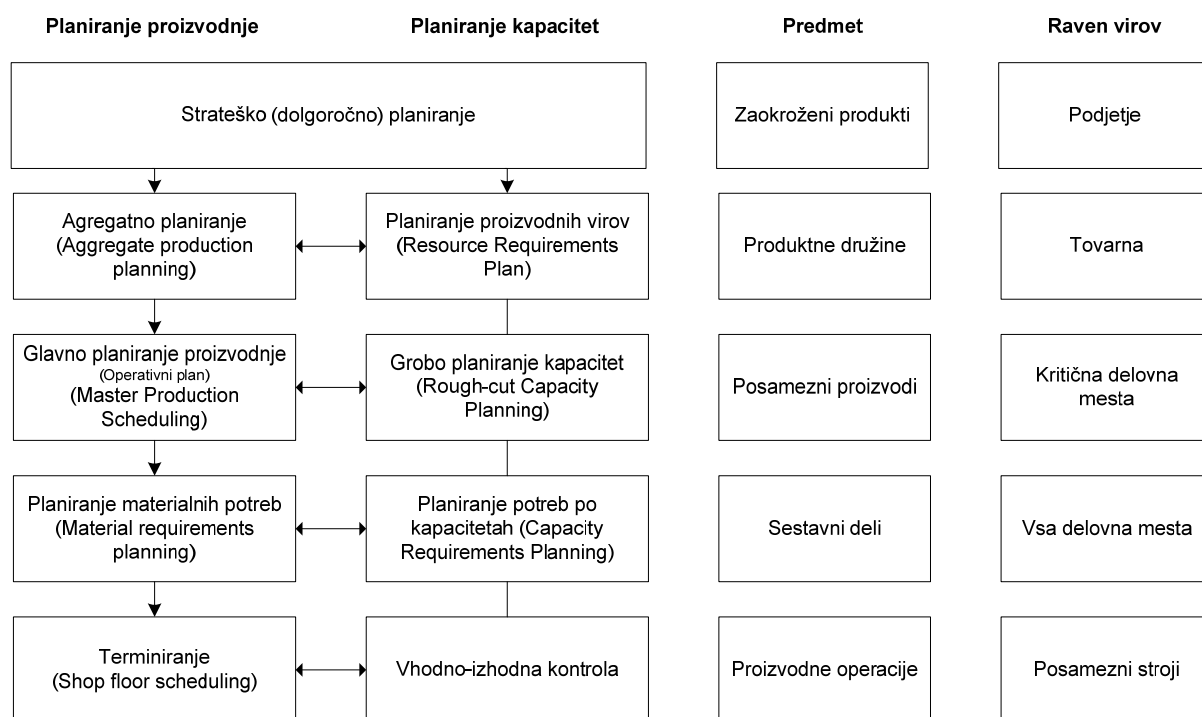
Uresničevanje posameznih ciljev lahko povzroča poslabšanje učinkovitosti doseganja ostalih ciljev, npr.: minimizacija pretočnega časa lahko poslabša optimalno izrabo zmogljivosti strojev in naprav, boljša izraba zmogljivosti lahko poveča pretočni čas. Različne vrste proizvodnje in različne vrste kupcev zahtevajo različne utežitve ciljev. Do konca 60-ih let je bil v večini primerov najbolj pomemben cilj optimalna izraba zmogljivosti strojev, prodajni trgi, masovna proizvodnja izdelkov in nizke cene. V sedanjem času so pogosto najbolj pomembni cilji kratki pretočni časi naročil, zagotavljanje dogovorjenih terminov dobave, majhne zaloge, zmožnost zadostiti posebnim željam kupcev (podcilj: fleksibilnost proizvodnje). Fleksibilnost lahko dosežemo le ob primernem znanju proizvodnih delavcev, primerni strojni opremi in ob ustreznem planiranju in spremljanju proizvodnje. Danes se kot ustrezni rešitvi problematike

planiranja proizvodnje največ uporabljata sistema MRP in JIT – »Just in time« (Ob pravem času).

2.4 Ravni planiranja proizvodnje

Večina podjetij uporablja hierarhični način planiranja. Le ta predstavlja zaporedno, sukcesivno planiranje, razgradnjo obsežne celovite naloge planiranja na posamezne delne naloge, in hierarhijo, kar pomeni, da se delne naloge razporedijo tako, da stopnja detajliranja odločitev raste z napredovanjem procesa planiranja, časovni doseg pa nasprotno pojema. Celoten problem razdelimo na posamezne delne probleme, ki jih potem postopoma rešujemo drugega za drugim, tako da pri tem skrajšujemo časovno obdobje planiranja in hkrati povečujemo natančnost in zanesljivost planov. Povezovanje delnih nalog se izvaja od zgoraj navzdol; rezultati višjih planskih ravni določajo cilje in omejitve za nižje ravni. Če so rezultati nižje ravni neustrezni, se s povratno zvezo to signalizira na nadrejeno raven, kar ima za posledico revizijo plana na višji ravni (Ljubič, 2000, str. 57).

Slika 1: Ravni planiranja proizvodnje in kapacitet



Vir: Prirejeno po Russell, Taylor, 1998, str. 540 in Gaither, Frazier, 1999, str. 316

Na najvišji ravni planiranja v podjetju je seveda strateško planiranje (slika 1), ki je dolgoročno in se nanaša na vse poslovne funkcije v podjetju. Za izdelavo agregatnega plana je odgovorno poslovodstvo. V njem predvidi, koliko posameznih izdelkov bo podjetje v določenem obdobju proizvedlo, kdo bodo dobavitelji surovin, koliko zaposlenih bodo potrebovali vsak mesec ... V tej fazi na podlagi sorodnih značilnosti razporedimo izdelke v družine – skupine. Odločiti se je

potrebno tudi, kateri tržni segment zajeti na račun drugih izdelkov ter katere izdelke promovirati in katerih ne. Na osnovi agregatnega plana planer razpiše glavni plan proizvodnje (Master Production Schedule – MPS). Imenujemo ga tudi operativni plan. Kot že ime pove, je to glavni plan, na podlagi katerega razpisuje proizvodnjo: načrtuje število in vrsto posameznih izdelkov, količino in časovnost surovin, zasedenost resursov in zaposlenih. Na podlagi MPS planer razpiše delovne naloge, delovne liste, zahtevnice po materialu in drugo delovno dokumentacijo, ki je potrebna za spremljanje proizvodnje. Operativni plan je tudi osnova za planiranje materialnih potreb (MRP). Na podlagi znanih potrebnih operacij in kapacitet je potrebno narediti optimalni vrstni red operacij in s tem čimbolj izkoristiti kapacitete. S tem se ukvarja terminiranje oziroma razvrščanje.

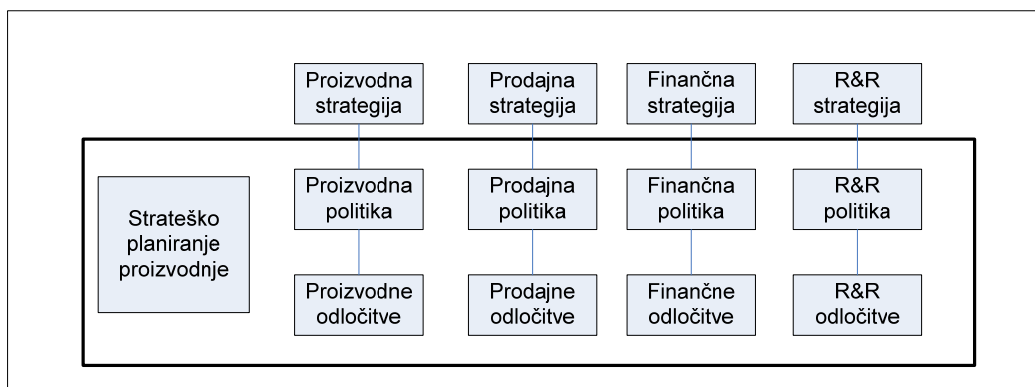
2.5 Strateško planiranje

Strateško planiranje je proces, v katerem si podjetje predstavlja svojo prihodnost in razvije potrebne operacije in akcije, da doseže takšno prihodnost. Z njimi podjetja ne predvidijo poslovanja, ampak se na nepredvidljivo poslovanje pripravijo. Zahteva jasno opredelitev ciljev, ki podjetju postavijo najpomembnejše prioritete, na katerih potem temeljijo vsakodnevne odločitve menedžmenta (Harrison, 1995, str. 48). Strateško planiranje opredeljuje prednostne in odločilne smeri razvoja podjetja. Osrednje vprašanje obstoja in razvoja podjetja je vezano na njegov poslovni (prodajni, proizvodni) program. Katere vrste proizvodov ali storitev lahko ponuja (opravlja), je ključno vprašanje s strateškega vidika. Gre za vprašanje, kaj je poslovno področje podjetja (Možina et al., 2002, str. 299). Strateško planiranje lahko prispeva k uspešnosti podjetja z zagotavljanjem relevantnih informacij, ki pomagajo k boljšemu razumevanju okolja in zmanjšanju negotovosti (Kraus, Harms, Schwarz, 2006, str. 334). Daljši ko je učinek plana in težje ko ga je spremeniti, bolj strateški je. Strateško planiranje je torej povezano z odločitvami, ki imajo dolgoročne posledice in jih je težko spremeniti. Strateški plani so okvirni, dolgoročni, formalni, pomembni, pripravljeni ob predvidevanju nepredvidljivih sprememb. V splošnem je strateško planiranje povezano z najdaljšim časovnim obdobjem, ki ga je še smiselno obravnavati.

Proces strateškega planiranja proizvodnje mora povezati funkcije proizvodnje, prodaje, financ in tehnologije na nivoju strategij, politik in odločitev (slika 2). Če želimo uveljaviti proizvodno in tudi druge funkcijske strategije, mora proces zagotoviti (Gianesi, 1998, str. 291):

- kontinuirano revizijo funkcijskih ciljev z namenom obvladovanja nestabilnega okolja in istočasno oceniti tudi povezavo z drugimi funkcijskimi strategijami;
- razumevanje strategije in upoštevanje pri odločitvah s strani funkcijskih menedžerjev;
- aktivno vlogo vseh vpletenih funkcij;
- povezanost med časovno določenimi odločitvami.

Slika 2: Povezanost strateškega planiranja proizvodnje z drugimi strategijami, politikami in odločitvami



Vir: Gianesi, 1998, str. 291

2.6 Planiranje proizvodnih virov

Planiranje proizvodnih virov (Production Resource Planning – PRP, tudi Resource Requirements Planning in Resource Planning) določa vire, potrebne za izvedbo plana proizvodnega programa. Plan proizvodnih virov pokriva najdaljše plansko obdobje izmed vseh planov kapacitet. Kapacitete oziroma zmogljivosti na splošno definiramo kot tisto količino izločka, ki jo je sistem zmožen doseči v določenem časovnem obdobju. Pri odločanju o obsegu kapacitet se mora podjetje odločati med stroški in koristmi nezadostnih kapacitet proti presežnim kapacitetam. Če so kapacitete premajhne, podjetje lahko izgubi stranke zaradi počasnega servisa, ni zmožno izpolnjevanja določenih naročil, konkurenci dovoli vstop na trg. Po drugi strani pa prevelike kapacitete lahko prisilijo podjetje, da zniža cene in poveča povpraševanje, lansira dodatne proizvode ali pa del svoje opreme in delovne sile pusti neizkoriščen. Nobena od situacij za podjetje ni dobra (Yang, Haddad, Chow, 2001, str. 33).

Planiranje proizvodnih virov v čas zajema do 5 let. Planske terminske enote (delna planska obdobja) so najpogosteje trimesečja ali meseci; plan se tudi preverja (in po potrebi popravlja) trimesečno ali mesečno. Potrebne kapacitete se običajno ugotavljajo za celotno tovarno ali za obrate. Osnovni namen planiranja proizvodnih virov je zagotoviti predloge za dolgoročne spremembe v kapacitetah, kot npr. investicije v razširitev obratov, zagotavljanje posebnih (namenskih) strojev z dolgimi dobavnimi roki ali večje spremembe v številu zaposlenih. Za planiranje proizvodnih virov se uporablja najpogosteje hevristična metoda faktorjev obremenitve kapacitet (Ljubič, 2000, str. 256). Osnova za takšno planiranje je dolgoročno planiranje prodaje.

2.7 Agregatno planiranje

Imenujemo ga tudi mesečno oziroma letno planiranje (Aggregate Planning) in predstavlja vez med strateškim planiranjem, ki lahko zajame časovno obdobje več let naprej, in operativnim planiranjem proizvodnje. Določa potrebne zmogljivosti, ki jih bo podjetje potrebovalo za

pričakovano povpraševanje v srednjeročnem obdobju. Časovni horizont (dolžina časa, ki jo pokriva agregatni plan) je običajno od 3 do 18 mesecev. Različni avtorji navajajo različna obdobja, večinoma pa se gibljejo v teh okvirih. V tem časovnem okviru običajno ni mogoče zgraditi novih tovarn ali kupiti nove opreme, mogoče pa je najeti dodatne delavce ali jih odpustiti, mogoče je krajšanje ali podaljševanje delovnega tedna, dodajanje izmen, uporabiti kooperante itd. (Russell, Taylor, 1998, str. 520). Agregatno planiranje je običajno del letnega finančnega planiranja in tudi del procesa strateškega planiranja (Gaither, Frazier, 1999, str. 359).

V širšem pogledu ima agregatno planiranje naslednje značilnosti (Pan, Kleiner, 1995, str. 4):

- Časovni horizont se giblje okrog 12 mesecev, s periodičnim spreminjanjem plana (lahko tudi mesečno).
- Agregatna raven povpraševanja je zgrajena iz ene ali več družin proizvodov. Le te oblikujemo glede na tiste proizvode, ki imajo sorodno povpraševanje, proizvodni proces, delovno silo, materialno strukturo. Od tod tudi ime »agregatno planiranje«, ker je plan narejen z vidika družin izdelkov in ne z vidika posameznih proizvodov.
- Spreminja se tako povpraševanje kot ponudba.
- Množico ciljev, ki jih postavlja menedžment ter vključujejo fleksibilnost in dober servis strank.
- Zmogljivosti, ki so fiksne in jih ne moremo preseči.

Izdelava agregatnega plana proizvodnje ima dva cilja (Russell, Taylor, 1998, str. 521):

1. zagotavljanje usklajenosti med napovedano prodajo in razpoložljivimi zmogljivostmi,
2. razviti strategijo za realizacijo prodaje.

Za doseganje teh dveh ciljev imamo na razpolago več možnosti (Rusjan, 1999, str. 104):

1. Izravnavanje prodaje med letom in s tem zmanjševanje sezonskih nihanj v prodaji.
Za zmanjšanje sezonskih nihanj v prodaji imamo več možnosti, kot so npr. politika diferenciacije cen, reklama in promocija, uvajanje proizvodov z drugačno sezonsko komponento. V tistih obdobjih, v katerih ima podjetje presežne zmogljivosti, mora podjetje izvajati dodatne aktivnosti za povečanje prodaje, kar pa povzroča dodatne stroške zaradi promocije, popustov in podobno. Vendar pa s tem zagotovimo enakomernjšo razporeditev potrebne zmogljivosti po posameznih obdobjih in s tem lažje usklajevanje potrebne in razpoložljive zmogljivosti.
2. Izbira enega od načinov ali določene kombinacije načinov kratkoročnejšega prilagajanja proizvodnje sezonskim nihanjem v prodaji.

V okvir kratkoročnejšega prilagajanja proizvodnje sodi na primer spreminjanje števila delavcev, obsega nadurnega dela ali skrajšanega delovnega časa, obsega zalog, obseg nabav pri dobaviteljnih komponent, odlaganja dobav. Uporaba vsakega izmed načinov kratkoročnejšega prilagajanja pomeni dodatne stroške, ure nadur so npr. dražje od ur, opravljenih v okviru osnovnega delovnega časa. Ti stroški pa so kriterij pri izbiri pristopa kratkoročnejšega prilagajanja zmogljivosti nihanjem v povpraševanju (Rusjan, 1999, str. 105).

Koraki v agregatnem planiranju so (Gaither, Frazier, 1999, str. 317):

1. Začnemo z napovedjo prodaje za vsak produkt, za katerega predvidevamo, da bo prodan v vsakem časovnem obdobju (običajno teden, mesec, četrletje) v določenem planskem horizontu (običajno 3 do 18 mesecev).
2. Vse napovedi za individualne proizvode ali storitve združimo v enotno, agregatno povpraševanje. Če proizvodi niso združljivi zaradi heterogenih enot mer, moramo izbrati homogeno enoto mere, ki bo omogočala dodatne napovedi in povezavo agregatnega povpraševanja s proizvodnimi zmogljivostmi.
3. Pretvorimo agregatno povpraševanje za vsako časovno obdobje v delavce, materiale, stroje in druge elemente proizvodnih zmogljivosti, potrebnih za zadostitev agregatnega povpraševanja.
4. Razvijemo možne strukture virov za zagotovitev potrebnih zmogljivosti za zadostitev agregatnega povpraševanja.
5. Izbremo plan zmogljivosti med vsemi možnostmi tako, da bo zadostil agregatnemu povpraševanju in najboljše izpolnil cilje organizacije.

2.8 Operativno planiranje

Najpomembnejši rezultat grobega, operativnega planiranja (Master Production Scheduling – MPS) je operativni plan (Master Production Schedule). V literaturi zasledimo tudi izraze, kot sta »glavni plan« in »osnovni plan«. V delu bom uporabljal izraz »operativni plan«. Ta določa, katere konkretne končne izdelke mora podjetje proizvesti, koliko jih potrebuje in kdaj jih potrebuje. Običajno je izražen v dnevih ali tednih in lahko zajame obdobje nekaj mesecev, da pokrije celotno proizvodnjo vseh sestavnih delov, uvrščenih v operativni plan. Celoten čas, potreben za proizvodnjo izdelka, imenujemo kumulativni vodilni čas¹ (Cumulative lead time) in je odvisen od posebnosti trga in proizvodnje (Russel, Taylor, 1998, str. 657). Operativni plan je osnova za planiranje materialnih potreb, temu pa potem sledi podrobno planiranje oziroma razvrščanje. Določa, katera proizvodna sredstva so potrebna, in nudi informacijo o predvideni obremenitvi razpoložljivih sredstev. Je usklajen plan planiranih dejavnosti proizvodnje in nabave ter prodaje in vsebuje pomembne informacije za vse te oddelke. Operativno planiranje je zelo pomembno, saj se večina za proizvodnjo pomembnih podatkov določi v tej fazi. Večino skrajševanja proizvodnega cikla lahko dosežemo prav z operativnim planiranjem, manjši del pa potem na nižjih nivojih (na področju končnega razvrščanja).

Cilj operativnega planiranja je (Gaither, Frazier, 1999, str. 332):

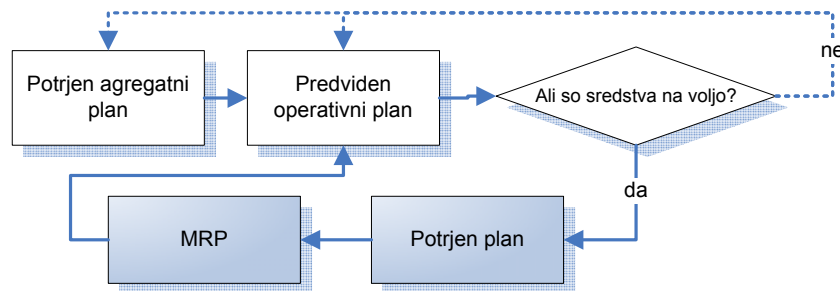
- uskladiti proizvodnjo končnih proizvodov tako, da bodo dokončani pravočasno in v skladu z obljubami kupcem;
- izogniti se preobremenitvi zmogljivosti ali premajhni obremenitvi in na ta način zagotoviti učinkovito uporabo zmogljivosti.

¹ Zasledimo tudi izraz »grobni terminski čas«.

Za izvajanje operativnega planiranja potrebujemo pet temeljnih vložkov (Rusjan, 1999, str. 123):

1. agregatni plan proizvodnje, ki postavlja meje operativnemu planiranju,
2. skupno povpraševanje po enotah operativnega planiranja,
3. podatke o trenutnem stanju zalog,
4. osnovne podatke o enotah operativnega planiranja, kot sta npr. velikost proizvodne serije in varnostna zaloga,
5. podatke o razpoložljivi zmogljivosti, kar omogoča preverjanje izvedljivosti operativnega plana.

Slika 3: Proces operativnega planiranja



Vir: Krajewski, Ritzman, 1996, str. 669

Slika 3 prikazuje proces operativnega planiranja. Najprej je potrebno izdelati predviden operativni plan, da preverimo, ali se ujema z razpoložljivimi viri, ki so zagotovljeni z agregatnim planom. Planer mora toliko časa korigirati operativni plan, dokler ne naredi plana, ki je v skladu z omejenimi viri, ali pa mora odločiti, da ustreznega plana ni mogoče izdelati. Ko je ta plan potrjen, ga lahko uporabijo kot osnovo za planiranje materialnih potreb. Planer lahko določi poseben plan za proizvodnjo sestavnih delov in montažo. Dejanski podatki o realizaciji so potem vhodni podatek za naslednji operativni plan in proces operativnega planiranja se ponovi (Krajewski, Ritzman, 1996, str. 669).

Glede na obliko proizvodnega procesa imajo podjetja različen pristop k operativnemu planiranju. V primeru izdelave na zalogo razvijajo operativni plan za končne izdelke. V takih primerih podjetje proizvaja majhno število končnih proizvodov z velikim številom materialov. V primeru sestavljanja po naročilu kupca planerji dajo poudarek pripravi polizdelkov na zalogo. Šele ko pride konkretno naročilo kupca, začnejo z izdelavo izdelka. V primeru izdelave po naročilu pa je operativni plan osredotočen na planiranje ključnih materialov in delovnih mest, saj jih je na podlagi preteklih podatkov lažje napovedovati, kot pa napovedati povpraševanje po končnih proizvodih (Krajewski, Ritzman, 1996, str. 675).

Operativni plan lahko glede na časovna obdobja razdelimo na 4 dele. Prvi razdelek po tem sistemu vključuje prvih nekaj tednov ali dni (odvisno od podjetja) in ga imenujemo »zamrznjen« (frozen). Naslednji razdelek imenujemo »nespremenljiv« (firm), tretji del imenujemo »polni« (full) in zadnji del se imenuje »odprt« (open).

Za »zamrznjen« del velja, da ga ni mogoče spreminjati, razen v primeru posebnih okoliščin in z odobritvijo najvišjih oblasti v podjetju. Spremembe v tem delu plana so običajno prepovedane, ker bi bilo lahko zelo drago preklicati vse že lansirane naloge za pripravo materiala in proizvodnjo polizdelkov, potrebnih za dokončanje končnih izdelkov. Ko spremenimo operativni plan, v bistvu premaknemo eno naročilo pred drugo in s tem praktično favoriziramo eno stranko pred drugo, za to pa nedvomno potrebujemo tehtne razloge. »Nespremenljiv« pomeni, da tudi v tem delu plana spremembe niso dovoljene, razen v posebnih okoliščinah. »Poln« pomeni, da so razpoložljive zmogljivosti že zapolnjene z naročili. Spremembe se v tem delu lahko naredijo in ne predstavljajo večjih stroškov proizvodnje, vprašanje pa je, kako bodo kupci reagirali na spremenjene termine. »Odprt« pa pomeni, da vse zmogljivosti še niso zapolnjene in v ta del plana običajno uvrščamo nova naročila (povzeto po Gaither, Frazier, 1999, str. 333). Stabilnost plana omogoča večjo učinkovitost proizvodnje, čeprav se lahko odraža v zmanjšani fleksibilnosti in slabšem servisu strank. Zaradi tega mora podjetje stalno iskati ravnovesje med dolžinami posameznih obdobj, da si zagotovi pravo razmerje med učinkovitostjo proizvodnje in zadovoljstvom kupcev.

Operativni plan vključuje naročila, ki so že potrjena, v primeru, ko podjetje proizvaja na zalogo, pa je operativni plan kombinacija potrjenih naročil in planiranja proizvodnje na podlagi predvidenega povpraševanja. V bližnjih časovnih obdobjih so običajno zajeta predvsem potrjena naročila, v bolj oddaljenih pa predvsem količine na podlagi predvidenega povpraševanja. Dospela naročila v operativnem planu sproti zamenjujejo količine, planirane na podlagi predvidenega povpraševanja. V primeru, da dejanska naročila presegajo planirane količine, prihaja do sprememb v operativnem planu v okviru danih zmogljivosti oziroma do prilagajanj v zmogljivostih (Rusjan, 1999, str. 177). Operativni plan daje časovno odvisne informacije o planiranih obremenitvah razpoložljivih zmogljivosti, potrebah po materialih in polizdelkih, dospetjih materialov in polizdelkov in o zalogah materialov, polizdelkov in izdelkov.

Podatki, ki določajo lastnosti operativnega plana, so (Drobnič, 2002, str. 26):

- dolžina planskega horizonta,
- planska obdobja ter dolžine posameznih planskih obdobj,
- frekvenca drsenja plana in
- velikost časovne ograde.

Planski horizont je celotno obdobje, v katerem planiramo (pove, kako daleč v prihodnost sega plan). Dolžina planskega horizonta je določena z datumom začetka in konca ter je odvisna od dolžine pretočnih časov v proizvodnji. Pretočni čas proizvodnje je čas, izražen v delovnih dnevih, ki je potreben, da izdelamo končni proizvod. Planski horizont je razdeljen na planska obdobja. Planska obdobja so časovne enote (dan, teden, mesec) in služijo za časovno opredelitev razpoložljivosti zmogljivosti, proizvodov, komponent in materialov. Dolžina posameznih planskih obdobj v planskem horizontu ni nujno enaka. Krajša planska obdobja omogočajo natančnejšo časovno opredelitev ter s tem izdelavo podrobnejših planov. S postavljanjem plana proizvodnje v datumsko fiksno določena planska obdobja (dan, teden, mesec) je operativni plan

za celoten planski horizont postavljen fiksno. Takšen način planiranja je uporaben le za proizvodnje, pri katerih je zanesljivost napovedi visoka ter število sprememb v planu nizko. Spremembe plana so, če so, minimalne. Težava uporabe fiksnega plana, ki ima planski horizont razdeljen v neenaka planska obdobja, je, da s časom kljub uporabi variabilnih dolžin planskih period preidemo iz krajših v daljša planska obdobja. V dinamičnem okolju uporaba datumsko fiksnih obdobj ni primerna. V dinamičnem okolju se uporabljajo t. i. drseči plani, ki imajo vnaprej določene samo dolžino planskega horizonta (npr. leto) in dolžine planskih obdobj (dan, teden, mesec). Datumi začetkov in koncev posameznih obdobj niso določeni fiksno z datumi koledarskih dni. Drsno obdobje je zaradi nujnosti priprave proizvodnje, ki mora biti končana do planiranega časa začetka proizvodnje, praviloma večje od časa, potrebnega za pripravljala dela. Operativno planiranje z uporabo drsnega plana pomeni časovno neprekinjeno obravnavo planiranja proizvodnje. Ko plansko obdobje preteče, se nov začetni datum plana (T-1) prestavi na datum začetka naslednjega planskega obdobja (T). Dolžina planskega horizonta ostaja nespremenjena, zato se premakne tudi končni datum plana. Planski horizont in planska obdobja se periodično, odvisno od določene časovne frekvence (npr. 7 dni ali 4 tedni), premikajo s časom naprej. Dnevno vnašanje sprememb v plan in izvajanje preračunov plana v tekočem ali prvem naslednjem planskem obdobju je z vidika ravnanja proizvodnje nesprejemljivo. S tem namenom je postavljena ločnica med nespremenljivim (fiksno) delom plana in pripravljanim delom plana – časovna ograda. Podatki operativnega plana v obdobju časovne ograde so pri obdelavah za prihodnja obdobja izvzeti. Vsak planski artikel ima določeno dolžino časovne ograde, ki običajno obsega najmanj dolžino kumulativnega pretočnega časa procesa njegove proizvodnje ali roka dobave.

2.9 Grobo planiranje zmogljivosti

Operativni plan mora biti usklajen z razpoložljivimi proizvodnimi viri. Zato je v okviru operativnega planiranja pomembno tudi grobo planiranje kapacitet (Rough-cut Capacity Planning – RCCP), ki ugotavlja kapacitete, potrebne za realizacijo osnovnega plana proizvodnje. Planske terminske enote so meseci ali (delovni) tedni, prav tako se mesečno ali tedensko izvaja preverjanje in popravljanje. Obremenitev kapacitet je podana s številom potrebnih delavcev (delovnih urah) in/ali strojnih urah po delovnih mestih. Grobi plan kapacitet izhaja iz letnega plana proizvodnje. Gre za bruto plan; upošteva sicer realne vrste izdelkov po osnovnem planu proizvodnje, vendar zanemarja njihovo strukturo, morebitne zaloge, nedokončano proizvodnjo, že lansirane delovne naloge in podobno. Predvsem mora posredovati izhodišča za odločanje o prilagajanju kapacitet v srednjeročnem časovnem obdobju, kot na primer za zagotavljanje standardnih strojev, orodij in naprav, dogovarjanje o kooperacijah, zaposlovanje ali prerazporejanje delovne sile. Za grobo planiranje kapacitet se uporabljajo normativi kapacitet, ki so potrebne za izdelavo izdelkov, in glede nanje določene okvirno časovno razporejene potrebe po kapacitetah, pa tudi metoda faktorjev obremenitve kapacitet (Ljubič, 2000, str. 256).

2.10 Planiranje materialnih potreb – MRP

V sistemu hierarhičnega načina planiranja operativnemu planiranju sledi planiranje materialnih potreb. Metode neodvisnega povpraševanja so splošno uporabljane. Odkar so bile predstavljene leta 1920, so se potrdile kot uporabno in fleksibilno orodje. Vendar pa obstajajo določene okoliščine, v katerih se ne obnesejo najboljše. Problematično področje so na primer rezervni deli in drugi predmeti, ki se ne obračajo veliko. Povpraševanje je v teh primerih tako nizko, da se napovedi, ki temeljijo na zgodovinskih podatkih, približujejo ničli. Obstajajo posebni modeli za takšne situacije, toda velikokrat je najboljša politika, da takoj ko porabimo eno enoto, naročimo novo. Naslednji problem je na primer v proizvodnji, ko enota potuje skozi proizvodnjo in različne operacije zahtevajo različne materiale. Na neki operaciji vgrajujemo material, ki se v preteklosti ni veliko uporabljal in ga je zato na zalogi zelo malo oziroma skoraj nič. Tako se lahko zgodi, da izdelka ne bo mogoče v celoti izdelati. Čeprav se v osnovi zdi, da je problem povezan z napovedmi, pa je v resnici povezan s temelji neodvisnega povpraševanja. Število izdelkov namreč določa potrebe po številu komponent in materialov, potrebnih za izdelavo. Tako to povpraševanje ni neodvisno, ampak je odvisno od proizvodnega plana.

Mnogo predmetov, še posebej končnih produktov kot so avtomobili, televizije ali kartoni sladoleda, lahko uvrstimo v neodvisno povpraševanje. To pomeni, da je povpraševanje po teh predmetih neodvisno od povpraševanja po drugih predmetih. Tako na primer ni nobenega proizvoda, ki bi generalno povpraševanje po avtomobilih. Vendar pa vsako povpraševanje po avtomobilu sproži povpraševanje po platiščih. Tako je povpraševanje po platiščih odvisno od in izpeljano iz povpraševanja po avtomobilih, zato ga imenujemo odvisno povpraševanje. Neodvisno povpraševanje je slučajno, kar pomeni, da ga povzročajo slučajni dogodki. Večina surovin, komponent in sestavnih delov je odvisnih od povpraševanja po končnih produktih in drugih sestavnih delih. Z neodvisnim povpraševanjem upravlja operativni plan, ki povpraševanje uredi in ga uravnoteži z razpoložljivimi zmogljivostmi, z odvisnim povpraševanjem pa se ukvarja MRP (Materials requirement Planning) oziroma Planiranje materialnih potreb (Waters, 2003, str. 308–309).

2.10.1 Opredelitev MRP

Z odvisnim povpraševanjem je povezan sistem MRP. Ti sistemi so prisotni že nekaj desetletij, saj njegovi začetki segajo v sedemdeseta leta. Danes pa je najpogosteje uporabljan sistem planiranja in njegova vloga se še krepi. Osnovan je na ideji, da celotno povpraševanje po materialih in sestavnih delih izhaja iz povpraševanja po odvisnem povpraševanju. MRP izhaja iz operativnega plana in potem na podlagi kosovnic to transformiramo v plan potrebnih materialov. To potem lahko uporabimo za terminiranje pošiljanja naročil dobaviteljem in povezanih internih operacij (Waters, 2003, str. 307). Podjetjem zagotavlja, da bodo imela vedno dovolj zaloge za potrebe proizvodnje, vendar ne več, kot je potrebno v določenem trenutku. MRP lahko celo razporedi nabavne in proizvodne naloge za JIT dohode (Petroni, 2002, str. 329).

MRP sistem je le eden izmed številnih sistemov planiranja. Ostali sistemi so na primer JIT in Kanban. Čeprav izračun komponent, vpletenih v odvisno povpraševanje, ni zelo kompliciran, pa je količina podatkov običajno zelo velika. Zaradi tega so ponavadi potrebni računalniki in šele razvoj računalniške tehnologije je omogočil razmah te metode. Tako lahko MRP opredelimo kot računalniški informacijski sistem, ki omogoča planiranje in kontrolo zalog materialov, sestavnih delov ... Pogosto so vključeni v bolj sofisticirane računalniško vodene informacijske sisteme, kot sta MRPII in ERP. Prednosti MPR sistemov so bile zelo dobro dokazane v različnih organizacijah od tovarn in bolnic do NASE.

Rusjan navaja naslednje funkcije MRP (Rusjan, 1999, str. 172):

1. Planiranje lansiranja nalogov

Gre za plan tega, kdaj naj bi izdali naloge za določene materiale in komponente ter v kakšnih količinah. Če nabavljamo materiale, so to nabavni nalogi, v primeru, da sami izdelujemo sestavne dele, pa gre za proizvodne oziroma delovne naloge.

