

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**IZBOLJŠANJE PLANIRANJA IN KONTROLE
PROIZVODNEGA PROCESA
TOVARNE POHIŠTVA KRASOPREMA**

Ljubljana, maj 2004

ALEŠ VOVK

IZJAVA

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

V Ljubljani, dne 05.05.2004

Podpis: _____

1. UVOD.....	1
1.1. PROBLEMATIKA – PODROČJE PREUČEVANJA	1
1.2. NAMEN DELA	2
1.3. CILJI DELA IN VSEBINA	3
2. OSNOVE PLANIRANJA PROIZVODNJE	4
2.1. OPREDELITEV PLANIRANJA PROIZVODNJE.....	4
2.2. CILJI PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE.....	5
2.3. OSNOVNI ELEMENTI PLANIRANJA.....	7
2.3.1. Vhodni podatki	7
2.3.2. Proces planiranja.....	7
2.3.2.1 Strateško planiranje.....	7
2.3.2.1.1. Strateško planiranje podjetja.....	7
2.3.2.1.2. Strateško planiranje proizvodne poslovne funkcije	8
2.3.2.2. Dolgoročno planiranje fiksnih zmogljivosti (RP – »Resource planning«)...	9
2.3.2.3. Zbirno mesečno (agregatno) planiranje (AP – »Aggregate planning«).....	10
2.3.2.4 Operativno (grobo) planiranje proizvodnje (MPS – »Master production scheduling«).....	12
2.3.2.5 Terminiranje proizvodnje (SFC - »Shop Floor Control«)	16
2.3.2.5.1. Opredelitev terminiranja proizvodnje.....	16
2.3.2.5.2 Uporaba prednostnih pravil pri terminiranju	17
2.3.2.5.3 Terminiranje rokov v množinski proizvodnji	19
2.3.2.5.4 Terminiranje rokov v serijski proizvodnji	20
2.3.2.5.5. Gantogramska tehnika	23
2.3.2.5.6. Mrežne tehnike terminskega planiranja.....	25
2.3.2.5.7 Fino terminiranje z uporabo komercialnih programskih paketov.....	25
2.3.3. Priprava in lansiranje dokumentov ter dispečiranje materiala.....	27
2.3.4. Kontrola proizvodnje	28
2.3.5. Planiranje in kontrola zalog.....	29
2.3.5.1 Splošno o planiranju in kontroli zalog.....	29
2.3.5.2 Planiranje in kontrola zalog neodvisnega povpraševanja	31
2.3.5.3 Planiranje in kontrola zalog odvisnega povpraševanja.....	34
2.4. SISTEMI PLANIRANJA PROIZVODNJE	35
2.4.1 Planiranje materialnih potreb (MRP I)	35
2.4.2 Planiranje materialnih potreb in sredstev proizvodnje (MRP II).....	39
2.4.3. Prednosti in slabosti MRP I in MRP II	42
2.4.4. Planiranje materialnih potreb z upoštevanjem zmogljivosti MRP-C	43
2.4.5. Sistem proizvodnje ob pravem času (JIT)	45
2.4.5.1 Opredelitev JIT	45
2.4.5.2. JIT filozofija	46
2.4.5.3. Vpliv JIT na planiranje proizvodnje	48

2.4.5.4. KANBAN	49
2.4.6. Primerjava MRP II in KANBAN sistemov	51
2.4.7. Sistem optimiranja proizvodne tehnologije (OPT)	52
2.5. POSODOBITEV SISTEMA PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE ...	53
2.5.1. Opredelitev posodobitve sistema planiranja in kontrole proizvodnje.....	53
2.5.2. Vplivi trga na izbiro sistema planiranja in kontrole proizvodnje.....	55
2.5.3. Vplivi ciljev proizvodnje	55
3. ANALIZA IN RAZVOJ PROIZVODNJE KRASOPREME	56
3.1. ANALIZA LESNE BRANŽE	56
3.2. OPIS PODJETJA	57
3.2.1 Dejavnost podjetja	57
3.2.2 Organiziranost podjetja	58
3.2.3 Obstoječi informacijski sistem.....	59
3.2.4. Značilnosti prodaje.....	59
3.2.5 Značilnosti proizvodnje.....	60
3.2.6 Značilnosti nabave	61
4. ANALIZA PLANIRANJA IN KONTROLE V KRASOPREMI D.D.	61
4.1. OPIS SLUŽBE OPERATIVNE PRIPRAVE PROIZVODNJE	61
4.2. ZBIRNO (AGREGATNO) PLANIRANJE	62
4.2.1. Letni plan poslovanja.....	62
4.2.2. Priprava zbirnega letnega plana	63
4.3. OPERATIVNO (GROBO) PLANIRANJE PROIZVODNJE	64
4.3.1 Podrobnejši opis operativne priprave dela	64
4.3.2 Grobo planiranje zmogljivosti (RCCP).....	66
4.3.3. Planiranje materialnih potreb	67
4.4. TERMINIRANJE PROIZVODNJE	67
4.5. PRIPRAVA IN LANSIRANJE DOKUMENTOV	68
4.6. KONTROLA PROIZVODNJE.....	68
4.7. POMANKLJIVOSTI V SLUŽBI OPP	68
4.7.1 Zbirno (agregatno) planiranje	68
4.7.2 Operativno (grobo) planiranje.....	69
4.7.3. Planiranje materialnih potreb	69
4.7.4 Terminiranje proizvodnje.....	70
4.7.5 Priprava in lansiranje dokumentov	70
4.7.6 Kontrola proizvodnje	71
4.7.7 Splošne ugotovitve.....	72
5. PREDLAGANE SPREMEMBE V SISTEMU PLANIRANJA PROIZVODNJE	
KRASOPREME D.D.	72
5.1. IZBIRA SISTEMA PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE.....	73
5.2. PREDSTAVITEV PROGRAMA GOSOFT 2000.....	75
5.2.1 Predstavitev podjetja Goinfo.....	75
5.2.2 Ključni odgovori programskega paketa Gosoft 2000 na omenjene probleme....	75

5.2.2.1 Zbirno mesečno (agregatno) planiranje	75
5.2.2.2 Operativno (grobo) planiranje	76
5.2.2.3 Planiranje materialnih potreb	77
5.2.2.4 Terminiranje.....	78
5.2.2.5 Priprava in lansiranje dokumentov	78
5.2.2.6. Kontrola proizvodnje	78
5.3. SPREMEMBE V PODJETJU	79
5.3.1 Zbirno mesečno (agregatno) planiranje	79
5.3.2 Operativno (grobo) planiranje	79
5.3.2.1 Kreiranje delovnih nalogov	79
5.3.2.2 Grobo planiranje zmogljivosti	82
5.3.3 Planiranje materialnih potreb	83
5.3.4 Izdelava in lansiranje dokumentacije.....	83
5.3.5 Terminiranje proizvodnje	85
5.3.6 Kontrola proizvodnje	85
5.4. UČINKI SPREMEMB IN IZKUŠNJE PRI UVAJANJU	87
5.4.1 Planiranje materialnih potreb	87
5.4.2 Kontrola proizvodnje	88
5.4.3 Splošne spremembe	88
5.5. PREDLAGANE SPREMEMBE V PRIHODNOSTI	89
5.5.1 Operativno (grobo) planiranje	89
5.5.2 Planiranje materialnih potreb	90
5.5.2.1. Izdelava ABC analize materialov	91
5.5.2.2. Izdelava XYZ analize materialov	92
5.5.3 Terminiranje proizvodnje	93
5.5.4 Demonstrativni primer uporabe programa za razvrščanje.....	95
5.5.5. Priprava in lansiranje dokumentov	96
5.5.6 Splošne spremembe	97
6. ZAKLJUČEK.....	97
7. LITERATURA, VIRI.....	99
7.1. LITERATURA	99
7.2. VIRI	104
8. SLOVAR TUJIH IZRAZOV IN OKRAJŠAV	105

SEZNAM SLIK	stran
Slika 1: Elementi planiranja in kontrole proizvodnje	5
Slika 2: Evolucijski odgovori silam sprememb	6
Slika 3: Proces strateškega planiranja v podjetju.....	8
Slika 4: Vpliv trga na razvoj in proizvodnjo izdelkov.....	14
Slika 5: Shematični prikaz osnovne ideje gantogramske tehnike planiranja.....	24
Slika 6: Prikaz gantograma	24

Slika 7: Določanje kateri materiali se bodo planirali deterministično (osenčeno) in kateri stohastično.....	33
Slika 8: Planiranje materialni potreb.....	36
Slika 9: Značilne strukture proizvodov za odvisno povpraševanje za a) procesno industrijo, b) proizvajalce, ki kupujejo sestavne dele in c) proizvajalce, ki kupujejo in proizvajajo dele.....	38
Slika 10: Postopek planiranja po MRP	39
Slika 11: Planiranje materialnih potreb in sredstev (MRP II)	41
Slika 12: Prikaz delovanja sistema z enim kanbanom	50
Slika 13: Organizacijska shema podjetja Krasoprema Dutovlje.....	58
Slika 14: Planski horizont	64
Slika 15: Prikaz operativnega (grobega) planiranja v Krasopremi	65
Slika 16: Pregled zasedenosti proizvodnih zmogljivosti po različnih statusih delovnih nalogov.....	76
Slika 17: Prikaz strukture izdelka	79
Slika 18: Planska kartica paketa.....	80
Slika 19: Prikaz poteka izdelave operativnega plana proizvodnje s pomočjo programa Gosoft 2000.....	81
Slika 20: Planski horizont, kjer je razvidna uporaba MRP in MPS plana	82
Slika 21: Planirane obremenitve (v urah) delovnih mest po nalogih za izbrano obdobje. .	82
Slika 22: Paleta elementov (delovne serije) opremljene s spremnim listom s črtnimi kodami.....	84
Slika 23: Vnos opravljenega dela delavca neposredno v terminal s pomočjo črtne kode. ..	84
Slika 24: Spremljanje plana po planskih enotah spalnic (za 20 delovnih dni v prikazanem mesecu)	86
Slika 25: Prikaz MRP plana, s poudarkom na delovnih nalogih, ki so zadnji na vrsti za izdelavo, desno zgoraj prikaz obremenitve zmogljivosti zadnjega delovnega mesta..	89
Slika 26: Simulacija plana z upoštevanjem zamikov vgradnje podsestavov, desno zgoraj prikaz obremenjenosti zmogljivosti zadnjega delovnega mesta	90
Slika 27: Lorenzova krivulja ABC razvrstitve materiala v Krasopremi za leto 2002	91
Slika 28: Analiza XYZ materialov za leto 2002 (odsek iz tabele).....	93

SEZNAM TABEL

stran

Tabela 1: Kratkoročnejše prilagajanje proizvodnje sezonskim nihanjem v povpraševanju	11
Tabela 2: Primerjava razporejanja nazaj in naprej.....	23
Tabela 3: Splošna nagnjenost treh različnih poslovnih funkcij do vzdrževanja zalog	30
Tabela 4: Tabela količin izdaj materialov po mesecih za leto 2002.	92

1. UVOD

1.1. PROBLEMATIKA – PODROČJE PREUČEVANJA

Slovenska lesna industrija je v zadnjih letih doživela številne spremembe, ki so posledica zahtev trga in novih vlaganj v tehnologijo. Podjetje Krasoprema d.d. Dutovlje ostaja med vodilnimi proizvajalci ploskovnega pohištva v Sloveniji. S svojo specifičnostjo površinske obdelave (visoki sijaj) ohranja deleže trgov v nekdanjih jugoslovanskih republikah. Z izboljšavami v tehnologiji površinske obdelave pa si je utrdila pot tudi na zahod (Nemčija, ZDA).

Toda zahteve trga se večajo. Lastnosti okolja, v katerem so ali pa se še bodo znašla podjetja, zaznamujejo trije dejavniki: odjemalci, ki prevzemajo pobudo, konkurenca, ki se čedalje bolj krepi, in sprememba, ki postaja stalnica v poslovanju slehernega podjetja (Hammer, Champy, 1995, str. 27). Kupec pričakuje pestro izbiro, razumne cene, visoko kakovost, dober servis in prilagodljivo dobavo (Hopp, Spearman, 2000, str. 12). Samo podjetja, ki bodo upoštevala vse navedene zahteve kupcev, bodo preživela. Za izdelke s površinsko obdelavo visokega sijaja se pri pogajanju s kupci zahteva visoka kakovost izdelave, takoj za njo je kratek dobavni rok, šele nato je običajno na vrsti sprejemljiva cena (ki izhaja iz natančnega izračuna). Dobavni roki morajo biti čim krajši, kar se kaže v manjših in redkeje ponavljajočih se serijah. S tem se spreminja tudi vloga planiranja in kontrole proizvodnje.

Kljub naporom da bi dosegli čim krajše pretočne čase in se držali dogovorjenih rokov, zaradi kompleksnosti proizvodnje prihaja do težav. Pomembna točka izbire vrste proizvodnje (načina dela) v konkurenčnih podjetjih ploskovnega pohištva postaja v logističnem procesu t.i. razmejitvena točka kupčevega naročila (CODP = »customer order decoupling point«). To je trenutek v procesu izdelave izdelka, od katerega dalje je proizvodni proces odvisen od naročila kupca (Russell, 2002, 132). Ker položaj CODP v logističnem procesu določa stroške zalog in čas dobave končnega izdelka, je določitev vrste proizvodnje v Krasopremi lahko problem, ki močno vpliva na stroške proizvodnje. V literaturi je zaslediti, da je veliko podjetij poskušalo uvesti nov pristop k planiranju materialnih potreb in zmogljivosti proizvodnje brez upoštevanja vrste proizvodnje, vendar je večina bila neuspešnih (Higgins et al., 1996, str. 2). Zato ni začudenja vreden podatek, da je samo 30% podjetij uspešnih pri vpeljavi novih sistemov planiranja proizvodnje.¹

Nedoseganje rokov, predolgi pretočni časi in visoke zaloge so kazalci, ki v zadnjih letih kažejo na neprilagojenost planiranja in kontrole proizvodnje novim razmeram, zvišujejo stroške poslovanja in zmanjšujejo konkurenčno sposobnost podjetja. Obstoječe metode planiranja in kontrole proizvodnje slabo ustrezajo spremenjenim razmeram. Volman et al.

¹ Vir: Project »BIG MAMA«, Feasibility Study, Ciba – Geigy, 1990.

(Volman et al., 1992, str. 397) ugotavljajo, da se izboljšav na tem področju lotevajo podjetja, ki imajo simptome naraščanja vmesnih zalog, nedoseganja dobavnih rokov in zastojev na montaži zaradi pomanjkanja komponent. Prav take znake kaže tudi proizvodnja v Krasopremi. Nujne so torej spremembe, ki ne bodo temeljile le na predpostavkah, ampak bodo upoštevale sodobna spoznanja na tem področju. Dolgoročno to nujno pomeni hitrejšo spremembo ostalih značilnosti proizvodnje, še zlasti če želimo doseči najpomembnejša cilja: visoko izkoriščene zmogljivosti oziroma optimalno razporeditev resursov in kratke pretočne čase. Novosti s področja informacijske tehnologije zaživijo v slovenskih podjetjih v povprečju v 2 letih in 2 mesecih, medtem ko v tujini novosti zaživijo hitreje kot v 6 mesecih (Rezultati ankete Poslovna informatika 2001, 2002). Počasnost uvajanja novosti tako postavlja slovenska podjetja v podrejen položaj v primerjavi s tekmeci iz tujine. Zato je potrebno najti take rešitve, ki bodo omogočale tudi dokaj hitre implementacije in s tem tudi pozitivne spremembe.

1.2. NAMEN DELA

Planiranje proizvodnje je proces, ki se ne dotika samo poslovne funkcije proizvodnje, ampak vpliva na celotno poslovanje podjetja. Glede na vrsto proizvodnje posega v verigo materialnega toka, in sicer od naročanja materialov, preko ravnanja z zalogami tako repromateriala, polizdelkov in izdelkov, pa vse do odpreme končnemu kupcu.

Namen naloge je izbrati ustrezen model planiranja proizvodnje, ki bo zagotavljal ustrezno odzivnost pri izpolnjevanju dobavnih rokov glede na specifičnosti pohištvne industrije. Namen je tudi preveriti postavljen model in oceniti vpliv planiranja proizvodnega procesa na posamezne poslovne funkcije ter posredno na celotno poslovanje podjetja. Naloga želi opozoriti na dobre in slabe strani predlaganega modela planiranja proizvodnje v podjetju ter predlagati nujne spremembe, ki jih uvedba planiranja proizvodnje zahteva.

Z delom želim prispevati k večji prilagodljivosti proizvodnega procesa, spoštovanju rokov, skrajšanju pretočnih časov in znižanju vmesnih zalog v proizvodnji ploskovnega pohištva. Opozoriti želim tudi na spremembe ostalih značilnosti proizvodnje, ki bi se morale izvajati vzporedno s spremembami v sistemu planiranja in kontrole proizvodnje. Delo naj bi tudi vzpodbudilo sodelavce v proizvodnji in operativni pripravi proizvodnje k spremembi razmišljanja o optimizaciji proizvodnih funkcij.

V lesni industriji je pogost pojav, da zaradi različnih vzrokov v proizvodnji in zunaj nje planiranega, časovnega razporeda proizvodnje ni mogoče uresničiti. V takšnem primeru je potrebno takoj izdelati nov terminski (časovni) plan proizvodnje, kjer se določi nov vrstni red delovnih nalogov s ciljem, da zagotovimo izdelavo proizvodov do dogovorjenega roka izdelave. Pri planiranju proizvodnje se za terminiranje lahko uporabljajo različne metode, ki jih želim tudi analizirati. Pomembno je, da podjetje spozna, kateri kontrolni sistem je

najprimernejši za razmere, v katerih posluje, in da proizvodno podjetje mogoče potrebuje več tipov planiranja in kontrole proizvodnje za zadovoljitev različnih potreb poslovanja.

Namen naloge je končno tudi predlagati ukrepe za izboljšanje planiranja in kontrole proizvodnje v podjetju Krasoprema tako natančno, da bodo predlogi dovolj dobro izhodišče za njihovo uvedbo v praksi. Zato ne iščemo rešitev v celotnem sklopu planiranja in kontrole proizvodnje, ampak se omejujemo na operativno planiranje. Ker je projekt prenove že v zaključni fazi, lahko z izkušnjami, omenjenimi v delu, pomagam drugim sorodnim lesnim podjetjem pri odločanju o prenovi njihovega sistema planiranja in kontrole proizvodnje.

1.3. CILJI DELA IN VSEBINA

Cilj magistrskega dela je prikaz možnosti proizvodnih podjetij pri izbiri modela planiranja glede na vrsto proizvodnje in njihovo že vzpostavljeno organizacijo. Poudarek naj bi bil na razumljivem opisu in predstavitvi osnovnih načel planiranja proizvodnje. Cilj je tudi izpostaviti ključne dejavnike pri postavitvi modela planiranja proizvodnje. Predlagan model planiranja proizvodnje je preverjen s simulacijo na izbranem poslovno-informacijskem sistemu.

Cilji dela so:

- a) Ugotoviti značilnosti planiranja proizvodnje v podjetju Krasoprema.
- b) Evidentirati težave, ki nastopijo pri planiranju proizvodnje.
- c) Optimalno organizirati planiranje in kontrolo proizvodnega procesa z upoštevanjem prednosti in slabosti novega informacijskega sistema.

Glede na navedene cilje je postavljena tudi celotna zasnova naloge. V uvodu so prikazani namen dela in cilji, ki jih z nalogo želim doseči. Opredeljene so tudi metode dela, ki sem jih uporabljal pri izdelavi naloge. V prvem delu naloge povzemam teoretične osnove, na katerih bo slonel praktični del naloge. Ločeno predstavljam osnove planiranja proizvodnje, od teoretičnih izhodišč metod planiranja do sistemov planiranja proizvodnje. Opredeljeni so ključni pojmi planiranja proizvodnje. Opisani so najpogostejše uporabljeni modeli pri planiranju serijske proizvodnje. Za lažje razumevanje so predstavljena uveljavljena znanja in izkušnje, povzete iz domače in tuje strokovne literature. Predstavljene osnove planiranih neodvisnih in odvisnih potreb proizvodnje v času so podlaga za časovno planiranje.

V tretjem in četrtem poglavju predstavljam podjetje Krasoprema in način planiranja pred uvajanjem sprememb, v katerem izpostavljam ugotovljene pomanjkljivosti. Če želimo razvijati kompleksen sistem planiranja proizvodnje, se moramo zavedati množice podatkov, ki so potrebni za postavitev realnega proizvodnega plana. Dobro moramo poznati tako organizacijo podjetja kot njegovo dejavnost, saj oboje odločilno vpliva na poslovne procese v podjetju in poti vseh materialnih tokov od nabave do prodaje.

V petem poglavju podajam obrazložitev izbire sistema planiranja in kontrole proizvodnje kot tudi izbire programskega paketa za podporo izbranemu načinu. Predlagane so spremembe, ki naj bi vplivale na izboljšanje planiranja in kontrole proizvodnje. Glede na to, da je uvedba novega informacijskega sistema (IS) v Krasopremi že v zaključni fazi, lahko že prikažem vpliv nekaterih predlaganih sprememb ter podam predloge za prihodnost. Razvoj informatike namreč v podjetju ni nikoli zaključen in ga je vselej potrebno prilagajati novo nastalim razmeram (Kovačič, 1992, str. 169).

Zaključek naloge je namenjen sklepnim ugotovitvam: splošnim, ki naj bi bile povzetek ključnih elementov za planiranje proizvodnje in s tem pomoč proizvodnim podjetjem pri odločanju za planiranje proizvodnje v okviru integriranega planiranega poslovanja, ter specifičnim, ki so bile izpostavljene v primeru podjetja Krasoprema.

Na koncu naloge bo dodan slovar slovenskih prevodov tujih izrazov. Gre za izraze, ki so pogosto uporabljeni v literaturi in poslovni informatiki ter se v literaturi pojavljajo praviloma s prepoznavnimi okrajšavami (kratice).

1.4. METODE DELA

Glede na izbrano tematsko področje naloge ter opredeljene namene in cilje bo naloga vključevala znanstveno-raziskovalno in strokovno raven, pri tem bosta uporabljena teoretična in izkustvena metoda.

Pri raziskavi mi bodo v pomoč naslednji metodološki prijemi:

- raziskovanje teoretičnih osnov v svetu znanih in v poslovni praksi najpogosteje uporabljenih metod planiranja proizvodnje,
- prepoznavanje ključnih dejavnikov, ki vplivajo na izbiro metode planiranja proizvodnje,
- na podlagi teoretičnih spoznanj s področja planiranja proizvodnje analiza planiranja proizvodnje,
- sinteza uporabnosti teoretičnih znanj za izdelavo modela planiranja proizvodnje na konkretnem podjetju s pomočjo poslovno informacijskega sistema ter
- analitična ocena rezultatov.

Z namenom izdelave modela planiranja proizvodnje v konkretnem podjetju bo narejena analiza obstoječega stanja s pomočjo intervjujev udeleženih v planiranju proizvodnje. Prav tako bo potrebno izdelati analizo podatkov, ki vstopajo in izstopajo iz procesa planiranja.

2. OSNOVE PLANIRANJA PROIZVODNJE

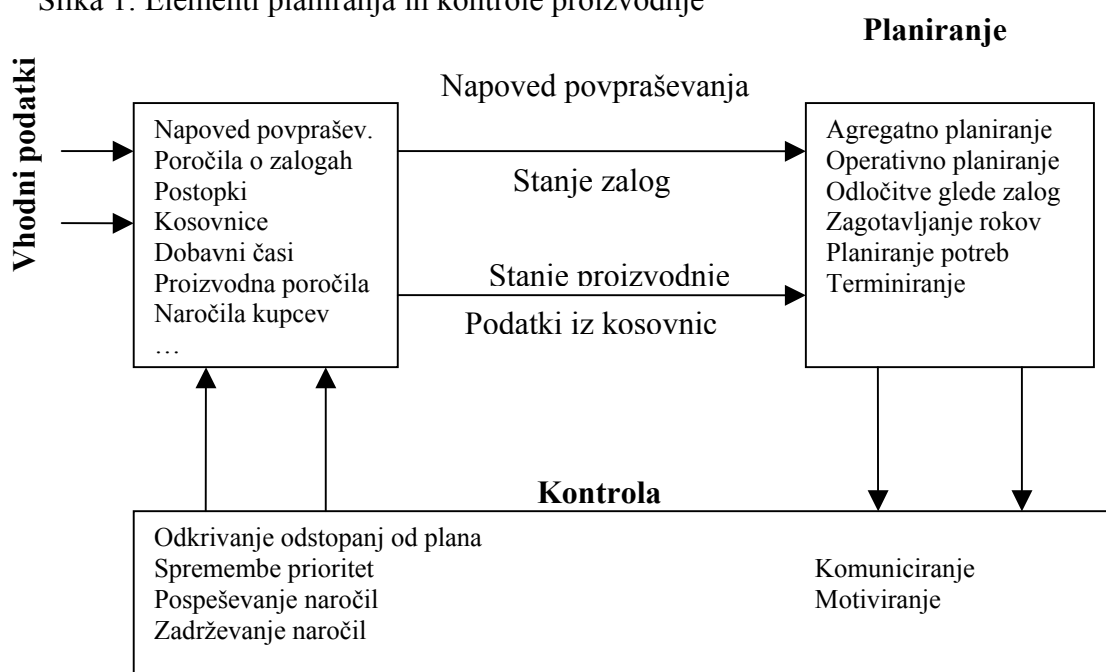
2.1. OPREDELITEV PLANIRANJA PROIZVODNJE

Beseda »planiranje« izhaja iz latinskega »planare« v pomenu izravnavanje (Verbinc, 1998, str. 549 – slovar tujk). Planiranje lahko opredelimo tudi kot sistematski zavesten proces

razmišljanja in odločanja o ciljih, obnašanju ter ukrepanju v prihodnosti (Wiendahl, 1986). Podobno opredelitev navaja tudi Pučko (Pučko, 1991).

K planiranju sodi vedno tudi kontrola. Ločnica med tema dvema pojmom ni najbolj jasna. Plan lahko definiramo kot namero, kontrolo pa kot izpeljavo plana z nadziranjem dejanskih dogodkov in ukrepanjem (Slack, 1995, str. 388). Planiranje proizvodnje ne obsega samo opravil v proizvodnji, temveč vsa opravila, ki jih je potrebno opraviti, da bo postavljena naloga kompleksno opravljena. Pri večjih, enkratnih nalogah, to sega od planiranja in obdelave naročila preko konstrukcije, tehnološke in operativne priprave do nabave ter proizvodnje. Povezave med vhodnimi podatki, elementi odločanja in kontrolo proizvodnje so številne. Precej težko je vse prikazati v jasni obliki. Primerna se mi zdi opredelitev, ki jo navaja Buffa (Slika 1).