2. Planiranje in kontrola prioritet

MRP zagotavlja ustrezno določanje dospelosti sestavnih delov s preverjanjem, ali sta termin dospelosti določene komponente in termin, ko je določena potreba po tej komponenti, usklajena. V primeru, da nista, bomo morali sprejeti določene ukrepe kot npr. prilagajanje operativnega plana, odlogi in pospešitve.

3. Zagotavljanje osnove za podrobno planiranje zmogljivosti

Gre za bolj specifično planiranje v primerjavi z grobim planiranjem zmogljivosti na podlagi operativnega plana.

MRP je splošno sprejemljiva metoda. Zadovoljivo se obnese v vseh proizvodnih okoljih in to ne samo zaradi zelo močne podpore planiranja v primeru odvisnega povpraševanja. Njegova glavna moč se izkaže v proizvodnji kompleksnih proizvodov ali velikega števila variant proizvodov, v primeru dolgih proizvodnih časov ter v primeru nestanovitnega povpraševanja in velikih časovnih nihanj (Jonsson, 2006, str. 972). Izvajanje MRP programa omogoča oblikovanje številnih informacij, potrebnih za planiranje in kontrolo proizvodnje. Omogoča tudi izvajanje različnih simulacij. S pomočjo MRP-ja tako lahko preverjamo ustreznost dobavnih rokov za posamezna naročila. Če določen dobavni rok ni mogoč, lahko s pomočjo MRP-ja določimo najzgodnejši termin, v katerem bo proizvod na voljo.

2.10.2 Vhodni podatki MRP

MRP potrebuje veliko podatkov, glavni pa so trije: operativni plan (MPS), sestavnica in stanje zalog.

a. Operativni plan

Operativni plan je v osnovi seznam, ki vsebuje podatke o tem, kaj naj bo proizvedeno, in časovni okvir, v katerem mora biti proizvedeno. Podrobneje je operativni plan že opisan v poglavju 2.8.

b. Sestavnice

Sestavnica proizvoda je lista vseh materialov oziroma sestavnih delov, ki so potrebni za izdelavo. Upošteva tudi odvisnost posameznih komponent, sestavnih delov in zaporedje, v katerem so uporabljeni, ter tako odraža tudi poslovni proces (Waters, 2003, str. 311). Podrobneje so sestavnice opisane v poglavju 2.12.2.

c. Podatki o stanju zalog

Stanje zalog je ključna informacija pri izvajanju programa MRP, saj obstoječe zaloge vplivajo na to, katere in koliko komponent oziroma dokončanih proizvodov bomo v prihodnosti proizvedli. Ločimo zaloge gotovih izdelkov, zaloge materialov in surovin ter zaloge nedokončane proizvodnje. Obstoječe zaloge vključujejo dve osnovni kategoriji za vse komponente in proizvode:

- trenutne količine na zalogi, to so količine, ki se fizično že nahajajo v skladišču;
- odprti nalogi (nalogi v izvajanju), to se že izdani, a še ne izvršeni nalogi, ko nabavno naročilo še ni prispelo od dobavitelja oziroma proizvodno naročilo še ni dokončano in ima status nedokončane proizvodnje.

Aghazadeh navaja podatek, da v primeru, da podjetje ne zagotovi vsaj 99 odstotne točnosti podatkov, MRP ne bo pravilno funkcioniral (Aghazadeh, 2003, str. 256). Nekateri avtorji kot vhodni podatek za MRP navajajo tudi »vodilni čas«, ki pa ga potrebujemo že pri operativnem planiranju, zato ga tudi tam opisujem.

2.10.3 Izhodni podatki MRP

Glavni outputi MRP-ja so:

- časovna tabela, ki prikazuje, kdaj moramo naročiti določen material; to so praktično planirani nabavni nalogi;
- časovna tabela za operacije, potrebne za izdelavo polizdelkov in izdelkov; to so planirani proizvodni oziroma delovni nalogi (Waters, 2003, str. 310).

S pomočjo sistema MRP pa lahko podjetje dobi tudi informacije glede rokov dobav, ki jih potem posreduje kupcem.

2.10.4 MRP postopek

Celoten postopek MRP lahko povzamemo v naslednjih korakih (Waters, 2003, str. 315):

1. Uporabimo operativni plan za ugotavljanje bruto potreb za nivo 0.
2. Odštejemo zalogo v skladišču in prihajajoča naročila, da dobimo neto potrebe za nivo 0. Potem časovno razporedimo proizvodnjo.
3. Če obstaja več nivojev materialov, uporabimo kosovnico za prevod naročila ali izdelka iz zadnjega nivoja v neto potrebe za ta nivo. Če ni več drugih nivojev, gremo na korak 5.
4. Za vsak material:

- a. odštejemo zalogo na skladišču in predvidene dobave, da ugotovimo neto potrebe,
 - b. uporabimo dobavni rok in ostale relevantne informacije, da podamo timing teh naročil,
 - c. gremo nazaj na korak 3.
5. Finaliziramo razpored naročil in proizvodnje z vključitvijo vseh specifičnih dejavnikov.

2.10.5 Prednosti in slabosti MRP

Z implementacijo MRP podjetje pridobi tri poglavitne prednosti (Aghazadeh, 2003, str. 258). Prva prednost se nanaša na možnost statističnega napovedovanja potrebnih sestavnih delov za nestabilno povpraševanje. Povpraševanje po končnih proizvodih je lahko zelo nestabilno in lahko se pojavijo občasna naročila s sorazmerno velikimi količinami. Pri napovedih za takšno povpraševanje se lahko pojavijo velike napake. Deloma lahko takšne napake kompenziramo z zviševanjem varnostne zaloge, kar pa je lahko precej drago. MRP zagotavlja boljše metodo napovedovanja povpraševanja z izračunavanjem potrebnih sestavnih delov za končne izdelke.

Druga prednost MRP je, da zagotavlja več informacij, kot so jih zagotavljali starejši sistemi vodenja zalog. Planiranje zmogljivosti in ocena potrebnih finančnih sredstev sta primer aktivnosti, ki sta lažje obvladljiva v MRP sistemih (Aghazadeh, 2003, str. 258). MRP lahko generira veliko raznovrstnih poročil (Waters, 2003, str. 321):

- razpored operacij, potrebnih za realizacijo operativnega plana;
- časovno tabelo naročil za material od zunanjih dobaviteljev;
- spremembe glede na prejšnjo razporeditev – kadarkoli je operativni plan obnovljen ali so narejene druge spremembe, se popravijo tudi MRP urniki. MRP lahko poroča o spremembah naročenih količin, spremenjenih ali odpovedanih naročilih, spremembah o datumih dospelja itd.;
- izjeme – če MRP ne more delati avtomatsko z nekaterimi neobičajnimi okoliščinami, jih bo javil kot signal za potrebno akcijo. Tipični problemi so zakasnela naročila, presežene kapacitete, manjko;
- poročila za planiranje, ki podajajo informacije za dolgoročno planirane odločitve, vključno z zahtevanimi kapacitetami in dosegljivimi cilji;
- zapisi o premikih zalog, ki vzpostavljajo ažurno stanje zalog.

Pri implementaciji MRP je treba paziti, da vsak manager dobi le tiste informacije, ki jih potrebuje. Drugače se lahko izgubi v velikem številu informacij, ki jih omogoča MRP. Prednost MRP je tudi, da ne zahteva varnostne zaloge. Kljub temu v praksi podjetja zaradi nepredvidenih dejavnikov uporabljajo del varnostne zaloge.

Tretja prednost pa izvira iz direktne povezave med neodvisnim in odvisnim povpraševanjem oziroma med povpraševanjem po izdelkih in materialih. MRP popravi in dopolni plan sestavnih delov (odvisna komponenta) v primeru, da se sprememni plan nadrejenih predmetov. Na ta

način tudi opozori planerja, da je potrebna sprememba v proizvodnji (Aghazadeh, 2003, str. 258).

Prednosti se kažejo tudi v naslednjem (Waters, 2003, str. 321):

- dobava materialov je povezana direktno z znanim povpraševanjem,
- nižja raven zalog s prihranki v kapitalu, prostoru, skladiščenju,
- višji koeficient obračanja zalog,
- boljše servisiranje – ni zamud zaradi manjkov materiala,
- časovno bolj zanesljive in hitrejše dobave kupcem,
- manj časa je porabljenega za nujna naročila,
- MRP urniki so lahko uporabni za podrobno planiranje,
- spodbuja boljše planiranje.

MRP zajema planirane potrebe po odvisnih komponentah in materialih v točno določenih količinah v točno določenem času, ne preverja pa, če je odvisne potrebe, ki se izdelujejo v podjetju (lastne polizdelke), na razpoložljivih zmogljivostih zaradi omejenosti virov dejansko mogoče izdelati. To je verjetno največja pomanjkljivost MRP-ja.

Ostale probleme MRP lahko povzamemo v naslednjih točkah (Waters, 2003, str. 325):

- zmanjšana fleksibilnost za upravljanje s spremembami,
- potrebuje veliko podrobnih in zanesljivih informacij,
- vključuje veliko manipulacij s podatki,
- sistem lahko postane zelo kompleksen,
- ignorira vrstni red, po katerem se materiali dejansko vgrajujejo, in predpostavlja vrstni red, določen v kosovnici,
- uporaba MRP za razporejanje proizvodnje lahko da slabe rezultate,
- velikost serije, predlagana z MRP-jem, je lahko neučinkovita,
- lahko je zelo drag, sama uvedba pa zelo dolgotrajna.

Kljub tem problemom je MRP široko uporabljan in že obstaja veliko standardnih programskih paketov. Vseeno pa je veliko organizacij, kjer MRP ni izpolnil pričakovanj oziroma prinesel realnih prednosti. Glavni razlog za to je verjetno v miselnosti, da sistem lahko enostavno pripeljemo in vključimo. Številna podjetja pričakujejo, da je sistem MRP čarobna in enostavna metoda poslovanja, pri tem pa pogosto spregledajo zelo pomemben faktor – uvedbo. Kljub velikemu številu sistemov po vsem svetu je uvedba pogosto zelo težavna. Še vedno se pojavljajo številni problemi, povezani z učinkovito uporabo teh sistemov. MRP potrebuje premišljene prilagoditve na način, na katerega podjetje deluje, in te spremembe potrebujejo podporo na vseh področjih. Četudi ta podpora obstaja, pa ne smemo predpostavljati, da je MRP preprosto dodatno orodje za planiranje. Je integralen del procesa planiranja in zahteva nove postopke na številnih področjih. Na splošno lahko rečemo, da MRP prinaša pomembne prednosti, in številna podjetja so ustvarila pomembne prihranke, vendar pa mora podjetje za doseganje teh prihrankov vložiti veliko truda in naporov (Waters, 2003, str. 322–327).

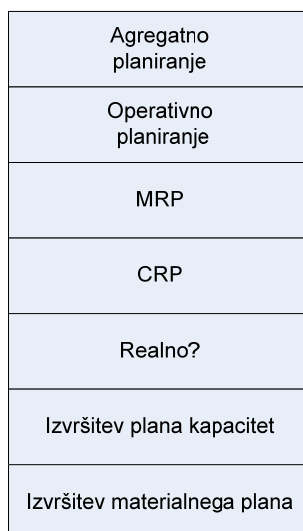
2.10.6 Planiranje potreb po kapacitetah

Podrobno kratkoročno planiranje potreb po kapacitetah (Capacity Requirements Planning – CRP) določa kapacitete, ki so potrebne za realizacijo izdelave sestavnih delov, gradnikov in sestavljanja izdelkov po planu materialnih potreb. Metoda CRP je bolj natančna od predhodnega grobega planiranja zmogljivosti RCCP. Značilno plansko obdobje je leto ali trimesečje, planske terminske enote so dekade ali (delovni) tedni, lahko pa tudi delovni dnevi. Preverjanje realizacije in morebitni popravki se običajno izvajajo dnevno ali tedensko, redko mesečno. Tudi v planu potreb po kapacitetah so navedene delovne in/ali strojne ure po delovnih ali kapacitivnih mestih. Ker plan materialnih potreb, iz katerega izvira plan potreb po kapacitetah, že upošteva proizvodno strukturo, morebitne zaloge gradnikov in izdelkov, nedokončano proizvodnjo in lansirane delovne naloge, je tudi plan potreb po kapacitetah neto plan. Uporablja se predvsem pri sprejemanju kratkoročnih odločitev o kapacitetah, kot npr. odobravanje dela preko rednega delovnega časa (nadure) in dela v sicer dela prostih dnevih, izbor alternativnih proizvodnih postopkov ipd., pa tudi nadzor materialnih tokov v proizvodnji (Ljubič, 2000, str. 256). Metoda CRP ne planira na omejenih kapacitetah virov. Izračuna se čas zaključka operacije, za to operacijo se izračuna celotni izdelavni čas. Vsota vseh izdelavnih časov se primerja z razpoložljivo zmogljivostjo delovnega mesta, vendar ne povzroči nobenih sprememb v primeru primanjkljaja kapacitet.

2.10.7 MRP z zaprto zanko

MRP se je razvijal v nekaj več kot le boljši način naročanja. Uporabniki so kmalu ugotovili, da ima MRP veliko večje zmožnosti, kot le dajanje boljših signalov za ponovno naročanje. Spoznali so, da MRP lahko zazna povezavo med datumom dobave (kdaj moramo realizirati naročilo) in časom potrebe (kdaj material potrebujemo). To je pomenilo prelomno točko. Prvič v zgodovini proizvodnje je obstajal formalni mehanizem za določitev veljavnih prioritet v stalno spreminjajočem se okolju. To je pomembno, ker sprememba v proizvodnem podjetju ni enostavno le možnost ali verjetnost. To je edina zanesljivost, edina konstanta, edino zagotovo veljavna zadeva. Sposobnost držati roke veljavne in usklajene s temi spremembami je znana kot »planiranje prioritet«. Vendar je planiranje prioritet le ena plat zgodbe. Enak izziv predstavlja planiranje kapacitet. MRP z zaprto zanko (Closed loop MRP) se je pojavil kot odgovor na pomankljivosti osnovnega MRP. Ima sposobnosti kontroliranja tako zmogljivosti kot zalog. Vsebuje povratne zanke, ki izvajajo preverjanje kapacitet z namenom preverjanja izvedljivosti operativnega plana. Plan na podlagi teh informacij lahko spremenimo, še vedno pa ohranimo veljavnost prednostnih nalog. Razen najbolj osnovnih sistemov MRP so danes vsi sistemi MRP z zaprto zanko. Korake v MRP z zaprto zanko prikazuje tudi slika 4.

Slika 4: Diagram MRP z zaprto zanko



Vir: Wong, Kleiner, 2001, str. 10

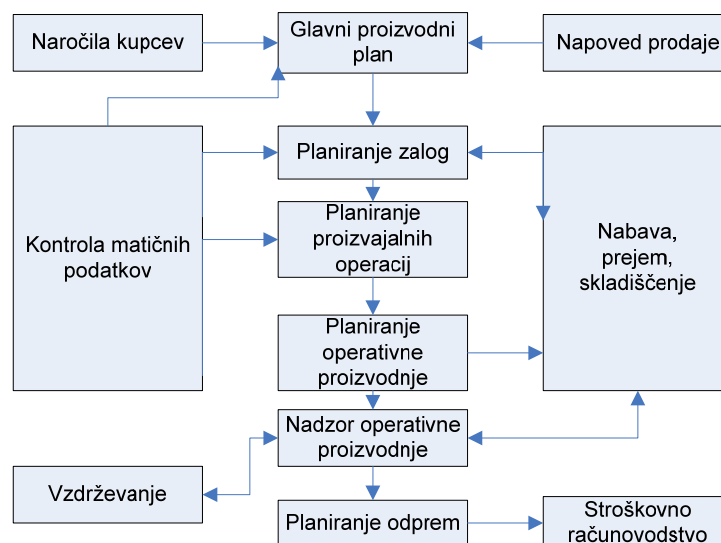
2.10.8 Planiranje materialnih potreb in sredstev proizvodnje – MRPII

Naslednji korak imenujemo planiranje proizvodnih virov (Manufacturing Resource Plannin – MRPII). Kot neposredna nadgradnja MRP vključuje tri dodatne elemente:

1. Planiranje prodaje in proizvodnje – zelo močan proces za uskladitev povpraševanja in dobave v polnem obsegu, na vseh nivojih, omogoča vodstvu jasen pogled na operativne operacije v podjetju.
2. Finančni vmesnik – zmožnost prevesti operativni plan (v kosih, kilogramih oziroma drugačnih enotah) v finančne oziroma denarne enote.
3. Simulacije – zmožnost postavljanja »kaj če« vprašanj in oblikovanje ustreznih odgovorov v fizičnih in denarnih enotah. To je bilo sprva oblikovano zelo na grobo, danes pa sistemi za napredno razvrščanje – Advanced Planning Systems (APS) omogočajo učinkovite simulacije do najmanjših podrobnosti.

Poglavitni razlog, ki je omogočil revolucijo MRPII, je tehnični napredek, ki je omogočil integracijo celotnega podjetja. MRPII je postal glavni plan za proizvodnjo, prodajo, tehnično podporo in finance, kar prikazuje tudi slika 5. Celotno podjetje v tem primeru uporablja iste podatke, kar omogoča enotna podatkovna baza. Brez MRPII bi imele posamezne poslovne funkcije lahko različne podatke. MRPII daje menedžmentu veliko večje možnosti, ko jih je imel kdajkoli prej, in zmanjšuje odvečna in podvojena zbiranja podatkov. Tako lahko na primer finančna funkcija uporablja podatke, ki jih generira proizvodna funkcija (Wong, Kleiner, 2001, str. 9). Tako lahko MRPII definiramo kot metodo za učinkovito planiranje vseh virov v proizvodnem podjetju.

Slika 5: Tipičen MRP II sistem in njegovi moduli



Vir: Meredith, Shafer, 2002, str. 326

V principu povezava vseh aktivnosti na operativni plan lahko da zelo učinkovite rezultate, saj ni nobenega nepotrebnega dela, ni zamud zaradi poznih dostav ali manjkov. Te prednosti so opogumile številna podjetja, da so razširila svoj MRP proti MRPII. V praksi pa se pojavijo določene težave. Na preprosti ravni je težko narediti tak raspored, ki bi ga vsi sprejeli kot dobrega in uporabnega. V večini planiranj se MRPII ne ustavi na določeni stopnji in poda najboljšo rešitev, ampak najde razumno rešitev, ki jo vsi sprejemajo. Jasno je, da je težko dobiti soglasje vseh različnih interesov in namenov. Verjetno je eden najresnejših problemov MRPII težavnost izgradnje celotne integracije vseh sistemov in funkcij. Številne organizacije se sprašujejo, ali se dejansko splača vložiti toliko truda, da se približajo integraciji. Omenil sem že, da je MRP lahko nefleksibilen in se ne more ustrezno in hitro odzvati na spremembe, in če celotna organizacija deluje v tej smeri, postane okorna in ranljiva. Namesto da bi ponudil učinkovit proces, MRP lahko povzroči veliko občutljivost na spremembe. Potrebno je omeniti, da zelo malo organizacij dela s polnim MRPII in da se večina raje odloča, da implementira dele tega sistema. Problemi pri uvedbi se pojavljajo na področju programske opreme, notranjih procesov ter odnosi z dobavitelji in kupci. Večinoma so problemi povezani z napačnimi postopki pri načrtovanju in uvajanju (Ip, Yam, 1998, str. 161).

Proizvesti kupčeva naročila učinkovito in pravočasno je glavni cilj podjetij v današnjem času. Za organizacije s stabilnim povpraševanjem ali za tiste, ki proizvajajo na zalogo, to pogosto sploh ni problem. Zlasti za podjetja, ki proizvajajo po naročilih kupcev (Make to Order – MTO) in imajo veliko variant proizvodov z različnimi zahtevami kupcev, pa je to lahko zelo pomemben izziv. Operirati z nešteto majhnimi naročili, kjer so na vsakem koraku prisotne posebne zahteve kupcev s specifičnimi materiali in operacijami, ni lahek zalogaj. Za zagotovitev dobre podpore takšnim podjetjem je potreben poseben, prilagojen pristop k planiranju proizvodnje. MRP in MRPII metode so bile uporabljene v takšnem okolju, vendar kot rešitev za management proizvodnje. Te tehnike so bile daleč od idealnih, zato je njihova uporabnost vprašljiva. V bistvu niso bile

sposobne zagotoviti točnega in ažurnega pogleda na to, kaj se dejansko dogaja v proizvodnji, predvsem zaradi predpostavke, da je planiranje proizvodnje statično. V MTO podjetjih si ne morejo privoščiti, da bi planirali na tak način (Dumond, 2005, str. 508).

2.11 Podrobno planiranje proizvodnje

V hierarhičnem načinu planiranja je na najnižji stopnji podrobno planiranje. Uporabljajo se tudi izrazi »podrobno terminsko planiranje«, »terminiranje« in »razvrščanje« (Shop Floor Scheduling – SFS ali Operations Scheduling – OS, tudi Shop Floor Control – SFC). V glavnem bom uporabljal izraz razvrščanje. S terminskim planom, ob upoštevanju omejitev, na dan ali uro natančno določimo zaporedje izvajanja operacij po delovnih mestih. Operiramo torej z operacijo proizvodnega naloga. Za vsako delovno mesto določimo kateri izdelki ali izdelki se bodo na njem obdelovali v naslednji terminski enoti, koliko časa bodo trajale operacije, roke začetka in roke zaključka operacij ter roke prehodov med operacijami. Glede na vrsto in značilnosti proizvodnega procesa uporabljamo različne vnaprej pripravljene algoritme in pravila razvrščanja.

Ljubič navaja naslednje funkcije razvrščanja (Ljubič, 2007):

- grobo (pretočno) terminsko planiranje,
- ugotavljanje potreb po kapacitetah,
- uravnavanje obremenitve kapacitet,
- fino terminsko planiranje (razvrščanje),
- vodenje delovnih nalogov,
- nadzor zalog.

V okviru podrobnega planiranja sta najpomembnejši dve metodi:

- razvrščanje
 1. na omejene kapacitete (Finite Capacity Scheduling);
 2. na neomejene kapacitete (Infinite Capacity Scheduling);
 3. vhodno-izhodna kontrola (Input-output Control);
- določanje zaporedja
 1. z uporabo prednostnih pravil ;
 2. določanje zaporedja s strani delovodij;
 3. določanje zaporedja na osnovi čakalne vrste.

2.11.1 Razvrščanje z upoštevanjem omejenih kapacitet virov

Zaradi potrebe po proizvodnji po zahtevah kupcev in dinamičnega okolja, v katerem delujejo, se podjetja srečujejo z dvema bistvenima problemoma – postaviti realni rok izdelave (due date) za kupčeva naročila in razvoj izvedljivega plana, po katerem lahko to delo izvršijo učinkovito in pravočasno. Določitev roka izdelave oziroma datuma odpreme je pomembna, ker je obljubljeni datum zavezujoč in ga je lažje doseči, če je postavljen realno. Veliko podjetij se muči z reševanjem tega problema. Včasih so roki izdelave samo napačno postavljeni ali slabo

dogovorjeni, tako da je zelo malo možnosti, da bi jih lahko dosegli. Pogosto ni veliko osnov za določitev realnega datuma in planerji se zanašajo na preprosta pravila, kot je na primer »4-tedenski vodilni čas«. Občasno se, tudi če je bil datum dobro postavljen, nepričakovani problemi pojavijo v proizvodnji sami – okvare strojev, materiali prispejo prepozno, delovni nalogi se izgubijo, določeni stroji so pretirano zasedeni – in brez vpogleda v dogajanje v proizvodnji ni znano, ali je potrebno kakšen datum prilagoditi, ali so potrebne določene spremembe za doseganje roka. Včasih pa se zgodi, da kupec zahteva premik datuma na zgodnejši čas ali pa se pojavijo nova naročila s krajšim zahtevanim datumom. Vsi ti dogodki onemogočajo planerjem, da bi postavili dobre roke in jih tudi realizirali (Dumond, 2005, str. 508).

Postavitev realne obljube ali roka izdelave (roka dobave) zahteva tako upoštevanje kapacitet kot zasedenosti. Pregled pristopov k določanju datumov dobave v podjetjih kaže, da ti pristopi ne odražajo dovolj učinkovito dejanskih razmer v proizvodnji, ker ni upoštevana informacija o zasedenosti. Upoštevanje te informacije je nujno, saj nalogi ne prihajajo po vrstnem redu pomembnosti, zato je potrebno ponovno razvrstiti vse naloge, ko prispe nov nalog. Ta zahteva v bistvu predlaga uporabo razvrščanja z upoštevanjem omejenih kapacitet virov (Finite Capacity Scheduling – FCS) za določitev realnega datuma dobave za kupčevo naročilo. FCS upošteva realne razmere v proizvodnji namesto standardnih vodilnih časov ali ostalih planskih faktorjev. Posledica tega je plan, ki odraža omejitve kapacitet glede na trenutno stanje nalogov v proizvodnji.

Določanje roka izdelave je bilo deležno precej pozornosti v literaturi in splošno sprejeto dejstvo je, da je določitev datuma, pri kateri uporabimo več informacij, bolj realna, kot če uporabimo manj informacij. Tudi preprosta dodatna informacija, kot je na primer število operacij, bo zagotovila boljšo določitev datuma kot na primer fiksno pravilo »dva tedna« za datum dobave. Določitev datuma dobave na podlagi informacije, ki vključuje ne samo število operacij, ampak tudi pričakovan čas trajanja vsake operacije, bo dala boljši rezultat; dodajanje informacije, na primer običajni čas čakanja med delovnimi mesti, bo še izboljšal določanje datuma dobave. Veliko operacij, uporabljenih za sofisticirano določanje datuma dobave, izhaja iz naloga samega in bi jih bilo potrebno uporabiti (Dumond, 2005, str. 508). Poleg težav pri določanju roka izdelave imajo podjetja težave pri planiranju virov za doseganje teh rokov. Večina raziskav planiranja uporablja simulacijsko osnovan pristop, ki uporablja več hevrističnih prioritiet za planiranje strojev z izbiranjem naslednje operacije iz nabora operacij, ki čakajo na izvedbo. Upoštevanje obremenitve vseh strojev istočasno je lahko bolj učinkovito kot planiranje posameznih strojev ali delovnih mest. Pomembno je tudi spoznanje, da se drugačna pravila, npr. najkrajši čas obdelovanja, first-in-first-out, obnašajo drugače. Splošno pa velja, da tista pravila, ki uporabljajo informacije o stanju v proizvodnji, delujejo bolje.

Kot primer recimo, da na delovnem mestu upravljamo z nalogi neodvisno, in sicer z uporabo enega od splošno znanih pravil za določanje prioritiet nalogov na poti skozi proizvodnjo. Najbolj znano tako pravilo je first-in-first-out, v katerem se delovni nalogi realizirajo v takšnem vrstnem redu, kot so prispeli. To pravilo, čeprav se zdi najbolj pošteno, je lahko slaba izbira, ker ima

lahko nalog, ki je prispel kasneje, zgodnejši rok izdelave ali večje število operacij. Z upoštevanjem teh možnosti lahko posamezna delovna mesta dajo prednost nalogom z zgodnejšim rokom izdelave za določen dan ali teden. Čeprav je ta pristop pogosto boljši kot FIFO, ne upošteva dela/časa, ki ga naslednje delovno mesto mogoče potrebuje za izdelavo. Planer na primer uvrsti nalog, ki ima rok izdelave čez deset dni, za nalog, ki ima rok izdelave čez 5 dni. Lahko se zgodi, da ima nalog z rokom izdelave čez deset dni, štiri operacije več in vsaka od teh traja dva dni, medtem ko je nalog z rokom izdelave čez pet dni v zadnji fazi in je lahko zaključen v dveh dneh. V tem primeru je bolje dati nalogu z rokom izdelave čez deset dni, prednost pred nalogom z rokom izdelave čez pet dni.

Kot je razvidno, planiranje nalogov neodvisno od delovnih mest ni učinkovita metoda planiranja. Nasprotno pa je FCS sposobno obravnavati proizvodnjo kot celoten sistem, planirati vse razpoložljive naloge na vsakem delovnem mestu in vsak nalog skozi zaporedje operacij in tako izdelati izvedljiv plan začetkov in zaključkov za vsako operacijo na vsakem delovnem mestu (Dumond, 2005, str. 509).

Tradicionalen pristop k planiranju in kontroli proizvodnje najprej planira materiale in posledično kapacitete, s predpostavko, da lahko z dovolj časa prilagodi kapacitete. Plani materiala, razviti v tradicionalnih MRP sistemih, so osnovani na množici proizvodov, ki se premikajo med delovnimi mesti po zaporednih operacijah in tako skozi tok zalog postajajo proizvodi na višjih nivojih. Celotni vodilni čas končnih proizvodov na tej ravni je naravnano tako, da je precej dolg, še posebno, če je v sestavnici več nivojev. Danes podjetja težko obvladujejo takšno situacijo. Kot odgovor na to morajo istočasno planirati oboje, materiale in kapacitete; to je pristop, ki ga imenujemo razvrščanje z upoštevanjem omejenih kapacitet virov.

Sistemi za razvrščanje simulirajo dejanski začetek in zaključek zaporedja za izdelavo izvedljivega podrobnega plana za vsako naročilo in vsako delovno mesto. Končni rezultat razvrščanja je niz datumov začetka in zaključka za vsako operacijo in vsako delovno mesto glede na kapaciteto delovnega mesta in ostale razvrščene naloge. Rezultat razvrščanja je plan dela za vsako delovno mesto, iz minute v minuto, za planirano časovno obdobje (Dumond, 2005, str. 510).

Čeprav sistemi razvrščanja obstajajo že nekaj let, pa so zaradi napredka v računalniški tehnologiji šele sedaj podjetja začela uporabljati takšna orodja. Danes, ko jih zagotavljajo številni ponudniki, so postali cenejši, lažji za implementacijo, uporabo in vzdrževanje in v nekaterih primerih so celo posebej prilagojeni določeni panogi. Programi za razvrščanje so lahko kot samostojna aplikacija v podjetju, lahko pa so tudi komponente ERP sistemov. Ti programi imajo svojo specifiko in za učinkovito uporabo programov za razvrščanje je potrebno dobro poznati osnovno filozofijo določenih proizvodov. Nekateri raje upoštevajo kapacitete delovnih mest, ki so ozka grla, namesto kapacitete celotne proizvodnje. Mnogi izmed teh programov uporabljajo samo eno pravilo za določitev prioritet, na primer rok izdelave, delovni čas, pomembnost kupca itd. V realnosti za učinkovito planiranje nalogov v proizvodnji večkrat želimo upoštevati več faktorjev (na primer oboje, delovni čas in rok izdelave), toda večina paketov ni razvitih do te

mere. Obstajajo celo raziskave, ki dokazujejo, da ERP sistemi še niso sposobni primerno podpirati potrebe po razvrščanju proizvodnje (Dumond, 2005, str. 524).

2.12 Potrebni podatki za planiranje proizvodnje

Če želimo proizvodni proces planirati, nadzirati, analizirati in voditi, morajo biti zagotovljeni podatki, s katerimi so definirani izdelki in proizvodni proces. Podatke oziroma informacije, ki jih potrebujemo za planiranje – pripravo ter kontrolo in vodenje proizvodnih procesov, po Ljubiču lahko glede na namen uporabe delimo na (Ljubič, 2000):

- podatke za opis proizvodnega procesa,
- podatke za opis zmogljivosti proizvodnje,
- podatke za opis plana proizvodnje,
- podatke za opis procesa planiranja,
- podatke za opis nalog proizvodnje.

Če upoštevamo mesto nastanka podatkov, jih moremo deliti na: razvojno-konstruktivske, komercialne podatke, na podatke kadrovskega področja in podatke s področja kontrole ter podatke iz ožjega proizvodnega področja. Glede na stalnost podatkov razlikujemo matične (osnovne), prometne, arhivske, statistične in delovne podatke.

Glede na status – stopnjo definiranosti ločimo:

- osnutke, predloge, koncepte,
- definitivne, aktivne podatke,
- neaktivne podatke.

Najbolj pomembni osnovni podatki so podatki o sestavnih delih, strukturah izdelkov, delovnih postopkih, delovnih načrtih, proizvodnih sredstvih ali delovnih mestih, izdelavnih strukturah. Potrebni pa so še razni drugi podatki.

2.12.1 Podatki o sestavnih delih

Pojem »sestavni del« obsega vsak del, ki ga je mogoče obravnavati kot zaključeno celoto. V to skupino štejemo podatke o osnovnih (elementarnih) sestavnih delih, podsestavih (če so funkcionalno zaključeni pri izdelavi), končnih sestavih (izdelkih), surovinah in tudi o potrošnem materialu (ki se izrabi med izvajanjem delovnih postopkov). Podatki o sestavnih delih so praviloma zelo obsežni, tako po številu zajetih sestavnih delov kot tudi po številu prvin za vsak sestavni del posebej. Velja načelo, da predvidimo le tiste podatke, ki jih bomo lahko zbirali in kasneje tudi uporabljali. Število prvin je predvsem odvisno od predvidene kompleksnosti proizvodnega informacijskega sistema, ki je odvisna tudi od obstoječih drugih podatkovnih obdelav v poslovnem sistemu. Pri tem je potrebnih več prvin; če je proizvodni informacijski sistem (PRIS) vezan le na proizvodnjo in manjkajo druge poslovne obdelave, mora vse prevzeti PRIS (Heričko, 2006).

Primer liste prvin za določen izbrani primer iz prakse:

identifikacijska številka dela, oznaka variante, naziv dela, opis dela, vrsta dela (npr.: končni izdelek, podsestav, pomožni material), merska enota (npr.: kos, kg, m ...), oznaka oblike dela, številka načrta (risbe) dela, snov dela, vrsta dispozicije dela (npr.: lastni izdelek, krmiljen na osnovi porabe ...), nabavni čas (npr.: čas dobave tujega izdelka ali potrebni čas proizvodnje lastnega izdelka), faktor izmeta (statistični podatek na količino delov, podatek glede na izmet pri delovnih postopkih z uporabo tega dela ...), začetni datum, od katerega velja zapis o delu, datum, do katerega je zapis veljaven, datum zadnje spremembe v zapisu, datum generiranja prvega zapisa o tem delu, pooblaščen sodelavec za vzdrževanje zapisa.

2.12.2 Podatki o strukturi izdelka

Proizvodno strukturo lahko opredelimo kot množico komponent (izdelkov, gradnikov, sestavnih delov, materialov, surovin oziroma kupljenih delov) ter množico relacij med njimi. Poenostavljeno lahko rečemo, da proizvodna struktura definira, kako oziroma iz katerih elementov (sestavlin) so izdelki sestavljeni in kakšne količine elementov so potrebne za eno enoto izdelka (Ljubič, 2000, str. 77).

Najpomembnejše prvine so:

- številka nadrejenega dela,
- številka podrejenega dela,
- oznaka variante (če so variante),
- koeficient količine,
- tip strukture (ali je odvisna količina podrejenega dela od količine nadrejenega dela ali ne),
- faktor izmeta pri strukturno odvisnem izmetu,
- začetni datum veljavnosti strukturnega zapisa,
- datum, do katerega je strukturni zapis veljaven,
- datum zadnje spremembe zapisa,
- datum prvega zapisa,
- ime pooblaščenega strokovnega sodelavca za ta zapis.

Iz podatkov je mogoče za kosovno proizvodnjo generirati kosovne liste – kosovnice (Bills of Material – BOM) oziroma sestavnice. Kosovnice nam prikazujejo strukturo dokončanih proizvodov, kažejo torej povezavo med dokončanim proizvodom in vsemi komponentami, iz katerih je le-ta sestavljen. Dajejo nam informacije o vseh komponentah, ki jih potrebujemo za izdelavo določenega proizvoda. Kosovnica, uporabna v MRP, ni samo seznam potrebnih komponent, ampak s svojo strukturo prikazuje tudi zaporedne korake, potrebne za proizvodnjo dokončanega proizvoda. Kosovnica tako vsebuje več ravni, pri čemer vsaka od ravni predstavlja določeno fazo v proizvodnji dokončanega proizvoda. Najvišjo raven (raven 0) predstavlja dokončani proizvod oziroma končna montaža. Na naslednji nižji ravni (raven 1) so vse komponente, ki jih uporabljamo zgolj za izdelavo dokončanega proizvoda. Na naslednji ravni (raven 2) so vsi elementi, ki jih uporabljamo samo za izdelavo komponent na ravni 1, in tako dalje do najnižje ravni. Vsaka komponenta iz kosovnice ima tako svojo šifro ravni, ki kaže

najnižjo raven kosovnic, na kateri se ta komponenta v katerikoli kosovnici uporablja. To zagotavlja kumuliranje vseh potreb za določeno komponento, kar onemogoča ločeno planiranje lansiranja delovnih nalogov za isto komponento. Kompleksnost proizvoda pa je tista, ki določa, koliko ravni bo imela kosovnica (Rusjan, 1999, str. 178). Podobno vlogo v procesni proizvodnji imajo recepture.

Kosovne liste služijo različnim namenom, zato ločimo (Heričko, 2006):

- konstrukcijske kosovne liste,
- dispozicijske kosovne liste,
- izdelavne (tovarniške) kosovne liste,
- montažne kosovne liste,
- kosovne liste nadomestnih delov in še druge, npr. komercialne.

Po globini strukture, ki jo prikazujejo različne kosovnice, ločimo modularne, strukturne in količinske kosovnice. Modularne kosovnice (enoravenske) prikazujejo le strukturo izdelka s sestavinami naslednje spodnje ravni, ki so vsaka zase lahko strukturirane še v nadaljnjih več ravneh. V količinski kosovni listi ni mogoče razpoznati strukture izdelka. Za vsak kos izdelka je razpoznavna količina vseh sestavnih delov, iz katerih je sestavljen končni izdelek s te kosovne liste. Fantomi so navidezni sestavi – kosovnice, ki se uporabljajo predvsem za poenostavitev oblikovanja in ažuriranja zapletenih kosovničnih struktur. Tipični primer: zbir skupnih delov, ki se vgrajujejo v različne izdelke, a niso fizičen sestav. Pri razpisu delovnih nalogov nadrejenih sestavov se ne razpišejo fantomi, temveč njihovi sestavni deli.

Proizvodni informacijski sistem za podporo planiranja v takšnih primerih je zelo zahteven izdelek, ki mora nuditi možnosti oblikovanja in zasledovanja struktur vseh že uporabljenih variant in še vseh mogočih bodočih variant po željah oz. zahtevah kupcev – naročnikov.

Pomembno je dokumentiranje variant v vseh fazah proizvodnje:

- od izdelave zahtevnika (skupaj z naročnikom),
- do proizvodnje variantnih (in ostalih) delov,
- izdelave (montaže) končnega izdelka.

2.12.3 Proizvodni postopek

Proizvodni postopek (tehnološki postopek, delovni postopek, delovni načrt) opredeljuje postopek transformacije vhoda (komponente nižje stopnje dodelanosti) v izhod (komponenta višje stopnje dodelanosti). V vsakem proizvodnem postopku mora biti navedeno:

- kako (tehnološko zaporedje delovnih operacij),
- v kakšnem času (pripravljalni in izdelovalni čas),
- kje (na katerih delovnih mestih),
- s čim (s katerimi stroji in orodji ter delavci),
- s kakšnimi stroški (plačilom za delo)

se izvede transformacija.

Proizvodni postopek vsebuje vsa navodila za izdelavo in sestavljanje (montažo) sestavnih delov, sestavov in izdelkov ob upoštevanju predpisanih vhodnih komponent in razpoložljivih delovnih sredstvih. Če se proizvodni postopek nanaša na montažo, mora biti iz njega razvidno tudi zaporedje sestavljanja komponent. Podatki o tem, katere vhodne komponente in v kakšnih količinah so potrebne za izdelavo oziroma montažo, izvirajo iz tehnološke kosovnice, ki pa je lahko (zlasti na nižji ravni – ravni sestavnih delov) tudi vključena v proizvodni postopek (Ljubič, 2000, str. 98).

Proizvodni postopek je najvažnejši dokument za izdelavo in montažo izdelka (poleg risb). Ima dve osnovni nalogi: strukturiranje nalog proizvodnje za razdelitev dela in krmiljenja proizvodnje ter določitev časov izvajanja kot enote za planiranje termina in kapacitete kakor tudi za določanje osnove stroškov izdelave. V osnovni obliki delovni načrt zadovoljuje potrebe teh dveh nalog pri posamični in maloserijski proizvodnji. Pri serijski in masovni proizvodnji je proizvodnemu postopku potrebno dodati dodatna navodila s ciljem zagotoviti možnost optimiranja stroškov (npr. izbira proizvodnega sredstva/delovnega mesta glede na število kosov izdelka za eno naročilo ali serijo, vrsta proizvodnih operacij glede na obseg naročila itd.)

Podatke v proizvodnem postopku je mogoče deliti v dve glavni skupini (Heričko, 2006):

1. splošne podatke:

- številka proizvodnega postopka, podatki o izvoru postopka (podatki o podjetju, datum spremembe, tehnolog ...), področja veljavnosti postopka (časovna doba, odvisnost od števila izdelkov ...), del, na katerega se nanaša postopek, deli (vključno s surovinami, delovnimi materiali ...), ki bodo vgrajeni v del, vrsta postopka (normalni, začetni, serijski, reparaturni ...), številka pripadajoče risbe ...

2. podatke o delovnih operacijah

- številka operacije, opis operacije, morebitni kazalec na nadaljnje opise (npr. risbe), podatki o izvajalcih operacije, podatki o delovnih mestih,
- čas priprave proizvodnega sredstva,
- čas obdelave,
- povprečni čas čakanja pred začetkom obdelave,
- povprečni čas prehoda na naslednjo operacijo,
- dejavniki skrajšanja pretočnega časa,
- povprečni izmet po nastavitvi – pripravi proizvodnega sredstva,
- datum začetka veljavnosti zapisa o operaciji,
- datum zaključka veljavnosti zapisa o operaciji,
- datum zadnje spremembe zapisa,
- datum prvega zapisa o operaciji,
- pooblaščen sodelavec (tehnolog?) ...

Običajno hranimo podatke o delovnih operacijah kot podatke o samostojnih entitetah. Za izdelavo posameznega dela je mogoče uporabiti več alternativnih postopkov. Mogoče so tudi

alternativne operacije (luknje vrtamo ali sekamo ali ...). Mogoči so tudi alternativni proizvodni postopki, mnogokrat pa se jim odpovemo in uporabljamo le alternativna delovna mesta ali proizvodna sredstva z uporabo datotek o izdelavnih strukturah.

2.12.4 Podatki o proizvodnih sredstvih, delovnih mestih in izdelavnih strukturah

Enako kot za predmete dela morajo biti zagotovljeni osnovni podatki tudi za delovna sredstva, delovna oziroma kapacitivna mesta, na katerih se v proizvodnem procesu izvajajo delovne operacije. Podatki o skupinah delovnih mest služijo grobem planiranju zmogljivosti.

Tipične prvine tabele 'delovnih mest' ali 'skupin delovnih mest':

- številka delovnega mesta ali skupine delovnih mest,
- naziv,
- lokacija,
- pripadajoče stroškovno mesto,
- tehniški podatki (npr. poraba energije, posebnosti ...),
- podatki o zmogljivosti (na izmeno (za vsako izmeno posebej), število izmen dnevno, tedensko ...),
- kadrovske podatki (npr. potrebno število delavcev, kvalifikacije le-teh, odgovorni delavec),
- razpoložljivost (v urah, % od dneva, tedna ... (zaradi izpadov, vzdrževanja ...)),
- stopnja zmogljivosti glede na povprečje skupine delovnega mesta (za delovna mesta, ki imajo različne zmogljivosti v isti skupini delovnih mest),
- povprečni čas priprave delovnega mesta (kadar ni določen za specifično delovno operacijo),
- datum naslednjega vzdrževanja,
- čas trajanja rednega vzdrževanja,
- cena ure uporabe (stroja, priprav ...).

Drugi dodatni osnovni podatki so na primer delovni koledar podjetja, modeli izmen, podatki o dobaviteljih, kupcih, kadrih, orodjih in pripravah ter podatki o skladiščenju. Pri zagotavljanju podatkov lahko podjetje teži k čimvečji točnosti podatkov, kar pa lahko zmanjša fleksibilnost podjetja. V določenih primerih je tako bolj smiselno imeti manj točne podatke in na ta račun povečati fleksibilnost.

3 Informacijski sistem

Informacijski sistem (IS) je celota sestavin, ki zagotavljajo podatke in informacije, ter povezave med temi sestavinami v organizaciji in z okoljem organizacije. Poenostavljeno so sestavine informacijskega sistema: ljudje, podatki in informacijska tehnologija. Ljudje z uporabo informacijske tehnologije pridobivajo podatke, da si na njihovi osnovi oblikujejo informacije.

Informacijski sistem je lahko zasnovan ročno ali računalniško. Razlikujemo formalni in neformalni informacijski sistem (formalne) organizacije. Neformalni informacijski sistem ni ne predpisan ne pričakovan. Z vidika poslovnih funkcij razlikujemo informacijske sisteme posameznih funkcij. To so na primer informacijski sistem prodaje, nakupa, proizvodnje, financ, kadrov. V organizacijah so ti sistemi najbolj znani in uveljavljeni. Namen informacijskega sistema je zadovoljitev informacijskih zahtev planiranja, nadzora in odločanja na vseh ravneh upravljanja.

Heričko (Heričko, 2006) navaja tri aktivnosti, ki jih pokriva informacijski sistem:

- sprejemanje podatkov iz notranjih in zunanjih virov,
- obdelava podatkov – rezultat tega je generiranje informacij,
- podajanje informacij v primerni (zahtevani) obliki.

Štiri funkcije informacijskega sistema so:

- obravnavanje podatkov o preteklosti,
- obravnavanje podatkov o prihodnosti,
- nadziranje obravnavanja podatkov (ali so informacije verodostojne, popolne),
- analiziranje podatkov (presojanje uspešnosti poslovanja, iskanje izboljšav, podlaga za odločanje).

Pričakovani učinki IS na kakovost poslovanja so:

- povečanje obsega poslovanja,
- povečanje učinkovitosti poslovnih transakcij,
- zbiranje in dostop do pravočasnih informacij za sprejem odločitev,
- učinkovito spremljanje in nadzor poslovanja,
- povezovanje poslovnih funkcij – vzpostavitev komunikacijskih kanalov.

3.1 Proizvodni informacijski sistem

Proizvodni informacijski sistem (PRIS) je funkcionalni informacijski podsistem, ki skrbi za načrtovanje, nadzor in izvedbo proizvodnega procesa. Ostali podsistemi so na primer računovodski, finančni, prodajni in kadrovski. Proizvodna informatika se je začela pojavljati hkrati z računalniki in željo po optimizaciji proizvodnje. Podjetja so kmalu ugotovila, da jim optimalno planiranje materialov in razporejanje proizvodnje lahko prinašata konkurenčne prednosti. Vendar pa sta brez pomoči informatike skoraj neizvedljivi nalogi, zato so informatiki kmalu iznašli najprej preproste nato pa čedalje bolj zapletene proizvodne informacijske sisteme.

Proizvodno informatiko naj bi pokrivali celoviti programski paketi, kot so MRP, MRP II in ERP (Enterprise Resource Planning – planiranje sredstev v podjetju). Zaradi že omenjene kompleksnosti so se programi ERP sprva večinoma omejili na finančno-računovodske funkcije, opustili pa so podporo proizvodnji ali pa jo izvajajo le površinsko. Šele v zadnjem obdobju ERP

vse bolj podpirajo tudi proizvodne procese, ponudniki ERP pa razvijajo vse več panožnih rešitev. Eden izmed razlogov, zakaj je proizvodnja slabše informatizirana, je tudi v pristopu k informatizaciji: izhodišče je finančno računovodska plat. Vendar so v finančno-računovodskem sistemu podatki bolj strukturirani in operacije bolje definirane, saj jih zelo podobno izvajajo vsa podjetja, poleg tega pa jih predpisuje tudi zakonodaja (Klopčič, 2003, str. 12).

Finančno računovodski sistem je po svoji naravi znan, predpisan z zakoni in dokaj stabilnimi metodami. Mnogokrat so predpisani ali priporočeni tudi obrazci ali poročila. PRIS se razlikuje predvsem v tem, da je zelo malo zakonskih osnov, znane metode pa se le redko uporabljajo samostojno, običajno v različnih kombinacijah pod različnimi pogoji. PRIS zahteva tudi mnogo večjo ažurnost informacij, saj želimo imeti v vsakem trenutku sveže – trenutne informacije. Tudi zahtevnost s strani informacijske podpore je mnogo večja, saj morajo biti informacije v razumljivejši in preglednejši obliki (drevesna struktura, grafi, gantogrami itd.). Večja zahtevnost je pri povezavi z drugimi sistemi (nadzorni sistemi strojev in naprav, registracijo delovnega časa, raznimi čitalci itd.), odzivi na spremembe pa povzročijo mnogo širše posledice. Če pri finančnem računovodskem sistemu zadostujejo informacije o preteklosti, se pri PRIS moramo naslanjati na informacije o trenutnem stanju in prihodnosti (Podbregar, 2004, str. 382). Središče dogajanja v informatiki se v zadnjih letih seli iz finančno računovodskega sistema v proizvodni informacijski sistem.

Proizvodni informacijski sistem je sestavni del integralnega poslovnega informacijskega sistema. Ti sistemi pa postajajo srce vsakega modernega proizvodnega sistema. PRIS mora biti prirejen različnim vrstam proizvodnje – ni mogoče razviti univerzalnega proizvodnega informacijskega sistema, ki bi zadovoljil potrebe vseh vrst proizvodnje. Obstaja nekaj "standardnih" sistemov in zelo veliko sistemov, prilagojenih posameznim vrstam proizvodnje. Značilnosti ponudbe PRIS sistemov na trgu:

- v PRIS sistemih je po oceni tržnih razmer cca. četrtnina standardne programske opreme, ostala programska oprema je prirejena specifičnim zahtevam kupca;
- na trgu je precej sistemov, ki so po izdelavi za določenega kupca (in vrsto proizvodnje) ponujeni tudi odprtemu trgu kupcev (da bi bolje povrnili vloženi denar v razvoj prvega kupca lastnemu spektru lastnosti in zahtev).

Za izbiro primernega PRIS sistema uporabljamo več vrst kriterijev (Heričko, 2006):

- "nevtralne" kriterije (npr. prisotnost ponudnika na trgu, velikost sistema, podatkovne baze, ergonomijo, panogo proizvodnje ...),
- "splošne" kriterije (npr. možnosti integracije z drugimi (poslovnimi) programskimi sistemi, vrsto obdelave podatkov – interaktivna, sekvenčna, strežnik/odjemalec ...),
- "uporabno-specifične" kriterije, ki preverjajo posamezne funkcije planiranja in krmiljenja proizvodnje (npr. grobo planiranje, priprava proizvodnje, materialno gospodarjenje, gospodarjenje z zmogljivostmi proizvodne opreme).

Odvisno od tipa proizvodnje imajo podjetja tudi različne potrebe po informacijskem sistemu.

Za informacijski sistem za planiranje in vodenje enkratnih proizvodnih procesov je značilno (Ljubič, 2007, str. 51):

- hitrosti zbiranja in obdelav so nizke, ker tudi odločitve niso hitre;
- pogostnost obdelav podatkov je majhna, saj so tudi odločitve o spremembah redke;
- točnost in zanesljivost podatkov je nižja.

Za informacijski sistem za serijsko proizvodnjo je značilno:

- hitrosti zbiranja in obdelav podatkov so večje, ker je zaradi velikega števila možnih sprememb v proizvodnem procesu potrebnih mnogo hitrih odločitev;
- velika pogostnost obdelav podatkov;
- zaradi kratkih pretočnih časov je zahtevana velika ažurnost podatkov in informacij.

Za informacijski sistem za kontinuirano / masovno proizvodnjo je značilno:

- hitrosti zbiranja in obdelav podatkov so zelo velike (direktno zajemanje podatkov v procesu v realnem času);
- pogostnost obdelav je tudi zelo velika;
- zaradi tega in zaradi zahteve po ažurnosti podatkov in reakcij na informacije se uvajajo procesni računalniki.

3.2 Prednosti in slabosti planiranja proizvodnje s podporo proizvodnega informacijskega sistema

S podporo proizvodnega informacijskega sistema lahko planiranje in operativno vodenje proizvodnje prinese (po opravljenih raziskavah v podjetjih) naslednje učinke (Heričko, 2006):

- zmanjšanje zalog sestavin za 10%,
- zmanjšanje zalog gotovih izdelkov za 15%,
- izboljšanje pripravljenosti za dobavo izdelkov za 10%,
- zmanjšanje pretočnih časov na strojni opremi za 20%,
- izboljšano doseganje dogovorjenih terminov dobave za 35–40%,
- zmanjšanje povprečja zamud pri dobavah za 40–50%,
- zmanjšanje naročil za pospešene obdelave oz. dobave za 70%,
- povečanje izrabe zmogljivosti strojne opreme za 5–10%.

Navedeni učinki so med seboj povezani in odvisni.

Slabosti proizvodnega IS za podporo planiranja in kontrolo proizvodnje (Heričko, 2006):

- razhajanje med grobim planom in podrobnim planom proizvodnje;
- razhajanje med podrobnim planom in dejanskim potekom proizvodnje (razlogi: nepredvidljivi dogodki po izračunu plana – nova pospešena naročila, pomanjkanje sestavin ali orodij, prevelik napor za sprotno popravljanje plana, sekvenčno poseganje v planiranje čeprav so nekateri parametri med seboj vzporedno časovno povezani ...);

- pomanjkanje možnosti proizvodnega informacijskega sistema, da bi organizirano vplivali na izbrano dominantno ciljno veličino (pogosto interakcije sprememb parametrov niso upoštevane oz. predvidljive).

Veliko težav lahko izhaja iz tega, da PRIS ni prilagojen aktualnemu tipu proizvodnje. To pa je lahko posledica slabe izbire IS ali pa tega, da na trgu ni prave izbire. Večkrat so podjetja s proizvodnimi informacijskimi sistemi poskušala reševati probleme, ki so se v podjetjih nagrmadili skozi več let – torej neoptimalne proizvodne procese. Namesto da bi se v podjetjih lotili reorganizacije procesov, optimizacije razporeditve strojev in oddelkov v tovarni, optimizacije skladišč in skladiščnega poslovanja ter logistike, so poskušali probleme rešiti z načrtovanjem sredstev (Klopčič, 2003, str. 12).

Integrirana rešitev za podporo cikla od naročila do dobave v fleksibilnih podjetjih bi morala biti sposobna podpirati naslednje faze (Persona, Ragattieri, Romano, 2004, str. 637–638):

1. Pred potrditvijo naročila:

- definiranje zahtev kupca, nanašajoč se tako na virtualna kot na realna naročila, ki potrebujejo grobo analizo izvedljivosti, oceno stroškov, termina dobave in pogajanja pred potrditvijo;
- komercialno konfiguracijo kupčevega naročila, to je prevajanje kupčevih zahtev v grobe tehnične zahteve. To je posebej pomembno za začetek planiranja dizajna, tehnologije, dobav in proizvodjalnih aktivnosti povezanih s kupčevim naročilom v večprojektnem okolju;
- študijo izvedljivosti, analizo tveganj, oceno stroškov in datuma dobave (to je že prvi nivo operativnega planiranja);
- sestavljanje ponudbe, pogajanja in potrditev naročila;
- uvrstitev naročila; izvede se glede na lansiranje internega naročila, ki se nanaša na projekt – sestavljen iz več postavk (pozicij), ki vse potrebujejo sestavnico in matične podatke, in so tudi povezane s številnimi delovnimi nalogi, ki jih je potrebno razvrstiti in kontrolirati.

2. Planiranje dobav in proizvodnih aktivnosti:

- tehnična konfiguracija kupčevega naročila, to je oblikovanje novih funkcijskih skupin, sestavnih delov in komponent, izdelava sestavnic in vnos matičnih podatkov;
- modeliranje kupčevih naročil v večprojektnem okolju, to je postavitvev pravil za povezavo kupčevega naročila in delovnih nalogov;
- podrobno operativno planiranje v večprojektnem okolju glede na kupčevo naročilo kot celoto in delovnih nalogov, ki jih iz njega generiramo;
- planiranje virov, potrebnih za projekt oziroma naročilo, planiranje materialov in kapacitet, lansiranje nabavnih in proizvodnih nalogov;
- končni plan.

3. Planiranje dobav in proizvodnih aktivnosti:

- spremljanje dogajanja v proizvodnji v realnem času, tako na področju realizacije delovnih nalogov kot stroškov;
- vmesno in končno vrednotenje naročila ali projekta.

Persona in soavtorji v svoji študiji podjetij, ki imajo širok proizvodni program z veliko različnimi variantami proizvodov (Persona, Ragattieri, Romano, 2004, str. 638), ugotavljajo naslednje pomakljivosti v procesu planiranja proizvodnje v malih in srednjih podjetjih:

- pomanjkanje integracije med poslovnimi funkcijami, še posebej med prodajo, tehnologijo in planerji, kar povzroča probleme pri pretvorbi kupčevih želja v tehnične zahteve in oceno potrebnih stroškov ter dobavnega roka;
- pomembne izgube časa zaradi ročnega vnosa sestavnih in matičnih podatkov v podatkovno bazo podjetja;
- odsotnost orodij za upravljanje s kupčevimi naročili, primernih za večprojektni pristop (npr.: razbijanje naročila na več podprojektov, operacije in podoperacije ...);
- odsotnost spremljanja proizvodnje in projektov, vmesno in končno vrednotenje projektov.

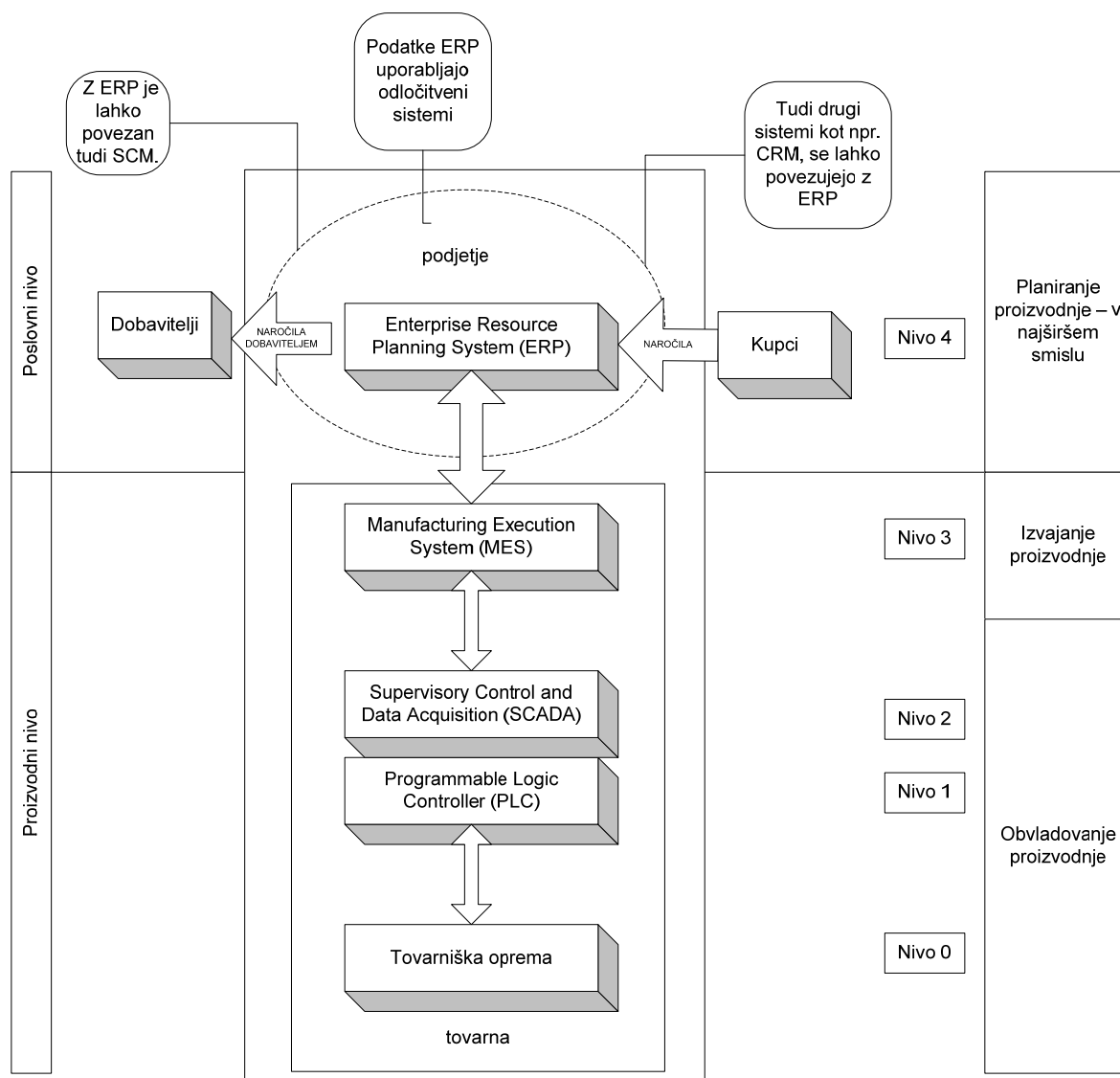
Navajajo tudi dejstvo, da ponudniki ERP sistemov ne zagotavljajo dovolj dobre podpore za majhna in srednja podjetja, ki imajo omejena sredstva in osebje za planiranje in vodenje proizvodnje.

3.3 Planiranje in informacijska arhitektura proizvodnega podjetja

Informacijski sistemi v proizvodnih podjetjih se delijo na sloj planiranja, sloj izvajanja in nadzorni sloj. Za vsak sloj so potrebni informacijski sistemi z različnimi funkcijami. Posamezni informacijski sistemi ne pokrivajo nujno vseh funkcij, ki se jih pričakuje za določen sloj, lahko pa pokrivajo tudi funkcije drugih slojev. Za vsakega izmed naštetih slojev obstaja tipični predstavnik informacijskega sistema (slika 6). Tako na najvišjem sloju, sloju planiranja, srečujemo sisteme ERP, temelječe na logiki MRPII. Tipični predstavniki srednjega, izvajalnega sloja so sistemi MES. Med sistemi najnižjega sloja so najpomembnejši gradniki stroji in naprave, gradniki za procesno krmiljenje (Programmable Logic Controllers – PLC) in informacijski sistemi za vodenje in nadzor (Supervisory Control and Data Acquisition – SCADA). Ti sistemi so povezani s stroji in napravami, procesiranje podatkov pa poteka v realnem času. Pomembno je, da sistemi iz vseh slojev ne delujejo ločeno, ampak so smiselno povezani v verigo. Podatki se v proizvodnji zajemajo na najnižjem sloju. V srednjem sloju se obdelajo in preoblikujejo v obliko, primerno za obdelave na najvišjem sloju. Pravilnost rezultatov v višjem in srednjem sloju je torej odvisna od točnosti zbranih podatkov najnižjega sloja. Tudi v tem primeru velja pravilo, da je končni rezultat odvisen od vseh vmesnih korakov. Od nepopolno ali napačno zajetih podatkov ne moremo pričakovati zadovoljivih rezultatov na najvišjih nivojih (Kleindienst, 2004, str. 16).

Sodobni sistemi ERP ne vključujejo le podpore »back-office« (upravljanje kadrov, računovodstvo in finance, proizvodnja, načrtovanje podjetja ipd.), temveč so jim dodani tudi moduli za prodajno ekipo, poslovno obveščanje za vodstvo podjetja (business intelligence), upravljanje odnosov s strankami (Customer Relationship Management – CRM) in upravljanje preskrbovalnih verig (Supply Chain Management – SCM). Poleg tega so prisotni še sistemi za upravljanje odnosov s partnerji (Partner Relationship Management) in sistemi za upravljanje z znanjem (Knowledge Management).

Slika 6: Arhitektura integriranega informacijskega sistema



Vir: Lasten

Računalniško podprta proizvodnja (Computer Integrated Manufacturing – CIM), je sistem, ki poveže vse različne računalniške sisteme povezane s proizvodno funkcijo v integrirano celoto. V tem integriranem sistemu je output ene aktivnosti input za drugo aktivnost, in sicer skozi celotno verigo dogodkov od kupčevega naročila do dostave proizvodov h kupcu (Gaither, Frazier, 1999, 173). CIM se je pojavil kot filozofija in koncept proizvodnje v 80-ih letih prejšnjega stoletja.

Pobudniki koncepta pa so bili proizvajalci proizvodnih naprav in združenje CASA/SME (Computer and Automated System Association). V koncept CIM sodijo (Žnidaršič, 2007):

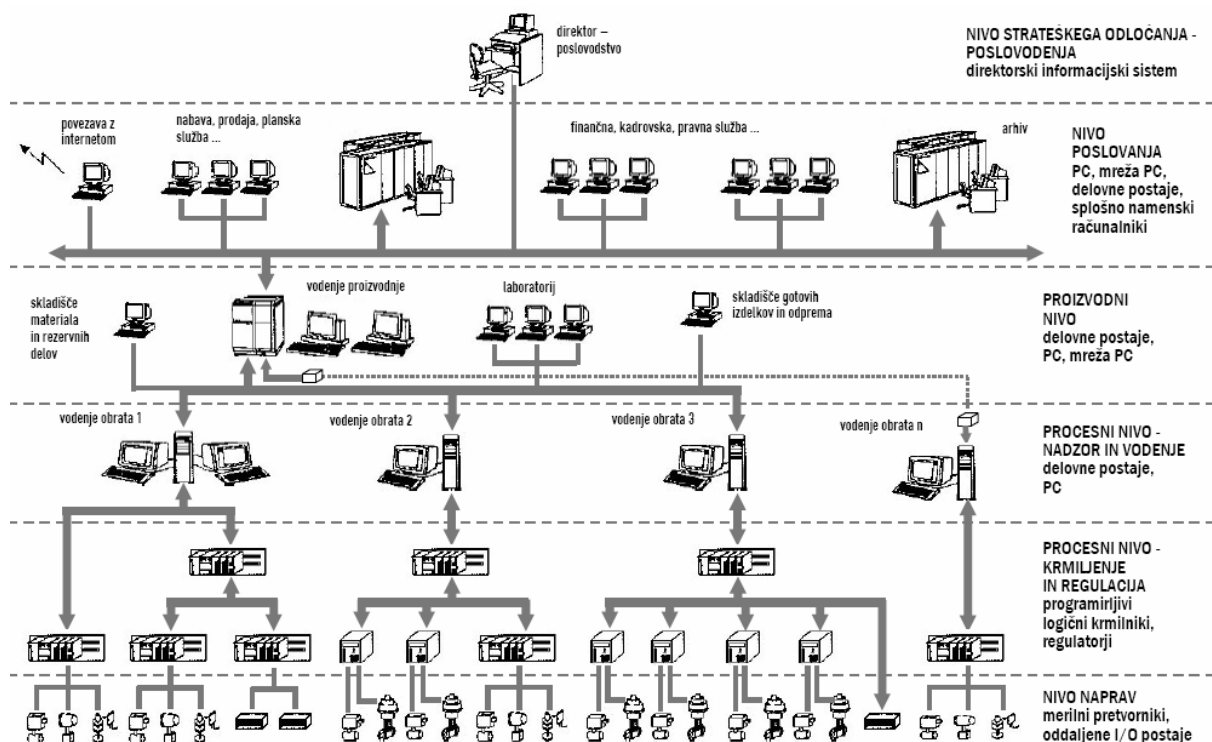
- računalniško podprto načrtovanje (Computer Aided Design – CAD),
- računalniško podprto proizvodnjanje (Computer Aided Manufacturing – CAM),
- računalniško podprto procesno planiranje (Computer Aided Process Planning – CAPP),
- računalniško razporejanje in upravljanje proizvodnje,
- računalniško podprto zagotavljanje kakovosti (Computer Aided Quality Assurance – CAQ),
- poslovni informacijski sistemi (Enterprise Resource Planning –ERP),
- ASRS (Automated storage and retrieval systems),
- računalniško krmiljene proizvodne naprave (CNC, DNC),
- fleksibilni strojni sistemi (Flexible Machine Systems – FMS). Gre za več avtomatiziranih proizvodnih naprav, kjer se vodenje izvaja preko centralnega računalniškega sistema,
- avtomatizirane transportne linije in uporaba robotov.