Slika 1: Elementi planiranja in kontrole proizvodnje



Vir: Prilagojeno po Buffa, Miller: Production – Inventory Systems: Planning and Control. 1979, str. 30

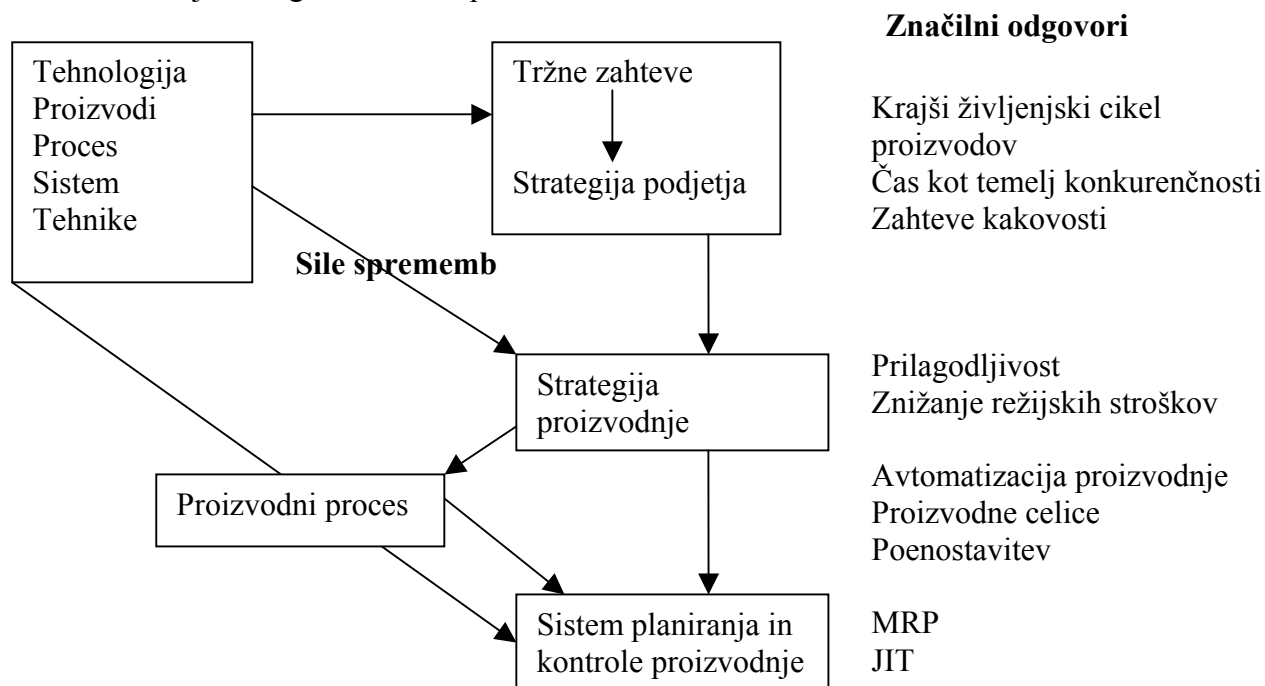
2.2. CILJI PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE

Cilj planiranja in kontrole proizvodnje je vzpostavljanje proizvodnih procesov na podlagi tehnično-tehnoloških izhodišč v skladu z osnovnimi zahtevami kot so stroški in roki dobave. Je torej organizacijski proces, ki zagotavlja smotno uresničevanje ciljev (Lipovec, 1997, str. 34). Sistem mora pridobivati informacije za učinkovit nadzor toka materialov, izkoriščanja opreme in ljudi, usklajevati mora notranje aktivnosti z dobavitelji ter komunicirati s kupci. Upoštevati mora cilje podjetja in proizvodnje. Teh je lahko veliko in so si lahko tudi nasprotujoči, vendar zelo pomembni za oblikovanje sistema planiranja in kontrole proizvodnje. Med prvenstvene cilje proizvodnje tako lahko štejemo: minimalno

vrednost zalog, maksimalno izkoriščenost kapacitet in zagotavljanje dobavnih rokov. Interni dejavniki proizvodnje, kot so oblike proizvodov, procesi, materiali, se stalno spreminjajo. Spreminja se tudi okolje, v katerem podjetje deluje (nabavlja vire in trži proizvode). Vse to zahteva dinamičen in prilagodljiv sistem planiranja in kontrole proizvodnje (Slika 2). Sistem mora biti sposoben odgovoriti na vrsto vprašanj (Buffa, 1979, str. 33):

- Kakšno bo bodoče povpraševanje po izdelkih, ki jih proizvajamo?
- Kakšne so trenutne višine zalog? Koliko posameznega izdelka naj proizvajamo?
- Koliko ljudi naj zaposlimo? Koliko nadur naj opravimo?
- Ali naj bodo montažne linije uravnotežene? Kakšne dobavne roke naj obljubimo?
- Katere materiale in komponente naj kupujemo? V kakšnih količinah? Kdaj jih želimo imeti? Katera dela v proizvodnji naj se opravijo naslednja? Na katerih strojih?
- Ali obstajajo nalogi za materiale ali izdelke, ki lahko prehitujejo ali zamujajo?

Slika 2: Evolucijski odgovori silam sprememb



Vir: Volmann, Berry, Whybark: Manufacturing, Planning and Control System. 1992, str.10

Sistema, ki se danes najpogosteje uporabljata kot ustrezni rešitvi planiranja in kontrole proizvodnje novo nastalih pogojev sta MRP – »Material requirements planning« (Planiranje materialnih potreb), ki temelji na načelu potiskanja (»push control«²), in JIT –

² Proizvajalci so ugotovili, da ne morejo izdelkov izdelovati in jih »potiskati« na trg, da jih ta sprejme. Najbolje je, da izdelke narekuje (»vleče«) trg; točno določene, v željeni količini in želenem času dostave. Od tukaj dobimo razlago uporabe besed vleči (»pull«) in potiskati (»push«) v kontekstu z načeli planiranja proizvodnje (Povzeto po: Hopp, Spearman, 2000, str. 339).

»Just in time« (Ob pravem času), ki temelji na načelu vlečenja (»pull control«²). Oba sistema bomo podrobneje obravnavali v nadaljevanju.

2.3. OSNOVNI ELEMENTI PLANIRANJA

2.3.1. Vhodni podatki

Po hierarhiji podatkov, potrebnih za planiranje, so na vrhu prodajni podatki, za njimi pa tehnološki. Plan prodaje definira vrsto proizvodov, ki jih bomo v planskem obdobju proizvedli, količino in rok izdelave. Tehnološki podatki pa definirajo proizvod in proizvodni proces. Med podatke prodaje sodijo napoved povpraševanja, napoved prodaje, naročila kupcev, želeni roki dobave kupcu in vsi ostali podatki, ki nastajajo pri komunikaciji s kupci in vplivajo na proizvodnjo. Tehnološke podatke pridobimo preko planiranja proizvoda in planiranja procesa. Proizvod opredeli razvoj z načrti in kosovnicami. Tehnološka priprava dela določi ustrezen tehnološki proces in vhodne elemente. Odločitve o vhodnih elementih razdelimo v odločitve o delovni sili, o delovnih sredstvih in storitvah ter materialu. Odločitve o procesu vključujejo zlasti določitev zaporedja in števila postopkov, njihovo podrobno opredelitev in razčlenitev, časovno opredelitev proizvodnega procesa, določitev delovnih mest in določitev načina in režima dela (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 285-286).

Točnost tehnoloških in stabilnost prodajnih podatkov sta pri njihovem oblikovanju bistveni dilemi. Z vidika prilagodljivosti ni vedno smiselno pretiravati s točnostjo, še zlasti, če izdelujemo širok asortiman izdelkov in se prilagajamo trgu. Ločimo dva vidika prilagodljivosti:

- Prilagodljivost proizvoda (širina asortimana, možnost sprememb in uvajanja novih proizvodov).
- Prilagodljivost proizvodnega procesa (univerzalnost strojev, spreminjanje obsega proizvodnje in postopkov).

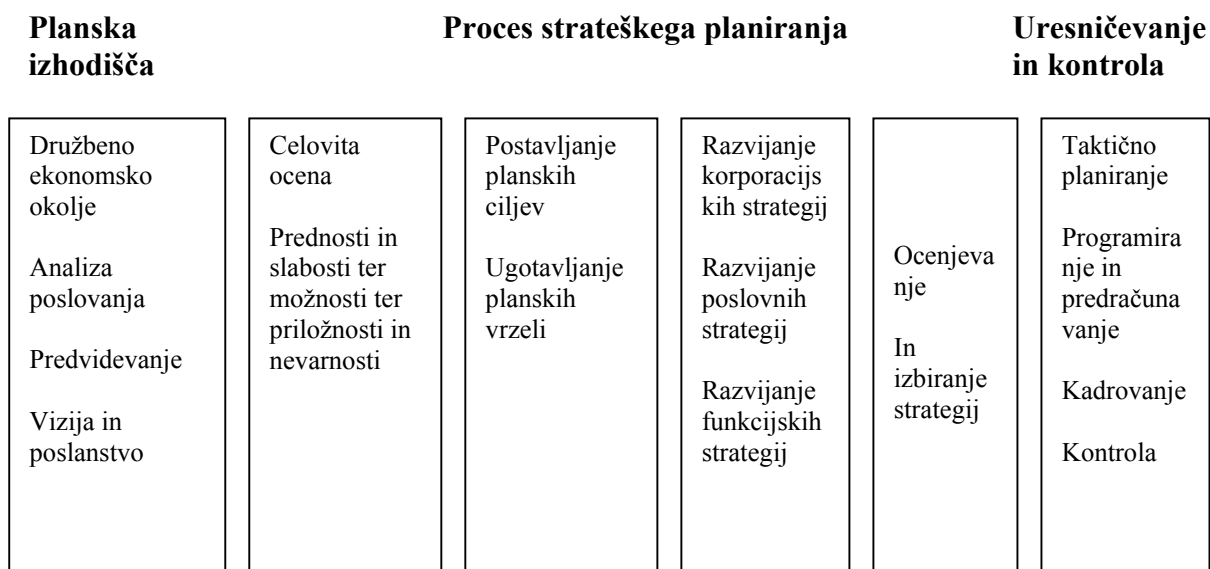
2.3.2. Proces planiranja

2.3.2.1 Strateško planiranje

2.3.2.1.1. Strateško planiranje podjetja

Strateško planiranje je vrsta planiranja, ki opredeljuje prednostne in odločilne smeri razvoja podjetja. Osrednje vprašanje obstoja in razvoja podjetja je vezano na njen 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. Strateško planiranje opredeljuje predvsem odnose podjetja z njegovim okoljem danes in jutri (Možina, et. al., 2002, str. 299).

Slika 3: Proces strateškega planiranja v podjetju



Vir: Pučko, 2003, str 116.

Proces strateškega planiranja podjetja (Slika 3) mora določiti korake, ki jih bomo izvajali, kdo naj bi v teh korakih sodeloval, katere informacije so potrebne in kakšni naj bodo rezultati posameznih korakov in procesa planiranja kot celote. Namen strateškega planiranja podjetja je v zagotavljanju njegove dolgoročne uspešnosti. Porter pravi, da je za dolgoročno uspešnost podjetja praviloma potrebna določena konkurenčna prednost (Porter, 1985, str. 11-20). Prednosti in slabosti na ravni podjetja so določene z doseženo ravni konkurenčnih prednostnih nalog po poslovnih funkcijah. Na nižji ravni, na ravni poslovne funkcije, pa prednosti in slabosti povezujemo s posameznimi področji strateškega odločanja znotraj poslovne funkcije (Rusjan, 2000).

2.3.2.1.2. Strateško planiranje proizvodne poslovne funkcije

Proizvodna poslovna funkcija je prav gotovo ključna pri zagotavljanju konkurenčnih prednosti podjetja, saj vsebuje največje število sredstev in ljudi. Sprejemanje ustreznih strateških odločitev v proizvodnji zagotavljamo s strateškim planiranjem proizvodnje, v katerem to odločanje poteka, in analizo proizvodnje kot osnovo sprejemanja teh odločitev (Rusjan, 1998). S strateškimi odločitvami proizvodnje se smatra tiste, s katerimi lahko vplivamo na rezultate konkurenčnih prednostnih nalog proizvodnje.

Avtorji navajajo različne modele procesa strateškega planiranja proizvodnje³. Modeli so si večinoma dokaj podobni, zanje je značilno, da poudarjajo vprašanje povezanosti strateškega planiranja proizvodnje in poslovne strategije. Skinner (Skinner, 1974, str. 119-121) kot prvi predstavi proces planiranja od vrha navzdol. Drugi avtorji pozneje poudarjajo proces planiranja od spodaj navzgor, da bi zagotovili aktivnejšo vlogo proizvodne poslovne funkcije pri oblikovanju poslovne strategije⁴. Rusjan ugotavlja, da oba pristopa v bistvu predstavljata ekstremno gledanje na vlogo proizvodnje. Realno gledano je vloga proizvodnje verjetno nekje med obema ekstremoma, kar skuša čedalje več avtorjev tudi upoštevati v svojih modelih strateškega planiranja proizvodnje (Rusjan, 1998).

2.3.2.2. Dolgoročno planiranje fiksnih zmogljivosti (RP – »Resource planning«)

Proizvodnjo omogočajo delovna sredstva, ki jo, dolgoročno gledano, tudi najbolj omejujejo. Izbira delovnih sredstev je zelo odgovoren projekt, ki spada med najpomembnejše projekte v podjetju, saj gre za odločitve v zvezi z velikimi finančnimi sredstvi. Delovnih sredstev tudi ne zamenjujemo pogosto, saj mora ponavadi preteči več let, da se nam sredstvo amortizira. Osnovni namen dolgoročnega planiranja fiksnih zmogljivosti je zagotoviti predloge za dolgoročne spremembe zmogljivosti, kot npr. investicije v razširitev obratov, zagotavljanje strojev z dolгими dobavnimi roki ali večje spremembe v številu zaposlenih. Gre torej za dolgoročne odločitve, saj izbrana delovna sredstva dalj časa vnaprej določajo poslovanje podjetja in njegovo uspešnost (Rusjan, 1999). Osnova tem odločitvam pa je dolgoročno predvidevanje prodaje. Količino proizvodov ali storitev, ki jih delovno sredstvo lahko proizvede v časovni enoti, izražamo z zmogljivostjo. Običajno izražamo zmogljivosti združene po družinah izdelkov, ker je izdelava natančnih napovedi prodaje težka. Pri napovedovanju prodaje je izbira modela zelo pomembna, vendar noben model ne bo upošteval vseh faktorjev, ki vplivajo na prihodnje povpraševanje trga. Vsekakor je pri tem dobrodošlo spremljanje preteklega povpraševanja in uporaba preteklih izkušenj, saj z upoštevanjem trenutnih razmer lahko pridemo do dobrih rezultatov⁵. Več se v napoved prodaje v delu ne bomo spuščali, saj se skušamo omejiti na planiranje proizvodnje.

Kako natančno mora biti predvidevanje prodaje, ali so dovolj družine izdelkov ali pa mora biti opredeljena količina točno določenih izdelkov, pa je odvisno od prilagodljivosti samega sredstva – stroja, naprave (Dilworth, 1992, str. 309). Torej če kupujemo stroj, ki proizvaja samo določen tip izdelka, nam predvidena količina prodaje za družino izdelkov ne pomaga prav veliko. Odločitev je običajno pogojena z vrsto proizvodnega procesa, ki ga z vidika mehanizacije lahko ločimo na ročne, mehanizirane in avtomatizirane procese. Z vrsto procesa pa so povezani stroški investicij. Čim večji je obseg proizvodnje posameznega proizvoda, tem bolj pridejo v upoštevek mehanizirani in avtomatizirani procesi,

³ Pučko, 1993, str. 149-162, David 1991, str. 14, Wheelen in Hunger, 1989, str.12, Byars, 1987, str.16:
Povzeto po Rusjan, 1998

⁴ Ward, Leong, Snyder, 1990, str 192: Povzeto po Rusjan, 1998

⁵ Povzeto po Hopp, Spearman, 2000, str. 425

ki sicer zahtevajo večja investicijska vlaganja, vendar po drugi strani omogočajo višjo produktivnost (Rusjan, 1999). Z višanjem produktivnosti nižamo fiksne stroške na enoto proizvoda.

Proces dolgoročnega planiranja zmogljivosti vsebuje naslednje korake:

1. Ocena obstoječih zmogljivosti.
2. Ocena potrebnih zmogljivosti v prihodnosti.
3. Določanje alternativ za zagotovitev potrebnih zmogljivosti v prihodnosti.
4. Analiza ekonomskih učinkov posameznih alternativ.
5. Ocena ključnih kvalitativnih dejavnikov, povezanih s posameznimi alternativami.
6. Izbira najprimernejše alternative.
7. Izvedba izbrane alternative.
8. Spremljanje rezultatov izbrane alternative.

2.3.2.3. Zbirno mesečno (agregatno) planiranje (AP – »Aggregate planning«)

Zbirno mesečno planiranje je srednjeročno planiranje proizvodnih zmogljivosti, ki pokriva časovno obdobje od 2 do 12 mesecev (Stevenson, 1993, str. 550) oziroma 6 – 12 mesecev (Russell et al., 2003). Predstavlja povezavo med dolgoročnim planiranjem fiksnih zmogljivosti in operativnim planiranjem proizvodnje (Rusjan, 1999). Naloga mesečnega ali agregatnega planiranja je določiti količine izdelkov tako, da bodo v čim višji meri doseženi cilji proizvodnje (omenjeni v poglavju 2.2.) pri danih tehnoloških, tržnih in drugih omejitvah. Ključne omejitve, ki jih moramo pri tem upoštevati, so fiksne zmogljivosti, določene z dolgoročnim planiranjem fiksnih zmogljivosti. Planira se skupine (družine, paleto) izdelkov, zato tudi ime »zbirno«. Pri določitvi količin in družin se izhaja iz napovedi prodaje ter upošteva tekoče spremembe (npr. naročila kupcev). Planirane količine družin izdelkov so osnova planiranja nabave, izkoriščanja sredstev, zaposlenih, prodajnih cen, poslovnega rezultata. Agregatno planiranje proizvodnje zato zahteva tesno sodelovanje vseh poslovnih funkcij podjetja, pri čemer igra pomembno vlogo vodstvo podjetja. Agregatno planiranje je navadno pomembnejše tam, kje ne planiramo na podlagi konkretnih naročil. Običajno ga uporabljajo podjetja z ožjim proizvodnim asortimanom in s sezonskim povpraševanjem. Predvsem pri sezonskem nihanju povpraševanja lahko s pomočjo agregatnega planiranja veliko prihranimo (Dilworth, 1992, str. 306). Pri izdelavi na zalogo, je lahko rezultat agregatnega plana fiksna kvota izdelkov, ki jih je potrebno v določenem obdobju proizvesti. Doseči to kvoto s konkretnimi naročili izdelkov je kasneje osnovni cilj operativnega plana (Hopp, Spearman, 2000, str. 434).

Pri izdelavi agregatnega plana želimo izdelati plan, ki bo zagotovil tekočo in enakomerno proizvodnjo. Zato imamo na razpolago vrsto odločitev, s katerimi lahko vplivamo na povpraševanje in proizvodnjo. Kako uspešen bo zbirni mesečni plan, je odvisno od točnosti podatkov prodaje. Za učinkovito zbirno mesečno planiranje potrebujemo več vhodnih podatkov. Znane morajo biti razpoložljive zmogljivosti, prodajne možnosti, stroški nadur

možnost spreminjanja števila zaposlenih, stroški zalog in podobno, preko celotnega planskega obdobja in napoved pričakovanega povpraševanja. Na proizvodnjo lahko vplivamo s prilagajanjem števila zaposlenih višini proizvodnje, z uvedbo nadur, s pogodbenim zaposlovanjem, s predajanjem del kooperaciji in podobno (Žerajić, 1997). Če predpostavljamo, da je povpraševanje dano, naloga proizvodnje pa, da se temu povpraševanju prilagaja, bomo izbrali pristop, ki bo povzročil čim nižje dodatne stroške proizvodnje. Pri prilagajanju proizvodnje sezonskim nihanjem v prodaji ločimo čiste pristope kratkoročnega prilagajanja proizvodnje, in kombinirane pristope, kjer uporabljamo kombinacije omenjenih načinov (tabela 1) (Rusjan, 1999).

Tabela 1: Kratkoročnejše prilagajanje proizvodnje sezonskim nihanjem v povpraševanju

Načini kratkoročnejšega prilagajanja proizvodnje	Dodatni stroški	Pripombe
1) Proizvodnja na zalogo v obdobjih, ko so zmogljivosti večje od povpraševanja	Stroški zalog	Ne pride v poštev pri storitveni dejavnosti
2) Odložitev dobave na kasnejša obdobja	Kasnejši prilivi, nezadovoljstvo kupcev, možna izguba kupca	Težave pri hitro pokvarljivih proizvodih
3) Delo v: - nadurah - skrajšanem delovnem času	Višji stroški dela (višja tarifa, nižja produktivnosti) neizkoriščenost delavcev	Zakonodaja usposabljanje, vzdrževanje
4) Dodatno zaposlovanje v obdobjih visokega povpraševanja	Stroški najemanja (oglaševanje, prevoz, usposabljanje)	Ni usposobljenih delavcev v teh obdobjih, zakonodaja
5) Odpuščanje delavcev v obdobjih nizkega povpraševanja	Stroški odpuščanja, morala	Zakonodaja
6) Spreminjanje odločitev o lastni proizvodnji oziroma obsegu nakupov pri zunanjih dobaviteljih: - povečanje zunanjih nakupov komponent v obdobjih visokega povpraševanja - zmanjšanje nakupov komponent v obdobjih nizkega povpraševanja	Cena komponent vključuje režijo in dobiček dobavitelja Visoki stroški na enoto, nižja kakovost	Tuja kontrola kakovosti in rokov Morebitne investicije, usposabljanje

Vir: Rusjan, 1999, str. 105

Hopp in Spearman predlagata 5 mehanizmov za rešitev kratkoročnega prilagajanja zmogljivosti (Hopp, Spearman, 2000, str. 457):

- Variranje v številu izmen; V obdobju večjega povpraševanja imamo namesto 2 izmeni, 3 izmene na dan. Pri tem moramo najeti začasno delovno silo, zato mora obdobje trajati vsaj mesec ali dva.

- Variranje v številu dni na teden; V obdobju večjega povpraševanja delamo po 6 dni na teden, v obdobju manjšega povpraševanja pa samo 4.
- Variranje v številu ur delovnega dne; Ko je potrebno se delo podaljša npr. za dve uri.
- Variranje v številu virov (zaposlenih ali strojev); Če je to možno, se lahko v obdobju z večjo obremenitvijo najame več delavcev ali strojev.
- Uporaba kooperantov; namesto da izdelek ali polizdelek izdelamo sami, si pridobimo kooperante za to delo.

Pri izbiri odločitve med omenjenimi možnostmi želimo izbrati tako, ki nas bo vodila k najnižjim stroškom proizvodnje. V ta namen je na razpolago vrsta metod⁶, med njimi so metode eksponencialnega predvidevanja, linearnega programiranja, linearna odločitvena pravila in druge, ki pa v praksi niso doživele širše uporabe. Vzrok za to lahko iščemo predvsem v težavni zagotovitvi vhodnih podatkov, ki jih te metode zahtevajo, slabem razumevanju teh metod in velikokrat nerealnosti uporabljenih predpostavk. Verjetno je v praksi najpogosteje uporabljena metoda »poizkusi in popravi«.

2.3.2.4 Operativno (grobo) planiranje proizvodnje (MPS – »Master production scheduling«)

Zbirni (agregatni) mesečni plan, izražen v količinah družin izdelkov, ni dovolj natančen za plan nabave surovine in materiala ter plan izvajanja operacij. Operativni plan zato določa katere konkretne proizvode bomo proizvajali, koliko in kdaj v naslednjem kratkoročnem obdobju. Dober operativni plan mora izdelati dovolj izdelkov, da lahko zadovolji potrebe kupcev, hkrati pa ne sme proizvesti nepotrebnih viškov zalog. Zato se operativni plan usklajuje s planom prodaje na nivoju zbirnega mesečnega (agregatnega) plana.

Proizvodnjo lahko razdelimo glede na to, ali je v trenutku proizvodnje končni porabnik znan ali ne. V primeru, da je naročnik in končni porabnik poznan, govorimo o planiranju in kontroli rokov. V primeru, da ni poznan, govorimo o planiranju in kontroli proizvodnje. Ne glede na vrsto proizvodnje, je sestavni del grobega planiranja grobi, operativni plan proizvodnje (MPS - Master production Schedule), v katerem naročila grobo terminiramo. Temu sledi planiranje materialnih potreb in fino terminiranje. Časovno obdobje grobega plana je odvisno od posebnosti trga in proizvodnje, običajno je to plan za naslednjih šest do osem tednov. Časovno obdobje mora biti vsaj tako dolgo, kolikor časa traja celotna izvedba naročila, od nabave materiala, do proizvodnje in montaže izdelka. Ko se enkrat začnejo aktivnosti za najdaljšo izvedbo izdelka, s tem vplivamo posredno tudi na preostale aktivnosti drugih izdelkov, ki se izdelujejo v istem obdobju. Pričakuje se, da v okviru minimalnega časovnega horizonta, ko že potekajo aktivnosti, ni velikih sprememb. Take

⁶ Več o teh metodah: Stevenson, 1993, str. 558-571, Buffa, 1979, str. 253-307

spremembe so običajno drage. Planerji naj bi bili osredotočeni na obdobje izven tega minimalnega horizonta. Planski horizont tako s časom drsi po časovni premici naprej (Dilworth, 1992, str. 303). Od tu tudi ime: drseči plan. Podjetja, ki imajo proizvodnjo po naročilu kupca, morajo sprejemati naročila, ki imajo roke dobav izven minimalnega planskega horizonta oz. proizvodnega cikla izdelka. Tudi podjetja, ki proizvajajo izdelke na zalogo, se morajo držati minimalnega planskega horizonta, hkrati pa ne smejo imeti tega horizonta predolgega, saj se s tem zmanjša njihova prilagodljivost trgu. Pri tem je zelo pomembno, da podjetja skušajo skrajšati proizvodne cikle izdelkov. Krajši kot je planski horizont, natančnejša je lahko napoved prodaje in s tem zagotovljena boljša odzivnost proizvodnje na potrebe trga.