Pogosto se je koncept CIM zamenjeval s konceptom popolnoma avtomatiziranih tovarn. Delno se je uveljavil v strojni in elektronski industriji. V celoti pa se v praksi ni uveljavil zaradi nekompatibilnosti proizvodnih naprav, kompleksnosti integracije in s tem povezanimi visokimi stroški in zaradi izključenosti delavca pri odločanju (Žnidaršič, 2007).

Starejše aplikacije za podporo informacijskega sistema proizvodnje so delovale v okolju centralnih računalniških sistemov s paketnim (batch) načinom obdelave, uporabljale so datotečne sisteme ali najenostavnejše hierarhične sisteme upravljanja z bazami podatkov. Tudi vnos podatkov je bil paketen, prikaz rezultatov pa na tiskalnikih. Sodobne ERP aplikacije večinoma tečejo v okolju lokalnih računalniških mrež z zmogljivimi centralnimi podatkovnimi strežniki (slika 7) in različnimi delovnimi postajami, ki omogočajo interaktivno delo ali na procesnem nivoju delo v realnem času. Kljub temu se posamezni moduli aplikacij, ki zahtevajo mnogo procesiranja (npr. eksplozija potreb pri planiranju materialnih potreb), včasih izvajajo v paketnem načinu v času, ko računalniški sistem ni zelo obremenjen. Seveda pa se z razvojem tehnologije tudi to opušča in se veliko obdelav izvede kadarkoli, na zahtevo uporabnika.

Operacijska sistema na strežnikih sta dandanes najpogosteje UNIX ali LINUX v različnih variantah, medtem ko delovne postaje največkrat delujejo v okolju MS Windows. Uporabljajo se relacijski sistemi upravljanja z bazami podatkov, le redke aplikacije delajo s svojimi lastnimi sistemi upravljanja z bazami podatkov. Najpomembnejše relacijske baze so Oracle, MSSQL, IBM DB2, MySQL. Vse bolj se uveljavljajo aplikacije, ki delujejo v internet/intranet okolju, ter računalniška izmenjava podatkov med različnimi podjetji v preskrbovalni verigi (Ljubič, 2007). Izmenjava podatkov med različnimi bazami poteka s pomočjo datotek (csv, txt, xml ...) ali z neposredno povezavo baz.

Slika 7: Arhitektura strojne in systemske programske opreme informacijskega sistema za planiranje in vodenje proizvodnje



Vir: Ljubič, 2007

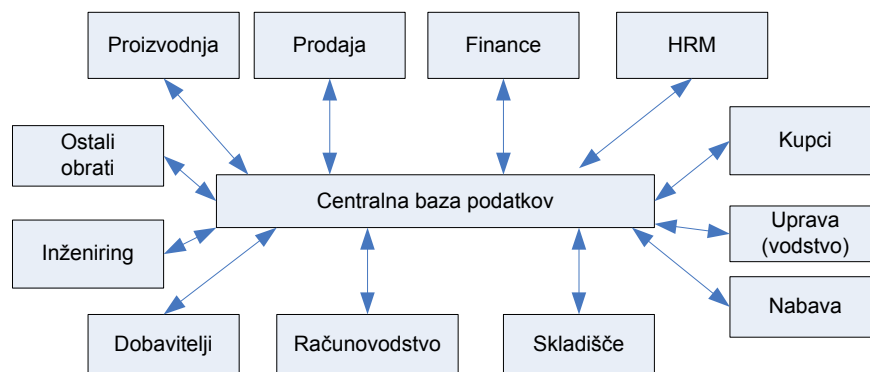
3.3.1 Sistemi ERP

Enterprise Resource Planning (ERP) je eno najpomembnejših orodij pri preoblikovanju industrije. Omogoča velike izboljšave na področju vodenja in organiziranja proizvodnih podjetij. ERP sistemi so zasnovani na enotni podatkovni bazi, kjer je vsaka informacija vnešena enkrat in samo enkrat. Enotna podatkovna baza omogoča takojšen dostop, kar zmanjšuje potrebo po medosebni komunikaciji. Praktično gre za zbir integriranih aplikacij oziroma modulov. ERP je zbir vodstvenih orodij, ki drži v ravnotežju povpraševanje in dobavo, ima sposobnost povezati kupce in dobavitelje v zaključeno dobavno verigo, zagotavlja preizkušene poslovne procese (omogoča lažje odločanje) in zagotavlja visoko stopnjo integracije med prodajo, marketingom, proizvodnjo, logistiko, nabavo, financami, razvojem in kadrovskimi viri (slika 8). Omogoča ljudem, da dosegajo v svojem podjetju veliko stopnjo produktivnosti in zadovoljstva strank z manjšimi stroški in zalogami. Zagotavlja temelje za učinkovito e-poslovanje (Wallace, Kremzar, 2001, str. 5). S terminom e-poslovanje označujemo uporabo informacijskih tehnologij in omrežij za podporo elektronskemu trgovanju, podjetniškemu komuniciranju in sodelovanju ter spletnim poslovnim procesom. ERP sistemi so bistveno vplivali na razvoj poslovanja in informacijske tehnologije z upoštevanjem sledečih dimenzij (O'Leary, 2002, str. 3):

- ERP uporablja večina svetovnih korporacij;
- ERP zadeva veliko majhnih in srednjevelikih podjetij;

- ERP vpliva na obnašanje konkurence;
- ERP vpliva na zahteve poslovnih partnerjev;
- ERP je spremenil naravo svetovalnih podjetij;
- ERP predstavlja eno izmed temeljnih orodij za reinženiring;
- ERP je razširil veliko število »najboljših praks«;
- ERP je spremenil naravo funkcije informacijskih sistemov;
- ERP je spremenil naravo služb na vseh funkcijah;
- ERP je drag;
- ERP ima veliko rast trga.

Slika 8: Tipični ERP

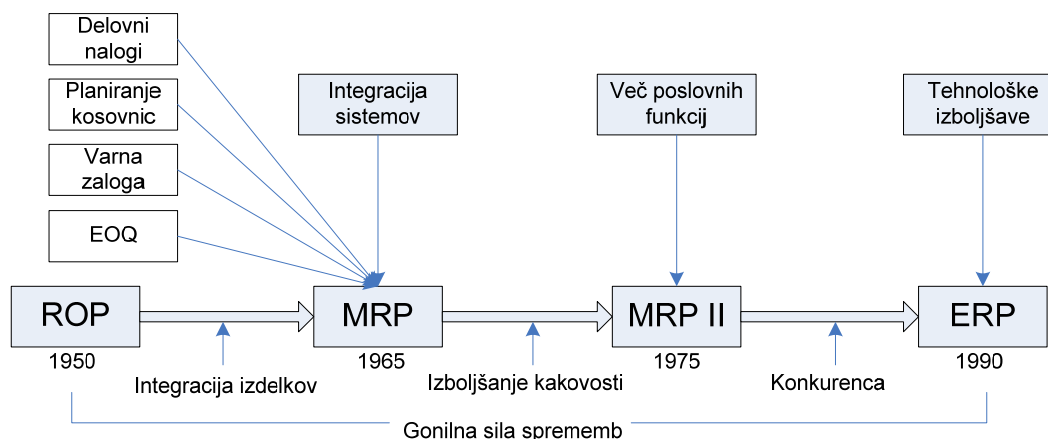


Vir: Meredith, Shafer, 2002, str. 328

Temelji ERP so enaki kot pri MRPII. Vendar pa je v veliki meri zahvaljujoč sodobni programski opremljeni ERP širši po obsegu in bolj učinkovit v podjetjih z več poslovnimi enotami oziroma v medpodjetniškem poslovanju. V prodajnem, nabavnem in proizvodnem modulu ERP so vključeni elementi MRPII (Wallace, Kremzar, 2001, str. 7). ERP v vseh svojih modulih z enotno podatkovno bazo in enotnim uporabniškim vmesnikom omogoča organizacijo podatkov, ki jih potrebuje MRPII. Je torej ogrodje za delovanje teh sistemov planiranja (MRP, MRPII, JIT) in ne samostojen sistem planiranja.

Slika 9 prikazuje časovni razvoj sistemov. ERP sistemi so največji razcvet doživeli v zadnjih petnajstih letih. Razvoj sistemov ERP je potekal postopoma. Prvi sistemi MRP, ki so integrirali proizvodnjo, nabavo in drobní inventar, so se pojavili v začetku 60-ih let prejšnjega stoletja. Naslednja faza v razvoju so bili sistemi MRPII, ki so zajemali še finančno planiranje in delovno silo. Ti sistemi so vse bolj napredovali, hkrati pa se je razvijala tudi računalniška tehnologija. Ko je bilo dodano upravljanje z vsemi notranjimi viri, lahko govorimo o sistemih ERP.

Slika 9: Razvoj ERP



Vir: Kežmah, 2006

Implementacije sistema ERP se pogosto ne obravnava le kot informacijski projekt, saj je v resnici mnogo več. Z uvajanjem ERP se pogosto izvaja tudi prenova poslovanja podjetja. Pogosto so nujne organizacijske spremembe, potrebna je podpora vodstva. Uvajanje tako obsežnega informacijskega sistema je zapleteno, zato se pogosto izvaja po korakih. ERP je poslovna rešitev in ne le še en IT projekt (Beheshti, 2006, str. 192). Projekti uvedbe ERP sodijo tako po zahtevnosti kot po vrednosti med najtežje projekte podjetja. Implementacija sistema ERP je kompleksen proces, ki zahteva veliko dela in navora. Uspešne implementacije so opravljene interno in odgovornost ne more biti preložena na svetovalce ali na proizvajalce (Wallace, Kremzar, 2001, str. 23). Uporabniki sistema naj bi zato sodelovali v vseh fazah delovanja. Implementacija zadeva skoraj vse oddelke poslovanja. Z uvajanjem sistema ERP je pogosto povezana tudi prenova poslovnega procesa. Podjetja lahko najprej izvedejo prenovno poslovanja in nato uvajajo sistem ERP, lahko pa oboje združijo in prenavljajo poslovni proces z upoštevanjem zmožnosti sistema ERP. V prvem primeru se lahko bolj približajo idealnemu poteku poslovnega procesa, vendar ob predpostavki, da bo nova programska oprema zmožna obvladovati take zahteve (Harwood, 2003, str. 135). Kritiki drugega pristopa pa navajajo predvsem preveliko odvisnost prenove poslovnega procesa od informacijskega sistema. Vrednost uvedbe ERP je lahko zelo visoka, O'Leary navaja povprečno ceno 53.320 dolarjev na uporabnika (O'Leary, 2002, str. 6). Uvajanje ERP lahko traja tudi več kot 3 leta.

Slabosti ERP:

- kompleksnost implementacije (uvajanja) rešitve,
- težave pri tehnični integraciji,
- težave pri nastavljanju rešitev,
- projekti implementacije zamujajo in prekoračujejo načrtovana sredstva,
- organizacijske spremembe in upiranje spremembam,
- težave pri poslovnih strategijah in zagotavljanju konkurenčne prednosti.

V svetovnem merilu so najpomembnejši ponudniki SAP, Oracle, Microsoft, Sage in SSA Group, med domačimi ponudniki pa so Kopa, Comtron, SAOP, Micropis, Goinfo in Perftech.

3.3.2 Sistemi MES

Sistem MES – Manufacturing Execution System je »on-line« integriran računalniški sistem, zbirka metod in orodij, ki se uporabljajo za izvrševanje proizvodnje. Predstavlja most med proizvodnim okoljem in poslovnim svetom. MES sisteme uporabljamo za povezovanje različnih strojev v integriran informacijski sistem. Ta sistem se povezuje s poslovnim informacijskim sistemom, stopnja povezanosti pa je lahko različna – od operativnega planiranja, podrobnega razvrščanja do urejanja sestavnih, postopkov. Sistem je z različnimi poročili lahko uporaben tudi kot analitično orodje. Čeprav obstaja veliko informacijskih sistemov, ki nudijo vsak po nekaj funkcij sistemov MES, je pri tem poudarek na integraciji vseh aktivnosti med slojem nadzora naprav in slojem planiranja. MES ni konkurenca ERP, ampak njegova dopolnitev.

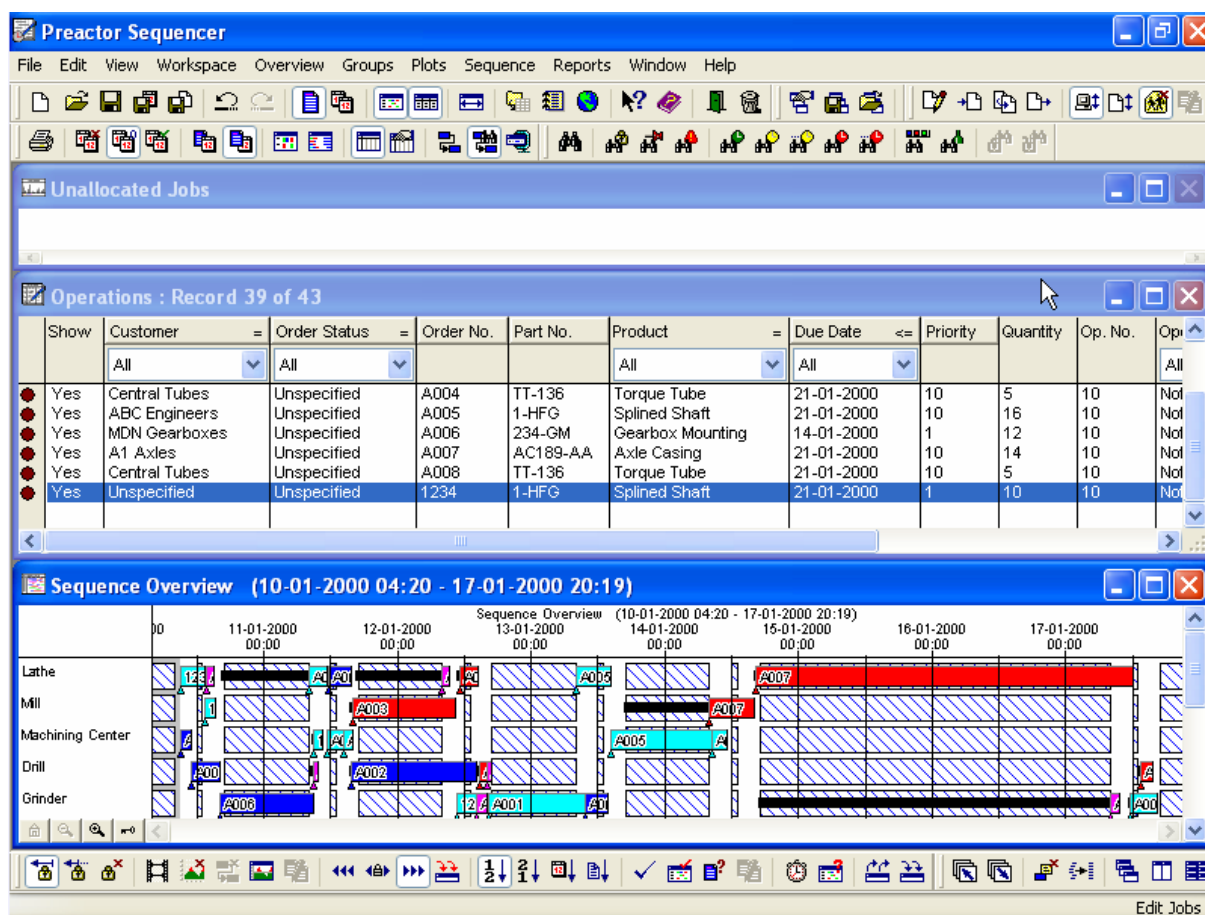
Glavne funkcije (upravljanje delovnih nalogov, zbiranje podatkov ...) so neposredno povezane z upravljanjem proizvodnje, podporne funkcije pa pokrivajo periferne aktivnosti (nadzor pristopa, statistična procesna kontrola ...). Posamezne funkcije se med različnimi panogami precej razlikujejo. Splošno uporaben sistem MES bi bil zaradi tega zelo obsežen. Pogosto sistem MES sestavljajo med seboj povezana orodja različnih proizvajalcev. Posamezne funkcije pa pokrivajo tudi informacijski sistemi iz drugih slojev. Ker sistemi MES ponavadi delujejo v navezi z drugimi informacijskimi sistemi, predvsem s sistemi planiranja, je potrebno zagotoviti ustrezno izmenjavo podatkov. Sistem MES za delovanje potrebuje podatke o delovnih nalogih (vrstni red posameznih operacij, roki izdelave, število naročenih kosov) ter podatke o virih podjetja (delovna sila, stroji ...). Če sistem za planiranje ne obstaja ali če ne nudi ustreznih podatkov, funkcijo urejanja delovnih nalogov prevzame MES. Z delovnim nalogom je potrebno povezati ustrezen tehnološki postopek, kosovnico izdelka in količino, določiti je potrebno prioriteto delovnega naloga in željen datum zaključka. Ena izmed osnovnih nalog sistemov MES je časovno razporejanje operacij in delovnih nalogov. To razporejanje se opravi v skladu s prioriteta in drugimi pravili organizacije. Za natančno razporejanje je potrebno poznavanje razpoložljivosti in trenutnega stanja delovnih sredstev. Sistem MES se mora hitro in učinkovito odzvati na posamezne okvare in zastoje delovnih sredstev in po potrebi delo preusmerjati na druge stroje ali kako drugače spremeniti potek dela. Vse take intervencije pa ne bi bile mogoče, če sistem MES ne bi imel natančnih podatkov o stanju proizvodnje. Potrebna je povratna informacija, pridobljena neposredno iz proizvodnih obratov (Kleindienst, 2004, str. 18–19).

Informacijski sistem v proizvodnji je treba približati tistim, ki ga uporabljajo in ki jim pomaga. Obenem jih mora ta sistem nadzirati. Ne sme jim dopustiti prehoda v novo operacijo, če prejšnja ni bila pravilno zaključena; opozarjati mora na prevelika odstopanja v času in kakovosti pri posameznih operacijah, tako da lahko tehnolog v proizvodnji ukrepa naprej. To pa lahko naredi tako, da definira vzrok variacij kritične operacije in jo morebiti razdeli v dve novi operaciji, od katerih bo ena spet močno variirala in jo bo treba standardizirati, druga pa bo stabilna (Klopčič, 2003, str. 12).

3.3.2.1 Razvrščevalniki

V področje MES sistemov sodijo tudi razvrščevalniki, ki se uporabljajo za terminiranje proizvodnje oziroma končno razvrščanje. To raven planiranja v nekaterih primerih pokrivajo že ERP, vendar se je v praksi pokazalo, da so ti sistemi velikokrat neučinkoviti. Na tem nivoju so MES sistemi za razvrščanje povezani z ERP, saj brez njih težko dobro delujejo. Zato se za uvajanje teh sistemov pogosto odločajo podjetja, ki že imajo uveden poslovni informacijski sistem in v okviru tega tudi proizvodni informacijski sistem, želijo pa izboljšati učinkovitost v proizvodnji in izboljšati proces terminiranja. Proizvajalci informacijskih sistemov za razvrščanje so na primer Preactor, Ortems, Asprova ... Prikazi v razvrščevalnikih so običajno gantogramski, kot na primer v razvrščevalniku Preactor, kar prikazuje slika 10.

Slika 10: Primer razvrščevalnika Preactor



Vir: Preactor, 2007

V proizvodnih podjetjih z veliko zmogljivostjo in dinamičnim proizvodnim programom se z uvedbo MES sistema za razvrščanje proizvodnje bistveno zmanjšajo stroški proizvodnega procesa, poveča se produktivnost, organiziranost procesov pa se zelo izboljša. Končni rezultati so lahko naslednji (Breskvar, 2006, str. 11):

- stalni pregled nad zasedenostjo proizvodnje,
- pomoč pri iskanju kakovostnega proizvodnega načrta,

- prehod na sprotno načrtovanje proizvodnje,
- zmanjšanje vpliva človeškega faktorja pri podrobnem planiranju proizvodnje,
- lažje sledenje proizvodnje v njenih posameznih fazah,
- povezanost delovanja komercialnega in planskega oddelka,
- določanje realnih rokov dobave izdelkov,
- povečana produktivnost od 5 do 30 odstotkov, odvisno od vrste proizvodnje,
- združena procesa operativnega planiranja in končnega razvrščanja.

3.3.3 SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) je skupno ime za sisteme, ki so namenjeni nadzorovanju in krmiljenju različnih proizvodnih procesov z računalnikom. Imenujemo jih tudi programi za vizualizacijo, nadzor ali programi za nadzor in vodenje procesov. Glavna funkcija teh sistemov je avtomatski zajem in kontrola podatkov, poleg tega pa dajejo informacije o stanju sistema v realnem času (Labib, 2005, str. 664). Najpomembnejši značilnosti sistemov SCADA sta zanesljivost in multiprocesiranje (pogosto moramo voditi z enim sistemom SCADA več naprav). Pred pojavom sistemov SCADA so bili procesi prikazovani s pomočjo sinoptike (brez računalnika) ali s pomočjo programskih jezikov na računalniku. Sistem SCADA omogoča uporabniku, da si z raznimi grafičnimi orodji hitro izdelava grafični prikaz procesa. Programski paket SCADA je namenjen tudi zbiranju podatkov.

Podatke SCADA dobi od procesa preko krmilnikov. V večini klasičnih pristopov pri zajemanju podatkov za potrebe proizvodne informatike so merilne naprave in tipala običajno priključena na krmilniške sisteme (PLC-je), ki prek svojih vhodnih kartic periodično tipajo velikosti analognih meritev in stanj digitalnih signalov. Krmilniški sistemi so nato priključeni na sistem SCADA, ki od krmilnikov periodično zajema podatke o meritvah. Veriga se zaključuje z relacijsko podatkovno bazo, ki je sestavni del proizvodnega informacijskega sistema (Sokolić, 2002, str. 174).

Lastnost programov SCADA je tudi, da lahko podatke, ki jih dobi od različnih krmilnikov, obdelava in s pomočjo njih generira poročila o procesu. V realnem času lahko prikazujejo razna stanja, zvezne in diskretne vrednosti, števec in alarme. Za sisteme SCADA je značilno dogodkovno vodeno delovanje, kar pomeni, da se odzivajo na spremembe stanj vhodnih podatkov. V svetu obstaja veliko število sistemov SCADA.

3.3.4 CAD/CAM

CAD (Computer Aided Design) je računalniško podprto konstruiranje, razvoj proizvodov, računalniško podprto oblikovanje. Omogoča risanje in modificiranje sestavin na zaslonu, temeljne pa so tri prednosti:

1. grafične sposobnosti: različne perspektive, rotacije, preseki ...,

2. shranitev risb in njihovo ponovno najdenje, tudi podobnih,
3. avtomatično vrednotenje specifikacij: preračunavanja trdnosti, odpornosti, aerodinamičnosti itd.

CAD predstavlja zelo pomembno fazo oblikovanja izdelka in njegova uporaba narašča tudi z vse večjim razvojem programske opreme. Vse večja razpoložljivost tega orodja predstavlja revolucijo v načinu oblikovanja izdelkov. Sistemi CAD omogočajo povečanje produktivnosti oblikovalcev oziroma tehnologov, povečajo kvaliteto dizajnov, izboljšajo standardizacijo izdelkov in dokumentacije in kvaliteto podatkov za proizvodni informacijski sistem. Čas oblikovanja novega proizvoda se lahko skrajša od 10% do 50%. Pomembnost tega orodja pa se še poveča, če upoštevamo, da se 70–90% cene proizvoda določa v konstrukcijskem procesu oz. je odvisna od ustvarjalnosti pri konstrukciji (Gaither, Frazier, 1999, str. 171, 172). Najbolj uporabljan CAD program je AutoCad.

CAM (Computer Assisted Manufacturing) se uveljavlja nekoliko počasneje kot CAD, vendar pa uporaba narašča. Za sistem CAM so značilni sposobnost planiranja proizvodnje, priprava proizvodnih šablon, generiranje N/C programov, avtomatsko nastavljanje strojev. Kontrola operacij v proizvodnem procesu se bo nedvomno še povečala, ko bo tudi programska oprema še napredovala. CAM ni namenjen le podpori proizvodnji v ožjem pomenu, pač pa tudi avtomatizaciji funkcij transporta, skladiščenja, testiranja in pakiranja. CAD/CAM pomeni združitev sistemov CAD in CAM. Pomemben rezultat te združitve pa je avtomatizacija postopkov od razvoja produkta do proizvodnje (Gaither, Frazier, 1999, str. 171–172).

CAD/CAM sistemi niso neposredno povezani s planiranjem proizvodnje, vendar pa lahko pomembno prispevajo k zagotavljanju potrebnih kakovostnih podatkov, ki jih potrebujemo za planiranje proizvodnje. Ni namreč mogoče začeti s planiranjem proizvodnje, če niso znane potrebne lastnosti proizvoda in sestavnih delov, CAD/CAM orodja pa lahko prispevajo h krajšanju časa, potrebnega za razvoj proizvoda. Poleg tega se vse bolj uveljavlja tudi direktna povezava teh sistemov s stroji ali napravami v proizvodnji.

3.3.5 Tehnologija APS

Advanced Planning and Scheduling oziroma napredno planiranje in razvrščanje predstavlja orodja, tehnologijo in sisteme, ki pomenijo nadgradnjo MRPII in so torej bolj zmogljivi kot sistemi MRPII. Povezujejo se s sistemi MES in ERP, od koder običajno črpajo vhodne podatke, ki se običajno naložijo v delovni pomnilnik računalnika (RAM) in to tem sistemom omogoča veliko hitrost ter dobre grafične predstave (podobno kot na primer Excel). Macquet meni, da dobijo uporabno vrednost, ko preglednice, kot je Excel, postanejo preveč kompleksne, pravila in omejitve pa preveč zapletene.

APS se nanaša na (Macquet, 2007):

- Tehnike in orodja za analiziranje in planiranje logistike in proizvodnje v kratkoročnem, srednjeročnem in dolgoročnem obdobju.
- APS opisuje vsak računalniški program, ki uporablja napredne matematične algoritme za izvajanje optimizacij, simulacij, poslovnih pravil, hevrističnih algoritmov in ostalih rešitev na področju končnega razvrščanja, planiranja kapacitet, potrjevanja naročil, napovedovanja, planiranja virov in ostalih področjih.
- Te tehnike simultano upoštevajo nabor povezav in poslovnih pravil za zagotovitev podpore planiranja v realnem času in za podporo odločanja. Prav podpora odločanju je glavna funkcija APS.
- APS pogosto lahko generira več scenarijev. Menedžment pa potem izbere en scenarij in ga definira kot »uradni plan«.
- Šest najpomembnejših komponent APS sistemov predstavlja napovedovanje povpraševanja, optimizacija zalog, planiranje proizvodnje, razvrščanje proizvodnje, planiranje distribucije in planiranje transporta.

Cena takšnih sistemov običajno ni zelo visoka, tako da je donosnost lahko zelo visoka, investicija pa se povrne v nekaj mesecih. Prva APS orodja so bila razvita pred dvajsetimi leti za podrobno razvrščanje, v glavnem v procesni industriji.

3.4 Spremljanje proizvodnje

Vse več proizvodnih podjetij se je v preteklosti odločilo in se še odloča za uvedbo poslovnih informacijskih sistemov. Kljub temu da sodobni informacijski sistemi ERP pokrivajo velik del informacijskih potreb podjetja, je njihovo delovanje močno odvisno od povratnih podatkov iz proizvodnje. Pri organizaciji proizvodnje imajo podjetja za razliko od finančnega poslovanja, ki je v večji meri podvrženo zakonodaji, precej več možnosti. Poleg tega pa različne dejavnosti ali različni izdelki zahtevajo različno organiziranost proizvodnje. V vseh primerih pa ERP potrebuje podatke o opravljenem delu, ki je izraženo s količino dobrih in slabih kosov, ki so bili izdelani na določen delovni nalog, stroj ali delavca v določenem časovnem intervalu (Kleindienst, 2004, str. 2). Podatke iz proizvodnje je mogoče zajemati in zbirati na več načinov: lahko se vnašajo ročno, lahko se zajemajo neposredno iz strojev, lahko pa se zbirajo z registracijo različnih dogodkov. Vse načine pa je mogoče tudi združiti, tako da se medsebojno dopolnjujejo.

Najbolj pogosti podatki pri ročnem spremljanju so (Kleindienst, 2004, str. 5):

- začetek in konec dela,
- številka delovnega naloga,
- številka operacije,
- oznaka stroja ali delovnega mesta,
- številka delavca,
- število kosov (dobri, slabi, dodelani, popravljeni ...),
- število, trajanje in tip večjih zastojev,

- specifikacija izmeta.

Pri samodejnem zajemanju podatkov se vsi podatki pridobivajo samodejno, brez posredovanja operaterjev. Delovanje strojev običajno nadzorujejo krmilniki in ti lahko vodijo tudi podatke o različnih časih, alarmih in številu izdelanih kosov. Krmilniki podatke pošiljajo nadzornemu računalniku. Posamezni stroji se v sistem avtomatskega spremljanja vključujejo iz več razlogov (Kleindienst, 2004, str. 7):

1. stroški delovanja stroja so veliki, zato je potrebno zaradi boljše izrabe le-tega natančno spremljati njegovo delovanje;
2. stroj predstavlja ozko grlo in je potrebno stalno nadzorovati njegovo učinkovitost;
3. stroj že brez posegov nudi zadovoljive podatke, stroški vključitve v sistem avtomatskega spremljanja pa so nizki;
4. za stroj je potrebno shranjevati različne parametre izdelovanja, ki se kasneje uporabljajo za nadzor kakovosti izdelkov.

Beleženje proizvodnih dogodkov predvideva sodelovanje sodelavcev in mora biti izvedeno tako, da je vnos posameznih dogodkov čim hitrejši in čim enostavnejši. Vnosna mesta je zato potrebno približati delavcem – tako v funkcionalnem kot v fizičnem smislu. Informacijski sistem mora biti zasnovan tako, da ga delavci uporabljajo brez večjih naporov med delom, hkrati pa mora nuditi kakovostne informacije o poteku dela v proizvodnji. Delavci tako prijavljajo različne dogodke: začetek dela, konec dela, začetek zastoja, konec zastoja, začetek vzdrževalnega dela, konec vzdrževalnega dela.

Za zajemanje podatkov v proizvodnji so na voljo številne tehnologije, pri izbiri pa je potrebno zagotavljati naslednje cilje:

1. vse informacije morajo biti predstavljene na kratek, jedrnat in razumljiv način;
2. vnos podatkov mora biti hiter in enostaven;
3. vnos podatkov mora biti zasnovan tako, da je možnost napak ali zlorab čim manjša;
4. povratna informacija mora biti na voljo v kratkem času;
5. celoten postopek vnosa podatkov ne obremenjuje poslovnega procesa;
6. sistem mora delovati 24 ur vseh 7 dni v tednu, v primeru izpada posameznih sklopov pa je potrebno zagotoviti nadomestilo.

Sistem, ki ne zadovoljuje vseh zastavljenih ciljev, je lahko neučinkovit, moteč za poslovni proces ali pa ne daje potrebnih in pravih podatkov.

Na voljo so naslednji sistemi:

1. sistemi črtne kode,
2. radiofrekvenčna identifikacija (Radio Frequency Identification – RFID),
3. alfanumerični terminali,
4. osebni računalniki,
5. prilagojeni osebni računalniki.

Zbiranje podatkov za potrebe spremljanja proizvodnje je vključeno neposredno v proizvodni proces. Izvedeno mora biti tako, da ga čim manj obremenjuje. Na poti podatka od njegovega nastanka do izročitve informacijskemu sistemu je mogoče uporabiti različne tehnologije. Proizvodni podatki ob zajemu pogosto nimajo še nobene vrednosti za sam poslovni informacijski sistem. Z njihovim zbiranjem, obdelavo in kombiniranjem pa postanejo pomemben vir informacij o stanju in dogajanju v proizvodnji (Kleindienst, 2004, str. 2).

Postavitev učinkovitega sistema spremljanja proizvodnje vključuje:

- določitev različnih kontrolnih točk v tovarni,
- dnevno zapisovanje in vizualni prikaz naročil, ki se obdelujejo na kritičnih točkah,
- nadzorniki morajo imeti dnevne ali tedenske sestanke za spremljanje napredovanja naročil in za ugotavljanje potrebnih prilagoditev plana.

Nadzorne točke lahko spremljamo z uporabo diagrama, ki je podoben diagramu dosega proizvodnega plana.

4 Predstavitev podjetja LIP Bled

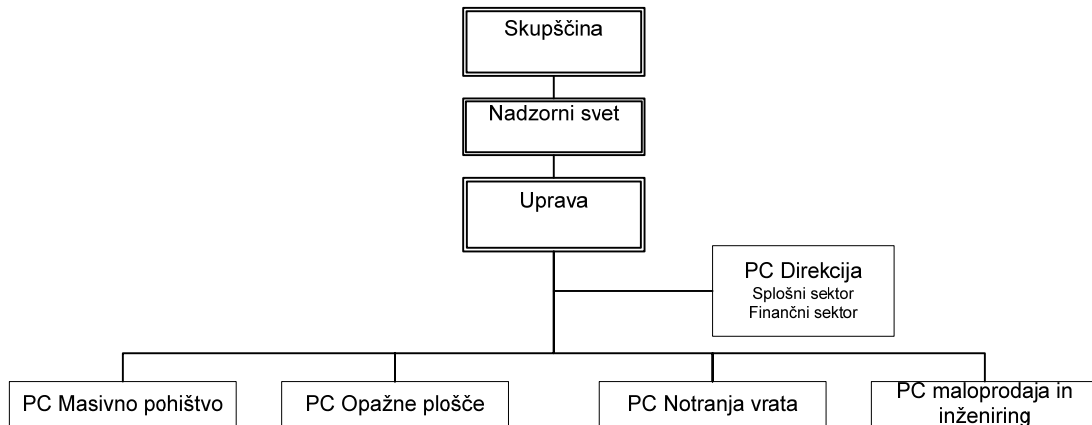
Podjetje Lip Bled ima sedež na Bledu, svetovno znanem alpskem letovišču. Gozdarstvo, žagarstvo in predelava lesa imajo v tem delu Gorenjske bogato in dolgoletno tradicijo. Naslednik te tradicije je tudi podjetje Lip Bled, ki je bilo ustanovljeno 17. maja 1948. V skoraj šestdesetih letih razvoja je preraslo v enega največjih in najuspešnejših lesnopredelovalnih podjetij v Sloveniji.