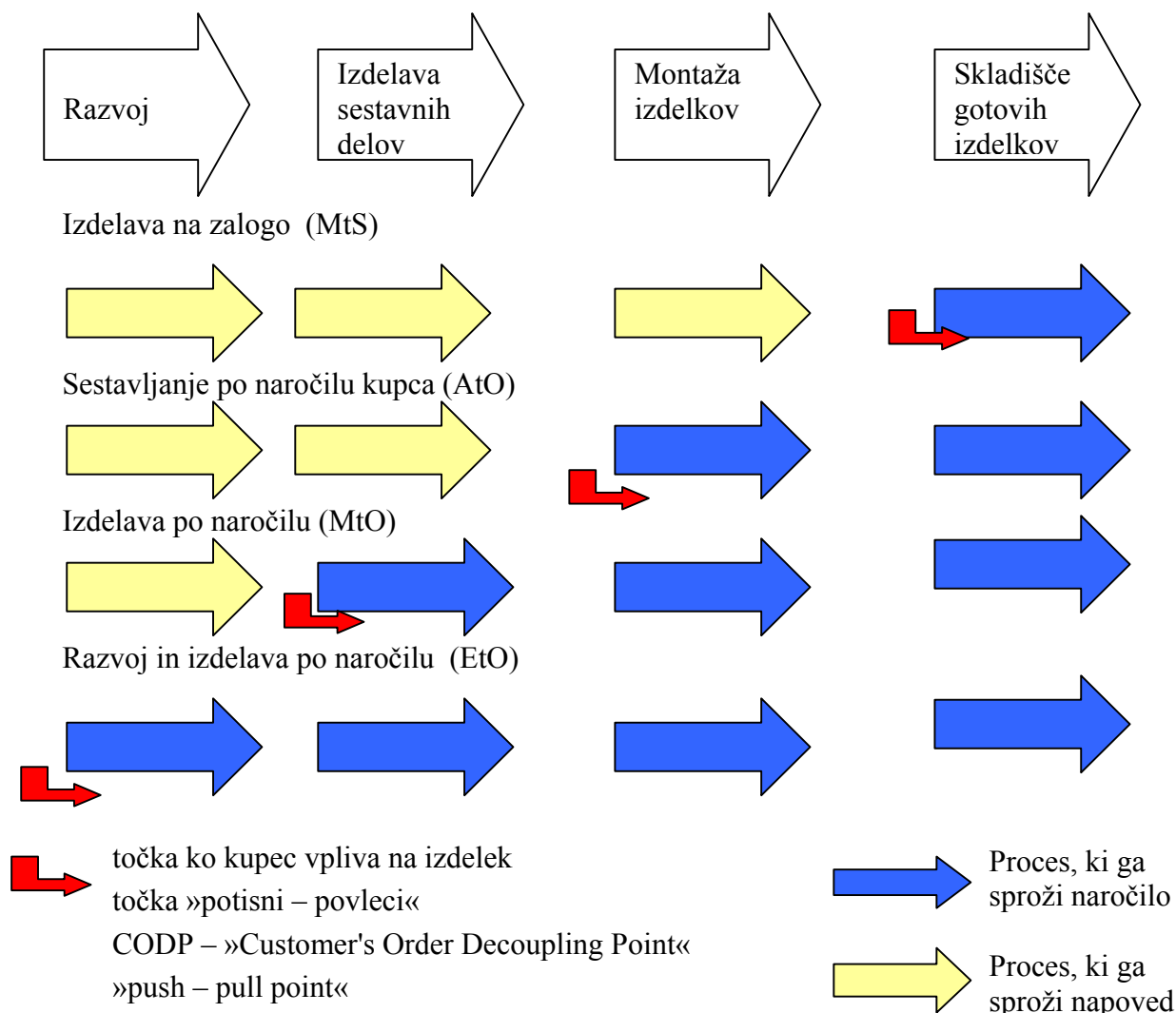
Operativni plan proizvodnje vsebuje pomembne informacije tako za prodajo kot za proizvodnjo. Kvaliteta plana neposredno vpliva na celotne stroške proizvodnje. Primerno pripravljen zagotavlja osnovo za spoštovanje dobavnih rokov in usklajevanje naročil ter proizvodnih zmogljivosti tako, da je dosežena čim večja količina proizvodnje. Vandaele in de Boeck v svoji analizi simulacije planiranja navajata, da se lahko 85% celotnega skrajšanja proizvodnega cikla doseže z ustreznim operativnim planiranjem in le 15% na nivoju finega terminiranja (Vandaele, Boeck, 2003, str. 217). Tudi Roderick v svoji simulaciji dokazuje, da imajo dobro določeni roki v operativnem planu (MPS), veliko večji pozitivni učinek na izkoristek proizvodnje, kot zapleten sistem finega terminiranja⁷. Operativni plan je osnova planiranja materialov in sestavnih delov ter osnova za učinkovito komunikacijo med prodajo in proizvodnjo (Xie et al, 2003, str. 65). Povezava je še zlasti pomembna pri spremembi prodajnih naročil v proizvodna (točka, ko kupec vpliva na izdelek – CODP, Slika 4), ter njihovem razporejanju in terminiranju.

Glede na vpliv tržišča na proizvodnjo ločimo štiri značilne oblike proizvodnih procesov (Slika 4 na strani 14.):

- izdelava na zalogo (»Make to Stock« – MtS), kadar se iz tipiziranih gradnikov in sestavnih delov izdelujejo tipizirani izdelki na zalogo, za znanega kupca,
- sestavljanje po naročilu (»Assemble to Order« - AtO), kadar se iz tipiziranih gradnikov izdelujejo (sestavljajo) specifični izdelki po zahtevi kupca,
- izdelava po naročilu (»Make to order« – MtO), kadar se iz specifičnih gradnikov in sestavnih delov izdelujejo specifični izdelki po zahtevi kupca,
- razvoj in izdelava po naročilu (»Engineer to Order« – EtO), kadar se po zahtevi kupca razvije in izdela povsem specifičen izdelek.

⁷ Povzeto po: Hopp, Spearman, 2000, str. 454

Slika 4: Vpliv trga na razvoj in proizvodnjo izdelkov



Vir: Ljubič: Planiranje in vodenje proizvodnje. 2000, str. 14.

Če delamo na zalogo, je povezava prodaje in proizvodnje ohlapnejša. Povpraševanje zadovoljujemo neposredno iz razpoložljivih zalog. V tem primeru je pomemben zbirni mesečni plan proizvodnje, ki temelji na napovedi. Obratni primer pa je pri proizvodnji ali montaži za znanega kupca, kjer gre predvsem za komunikacijo v smeri grobega plana. Prednostna aktivnost pri tem je kontrola izvrševanja dogovorjenih rokov. V praksi velikokrat nastopa kombinacija omenjenih možnosti. V primeru, ko je operativni plan kombinacija že dospelih naročil in predvidevanega povpraševanja, uporabljamo koncept razpoložljivega za dobavo. Razpoložljivo za dobavo kaže planirani obseg enot, ki še niso bile dodeljene za pokrivanje že sprejetih naročil in so zato na voljo za pokrivanje novih dospelih naročil. Kupcu tako lahko sporočimo prvi možni dobavni rok za določeno količino proizvodov ali pa samo potrdimo izvedljivost naročila v z njegove strani želenem dobavnem roku. Evidenca količine, razpoložljive za dobavo, tako omogoča poslovanje s čim nižjimi zalogami dokončane proizvodnje, ker so dejanske dobave in operativni plan medsebojno usklajeni (Rusjan, 1999).

Pri planiranju rokov imamo dva različna pristopa. Opredelimo jih lahko kot tek v levo in tek v desno. Pri prvem planiramo roke od zahtevanega roka nazaj, pri drugem pa posamezna dela razporejamo na delovna mesta vnaprej takoj, ko je to možno. Istočasno s planiranjem rokov obremenjujemo tudi proizvodne zmogljivosti. Operativno planiranje lahko bistveno poenostavimo, če se odločimo za višek zmogljivosti. Tak pristop nam poleg poenostavitve planiranja in kontrole omogoča krajše pretočne čase (večja realizacija proizvodnje) in nižje zaloge. Te prednosti lahko odtehtajo nižje izkoriščene zmogljivosti.

Pomemben vidik operativnega (grobega) plana je njegova stabilnost. Stabilen plan omogoča učinkovito proizvodnjo, istočasno pa slabše servisiranje kupcev in višje zaloge. Med obema skrajnostima (odzivnost kupcem in stabilnost proizvodnega plana) mora podjetje najti optimum. Pri tem si lahko pomagamo z določitvijo obdobj, znotraj katerih določene spremembe niso več možne. Xie et. all. v svoji raziskavi dokazujejo, da se uporaba fiksnih obdobj, ko se MPS plan ne more več spreminjati, izkazuje kot najboljša rešitev ohranjanja stabilnosti operativnega plana (Xie et all, 2003, str. 71).

Kadar planiramo izključno na zalogo, potrebujemo le dva vhodna podatka v procesu razvijanja grobega plana proizvodnje: začetne zaloge in napoved prodaje. Proces grobega planiranja se prične s predhodnim izračunom načrtovanih zalog. Izračunamo jih s pomočjo formule: Načrtovane zaloge v planskem obdobju = Zaloge iz predhodnega obdobja – Zahteve v tekočem planskem obdobju (Stevenson, 1993, str. 572). Na ta način ugotovimo, kdaj bomo potrebovali dodatne zaloge (npr. iz proizvodnje). Kadar izračun načrtovanih zalog dobi negativni predznak, pomeni, da bo potrebno planirati proizvodnjo (manjkajočo zalogo proizvesti). Rezervirane (s strani kupca) so v tem primeru le zaloge v skladišču končnih izdelkov. Pri kombinaciji dela na zalogo in za znanega kupca pa so rezervirane tudi planirane zaloge, ki so trenutno še kot delovni nalogi (planirali ali aktivni) v proizvodnji.

Operativni (grobi) plan proizvodnje mora biti sprejemljiv tudi s stališča razpoložljivih proizvodnih zmogljivosti. Zato je v procesu operativnega (grobega) planiranja proizvodnje izredno pomembno grobo preverjanje proizvodnih zmogljivosti (Rough Cut Capacity Planning – RCCP) (Hopp, Spearman, 2000, str. 138). Kljub temu, da lahko preverjamo razpoložljivost zmogljivosti za vsa delovna mesta, na tem nivoju običajno preverjamo samo kritična delovna mesta. Na ta način lahko hitro ugotovimo, na katerih delovnih mestih grobi plan proizvodnje in razpoložljive zmogljivosti niso usklajene. RCCP na tem nivoju planiranja omogoča: hitro ugotovitev, ali imamo dovolj razpoložljivih proizvodnih zmogljivosti za izvršitev plana proizvodnje (Sergerstedt, 2002, str. 323), hitro ovrednotenje več različic plana in izračun dejanskih časov dobave naročila (Luber, 1990, str. 161). Poznanih je več tehnik planiranja⁸ potrebnih zmogljivosti, ki se razlikujejo v dovršenosti, specifičnosti in v tem, kakšne podatke potrebujejo.

⁸ Več o tehnikah planiranja zmogljivosti: Schmenner, 1993, str. 198

V proces operativnega (grobega) planiranja je vključeno tudi planiranje potrebnega materiala MRP, ki ga bomo obravnavali v nadaljevanju.

2.3.2.5 Terminiranje proizvodnje (SFC⁹ - »Shop Floor Control«)

2.3.2.5.1. Opredelitev terminiranja proizvodnje

Operativnemu (grobemu) planiranju sledi terminiranje (fino planiranje) proizvodnje, dnevno terminiranje in kontrola aktivnosti. Govorimo o obremenjevanju zmogljivosti, določanju zaporedja izdelave naročil, finem razporejanju in kontroli proizvodnje, oziroma spremljanju plana in ukrepanju v primeru odstopanj (Hyer, Wemmerlov, 2002).

V hierarhiji odločanja so odločitve o terminiranju rokov na zadnji stopnji, preden se prične proces preoblikovanja in preden pridemo do dejanskega izhoda procesa proizvodnje. Velika večina odločitev, ki se nanaša na planiranje proizvoda in planiranje procesa je morala biti sprejeta pred odločanjem o rokih izdelave, prav tako morajo biti pred tem zagotovljene ustrezne proizvodne zmogljivosti, izbrana sredstva, opravljen izbor in izobraževanje proizvodnega osebja in vse ostalo, kar je potrebno, da se proizvodnja lahko prične. Morda je to tudi eden od vzrokov, da se v praksi posveča premalo pozornosti terminiranju.

Terminiranje (fino planiranje) rokov določi roke, ko morajo biti izvedena ne samo naročila, temveč vsaka proizvodna operacija posebej. V naprej določenih realnih rokih morajo biti v vsakem delu proizvodnje istočasno prisotni delovna sredstva, ljudje, delovni predmeti in podobno (Scherer, 1998, str. 4). Govorimo o zahtevnem procesu usklajevanja, ki ima namen zagotavljati red v proizvodnji. Cilji razporejanja operacij delovnih nalogov so različni: kratki pretočni časi naročil, polna zasedenost kapacitet, nizka nedokončana proizvodnja, najvišje doseganje dobavnih terminov. S terminiranjem proizvodnih opravil z upoštevanjem realnih zmogljivosti virov (FCS⁹ – »Finite Capacity Scheduling«) zagotovimo enakomerno zasedenost razpoložljivih proizvodnih virov in stabilnost proizvodnega procesa.

Pogosto se zgodi, da se plan ne more izvesti po prvotno postavljenem zaporedju. Vzroki so lahko različni: okvare strojev, nepredvidljiva zelo pomembna naročila, naročniške spremembe, pomanjkanje materiala ... V tem primeru je potrebno vzpostaviti novo zaporedje izvajanja delovnih nalogov, tako tistih, ki so že v proizvodnji, kakor tudi tistih, ki se še ne izvajajo. Terminiranje nudi planerju visoko preglednost procesa ter tako možnost zgodnejšega odkritja zamude naročila in temu primerno zgodnejše ukrepanje. Pri terminiranju imamo sam plan že precej fiksiran in nimamo več veliko manevrskega prostora za morebitne spremembe. V nestabilnem okolju moramo iskati priložnosti za stabiliziranje le tega. Pri tem pa ne smemo obiti zahtev planov na višjih nivojih.

⁹ V literaturi lahko zasledimo namesto izraza SFC tudi izraz PAC (»Production activity control«).

Način planiranja se razlikuje glede na vrsto in značilnosti proizvodnega procesa. Razlike se stopnjujejo z naraščanjem natančnosti planiranja. Ločimo sledeče vrste proizvodenj: projekt, posamično¹⁰, serijsko¹¹, množinsko (masovno¹²) in kontinuirano (procesno¹³) proizvodnjo (Bolton, 1994, str. 227). Pri posamični proizvodnji govorimo o planiranju projektov, pri množinski pa o uravnoteženju proizvodnih ciklov. Rusjan meni, da so bistvene značilnosti planiranja in kontrole proizvodnje določene z ustrezno razmestitvijo (Rusjan, 1993, str. 32). Bistvene razlike med razmestitvami so vidne predvsem pri terminiranju. Pri serijski proizvodnji je lahko razmestitev opreme linijska¹⁴, skupinska¹⁵ ali kombinirana¹⁶.

2.3.2.5.2 Uporaba prednostnih pravil pri terminiranju

Za doseganje proizvodnih ciljev je bilo na področju proizvodnega managementa razvitih več metod, ki jih delimo na analitične in hevristične. V praksi so se uveljavili predvsem tisti hevristični postopki načrtovanja poteka naročil, ki uporabljajo prednostna (prioritetna) odločitvena pravila (Polajnar et al, 2001, str 147). Nekateri avtorji s področja operacijskih raziskav, ki se ukvarjajo z obvladovanjem operacij in proizvodnje same, so poskušali postaviti metode določanja zaporedja pošiljanja delovnih nalogov v proizvodnjo v primeru ponovne izdelave terminskega (časovnega) plana proizvodnje.

Tako je že Nanot (Nanot, 1963) v svojih raziskavah uporabljal naslednje štiri metode:

SSIPT («Static Slack«, »Remaining Proces Time«), ki daje prednost delovnim nalogom z najmanjšim razmerjem med preostalim časom do roka izdelave in preostalim delom do končanja naloga,

SS/RO («Static Slack«, »Remaining Number of Operations«), kjer imajo prednost delovni nalogi z najmanjšim razmerjem med preostalim časom do roka izdelave in številom preostalih operacij do dokončanja naloga,

¹⁰ Posamična proizvodnja se pojavlja predvsem v obrtni dejavnosti in pri velikih posamičnih naročilih, praviloma jo izvajamo v okviru skupinske razmestitve naprav. Gre za proizvodnjo specifičnih proizvodov, na željo kupcev, produkt pa je proizveden samo enkrat, brez ponovitev.

¹¹ Serijska proizvodnja je značilna za podjetja, ki imajo širši proizvodni program, njihove količine pa so premajhne za kontinuirano proizvodnjo in zato enake proizvode proizvajamo občasno.

¹² Z masovno proizvodnjo proizvajamo visoko standardizirane proizvode v velikih količinah, ki zadoščajo za kontinuirano proizvodnjo. Zanja je značilna linijska razmestitev strojev.

¹³ Procesna proizvodnja je značilna za masovno proizvodnjo amorfnih proizvodov. Osnovni material prehaja skozi posamezne avtomatizirane faze procesa in se pri tem oblikuje. Gre za visoko stopnjo avtomatizacije.

¹⁴ Linijska razmestitev predstavlja razporeditev delovnih mest, strojev na podlagi zaporedja operacij, ki se izvajajo na določenem izdelku.

¹⁵ Skupinska razmestitev predstavlja razporeditev naprav na podlagi podobnosti izvajanih operacij. Primerna je v primerih, ko se zahteva velika fleksibilnost glede operacij, ki jih zahtevajo posamezni izdelki in glede samega zaporedja teh operacij.

¹⁶ Pri kombinirani proizvodnji imamo različne kombinacije obeh osnovnih razmestitev, ki so v praksi tudi najpogostejše. Posebna oblika kombinacije je tudi celična proizvodnja, do katere pridemo z uporabo koncepta skupinske tehnologije.

DS/PT («Dynamic Slack«, »Remining Processing Time«), pri katerem ima prednost delovni nalog z najmanjšim razmerjem preostalega časa do roka izdelave, zmanjšanega za pričakovani preostali čas in preostalim časom do dokočnanja naloga,

DS/RO («Dynamic Slac«, »Remaining Number of Operations«), kjer imajo prednost delovni nalogi z najmanjšim razmerjem med preostalim časom do roka izdelave, zmanjšanega za pričakovani preostali čas in število preostalih operacij do končanja naloga.

Stevenson (Stevenson, 1993) v svojih raziskavah uporablja CR («Critical Ratio«) metodo, ki daje prednost delovnim nalogom z najmanjšim razmerjem preostalega časa roka izdelave s skupnim preostalim časom, potrebnim za proizvodnjo delovnega naloga in metodo S/O («Slack per Operation«), pri kateri je v števcu preostali čas do roka izdelave zmanjšan za preostali čas obdelave, v imenovalcu pa preostalo število operacij.

Meredith (Meredith, 1992) pa poleg SS/RO in DS/RO metode, ki jih je uporabil že Nanot, uporablja še metodo SS («Static Slack«), pri kateri imajo prednost delovni nalogi z najmanjšo razliko med rokom izdelave in časom začetka obdelave.

Evans (Evans, 1993) v svojih raziskavah uporablja še razne druge metode:

LWR («Least Work Remaining«), pri čemer dobi prednost delovni nalog z najmanjšim seštevkom preostalih proizvodnih časov,

FOR («Fewest Operations Remaining«), kjer ima prednost delovni nalog z najmanjšim številom preostalih operacij,

WNQ («Work in Next Queen«), po kateri ima prednost delovni nalog z najmanjšo količino dela v naslednji fazi obdelave.

Pri uporabi prednostnih načel največ o posameznem načelu pove koeficient, ki prikazuje odnos skupnega trajanja proizvodnega ciklusa posameznega pravila razvrščanja delovnih nalogov glede na skupno trajanje proizvodnega ciklusa postopnega načina izvajanja operacij delovnih nalogov. Ta koeficient se imenuje koeficient pretoka metode (F_m).

$$F_m = T_m / T_n$$

Kjer je: T_m - trajanje proizvodnega ciklusa ob upoštevanju posameznega pravila razvrščanja delovnih nalogov;
 T_n - trajanje proizvodnega ciklusa pri postopnem izvajanju operacij

Uporabnost posamezne metode v konkretnem poslovnem sistemu je odvisna od parametrov, ki so v sistemu dostopni, medtem ko je izbor prave metode za konkreten primer enostavno in zelo učinkovito možno izvesti s koeficientom pretoka metode F_m (Kropivšek, Jelačič, 1998, str. 6).

Nemogoče je izbrati določeno prednostno pravilo kot najboljše v vseh okoliščinah. V vsakdanji praksi se predvsem zaradi enostavnosti uporabljajo: najzgodnejši dobavni rok

(»Erliest Due Date« – EDD), najkrajši čas obdelave (»Shortest Processing Time« – SPT) in najzgodnejši prihod (»First Come, First Served« – FCFS). Min-Chun in Green v svoji simulaciji dokazujeta, da se pri načelih vlečenja (»pull system«), znanih predvsem kot JIT sistemi, najbolj obnese pravilo najzgodnejšega prihoda (FCFS) (Min-Chun, Greene, 2000, str. 3735). Nekateri primeri terminiranja so združeni v naprednih algoritmičnih razvrščanja APS (»Advanced planning systems«). V literaturi ni zaslediti natančne definicije naprednih algoritmov razvrščanja. V večina primerih gre za »podaljšano roko« orodju za planiranje v ERP (»Enterprise Resource Planning«) sistemih. Z vnaprej pripravljeno bazo znanja in uporabo napredne tehnologije se izdelajo zelo dobri plani, katerih končni cilj je doseči dobavni rok z čim nižjimi stroški kljub nekaterim omejitvam, ki obstajajo v realnem procesu (zmogljivosti, vrstni red,...) (Aluminium international today, 2003, str. 60). APS sistemi so zmožni zelo hitrega generiranja planov. Sistem lahko upoštevač daljši horizont planiranja, analizo opravi z manjšo natančnostjo, medtem ko pa analizo krajšega obdobja opravi z večjo natančnostjo (več upoštevanih vhodnih podatkov).

2.3.2.5.3 Terminiranje rokov v množinski proizvodnji

V množinski proizvodnji omogoča standardizirana, visoko specializirana oprema izvajanje enakih ali podobnih operacij na proizvodih, ki potujejo skozi sistem. Cilj je doseči enakomeren pretok proizvodov skozi sistem ob visoki izkoriščenosti opreme. Običajno govorimo o tekočih procesih. Planiranje rokov in obremenjevanje zmogljivosti je dokaj enostavno, saj proizvodnja neprestano teče. Že pred procesom mora biti dosežena visoka stopnja usklajenosti posameznih delnih procesov. Terminiranje se tako osredotoča le na terminiranje vhodnih in izhodnih količin ter v primeru več proizvodov na isti liniji na določanje zaporedja.

Običajno proizvajamo v množinski proizvodnji manjše število podobnih proizvodov, ki pa so lahko različne velikosti in modelov. Vsaka sprememba zahteva le malo različne vhodne sestavine, ki morajo biti razpoložljive, ko jih potrebujemo na liniji, tako kot ostali delovni predmeti. Če želimo, da bo delo na liniji potekalo tekoče, morata biti usklajena tok materiala in delo, kar zahteva tako terminiranje vhodnih količin, poteka dela, izhodnih količin kot nabave.

Težave pri terminiranju povzročajo tudi razne prekinitve v sistemu, posledica česar je nižja realizacija od planirane. Do teh težav prihaja zaradi okvar na liniji, zakasnitev materiala, nesreč, večje odsotnosti delavcev od predvidene itd. Probleme te vrste rešujemo z uvedbo dodatne izmene, ko lahko delo zopet normalno poteka ali pa oddamo delo kooperantom.

2.3.2.5.4 Terminiranje rokov v serijski proizvodnji

Ta vrsta proizvodnje je značilna za podjetja, ki imajo širšo paleto izdelkov, njihove količine pa so premajhne, da bi zadoščale za neprekinjeno proizvodnjo in jih zato proizvajamo občasno. Proizvodnja enakih proizvodov se ponavlja in govorimo o proizvodnih serijah. S serijsko proizvodnjo torej razumemo naročila proizvoda, ki se ponavljajo, ne zadoščajo pa za neprekinjeno uporabo opreme zgolj za ta proizvod (Rusjan, 1993, str. 18).

Cilj terminiranja v serijski proizvodnji je obremenjevanje zmogljivosti in razporejanje velikega števila proizvodov in posledično velikega števila operacij v procesu proizvodnje. V procesu proizvodnje imajo posamezna naročila različno prednost izdelave. To učinkuje na planiranje in kontrolo proizvodnje, prav tako kakor odločitve v terminiranju proizvodnje učinkujejo na pogoje dobave in zaloge nedokončane proizvodnje. V vsakem primeru ima sistem za cilj izpolnitev kupčevega naročila v zahtevanem roku in ustrezni kakovosti, za kar potrebujemo veliko usklajevanja različnih nalog, ki jih je potrebno opraviti, da bomo cilj dosegli.

Vse te značilnosti imajo za posledico mnogo možnih kombinacij pri obremenjevanju, določanju zaporedja in razporejanju naročil. Pomembno je najti in oceniti možno zaporedje in potem kontrolirati operacije, na katerih se najpogosteje pojavijo problemi, ki jih je potrebno sproti reševati (Hill, 1991, str. 212).

Terminiranje rokov in kontrola proizvodnje v občasni proizvodnji je odvisna od tega, ali proizvajamo standardne ali specialne proizvode ali usluge. Občasni procesi so za planiranje zahtevnejši. Za vse je značilna skupinska razmestitev opreme, vmesne zaloge so visoke. Zaradi težav z usklajevanjem gibanja številnih proizvodov pogosto prihaja do neenakomernih obremenitev posameznih oddelkov.

Pri proizvodnji standardnih proizvodov ali uslug je proizvodni proces v celoti poznan in vpeljan. Postopki za delo so pripravljeni za vsako naročilo in podrobno so opisane posamezne operacije in njihovo zaporedje preko celotnega proizvodnega procesa. Prav tako so podrobno navedeni vsi delovni predmeti, delovni časi posameznih operacij in časi nastavitve strojev in orodij, zahteve za pakiranje in vse ostale podrobnosti, ki jih potrebujemo pri izdelavi posameznega naročila. Nepotrebno je posebej omenjati, da morajo biti vsi ti podatki redno vzdrževani.

Vsako naročilo kupca lahko zahteva edinstveno specifikacijo proizvoda in zato tudi temu proizvodu edinstven postopek dela za različna delovna mesta. Ko je novo naročilo proizvodnji lansirano, ga dodelimo posameznim delovnim mestom, in tako ugotovimo, koliko bo vsako posamezno delovno mesto obremenjeno v prihajajočem planskem obdobju.

Ko govorimo o obremenjevanju zmogljivosti mislimo predvsem na dodeljevanje posameznih del posameznemu delovnemu mestu ali centru. V primeru kadar določeno

operacijo proizvedemo le na določenem delovnem mestu, je obremenjevanje zmogljivosti dokaj enostavno. Problemi nastanejo, ko je potrebno izvesti več operacij in imamo več delovnih mest, na katerih te operacije lahko izvedemo. V tem primeru planer potrebuje določen način ali pristop za dodeljevanje posameznih del posameznim delovnim mestom. Pri tem si planer prizadeva, da bodo stroški proizvodnje čim manjši s čim manj zamenjavami orodij, z enakomerno zasedenostjo strojev, z minimalnim časom, potrebnim za izdelavo posameznega izdelka.

Poznanih je več pristopov, uporabnih pri procesu obremenjevanju zmogljivosti in sicer od čiste intuicije, Ganttovih diagramov ali gantogramov v kombinaciji s histogrami, mrežnih tehnik pa do linearnega planiranja (Stevenson, 1993, str. 738).

V veliko primerih naletimo na situacijo, da so določena delovna mesta, ki jih ne moremo nadomestiti v procesu, preobremenjena. Ta ključna delovna mesta moramo pazljivo spremljati pri obremenjevanju zmogljivosti, da ugotovimo, ali jih nismo preobremenili. Posebej moramo paziti na obljubljeni datumi dobave in posledice ter na stroške proizvodnje, kadar moramo kratkoročno spremeniti proizvodne zmogljivosti ali izbrati manj ugodno tehnološko pot izdelave. Pomembno je, da sistem zagotavlja pravilne in pravočasne informacije za pospešitev sprejemanja odločitev pri obremenjevanju zmogljivosti.

Čeprav pri odločanju o obremenjevanju zmogljivosti določimo katera dela se bodo izvedla na posameznih strojih, pa še nismo določili v kakšnem zaporedju jih bomo izvedli. Pri razporejanju naročil se moramo vprašati kakšno zaporedje naj uporabljamo. Poljubnost zaporedja bi lahko vodila k neredu; hiteli bi z naročili, ki niso nujna, pri drugih naročilih pa bi zamujali roke. Zato obstajajo uveljavljena prednostna načela, ki sicer ne dajejo optimalne rešitve, vnašajo pa red v proizvodnjo.

Običajno terminiramo naročila v skladu z zahtevanimi roki. Zaporedje naročil je možno določati, kadar so roki dobav dani ne z dnevom, ampak npr. z mesecem dobave, ali pa v primerih, ko je za isti rok danih več naročil. Pri upoštevanju zaporedja upošteva planer določene kriterije, ki pa si včasih nasprotujejo. Naj navedem nekaj kriterijev, ki jih planerji upoštevajo pri določanju zaporedja naročil:

- stroški nastavitve strojev,
- stroški zalog nedokončane proizvodnje,
- nezasedeni stroji,
- število naročil, ki zamujajo,
- povprečen čas naročil, ki zamujajo,
- standardni odklon časa naročil, ki zamujajo,
- povprečno število naročil, ki čakajo v vrsti za izdelavo,
- povprečen čas, potreben za izpolnitev naročila,
- standardni odklon časa, potrebnega za izpolnitev naročila.

Očitno je, da prvi trije kriteriji (stroški priprave strojev, stroški zalog nedokončane proizvodnje in nezaposleni stroji) v največji meri vplivajo na notranjo učinkovitost proizvodnje. Naslednji trije kriterij so bolj kot notranji naravnani kupcu. Zadnji trije kriterij pa vplivajo tako na notranjo učinkovitost kot na servisiranje kupcev. Ni potrebno posebej poudariti, da je izredno težko, če ne celo nemogoče, najti taka prednostna pravila pri določanju zaporedja naročil, ki bi zadovoljila vse kriterije istočasno.

Končno obremenjevanje (»Finite Loading«) je alternativna tehnika razporejanja, ki kombinira obremenjevanje, določanje zaporedja naročil in fino terminiranje. Sistem deluje tako, da najprej določimo zmogljivost vsakega delovnega mesta in listo naročil. Delovnim mestom potem dodeljujemo posamezna naročila, ki jih izrazimo npr. v delovnih urah s simuliranjem začetka in zaključka dela. Tako sistem ustvarja fini terminski plan za vsako naročilo in vsako delovno mesto na osnovi zmogljivosti delovnih mest. Posamezna naročila so dodeljena delovnim mestom v skladu z njihovo zmogljivostjo glede na število delovnih ur in delovnih dni v planskem obdobju. Prednostna pravila določanja zaporedja gradimo znotraj simulacije. Naročila so dodeljena posameznim delovnim mestom z uporabo razporejanja naprej ali razporejanja nazaj (Preactor V.9.0, Appl. Help).

Razporejanje naprej (»Forward Scheduling«) običajno uporabljamo tam, kjer kupci naročajo na osnovi »potrebujemo takoj, ko je to mogoče«. Pri razporejanju naprej določimo datum začetka in datum zaključka naročila z dodeljevanje v prvi možni termin in izhajajoč iz tega določimo, kdaj bo posamezna operacija naročila končana na posameznem delovnem mestu (Preactor V.9.0, Appl. Help). Ker z izdelavo naročila pričnemo takoj, ko je to možno, je naročilo izpolnjeno običajno pred datumom zapadlosti. Posledica razporejanja naprej so običajno tudi nakopičene zaloge nedokončane proizvodnje, ki čakajo, da se sprostijo delovno mesto, na katerem je potrebno opraviti naslednjo operacijo. Medtem ko so prekomerne vmesne zaloge slaba stran razporejanja naprej, pa je le-to enostavno za uporabo in posamezno naročilo je izdelano v krajšem času kot pri razporejanju nazaj.

Razporejanje nazaj (»Backward Scheduling«) pogosto uporabljamo v montažni proizvodnji in povsod tam, kjer želijo, da je naročilo izpolnjeno na dan dobave kupcu. Pri razporejanju nazaj dodeljujemo posamezne operacije naročila na delovno mesto na zadnji možni termin, tako da bo naročilo izpolnjeno točno na dan dobave kupcu. Na ta način zmanjšamo zaloge nedokončane proizvodnje, ker je posamezna operacija nekega naročila končana šele, ko se prične naslednja operacija (Preactor V.9.0, Appl. Help). Omeniti pa je potrebno, da je to možno doseči le z natančnimi in redno vzdrževanimi podatki, kot so sestavnice proizvoda, proizvodni postopki in časi izdelave posameznih operacij za vsa delovna mesta.

Tabela 2: Primerjava razporejanja nazaj in naprej

Razporejanje naprej

prednosti

Uporablja trenutno kapaciteto, ne kasnejše.

Potiska delo naprej.

Daje dobro uporabnost.

slabosti

Težko se planira montažne operacije, kjer imajo

podoperacije zelo različne kritične poti.

Potiskanje dela naprej lahko poveča stroške skladiščenja.

Razporejanje nazaj

prednosti

Tudi pri kompleksnih montažnih

operacijah se določi pravi rok izgotovitve.

Potiska delo nazaj in ohranja minimalne stroške skladiščenja.

slabosti

Majhna uporabnost, ker ne izkorišča popolnoma

kapacitet delovnih mest, predvsem na nekritičnih mestih.

Pogosto se zgodi, da je rezultat takega plana nerealen, saj ugotovimo, da bi morali že začeti npr. prejšnji teden.

Vir: povzeto po: Preactor V.9.0, Appl. Help

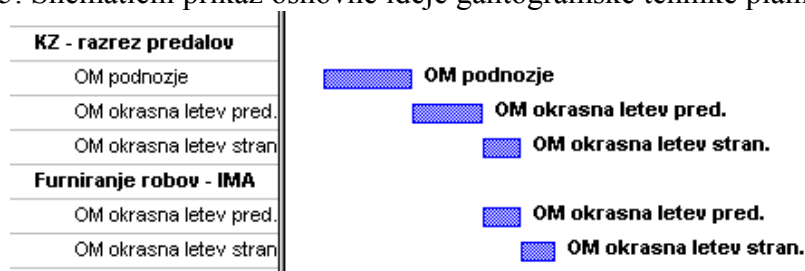
Dober kompromis lahko dosežemo, če razporejanje nazaj uporabimo za posamezna naročila, ki imajo zelo veliko stroškov ali pomembno prioriteto. Nato pa za preostala naročila okrog prvih uporabimo razporejanje naprej.

2.3.2.5.5. Gantogramska tehnika

Gantogramska tehnika je najstarejša in najbolj razširjena tehnika grafičnega prikazovanja terminskih planov. Njen utemeljitelj je Henry I. Gantt, predstavnik klasične znanstvene organizacije v ZDA (Pšunder, 1990, str. 34).

Osnovna ideja izdelave terminskih planov s pomočjo gantogramske tehnike je zelo enostavna (Slika 5): uporabiti moramo koordinatni sistem tako, da nam horizontalna os predstavlja čas, vertikalna os pa delovna mesta ali aktivnosti – operacije na delovnih mestih.

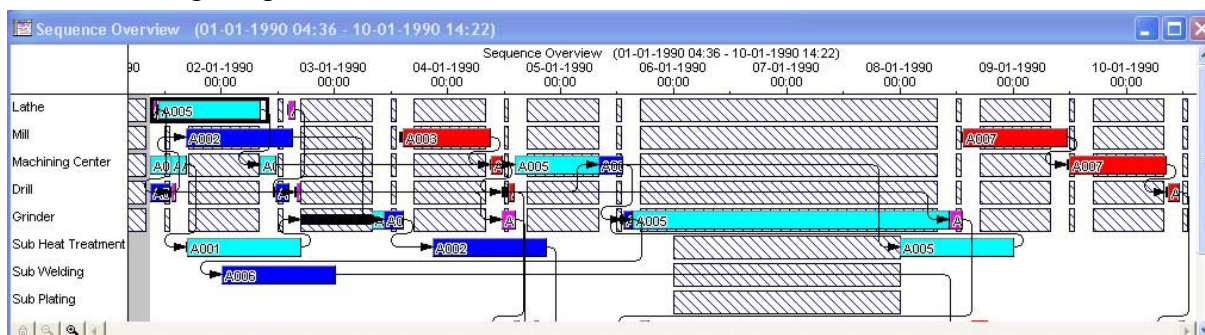
Slika 5: Shematični prikaz osnovne ideje gantogramske tehnike planiranja



Rezultat so gantogrami, imenovani tudi Ganttovi diagrami, blokovni diagrami, linijski plani, paralelni plani ali koledarski plani.

Iz slike (Slika 6) je razvidno, kako si aktivnosti časovno sledijo, koliko časa je na razpolago za posamezno aktivnost ter koliko je rezervnega časa (črna črta), kako se nekatere od aktivnosti prekrivajo in kakšen je čas za izvedbo aktivnosti. Prikaz je enostaven, lahko razumljiv in preprost za spremljanje (kontrolno). To so glavne prednosti gantogramov. Dodatno lahko s pomočjo računalniških programov (npr. MS Project 2002, CA Super Project) izdelamo gantogram, ki prikazuje medsebojne odvisnosti med aktivnostmi, rezervne čase posameznih aktivnosti in kritične poti.

Slika 6: Prikaz gantograma



Vir: Preactor V.9.0, Rešeni primeri

S pomočjo gantogramske tehnike izdelamo gantograme v naslednjem vrstnem redu opravi:

- določimo aktivnosti,
- izračunamo čas trajanja aktivnosti,
- določimo tehnološki vrstni red izvajanja aktivnosti in
- izdelamo gantogram.

Slabosti gantogramske tehnike:

- v primeru večjih odvisnost med naročili (projekti) je težko ugotoviti ali se bo posamezen projekt zaključil v roku,
- pri kompleksnih prikazih je težko prikazati kritično pot,
- težko je prikazati (najti) povezave med operacijami,

- po spremembi plana je zelo težko najti posledične spremembe.

2.3.2.5.6. Mrežne tehnike terminskega planiranja

Mrežne tehnike terminskega planiranja tudi izhajajo iz ZDA. Razvili so jih v letih 1957-1958, najprej za potrebe kemične industrije (CPM – »Critical Path Method«) in nato za potrebe vesoljskih raziskav (PERT – »Project Evaluation and Review Technique«) (Pšunder, 1990, str. 38). Danes poznamo več kot trideset različnih, čeprav podobnih mrežnih tehnik terminskega planiranja. Mrežne tehnike terminskega planiranja prinašajo ogromno novosti in predvsem prednosti v primerjavi z drugimi, pred njimi razvitimi tehnikami terminskega planiranja. Glavna prednost mrežnih tehnik je v tem, da je z njimi možno ugotoviti tista dela (operacije), od katerih je odvisen končni rok sestave izdelka oz. realizacije projektov. Imenujemo jih kritična pot. Poleg te prednosti moramo omeniti še naslednje:

- delitev projekta na naloge (aktivnosti) nas vzpodbuja pri spoznavanju vrste in obsega del – zato je načrtovanje bolj stvarno,
- povezave med nalogami so jasno opredeljene, zato je vsaka sprememba ali različica projekta jasna tako v zgradbi kot tudi v posledicah sprememb,
- imamo možnost najugodnejše razporeditve virov, saj imamo dober pregled, katere vire potrebujemo v določenem času in na katerih nalogah (in projektih) so dejavni,
- dane so dobre osnove za kontrolo projekta med izvajanjem kot tudi za odločanje, saj lahko posledice sprememb ali različic predstavimo in številčno opredelimo,
- lažje izdelujemo plane za podobne projekte, saj lahko tipiziramo izdelavo projektnih modelov na osnovi mrežnih planov.

2.3.2.5.7 Fino terminiranje z uporabo komercialnih programskih paketov

Informacijska podpora vodenju proizvodnje se je v zadnjem desetletju izredno razširila v proizvodnih informacijskih sistemih ali MES (»Manufacturing Execution Systems«). MES sistemi predstavljajo množico različnih programskih rešitev, ki skupaj pokrivajo večino zahtev po informacijski podpori planiranja in kontrole proizvodnje. Čeprav je razvrščanje ena izmed funkcij MES sistemov, pa jo MES računalniška orodja zelo slabo ali pa sploh ne podpirajo. Zato pri ponudbi programskih modulov za fino terminiranje lahko opazimo, da se ti v glavnem ponujajo ločeno od standardnih MES ali pa tudi ERP (»Enterprise resource planning«) informacijskih sistemov. Kot taki uporabijo operativni (grobi) plan iz ERP sistema, ki temelji na neomejenih zmogljivostih virov in ga nato z uporabo omejitvenih faktorjev fino terminirajo. Cilji takega terminiranja so: doseči postavljene končne roke z zmanjšanjem števila nastavitvev, povečati izkoristek delovnih mest, zmanjšanje števila aktivnih operacij... Vendar je na žalost lahko že osnovni operativni (grobi) plan zgrešen, ker ni upošteval nobenih omejitev. S tem so pa bili že postavljeni dobavni roki (že obljubljeni kupcem), ki jih mora modul za fino terminiranje upoštevati. Na tak način lahko

sploh ne pride do realnega – izvedljivega plana. To je ključni problem programskih paketov, ki so v glavnem ločeni od ERP sistemov.¹⁷ Večina sistemov za terminiranje deluje ali na osnovi simulacije ali na osnovi optimizacije, čeprav veliko sistemov, ki temeljijo na optimizaciji, uporabljajo tudi simulacijo.

Simulacijsko orientiran model generira terminski plan tako, da deluje vnaprej po časovni premici začenši z trenutnim datumom (in časom). Na delovna mesta dodaja operacije iz delovnih nalogov, ki jih je prejel od operativnega plana (MPS). Tako se lahko generirajo različni plani z upoštevanem različnih pravil razvrščanja. Prednost simulacijskega pristopa je, da je obrazložitev plana veliko lažja kot pri optimizacijskem pristopu. Enostavno je iskanje ustreznega plana, saj generiranje poteka dokaj hitro. Planer samo zamenja pravilo razvrščanja in že lahko dobi drugačno varianto plana. So pa tudi nekatere slabosti simulacijskega pristopa. Najprej potrebuje velik obseg ažurnih podatkov. Kot večina sistemov za planiranje z omejenimi viri tudi ta pristop ne upošteva variabilnosti procesa. Da se izognemo prevelikim problemom zaradi variabilnosti procesa, je potrebno plan regenerirati pogostejše. Eden od problemov je tudi ta, da se ne da vnaprej predvideti, katero pravilo razvrščanja bo dalo najboljši rezultat plana (Hopp, Spearman, 2000).

Razlika med simulacijskim in optimizacijskim pristopom je, da optimizacijski uporablja napredne algoritme razvrščanja¹⁸, s pomočjo katerih aktivno išče čim boljši rezultat. Pri algoritmičnem načinu razvrščanja algoritem najprej po enostavnih hevrističnih pravilih (po vrstnem redu, po prioriteti, po rokih ...) določi vrstni red delovnih nalogov iz množice še nerazvrščenih delovnih nalogov. Sledi razvrščanje vseh operacij znotraj posameznega delovnega naloga na elektronsko planersko tablo ob upoštevanju razpoložljivih virov in omejitev. Operacije je moč razvrščati v pravilnem časovnem sosledju od možnega trenutka naprej po časovni osi, od roka naročila nazaj po časovni osi, obojestransko od neke že razvrščene operacije, ki jo običajno razvrstimo ročno na vir, ki predstavlja ozko grlo v proizvodnji, ali pa povsem ročno. Pri tem algoritem ob vsakem novem delovnem nalogu potuje po časovni osi naprej in nazaj za razliko od algoritma razvrščanja na osnovi simulacije, ki se po časovni osi pomika samo naprej.

Izbira ustreznega programskega paketa bi morala temeljiti na naslednjih kriterijih: značilnosti sistema, integracija z obstoječim informacijskim sistemom, tehnologija, platforma in cena. Najbolj praktičen način je, da pripravimo manjši obseg podatkov, ki jih posredujemo ponudniku, da z njimi pripravi demonstrativno predstavitev.

¹⁷ Nekatera programska orodja za razvrščanje: Preactor (www.preactor.com), Ortems (www.finechain.com), Asprova (www.asprova.com), S-Plan (www.greycon.com), Tactic (www.waterloo-software.com), SyteLine APS (www.mapics.com), RSBizWare Scheduler (www.software.rockwell.com), Synquest Optimized Planner (www.synquest.com), Inorder (www.insight.co.uk), Plant Planner (www.adexa.com).

¹⁸ Več o naprednih algoritmičnih razvrščanja: Morton, Pentico: Heuristic Scheduling Systems with Applications to Production Systems and Project Management, New York. Wiley, 1993 ali Sule, 1997.

2.3.3. Priprava in lansiranje dokumentov ter dispečiranje materiala

Naloga operativne priprave proizvodnje je tudi, da na osnovi plana proizvodnje pripravi dokumentacijo, da se lahko delo dokončno pripravi in odredi, da se kontrolira kakovost proizvoda in procesa ter roki izdelave, ugotavljajo stroški izdelave in da se delo zaključi. Gre za mejno področje med planiranjem in kontrolo proizvodnje, ki sodi še v operativno pripravo proizvodnje, je pa tudi del izvajanja planov (Rant, 1976, str. 171).

Podrobni terminski plan določa količino ter začetek in konec proizvodnje določenih proizvodov. Temu primerno je potrebno zagotoviti potreben material, orodja in preostale vire po delovnih mestih. Večino teh informacij prispe v proizvodnjo preko lansirane dokumentacije ob razpisu delovnega naloga. Oblike in vrste dokumentacije so v praksi številne, odvisne so od vrste in značilnosti proizvodnje. Lansiranje dokumentacije smatramo za neke vrste ravnanje z dokumenti. Delovna dokumentacija se lansira v proizvodnjo le malo pred odrejenim začetkom dela, le toliko prej, da se v proizvodnji lahko pripravijo za delo. Težnje so, da bi bilo papirjev čim manj. Vse bolj so v uporabi terminali, opremljeni s čitalci črtnih kod na delovnih mestih.

Z dispečiranjem razumemo fizično oskrbo delovnih mest s potrebnim materialom, orodjem in dokumentacijo. Pojem dispečiranja je v teoriji in praksi zelo različen. Vzrok temu je velika povezanost dispečiranja s tipom, nivojem tehnološke opremljenosti, predvsem pa organizacijo proizvodnje. Pogosti so namreč primeri, ko dispečerji opravljajo terminiranje, lansiranje in še funkcijo, ki jo mi definiramo kot dispečiranje. Velikokrat dispečer v primeru več enakih delovnih mest razdeljuje delo tako, da ga razporedi tistemu, ki je prost. V tem primeru opravlja tudi funkcijo planiranja, kar pa je povezano že z organizacijo oddelka v podjetju, ki se ukvarja s planiranjem proizvodnje.

Naloge dispečiranja so predvsem naslednje:

- prevzem dokumentacije lansiranja, preučevanja dokumentacije, stanja materiala, orodja, šablone, itd.,
- preskrba delovnih mest z orodjem, dispečer običajno prevzame delovni nalog in vzame orodje (specialno in standardno) iz skladišča ter ga preda delavcu, kar pomeni, da je v takem primeru delovno mesto zaprto: delavec je odgovoren samo za izvedbo proizvodnje,
- dispečer z izdajnico materiala dvigne material v skladišču in ga preda na delovno mesto, prav tako vrača neporabljen material, skrbi za transport, izpolnjuje povratnice itd.,
- preskrbuje delovna mesta z dokumentacijo: načrti, operacijskimi in inštrukcijskimi listi, delovnimi nalogi in podobno,
- organizira prenos oziroma transport polproizvodov od enega delovnega mesta do drugega, vse do predaje proizvodov v skladišče (Rozman, Rusjan, 1994, str. 371).

Prednosti centraliziranega dispečiranja so v boljšem usklajevanju in možnosti hitrega uvajanja sprememb v terminiranju. Slaba stran pa je v veliki odvisnosti dispečiranja od celotnega planiranja proizvodnje in v neelastičnosti prilagajanja posameznim delovnim mestom. Zato se dispečiranje pogosto decentralizira.

Prednosti decentraliziranega dispečiranja pa so: prilagodljivost v delitvi dela, poenostavitev komuniciranja, v večji meri je možno ugotoviti optimalno zaporedje proizvodnje, boljše je prilagajanje proizvodnje trenutnim zmogljivostim (Jerala, 1995, str. 15).

Dispečiranje je centralizirano v primeru, da je razporejanje in lansiranje naloga, ki jo opravlja štabna služba pri vodji proizvodnje. Rozman in Rusjan (Rozman, Rusjan, 1994, str. 372) govorita o nezdružljivosti funkcije dispečiranja in vodenja. Decentralizirano dispečiranje je v primeru, ko razporejanje in lansiranje opravljajo vodje prve linije.

2.3.4. Kontrola proizvodnje

S planiranjem proizvodnje, lansiranjem dokumentacije in pripravo vseh potrebnih elementov na delovnem mestu se proizvodnja lahko prične. Zato sta s tem planiranje in priprava proizvodnje zaključena, dejanska izvedba pa vedno odstopa od planiranega. Zato je potrebna stalna kontrola proizvodnje, odstopanje proizvodnje od planirane pa je znak za ukrepanje. Kontrola izvedbe pomeni prenos informacije o izvrševanju proizvodnje k planiranju in interpretacijo informacije za potrebno ukrepanje v primeru odstopanja od plana. Vloga kontrole je izredno pomembna. Planer namreč optimira proizvodnjo, dejanska proizvodnja pa odstopa, zato je potrebno ugotoviti vzroke odstopanj in na osnovi vzrokov tudi ukrepati (Rozman, Rusjan, 1994, str. 373). Kontrola proizvodnje je torej element operativnega planiranja, katerega namen je zagotoviti učinkovito izvajanje planov. Planiranje in kontrola se v operativnih odločitvah močno prepletata. Da lahko spremljamo plan v vseh fazah, moramo vzpostaviti ustrezen sistem zbiranja in pregleda povratnih informacij, s pomočjo katerih lahko natančno in pregledno ugotavljamo razlike med pričakovano in dejansko realizacijo. Ker vrednost informacije s časom pada, je potrebno informacijo pridobiti čimprej. Strošek zbiranja informacij, pa naj ne bi presegel vrednosti zbranih informacij.

V naprej je potrebno definirati:

- način spremljanja izvrševanja plana,
- način določanja izvrševanega dela,
- način primerjanja izvršenega in planiranega v danem trenutku,
- način poročanja,
- način odgovarjanja, odločanja in začenjanja akcij, če plan odstopa od zamišljenega,
- način pravočasnega obnavljanja planov in postavljanja nalog za naslednje plansko obdobje.

Plan mora biti izdelan tako, da omogoča kvantitativne meritve doseženega v določenih časovnih intervalih. Časovno obdobje ne sme biti predolgo, da se še opravijo smiselni, pričakovani in nujni popravki ter da je še mogoče, da se vse tisto, kar po planu ni bilo doseženo, lahko še doseže (Villa, 1994, str. 332). Dejavnikov, ki vplivajo na odstopanje dejanskega stanja od planiranega, je veliko. Navedimo samo nekatere: zunanji dejavniki so npr. spremembe v prednosti izdelave naročil, spremembe v razpoložljivosti materiala in podobno. Notranji dejavniki pa so daljši čas proizvodnje od planiranega, okvare strojev, popraviljanja in podobno. Ko do odstopanja pride, ga je potrebno zabeležiti in poiskati vzrok zanj. Nato je potrebno ukrepati. Možnosti ukrepanja so različne, odvisne so tudi od prilagodljivosti proizvodnega procesa – tehnoloških postopkov. Lahko že pri planiranju proizvodnje pustimo nekaj prostih zmogljivosti, ki jih kasneje lahko izkoristimo, da nadoknadimo zamujen čas ali izredna naročila. Lahko pa ukrepamo v smeri spremembe terminskega plana omenjene v poglavju 2.3.2.5.

Opisane faze planiranja proizvodnje so med seboj tesno povezane. Zaradi kompleksnosti nalog so se razvila pomožna sredstva, ki omogočajo preglednost in lažje izvrševanje nalog in pripomorejo k temu, da je planiranje proizvodnje pravočasno, prilagodljivo in ekonomično. Kontrole v kompleksni proizvodnji si brez ustrezne informacijske podpore ne moremo več predstavljati.

2.3.5. Planiranje in kontrola zalog

2.3.5.1 Splošno o planiranju in kontroli zalog

Kontrola zalog je izredno pomembna praktično za vse vrste podjetij (proizvodenj), to pa zaradi velikega vpliva, ki ga imajo zaloge na stroške poslovanja. Zaradi tega je potrebno izredno odgovorno opredeliti velikost sredstev, s katerimi bomo financirali zaloge surovin, sestavnih delov, nedokončane proizvodnje in gotovih izdelkov, ter sredstev za izgradnjo in vzdrževanje skladišč. Če zaloge prekomerno zrastejo, postanejo stroški kapitala previsoki, prav tako prekomerno narastejo stroški proizvodnje, učinkovitost proizvodnje pa pade, ker namenjamo preveč prostora zalogam. Po drugi strani pa imajo zaloge v proizvodnji vrsto nalog. Omogočajo hitro in samostojno reagiranje. Temeljni razlog zakaj potrebujemo zaloge je zadovoljevanje povpraševanja, zaradi česar je nujno, da razumemo, kaj povpraševanje pravzaprav je in kako ga lahko merimo. Planiranje zalog ima vpliv na vse poslovne funkcije, še zlasti na proizvodno, finančno in prodajno. Stališča teh funkcij do višine zalog so različna. Normalno je, da finančna funkcija želi nizke zaloge, prodajna želi visoke zaloge, ker bo tako lažje zadovoljevala kupce, proizvodna želi višino zalog, ki bo zagotavljala tekočo proizvodnjo in enakomerno obremenitev zmogljivosti. Vsaka od teh poslovnih funkcij ima drugačen pogled na to kolikšen naj bil želeni nivo posameznih zalog (Tabela 3). Zato je nujno, da strategijo zalog opredeli vodstvo (uprava) podjetja.

Ločimo zaloge gotovih izdelkov, zaloge materialov in surovin ter zaloge nedokončane proizvodnje. Vse te vrste zalog imajo različne vloge v procesu proizvodnje. Pomembnost vsake od njih je odvisna od procesa. Vodje posameznih procesov morajo poznati, kaj so osnovne funkcije posameznih tipov zalog za njihov del procesa.

Nepravilno planiranje in kontrola zalog se zrcali tako v pomanjkanju kakor v presežku posameznih enot. Posledice pomanjkanja materiala so zamujene dobave izdelka, izgubljena prodaja, nezadovoljni kupci, neizkoriščene zmogljivosti v proizvodnji. Če pa so zaloge previsoke, so stroški vzdrževanja zalog in financiranja višji. Čeprav se nam zdi, da so prevelike zaloge manjše zlo kot pomanjkanje zalog, pa moramo biti pazljivi in redno kontrolirati stroške zalog.