V začetnem obdobju se je podjetje ukvarjalo s predelavo hlodovine v žagan les, začetki izdelave končnih izdelkov pa segajo v šestdeseta leta. Takrat je Lip Bled začel s proizvodnjo opaznih gradbenih plošč in kasneje še s proizvodnjo vrat.

Konec leta 1992 se je iz enovitega podjetja Lip Bled reorganiziral v koncern s sedmimi družbami z omejeno odgovornostjo. Leta 1997 se je koncern preoblikoval v enovito delniško družbo. Danes Lip Bled posluje kot enovita družba s profitnimi centri (PC), ki vključujejo poslovanje družb iz predhodne organiziranosti. Kot prikazuje slika 11 je družba razdeljena na:

- PC Opažne plošče (PC OP),
- PC Masivno pohištvo (PC MP),
- PC Notranja vrata (PC NV),
- PC Direkcija (finančni sektor, splošni sektor),
- PC Maloprodaja in inženiring (PC MPI).

Slika 11: Organizacijska shema Lip Bled



Vir: Lip Bled, 2007

Proizvodni program se je z leti spreminjal in danes obsega:

- notranja vrata (krila in podboji), izdelana iz različnih vrst furnirja ali visoko kakovostnih folij, za stanovanja, poslovne in druge objekte, modernih in klasičnih oblik, različnih površin, robov, z različnimi izrezi in dodatki, po želji s posebnimi lastnostmi za varnost in zaščito vaših prostorov;
- spalnice, jedilnice, predsobe, mladinske in dnevne sobe iz različnih vrst masivnega lesa, kot je smreka, jelša, bukev, s poudarjeno naravno strukturo lesa, površinsko obdelane z okolju prijaznimi materiali;
- opažne plošče za gradbeništvo, izdelane iz treh vodoodporno zlepljenih slojev masivnega lesa smreke ali jelke in z veliko upogibno trdnostjo in majhno težo.

Število zaposlenih po profitnih centrih na dan 31. 12. 2006 je bilo: PC Opažne plošče – 282, PC Masivno pohištvo – 83, PC Notranja vrata – 241, PC Direkcija – 31, PC Maloprodaja in inženiring – 31. K skupni prodaji največ prispeva PC notranja vrata z 52% deležem, potem PC Opažne plošče, PC Masivno pohištvo in PC Maloprodaja in inženiring. Več kot 3/4 proizvodnje gre v izvoz, predvsem na zahtevne zahodne in srednjeevropske trge. Najpomembnejši zunanjetrgovinski partnerji prihajajo iz Nemčije, Italije, Španije, Švice in trgov bivših jugoslovanskih republik, več kot petino izdelkov pa prodajo na slovenskem trgu.

4.1 Profitni center PC Notranja vrata

V nalogi se osredotočam le na planiranje proizvodnje v profitnem centru Notranja vrata (PC NV). Glavni proizvod tega profitnega centra opredeljuje že ime, in sicer so to notranja vrata. Lipova notranja vrata so znana predvsem po preverjeni kakovosti, okolju prijaznih materialih, modernih konstrukcijah in sodobnih postopkih izdelave.

Proizvajajo več vrst vratnih kril, ki jih delijo po izgledu, kvaliteti in namembnosti na:

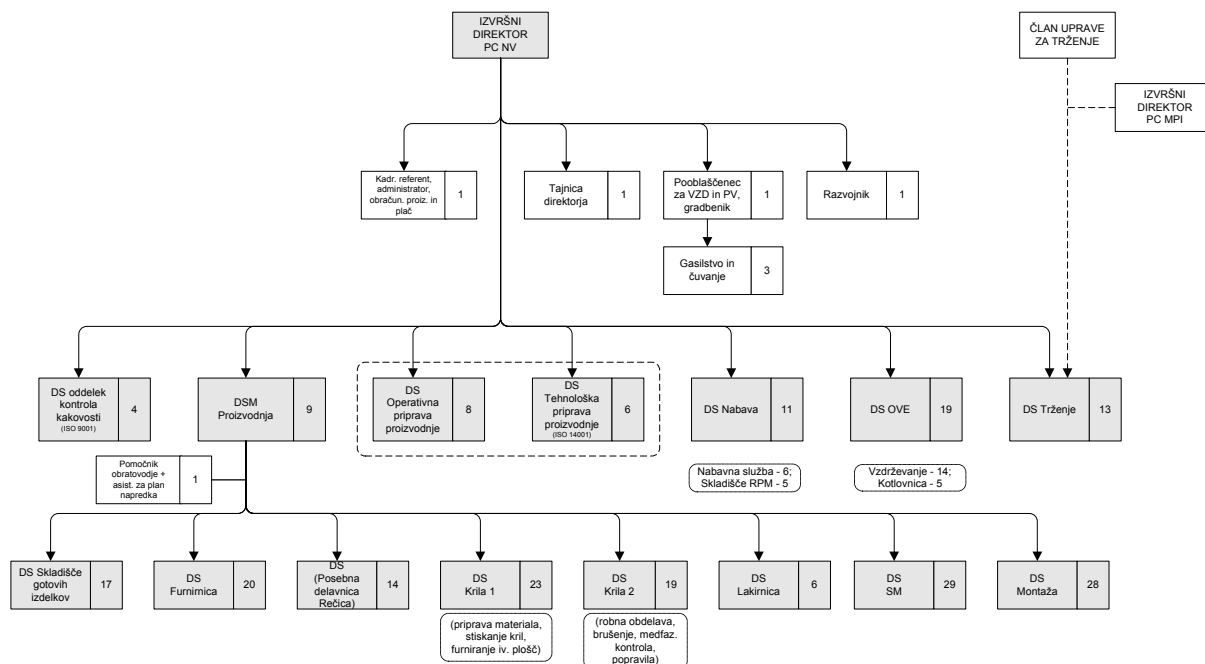
- enostavna gladka krila,

- zahtevnejša okrasna krila (stilna, design, vivace, intarzijska),
- funkcijska krila,
- ostale izvedbe (drsna, dvokrilna).

K vratnim krilom spadajo pripadajoči podboje, katere delijo po obliki oblog, vrsti robov, kvaliteti in namembnosti na:

- ostrorobe podboje,
- podboje z okrasnimi oblogami in zaokroženimi robovi,
- funkcijske podboje,
- ostale izvedbe (prehodni, dvokrilni, karnise za drsna krila, predelne stene).

Slika 12: Organizacijska shema profitnega centra Notranja vrata



Vir: Lip Bled, 2007

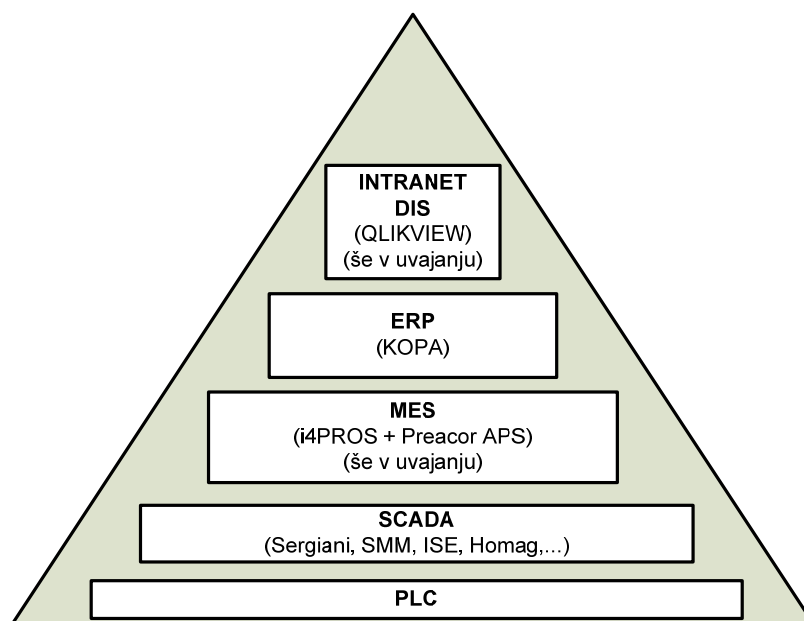
PC NV vodi izvršni direktor, ki je tudi član kolegija predsednika uprave. Celotno podjetje je organizirano po delovnih skupinah in tako tudi ta profitni center. Organiziranost po delovnih skupinah prikazuje slika 12. V profitnem centru se izvajajo poslovne funkcije prodaje, nabave in proizvodnje. Finančna služba in splošni sektor, ki opravlja tudi kadrovsko funkcijo in marketing, pa sta centralizirana na nivoju Lip Bleda. Ravno tako za celotno podjetje storitve informatike opravlja podjetje Topinfo.

4.2 Informacijska arhitektura v Lip Bled

Različne informacijske potrebe uporabnikov na različnih nivojih se odražajo v informacijski arhitekturi Lip Bleda (slika 13). Na najvišjem nivoju je tako direktorski informacijski sistem (DIS) QlikView, ki sodi v področje poslovne inteligence. Projekt je še v fazi uvajanja in zato še ne daje rezultatov. Ima pa podjetje svoj intranet, na katerem lahko uporabniki dobijo določena

agregirana poročila. Podatke bo DIS dobil v poslovno-informacijskem sistemu ERP Kopa, ki pokriva vse poslovne funkcije podjetja. ERP Kopa je jedro informacijskega sistema. ERP ni prisoten le na poslovnem nivoju, pač pa korenito posega tudi v proizvodni nivo, saj obstajajo številne povezave ERP-ja in proizvodnih linij, prav tako pa je ERP tudi osnova za spremljanje proizvodnje. Na proizvodnem nivoju poteka projekt uvedbe MES sistema i4PROS z vgrajenim razvrščevalnikom Preacor. Ta MES sistem bo povezan s sistemom ERP navzgor in z različnimi SCADA-mi. SCADA so seveda povezane s PLC-ji, ki omogočajo avtomatsko krmiljenje strojev in naprav. Menim, da je takšna informacijska arhitektura za podjetje ustrezna in tudi v skladu s teoretičnimi osnovami. Poleg tega v podjetju uporabljajo še nekaj specializiranih aplikacij, npr. MAXIMIZER za področje vzdrževanja, ZZI net za področje izmenjave podatkov s carino, »4. pot« za identifikacijo prisotnosti ... Podjetje je že uredilo elektronsko izmenjavo podatkov (Electronic Data Interchange – EDI) naročil s poslovnim partnerjem v Nemčiji.

Slika 13: Informacijska arhitektura v Lip Bled



Vir: Lip Bled, 2007

4.2.1 Intranet

Intranet gradijo in vzdržujejo sami. Najpomembnejša so poročila o prodaji in proizvodnji ter računovodska in finančna poročila. Določena poročila, ki so dostopna na intranetu, so tudi uradna poročila, ki jih obravnava kolegij predsednika uprave. Razen tega pa so na intranetu še razna gradiva za interno uporabo, na primer interni telefonski imenik, organigrami ...

4.2.2 Direktorski informacijski sistem QlikView

QlikView sodi v področje poslovne inteligence (Business Intelligence), katerih glavni namen je izboljšati podporo odločanju. Projekt je še v fazi uvajanja, zato poročil iz tega sistema še ni mogoče generirati. Namenjen je predvsem managerjem na najvišjem in srednjem nivoju in jim omogoča, da merijo, nadzirajo in spremljajo učinkovitost ključnih procesov. Uporabniki lahko dostopajo do podatkov tako na najvišji, kot tudi najpodrobnejši ravni, kar omogoča vpogled v osnovne informacije, ki se nahajajo v poslovnem informacijskem sistemu.

4.2.3 Poslovno informacijski sistem ERP Kopa

Kopa, računalniški inženiring, d.d., je že skoraj trideset let med vodilnimi pri uvajanju celovitih rešitev informacijskih sistemov v slovenska proizvodna podjetja. Sedež podjetja je v Slovenj Gradcu. V Kopi je zaposlenih okrog 60 strokovnjakov s področja informacijske tehnologije, ki so uspešno postavili ali prenovili informacijske sisteme v mnogih velikih in srednje velikih slovenskih podjetjih (Acroni Jesenice, Comet Zreče, Termoelektrarna Šoštanj, Perutnina Ptuj, Pivovarna Laško, Sivilanit Kamnik, Tosama Domžale, Unior Zreče ...).

Programski paket KOPA ERP predstavlja skupek rešitev s področja računovodsko-finančnega poslovanja in vodenja poslovnih procesov. Sestavljajo ga naslednji paketi: Računovodstvo in finance, Proizvodnja, Stroški dela in kadrovske viri, Komerciala.

Računovodstvo in finance

Programski paket Računovodstvo in finance v celoti zajame pretok informacij, tako da zagotovi podporo računovodskim funkcijam: knjigovodstvu, računovodskemu načrtovanju, nadziranju in računovodskemu analiziranju. Vsebuje vse klasične funkcije finančnih aplikacij: glavna knjiga, osnovna sredstva, drobni inventar, knjiga prejetih faktur, terjatve in obveznosti, materialno poslovanje, blagovno knjigovodstvo, davek na dodano vrednost, blagajniško poslovanje, kompenzacije, potni nalogi.

Proizvodnja

Jedro programov paketa Kopa Proizvodnja je planiranje proizvodnje, ki omogoča kratkoročno – dnevno planiranje in analiziranje, pa tudi dolgoročno načrtovanje. Pri planiranju je mogoče izvajati simulacije, vključevati razne variante in delati različne "KAJ ČE" analize. Programski paket je zasnovan tako, da podpira različne tipe proizvodnje. Ostali sklopi omogočajo vodenje struktur in sprememb izdelkov, tehnologij, kalkulacij, sprememb proizvodov, dokumentacije, spremljanje stanja v proizvodnji v primeru motenj in kontrolo nad kvaliteto proizvodov ter obremenjenostjo strojev in orodij. Sestavljajo ga programski paketi:

- Sestavnice: Sestavnice predstavljajo poleg načrtov osnovno dokumentacijo izdelka oziroma polizdelka. V njih so predstavljene vse količinske relacije, ki nastopajo v izdelku oziroma polizdelku. Organizirane so po modularnem principu, tako da se enak sklop, ki

nastopa v različnih izdelkih in polizdelkih, vnaša samo enkrat. Možna je uporaba različnih vrst sestavnic.

- Kapacitete: Modul Kapacitete se uporablja kot pripomoček za vnos in določitev kapacitet. Določa sistemsko hierarhijo kapacitet (podrejenost, nadrejenost), koledar za vse kapacitete, pa tudi različne izpise struktur ali pripadnosti kapacitet. Proizvodne kapacitete so sestavljene iz strojev, orodij, delavcev.
- Postopki: Predstavljajo osnovno dokumentacijo o izdelavi izdelka. Postopek je predstavitev tehnološkega procesa, po katerem pridemo do izdelka. Razdeljen je na operacije, ki vsebujejo časovne normative za delovne celice, delovna mesta, delovne priprave in delavce, ki so potrebni za izdelavo sklopa. Paket je zgrajen tako, da omogoča vnos tipske tehnologije (več različnih polizdelkov se izdeluje po enaki tehnologiji).
- Planiranje: Paket omogoča delo z različnimi plani (letnimi, četrletnimi, mesečnimi, fiksnimi plani, planskimi horizonti - +1,+2,+3 ...). Na podlagi teh planov je možno simuliranje zasedenosti kapacitet, računanje nabavnih potreb in ovrednotenje vrednosti materiala in dela. V kolikor rezultati niso zadovoljivi, je možno korigiranje plana in ponovitev postopka. S tem plan postane operativen, lansira se lahko proizvodnjo ter izvaja naročila dobaviteljem.
- Kalkulacije: So modul, v katerem na podlagi količinskih in časovnih normativov ter različnih cen izračunamo predkalkulacijo za vse elemente ali posamezne skupine elementov. Predkalkulacije služijo za izračun predvidenih stroškov dela in so izhodišče pri predračunih. Pokalkulacije naredijo primerjavo predvidenih stroškov z dejanskimi. Pri izračunu vključujejo vrednost dela in materiala.
- Razpis proizvodnje: Na podlagi operativnega plana se formira lansirno dokumentacijo (delovni nalog, operacijski list, zahtevnica za dvig iz skladišča) po zelenih terminskih enotah. Pri lansiranju se kontrolirajo zaloge v skladišču, tako da se lansirajo tisti elementi, ki imajo na razpolago vse sestavne dele oziroma materiale. Možna je izbira lansiranja pri nepopolni preskrbljenosti s sestavnimi deli.
- Spremljanje proizvodnje: Paket omogoča spremljanje dogajanja v proizvodnji po delovnih nalogih in operacijah oziroma izdelanih izdelkih in polizdelkih. Daje informacije o zasedenosti kapacitet, gotovih operacijah, nekončanih operacijah, operacijah, ki zamujajo ... Nudi različne analize iz proizvodnje: kdo, kje in kaj je delal, analiza kvalitete, izplena, obremenjenosti, obrabe strojev ipd.
- Ključni: Aplikacija Ključni je v proizvodnem informacijskem sistemu postavljena kot posebna veja, ker ima pomembno vlogo pri nekaterih odločitvah v planiranju, lansiranju in spremljanju proizvodnje. Nekateri ključni pa so pomembni že pri predkalkulacijah. Ključni povedo, kako se posamezni element, ki v sistemu proizvodnje nastopa kot material, polproizvod ali proizvod, obnaša, kar pomeni, da je v planu proizvodnje vsak ključ postavljen na nivo elementa, ne glede na to, kako oziroma skozi katere programe je v sistem prišel. V aplikaciji ključni so tudi relacije skladišč, ki določijo, v katerem skladišču se naj določen element nahaja.

Komerciala

Programski paket Kopa Komerciala pokriva potrebe podjetja pri spremljanju, podpiranju in nemotenemu odvijanju poslovnih procesov od iskanja najugodnejšega ponudnika blaga do prodaje in prilagajanja kupčevemu povpraševanju. Sestavljajo ga programski paketi: Skladišče, Prodaja, Nabava.

Stroški dela in kadrovske viri

Programski paket Kopa Stroški dela in kadri sestavljata paketa:

- Stroški dela: Programski paket oz. aplikacija plače omogočajo izračun, izplačilo, pripravo datotek in izpisov (ali predlog) za posredovanje podatkov bankam, davčni upravi in statistiki s pomočjo različnih elektronskih povezav ter izdelavo drugih analiz za potrebe podjetja z uporabo generatorja izpisov za različne izračune (plače, regresov, sejnine, nagrad učencem na praksi, božičnic, poračunov, izračuna stanarin, dividend ...).
- Kadrovske viri: Program kadrovska evidenca omogoča spremljanje podatkov o osebi za potrebe vseh programov v Kopa ERP. Pri vnosu se opredelita vloga in status osebe in ostali podatki iz različnih kriterijev (Kopa, 2007).

4.2.3.1 Pregled uvajanja ERP Kopa

Začetki uvajanja ERP Kopa segajo v leto 1999, ko je bila Kopa Proizvodnja izbrana na podlagi študije »Računalniško podprto upravljanje proizvodnje v poslovnem sistemu Lip Bled d.d. – tovarna vrat Rečica«, ki sta jo izvedla skupaj Lip Bled in ekspertna skupina Univerze v Ljubljani (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo). Kopa je bila izbrana kot najustreznejši ponudnik v konkurenci treh ponudnikov ERP-jev. Prvotno je bil namen, da bi uporabljali le Proizvodni IS, kasneje pa so se v Lipu odločili za enoten poslovni informacijski sistem, in sicer ravno Kopo. Lip Bled je prej uporabljal informacijski sistem HP, ki pa je bil že zastarel in prenova informacijskega sistema je bila nujna. Januarja 2002 so začeli z uporabo programskega paketa Komerciala, januarja 2003 je bil štart finančno-računovskega paketa in septembra 2003 so bili lansirani prvi delovni nalogi iz paketa Proizvodnja.

ERP ob začetku uporabe še ni bil povsem dodelan, pojavljale so se napake, potrebno je bilo ogromno testiranja. Precej dodelav je bilo potrebnih tudi zaradi same narave proizvodnje. Uvajanja Proizvodnega IS ni spremljala reorganizacija procesov, kar je bila po mojem mnenju največja napaka. Praksa je kasneje pokazala neustreznost določenih procesov in sprememba le teh je zahtevala tudi spremembe na informacijskem sistemu. To pa je zahtevalo veliko dodatnih dodelav in tudi stroškov. Tako je bil koncept planiranja kril večkrat spremenjen in pri iskanju optimuma se spreminja še danes. Hkrati je ravno v času uvajanja informacijskega sistema prišlo do dramatičnih sprememb na trgu. Lip Bled je bil prisiljen iz masovne proizvodnje preiti na naročniško proizvodnjo. To je povzročilo, da se je število različic izdelkov skokovito povečalo in postalo že skoraj neobvladljivo.

Nadgradnja ERP poteka na dveh ravneh, in sicer z razvojem v okviru Lip Bleda in v okviru Kope. To je dobra kombinacija, proizvodni IS namreč zahteva ogromno individualizacije oziroma prilagajanja IS za potrebe določenega tipa proizvodnje, znotraj tega pa tudi individualizacijo za posameznega uporabnika. Zelo koristno je poznavanje podatkovne baze za izdelavo raznih vmesnikov za povezave z drugimi sistemi. Iz tega naslova je notranji razvoj lahko zelo učinkovit, hkrati pa mora potekati usklajeno z osnovnim ERP, kar omogoča enostaven prehod na višje, novejša različice ERP.

Po nekaterih ocenah je v proizvodnih informacijskih sistemih le četrtnina programske opreme standardne, vse ostalo pa je rezultat prilagoditve za posamezno panogo ali določeno podjetje. Ravno zaradi tega so veliki ponudniki (npr. SAP) začeli razvijati panožne rešitve. Proizvodni IS so tržna niša, ki jo bodo v prihodnje s pridom izkoriščali mali ponudniki ERP-jev. Ostale poslovne funkcije, kot so na primer finance, kadri, nabava in prodaja, so vedno bolj standardizirane in velikim ERP-jem, kot je na primer SAP, se ne splača razvijati individualnih rešitev. Po drugi strani pa globalizacija in povezovanje podjetij daje prednost velikim ERP-jem, saj podjetjem to omogoča enoten IS v vseh delih podjetja po celem svetu.

4.2.4 MES i4PROS in Preactor APS

Na nivoju MES bo v prihodnosti uveden sistem za spremljanje in izvajanje proizvodnje i4PROS in razvrščevalnik PREACTOR. Projekt je še v fazi uvajanja in se v praksi še ne uporablja. Zaenkrat je bila izdelana »Analiza zahtev in zasnova idejne rešitve informacijskega sistema za planiranje in spremljanje proizvodnje« kot temelj za postavitev tega sistema. Sistem MES se uporablja za povezavo informatiziranih strojev v enovit proizvodni sistem. Stroji so v primeru Lip Bled povezani direktno z ERP, funkcija uravljanja delovnih nalogov pa se vrši deloma v ERP, deloma pa ročno oziroma dogovorno.

4.2.5 SCADA

Na najnižjem nivoju se v podjetju pojavlja več informacijskih sistemov, ki imajo skupno točko v ERP Kopa. Podjetje ima veliko proizvodnih linij različnih proizvajalcev, zaradi česar se pojavlja tudi veliko različnih baz podatkov (MySQL, MS SQL ...). Zaradi avtomatizacije linij podjetje skuša čimveč potrebnih podatkov izpeljati iz podatkov v ERP-ju. Primer SCADA je prikazan v prilogi 2.

4.3 Organiziranost informatike

Storitve informatike za celotno podjetje Lip Bled opravlja zunanje podjetje Topinfo d.o.o., ki je bilo ustanovljeno iz oddelka informatike. Prokurist podjetja je tudi član kolegija predsednika uprave Lip Bled. V podjetju so zaposlene 4 osebe.

5 Planiranje proizvodnje v podjetju Lip Bled

Neposredno je za planiranje odgovoren oddelek operativne priprave proizvodnje, za realizacijo in kontrolo proizvodnje pa obratovodja in vodje delovnih skupin v proizvodnji. Planerji pregledujejo naročila, planirajo proizvodnjo, kontrolirajo stanje v proizvodnji. Obratovodja pa usmerja proizvodnjo na podlagi planerjevega plana.

5.1 Službe za pripravo proizvodnje

Služba operativne priprave proizvodnje (OPP) izvaja skupaj s službo tehnološke priprave proizvodnje (TPP) celotno pripravo proizvodnje, ki jo je potrebno izvesti pred začetkom proizvodnega procesa. Zaradi vse večjega obsega informacij, ki jih je potrebno obvladovati, ima priprava proizvodnje vedno bolj pomembno vlogo.

5.1.1 Služba tehnološke priprave proizvodnje

Služba tehnološke priprave proizvodnje (TPP) zagotavlja podatke za izvedbo prevzetih naročil. V TPP je 6 zaposlenih, ki tesno sodelujejo z OPP:

- vodja (usklajevanje dela, pregled in potrjevanje vprašalnikov, povpraševanj, analiziranje nedovršene proizvodnje, kalkulacije ...),
- razvojni tehnolog (razvoj funkcijskih vrat),
- projektni tehnolog (aktivno sodelovanje pri objektnih poslih),
- tehnolog za podboje (pokriva področje tehnologije za SM, izdelava skic),
- tehnolog za krila (pokriva področje tehnologije za krila, izdelava skic),
- tehnolog za površinsko obdelavo (razvoj površinske obdelave, površinski materiali, ISO 14000).

5.1.2 Služba operativne priprave proizvodnje

Služba operativne priprave proizvodnje (OPP) je vezni člen med prodajno službo in proizvodnjo, tesno sodeluje tudi z nabavno službo in TPP. V OPP zbirajo, obdelujejo in usklajujejo številne pomembne informacije, pomembne za nemoten potek dela v proizvodnji. Je ključna služba za pripravo operativnih planov.

Osnovne naloge OPP v PC NV so:

- usklajevanje ključnih informacij med udeleženci proizvodnega procesa z namenom zagotavljanja nemotenega poteka procesa,
- preverjanje in zagotavljanje potrebnih virov (materialov in kapacitet),
- potrditev terminov odprem za naročila izdelkov, ki se proizvajajo,
- izdelava operativnih planov proizvodnje,

- izdelava in razdeljevanje delovne dokumentacije,
- spremljanje in kontrola proizvodnega procesa ter ukrepanje v primerih odstopanja od plana,
- posredovanje povratnih informacij v prodajno službo.

V OPP je 8 zaposlenih:

- vodja (usklajevanje dela, naročanje materiala ...),
- planer proizvodnje (izdelava planov proizvodnje, potrjevanje terminov naročil, preverjanje gotovosti naročil v proizvodnji, namestnik vodje),
- planer proizvodnje (izdelava planov proizvodnje, potrjevanje terminov naročil, preverjanje gotovosti naročil v proizvodnji),
- lanser delovnih nalogov (DN) (izpis in kompletiranje DN, potrjevanje terminov naročil, preverjanje gotovosti naročil v proizvodnji),
- lanser DN (izpis in kompletiranje DN, izpis etiket za izdelke).

5.2 Zagotavljanje matičnih podatkov

Za zagotavljanje matičnih (osnovnih) podatkov je zadolžen oddelek za tehnološko pripravo proizvodnje. Za potrebe planiranja proizvodnje mora imeti vsak artikel svojo sestavnico in tehnološki postopek. Še prej mora imeti vsak artikel svojo šifro.

5.2.1 Odpiranje novih šifer proizvodov

Vsak predmet mora imeti svojo šifro, ki ga določa in opredeljuje v informacijskem sistemu. Referenta, ki odpira novo šifro, program vodi skozi vse potrebne podatke. Ko vnese vse potrebne klasifikacije in dimenzije, se mu naziv predmeta zgenerira avtomatsko. Avtomatsko se zgenerira tudi naziv v angleškem in nemškem jeziku. Klasifikacije določajo lastnosti predmeta, na primer za krila, vrsto lesa, površinsko obdelavo, rob itd. Določena so pravila, katere klasifikacije mora imeti določen izdelek oziroma polizdelek. Tako imajo na primer krila drugačne klasifikacije kot podboji. Sistem klasifikacij je izredno pomemben, saj so klasifikacije osnova za razne analize, za združevanje sorodnih izdelkov in polizdelkov, za določanje posebnih lastnosti predmetov, ki so prikazane na delovni dokumentaciji itd. Primeri nekaterih klasifikacij so prikazani v prilogi 3. Hkrati je potrebno pri odpiranju nove šifre predmeta določiti celo vrsto podatkov, brez katerih sistem ne more funkcionirati, to so na primer: enota mere, najmanjša količina gibanja, carinska tarifa, vrsta predmeta (izdelek, polizdelek, trgovsko blago, fantom, material), dimenzije predmeta, analitična grupa, pripadnost, faktor izmeta itd. Vsak predmet tako dobi svojo šifro in naziv. Šifra predmeta je šestmestna identifikacijska številka, ki nedvoumno in nezamenljivo označuje predmet, da ga ločijo od ostalih predmetov. Ne pove ničesar o značilnostih in lastnostih predmeta. Nazivi izdelkov in polizdelkov pa so standardizirani, zato ne more biti odprtih več šifer z enakim nazivom.

Primer:

000342 – šifra izdelka

KR J P1 HS LAK 850X2100 D – naziv izdelka

V tem primeru gre za krilo JUS standard, tip P1 (gladko krilo), hrast, lakiran, širina 850 mm, višina 2100 mm, odpira desno.

Ker gre v primeru Lip Bled za variantno proizvodnjo je različnih šifer zelo veliko – preko 2000 novih različnih izdelkov mesečno. Zato je zelo pomembno, da je že pri odpiranju šifre izdelek pravilno definiran in da je možnost napake čim manjša. Za celotno podjetje Lip Bled je odprtih okrog 180 000 aktivnih predmetov.

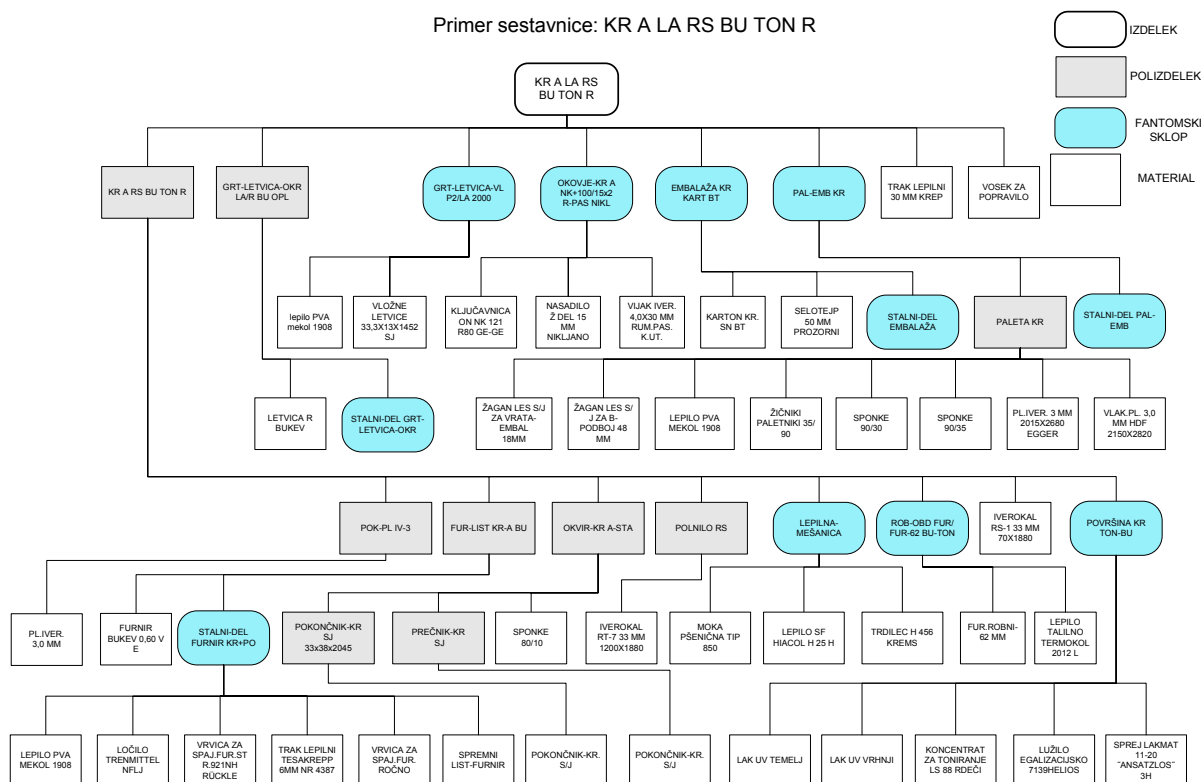
5.2.2 Sestavnice

Za vnos sestavnic je v ERP Kopa v Proizvodnem IS poseben modul, ki vsebuje vse potrebne vnosne ekrane in preglede za izdelavo sestavnic. Sestavnice so večnivojske (slika 14) in praktično razdeljene na največ 5 nivojev. Izdelujejo se sestavnice za izdelke, polizdelke in fantomske sklope.

Ker gre v primeru podjetja za visoko variantno proizvodnjo, je tudi število sestavnic izredno veliko. Dne 6. 2. 2007 je bilo za izdelke aktivnih 36.071 sestavnic, za polizdelke 28.340 sestavnic in za fantomske sklope 1.590 sestavnic. Skupaj to pomeni 66.001 sestavnic. Za potrebe planiranja proizvodnje se uporabljajo proizvodne sestavnice. Poleg tega se za računovodske namene uporabljajo še planske sestavnice. Aplikacija omogoča tudi množično popravljanje sestavnic. Z enim korakom lahko v veliko sestavnicah zamenjajo en material z drugim ali zbršejo kak material ipd. Beleži se tudi zgodovina sestavnice, zabeležena je sprememba in avtor spremembe. Omogočen je vnos alternativnih materialov in polizdelkov. Ker je število novih izdelkov zelo veliko, se zelo veliko uporablja kopiranje že obstoječih sestavnic. Osnovni signal za izdelavo nove sestavnice je nova šifra proizvoda. Sestavnica mora biti narejena najkasneje v dveh dneh po odprtju šifre. Poleg tega brez sestavnice kupcu ni mogoče potrditi možnega termina odpreme.