Tabela 3: Splošna nagnjenost treh različnih poslovnih funkcij do vzdrževanja zalog

Vrsta zalog	Splošna nagnjenost		
	finance	proizvodnja	prodaja
surovine	nizka	visoka	ravnodušna
nedokončana proizv.	nizka	visoka	ravnodušna
gotovi izdelki	nizka	ravnodušna	visoka

Vir: Hill T.: Production / Operations Management; 1991, str. 260

Pri kontroli zalog obstajata dva osnovna problema. Prvi se nanaša na nivo zadovoljevanja kupcev (imeti prave proizvode, v želeni količini ob pravem času in na pravem mestu). Drugi se nanaša na stroške vzdrževanja zalog in stroške naročanja. Cilj ravnanja z zalogami je doseči visoko raven zadovoljevanja kupcev, ob tem da bodo stroški vzdrževanja zalog in skladiščenja ostali v sprejemljivih mejah. Pri uravnavanju zalog gre za iskanje odgovora na vprašanje, koliko nečesa naročiti in kdaj. Da to lahko storimo, potrebujemo podatke o pretočnih časih, napovedih prodaje, cenah, relevantnih stroških in ABC razvrstitvi materiala. Pri planiranju proizvodnje ter pri kontroli in primerjanju dejanskih rezultatov s planiranimi je potrebno zbrati in obdelati veliko število podatkov, pa naj bo to pri določanju zmogljivosti, rokov ali zalog. Za določanje optimalnih zalog je potrebno zbrati in obdelati podatke za optimalno serijo oziroma nabavno količino in signalno zalogo za vsako posamezno enoto. Velikokrat bi bili stroški za zbiranje in preračunavanje podatkov večji, kot bi bili prihranki. Da bi se izognili takim nesmisлом, uporabljamo ABC tehniko. Osnovni namen te tehnike je, da se ločijo v skupine pojmi iste vrste z različno vrednostjo, cenjeno po sodilu. V primeru zalog so pojmi posamezne vrste zaloge, sodilo pa je lahko cena ali stroški (Rant, 1976, str. 153). Odločitve so različne glede na to, ali govorimo o odvisnem ali neodvisnem povpraševanju. Razlikovanje zalog glede na odvisnost povpraševanja je razvil Joseph Orlicky, ki je leta 1975 prvi objavil knjigo o planiranju materialnih potreb. Neodvisno povpraševanje je odvisno od tržnih razmer in je izven kontrole podjetja. Sem sodijo zaloge gotovih izdelkov. Odvisno

povpraševanje je odvisno od prodaje gotovih proizvodov, ki s svojo strukturo vplivajo na potrebe po sestavnih delih in materialne potrebe (Samuel, 1999, str. 15).

Tehnike, ki jih managerji proizvodnje uporabljajo za kontrolo zalog nedokončane proizvodnje, se zelo razlikujejo od tehnik, ki jih lahko uporabljajo za kontrolo zalog surovin, materiala in gotovih proizvodov. Kot bomo spoznali v nadaljevanju, so tehnike za kontrolo zalog surovin in materiala ter gotovih proizvodov relativno dobro poznane in razvite.

Za uravnavanje nivoja zalog nedokončane proizvodnje različni avtorji navajajo različne načine skrajšanja proizvodnih časov, načinov za odpravljanje obstoječih ozkih grl v proizvodnji ali načinov izboljšanja pretoka informacij skozi proces. Vse sisteme, ki jih uporabljamo za uravnavanje in kontrolo zalog lahko razvrstimo v eno od treh različic, ki jih navajam v nadaljevanju. Ne glede na to, katero različico bomo uporabili, vedno gre za odločitev o tem, kdaj je potrebno ponovno naročiti posamezno enoto ali količino materiala, polproizvoda ali proizvodov.

Obstajajo vsaj trije tipi sistemov za kontrolo zalog:

- sistem točke ponovnega naročila (»Reorder Point System«),
- periodični modeli naročanja (»Periodic Review Systems«),
- sistemi planiranja materialnih potreb (»Material Requirements Planning Systems«).

Prva dva sistema pripadata klasičnemu konceptu proizvodnje, ki je smatral zaloge za potrebne, ker omogočajo tekočo proizvodnjo. V današnjem času se največ uporablja za kontrolo zalog, ki izhajajo iz neodvisnega povpraševanja. Zadnji od sistemov pa pripadajo konceptu proizvodnje ob pravem času, ki ne podpira zalog, saj meni, da podpirajo slabo planiranje in da mora proces teči gladko tudi brez zalog. Ta koncept se v novejšem času čedalje bolj uporablja za kontrolo zalog predvsem odvisnega povpraševanja.

2.3.5.2 Planiranje in kontrola zalog neodvisnega povpraševanja

Sistem statistične kontrole zalog (SIC) glede na zatečeno stanje zalog določa kaj, koliko in kdaj mora biti ponovno naročeno. Pogosto si pri odločanju pomagamo z matematičnimi modeli zalog. Izbira ustreznega modela zalog je odvisna od predpostavk glede vrste povpraševanja, ki je lahko deterministično ali stohastično (Rusjan, 1999). O determinističnem povpraševanju govorimo, ko je možno dokaj točno predvidevanje bodočega povpraševanja. Pri stohastičnem pa lahko govorimo o negotovosti bodočega povpraševanja. Povpraševanje pa lahko razdelimo še na enakomerno in neenakomerno v upoštevanem planskem horizontu.

Pri kontroli zalog, kjer prevladuje enakomerno deterministično povpraševanje, se uporablja sistem zalog s fiksno količino naročila¹⁹ (Russell, 2003, str. 573). Sistem naročanja s fiksno

¹⁹ Originalni angleški naziv: »fixed-order-quantity system«

količino naročanja zahteva stalno kontrolo stanja zalog ter ima določeno višino zaloge, pri kateri se proži novo naročilo. Višina zaloge, pri kateri se novo naročilo proži, se imenuje točka ponovnega naročanja. Velikost fiksne naročene količine izhaja iz predpostavke o prihodnjem povpraševanju, ki je poznano in enakomerno. Poznamo več matematičnih modelov²⁰, izmed katerih velja omeniti: klasični model ekonomsko optimalne količine naročila, klasični model ekonomsko optimalne proizvodne serije in model optimalne količine naročila z upoštevanjem količinskih popustov.

Klasičen model ekonomsko optimalne količine naročanja je uporaben v redkih izjemah. Predpostavke, na katerih temelji: enakomerno in vnaprej poznano povpraševanje, konstantna nabavna cena ne glede na obseg nabave, enkratna dostava celotne naročene količine, vedno enak dobavni rok, fiksni strošek posameznega naročila ne glede na količino na naročilu in linearna rast stroškov zalog s količino, so v realnem poslovanju redko izpolnjene. Kljub temu njegova uporaba v praksi lahko da zadovoljive rezultate (Rusjan, 1999, str. 143).

Prihodnja povpraševanja in potrebe je izredno težko vnaprej točno predvideti. Prav tako je nerealno pričakovati fiksne dobavne roke. Zato so se v podjetjih uveljavili pristopi ravnanja z zalogami, ki ustrezajo lastnostim enakomerno stohastičnega povpraševanja. Glede na čas, ki poteče med dvema kontrolama stanja zalog, ločimo dva pristopa: sistem kontinuiranega in sistem periodičnega spremljanja zalog.

Kontinuirano spremljanje zalog pomeni stalno zasledovanje višine zalog. Ko stanje zalog pade pod določeno višino oz. točko ponovnega naročanja, se izvede novo naročilo, ki dopolni količine na zalogi. V dobavnem roku ali času izdelave lahko nastopi večja potreba od povprečne. Z vnaprej določeno želeno višino stalne zaloge, ki se imenuje varnostna zalog, se zmanjša nevarnost, da bi pri občasno večji porabi od povprečne prišlo do manjka zalog. Količina naročila je pri kontinuiranem spremljanju zalog lahko enaka določeni fiksni ali ekonomični količini (Q) naročanja ali pa odvisna od določene meje, do katere želimo zalogo dopolniti ($Q_{\max}$).

Pri periodičnem sistemu spremljanja zalog se kontrola stanja zalog izvaja v določenih fiksni časovnih intervalih. Naročila se prožijo v enakomernih časovnih intervalih. Količine naročil so odvisne od trenutnega stanja zaloge in določene želene ciljne zaloge, kar pomeni tudi odvisnost od porabe v preteklem obdobju, ali pa so fiksne. Omenjenih metod v delu ne bom podrobneje obravnaval, kljub zavedanju, da te metode pripomorejo k racionalnejšemu gospodarjenju z zalogami. V preveliki meri gradijo na osnovi preteklih dogodkov. V podjetjih, ki proizvajajo na zalogo, kjer pomanjkanje zalog pomeni izgubo prodaje, ni vedno dovolj dobro planirati zaloge na osnovi preteklih dogodkov. To pa zaradi tega, ker bo imelo povprečno povpraševanje prikrite vzpone in padce, ki lahko vodijo k pomanjkanju zalog, ko je povpraševanje večje od povprečnega. Zato je neobhodno, da v

²⁰ Preglede modelov navajajo npr.: Schonberger, Knod, 1991 str. 424-455, Stevenson, 1993. str. 583-647, Hill, 1991 str. 253-283, Burman, 1995 str. 167-215, Buffa, Sarin. 1987 str. 99-136.

takih podjetjih rešijo ta problem z vzdrževanjem varnostnih zalog (Žerajić, 1997, str. 37). Priporočljivo pa je, da višine varnostnih zalog ne določamo z ocenjevanjem, temveč z uporabo znanstvenih statističnih metod, kot je npr. metoda »vzpostavitev ravni oskrbovanja« (»Service Level Setting«) (Russel, 2003, str. 590).

Vpeljava statistične kontrole zalog prinaša podjetju sorazmerno enostaven način naročanja materiala in komponent, ki imajo bolj ali manj enakomerno in stalno porabo ter sorazmerno nizko ceno. Podjetje, ki vpeljuje statistično naročanje, se na začetku sooči z zvišanjem zalog. Razlog je v različnih stanjih zalog. Obseg novih naročil zajame vsa stanja, ki so pod točko naročanja, hkrati. K skupni vrednosti zalog prispevajo tudi materiali, ki imajo višino zalog visoko, nad najvišjo določeno mejo. S časom in porabo se začetne višine zalog znižujejo, nova naročila pa se v času glede na dejansko stanje zalog in potrebe porazdelijo (Drobnič, 2002, str. 47).

Pri odločanju med determinističnim in stohastičnim načinom planiranja materialnih potreb nam ABC analiza ne zadostuje, saj ne upošteva dinamike porabe. Zato se jo dogradi z analizo stalnosti in ustaljenosti in zanesljivosti napovedovanja porabe. Ta analiza²¹ razvršča materiale v skupine X,Y in Z, pri čemer: v skupino X sodijo materiali, katerih poraba nastopa stalno, v vseh terminskih enotah, je v daljšem časovnem obdobju ustaljena in jo je mogoče napovedati zelo zanesljivo, v skupino Y spadajo materiali, katerih poraba je sicer stalna v vseh terminskih enotah, a nestacionarna, napoved porabe pa srednje zanesljiva in v skupino Z razvrščamo materiale z občasno porabo in povsem nezanesljivo napovedjo (Ljubič, 2000, str. 358).

Slika 7: Določanje kateri materiali se bodo planirali deterministično (osenčeno) in kateri stohastično.

	A	B	C
X	Zelo velika vrednost porabe; velika zanesljivost napovedi;stacionarna poraba	Srednje velika vrednost porabe; velika zanesljivost napovedi;stacionarna poraba	Majhna vrednost porabe; velika zanesljivost napovedi;stacionarna poraba
Y	Zelo velika vrednost porabe; srednje velika zanesljivost napovedi;manj stacionarna poraba	Srednje velika vrednost porabe; srednje velika zanesljivost napovedi;manj stacionarna poraba	Majhna vrednost porabe; srednje velika zanesljivost napovedi;manj stacionarna poraba
Z	Zelo velika vrednost porabe; majhna zanesljivost napovedi; nestacionarna poraba	Srednje velika vrednost porabe; majhna zanesljivost napovedi; nestacionarna poraba	Majhna vrednost porabe; majhna zanesljivost napovedi; nestacionarna poraba

Vir: Ljubič, 2000, str. 217

²¹ Več o XYZ analizi: Engel, K.H., Bauder, U.: Praxishaundbuch für den Betriebsleiter, WEKA Fachverlag für technische Führungskräfte, Augsburg, 1994.

2.3.5.3 Planiranje in kontrola zalog odvisnega povpraševanja

Odvisno povpraševanje je odvisno od prodaje gotovih izdelkov, ki s svojo strukturo vplivajo na potrebe po sestavnih delih in materialne potrebe. Zaloge, ki izhajajo iz odvisnega povpraševanja, ne napovedujemo s povpraševanjem. S povpraševanje napovedujemo gotove proizvode. V določenih primerih (predvsem za materiale s stalno in enakomerno porabo) so primerne tudi metode, značilne za planiranje neodvisnega povpraševanja, sicer pa za planiranje in kontrolo zalog odvisnega povpraševanja uporabljamo dva osnovna pristopa. Prvi se je z razvojem informatike uveljavil MRP sistem planiranja in kontrole proizvodnje (Hopp, Spearman, 2000, str. 64). Drugi pa se je uveljavil z uvajanjem novejših proizvodnih načel, to je sistem ob pravem času (JIT). V okviru JIT za uravnavanje zalog nedokončane proizvodnje in vhodnih materialov uporabljamo pristop »kan-ban«.

MRP sistem je naravnani v bodočnost. Upošteva povpraševanje po gotovih izdelkih in storitvah in uporablja različne informacije, ki jih prevede v zahteve po sestavnih delih in materialu, potrebnem za proizvodnjo gotovih izdelkov ali storitev. Običajno ga poznamo kot načelo »potiskanja« (»push«), v nasprotju z načelom »vlečenja« (»pull«), poznanim kot sistem ob pravem času (JIT) (Hopp, Spearman, 2000, str. 110). Kot načelo potiskanja ga poznamo zato, ker s pomočjo členitve proizvoda potrebe po gotovem proizvodu prevede v potrebe po sestavinah, v skladu z želenimi roki dobave in planiranim začetkom procesa, kot to predvideva ustrezen fini terminski plan. Na ta način so zahtevani sestavni deli in materiali potisnjeni v proces. S ciljem, da so zaloge čim manjše in da je kontrola čim enostavnejša, so datumi, ki prvi zapadejo, najprej grobo preverjeni (preko operativnega – grobega plana proizvodnje): ali imamo dovolj proizvodnih zmogljivosti, nakar sledi še fino planiranje proizvodnih zmogljivosti. Material je potem potisnjen skozi sistem v skladu z datumi zapadlosti (Dilworth, 1992, str. 299). Več o sistemu MRP navajam v naslednjem poglavju, ki govori o sistemih planiranja proizvodnje.

Cilj JIT je spremeniti vsak proizvodni sistem v nenehno tekoč sistem, kjer enote potujejo skozi sistem ena za drugo in jih nikoli ne skladiščimo. Skladiščenje neuporabljenega materiala razumemo kot uporabo dragocenega prostora. JIT sistem prinaša zelo veliko koristi, če je uporabljen pravilno in dosledno. Če ne potrebujemo skladiščnega prostora, ali pa če ga potrebujemo zelo malo, imamo majhne stroške povezane s skladiščenjem. Prav tako je proces organiziran na način, da se napake pri proizvodnji le redko lahko pojavijo, zato praktično ni odpadka, zelo je poenostavljeno planiranje in terminiranje proizvodnje. Več o JIT navajam v naslednjem poglavju o sistemih planiranja proizvodnje.

Uporaba pristopa ob pravem času v ravnanju proizvodnje za odvisno povpraševanje nam pomaga zmanjšati nekatere od naslednjih pomanjkljivosti, neločljivo povezanih s klasičnim pristopom ravnanja proizvodnje (Hill, 1991, str. 276):

1. Veliko vlaganje v zaloge zaradi vzdrževanja zalog kot blažilcev v materialnih tokovih, ki čakajo na proizvodni proces.
2. Nezanesljivost, ki jo povzročajo proizvodi, ki imajo zelo spremenljivo povpraševanje.
3. Faktor zastaranja posameznih enot zalog.
4. Administrativni način napovedovanja povpraševanja za vse enote.

2.4. SISTEMI PLANIRANJA PROIZVODNJE

2.4.1 Planiranje materialnih potreb (MRP I)

MRP je računalniški informacijski sistem, ki nam omogoča planiranje in kontrolo zalog (materialov, sestavnih delov ...) V glavnem ločimo dva različna tipa MRP sistema.

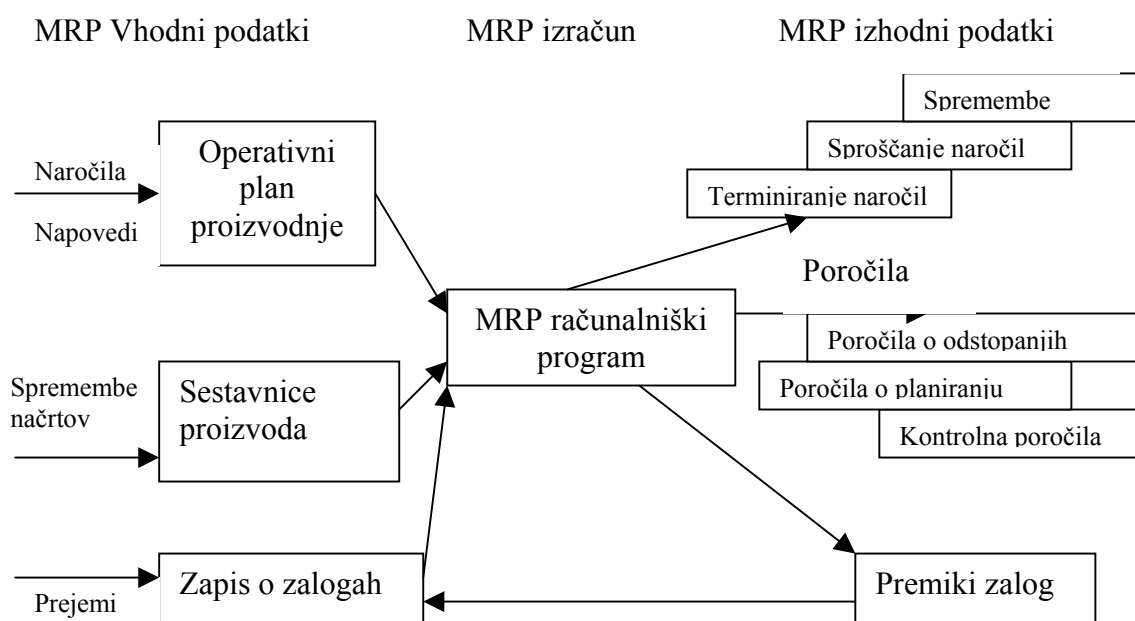
Tip 1 MRP (»Material Requirements Planning«) se ukvarja predvsem s planiranjem zalog, običajno ne vključuje planiranja potrebnih proizvodnih zmogljivosti. Tip 2 MRP II (»Manufacturing Resource Planning«) je informacijski sistem planiranja materialnih potreb in sredstev proizvodnje. To je sistem, ki ga uporabljamo za planiranje in kontrolo vseh proizvodnih sredstev (zalog, zmogljivosti, pripomočkov in opreme) ter denarja in kadrov. Je skorajda neizogiben del ERP (»Enterprise Resource Planning«) sistemov. Zaslediti pa je tudi 3. tip, ki je nekako nadgradnja MRP II, to je Planiranje materialnih potreb z omejenimi kapacitetami – MRP-C²² (»Capacitated Manufacturing Requirements Planning«; Hopp, Spearman, 2000). Deluje enako kot MRP II, le da eksplicitno upošteva zmogljivosti virov. V literaturi ga zasledimo tudi kot MRP – APS (Shobrys, 2002) (APS – Advance Planing System) ali pa MRP II z zaprto zanko (»Closed Loop MRP II«; Tapan, 2002).

MRP je prav toliko filozofija, kot je to tehnika in prav toliko pristop k planiranju kakor k kontroli zalog. V preteklosti je bilo planiranje izdelkov, sestavljenih iz velikega števila sestavnih delov in naročanje teh delov, težavno delo. Potrebno je bilo proizvodnjo planirati, nato pa zasledovati veliko število sestavnih delov v skladišču in proizvodnji. Nered in zmedo so vnašale razne spremembe (preklici naročil, zamude itd.). Največkrat se ni razlikovalo med odvisnim in neodvisnim povpraševanjem, posledice pa so bile prekomerne zaloge. Planiranje zalog je predstavljalo velik problem za proizvodnjo podjetja. V sedemdesetih letih so proizvodna podjetja že v veliki meri prepoznala pomembnost razlikovanja med odvisnim in neodvisnim povpraševanjem in so pristopila k temu dvema kategorijama zalog na različne načine. Razvoj računalniške tehnike je omogočil razvoj in uporabo računalniških sistemov, kot je MRP. Že takoj ob pojavu je zamenjal uporabo statistične kontrole zalog (SIC). MRP računa s tem, da izhaja celotno

²² Več o MRP-C: Tardif, V.: Detecting Scheduling Infeasibilities in Multi – Stage, Finite Capacity, Production Environments. Northwest University, Evanston. 1995.

povpraševanje po sestavnih delih in materialu iz povpraševanja po gotovih izdelkih. Zato tu govorimo o odvisnem povpraševanju. V MRP I sistemu naročila iz operativnega plana proizvodnje prevedemo v proizvodne zahteve. Govorimo o členitvi zahtevanih potreb po končnih proizvodih v zahtevane potrebe po materialu in sestavnih delih (Drexl, Kimms, 1998, str.22).

Slika 8: Planiranje materialni potreb



Vir: Stevenson: Production / Operations Management, 1993, str. 563

Cilj materialnega planiranja je uravnavanje zalog materiala in polproizvodov tako, da planirana proizvodnja poteka tekoče, pa vendarle zaloge materiala in polproizvodov niso previsoke. Kot je prikazano na sliki (Slika 8), so vhodni podatki v sistem MRP I sestavnica proizvoda (»bill ob material«), ki nam pove, kako je sestavljen gotov proizvod, operativni (grobi) plan proizvodnje (MPS) in podatki o materialu na zalogi, ter naročenem materialu. Sestavnica proizvoda vsebuje listo vsega materiala oziroma vseh sestavnih delov, ki jih potrebujemo za izdelavo ene enote končnega izdelka (Dilworth, 1992, str. 414). Iz tega sledi, da ima vsak posamezni gotovi proizvod svojo sestavnico proizvoda. Sestavnica proizvoda ni samo spisec materiala, ampak je sestavljena tako, da odraža proizvodni proces. Upošteva odvisnost določenih komponent ali sestavov. V zelo kompleksnih proizvodih je lahko več nivojev odvisnosti, ker lahko sestavi vsebujejo njim podrejene sestave (Slika 9). Slika (Slika 10) kaže primer postopka planiranja materialnih potreb za artikel SESTAVA, ki je sestavljen iz 2 kosov dela A in 3 kosov dela B. Končnega artikla ni na zalogi, potrebnih pa je 50 kosov do 5. aprila in 30 kosov do 12. aprila. Glede na odločitev o pravilih naročanja (v tem primeru brez združevanja potreb) se izračunata dve dobavi, da bi pokrili potrebe. Naročila za izdelavo se razgrajujejo po

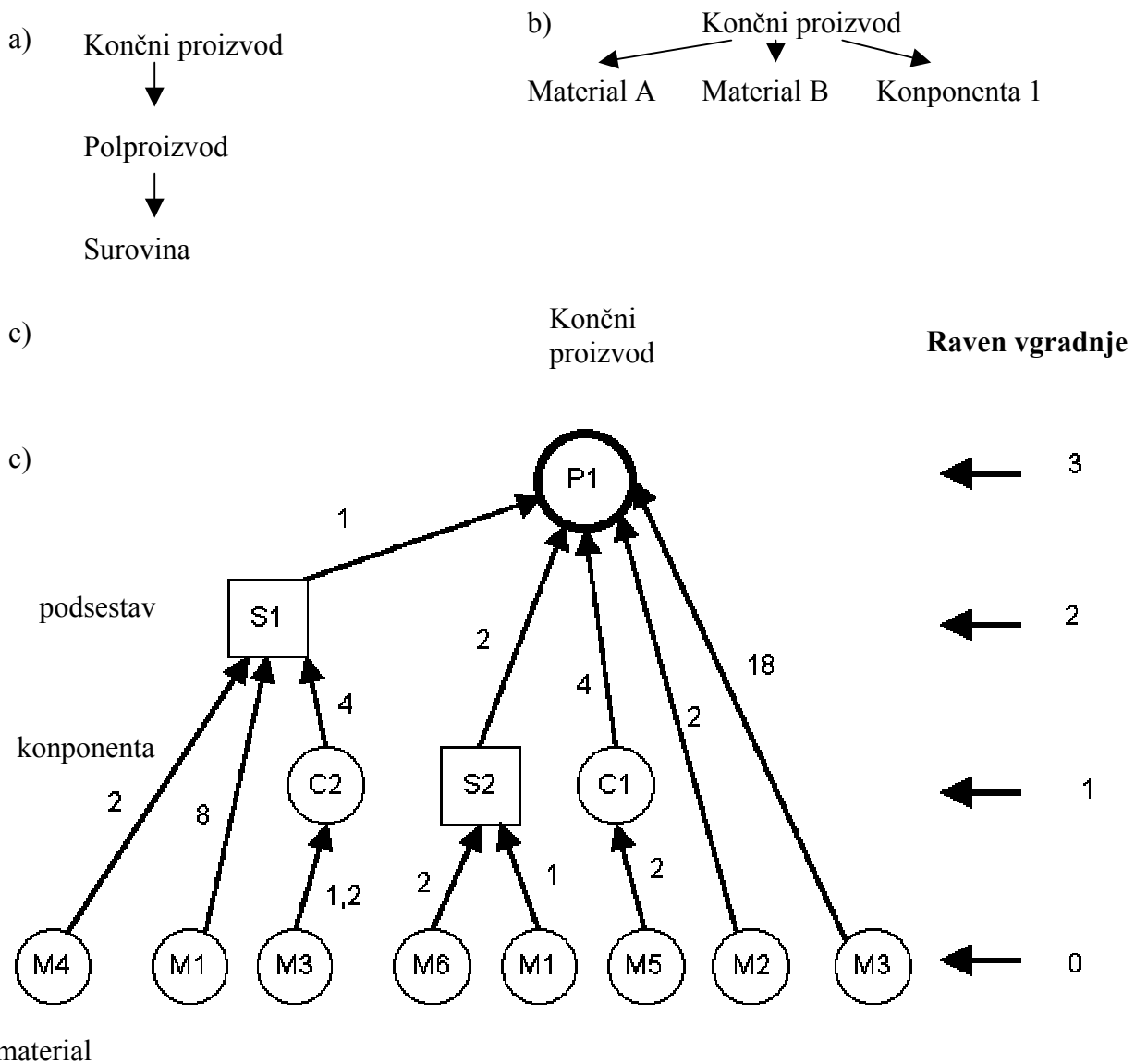
kosovnici, da bi dobili potrebe po sestavnih delih. Začetno naročilo za 50 kosov artikla SESTAVA sproži potrebo po 100 kosih artikla A in 150 kosih artikla B. Roki izdelave sestavnih delov so postavljeni na dan začetka montaže končnega artikla. Iz potrebnih količin sestavnih delov se po postavljenih pravilih naročanja za posamezen sestavni del izračunajo količine potrebnih nabavnih ali izdelavnih nalogov. Pri tem se odštejejo morebitne razpoložljive količine na zalogi in količine odprtih naročil. V primeru zadostnih količin se naročilo sploh ne izdelava, ampak samo rezervira potrebne količine in s tem zmanjša trenutno razpoložljivo zalogo. Sistem deluje po pravilih naročanja, ki jih določi uporabnik in s parametričnimi podatki za posamezne spremenljivke, kot so časovna rezerva pri izračunavanju rokov, priporočene velikosti serije oz. količine naročila, planirani dodatki zaradi izmeta itd. Edino prednostno pravilo določanja začetnega datuma (terminiranja), ki se ga uporablja v sistemu MRP, je najzgodnejši dobavni rok (EDD - »Erliest Due Date«) (Drexler, Kimms, 1998, str.23).

MRP plan prikazuje, kdaj in v kolikšni količini bomo določene proizvode proizvajali. Koliko končnih proizvodov bomo proizvajali v naslednjem planskem obdobju, je odvisno od naročil kupcev, napovedi prodaje, naročil skladišč, ki pripravljajo sezonske zaloge in od zunanjega povpraševanja. Zapis o zalogah vsebuje informacije o statusu vsake posamezne enote materiala v določenem časovnem obdobju. Vsebuje podatke o dobavitelju, času dobave in velikosti serij. Poleg tega pa so tu zapisane tudi razne spremembe (prejemi in izdaje materiala, preklici naročil in podobni dogodki). Z uporabo ustreznega računalniškega programa lahko s pomočjo zgoraj navedenih vhodnih podatkov določimo čiste potrebe materiala za določeno plansko obdobje. Čiste potrebe materiala so skupne potrebe materiala, od katerih odštejemo material na zalogi. MRP I omogoča izračun materialnih potreb vnaprej in ugotavlja možne zastoje ali pomanjkanja.

Izhodni podatki iz MRP I sistema vključujejo planirana naročila nabave (koliko in kdaj naročiti), potrjena naročila materiala, spremembe pri planiranih naročilih, ki vključujejo revizijo pričakovanih datumov ali naročenih količin in pa preklice naročil (Hopp, Spearman, 2000, str. 115). To so prvotni izhodni podatki. Drugotni izhodni podatki pa so kontrolna poročila, ki jih uporabljamo za ocenitev delovanja sistema (so pomoč planerju za ugotavljanje odstopanj od plana, vključujejo manjkajoče dobave in zaloge), planska poročila, ki so koristna za napoved bodočih zalog in vključujejo obveznosti nabave in druge podatke, ki jih lahko uporabimo za ocenitev bodočih potreb po materialih in poročilo o odstopanju, ki nam prikaže glavna neskladja, kot so zakasnitve in prekoračitve naročila, prekomerne izgube, napake in zahteve za neobstoječ material (Dilworth, 1992, str. 422). MRP I računalniški program planiranja mora biti narejen tako, da je sposoben analizirati podatke in predlagati akcije za uravnavanje oskrbe in povpraševanja. Ti predlogi so prikazani planerju kot poročilo o izjemah. Prednosti MRP I sistema lahko popolnoma izkoristimo le z uporabo točnih in pravočasnih podatkov. Sistem MRP I zahteva torej številne točne in pravočasne podatke in s tem disciplino vseh, ki skrbijo za njegovo izvajanje. Najprimernejši je za proizvodne procese z neenakomernim povpraševanjem ter

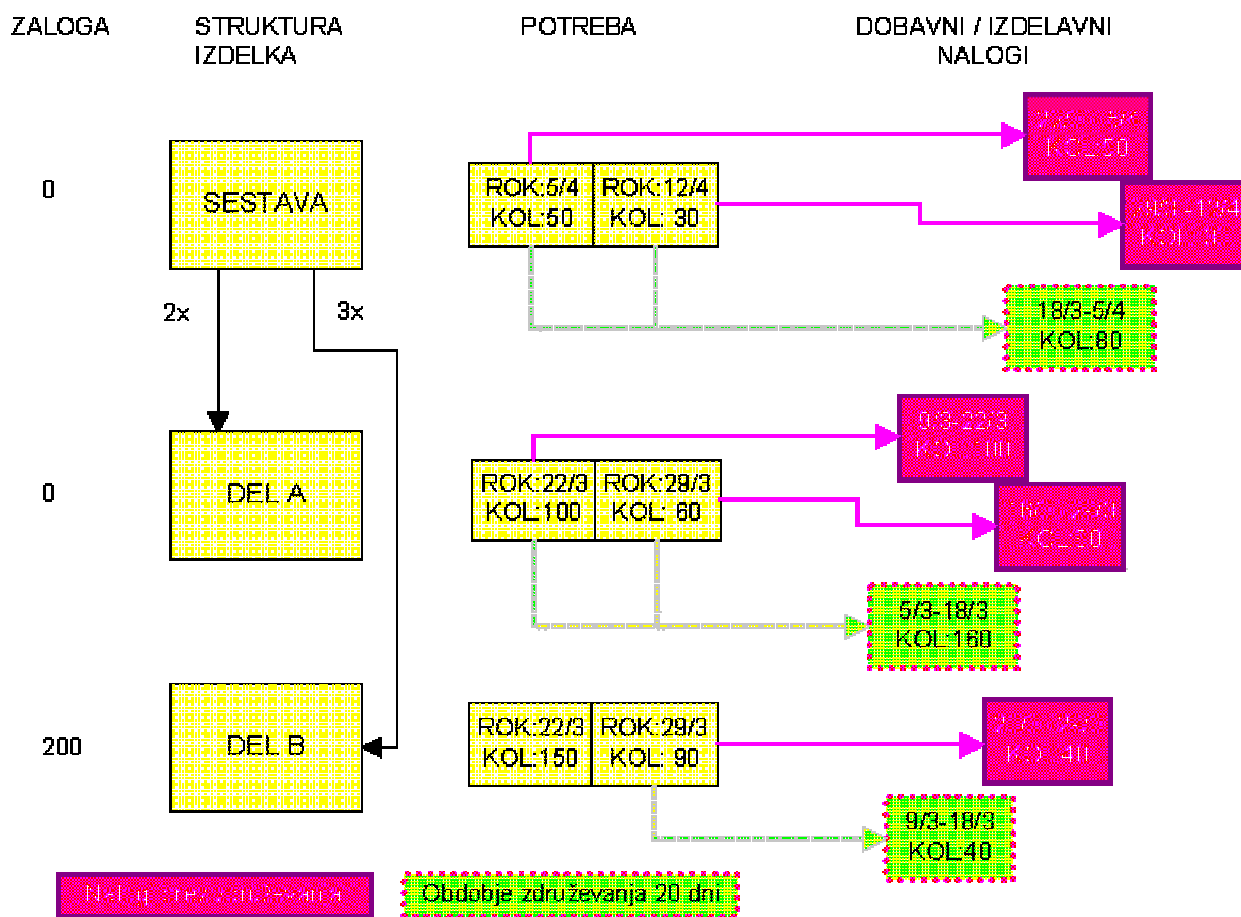
številnimi opcijami izdelkov in velikega števila vgrajenih materialov (Persentili, Alptekin, 2000, str. 2019).

Slika 9: Značilne strukture proizvodov za odvisno povpraševanje za a) procesno industrijo, b) proizvajalce, ki kupujejo sestavne dele in c) proizvajalce, ki kupujejo in proizvajajo dele.



Vir: Buffa, Sarin: Modern Production / Operations Management. 1987, str 114.

Slika 10: Postopek planiranja po MRP



Z uporabo MRP I lahko dosežemo: nizke medfazne zaloge ter dobro sledljivost materiala. Sistem ne trpi nikakršnih neformalnih podsistemov. Potrebna je intenzivna komunikacija med njegovimi subjekti. Nekatera podjetja, ki nameravajo vpeljati MRP I sistem, ne ocenijo pravilno pomena točnosti in pravočasnosti podatkov. Marsikje je osebje, navajeno dolgoletnega dela brez računalnika, proti uvedbi takega sistema. Zaradi tega je za vpeljavo MRP I včasih potrebno preveč časa, marsikje pa nikoli v celoti ne izkoristimo prednosti, ki jih nudi (Dilworth, 1992, str. 435). Brez dvoma pomeni uvedba MRP I pomembno izboljšavo v planiranju in kontroli zalog, vendar pa se že nekaj časa podjetja poslužujejo sistemov, ki nudijo možnost širšega pristopa k planiranju in kontroli potrebnih sredstev proizvodnje (MRP II).

2.4.2 Planiranje materialnih potreb in sredstev proizvodnje (MRP II)

V sedemdesetih letih se je planiranje materialnih potreb obrnilo k širšemu pristopu za planiranje in terminiranje sredstev v proizvodnih podjetjih, sistemu MRP II. MRP II ni zamenjava za MRP I, pa tudi ne izboljšana verzija. MRP II je sistem, ki je sposoben določiti potrebna proizvodna sredstva, pa tudi denar in ljudi za pripravo povezanih poslovnih, prodajnih in proizvodnih planov za proizvodno podjetje v določenem obdobju,

kar omogoča managerju, da prevede te plane v podrobne terminske plane (Burman, 1995, str. 224). Managerju proizvodnje omogoča hitro odzivanje v primeru odstopanja od plana.

Najvišji nivo v delovanju MRP II je poslovni plan. Iz tega plana izhaja plan prodaje, iz katerega potem izhaja plan proizvodnje. V vsakem od teh korakov preverjamo plan s stališča razpoložljivih sredstev. Ta nivo planiranja je prikazan na sliki (Slika 11) kot nivo planiranja vodenja proizvodnje. Za zadovoljivo delovanje sistema je nujno definirati potrebne podatke. Poslovni plan vključuje vse informacije o razpoložljivih finančnih virih, ki bodo postavile parametre ostalim planom. Prodajni plan prikazuje pričakovanja podjetja glede prodaje v planskem obdobju (Burman, 1995, str. 225). Običajno ne prikazuje prodaje po posameznih proizvodih, temveč po družinah proizvodov. Proizvodni plan gradi na prodajnem planu, prikazuje, kako bo potekala proizvodnja, stopnjo proizvodnje in zahtevana proizvodna sredstva. Prikazoval naj bi tudi načrtovana vlaganja v novo opremo in morebitni najem proizvodnih zmogljivosti pri drugem podjetju.

Planiranje materialnih potreb je jedro procesa planiranja proizvodnje. Istočasno sledi tudi podrobnejše planiranje potrebnih proizvodnih zmogljivosti (CRP - »Capacity Requirements Planning«). CRP je metoda obremenjevanja proizvodnih zmogljivosti, ki se uporablja v MRP II sistemih planiranja in kontrole proizvodnje (Hopp, Spearman, 2000, str. 138). Metoda je precej natančnejša od metode grobega preverjanja zmogljivosti kapacitet RCCP, ki se izvaja predhodno. Operativni plan proizvodnje spreminjamo, če se pojavijo težave glede oskrbe s potrebnim materialom ali so proizvodne zmogljivosti premajhne. Postopek ponavljamo toliko časa, da najdemo tako različico operativnega plana proizvodnje, ki je izvedljiva tako s stališča potrebnega materiala kakor ostalih sredstev proizvodnje. Izvedljiva različica operativnega plana vstopa v sistem finega terminiranja. Metoda CRP ne generira plana z omejenimi zmogljivostmi virov (Drexler, Kimms, 1998, str. 22). Izračuna se čas zaključka operacije, za to operacijo se izračuna celotni izdelavni čas. Vsota vseh izdelavnih časov se nato primerja z razpoložljivo zmogljivostjo delovnega mesta, vendar ne povzroči nobenih sprememb v primeru primanjkljaja zmogljivosti. Sistem omogoča, da z različnimi poročili spremljamo izvrševanje plana in nam tako nudi možnost pravočasnega ukrepanja, če delo ne poteka tako, kot smo si zamislili.

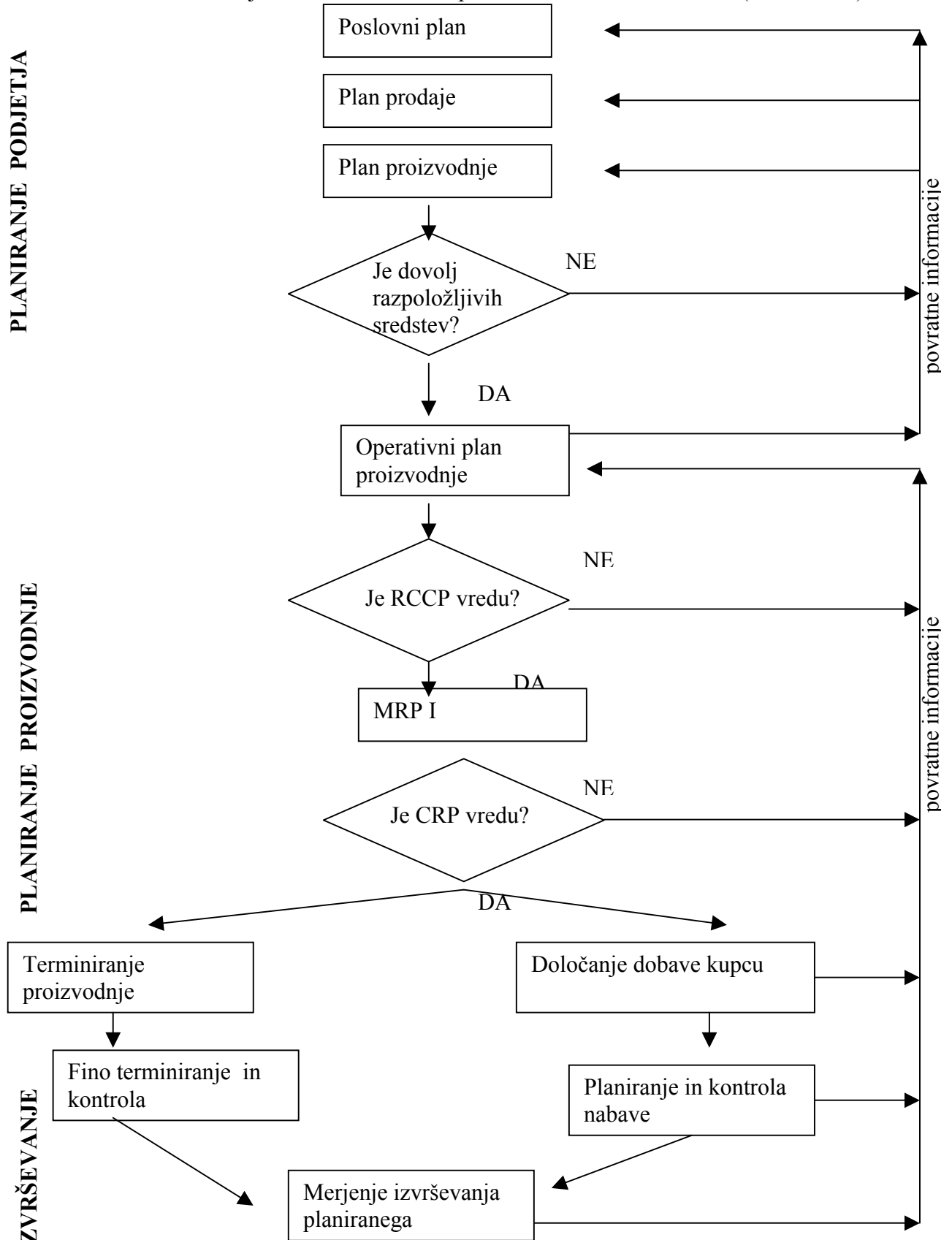
MRP II sistem nam lahko veliko koristi le, če razpolagamo z vsemi korektnimi in v pravem času posredovanimi informacijami. Da to zagotovimo, moramo že na začetku sistem pravilno vpeljati, kar pa je zelo težavno. Zhao et al. navajajo, da je najlažja vpeljava v primerih kontinuirane proizvodnje na zalogo. Primeren je za enostavne kosovnice (čim manj nivojske), ter po možnosti velikega števila vgrajenih materialov (Zhao et al., 2002, str. 3476).

Slika 11: Planiranje materialnih potreb in sredstev (MRP II)

PLANIRANJE PODJETJA

PLANIRANJE PROIZVODNJE

IZVRŠEVANJE



Vir: BURMAN R.: Manufacturing Management, Principles and Systems, 1995, str. 224

2.4.3. Prednosti in slabosti MRP I in MRP II

Največja prednost sistemov MRP I in MRP II je njihova sposobnost izdelati uresničljive plane proizvodnje. Taki plani proizvodnje vplivajo širše in koristijo celotnemu podjetju. V nadaljevanju jih navajamo:

1. Izboljšanje zadovoljstva kupcev: podjetja, ki uporabljajo MRP I in MRP II sisteme v 95 % dosegajo obljubljene roke dobave naročenega blaga kupcem.
2. Zmanjšanje zalog: zmanjšane bodo istočasno, kot bo izboljšano servisiranje kupcev. Zmanjšale se bodo zato, ker materiala ne bomo naročili, dokler ga ne potrebujemo.
3. Zagotovitev podatkov za planiranje proizvodnih zmogljivosti posameznih delovnih centrov; tako MRP I kot MRP II sistemi vsebujejo metodo planiranja potrebnih proizvodnih zmogljivosti (CRP).

Izboljšanje produktivnosti režijskega osebja: z odpravo pospeševanja nujnih naročil v proizvodnji, kar omogoča več časa za planiranje. Nabava materiala lahko prihrani čas in denar z izborom zanesljivih dobaviteljev. Materialni planer ima čas za vzdrževanje pravočasnih in točnih podatkov o trenutnih in planiranih zalogah. Kontrola proizvodnje se osredotoča na kontrolo pravočasnosti izdelave posameznih operacij. Vendar pa kljub vsemu naštetemu za ustrezno delovanje sistema še vedno potrebujemo določeno število režijskih delavcev (Schonberger, Knod, 1991, str. 391).

Med največje slabosti klasičnih MRP sistemov lahko štejemo neupoštevanje omejitev, kot so fiksne zmogljivosti virov (delovnih mest) ali pa razpoložljivost materiala. V literaturi (Tapan, 2002) opazimo še naslednje pomanjkljivosti: večina MRP modulov planiranja se izolira od aktivnih operacij (WIP – work in process), kar pomeni, da ne upoštevajo operacij, ki so v teku. Posledica so lahko preobremenjene zmogljivosti delovnih mest in visoke zaloge. Večino omenjenih slabosti pa odpravljajo z izboljšanimi algoritmi. Primer navajam v nadaljevanju.

Tak sistem planiranja proizvodnje deluje zadovoljivo le, kadar: lahko realno ocenimo pretočne čase posameznih nalogov, je območje pretočnih časov za izdelavo izdelkov sorazmerno majhno, v proizvodnem procesu nimamo ozkih grl, so časi za izvedbo posameznih operacij določeni zelo natančno, nimamo večjih izpadov virov, poznamo primarne potrebe za celotno plansko obdobje, smo pravočasno upoštevali naročila, katerih dobavni rok je krajši od pretočnega časa (Ljubič, 2000, str. 420). Takšni pogoji pa so izjema v proizvodnem okolju. Morda so podobni pogoji le v serijski in množinski proizvodnji na zalogo.

Vpeljava MRP sistemov je zelo težavna in lahko traja dolgo. V literaturi lahko zasledimo da je samo 30% podjetij uspešnih pri vpeljavi teh sistemov planiranja²³. Podatek se

²³ Vir: Project »BIG MAMA«, Feasibility Study, Ciba – Geigy, 1990.

razlikuje glede na regijo. Na kitajskem naj bi tako bilo le 23% uspešnih, v Evropi 56% in v ZDA pa 64% uspešnih projektov uvedbe MRP II v letu 1991 (Zhao et al., 2002).

Glavni razlogi naj bi bili:

- Pomanjkanje aktivne podpore vodilnega managementa.
- Pomanjkljivo izobraževanje in usposabljanje uporabnikov sistema.
- Nerealni plani (tendenca po 100% izkoriščanju zmogljivosti).
- Neažurni podatki (stanje zalog in kosovnic).

Težaven je po mojem mnenju predvsem prehod, saj mora naenkrat začeti delovati ažurno spremljanje zalog, rezervacij zalog ter sproščanje teh rezervacij. Schmenner trdi, da bo uvajanje MRP neprimerno zlasti, ko je z zbiranjem in prilagajanjem podatkov preveč problemov in stroškov (Schmenner, 1993, str. 121). Nasprotniki MRP-ja opozarjajo, da globlji razlogi problemov MRP-ja ležijo v sami zasnovi, kar predstavlja določanje dobavnih rokov oz. proizvodnih časov, kjer nastopata dva problema (Rusjan, 1999, str. 195):

1. V okviru MRP predpostavljamo, da so proizvodni časi konstantni, kar pa ni res. MRP predpostavlja, da je proizvodni čas enak ne glede na to, kakšni so vrstni redi operacij ali koliko operacije je že v proizvodnji (Drexler, Kimms, 1998, str. 23). Proizvodni čas ni odvisen od stanja v proizvodnji, ampak samo od velikosti serije. Tehniki, s katerima skušamo rešiti omenjen problem, sta grobo (RCCP) in podrobno planiranje zmogljivosti (CRP) (Slika 11), vendar je ukrepanje prepuščeno planerju in je v praksi lahko zelo težavno zaradi ogromne količine podatkov, ki lahko vplivajo na odločitve.

2. Zaradi variabilnosti dobavnih rokov in proizvodnih časov obstaja težnja po izbiri dolgih časov v MRP. Ker bi izbira povprečnih proizvodnih časov in dobavnih rokov zagotavljala le 50% raven storitve, zanje praviloma izbiramo pesimistične ocene. Posledica izbire dolgih časov pa je lansiranje večjega števila nalogov in povečanje zalog.

Ključni problem MRP torej izhaja iz njegove determinističnosti. Ker pa nobeno okolje ni deterministično, je z delovanjem MRP-ja povezanih precej problemov. MRP žal ne vključuje nobenih tehnik zmanjševanja stohastičnosti okolja, kot jih npr. vključuje pristop JIT (Rusjan, 1999).

2.4.4. Planiranje materialnih potreb z upoštevanjem zmogljivosti MRP-C

Osnovna struktura MRP-C²⁴ temelji na hierarhičnem načinu planiranja proizvodnje. Nižje po hierarhiji gremo, z več podatki operiramo. Vsako naročilo ima svoje zahteve. Ko se naročila razgradijo na nižji nivo (delovne naloge), je potrebno upoštevati na višjem nivoju

²⁴ Več o MRP-C: Tardif, V.: Detecting Scheduling Infeasibilities in Multi-Stage, Finite Capacity, Production Environments. Northwest University, Evanston. 1995.

določene datume (omejitve) odprem, vrstni red delovnih nalogov ter omejitve (npr. nedobavljen material). Ko se delovni nalogi razgradijo (še na nižji nivo) po operacijah je potrebno upoštevati tako končni rok izdelave, vrstni red delovnih nalogov in ostale omejitve nalogov, kot tudi vrstni red operacij ter omejitve, ki se na nivoju operacij pojavijo (npr. zmogljivosti delovnih mest). Da terminiranje upošteva vse na višjem nivoju izpostavljene probleme, MRP-C začne na najnižjem nivoju terminiranja. Tako npr. zadovolji končne roke z upoštevanjem omejitev zmogljivosti delovnih mest in kreira minimalno potrebo po zalogah. Probleme z preobremenjenostjo zmogljivosti rešuje tako, da predlaga izvedbo naloge (operacije) preden poteče zadnji rok izvedbe (ima pa že razpoložljive materiale - polizdelke). Vzrok take rešitve so zaloge med operacijami (delovnimi mesti). Zalogo, ki nastane, preden se jo potrebuje, v sistemu MRP-C imenujemo »naredi vnaprej« (»build-ahead«). Naloga MRP-C je definirati minimalne časovne rezerve, ko naj bi se operacije naredilo, preden poteče njihov zadnji rok, da je lahko plan izvedljiv z upoštevanjem omejitev zmogljivosti delovnih mest. Maksimalno rezervo lahko sistemu tudi določimo (omejimo) sami (Preactor V.9.0, Appl. Help). Ponavadi jo določamo sproti, ko izdelujemo simulacijske plane. V primeru, da realen plan ni možen, MRP-C prikaže vzroke, ki povzročijo neizvedljivost plana (Hopp, Spearman, 2000, str. 533). S tem omogoči planerju, da ročno naredi spremembe, ki omogočijo ponovno izvedljiv plan (spremeni končne roke naročila, poveča zmogljivosti ...).

Algoritem, uporabljen v sistemu MRP-C, temelji na modelu tekočega traku, da lahko označi delovanje vsakega procesa (stroja, dela strojne linije ali celotne linije, odvisno od potrebnega detajla). Potrebna sta dva vhodna parametra: minimalni praktični dobavni čas (čas procesa z upoštevanjem vseh zamud, časa čakanja, nastavitev) in realistična kapaciteta linije (ki je vsekakor manjša od delovnega časa stroja).

Procedura deluje v dveh fazah. Najprej primerja najbližje potrebe z delom, ki se trenutno izvaja in razpoložljivo zmogljivost, da ugotovi, če je vse izvedljivo. Ko ugotovi vse neizvedljive procese, druga faza deluje po času nazaj, da določi minimalne časovne rezerve v liniji, ki so potrebne, da so vse potrebe zagotovljene in procesi izvedljivi. Procedura izračuna rezervni čas, ko je potrebno predčasno nekaj izdelati ali dobaviti, da je plan izvedljiv glede na primanjkljaj zmogljivosti. Ta rezervni čas mora biti minimalen, tako bodo tudi zaloge minimalne. Rezultat je lahko le v povečanju zmogljivosti ali zaloge, odvisno kaj je manjši strošek ali pa kar je sploh izvedljivo (včasih imamo že maksimalno izkoriščene zmogljivosti, npr. nadurno delo; ali pa imamo omejitve v dobavi).

Končni rezultat MRP-C plana je seznam operacij s predvidenimi začetki, ki bodo pravočasno izvedene z upoštevanjem zmogljivosti delovnih mest in dobav materiala z minimalnimi rezervnimi (»build-ahead«) zalogami. Ključna razlika z MRP II je ta, da MRP II ne upošteva nobenih omejitev zmogljivosti. Pri planiranju zmogljivosti (CRP), samo preverjamo razpoložljive zmogljivosti, plan se v primeru nezadostnih zmogljivosti ne spreminja.