Proizvodne sestavnice so temelj planiranja proizvodnje, saj so osnova za MRP izračun, planiranje zasedenosti, odpisa materiala, kalkulacije itd. Zato je zelo pomembno, da so sestavnice pravilne. Pripomoček pri izgradnji sestavnice je vprašalnik, ki ga v sodelovanju s kupcem definira komercialist (lahko tudi s pomočjo tehnologov). V vprašalniku so podrobno opredeljene vse osnovne značilnosti izdelkov, ki jih želi stranka. Največkrat se vprašalniki uporabljajo pri objektnih poslih ali pri začetku sodelovanja z večjimi kupci.

Slika 14: Primer sestavnice za krilo



Vir: Lip Bled, 2007

5.2.3 Tehnološki postopki

Tehnološki postopki opisujejo izdelavo določenega elementa. Določajo stroj oziroma delovno mesto, kjer se ta element izdelava, in čas, ki je potreben za izdelavo. Lahko rečemo tudi, da določajo potrebne operacije za izdelavo izdelka oziroma polizdelka. Temeljna uporaba postopkov je za namene kalkulacij in izračunavanja zasedenosti kapacitet. Tehnološki postopki se ravno tako izdelujejo za vse izdelke, je pa različnih tehnoloških postopkov veliko manj. Uporabljajo se namreč osnovni postopki in teh je za izdelke 123. Tako veliko število osnovnih postopkov pa je predvsem posledica velikega števila različnih vrst izdelkov. Vsakemu novemu izdelku poseben algoritem dodeli osnovni postopek. Če pa se na izdelku opravlja še kakšna operacija, ki ni del osnovnega postopka, se samo na ta postopek doda še ta operacija. Prednost osnovnih postopkov je ta, da se s spreminjanjem osnovnega postopka spremenijo tudi izpeljani postopki, kar bistveno olajša ažuriranje oziroma vzdrževanje.

Tehnološki postopek je sestavljen iz osnovnih (tipskih) operacij (slika 15). Na operaciji so določeni medoperacijski, pripravljalni, izdelavni in zaključni časi. Določeno je stroškovno mesto, kjer se operacija izvaja. Na operacijo so vezani stroji, na katerih se operacija izvaja, in delavci, ki izvajajo operacijo. Na vsako operacijo je lahko vezan samo en stroj, število delavcev pa ni omejeno. Obstaja več vrst osnovnih operacij, s katerimi se določi, katere operacije se lansirajo in

katere ne. Obstajajo tudi evidenčne operacije, ki se uporabljajo samo za spremljanje proizvodnje. V praksi se uporabljajo samo izdelavni časi in večja pomanjkljivost so pripravljalni časi, ki pa zelo variirajo glede na vrstni red opravljanja operacij. Zasedenost kapacitet je torej bistveno povezana z miksom nalogov v proizvodnji in od vrstnega reda izvajanja operacij. Kakšen bo ta vrstni red v prihodnosti, pa ni zavedeno nikjer v informacijskem sistemu in zaradi tega ni točnega podatka o dejanski zasedenosti kapacitet. Na vsako operacijo so vezana delovna mesta, kjer se opravlja operacija, in stroji, na katerih se izvaja.

Tudi za postopke se vodi zgodovina postopka. Ravno tako kot pri sestavnica obstaja več vrst postopkov: proizvodni postopki, ki se uporabljajo za planiranje proizvodnje, in planski postopki, ki se uporabljajo za potrebe kalkulacij in računovodstva.

Slika 15: Primer postopka

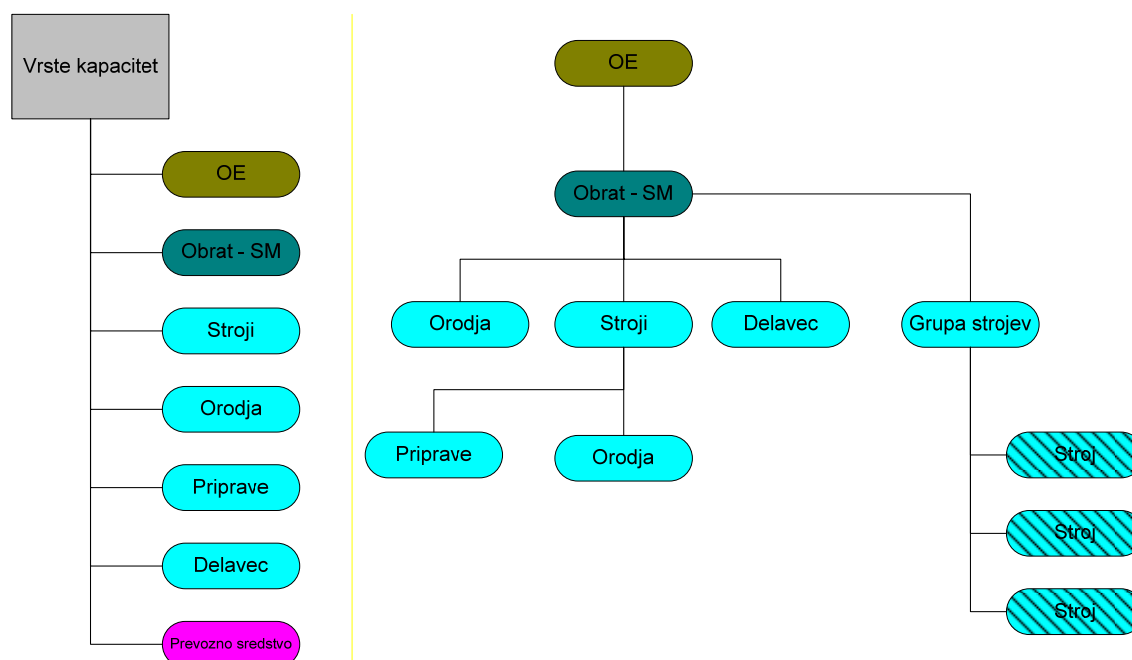
| | | | | | | | |
|---|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|
| Šifra: 080667 | | Naziv: KR J P1 HS LAK 650X2000 D | | | | | |
| Datum veljavnosti: 10.11.2005 | | Alternativa: 0 | | Enota mere: KOS | | Vrsta postopka: Proizvodni | |
| Skupaj pripravljalni čas: 0 | | Skupaj zaključni čas: 0 | | Skupaj izdelavni čas: 00:04:59 | | | |
| Operacija: 10 VRTANJE ZA KLJUČAVNICO, NASADILA, KONTROLA, STANDARD | | | | | | | |
| Vrsta operacije: 1 | | Alternativa: 0 | | Enota mere: KOS | | | |
| Medoperacijski čas: 0 | | Pripravljalni čas: 0 | | Zaključni čas: 0 | | Izdelavni čas: 00:00:59 | |
| Količina v času: 1 | | Velja Od: | | Velja Do: | | Stroškovno mesto: 12104 MONTAŽA | |
| Kapacitete: | | | | | | | |
| z.št. | vrsta kapacitete | šifra kapacitete | naziv kapacitete | Količina | Izkor istek | Vrsta terminskega koledarja | Spremljanje zasedenosti |
| 1 | stroji | 214003 | linija za mont. okovja (srm) | 1 | 1 | 2 izmeni | T |
| 2 | delavci | 401 | upravlj. zaht. linij oz. str. | 1 | 1 | 2 izmeni | G |
| 3 | delavci | 312 | kontrola in embalaranje izdel. | 1 | 1 | 2 izmeni | G |
| 4 | delavci | 202 | zahtevna pom. dela pri strojih | 2 | 1 | 2 izmeni | G |
| 5 | delavci | 101 | pom. dela pri str. oz. ročni obd. | 3 | 1 | 2 izmeni | G |
| Operacija: 20 KONČNO POPRAVILO KRIL | | | | | | | |
| Vrsta operacije: 3 | | Alternativa: 0 | | Enota mere: KOS | | | |
| Medoperacijski čas: 0 | | Pripravljalni čas: 0 | | Zaključni čas: 0 | | Izdelavni čas: 00:02:00 | |
| Količina v času: 1 | | Velja Od: | | Velja Do: | | Stroškovno mesto: 12104 MONTAŽA | |
| Kapacitete: | | | | | | | |
| z.št. | vrsta kapacitete | šifra kapacitete | naziv kapacitete | Količina | Izkoris tek | Vrsta terminskega koledarja | Spremljanje zasedenosti |
| 1 | stroji | 214001 | miza za popravilo | 1 | 1 | 1 izmena | T |
| 2 | delavci | 406 | zahtevna mizarska dela | 2 | 1 | 2 izmeni | G |

Vir: Lip Bled, 2007

5.2.4 Kapacitete

Z opredelitvijo fiksnih kapacitet so določeni osnovni podatki o tem, na katerih delovnih mestih in na katerih strojih oziroma skupinah strojev se opravljajo operacije, potrebne za izdelavo izdelka oziroma polizdelka. Kot prikazuje slika 16 kapacitete določajo stroji, skupine strojev, priprave in orodja, delavci in delovni koledar.

Slika 16: Vrste in hierarhija kapacitet v ERP Kopa

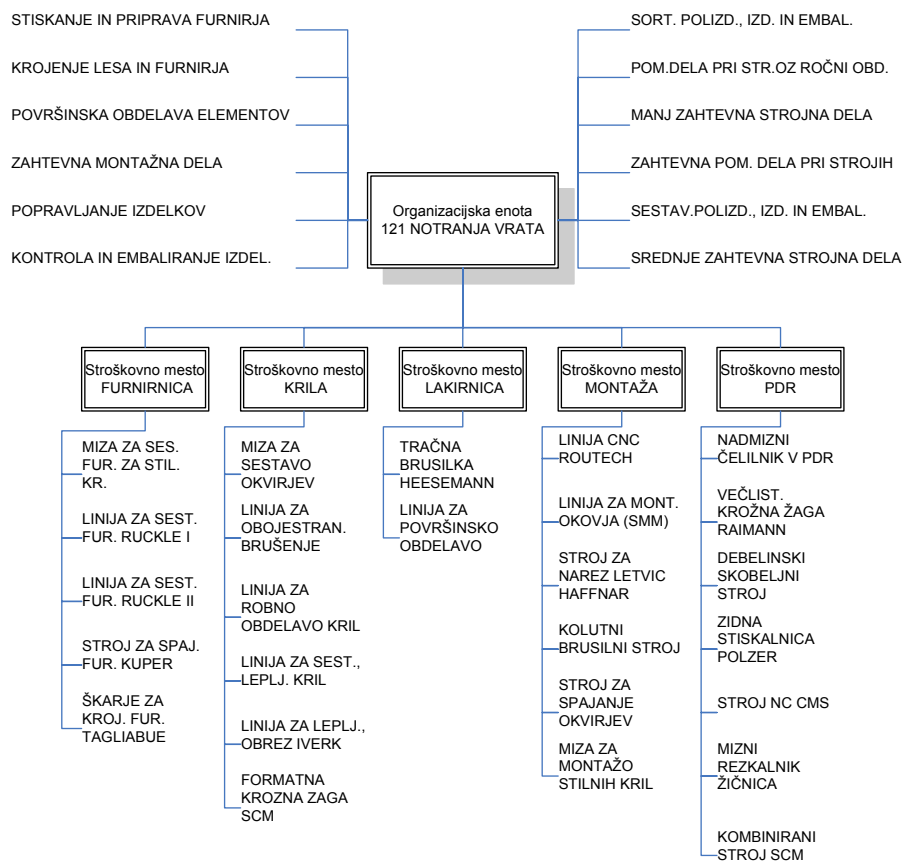


Vir: LIP Bled, 2007

Združene so v strukturo kapacitet, ki smiselno sestavljajo celoto, in ta struktura je tudi osnova pri ugotavljanju zasedenosti. Po tej strukturi stroji pripadajo stroškovnemu mestu (oziroma oddelku), ki pripada določeni organizacijski enoti. Več strojev lahko povezanih tudi v skupino strojev. To pride v poštev predvsem v primeru, ko se ista operacija lahko izvaja na več strojih, ki se lahko enakovredno nadomeščajo. Stroškovna mesta so prilagojena glede na dejansko organiziranost po delovnih skupinah v proizvodnji (slika 17). Stroškovna mesta v proizvodnji so tudi temelj za pokalkulacije, kjer se ugotavljajo stroški na posameznih stroškovnih mestih.

Terminski koledar je lahko določen na več nivojih za kapacitete. Tako je lahko določen na nivoju organizacijske enote, stroškovnega mesta, stroja ali delavca. Pri izračunu zasedenosti kapacitet in tudi pri ostalih izračunih vedno velja pravilo nižjega nivoja. Po tem pravilu se najprej upošteva koledar na najnižjem nivoju (npr. stroju). Če za ta nivo koledar ni določen, se upošteva koledar nadrejenega nivoja (npr. stroškovno mesto). Če tudi za ta nivo ni določen koledar, se upošteva koledar na najvišjem nivoju, to je organizacijska enota. V terminskem koledarju je potrebno opredeliti datum, začetek izmene in trajanje izmene.

Slika 17: Hierarhija kapacitet



Vir: Lip Bled, 2007

5.2.5 Ostali osnovni podatki o artiklih

Za potrebe komercialnega in računovodskega IS se zbirajo še dodatni osnovni podatki o artiklih, npr.: proizvodni in prodajni izdelavni čas, planska cena, teže izdelkov ...

5.3 Strateško planiranje proizvodnje

Strateško planiranje je v domeni najvišjega vodstva. Najpomembnejši dokument, ki ga družba sprejme v okviru svojega strateškega planiranja, je »Strateški poslovni načrt«, ki zadeva poslovanje podjetja v naslednjih petih letih. Strateški poslovni načrt se obnavlja vsakih pet let. Dokument je sestavljen iz naslednjih poglavij:

1. Ocena makroekonomskega okolja
2. LIP Bled d.d
3. Ocena poslovanja podjetja
4. Ocena priložnosti in nevarnosti
5. Vizija in poslanstvo
6. Strateški cilji

7. Oblikovanje strategije
 - a. Strategije družbe
 - b. Poslovne strategije in
 - c. Funkcijske strategije
8. Finančne projekcije
9. Kadri

Za izdelovanje projekcij oddelek kontroling v okviru finančnega sektorja večinoma uporablja Excel, v katerem uporablja podatke, ki jih pridobi v ERP-ju. V prihodnosti bo na tem mestu lahko v pomoč tudi uporaba direktorskega informacijskega sistema.

5.4 Agregatno planiranje proizvodnje

Agregatno planiranje proizvodnje za PC Notranja vrata je v pristojnosti izvršnega vodstva. Le to (v sodelovanju z operativnim vodstvom) konec vsakega koledarskega leta pripravi Gospodarski načrt za naslednje leto. Proces agregatnega planiranja je prikazan v prilogi 4. Vodilo pri izdelavi Gospodarskega načrta so usmeritve, ki izhajajo iz dolgoročnih strateških planov podjetja LIP Bled.

Iz Gospodarskega načrta izhaja združen (agregiran) letni plan proizvodnje, ki ima sledeče naloge:

- Predvideva obseg in vsebino proizvodnje. Vsebina je razdeljena po najbolj tipičnih predmetih v tako imenovane podskupine. Vsaka podskupina ima navedeno količino in skupni čas v norma urah. Letni plan proizvodnje je časovno razdeljen po mesecih. To pomeni, da je časovni horizont eno leto, terminska enota pa je mesec.
- Je osnova za planiranje materialnih potreb. Te se ugotovijo z razgradnjo tipičnih predstavnikov vsake podskupine s pomočjo sestavnic, v katerih so navedene normativne bruto količine materialov.
- Je izhodišče za grobo planiranje kapacitet. Na podlagi norma ur², ki so potrebne za izdelavo planiranih izdelkov, se ugotovi potrebno število delavcev in potrebne okvirne kapacitete strojev.

Na tem mestu v podjetju uporabljajo ERP, ki zagotavlja ustrezne podatke in orodja za obdelavo podatkov. V prihodnosti bi bila smiselna tudi uporaba direktorskega informacijskega sistema.

5.5 Operativno planiranje proizvodnje

Sam proces planiranja sestoji iz več faz. Celoten proces se začne s prejemom naročila od kupca (glej sliko 18). Komercialist v oddelku Prodaja ali v katerikoli maloprodajni poslovalnici, ki so geografsko razpršene po vsej Sloveniji in tudi Hrvaški, v ERP vnese ponudbo/naročilo. V

² Norma ura je vsota izdelavnih časov vseh operacij, ki so potrebne za izdelavo izdelka. Pri operacijah, ki jih opravlja več delavcev se izdelavni čas pomnoži s številom delavcev.

primeru, da za izdelek, ki ga želi kupec, ni znano, ali ga proizvodnja lahko naredi ali ne, komercialist izpolni Vprašalnik. Oddelek TPP ga potem pregleda in potrdi, zavrne ali zahteva dopolnitev. Tudi vprašalnik obstaja v informacijskem sistemu. Če ga TPP potrdi, potem komercialist lahko v ERP vnese naročilo. Seveda le v primeru, da so odprte vse šifre za artikle. Če niso, mora komercialist odpreti tudi šifre proizvodov. Po vnosu naročila komercialist naredi odpremni nalog in za vse proizvode, za katere ni na voljo proste zaloge, se avtomatsko skreira predlog internega naročila.

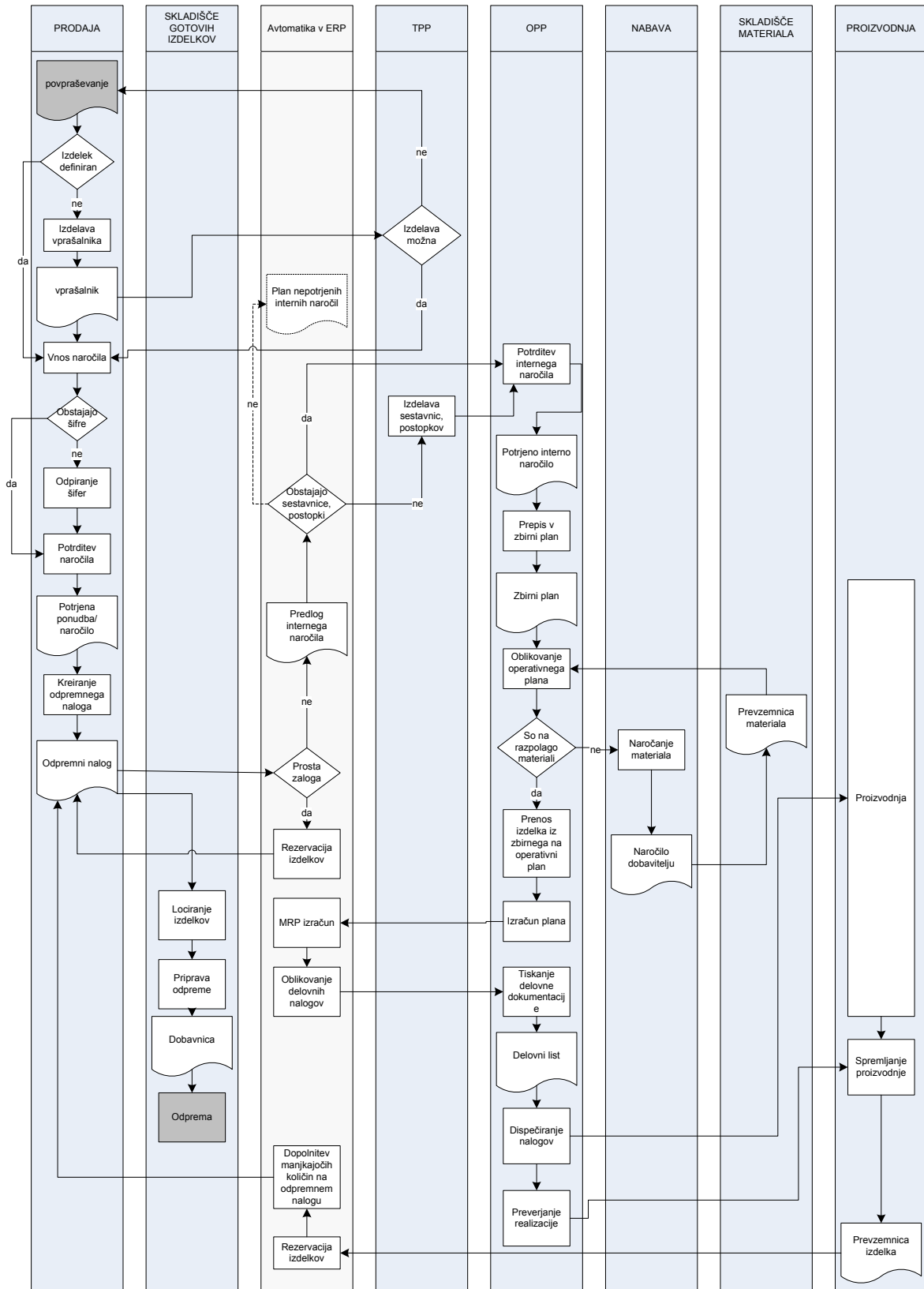
Interno naročilo je torej naročilo za proizvodnjo. Je prvi in temeljni dokument. Je prvi signal proizvodnji in tudi osnova za vsako komuniciranje s kupcem in med oddelki znotraj Lipa. Količine na internem naročilu so neto količine, zmanjšane za prosto zalogo. To zalogo samo za določene najbolj frekventne artikle stalno vzdržujejo, in sicer tako, da so določene signalne zaloge in optimalne količine naročanja. S pomočjo posebnega programa se preveri, če je razlika med že naročenimi količinami in potrebnimi količinami na odprtih naročilih kupcev manjša od signalne zaloge. Če je manjša, se sproži naročilo do nivoja signalne zaloge, temu pa se prišteje optimalna količina naročanja. Pri postavitvi signalnih zalog upoštevajo 2-tedenski cikel proizvodnje. Formiranje internega naročila za dopolnitev proste zaloge se izvede vsak ponedeljek. To kaže na to, da gre v primeru Lip Bled za kombinacijo MRP in periodičnega naročanja zalog. Problem periodičnega sistema naročanja je, da temelji na preteklih podatkih in ne upošteva vzponov in padcev v povpraševanju.

5.5.1 Potrjevanje internih naročil

Potrjevanje internih naročil je prva in najbolj groba faza operativnega planiranja proizvodnje. Potrditev praktično pomeni določitev skrajnega datuma, ko bodo naročeni izdelki dostavljeni kupcu. Seveda hkrati predstavlja obvezo podjetja, da bo določeno naročilo realiziralo. Potrjevanje se izvaja v ERP Kopa, v modulu Proizvodnja. V oddelku operativne priprave proizvodnje (OPP) dnevno preverjajo, katera nova interna naročila so izdelana, in interna naročila potrdijo še isti dan ali najkasneje naslednji dan. To velja v primeru, da so izpolnjeni vsi tehnološki pogoji, torej da so za vse izdelke na internem naročilu izdelane sestavnice, tehnološki postopki ... Pri potrjevanju internih naročil planer tudi označi za katere izdelke so potrebne skice in to je potem signal TPP za pripravo ustreznih skic.

Potrjevanje internih naročil je tudi že grobo planiranje zmogljivosti (RCCP). Pri potrjevanju internih naročil se planer orientira na datum planirane odpreme, ki ga določi komercialist, in na proste grobo planirane kapacitete. Pri tem se ne upošteva dejanska zasedenost strojev po delovnih urah, ampak grobo planirana količina izdelkov za celoten profitni center na teden (npr. 5000 kril na teden). Potrjuje se vedno teden, ko bo možna odprema.

Slika 18: Diagram procesa realizacije kupčevega naročila



Vir: LIP Bled, 2007

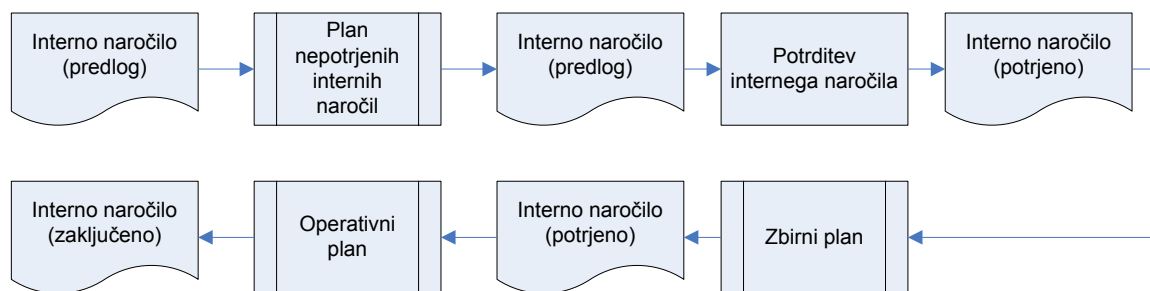
Informacijski sistem omogoča pregled zasedenosti po tednih za krila in podboje. Proizvodnja kril in podbojev namreč poteka ločeno in pri potrjevanju internih naročil je potrebno upoštevati zasedenost obeh, saj so na istem internem naročilu tako krila kot podboji. Kriterij za potrditev roka je najbolj oddaljen realni termin. Hkrati mora planer upoštevati tudi vrsto posla, ki opredeljuje, ali gre za redno naročilo ali reklamacijo. Slednje imajo prednost. Vse te podatke planer vidi na posebni formi, kjer se podatki dinamično spreminjajo (prikazano tudi v prilogi 5). Poleg števila kosov, ki so že potrjeni za določen teden, upoštevajo tudi skupno število norma ur, ki izhajajo iz že potrjenih naročil. Datum potrjene odpreme potem komercialisti posredujejo kupcem, tako da kupci dobijo informacijo, v katerem tednu lahko pričakujejo odpremo.

5.5.2 Prenos internih naročil v plan

Za operativno planiranje uporabljajo Proizvodni IS in najpomembnejši dokument je »plan«, ki predstavlja osnovo za MRP. V PC NV uporabljajo tri vrste planov:

- plan nepotrjenih internih naročil
- zbirni plan
- operativni plan

Slika 19: Postopek potrjevanja internih naročil in prepis v plan



Vir: Lip Bled, 2007

Če internega naročila iz kakršnega koli razloga (manjkajoče sestavnice, nedefinirani izdelki ipd.) ni mogoče potrditi, pač ostane v statusu predloga in se avtomatsko prepíše v plan nepotrjenih internih naročil (glej sliko 19). To je poseben plan, ki se praktično uporablja samo za ugotavljanje materialnih potreb oziroma za to, da ima oddelek nabave stalno sprotni pregled nad vsemi potrebnimi materiali v prihodnosti. Za vsa naročila, ki so uvrščena na ta plan, se po MRP metodi izračunajo potrebe po materialih, ki potem lahko oddelku Nabava služijo za orientacijo pri naročanju materialov.

Ko planer potrdi interno naročilo, ga hkrati tudi uvrsti na zbirni plan. Zbirni plan je nekakšna čakalnica za interna naročila. Takoj ko je interno naročilo uvrščeno v zbirni plan, se zbrše iz plana nepotrjenih naročil. Naročila so v zbirnem planu toliko časa, dokler jih planerji ne uvrstijo na operativni plan.

Pri oblikovanju operativnih planov planerji izvajajo prenos pozicij iz zbirnega plana v operativni plan. Ko je pozicija uvrščena v operativni plan, se izbriše iz zbirnega plana. Seveda obstajajo tudi bližnjice, ko planerji določeno naročilo ali samo kakšno pozicijo uvrstijo direktno na operativni plan in tako preskočijo zbirni plan. Operativnih planov kot dokumentov je v informacijskem sistemu več, dejansko pa se vsi operativni plani skupaj obnašajo kot en dokument, razdeljen na delovne naloge.

Potrjevanje internih naročil je prva faza grobega planiranja. Pri potrditvi se že določijo roki izdelave (due date), ki so kasneje vodilo pri oblikovanju operativnih planov. Praktično to velikokrat že predstavlja okvir za operativni plan. Plan nepotrjenih internih naročil in Zbirni plan se praktično uporabljata samo za ugotavljanje materialnih potreb in zasedenosti kapacitet, medtem ko je Operativni plan namenjen tudi za razpis delavniške dokumentacije. Ves čas pa planerji spremljajo gibanje materialnih potreb. Avtomatsko se po metodi MRP preračunavajo materialne potrebe za interna naročila, ki še niso potrjena in so torej v planu nepotrjenih naročil, ter materialne potrebe za interna naročila, ki so v zbirnem in operativnem planu.

Potrjevanje internih naročil in prepis v zbirni plan je vsakodnevno opravilo, ki se vsak dan izvaja v oddelku OPP. Formiranje operativnih planov pa se običajno opravlja enkrat tedensko, kar pomeni, da so plani tedenski. Je najpomembnejši del planiranja. Poleg tedenskih pa obstajajo tudi izredni operativni plani, kamor so uvrščena tista naročila, ki jih je treba hitro realizirati, npr. reklamacije ali posebni dogovori s kupci. Planski horizont je od 4 do 7 tednov in se spreminja odvisno od zasedenosti proizvodnje, pri čemer je najpomembnejša sezonska komponenta (najdaljši je spomladi in jeseni).

5.5.3 Oblikovanje delovnih nalogov in lansiranje plana

Delovne naloge oblikujejo tako, da se upoštevajo naročila kupcev, zaloge, naročila dobaviteljem (kooperantom), sestavnice, tehnološke postopke in stanje kapacitet. Na podlagi teh podatkov časovno razporedijo proizvodnjo po prostih kapacitetah in izračunajo potrebe po sestavnih delih. Rezultat planiranja so pripravljene delovni nalogi in potrebe po materialu. Delovni nalogi in potrebe po materialu so opredeljene količinsko in časovno. Osnovni dokument je operativni plan, na katerem so zbrana interna naročila.

Formiranje delovnih nalogov poteka v več korakih:

1. korak: Oblikovanje operativnih planov

Prvi korak je oblikovanje operativnih planov, ki predstavlja prenos pozicij z zbirnega plana na operativni plan. Prvo merilo za uvrstitev izdelka na operativni plan je rok izdelave, ki je določen na podlagi potrjenega termina dobave kupcu. Potrjeni roki se običajno gibljejo okrog štirih tednov, proizvodni proces pa traja brez komisioniranja dva tedna, tako da obstaja določena časovna rezerva za primer, da na razpolago ni potrebnih materialov ali pa ni prostih zmogljivosti. Drugi kriterij za uvrstitev na operativni plan je torej razpoložljivost materialov. S tem ko so na

operativni plan uvrščene pozicije iz internih naročil, je že določen nivo 0, ki je osnovni nivo za kasnejši izračun plana.

2. korak: MRP izračun

Drugi korak je MRP izračun. Pri izračunu se na podlagi izdelkov, ki so uvrščeni na operativni plan po metodi MRP izračunajo potrebni polizdelki in materiali. ERP omogoča več možnosti izračuna, npr. lahko se upoštevajo polizdelki, ki so na zalogi, lahko se izračunajo bruto potrebe brez upoštevanja zalog ... V Lip Bledu uporabljajo planiranje sestavnih delov nazaj oziroma tek v levo. To pomeni, da planirajo roke od potrjenega roka nazaj. Od potrjenega roka odštejejo vodilne čase sestavnih delov in dobijo rok, ko je treba začeti z izdelavo, hkrati je določeno, kdaj bo potreben določen material. Vodilni čas v IS Kopa imenujejo »grobi terminski čas«. Vsak sestavni del ima določen grobi terminski čas v dnevih. Obstajata dve vrsti grobih terminskih časov, in sicer grobi terminski čas izdelave in grobi terminski čas prevzema. S prvim označijo npr. čas, potreben za pripravo materiala ali komisioniranje izdelkov, z drugim pa pretočni čas v proizvodnji.

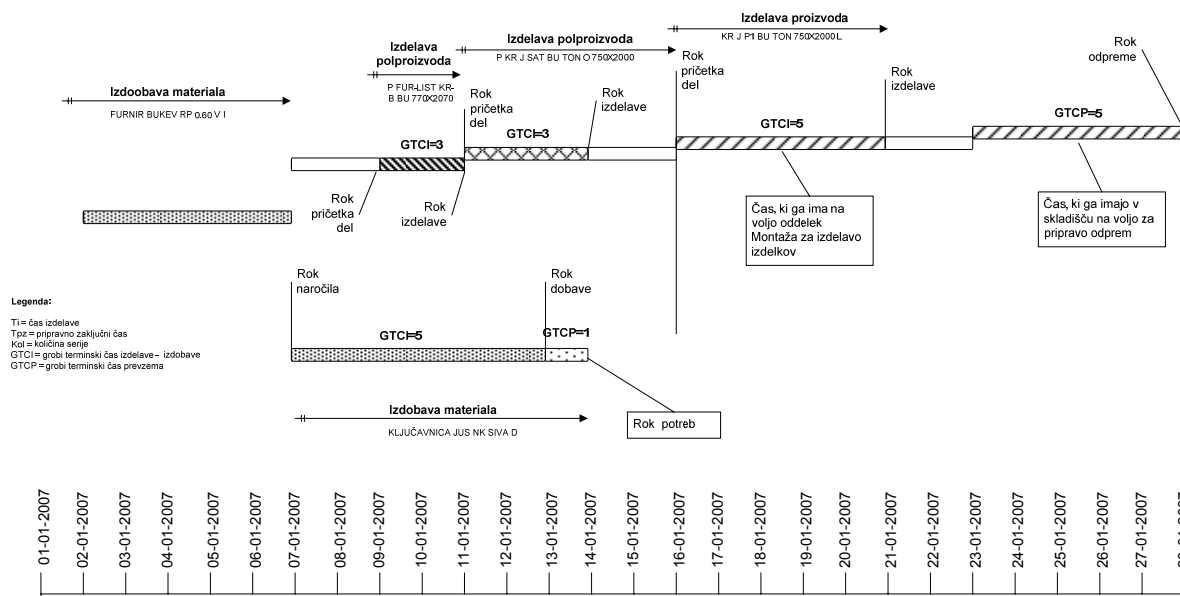
Od datuma potrjene odpreme računalniški program odšteje grobi terminski čas prevzema za izdelke in na ta način določi rok izdelave za izdelke (glej sliko 20). Od tega se potem odšteje grobi terminski čas izdelave za ta izdelek in tako so določeni roki izdelave za polizdelke, ki vstopajo v ta izdelek. Hkrati so za to obdobje določene materialne potrebe. Nato se tak izračun ponovi skozi celotno strukturo do zadnjega nivoja. Gre za klasičen MRP preračun.