V literaturi poleg MRP-C zasledimo še druge izraze za pravkar opisan algoritem. Planiranje MRP z zaprto zanko (»Close Loop MRP«; Tapan, 2002), ki jo med drugim vsebuje tudi poslovno-informacijski sistem Baan IV podjetja Baan Company, Nizozemska od leta 1999 naprej. Operativno (grobo) planiranje (MPS) ki deluje po izboljšanem principu MRP II tako omenja kot Planiranje z omejitvami (CP – »constraint planning«; Drobnič, 2002, str. 90). Drugi (Shobrys, 2002) omenjajo kombinacijo MRP II z naprednimi sistemi za planiranje APS (APS – »Advance Planing System«) MRP II/APS. Zaslediti pa je tudi kombinacijo sistema MRP II in ekspertnega sistema. Pri kreiranju delovnih nalogov in postavitvi rokov operacij le teh, sistem MRP II s pomočjo ekspertnega sistema preveri določene pogoje, ter določi nove vrednosti: npr. alternativna delovna mesta, nove pretočne čase...(Drexl, Kimms, 1998, str.40). Vedno gre za težnjo dopolniti osnovni MRP II sistem z upoštevanjem omejitev, ki je ena od ključnih in najpogostejše omenjenih hib MRP-ja.

2.4.5. Sistem proizvodnje ob pravem času (JIT)

2.4.5.1 Opredelitev JIT

Naziv »just in time« (ravno ob pravem času) se nanaša na ponavljajoč proizvodni sistem, kjer sta pazljivo terminirana tako vsak korak v proizvodnem procesu kakor tudi dostava materiala s strani dobavitelja. Zaradi tega v procesu nikoli ni nedokončanih proizvodov, ki čakajo, da bodo vstopili v obdelavo. JIT je razvit z namenom odpraviti vsak nepotreben strošek, ki nastane vedno, kadar se v proizvodnji pojavijo problemi. Če te probleme torej prepoznamo in jih odpravimo, bomo nepotrebno trošenje zmanjšali na najmanjšo možno količino. Zato JIT vsebuje število metod, ki so načrtovane z namenom odpraviti vse, kar povzroča nepotrebno trošenje.

JIT lahko opredelimo kot niz orodij, ki jih lahko uporabimo, da odkrijemo in rešimo probleme, ki se pojavljajo v proizvodnji ob pogoju:

- predanosti vodstva in vključenosti zaposlenih,
- zmanjšanja proizvodnih serij in časov namestitve strojev,
- zmanjšanja števila dobaviteljev,
- razvijanja partnerstva kupec/dobavitelj,
- izboljšanja napovedovanja prodaje,
- izboljšanja razmestitve strojev in opreme,
- celovitega produktivnega vzdrževanja,
- celovitega managementa kakovosti (TQM – »Totaly quality management«) (Burman, 1995, str. 273).

Prednost podjetij, ki uporabljajo JIT pristop je, da imajo nižje proizvodne stroške, manj pomanjkljivosti v kakovosti, večjo prilagodljivost in so sposobna hitreje priti na trg z izboljšanimi izdelki.

2.4.5.2. JIT filozofija

JIT je sodoben pristop vodenja proizvodnje. Gre za filozofijo, spremembo mišljenja, ki vpliva na vse poslovne funkcije v podjetju. Z načelom kupiti samo tisto, kar potrebujemo in takrat, ko to potrebujemo, JIT bistveno vpliva tudi na planiranje in kontrolo proizvodnje.

Cilji JIT so:

- minimalni pretočni časi,
- nič napak,
- nič okvar,
- prilagodljiva proizvodnja,
- odprava vseh vrst nepotrebnega trošenja (Hopp, Spearman, 2000, str. 153), .

Poudarek je predvsem na sodelovanju vseh udeležencev (kupcev, dobaviteljev in zaposlenih) in stalnem napredovanju. S pomočjo celovitega vzdrževanja, zagotavljanja kakovosti in skrajševanja časa za menjavo orodij se odpravljajo temeljni razlogi visokih zalog in velikih serij. Skupaj z metodami skupinske tehnologije se ustvarjajo pogoji za razvrstitev strojev v proizvodne celice, ki s svojimi značilnostmi omogočajo dodatne izboljšave. Pri tem se uporablja vrsta originalnih metod, od katerih sta najbolj znani SMED in POKA – YOKE. SMED (»Single digit – minute Exchange od die«) je metoda za skrajšanje časa nastavitve stroja in orodij. POKA – YOKE je sistem, ki zagotavlja kontrolo na izvoru napak.

JIT pomeni celoten koncept proizvodnje in se z Japonske, kjer se je razvil v 70. in 80. letih, čedalje bolj uveljavljal tudi v ZDA in Evropi, vendar, kot navajata Hopp in Spearman, uvedba ni bila tako uspešna kot na Japonskem (Hopp, Spearman, 2000, str. 179).

Schmenner (Schmenner, 1993, str. 378-399) v sedemnajstih točkah opredeljuje JIT pristop proizvodnje v primerjavi s klasičnim pristopom proizvodnje. Bistvene razlike, ki jih je ugotovil, so:

1. V nasprotju s klasičnim pristopom JIT dolgoročno gledano meni, da visoka kakovost izdelkov ali uslug znižuje stroške.
2. Tradicionalno ameriško in evropsko gledanje je, da so managerji in inženirji strokovnjaki, delavci pa sledijo njihovim navodilom. JIT pristop pa meni, da so delavci strokovnjaki, vodstvo in inženirji pa jim pomagajo.
3. Klasični pristop zagovarja izločanje slabih proizvodov, medtem ko JIT predlaga stalno izboljševanje na osnovi odkritih napak.

4. Klasični pristop smatra zaloge v proizvodnji za potrebne, ker delujejo kot blažilci v materialnih tokovih in omogočajo tekočo proizvodnjo. JIT meni, da zaloge v proizvodnji le podpirajo slabo planiranje.
5. Za klasični pristop je značilno izračunavanje optimalnih serij naročila oziroma proizvodnje. Zaradi poudarjanja čim hitrejše zamenjave orodij, po možnosti v času, ko stroj deluje, JIT meni, da je gospodarno proizvajati tudi manjše serije.
6. V klasičnem pristopu je prisotnost zalog nedokončane proizvodnje nujna, medtem ko jih JIT zavrača in uči, da mora proizvodnja potekati tekoče tudi brez zalog.
7. Kar se tiče uvajanja avtomatizacije v proizvodnjo, klasični koncept smatra, da je ta smiselna zaradi zmanjševanja potrebnega dela, JIT pa, da je njeno uvajanje nujno predvsem zaradi izboljšanja kakovosti.
8. Klasični pristop zagovarja uporabo visoko zmogljivih strojev in teži k njihovem velikemu izkoristku. JIT pristop poskuša pospešiti pretok materiala in proizvodov.
9. Klasičen pristop koordinira potrebne materiale in jih pravočasno daje v proizvodnjo. Cilj planiranja materialnih potreb (MRP) je, da pripeljemo v proizvodnjo potreben material, tik preden ga potrebujemo na posameznem delovnem mestu. Seveda pa posamezna delovna mesta ne potrebujejo vsega materiala istočasno. Zato JIT meni, da je preskrbljenost kasnejših delovnih mest povezana z operacijami na začetnih delovnih mestih.
10. Klasični pristop povečuje prilagodljivost proizvodnje predvsem z univerzalnostjo naprav, zalogami, dodatnimi zmogljivostmi. JIT povečuje prilagodljivost proizvodnje s krajšimi pretočnimi časi, dobrim sodelovanjem z dobavitelji, hitrejšim uvajanjem novih proizvodov itd.
11. Stalna in specializirana delovna mesta so sestavni del organiziranosti podjetja, ki zagovarja klasični pristop proizvodnje, nasprotno pa JIT pristop uvaja rotacijo med zaposlene in krči režijska delovna mesta.
12. Razlike med obema pristopoma so tudi v opredeljevanju stroškov. Medtem ko klasični pristop smatra, da so stroški dela spremenljivi, jih ima JIT za stalne.
13. Klasični pristop meni, da morajo stroji in naprave delovati na zgornji meji zmogljivosti, JIT meni, da je pomembna predvsem stalnost in dolgotrajnost delovanja.
14. V nasprotju s klasičnim pristopom, ki je navezan na več dobaviteljev, zagovarja JIT pristop tesno navezavo z enim ali le dvema dobaviteljema.
15. Klasični pristop sprejema nujna naročila, JIT pa jih zavrača.
16. Klasični pristop smatra umazanijo in pospravljanje za sestavni del proizvodnje, JIT pa zahteva, da je tovarna vedno čista in urejena.
17. Klasični pristop zahteva hitro proizvodnjo, JIT pa potrpljenje in dolgoročnost v gledanjih.

Številnim japonskim podjetjem je uporaba JIT filozofije prinesla veliko koristi in dvignila konkurenčnost napram denimo ameriškemu trgu (Hopp, Spearman, 2000, str. 151). Persentili in Alptekin ugotavljata, da JIT filozofija ni tako primerna za raznoliko

proizvodnjo (v primerjavi z MRP sistemom planiranja) kot za ponavljajočo se (Persentili, Alptekin, 2000, str. 2019). Kljub temu za mnogo podjetij JIT pomeni boljši način dela. Sprejetje te filozofije zahteva tudi spremembo organizacijske kulture. Prav kultura je verjetno ključni faktor uspeha JIT na Japonskem.

Uvajanje JIT filozofije je težavno. Drastično se namreč zmanjšajo zaloge repromaterialov in s tem poveča nevarnost izpada proizvodnje zaradi pomanjkanja materiala. Po drugi strani se lahko zaradi zahtevanega kratkega roka dobave, stroški materiala povečajo. Wiliam Atkinson poudarja predvsem zelo dobro sodelovanje z dobavitelji, kot rešitev omenjenih nevarnosti uvajanja JIT (Atkinson, 2003, str. 44). Dobavitelji naj bi sodelovali že pri snovanju izdelka; pri izbiri materialov in tehnologije obdelave. Vseeno pa je za nekatere elemente skladiščenje neobhodno potrebno. V tem primeru, naj bi določen delež skladiščnih stroškov prevzeli dobavitelji. Gonza et. all navajajo prenos stroškov skladiščenja na dobavitelja, kot najpogostejše omenjen proti argument za uvedbo JIT filozofije (Gonza et. all, 2001, str. 2233). Hopp in Spearman opozarjata, da je uvajanje JIT filozofije v japonskih podjetjih potekalo več let, kar ne gre za zanemariti. Zato je uvedba idealne (v delu je omenjena kot romantična) JIT filozofije v sedanjih razmerah, ko so potrebne hitre spremembe, skorajda nemogoča (Hopp, Spearman, 2000, str. 179). Poznan je primer v lesni industriji, kjer so ob uvedbi JIT filozofije utrpeli veliko izgubo zaradi zmanjšanja skladiščenja surovine. Konkurenca, ki ni uvajala JIT, se je s povečanjem nabave lesa v naprej, zavarovala pred hitrim skokom cen, in tako bila konkurenčnejša pri doseganju končnih cen izdelkov po zvišanju cen surovine (Hopp, Spearman, 2000, str. 180).

2.4.5.3. Vpliv JIT na planiranje proizvodnje

JIT vpliva na planiranje in kontrolo vseh poslovnih funkcij podjetja, vendar v največji meri na sistema finega planiranja in kontrole proizvodnje in nabave. Cilj JIT, da je ves potreben material na razpolago v trenutku, ko ga potrebujemo, zahteva natančnejše plane za krajše časovno obdobje, material pa mora biti dostavljen na delovno mesto takrat, ko se operacija prične. Izboljšave v proizvodnji in odstranjevanje vsega, kar ne prinaša dodane vrednosti izdelku, bistveno poenostavijo planiranje in kontrolo proizvodnje. Z neprestanim prizadevanjem za zmanjšanje časov zamenjav orodij, nastavitev strojev in zalog nedokončane proizvodnje je proizvodni sistem enostavnejši in zahteva manj skladiščnega prostora in pripomočkov za premike zalog. Posledica tega je, da je zalog čedalje manj, kontrola pa poenostavljena. Nekateri avtorji, npr. Hill (Hill, 1991, str. 219), ugotavljajo, da je JIT zaradi splošnih zahtev, ki morajo biti izpolnjene, primernejši za ponavljajočo se, neprekinjeno proizvodnjo in ne za neredno povpraševanje, ki zahteva občasno proizvodnjo malih serij.

Vpliv JIT filozofije na planiranje in kontrolo proizvodnje narašča od dolgo- h kratkoročnosti planiranja. Na nivoju operativnega plana so spremembe:

- krajše časovno obdobje, ki ga omogočajo kratki pretočni časi; znotraj tega obdobja mora biti plan konstanten;
- zaradi rezultatov skupinske tehnologije je možnost grupiranja posameznih izdelkov, planira se manj delovnih centrov;
- vzporedno z operativnim planom se izdeluje končni plan montaže.

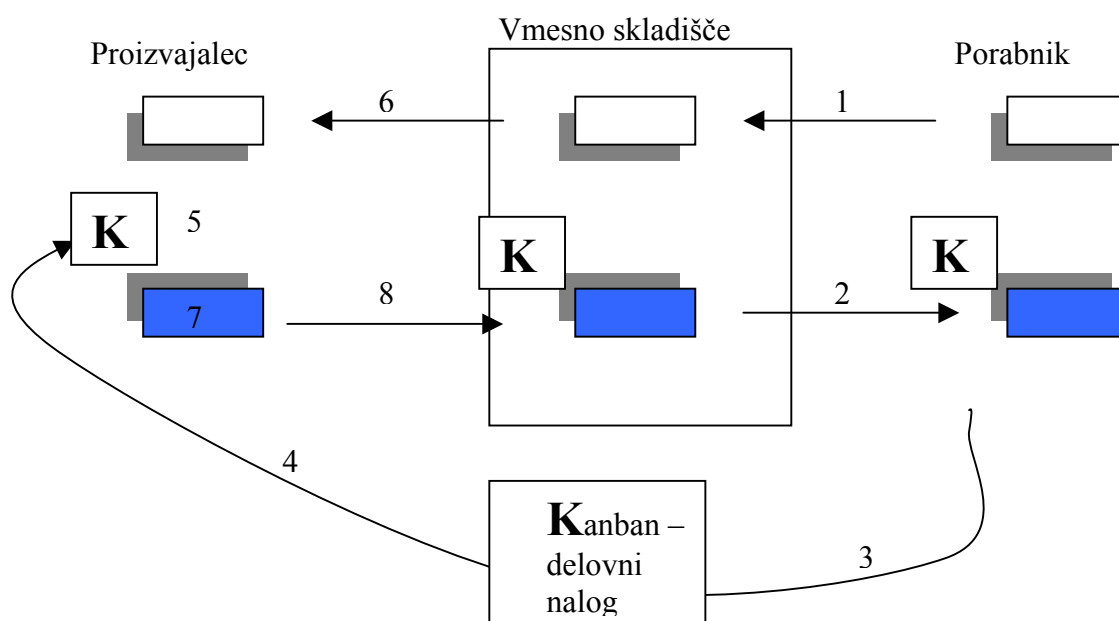
2.4.5.4. KANBAN

KANBAN sistem je načrtovan s ciljem zagotavljanja čim manjših zalog nedokončane proizvodnje in materialov, kar zagotavlja s pomočjo kontrolnih zank med dvema procesoma, ki si sledita (Gaury, 1998, str. 3). Je vidni sistem kratkoročnega operativnega planiranja in kontrole proizvodnje, ki posega v fino terminiranje in kontrolo proizvodnje (Ljubič, 2000, str. 427). Avtor Kanban sistema je Taichi Ohno, nekdanji tehnični direktor v podjetju Toyota Motors. Običajno KANBAN predstavlja sredstvo za zagotavljanje JIT. Zahteva proizvodnjo v skladu s potrebo, če te ni, dovoljuje tudi nezaposlenost proizvodnih virov. Rezultat so kratki pretočni časi, lahka ugotovitev ozkih grl, učinkovita kontrola kakovosti.

Osnova sistema je mesečni plan, na podlagi katerega se določa količina posameznega kanbana²⁵ (kartice) in njihovo število. Te kartice (Slika 12) so edina avtoriteta za naročilo v proizvodnji. Lahko imamo sistem z dvema vrstama ali z eno vrsto kanbana (Slika 12), lahko imamo sistem samo med proizvodnimi fazami, lahko mu dodamo skladišča in v idealnem primeru na isti način poslujeemo z dobavitelji (Productivity Press, 2002, str. 64). Poleg mesečnega plana se izdeluje še končni plan proizvodnje, ki pokriva obdobje enega tedna in je stalen. Kanbani so povezani z načinom skladiščenja vmesnih zalog. Vsak zabojnik, v katerem skladiščimo material ali sestavne dele, ima prirejen kanban. Takoj, ko se zaradi porabe na montaži izprazni zabojnik določene komponente, se kanban lansira v oddelek izdelave te komponente. Količina in vrsta komponente na kanbanu predstavlja naročilo za proizvodnjo. Na enak način se zahteve za izdelavo prenašajo do začetka proizvodne verige, pa tudi do dobavitelja materiala. Vse, kar naredimo, je rezultat zahteve kupca (Ljubič, 2000, str. 429).

²⁵ V delu uporabljam KANBAN z velikimi črkami kot sinonim za sistem, kanban z malimi črkami pa kot sinonim za oznako ali kartico, ki nadomešča naročilo.

Slika 12: Prikaz delovanja sistema z enim kanbanom



1. Porabnik s prazno transportno embalažo odide k ustreznemu vmesnemu skladišču in tam pusti zaboj.
2. Iz vmesnega skladišča prevzame poln zaboj s potrebnimi polizdelki (ali materialom).
3. Na zaboju pritrjeni kanban (kartico) odstrani in ga odloži na tablo – »poštni predal«.
4. Delavec predhodnega delovnega mesta dvigne kanban s table. Ta kanban se smatra kot delovni nalog za izdelavo.
5. Proizvajalec izdelava na kanbanu navedene polizdelke v zahtevani količini.
6. Izdelani polizdelki se odložijo v za to predviden prazen zaboj, ki se vzame iz vmesnega skladišča.
7. Napolnjen zaboj se opremi z ustreznim kanbanom.
8. Poln s kanbanom označen zaboj se od proizvajalca prepelje v vmesno skladišče.

Vir: Hopp, Spearman, 2000, str. 164

Uporaba KANBANA in JIT filozofije prinaša številne prednosti pri planiranju in kontroli proizvodnje. Potrebno je manj vhodnih podatkov. Strukture teh podatkov so enostavne. Planiranje rokov je poenostavljeno ali celo odpravljen. Podrobno preverjanje zmogljivosti ni potrebno. Planska dokumentacija od nivoja montaže nazaj ni več potrebna, zamenjujejo jo kanbani, kontrola zalog je tako enostavna in zanesljiva. Gaury et. al. navajajo, da lahko na avtomatiziranih linijah implementacijo Kanbana še poenostavimo, saj kanban kartico nadomestimo z računalniško mrežo in elektronskimi števci (Gaury et. al., 1998, str. 17).

KANBAN je najprimernejši za proizvodnjo z enakomernim povpraševanjem (nihanje naj ne bi bilo večje od 10%) in s standardnimi opcijami izdelkov (Productivity Press, 2002, str.

12). Jing-Wen in Barnes s pomočjo simulacije dokazujeta, da je za uporabo kanbana skupaj z JIT filozofijo v proizvodnji z nekoliko daljšimi pripravljalnimi časi, primerna organizacija proizvodnje v obliki proizvodnih celic (Jing-Wen L., Barnes J., 2000, str. 4697). Nancy Hyer et al. navajajo, da se pri uvedbi celične oblike proizvodnje poveča uporaba kanban sistema planiranja s 7.3% na 56.4% (Hyer, Wemmerlov, 2002, str. 72).

Glavne značilnosti KANBAN sistema so:

1. Obrnjen tok informacij, ki zadevajo sestavne dele in podsestave, tako da končna montažna linija povleče vse dele, ki jih potrebuje.
2. Zmanjšanje zalog nedokončane proizvodnje na minimum.
3. Odprava ozkih grl v proizvodnji.

V okviru načela vlečenja (»pull control«) zasledimo v literaturi tudi Kanbanu soroden sistem: konstantno izvajanje procesa – CONWIP (»CONstant Work In Progress«), ki ga opisujeta Hopp in Spearman. Gre za enostavnejšo implementacijo, saj je manj interakcij med procesi ki si sledijo (Gaury et. al., 1998, str. 4). Povezava (kontrola) je samo med prvim in zadnjim procesom v liniji. Zadnji proces, narekuje prvemu delovni nalog (kanban oz. tako imenovane Conwip kartice) (Hopp, Spearman, 2000, str. 462).

2.4.6. Primerjava MRP II in KANBAN sistemov

Cilji MRP II in KANBAN so v osnovi isti: sredstva za zagotavljanje JIT. Pristopi za doseg pa so različni. MRP II je v osnovi računalniški sistem, kjer gre za načrtovanje potreb s planiranjem in uravnavanjem kapacitet s pomočjo računalnika, KANBAN pa je ročni sistem. Osnovna značilnost je, da gre za načelo »vlečenja« (»pull«) v nasprotju s klasičnim načelom »potiskanja« (»push«) proizvodnje. »Push« načelo enačimo z MRP sistemom (Productivity Press, 2002, str. 5). Pri načelu vlečenja prihaja avtorizacija (delovni nalog) za delo iz nadrejenega procesa (operacije, ki sledi), medtem ko prihaja pri načelu potiskanja avtorizacija za delo od podrejenega procesa (predhodne operacije). Običajno se načela vlečenja uporabljajo pri proizvodnji na zalogo, medtem ko se načela potiskanja uporabljajo pri proizvodnji po naročilu (Gaury et. al., 1998, str. 2). V obeh sistemih pa narekuje proizvodnjo povpraševanje trga. Torej če ni povpraševanja, ni proizvodnje. Persentili in Alptekin s pomočjo simulacije dokazujeta, da je pri enem do dveh različnih izdelkih, ki se istočasno izdelujejo v proizvodnji še smiselna uporaba JIT filozofije (načelo vlečenja), pri več kot dveh pa je izkoristek zmogljivosti strojev veliko boljši pri uporabi načela potiskanja (MRP) (Persentili, Alptekin, 2000, str. 2016). Dobro poznavanje obeh sistemov nas vodi k spoznanju, da med obema sistemoma ne obstajajo nepremostljive razlike. Pravzaprav lahko tudi MRP II smatramo za pomembno orodje, ki omogoča podjetju, da pristopi k vpeljavi JIT filozofije.

Ključna prednost KANBAN sistema je njegova enostavnost, prednost MRP II sistema pa njegova sposobnost uravnavati kompletno planiranje in terminiranje hitro in učinkovito.

Tudi spremembe je možno hitro uravnjavati. MRP II je sposoben izvajati simulacije (sposobnost odgovoriti na »Kaj če?« vprašanja) za planiranje proizvodnih zmogljivosti, kot tudi ostalih področij (finance npr.). Gaury et. all ugotavljajo, da je Kanban lahko zelo učinkovit v stabilnem okolju, medtem ko je v nestabilnem MRP učinkovitejši (Gaury et. all, 1998, str. 3). Najtežje je v nestabilnem okolju namreč določiti velikost kanbana. Krajewski s pomočjo simulacije dokazuje, da so koristi veliko večje, če v proizvodnji zmanjšamo nastavitvene čase in povečamo njeno fleksibilnost, kot če preidemo iz MRP sistema na Kanban. Tako prihaja do zaključkov, da je uspeh Japoncev, ki so prvi uvedli Kanban, predvsem v tem, da so najprej uspešno izboljšali proizvodno okolje, v katerem pa bi lahko vsak sistem deloval dovolj dobro²⁶.

Za kontroliranje proizvodnih funkcij uporablja KANBAN manj oblikoven pristop kakor MRP II. Orodja, ki jih uporablja KANBAN, se zelo razlikujejo od orodij, ki jih uporablja MRP II. KANBAN uporablja kanban kartice, vidne kontrole, ustna naročila. Najvažnejše orodje znotraj MRP II sistema pa je informacijski sistem, kjer so pomembni ažurni podatki. Jing-Wen in Barnes omenjata probleme povezane pri preskrbi operacij z polizdelki in materiali, v primeru da razpolagamo z netočnimi izdelovalnimi časi ali pa neažuriranimi podatki o zalogah (Jing-Wen L., Barnes J., 2000, str. 4685).

Filozofija, na kateri slonijo JIT sistemi, se zelo razlikuje od filozofije, ki jo tradicionalno cenijo v proizvodnih podjetjih. Treba je razmisliti, ali naj proizvodna podjetja sprejmejo KANBAN metodo. Nekatere oblike KANBANA bi lahko bile koristne, toda KANBAN sam od sebe ne pomaga veliko, da podjetje postane konkurenčnejše ali produktivnejše. Enako tudi MRP sistem sam ne bo dosegel rezultatov. Pomemben je pristop in zaupanje vodstva na vseh ravneh, da najdemo nove načine za izboljšanje planiranja in kontrole proizvodnje (Stevenson, 1993, str. 705 – 706).

2.4.7. Sistem optimiranja proizvodne tehnologije (OPT)

Sistem optimiranja proizvodne tehnologije (OPT – »Optimized Production Technology«) ali sistem ozkih grl, kot lahko prevedemo, je bil kot zadnji razvit v Izraelu in ZDA. Temelji na ugotovitvi, da so ozka grla tista, ki določajo obseg proizvodnje. Zato moramo proizvodni proces postopno izboljševati tako, da odpravljamo ozka grla. S tega vidika je sistem podoben JIT filozofiji.

Sistem uporablja vrsto pravil:

- ozka grla ali kritični viri določajo proizvodnjo celotnega sistema;
- stopnja izkoriščenosti nekritičnih virov je odvisna od ozkih grl; prihranjena ura na nekritičnih virih ne pomeni ničesar, izgubljena ura na ozkem grlu pomeni izgubo za celoten proces,

²⁶ Povzeto po: Hopp, Spearman, 2000, str. 454

- ozka grla določajo rezultat proizvodnje in zaloge, ni smiselno proizvajati hitreje od zmožnosti ozkega grla,
- razpisana velikost serije ni enaka velikosti serije med posameznimi operacijami,
- velikosti serije niso stalne,
- pretočni časi so posledica terminiranja in niso vnaprej določeni (Muhelmann, Oakland, Lockyer, 1992, str. 395).

Za računalniško podporo OPT koncepta, ki je nujno potrebna, se uporablja programski produkt, ki je posebej zaščiten in zato tudi zelo drag. Temelji na predstavitvi zgradbe in izdelave proizvodov z mrežnim časovnim grafom, ki se razdeli na »kritični« in »nekritični« del. V kritičnem delu so zajeta vsa ozka grla. Jedro programa je podrobno načrtovanje obremenitve ozkih grl. Algoritem (»proprietary algorithm«), na katerem je zasnovan, je do danes še tajnost razvijalca sistema. Za kritični del se izvede nato vnaprejšnje terminiranje. Program zaključi retrogradno terminiranje nekritičnega dela.

Formalni sistem OPT v svetu še ni doživel širše uporabe in jo tudi verjetno ne bo. Vzroki so zavračanje nizke izkoriščenosti nekritičnih mest, nepreglednost sistema in zahtevna ter draga računalniška podpora, še posebno pri velikem številu ozkih grl. Gre namreč za zelo zapleten računalniški sistem (Ljubič, 2000, str 453).