Vsaka operacija ima določen oddelek, v katerem se izvaja, na katerem stroju se izvaja, kateri delavci jo izvajajo in čas trajanja operacije. Ta čas je osnova za izračun zasedenosti kapacitet. Na tisti dan, ki je določen na podlagi preračuna po grobih terminskih časih, se potem zasedejo kapacitete. Seštevajo se izdelavni časi za vse operacije, ki so določene za določen dan. Omejitev za zasedenost kapacitet predstavlja delovni koledar.

3. korak: Oblikovanje delovnih nalogov

Operativni plan razdelijo na delovne naloge. Delovni nalog je poslovni subjekt, ki združuje sorodne izdelke. Kriterij za določitev delovnih nalogov so klasifikacije predmetov. Združeni so izdelki, ki imajo enako drevesno vrsto, enak rob, enako površinsko obdelavo. Na ta način so na enem delovnem nalogu združeni sorodni izdelki, kar je nujno za urejen tok proizvodnje. Oblikovanje delovnih nalogov je korak proti podrobnemu planiranju oziroma razvrščanju proizvodnje. Delovni nalogi se avtomatsko dodelijo vsem izdelkom, polizdelkom in materialom. Delovni nalog je osnova za razpis delavniške dokumentacije in tudi celotno spremljanje proizvodnje poteka na osnovi delovnih nalogov.

Slika 20: Izračun časov po MRP metodi



Vir: Lip Bled, 2007

4. korak: Lansiranje operativnega plana

Pri lansiranju se lahko formirajo:

- predajnice za polizdelke in izdelke,
- izdajnice za materiale,
- predlogi medskladiščnic,
- delovni listi, spremni listi.

Po lansiranju plana spreminjanje plana ni več možno. Ker se vedno lansira celoten plan za vsa obdobja, je to lahko problematično, saj si kupci večkrat premislijo, potem ko je plan že lansiran v proizvodnjo. Še posebej je to pogost pojav pri objektih poslih.

5.5.3.1 Razpis proizvodne dokumentacije

Po izračunu in lansiranju operativnega plana sledi razpis proizvodne (delovne, delavniške) dokumentacije. Delovna dokumentacija je namenjena vodjem delovnih skupin in neposrednim delavcem, ki v proizvodnji opravljajo določene operacije. Vodja delovne skupine dobi izpis operativnega plana.

Operativni plan je sestavljen iz delovnih nalogov. Za vsak delovni nalog se za posamezno delovno mesto izpiše še delovni list, za katerega se uporablja kar izraz delovni nalog. Na delovnem nalogu so vsi podatki, ki jih potrebuje delavec pri opravljanju določene operacije. Primer delovnega naloga je prikazan v prilogi 6. Včasih je delovnemu nalogu priložena še skica oziroma načrt polizdelka ali izdelka. Delovni nalogi so prilagojeni vsakemu delovnemu mestu in tudi količina podatkov se po delovnih mestih razlikuje. V določenih primerih delovni nalogi

opravljajo funkcijo navodil za delo. Pomanjkljivost je v tem, da v sistemu ni možno narediti pregleda vrstnega reda delovnih nalogov in tudi spreminjati njihovega vrstnega reda. Ne obstaja namreč zavezujoč vrstni red delovnih nalogov. Pri razpisu dokumentacije se natisnejo tudi etikete, ki se nalepijo na izdelke v zadnji fazi proizvodnje. Celotno dokumentacijo planerji razporedijo v mape in jih odnesejo v proizvodnjo vodjem delovnih skupin. Vse podatke, potrebne za razpis, lahko dobijo iz informacijskega sistema. Delavec mora samo narediti določene izpise in jih izpisati. Niso potrebne nobene dodatne obdelave. Na nekaterih linijah delovna dokumentacija ni več potrebna. Operater poskenira črtno kodo na polizdelku in na ekranu dobi vse podatke, ki jih potrebuje.

5.5.3.2 Ugotavljanje materialnih potreb

Ugotavljanje materialnih potreb je eden izmed najbolj pomembnih, a hkrati najbolj zahtevnih procesov. Če želijo dobiti pravilno stanje, je potrebno upoštevati veliko število različnih informacij, ki prihajajo iz različnih delov podjetja. Gre za stalno iskanje ravnovesja med potrebami in zalogami.

Potrebe po materialih se izračunavajo po sistemu MRP. Osnova so izdelki na določenem planu, ki so na najvišjem nivoju. Postopek izračunavanja planov je enak za plan nepotrjenih internih naročil, zbirni plan in operativne plane. Na podlagi sestavnice izdelka potem z eksplozijo potreb pridejo do zadnjega nivoja materialov. Na ta način dobijo za določen plan potrebe po izdelkih, polizdelkih in materialih. Če je potreben izdelek na zalogi, IS to zazna že prej in izdelek sploh ne pride na interno naročilo oziroma na plan. Polizdelkov nikoli ne delajo na zalogo, tako da nikoli ni proste zaloge polizdelkov. Na ta način so bruto in neto potrebe po polizdelkih enake in posledično tudi bruto in neto potrebe po materialih. Rezultat planiranja potreb po materialih so izračunane količine potrebnih materialov in polizdelkov po vrstah in v času.

Pri ugotavljanju materialnih potreb je potrebno upoštevati:

- potrebe planov

1. Potrebe plana nepotrjenih internih naročil – sestavljajo potrebe po materialih, ki izhajajo iz tistih naročenih izdelkov, za katere interna naročila še niso potrjena. Izračun potrebnih materialov je mogoč le za tiste izdelke, ki imajo sestavnice. Časovna določitev potreb je le okvirna, saj izhaja iz zelenega roka odpreme, ki ni nujno realen.
2. Potrebe zbirnega plana – sestavljajo potrebe po materialih, ki izhajajo iz izdelkov, ki so uvrščeni na zbirni plan in še niso uvrščeni na noben operativni plan. Vsi izdelki na tem planu že imajo sestavnice, zato je mogoče določiti potrebe po vseh materialih, ki so potrebni za izdelavo izdelkov na temu planu. Znan je tudi že rok izdelave.
3. Potrebe operativnih planov – sestavljajo potrebe operativnih planov. Potrebe po materialih so določene za vsak delovni nalog in se dinamično zmanjšujejo z izdajo materiala iz skladišča na določeni delovni nalog. Na ta način se potrebe operativnih

planov stalno povečujejo z lansiranjem novih operativnih planov in zmanjšujejo z izdajanjem materiala na določeni delovni nalog.

4. zaloge v skladiščih materiala
5. zaloge v skladiščih v proizvodnji (medfazna skladišča) oziroma nedovršeno proizvodnjo
6. odprta naročila dobaviteljev

Slika 21: Primer izpisa za pregled materialnih potreb

| RTIME Izpis materialnih potreb: Termin | | | | | | | | | | | Stran: 7/10 | |
|---|----------|----|-------------------------|---------------------|------------------------|----------|---------------------------|----------------|----------------------------|------------------|-------------|--|
| Naziv : Pregled materialnih potreb_02 Ver : 1 | | | PLANSKE KOLIČINE | | Šifra OE : 121 | | Naziv OE: NOTRANJA VRATA | | | | | |
| : 200 | | | Naz. PS : SKL_SM_SKUPAJ | | Od datuma : 01-10-2005 | | Do datuma : 31-05-2006 | | | | | |
| M: 2007 TOV.RBČ.SK.EMBALAŽE | | | | | | | | | | | | |
| Naziv predmeta | EH | KT | Skupaj na razpolago | Povprečna mes. por. | Sig. Zal. | Zaloga | Skupaj potrebe nar. dobav | Odprta potrebe | Potrebe nep.nar. zb. plana | Potrebe op.plana | | |
| KARTON SMO BT 100 MM 2200X180X126 | KOSD6-06 | | -36.00 | | | | 36.00 | | 36.00 | | | |
| KARTON SMO BT 125 MM 2090X200X126 | KOSD6-04 | | 181.00 | | | 308.00 | 227.00 | 100.00 | 13.00 | 214.00 | | |
| | D6-05 | | 154.00 | | | | 254.00 | | 4.00 | 22.00 | | |
| | D6-06 | | 10.00 | | | | 398.00 | | | 144.00 | | |
| | D6-07 | | -98.00 | | | | 506.00 | | 108.00 | | | |
| KARTON SMO BT 125 MM 2090X205X102 | KOSD6-04 | | 35.00 | 558.50 | 150.00 | 37.00 | 2.00 | | | 2.00 | | |
| KARTON SMO BT 125 MM 2200X205X102 | KOSD6-04 | | 224.00 | 9.25 | | 235.00 | 11.00 | | | 11.00 | | |
| KARTON SMO BT 125 MM 2200X210X126 | KOSD6-05 | | -3.00 | | | | 3.00 | | | 3.00 | | |
| | D6-06 | | -6.00 | | | | 6.00 | | | 3.00 | | |
| KARTON SMO BT 145 MM 2090X220X102 | KOSD6-04 | | | 1,093.33 | 350.00 | | | | | | | |
| KARTON SMO BT 145 MM 2090X225X126 | KOSD6-04 | | 261.00 | | | 1,073.00 | 812.00 | | | 812.00 | | |
| | D6-05 | | 127.00 | | | | 946.00 | | 9.00 | 116.00 | | |
| | D6-06 | | -168.00 | | | | 1,241.00 | | | 295.00 | | |
| | D6-07 | | -177.00 | | | | 1,250.00 | | 9.00 | | | |
| KARTON SMO BT 145 MM 2200X220X102 | KOSD6-04 | | -3.00 | 21.67 | | | 3.00 | | | 3.00 | | |
| | D6-05 | | -16.00 | | | | 16.00 | | | 13.00 | | |
| KARTON SMO BT 165 MM 2090X240X102 | KOSD6-04 | | | 308.42 | 100.00 | | | | | | | |
| KARTON SMO BT 165 MM 2090X250X126 | KOSD6-04 | | 91.50 | | | 192.00 | 100.50 | | | 100.50 | | |
| | D6-05 | | 61.50 | | | | 130.50 | | | 28.00 | | |
| | D6-06 | | 3.50 | | | | 188.50 | | | 58.00 | | |
| KARTON SMO BT 205 MM 2090X280X102 | KOSD6-04 | | 109.00 | 204.33 | 80.00 | 109.00 | | | | | | |
| KARTON SMO BT 205 MM 2090X280X126 | KOSD6-04 | | 92.00 | | | 174.00 | 82.00 | | | 82.00 | | |
| | D6-05 | | 74.00 | | | | 100.00 | | 2.00 | 16.00 | | |
| | D6-06 | | 72.00 | | | | 102.00 | | | 2.00 | | |
| | D6-07 | | 71.00 | | | | 103.00 | | 1.00 | | | |
| KARTON SMO BT 205MM 2200X280X102 | KOSD6-04 | | 4.00 | 3.75 | | 5.00 | 1.00 | | | 1.00 | | |
| KARTON SMO BT 240 MM 2090X315X102 | KOSD6-04 | | | 248.75 | 70.00 | | | | | | | |
| KARTON SMO BT 240 MM 2090X315X126 | KOSD6-04 | | 275.00 | | | 197.00 | 22.00 | 100.00 | 1.00 | 21.00 | | |
| | D6-05 | | 228.00 | | | | 69.00 | | | 38.00 | | |
| | D6-06 | | 71.00 | | | | 226.00 | | | 155.00 | | |
| | D6-06 | | -7.00 | | | | 7.00 | | | 7.00 | | |
| KARTON SMO BT 270 MM 2090X345X102 | KOSD6-04 | | 54.00 | 211.00 | 80.00 | 54.00 | | | | | | |
| KARTON SMO BT 270 MM 2090X355X126 | KOSD6-04 | | 76.00 | | | 135.00 | 59.00 | | 3.00 | 56.00 | | |
| | D6-05 | | 47.00 | | | | 88.00 | | 2.00 | 26.00 | | |

Vir: LIP Bled, 2007

Za zagotovitev točnega stanja morajo vsi v podjetju skrbeti, da imajo v informacijskem sistemu red na svojem področju. Če se na primer zgodi, da dejanska zaloga v skladišču odstopa od zaloge, ki je v informacijskem sistemu, se lahko zgodi, da se v proizvodnjo lansirajo nalogi, za katere ni na voljo ustreznega materiala. Za pregled materialnih potreb obstaja veliko različnih pregledov (slika 21). Možno je preveriti materialne potrebe za eno interno naročilo, za en operativni plan, za celotno skladišče materialov in za celotno organizacijsko enoto. ERP omogoča preverjanje materialov pred lansiranjem plana. V primeru, da za določene izdelke ni na voljo dovolj materiala, je mogoče tak izdelek umakniti iz operativnega plana.

Pri planiranju materialnih potreb pa ni dovolj le ugotavljanje potrebnih količin, ampak je izjemno pomembna tudi časovna komponenta. Tako v planu določijo, kdaj bodo potrebovali določen material (datum potrebe), na naročilu dobavitelju je določen dan dospelja materiala. Na ta način je mogoče ugotavljati, kakšno je stanje materialnih potreb za prihodnje obdobje. Kot je razvidno iz slike 21, so za nekatere materiale določene tudi signalne zaloge. To je potrebno zaradi dolgih

dobavnih rokov za te materiale, ki so daljši kot je še sprejemljiv rok izdelave za izdelek. Drugi razlog pa je nenatančnost podatkov o stanju zalog v IS. Tako je tudi na področju materialov značilna kombinacija naročanja po MRP in s pomočjo signalnih zalog.

5.6 Podrobno planiranje

Določanje vrstnega reda delovnih nalogov izvaja obratovodja z usklajevanjem z mojstri. Načeloma velja dogovor, da imajo prednost delovni nalogi, ki imajo nablížji rok izdelave, vendar pa se tega dogovora vsi ne držijo vedno. Na sestankih in z razgovori se večkrat dogovorijo, kateri delovni nalogi imajo prednost in kateri niso tako nujni. Za posamezne delovne naloge so sicer določeni roki izdelave, vendar pa se v proizvodnji vse prevečkrat dogaja, da najprej realizirajo »lepe« naloge, se pravi tiste z velikimi količinami, majhni nalogi pa ostajajo odprti. Glede na to, da je planiranje tedensko, je rok izdelave običajno postavljen na konec tedna. Znotraj tedna pa roki niso predpisani in tako nalogi nimajo določenih priorit. Posledica tega je, da večkrat kakšen nalog ni realiziran, ker pač ni prišel na vrsto, medtem ko je realiziran kakšen drug nalog, za katerega to še ni potrebno. Problematični so tudi ustni dogovori npr. med OPP in obratovodjem ali komercialistom in obratovodjem, da se pospeši realizacija določenih delovnih nalogov. To povzroči, da imajo določeni nalogi prioriteto, o tem pa je seznanjen le določen ožji krog sodelavcev. Ker ni določen vrstni red nalogov in posledično ni določen vrstni red operacij, tudi ni mogoče zanesljivo ugotavljati zasedenosti strojev. Prav nastavitve oziroma menjave na nekaterih linijah povzročajo največ zastojev, zato bi moral biti postavljen tak vrstni red, da bi bilo teh menjav čim manj. Vodje delovnih skupin izvajajo lokalno optimizacijo, ki pa ni usklajena z drugimi oddelki in ni nujno optimalna za celotni proizvodni proces. Dodatno optimalni vrstni red dnevno ruši izmet, ki ga je potrebno urgentno dodelati.

Vrstni red vhodov DN v proizvodnjo določajo v dogovoru vodja stiskalnice, vodja proizvodnje in vodja lakirnice za en dan naprej. Pri tem skušajo zmanjšati ali odpraviti težave zaradi ozkih grl na stiskalnici in lakirnici. Pri sestavljanju vratnih kril (stiskalnica) združujejo DN glede na dimenzije krila, vrsto pokrivnega materiala ter vrsto nanosa (enostransko ali dvostransko). Vrstni red DN za izdelavo okvirjev vrat je enak vrstnemu redu dela na stiskalnici.

5.6.1 Spremljanje realizacije proizvodnje

Za uspešno planiranje so nujne povratne informacije iz proizvodnje. Zaradi tega je v proizvodnji kril postavljenih 7 kontrolnih točk, na katerih se spremlja realiziranost delovnih nalogov. Spremljanje poteka na 4 načine:

- Skeniranje direktno iz polizdelkov – na polizdelkih je natisnjena črna koda. Delavec z ročnim terminalom poskenira črtno kodo in na ta način določi, kateri polizdelek je bil izdelan.

- Skeniranje črtnih kod na delovnih nalogih – v primeru, da tehnično ni izvedljivo tiskanje črtne kode na polizdelek oziroma lepljene etiket, realizirane polizdelke delavci zabeležijo s skeniranjem črtnih kod na delovnih nalogih.
- Avtomatski zajem podatkov – na nekaterih napravah so nameščeni čitalci črtnih kod in ko se polizdelek na tekočem traku zapelje mimo čitalca, le ta prebere črtno kodo. Drug način pa je prenos podatkov SCADÉ, na nekaterih linijah je namreč urejen prenos podatkov o delovnih nalogih iz ERP sistema in nazaj.
- Skeniranje kod na etiketah končnih izdelkov – pred oddajo izdelkov iz proizvodnje v skladišče gotovih izdelkov delavec poskenira črtno kodo na etiketi in na ta način zabeleži podatek o tem, kateri izdelki iz določenega delovnega naloga so bili izdani v skladišče.

Zajem podatkov večinoma poteka v realnem času. Podatke, pridobljene s spremljanjem proizvodnje, pri svojem delu uporabljajo tako planerji, kot obratovodja in tudi komercialisti, ki imajo vpogled v to, do katere mere je realizirano njihovo interno naročilo.

Spremljanje proizvodnje poteka preko kontrolnih točk, ki so smiselno razporejene na različnih točkah v proizvodnji:

1. oddelek furnirnica – operacija: sestava furnirja,
2. oddelek stiskalnica – operacija: sestava krila z iverko in lepljenje,
3. oddelek medfazna – operacija: robna obdelava kril,
4. oddelek medfazna – operacija: oddaja kril iz medfazne kontrole,
5. oddelek lakirnica – operacija: lakiranje,
6. oddelek montaža – operacija: vrtanje,
7. oddelek montaža – operacija: oddaja kril v skladišče gotovih izdelkov.

Proizvodnja podbojev ni tako komplicirana in celoten proizvodni proces traja le nekaj ur, zato zaenkrat v sami proizvodnji ni spremljave. Spremlja se le oddaja izdelkov v skladišče gotovih izdelkov.

Vsi podatki, ki jih dobijo s spremljanjem proizvodnje, so uporabljeni na več načinov, odvisno od namena uporabe. V informacijskem sistemu je več izpisov, na katerih uporabniki lahko vidijo rezultate spremljanja proizvodnje. »Realizacija« – gre za izpis (vzorec je prikazan v prilogi 7), ki je temelj za kontrolo proizvodnje. Na tem izpisu lahko dobijo vse potrebne podatke o tem, katere delovne naloge je še potrebno realizirati, katera naročila so še odprta. Uporablja ga obratovodja za krmiljenje proizvodnje, vodje delovnih skupin za razdeljevanje dela ter komercialisti za sledenje realizacije naročil.

Glede na to, da se vedno bolj uveljavlja radiofrekvenčna identifikacija (Radio Frequency Identification – RFID), bo podjetje pri spremljanju proizvodnje verjetno uporabilo tudi to tehnologijo. Glede na to, da je s polizdelki in izdelki veliko premikov, je lahko ta tehnologija zelo uporabna. Nekateri proizvajalci vrat v tujini to tehnologijo že uporabljajo. Zaenkrat je problematična predvsem cena, saj je takšna tehnologija veliko dražja od črtne kode.

6 Pomanjkljivosti sistema planiranja in predlogi izboljšav

Veliko problemov, s katerimi se pri planiranju proizvodnje srečujejo številna podjetja, je značilnih tudi za PC Notranja vrata, ki bi ga lahko tudi uvrstili med majhna in srednje velika podjetja. Nekaj teh problemov in predlagane rešitve so navedene v naslednjih točkah. Celoten proces planiranja sem razdelil na dva podprocesa, in sicer proces grobega planiranja proizvodnje in proces podrobnega planiranja proizvodnje. Oba procesa pa sta sestavljena iz planiranja materialov in kapacitet. V tem smislu bi moralo biti tudi organizirano delo v oddelku OPP.

6.1 Proces grobega planiranje proizvodnje

Proces grobega planiranja, ki ga v podjetju predstavlja v glavnem potrjevanje internih naročil, je premalo natančen. Planer trenutno upošteva samo število potrjenih izdelkov za določen teden, kar pa je velikokrat preveč ohlapen kriterij. Pri potrjevanju internih naročil bi bilo potrebno planerju zagotoviti enostavno ugotavljanje podatka o razpoložljivosti materialov in kapacitet za to naročilo. Predlagam spremenjen postopek grobega planiranja, ki bi potekal v naslednjih korakih:

1. Komerčialist izdela interno naročilo po enaki metodi kot do sedaj in določi predviden rok odpreme.
2. Planer najprej preveri, če so v predvidenem roku na razpolago materiali in če so, preveri še kapacitete in če so tudi te na razpolago, potrdi rok potrjene odpreme. V ERP je potrebno omogočiti enostaven pregled potrebnih materialov. Sedaj že obstajajo v ERP pregledi materiala, ki lahko dajejo dobro informacijo o razpoložljivih materialih, tako količinsko kot časovno. Kar se tiče spremljanja zasedenosti kapacitet pa bi bilo smiselno urediti spremljanje zasedenosti kapacitet v ERP ali pa uporabo kakšnega drugega orodja, npr. razvrščevalnika.
3. Če materialov ni, planer preveri, kdaj bo možno pridobiti potrebne materiale, in glede na to potem potrdi ustrezen rok. Če razpoložljivost kapacitet terminsko preseže razpoložljivost materialov, potem upošteva rok, ko so na voljo ustrezne kapacitete.

Ključni output tega procesa je due date oziroma rok izdelave, ki predstavlja obljubo kupcu in je za podjetje zavezujoč. Če planer postavi dober rok, to je takšen, ki ga bo podjetje sposobno realizirati, kupec pa bo z njim zadovoljen, s tem lahko najbolj skrajša pretočni čas v proizvodnji. To je ključni moment, kjer lahko z razmeroma enostavnim mehanizmi pridemo do zelo pomembnih koristi za podjetje, v primeru neprimerne uporabe pa lahko naredimo tudi veliko škode. Končni cilj bi moral biti avtomatsko potrjevanje internih naročil. V tem primeru bi sistem sam preveril vse potrebne kriterije in vrnil datum, do katerega bi bilo možno realizirati naročilo. MRP metoda to omogoča, potrebno pa je zagotoviti zanesljive podatke in tukaj je jedro problema. Zanesljivost oziroma točnost podatkov je namreč ključna, če želimo zaupati MRP sistemu. Za doseganje točnosti podatkov pa je poleg tehnične opremljenosti potrebna tudi motivacija delavcev, da skrbijo za točnost podatkov.

6.1.1 Vnos internih naročil za objektne posle

Objekti so posebno poglavje, ker so naročila definirana zelo pozno in so potem roki za izdelavo zelo kratki. Z nujno izdelavo se tako ruši planiran vrstni red nalogov v proizvodnji, pojavljajo se urgentne nabave materiala, potrebne so nadure itd. Interno naročilo ni potrjeno, dokler niso definirani vsi detajli povezani s končnimi proizvodi, to pa je velikokrat že prepozno. Vsak objekt je samostojen projekt in tako bi ga morali tudi obravnavati. Hkrati lahko poteka več takšnih projektov, kar še poveča zahtevnost planiranja proizvodnje. V takih primerih bi bilo lahko koristno, če bi planer ali komercialist vnesel virtualno interno naročilo in uporabil že odprte in opremljene šifre. To bi lahko služilo kot pomoč planerjem pri planiranju zasedenosti kapacitet in pri grobem planiranju materialov. Ko bi prišlo konkretno naročilo, bi to interno naročilo zamenjali s pravim, virtualno naročilo pa bi deaktivirali.

6.2 Proces podrobnega planiranja proizvodnje

Največja pomakljivost, ki jo opažam, je odsotnost podrobnega planiranja operacij. Informacijski sistem sicer omogoča terminiranje operacij, vendar se v praksi ne uporablja iz več razlogov:

- Izdelavni časi operacij v informacijskem sistemu so zelo približni in pogosto odstopajo od realnih časov.
- Časi nastavitvev in menjalni časi niso določeni in so bistveno odvisni od vrstnega reda operacij.
- Operativni plani se pogosto popravljajo, veliko je izrednih planov, ki spreminjajo stanje. Operativni plan je zelo nestabilen. V informacijskem sistemu je določanje vrstnega reda komplicirano in dolgotrajno. Odprte operacije namreč izhajajo iz velikega števila operativnih planov. Naknadnih sprememb je toliko, da bi bilo potrebno večkrat dnevno izvajati optimizacijo vrstnega reda, kar pa je lahko zelo zamudno.
- Informacijski sistem je na tem področju precej tog oziroma preveč statičen.
- V proizvodnji prihaja do situacij, ki v IS niso zajete, npr. okvare strojev. Delovni koledar je splošen in ga ne prilagajajo dejanskemu stanju.

Trenutni sistem zahteva veliko koordinacije in sodelovanja. Zaradi čedalje bolj razdrobljene proizvodnje in vedno večjega števila vedno manjših nalogov celoten proces postaja vedno težje obvladljiv.

Za rešitev te problematike bi bili potrebni naslednji ukrepi:

- terminska enota ne bi bila več teden ampak dan;
- potrebno bi bilo določiti fiksno obdobje, npr. dva dni z rezervacijo kapacitet za izdelavo izmeta. Na ta način bi bolj stabilizirali plan;
- potrebno bo stalno vzdrževanje delovnega koledarja tudi na nivoju strojev. Sedaj je koledar določen samo na nivoju profitnega centra in oddelkov;
- izboljšati bo potrebno kakovost podatkov o izdelavnih časih.

Na novo pa bo treba urediti:

- pridobiti podatke o časih nastavitve glede na predhodno operacijo,
- zbirati podatke o prisotnih delavcih, planiranih dopustih,
- urediti zbiranje podatkov o stanju strojev, ki se sedaj spremljajo s informacijskim sistemom MAXIMIZER, ki ni integriran z ERP-jem,
- ugotoviti kakšen bi bil optimalni vrstni red operacij za celotno proizvodnjo in postaviti algoritem za optimiranje vrstnega reda z uporabo APS.

Ostali podatki so dovolj dobro strukturirani in kvalitetni, da so lahko uporabni za terminiranje proizvodnje.

6.3 Vzdrževanje matičnih podatkov

Pogosto se dogaja, da sestavnice niso ažurne zaradi več razlogov. Lahko gre za neustrezno komunikacijo med OPP in Nabavo ali pa proizvodi niso dovolj dobro definirani s strani Prodaje. Razlog je lahko tudi preobremenjenost osebja, ki dela na tem področju. Za izdelavo sestavnice je v uporabi klasičen pristop, kar pomeni ročno izdelavo sestavnice. Generator variant se ne uporablja, saj je tudi za samo vzdrževanje generatorja potrebnih zelo veliko definiranih pravil. V informacijskem sistemu bi lahko v določenih primerih uredili avtomatski preračun potrebnih količin materialov ali polizdelkov. Ta ne bi zgeneriral celotne sestavnice izdelka, ampak samo sestavnico določenega polizdelka. Na ta način bi lahko prihranili nekaj časa in zmanjšali izgube v času od prejema naročila do lansiranja v proizvodnjo. Seveda to pomeni izdelavo določitev in vzdrževanje pravil. To bi bila naloga sestavničarja. Modul Proizvodni IS bi bilo potrebno dopolniti, da bi omogočal takšno izdelavo sestavnice.

Izdelava postopkov je z avtomatsko dodelitvijo osnovnega postopka zelo dobro rešena in v praksi zelo učinkovita. Ravno tako je dober sistem odpiranja šifer, ki je že zelo avtomatiziran in zagotavlja majhno možnost napake.

6.4 Ugotavljanje materialnih potreb

Ob prevzemu polizdelka se zmanjšajo materialne potrebe za določen nalog. Pri krilih se materialne potrebe tako zmanjšajo pri prevzemu polizdelka furnirski list, polizdelka krilo in izdelka krilo. Tako se zgodi, da se na stiskalnici, ki je prvi oddelek v obdelavi polizdelka krilo, zmanjšajo materialne potrebe za materiale, ki se praktično vgradijo precej pozneje. Dejansko se material vgrajuje na več oddelkih, kjer je tudi urejeno spremljanje proizvodnje. Lahko bi povezali operacije in material in na ta način določili, kateri material se porablja pri posamezni operaciji, in na ta način bi imeli bolj točne materialne potrebe.

Za vse materiale naročanje po MRP sistemu ni primerno. Na primer pri tistih materialih, kjer je rok dobave daljši kot je rok za izdelavo izdelka. V teh primerih so nujne varnostne zaloge. Materiale bi tako morali razdeliti na več razredov in določiti, katere je potrebno naročiti šele ko se pojavi potreba, in katere takoj ko stanje pade pod določeno signalno zalogo. Že v poglavju 2.8

sem omenil, da je v primeru izdelave po naročilu (karmor sodi tudi LIP) lažje predvideti porabo ključnih materialov, kot predvideti prodajo končnih izdelkov, in tudi to bi morali upoštevati pri planiranju materialov. Oddelek prodaje ne daje napovedi, ki bi bile zavedene v informacijskem sistemu, tako da OPP in nabava operirata s potrebami za konkretna naročila, kar pa je lahko že prepozno. Tudi letni plan je narejen samo na nivoju izdelkov, ni pa izračunan do zadnjega nivoja materialov in upoštevan pri naročanju materialov. Če bi bilo to narejeno, bi lahko enostavno primerjali potrebe, ki izhajajo iz agregatnega plana in potrebe, ki izhajajo iz realnih naročil.

6.5 Natančnost podatkov

Potrebno bo zgraditi sistem, ki bo zagotavljal natančne podatke in s tem zanesljivejše planiranje. Rezerve so predvsem na naslednjih področjih:

- stanje zalog v skladiščih

Na tem področju pride v poštev uvedba sistema za upravljanje skladišča (Warehouse Management System – WMS). Zelo veliko pa bi lahko že naredili s povečanim nadzorom knjiženja transakcij v vseh skladiščih, tako za gotove izdelke kot za materiale in polizdelke. Na inventurah, narejenih v skladiščih materialov v letu 2006, so bile ugotovljene pomembne razlike med knjigovodsko in dejansko zalogo (tabela 2). Brez točnih podatkov o stanju zalog MRP sistem ne more dajati zadovoljivih rezultatov.

Tabela 2: Točnost zalog v skladiščih materialov v podjetju Lip Bled ob inventurah narejenih v letu 2006

| Skladišče | Število različnih šifer | Število predmetov z različno dejansko in knjigovodsko zalogo | % napačnih zalog |
|--------------------------|-------------------------|--|------------------|
| Skladišče repomaterialov | 449 | 80 | 17,82 |
| Skladišče lesnih tvoriv | 572 | 24 | 4,20 |
| Skladišče furnirja | 50 | 2 | 4,00 |
| Skladišče lakov | 52 | 7 | 13,46 |
| Skladišče embalaže | 155 | 96 | 61,94 |

Vir: Lip Bled, 2007

- ažurnost sestavnic in postopkov
- odprta naročila dobaviteljem

6.6 Integracija sistemov

Potrebno je nadaljevati z integracijo sistemov. Predvsem na relaciji ERP-MES-SCADA je trenutno pošiljanje podatkov večinoma enosmerno, se pravi iz ERP na SCADO, ni pa povratnih informacij. Podatke, zbrane na ta način, bi bilo mogoče uporabiti za spremljanje proizvodnje. Cilj podjetja mora biti, da nadaljuje z integracijo in sinhronizacijo vseh proizvodnih linij, saj na ta način lahko precej izboljša svojo fleksibilnost.

Glede na to, da je PC NV praktično majhno podjetje v okviru Lip Bleda, je zelo omejeno s sredstvi in tudi z osebjem, ki dela na planiranju proizvodnje. Zaradi tega bo moral razvoj informacijskega sistema potekati v smeri čimvečje fleksibilnosti in prilagodljivosti.

7 Sklep

Namen specialističnega dela je bil prikazati možnosti podjetja, da z ustreznimi informacijskimi orodji izboljša planiranje proizvodnje in na ta način izboljša svojo konkurenčnost in svoje poslovanje. Večina podjetij (in tudi Lip Bled) uporablja hierarhični način planiranja in vsaka raven v hierarhiji za pomoč uporablja različna informacijska orodja. Analiza je pokazala, da v podjetju Lip Bled večino teh orodij uporabljajo, kjub vsemu pa je predvsem na nižjih nivojih nekaj področij, ki jih še niso dobro informacijsko podprli. Informacijska arhitektura ter arhitektura strojne in systemske programske opreme je v skladu s teoretičnimi spoznanji in podjetje v tem pogledu ne zaostaja za svetovnimi trendi.

Na vrhu hierarhije planiranja je strateško planiranje, ki s stališča informatizacije ni posebno zahtevno, uporablja lahko podatke, ki jih dobi iz ERP sistema v agregirani obliki. Na tej ravni so uporabni tudi direktorski informacijski sistemi in podjetje Lip Bled se je že odločilo za uvedbo takšnega sistema in je torej na dobri poti. Drugi nivo je agragatno planiranje in zanj veljajo podobne značilnosti kot za strateško planiranje. Na nižjem nivoju je operativno planiranje, ki danes brez poslovnega informacijskega sistema praktično ni več mogoče. Srce informacijskega sistema v podjetju Lip Bled tako predstavlja ERP Kopa. Gre za integralni informacijski sistem, ki podpira vse poslovne funkcije v podjetju. Največja prednost je enotnost podatkov in hitra dostopnost. Tako so stalno on-line na voljo vsi podatki, ki jih planer in drugi uporabniki potrebujejo pri svojem delu. Niso potrebni vmesniki, ki bi opravljali integracijo med različnimi sistemi. To tudi pomeni manjšo možnost napak in lažje knjiženje dogodkov takoj ob nastanku. Planiranje proizvodnje potrebuje informacije iz vseh delov podjetja. Ni odvisno le od planerjev, ampak so ti odvisni od informacij, ki jih dobijo iz drugih delov podjetja. Operativno planiranje se izvaja v modulu Proizvodnja in je trenutno še zelo ohlapno in premalo natančno. Planiranje materialnih potreb se izvaja s pomočjo ERP sistema, ki seveda vključuje tudi MRP. Na tem področju podjetje lahko še izboljša stanje, predvsem z zagotavljanjem točnejših podatkov. Rezultat MRP-ja so tudi delovni nalogi in z upravljanjem delovnih nalogov se ukvarjajo sistemi MES. Posebnega tovrstnega sistema v podjetju nimajo, saj je to funkcijo prevzel ERP. Teče pa projekt za uvedbo takšnega sistema, kar je zanesljivo dobro. Največja pomakljivost v podjetju se pojavi pri končnem razvrščanju, ki ni systemsko rešeno in se izvaja dogovorno med izvajalci, kar pa povzroča precej težav. Na tem področju vidim največ možnosti za napredek. Podjetje bi se moralo lotiti izboljšanja procesa podrobnega planiranja oziroma razvrščanja in uvesti tudi nekatera informacijska orodja, kot so na primer razvrščevalniki. Poleg dopolnitve programske opreme sem predlagal tudi spremembe samega procesa planiranja, ki bi se odvijal na dveh nivojih, in sicer najprej grobo planiranje, temu pa bi sledilo podrobno planiranje.

Čeprav je proizvodni informacijski sistem lahko zelo zahteven in na visoki ravni, pa proizvodni proces veliko lažje krmilimo z dobro organizacijo in stabilnim procesom. V proizvodnji, ki jo stalno prekinjajo različne neplanirane motnje, dober IS ne more koristiti, potrebno je najprej postaviti temelj, dobro organizacijo, znanje, usposobljenost delavcev. Značilnosti dobro organizirane proizvodnje se kažejo pri zmanjševanju dokumentacije, vnosu podatkov, internem transportu, stroških skladiščenja, zastojev v proizvodnji, povečanju natančnosti izračuna ... Stroški dobro organizirane proizvodnje so ob natančni izvedbi občutno manjši, če pa izvedba ni najbolj natančna, se stroški lahko celo povečajo. V podjetju Lip Bled je motenj v fazah proizvodnje preveč. Nekaj jih je tudi posledica nekvalitetnih podatkov v IS in že prej omenjenih pomanjkljivosti informacijskega sistema.

8 Literatura

1. Aghazadeh Seyed-Mahmoud: MRP contributes to a company's profitability. *Assembly Automation*, 23(2003), 3, str. 257–265.
2. Beheshti M. Hooshang: What managers should know about ERP/ERP II. *Management Research News*, 29(2006), 4, str. 184–193.
3. Breskvar Uroš: Logistični problem mikronačrtovanja proizvodnje. *Logistika in transport*, priloga dnevnika Delo, Ljubljana, 2006, str. 8–11.
4. Drobnič Katarina: Planiranje proizvodnje ob podpori poslovno-informacijskega sistema Baan v podjetju Iskra ISD d.d. Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2002. 96. str.
5. Dumond J. Ellen: Understanding and using the capabilities of finite scheduling. *Industrial Management & Data Systems*, 105(2005), 4, str. 506–526.
6. Gaither Norman, Frazier Greg: *Production and operations management*. Cincinnati: South-Western College, 1999. 846 str.
7. Gianesi G. N. Irineu: Implementing manufacturing strategy through strategic production planning. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(1998), 3, str. 286–299.
8. Harrison E. Frank: Strategic planning maturities. *Management Decision*, 33(1995), 2, str. 48–55.
9. Harwood Stephen: *ERP – the implementation cycle*. Oxford: Butterworth - Heinmann, 2003. 183 str.
10. Ip Wai Hung, Yam Richard C.M.: The successful implementation of MRPII. *Logistics Information Management*, 11(1998), 3, str. 160–170.
11. Jonsson Patrik, Mattson Stig-Arne: A longitudinal study of material planning applications in manufacturing companies. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(2006), 9, str. 971–995.
12. Kleindienst Jani: Razvoj in uvajanje informacijskega sistema za spremljanje proizvodnje. Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2004. 79 str.
13. Klopčič Zvone: Proizvodna informatika. Sistem, priloga revije Monitor, Ljubljana, 2003, str. 12–13.

14. Krajewski Lee J., Ritzman, Larry P.: Operations management: strategy and analysis, 4.izdaja. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1996. 878 str.
15. Kraus Sascha, Harms Rainer, Schwarz Erich J.: Strategic planning in smaller enterprises – new empirical findings. *Management Research News*, 29(2006), 6, str. 334–344.
16. Labib A.W., Yuniarto M.N.: Intelligent real time control of disturbances in manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(2005), 8, str. 864–889.
17. Lipičnik Bogdan: Organizacija podjetja. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1997. 243 str.
18. Ljubič Tone: Planiranje in vodenje proizvodnje. Kranj: Moderna organizacija, 2000. 443 str.
19. Macquet Chris: Advanced Planning and Scheduling – the way to go. [URL: <http://www.aps-tech.co.nz/APS%20-%20Part%201.PDF>], 22.2.2007.
20. Meredith Jack R., Shafer Scott M.: Operations Management for MBAs. 2.izdaja. New York: J. Wiley & Sons, 2002. 406 str.
21. Metaxiotis S. Kostas, Psarras John E., Ergazakis Kostas A.: Production scheduling in ERP systems: An AI-based approach to face the gap. *Business Process Management Journal*, 9(2003), 2, str. 221–247.
22. Možina Stane et al.: Management. Radovljica: Didakta, 1994. str. 706–730.
23. O'Leary Daniel Edmund: Enterprise resource planning systems: systems, life cycle, electronic commerce and risk. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 232 str.
24. Pan Lin, Kleiner Brian H.: Aggregate Planning Today. *Work Study*, 44(1995), 3, str. 4–7.
25. Persona Alessandro, Regattieri Alberto, Romano Pietro: An integrated reference model for production planning and control in SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(2004), 7, str. 626–640.
26. Petroni Alberto: Critical factors of MRP implementation in small and medium-sized firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2002), 3, str. 329–348.
27. Podbregar Janez: Informacijska podpora proizvodnemu sistemu. Zbornik posvetovanja, Dnevi slovenske informatike, Portorož 2004. Portorož: Moderna organizacija, 2004, str. 380–384.
28. Polajnar Andrej: Priprava proizvodnje. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 1998. 191 str.
29. Rusjan Borut: Management proizvodnje. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1999. 296 str.
30. Russel Roberta S., Taylor W. Bernard III: Operations management. 3.izdaja, New Jersey: Prentice Hall, 1998. 837 str.
31. Sokolić Saša: Sodobni pristop k zajemanju in analizi podatkov za potrebe proizvodne informatike. *Avtomatika*, Ljubljana, 29(2002), str. 43–50.
32. Wallace Thomas F., Kremzar Michael H.: ERP: making it happen. New York: John Wiley & Sons, 2001. 384 str.
33. Waters C. Donald J.: Inventory control and management. New York: John Wiley & Sons, 2003. 391 str.
34. Wong M. Cary, Kleiner H. Brian: Fundamentals of material requirements planning. *Management Research News*, 24(2001), 3/4, str. 9–12.

35. Yang Y. Helio, Haddad Kamal, Chow W. Chee: Capacity Planning Using Monte Carlo Simulation: An Illustrative Application of Commonly Available PC Software. *Managerial Finance*, 27(2001), 5, str. 33–54.

9 Viri

1. Deloitte & Touche: 20 ključev, gradivo za svetovalce, Bled, 2002.
2. Heričko Marjan: Proizvodni informacijski sistemi. [URL: <http://lisa.uni-mb.si/student/predmeti/pris/literatura/Osnove%20PRIS.pdf>], 20. 3. 2006.
3. Interni podatki podjetja Lip Bled.
4. Interna gradiva podjetja Schuler Business Solutions AG.
5. Spletna stran podjetja Kopa. [URL:<http://www.kopa.si>], 20. 2. 2007.
6. Ljubič Tone: Informacijski sistemi za planiranje in vodenje proizvodnje. [URL: http://www1.fov.uni-mb.si/ljubic/images/Teze_InfSisPro.pdf], 27. 2. 2007.
7. Kežmah Boštjan: Proizvodni informacijski sistemi. [URL:<http://lisa.uni-mb.si/~kezmah/PRISVaje/PRIS.pdf>], 10. 4. 2006.
8. Spletna stran podjetja Preactor. [URL:<http://www.preactor.com>], 4. 2. 2007.
9. Žnidaršič Alenka: Proizvodni informacijski sistemi. Prosojnice pri predmetu Proizvodni informacijski sistemi. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2007, 76 str.

Priloge

Priloga 1: Slovar tujih izrazov in okrajšav

Aggregate Planning – agregatno (letno, mesečno) planiranje
Advanced Planning and Scheduling (APS) – napredno planiranje in razvrščanje
Assemble to Order (AtO) – sestavljanje po naročilu
Bill of Material (BOM) – kosovnica
Business Intelligence (BI) – poslovna inteligenca
Capacity Requirements Planning (CRP) – kratkoročno planiranje potreb po kapacitetah
Closed loop MRP – MRP z zaprto zanko
Computer Aided Design (CAD) – računalniško podprto konstruiranje
Computer Aided Manufacturing (CAM) – računalniško podprto proizvodnjanje
Computer Aided Process Planning (CAPP) – računalniško podprto procesno planiranje
Computer Integrated Manufacturing (CIM) – računalniško podprta proizvodnja
Computer Aided Quality Assurance (CAQ) – računalniško podprto zagotavljanje kakovosti
Cumulative lead time – kumulativni vodilni čas
Customer Relationship Management (CRM) – upravljanje odnosov s strankami
Due date – rok izdelave
Electronic Data Interchange (EDI) – elektronska izmenjava podatkov
Engineer to Order (EtO) – razvoj in izdelava po naročilu
Enterprise resource planning (ERP) – planiranje sredstev v podjetju
Flexible Machine Systems (FMS) – fleksibilni strojni sistemi
Finite Capacity Scheduling (FCS) – razvrščanje na omejene kapacitete virov
Infinite Capacity Scheduling (IFS) – razvrščanje na neomejene kapacitete virov
Information technology (IT) – informacijska tehnologija
Input-output Control – vhodno-izhodna kontrola
Just-in-time production (JIT) – proizvodnja ob pravem času
Knowledge Management (KM) – upravljanje z znanjem
Make to Order (MtO) – izdelava po naročilu
Make to Stock (MtS) – izdelava na zalogo
Manufacturing Execution System (MES) – sistem za upravljanje proizvodnje
Manufacturing resource planning (MRP II) – planiranje virov podjetja
Master Production Schedule (MPS) – operativni plan proizvodnje
Material requirement planning (MRP) – planiranje materialnih potreb
Operations Scheduling – podrobno terminsko razvrščanje
Partner Relationship Management (PRM) – upravljanje odnosov s partnerji
Production Resource Planning (PRP) – planiranje proizvodnih virov
Production Control – kontrola proizvodnje
Programmable Logic Controller (PLC) – programabilni logični krmilnik
Radio Frequency Identification (RFID) – radiofrekvenčna identifikacija

Rough-cut capacity planning (RCCP) – grobo planiranje kapacitet

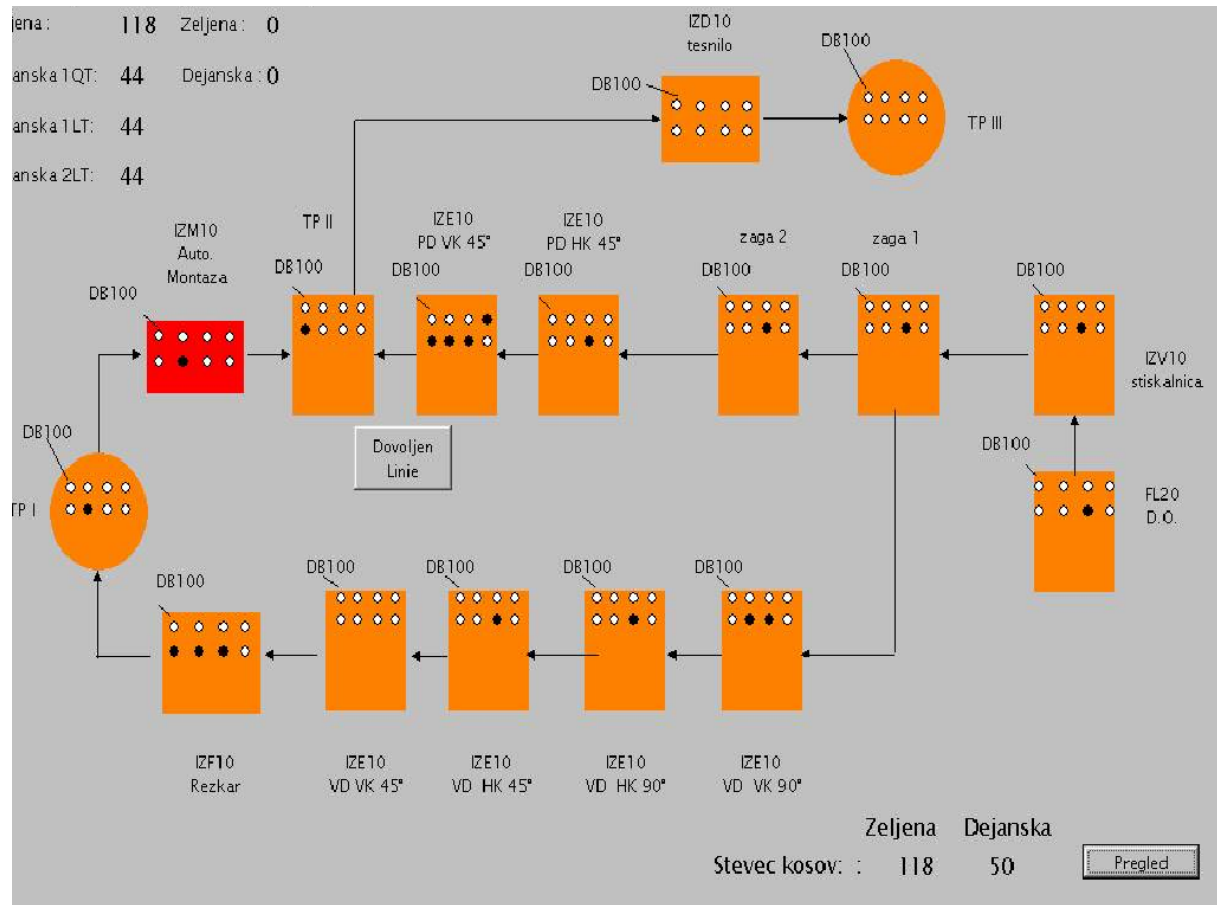
Shop Floor Scheduling (SFS) – planiranje delavnice

Shop Floor Control (SFC) – upravljanje delavnice

Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) – sistem za nadzor in zbiranje proizvodnih podatkov

Supply chain management (SCM) – ravnanje oskrbovalne verige

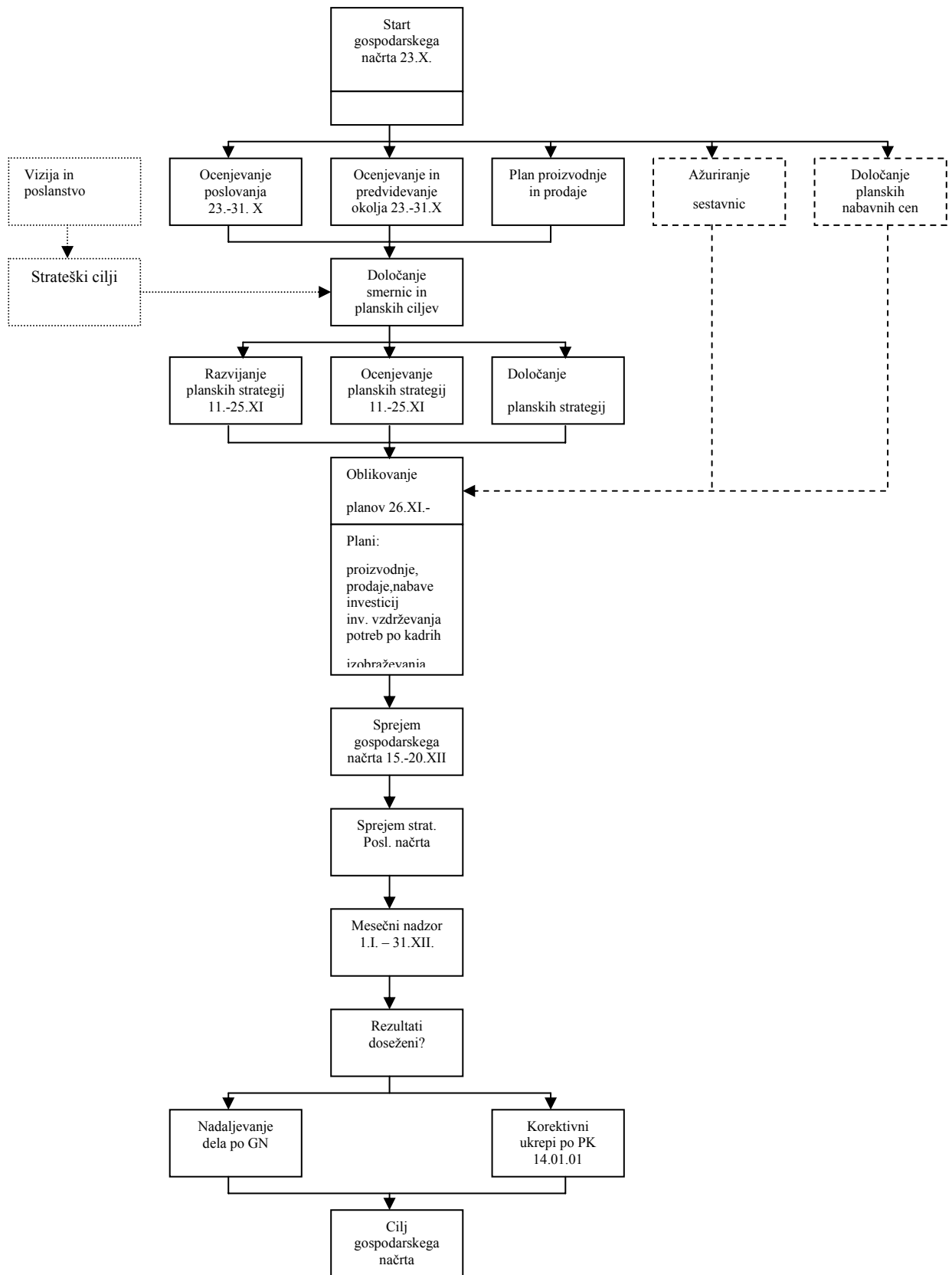
Priloga 2: Primer SCADA v podjetju Lip Bled na liniji ISE



Priloga 3: Primeri klasifikacij

| Vrsta klasifikacije | Zap. | Naziv klasifikacije |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| R1: IZDELEK TOVARNE REČICA | 10 | KRILO |
| | 11 | PODBOJ |
| | 12 | KARNISA |
| | 13 | ZAKLJ. PREČNIK |
| | 14 | SRED. PREČNIK |
| | 15 | LETVICA POVR. OBD. |
| | 16 | GRT. LETVIC OKRAS. |
| | 17 | MREŽA |
| | 18 | PAR POKONČNIKOV |
| | 19 | RAZNI IZDELKI |
| | 20 | OKVIR OKR. ZGORNJI |
| 21 | IVERKA POVR. OBD. | |
| K01: STANDARD | 0 | NEOPREDELJENO |
| | 01 | BREZ VREDNOSTI |
| | 02 | JUS (SLO, EX YU) |
| | 03 | DIN (NEMČIJA) |
| | 04 | ON (AVSTRIJA) |
| K02: TIP KRILA | 0 | NEOPREDELJENO |
| | 01 | GLADKO P1 |
| | 02 | GLADKO P2 |
| | 03 | GLADKO P3 |
| | 04 | GLADKO LA |
| | 05 | GLADKO SA |
| | 06 | GLADKO BM |
| | 07 | DESIGN V1 |
| | 08 | DESIGN V2 |
| | 09 | DESIGN V3 |
| | 10 | DESIGN V2LA |
| SREDICA | 0 | NEOPREDELJENO |
| | 01 | SATJE |
| | 02 | IVEROKAL (RT33) |
| | 03 | STILNA SREDICA |
| | 04 | ZVOK 1 / KLIMA 2 |
| | 05 | ZVOK 1 / KLIMA 3/4 |
| | 06 | ZVOK 2 / KLIMA 2 |
| | 07 | ZVOK 2 / KLIMA 3/4 |
| | 08 | VLOM 1 / ZVOK 1 / KLIMA 2 |
| | 09 | VLOM 1 / ZVOK 1 / KLIMA 3/4 |
| | 10 | OGENJ 30 MINUT |
| K04: VRSTA LESA - KRILO, PODBOJ | 0 | NEOPREDELJENO |
| | 01 | HRAST SL |
| | 02 | HRAST AR |
| | 03 | HRAST FL |
| | 04 | MAHAGONIJ |
| | 05 | MAHAGONIJ FL |
| | 06 | TIAMA |

Priloga 4: Proces agregatnega planiranja



Priloga 5: Forma za potrjevanje internih naročil

Proizvodni IS

Datoteka Urejanje Sestavnice Kapacitete Postopki Ključ Kalkulacije Plajiranje Lansiranje Sprgmljanje Pokalkulacije Kakovost Dokumentacija Obdelave Administracija Okno Pomoč

INTERNA NAROČILA - OPREMLJENA S SESTAVNICAMI IN TEH.POSTOPKI

Potrjujem za teden: v letu: 2007 Datum potrditve: NIC: Vrsta IN: S SES

Nepotrjena interna naročila - opremljena z sestavnicami --> označuj z dvojnim klikom !!!

| Int.naročilo | Datum dok. | Dat.pl.odp. | Teden | Šifra | Naziv kupca | Vrsta posla | Količina | |
|--------------|------------|-------------|-------|----------|----------------------|-------------------------|----------|---------|
| | | | | | | | KRILA | PODBOJI |
| TESTPLANIR | 24-01-2007 | 24-01-2007 | 04 | 11991 | MERKUR D.D. NAKLO | DOMAČA ODPREMA | 0 | 8 |
| 121136499 | 26-01-2007 | 26-01-2007 | 04 | 99999 | | DODELAVA MANJKA | 1 | 0 |
| 121136511 | 26-01-2007 | 26-01-2007 | 04 | 93113 | TRIO TREND KFT. | DODELAVA MANJKA | 0 | 1 |
| 121051523 | 26-01-2007 | 29-01-2007 | 05 | 96932 | ROBERT NUSSBAUM GMBH | REKLAMACIJA/IZVOZNA ODP | 1 | 1 |
| 121051524 | 26-01-2007 | 07-02-2007 | 06 | 94446 | FRIEDR. BLANKE GMBH | BLANKE 15 DNI | 0 | 1 |
| 121051531 | 26-01-2007 | 09-02-2007 | 06 | 94819 | DR. RUDDA GMBH | IZVOZNA ODPREMA | 1 | 0 |
| 121051529 | 26-01-2007 | 09-02-2007 | 06 | 94819 | DR. RUDDA GMBH | REKLAMACIJA/IZVOZNA ODP | 2 | 0 |
| M121031143 | 26-01-2007 | 11-02-2007 | 06 | M0035295 | NJEGOVAN ALEŠ | ODPREMA MALOPRODAJA | 1 | 1 |

where oe = '121' AND ses = 'D' order by datum_pl_odp Skupaj nepotrjeno: 532 624
Skupaj označeno: 0 0

Izdelki internega naročila

| Zap. | Izdelek | VTR | Naziv izd. | Količina | Izredni plan | plan poseb.mer | Zbirni plan | SKICA D / N |
|------|---------|-----|---------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| 1 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 2 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 3 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 4 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 5 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 6 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 7 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |
| 8 | 080431 | 3 | PO SMSB14 BU TON 110x900x2000 D | 1 | <input type="radio"/> IP | <input type="radio"/> PPM | <input type="radio"/> ZP | <input type="radio"/> D <input type="radio"/> N |




Skica: Skupaj količina: 8 IP PPM ZP D N

Realizacija + zbirni plan : ODPRTO

| Leto | Teden | Krila | Podboji |
|------|-------|-------|---------|
| 2006 | 50 | 0 | 1 |
| 2007 | 02 | 2 | 3 |
| 2007 | 03 | 26 | 11 |
| 2007 | 04 | 521 | 394 |
| 2007 | 05 | 3665 | 1841 |
| 2007 | 06 | 4755 | 2635 |
| 2007 | 07 | 4583 | 2967 |
| 2007 | 08 | 1298 | 751 |

Zamude: 0 0

Priloga 6: Primer delovnega lista za oddelek Montaža

| DELOVNI LIST: MONTAŽA, VRTANJE | | 05-03-2007 DNMONTA | lipbled | |
|--|-----------------------------------|--|---|--|
| PLAN ŠT:PP1003 | | DELOVNI NALOG:375165 | ROK IZDELAVE: 09-03-2007 | |
| TEDENSKI PLAN | | DN VRATARNA: 375165 | | |
| ŠIFRA | NAZIV | KOL | | |
| 087245 | KR D V2 RS BU TON1 R 860X1985 D | 1 | | |
| <small>NASADILO 2 DEL 15 MM NIKLJANO KLJUČAVNICA DIN MK SIVA D</small> | | <small>KARTON KR. STIL. DIN MT 1990X880X63</small> | <small>WINDOOR DESIGN KFT. 121052356 Best. 20-02-2007</small> |  1638100 |
| 087248 | KR D V2LA RS BU TON1 R 860X1985 L | 4 | | |
| <small>NASADILO 2 DEL 15 MM NIKLJANO KLJUČAVNICA DIN MK SIVA L</small> | | <small>KARTON KR. STIL. DIN MT 1990X880X63</small> | <small>WINDOOR DESIGN KFT. 121052356 Best. 20-02-2007</small> |  1638102 |
| 087247 | KR D V2 RS BU TON1 R 735X1985 D | 2 | | |
| <small>NASADILO 2 DEL 15 MM NIKLJANO KLJUČAVNICA DIN MK SIVA D</small> | | <small>KARTON KR. STIL. DIN MT 1990X755X63</small> | <small>WINDOOR DESIGN KFT. 121052356 Best. 20-02-2007</small> |  1638101 |
| SKUPAJ KOLIČINA: | | | | 7 |

Priloga 7: Izpis realizacije proizvodnje

| ŠIFRA PLANA | DN | ŠIFRA IZDELKA | MAZIV IZDELKA | KOLI ČINA | REALIZIRANO | RAZLIKA | ŠIFRA POLIZDELKA | INTERNO NAROČILO | KUPČEVO NAROČILO | IZDELAVE | POTRJENA ODPREMA | KUPEC |
|-------------|--------|---------------|---|-----------|-------------|---------|------------------|------------------|----------------------|-----------|------------------|------------------------------|
| PP462 | 336685 | 042002 | KR J F2 RZ BU+JA TON R 850X2000 L | 1 | | 1 | 474230 | M121015604 | | 13.1.2006 | 20.1.2006 | SUBAN ANDREJ |
| PP459 | 33642 | 052456 | KR J P2 JA TON R 750X2000 L 18+32 | 1 | | 1 | 451697 | M121015462 | | 13.1.2006 | 20.1.2006 | POTOČNIK DAMJAN |
| PP474 | 334546 | 151931 | KR J P1 HS LAK 750X2000 L STAND | 14 | 10 | 4 | 455718 | 121039631 | | 20.1.2006 | 27.1.2006 | DEKORA-DOM D.O.O. |
| PP474 | 334562 | 134405 | KR J P3 BU TON R 850X2000 L | 1 | | 1 | 451647 | M121015958 | | 20.1.2006 | 27.1.2006 | PETKOŠ MARJAN |
| PP474 | 334573 | 042566 | KR J F1 RZ BU TON R 850X2000 D | 1 | | 1 | 475109 | 121039850 | | 20.1.2006 | 27.1.2006 | MERKUR D.D. |
| PP475 | 334668 | 048649 | KR J I4 RZ BU+BU TON 850X2000 L QUADRA | 1 | | 1 | 478187 | 121039845 | | 20.1.2006 | 27.1.2006 | MERKUR D.D. NAKLO |
| PP481 | 334916 | 047338 | KR J F3P2 RZ BU TON R 950X2000 D | 1 | | 1 | 477193 | 121039013 | 5127194 | 20.1.2006 | 27.1.2006 | MERKUR D.D. NAKLO |
| PP484 | 336146 | 035343 | KR D P1 ĆE DEKI 710X2070 D | 14 | 8 | 6 | 471462 | 121039705 | Best. Nr. KM 009006 | 20.1.2006 | 27.1.2006 | EXCELL 2000 KFT. |
| PP486 | 336279 | 029876 | KR D P1 RS JA LAK R 860X1985 NV WG | 30 | 29 | 1 | 468703 | 121039018 | Best. 5000036850 | 3.2.2006 | 10.2.2006 | WESTAG&GETALIT AG. |
| PP486 | 336283 | 053820 | KR A B RS JA+JA LAK R 850X2030 D | 2 | | 1 | 481843 | 121039876 | Best. Ortner Andreas | 3.2.2006 | 10.2.2006 | SCHAGERL GMBH |
| PP486 | 336284 | 134096 | KR J P3 BU TON 850X2000 L | 1 | | 1 | 451640 | 121039997 | 0017/1 | 27.1.2006 | 3.2.2006 | TETRA D.O.O. |
| PP486 | 336286 | 134316 | KR J P2 BU TON R 750X2000 D | 1 | | 1 | 451646 | 121039761 | 1000/5 | 27.1.2006 | 3.2.2006 | MONITY D.O.O. |
| PP486 | 336286 | 053772 | KR D P1 BU TON R 736X1965 D 07+31 | 12 | 11 | 1 | 451462 | M121016432 | | 3.2.2006 | 10.2.2006 | P.P.R., D.O.O. POSTOJNA |
| PP486 | 336286 | 054247 | KR D P1 BU TON R 860X1985 L 51 | 2 | | 1 | 451463 | M121016432 | | 3.2.2006 | 10.2.2006 | P.P.R., D.O.O. POSTOJNA |
| PP486 | 336293 | 054165 | KR J F1 RS BU TON 950X2000 D 32 | 10 | 9 | 1 | 461718 | M121016353 | | 3.2.2006 | 10.2.2006 | RRC RAČUNALNIŠKE |
| PP486 | 336299 | 019692 | KR A P1 RZ BU TON R 750X2030 L ROUNDLINE | 10 | 9 | 1 | 462803 | 121039924 | Best. Nr. 32630 | 27.1.2006 | 3.2.2006 | DR. RUDDA GMBH |
| PP486 | 336299 | 024958 | KR A P1 RZ BU TON R 800X2030 L ROUNDLINE | 8 | 3 | 5 | 466106 | 121039924 | Best. Nr. 32630 | 27.1.2006 | 3.2.2006 | DR. RUDDA GMBH |
| PP486 | 336300 | 050817 | KR J F1P3 RZ BU TON R 850X2000 L | 1 | | 1 | 475109 | M121016126 | | 27.1.2006 | 3.2.2006 | ĀEH JANEZ |
| PP486 | 336300 | 050817 | KR J F1P3 RZ BU TON R 850X2000 L | 1 | | 1 | 475109 | M121016276 | | 27.1.2006 | 3.2.2006 | MILUĆ AMELA |
| PP486 | 336302 | 031905 | KR A F3 RZ BU TON R 850X2030 D YES | 3 | 2 | 1 | 469942 | 121039174 | Komm.Meindl/SZL/ | 3.2.2006 | 10.2.2006 | DR. RUDDA GMBH |
| PP486 | 336302 | 054471 | KR A F3 RZ BU TON R 850X2030 L 56+124 YES | 2 | 1 | 1 | 462819 | 121039125 | Komm,Schöfnagl/Mo/ | 3.2.2006 | 10.2.2006 | DR. RUDDA GMBH |
| PP486 | 336305 | 038015 | KR J F1P2 VL BU TON R 850X2000 D 105 | 1 | | 1 | 467241 | M121016183 | | 3.2.2006 | 10.2.2006 | JOŽE VIDMAR |
| PP486 | 336305 | 038016 | KR J F1P2 VL BU TON R 850X2000 L 105 | 1 | | 1 | 467241 | M121016183 | | 3.2.2006 | 10.2.2006 | JOŽE VIDMAR |
| PP486 | 336312 | 024969 | KR A P1 RZ JA TON R 900X2030 D ROUNDLINE | 6 | 5 | 1 | 466116 | 121039922 | Best. Nr. 32631 | 27.1.2006 | 3.2.2006 | DR. RUDDA GMBH |
| PP486 | 336315 | 054314 | KR J F3 RZ JA TON R 750X2000 D 32 | 2 | 1 | 1 | 475667 | M121016422 | | 3.2.2006 | 10.2.2006 | JOŠAR DAMIR |
| PP486 | 336322 | 054006 | KR J I3 RZ JP+JA TON 850X2000 D SKYLINE | 2 | 1 | 1 | 481768 | 121039564 | popraševanje-Šilec | 3.2.2006 | 10.2.2006 | SLOVENIJALES TRGOVINA D.O.O. |
| PP486 | 336325 | 020395 | KR A I4 RZ BU+BU TON R 950X2030 D QUADRA | 1 | | 1 | 463473 | 121039173 | Komm;Lehner/Die/ | 3.2.2006 | 10.2.2006 | DR. RUDDA GMBH |
| PP488 | 336350 | 055921 | KR D SNC1 HS LAK 965X1985 L 06+29+33 | 1 | | 1 | 456442 | 121039998 | 225/1 | 3.2.2006 | 10.2.2006 | TETRA D.O.O. |