2.5. POSODOBITEV SISTEMA PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE

2.5.1. Opredelitev posodobitve sistema planiranja in kontrole proizvodnje

Planiranje in kontrola proizvodnje sta v naših podjetjih še vedno usmerjena predvsem v povečanje učinkovitosti poslovanja podjetja. Da bi dosegli tudi kakovost, fleksibilnost in inovativnost poslovanja, moramo izbrati širši in celovitejši pristop. Tudi uvedba računalniške podpore planiranja in vodenja proizvodnje sama po sebi namreč še ne omogoča večje uspešnosti podjetja. Računalniški informacijski sistem je zgolj orodje, ki npr. pri uporabi kanban sistema niti ni nujno. V literaturi se sicer zasleda, da večina podjetij, ki na novo uvaja ERP (»Enterprise Resource Planning«) sistem, kot poglobitni razlog za nakup, navaja ravno izboljšanje planiranja in kontrole proizvodnje (Duplaga, Astani, 2003, str. 69).

Pri posodobitvi poslovnih procesov, kot je tudi posodobitev planiranja in kontrole proizvodnje, se običajno navaja pet stopenj: opredelitev procesov za prenovo, ugotavljanje dejavnikov sprememb, opredelitev vizije novega procesa, opredelitev in razumevanje obstoječega procesa, razvoj in prototipni pristop k uvajanju novega procesa (Davenport, 1993, str. 25). Podoben petstopenjski pristop k prenovi poslovnih procesov imajo tudi drugi avtorji. Po Harringtonu ima proces izboljšave poslovnih procesov, čeprav se nanaša na ožji obseg sprememb kot prenova oziroma inovacija, pet faz, in sicer: priprava in organizacija izboljšave poslovnega procesa, spoznavanje procesa, izboljševanje procesa,

nadzor in ugotavljanje napredovanja pri izboljševanju procesa (razvoj meril), neprekinjeno izboljševanje procesa (Harrington, 1991, str 21).

Posodobitev sistema planiranja in kontrole je zapleten projekt, ki zahteva sodelovanje vseh zaposlenih, ki so odgovorni za nemoteno izvajanje poslovnih procesov. Hamer in Champy za to funkcijo v podjetju uporabljata naziv »lastnik procesa«. Raziskovalci, ki preučujejo prenovo poslovnih procesov kot dejavnika pri prenovi poslovnega procesa, najprej navajajo vodjo (Hamer, Champy, 1995, str. 109). Vodja je običajno eden izmed vodilnih zaposlenih v podjetju, ki da pobudo za celotno prenovo procesov in jo hkrati tudi odobri.

V skladu s sprejeto vizijo podjetja se oblikuje strategija organiziranosti proizvodnje. Pri tem si lahko pomagamo z naslednjimi priporočili (Marn, 2001):

- proizvajamo samo to, kar zahteva in sprejme tržišče,
- tržna cena je osnova za kalkulacijo stroškov in dobička,
- količine izdelkov in velikosti serij varirajo in so takšne, kot jih zahteva kupec,
- kakovost obravnavamo kot nujnost in ne le kot enega izmed konkurenčnih faktorjev,
- pomembna je kakovost procesov in ne le izdelkov,
- kakovost zagotavljamo z metodami preprečevanja pojava napak,
- vse, kar ne prispeva k povečanju uporabne vrednosti izdelka, je odvečno in pomeni nepotrebno trošenje, ki ga moramo čimprej odpraviti,
- sistem vlečenja v oskrbovanju omogoča časovno točnost v procesu in sprotno proizvodnjo brez nepotrebnih pretočnih časov,
- poudarjena je humanizacija dela in vloga vseh sodelavcev pri odločanju in odgovornosti za celoten proces.

Glede na oblikovano strategijo organiziranosti proizvodnje moramo posodobiti temeljni proces. Pri tem moramo upoštevati dognanja sodobne znanosti in izkušnje iz prakse. Če ne bi najprej posodobili temeljnega procesa, bi vsaka reorganizacija računalniške podpore planiranja in kontrole proizvodnje ter upravljalnih in informacijskih procesov pomenila, da zelo učinkovito delamo »napačne« stvari (Hammer, 1995, str 45).

Kot prva faza prenove planiranja in kontrole proizvodnje se na posodabljanje temeljnega procesa navezuje oblikovanje strategije razvoja informacijskega sistema. Ta obsega opredelitev strateških informacijskih potreb, analizo strategije planiranja in kontrole proizvodnje, oceno primernosti uporabe posameznih metod planiranja in kontrole proizvodnje. V odvisnosti od rezultatov strategij planiranja in kontrole proizvodnje in ocene primernosti uporabe posameznih metod lahko nadaljujemo z uvajanjem standardne rešitve, ki sicer ni nujno podprta z računalniškim programskim paketom. Razumljivo je, da moramo zaradi razlik v temeljnih procesih za vsako podjetje zasnovati njemu lasten informacijski sistem za planiranje in kontrolo proizvodnje. Pri tem moramo standardne in modularne programske pakete za planiranje in kontrolo proizvodnje v praksi vedno prilagoditi posebnostim posameznih podjetij. To storimo v postopku postavljanja začetnih

parametrov programa. Ker pa postajajo standardni programski produkti zaradi povečane integracije in vključevanja novih postopkov izredno zapleteni, so za uporabnika čedalje bolj skrivnostni in nerazumljivi. Zato je njihovo parametriziranje zahtevnejše in dražje.

Ker vsi koncepti planiranja in kontrole proizvodnje niso uporabni v vseh vrstah proizvodnje, moramo za vsako podjetje pri zasnovi integralnega informacijskega sistema poiskati najboljšo kombinacijo sodobnih metod. To je še posebej pomembno za naša pohištvena podjetja, saj se nahajajo na zelo različnih stopnjah razvoja sistemov planiranja in kontrole proizvodnje.

Za spremljanje in vrednotenje projekta prenove planiranja in kontrole proizvodnje je potrebno določiti kazalce, ki so lahko številni. Kazalci, ki jih običajno uporabljamo, so: odstotek doseganja dobavnih rokov, povprečno stanje zalog, koeficient obračanja zalog, pretočni časi, število nadur, produktivnost. Poleg teh obstajajo še številna subjektivna merila učinkovitosti sistema, ki so lahko včasih pomembnejša od kvantitativnih meril. Ta so zadovoljstvo kupcev, konkurenčnost, zadovoljstvo zaposlenih, kakovost in številna druga (Vollmann, 1992, str. 400).

2.5.2. Vplivi trga na izbiro sistema planiranja in kontrole proizvodnje

Osnovna odločitev, ki jo narekuje trg, je, ali bomo proizvajali na zalogo ali po naročilih. Proizvodnja na zalogo je primerna za standardizirane ali vnaprej določene izdelke, še posebej če se njihova razpoložljivost zahteva ob naročilu. V primeru, da proizvajamo po naročilih, maksimalno zadovoljujemo posebne zahteve kupcev, vendar so dobavni roki daljši. Ti dve osnovni možnosti vplivata na določanje proizvodnih ciljev in izbiro sistema planiranja. Odločitev je otežena, ker navadno ne gre za eno ali drugo možnost, ampak za razne kombinacije obeh, kar lahko pomeni kombinacijo različnih sistemov planiranja.

2.5.3. Vplivi ciljev proizvodnje

Določanje proizvodnih ciljev, ki so istočasno skladni s cilji celotnega poslovanja, je zahtevno delo. Neprimerno postavljeni, nasprotujoči si cilji, otežujejo odločanje in izvajanje na nižjih nivojih. Buffa (Buffa, Miller, 1979, str. 704) navaja štiri osnovne cilje oziroma kriterije izvrševanja proizvodnje:

- učinkovitost (stroškovna učinkovitost, učinkovitost sredstev),
- zanesljivost (dobavnih rokov, cen),
- kakovost (proizvoda, storitev),
- prilagodljivost (spremembe v proizvodih in količinah).

Jasni cilji nam olajšajo izbiro sistema planiranja ter izbiro metod. Značilen primer je opredelitev prednosti med ciljema visokega izkoriščanja zmogljivosti in kratkim pretočnim časom. Cilja sta si lahko nasprotna, kljub temu pa se kot proizvodna cilja velikokrat

uporabljata enakovredno. Omeniti velja, da v sodobnih pristopih planiranja in kontrole proizvodnje izkoriščanje zmogljivosti posameznih strojev izgublja na pomenu. Pomembno ostaja na pozicijah ozkih grl, medtem ko dopuščamo nižjo izkoriščenost ostalih delovnih mest. Tak pristop omogoča krajše pretočne čase in nižje vmesne zaloge. To dokazuje Basset na podlagi teorije čakanja v vrsti (Bassett, 1991, str. 57-61). Krajši pretočni časi pomenijo višjo učinkovitost, kar tradicionalni računovodski pristopi zanemarjajo, saj ne merijo časov transporta, čakanja, izgube prostora, zmanjševanja konkurenčne sposobnosti, manjše prilagodljivost. Večinoma poudarjajo učinkovitost operacij, kar lahko vodi do nabave visoko produktivnih strojev s kratkimi časi izdelave. Ker so dragi, smo prisiljeni na njih proizvajati velike količine različnih proizvodov, kar običajno pomeni tudi prostorsko neusklajenost posameznih operacij. Posledice so visoke zaloge, oteženo terminiranje operacij, podaljšane transportne poti in s tem daljši pretočni časi.

3. ANALIZA IN RAZVOJ PROIZVODNJE KRASOPREME

3.1. ANALIZA LESNE BRANŽE

V Evropski uniji spada lesna branža med pomembne panoge, ne pa tudi med najpomembnejše. Branža konstantno izgublja delež v bruto dodani vrednosti (BDV) industrije, vendar pa proti pričakovanju ne izgublja tudi delovnih mest. Vse bolj pomemben segment uspešnega poslovanja proizvajalcev v EU postaja intenzivno (aktivno) trženje. Večina proizvajalcev prodaja trgovcem na drobno ali pa nakupnim skupinam, vendar pa je vse bolj očitna tudi trend globalizacije, ko nekateri proizvajalci (predvsem iz Nemčije) že opuščajo svojo proizvodno funkcijo in se usmerjajo na trgovsko funkcijo. Tako Krasoprema že nekaj zadnjih let uspešno sodeluje s podjetji iz Nemčije pri proizvodnji polizdelkov.

Lesna in pohištvena industrija je v EU nekonkurenčna v primerjavi s konkurenti iz bližnjih držav Centralne in Vzhodne Evrope. Da bi dvignila svojo konkurenčnost, se intenzivno usmerja v dvig produktivnosti s pomočjo novih tehnologij, uvaja nove proizvode in materiale, aktivno tržno komunicira, razvija nove tržne poti, standardizira proizvode in uvaja rigorozne okoljske in zdravstvene direktive. Lesarji na naraščajočo konkurenco odgovarjajo na eni strani z združitvami in prevzemi ter si tako zagotavljajo potrebno velikost obratov za masovno proizvodnjo (npr. sever EU), po drugi strani pa se, predvsem mali proizvajalci, intenzivno usmerjajo v tržne niše, pri tem pa se povezujejo v mreže in grozde in preko skupnih institucij zagotovijo cenejši (subvencioniran) razvoj in trženje ter analizo kakovosti.

Slovenska lesna branža, ki jo sestavlja skupina 20²⁷ (obdelava in predelava lesa) ter podskupina 361 (proizvodnja pohištva) je po skupni zaposlitvi tretja najpomembnejša

²⁷ Šifrant dejavnosti po Standardni klasifikaciji dejavnosti (SKD): D = Industrija 20+ Obdelava lesa in pohištvo 20 Obdel. in predel. Lesa, 361 Proiz. pohištva 3611 Proiz. sedež. poh. 3612 Proiz. pisar. poh. 3613 Proiz. kuhin. poh. 3614 Proiz. drug. poh. 3615 Proiz. žimnic

slovenska industrijska panoga in le minimalno (za 1 odstotno točko) zaostaja za po zaposlitvi najpomembnejšo panogo 29 = proizvodnja strojev in naprav. Med letna dinamika (od 1996 do 1999) kaže, da je imela podskupina 361, v katero spada tudi Krasoprema, pozitivno tako stopnjo rasti zaposlitve kot tudi stopnjo rasti realizacije, slednjo kar za 7-krat višjo od rasti zaposlitve (Center za mednarodno konkurenčnost, 2002).

Po kazalcih produktivnosti (realizacija na zaposlenega in bruto dodana vrednost na zaposlenega) spada branža na rep slovenskih panog. Za njo zaostajata le še oblačilna in usnjarska industrija. Krasoprema spada med nekoliko nadpovprečna podjetja v skupini 361(4). Analiza stroškov Centra za mednarodno konkurenčnost je pokazala, da ima branža izredno neugoden kazalec bruto stroškov dela v okviru bruto dodane vrednosti (BDV), saj je kar 80% BDV obremenjenega z bruto stroški dela (Center za mednarodno konkurenčnost, 2002). Krasoprema je pri tem vseeno nekoliko izven povprečja, saj predstavlja bruto strošek dela skoraj 60% BDV. Vzrok za to gre verjetno iskati v produktih s končno površinsko obdelavo visokega sijaja, ki spadajo v višji srednji cenovni razred.

Poglavitni vzroki nekonkurenčnosti so: visoki bruto stroški dela oz. masa bruto plač v primerjavi z ustvarjeno bruto dodano vrednostjo ter visoki stroški surovin. Poglavitni razlogi za poslabšanje konkurenčnosti so v drastičnem padcu svetovnih cen proizvodov in v nefleksibilnosti proizvodnje in ponudbe, kar je v dobri meri tudi posledica tehnološke zastarelosti proizvodnje. Za sam dvig fleksibilnosti proizvodnje ima prav gotovo bistven pomen poleg samih neposrednih investicij v strojno opremo tudi posodabljanje organizacije in s tem planiranja proizvodnje.

3.2. OPIS PODJETJA

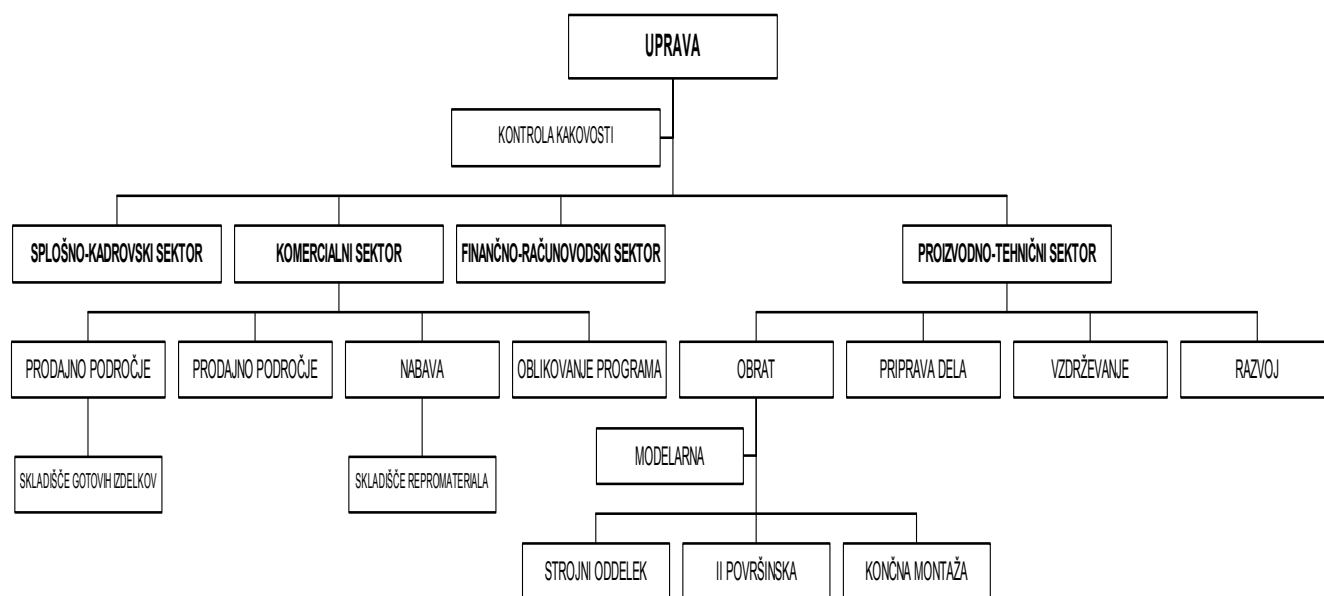
3.2.1 Dejavnost podjetja

KRASOPREMA d.d. je podjetje, ki je poznano kot specializirani proizvajalec spalnic. Dejavnost podjetja uvrščamo v podskupino proizvodnja končnih lesenih izdelkov in v panogo proizvodnja drugega lesenega pohištva – 3614. Podjetje spada v delovno intenzivno panogo z osnovnim programom proizvodnje spalnic. Celotna dejavnost se odvija na lokaciji Dutovlje 127a. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1947. Prvi, zasilno urejeni prostori takratnega podjetja Mizarstvo Divača, so bili locirani po večjih vaseh na Krasu, od Komna do Divače. V letih 1954, 1959 in 1960 so bili zgrajeni prostori v Dutovljah. Pomembna prelomnica v razvoju podjetja je bila razširitev in modernizacija lakirnice v letih 1981 do 1983 ter ponovno kasneje v letu 1998, kar je podjetju omogočilo prehod na višji tehnološki nivo površinske obdelave elementov. Za razliko od mnogih sorodnih sistemov v času lastninske tranzicije Krasoprema ni doživela večjih pretresov, ki bi na kakršenkoli način zamajali njeno trdnost in obstoj. Podjetje je sedaj registrirano kot delniška družba večinskega (96%) lastnika Suzuki Odar d.o.o.

3.2.2 Organiziranost podjetja

Podjetje zaposluje 120 delavcev. Obseg in struktura zaposlenih je predvsem odraz tehnološkega nivoja, ki ga podjetje dosega. Trenutno organizacijsko strukturo prikazuje spodnja slika (Slika 13).

Slika 13: Organizacijska shema podjetja Krasoprema Dutovlje



Vir: Interna dokumentacija Krasopreme, 2002

Organiziranost podjetja se je oblikovala v daljšem času in je odraz potreb, ki jih je narekovala dejavnost poslovanja podjetja. Delo je organizirano v štirih sektorjih: tehnično-proizvodnem, komercialnem, finančno-računovodskem in splošno kadrovskem.

V podjetju je največji tehnično-proizvodni sektor, ki se deli na modelarno ter vzdrževanje in 3 oddelke: strojni oddelek, površinska in končna montaža. Strojni oddelek zaposluje 28 delavcev. Glavna dejavnost je obdelava ivernih plošč posameznih delov pohištva. Površinska zaposluje 20 delavcev. Glavna dejavnost je končna površinska obdelava in čiščenje. Končna montaža zaposluje 30 delavcev. Glavna dejavnost je priprava in montaža okovja ter zlaganje elementov v pakete. Pod tehnično-proizvodni sektor spadata še vzdrževanje in priprava dela, v kateri dela 5 ljudi: vodja priprave dela (PD), konstruktor, tehnični normirec, poenterka in planer. V nabavi sta zaposlena 2 delavca. Njuna osnovna naloga je nabava materiala in surovin, potrebnih za izdelavo posameznih spalnic. V skladišču sta zaposlena skladiščnik in pomočnik, ki skrbita za prevzem, skladiščenje ter izdajo materiala in končnih izdelkov. V splošnem sektorju je zaposlenih 4 ljudi, ki skrbijo za čiščenje, menzo in tajništvo. Finančno-računovodski sektor zaposluje 7 delavcev in ima

naslednje funkcije: vodenje materialnega knjigovodstva, pokalkulacije, kadrovska evidenca, izračun plač in vodenje glavne knjige.

3.2.3 Obstoječi informacijski sistem

Ker se v podjetju uporablja več kot 5 različnih programskih aplikacij različnih proizvajalcev, vsaka s svojo bazo podatkov, je glede na dejstva, ki so navedena v literaturi (Lucas, 1992, str. 270; Kovačič, 1999; Gombač, 2002, str. 45; Turbit, 2003, str. 39), več kot očitno, da je potrebno obstoječi sistem korenito prenoviti z uvedbo novega integralnega informacijskega sistema (ERP – »Enterprise Resource Planning«). Zato se v poglobljeno analizo obstoječega informacijskega sistema v delu ne bom spuščal. Na kratko bom le opisal pretok informacij med oddelki s poudarkom na proizvodnji.

Priprava dela sprejme povpraševanje po spalnicah (ki se ne vodi v elektronski obliki) in na podlagi prejete dokumentacije pripravi plan (ki tudi ni v elektronski obliki), na osnovi katerega se v programu za vodenje proizvodnje odprejo delovni nalogi. Program za vodenje proizvodnje, ki je namenjen izključno razpisu delovnih nalogov, je bil narejen namensko za podjetje in pokriva izdelavo osnovnih kosovnic za spalnico s potrebnimi materiali in operacijami. Program ni povezljiv z ostalimi moduli (npr. materialnim poslovanjem). Na osnovi izračunanih potreb materiala nabava preveri stanje materialnih zalog v skladišču ter naroči manjkajoči material.

Na osnovi dobavnice skladiščnik kvantitativno in kvalitativno prevzame naročeni material in prejem vnese v računalnik ter s tem poveča zalogo. Izdaja materiala iz skladišča poteka z izdajnico (ki je enaka izračunani listi potreb po materialu za nalog), ki jo skladiščnik vnese v računalnik. Likvidacijo materiala knjižijo v finančnem sektorju, ko prispe faktura. Vendar glavna knjiga ni povezana z modulom materialnega poslovanja. Skladiščnik v skladišču gotovih izdelkov po prejetju vseh paketov spalnic vnese v svoj računalniški program število prejetih spalnic za nalog. Razknjižuje jih na podlagi dobavnic, ki jih ročno napišejo v prodaji. Program za vodenje skladiščnega poslovanja gotovih izdelkov ni povezan z ostalimi moduli.

3.2.4 Značilnosti prodaje

Povpraševanje po pohištvu je v Krasopremi d.d. sezonsko naravnano. V zimskih in spomladanskih mesecih je povpraševanje približno 80%, v jeseni pa 120% glede na povprečno letno povpraševanje. Zaradi tega se pretežno dela na zalogo (MtS) in vsaj v prvi polovici leta roki izgotovitve posamezne garniture niso posebej pomembni. Prodaja izdaja delovne naloge proizvodnji na podlagi napovedi prodaje, ki temelji na analizi prodaje iz prejšnjih let. Ker napoved temelji le na povpraševanju v preteklosti, tako ne izraža trenutnega ali prihodnjega trenda v pohištvu. Glede na ugotovitve v poglavju 1.3.5.2,

Planiranje in kontrola zalog neodvisnega povpraševanja, bi bilo primernejše vzdrževanje varnostnih zalog.

V zadnjem času se povečuje izdelava po naročilu znanega kupca (MtO), zaradi česar je planiranje proizvodnje postalo bolj zapleteno in je zato pridobilo na pomenu, saj se je potrebno rokov, ki jih postavi kupec, trdno držati oz. vsaj pravočasno obvestiti kupca o zamudi. Večinoma gre za dodelavne posle, kjer je razvoj izdelkov na strani kupca v nekaterih primerih, pa mu pri razvoju pomaga tudi razvojni oddelek Krasopreme. Vedno pa gre za ponavljajoča se naročila z vnaprej določenimi minimalnimi količinami posameznega naročila, ki so še sprejemljiva z vidika ekonomičnosti proizvodnje oz. kalkulacije, na kateri temelji postavljena prodajna cena. Enkratnih naročil Krasoprema ne sprejema.

Gre za relativno širok (več kot 20 različnih garnitur v 12 barvnih izvedbah) prodajni program. Vsaka garnitura se precej razlikuje od druge, kar pomeni, da se posameznih elementov med posameznimi garniturami ne da kombinirati. To v bistvu še povečuje potrebo po skladiščnem prostoru. Zaradi visokih zalog končnih izdelkov in s tem velike vsote vezanih finančnih sredstev podjetja pa postaja planiranje zalog zelo odgovorna naloga.

Proizvodnja celotnega prodajnega programa se ponovi približno v treh do štirih mesecih. Tako se v povprečju vsaka garnitura izdela v treh do štirih različnih serijah na leto. Da lahko prodaja v vsakem trenutku razpolaga s celotno paleto prodajnega programa, si mora zagotoviti vsaj dvomesečno zalogo z upoštevanjem 30-dnevnega dobavnega roka. Tako mora z zalogo uravnavati že prej omenjena sezonska nihanja in ekonomičnost proizvodnje.

3.2.5 Značilnosti proizvodnje

Obrat proizvodnje, ki spada v okvir tehničnega sektorja, sestavljajo trije oddelki. Ti so med seboj povezani, saj proizvodi prehajajo iz strojnega oddelka v oddelek površinske obdelave in nato v oddelek končne montaže. Elementi, ki pa niso površinsko obdelani, preidejo iz oddelka strojne obdelave neposredno v oddelek končne montaže. Proizvodni obrat ima linijsko razporejene stroje. Večina operacij poteka po točno določenem vrstnem redu in ni velikih alternativnih odstopanj. Obstajajo sicer polizdelki (do 5%), na katerih so potrebne še določene posebne operacije izven osnovne tehnološke linije. Ta delovna mesta so tudi zelo malo obremenjena in običajno niso predmet terminiranja. Čeprav je proizvodnja linijsko uravnana, poteka proces na več manjših strojih, ki med seboj niso neposredno povezani. Zmogljivosti med posameznimi fazami niso povsod usklajene, kar povzroča ozka grla in otežuje planiranje proizvodnje. Pretok polizdelkov med stroji poteka po valjčnih progah, kar sicer sili k linijski obdelavi in vesplošnem redu v obratu. V proizvodnji zagotavljajo visoko kakovost izdelkov z upoštevanjem internega poslovnika kakovosti v vseh fazah proizvodnje. Krasoprema ima že več let certifikat ISO 9001, ki tudi

potrjuje težnjo k proizvodnji brez napak. Med posameznimi oddelki ni prostora za večjo medfazno zalogo. Gre le za minimalno površino, kolikor jo je potrebne, da delo poteka neprekinjeno, čeprav morajo elementi po površinski obdelavi mirovati vsaj 12 ur.

Ključna konkurenčna prednost proizvodov Krasopreme je površinska obdelava s polivalnim načinom nanosa laka in UV tehnologijo sušenja, s čimer se lahko doseže visoki sijaj brez poliranja. Da je taka obdelava lahko še ekonomsko upravičena, so pogoj večje serije. Sam razvoj tehnološkega postopka površinske obdelave je precej drag, saj mora biti razvit postopek za vsako podjetje (lakirno linijo) posebej. Dobavitelji materialov pogojujejo minimalne količine, saj so laki prirejeni za posamezno podjetje (lakirno linijo) in je zato proizvodnja lakov lahko zelo naročniško naravnana. Tudi za proizvode, ki so samo strojno obdelani, so pogoj večje serije, saj so nastavitveni časi strojev precej dolgi (tudi po več ur).

3.2.6 Značilnosti nabave

Nabavna služba sodi, kot vidimo na sliki (Slika 13), v okvir komercialnega sektorja. Vodja nabave koordinira tudi delo v skladišču repromateriala. Ključna naloga nabave je z minimalnimi zalogami oskrbovati potrebe proizvodnje. Količinsko je več kot polovica materiala iz uvoza, zato je nabava nekoliko zahtevnejša. Dobavni roki so že samo zaradi uvozne administracije (špedicija, carina) daljši. Vsekakor pa je ena od konkurenčnih prednosti bližina meje in s tem dobro poznavanje jezika in kulture Italijanov. Večina izdelkov iz uvoza je narejenih namensko, po naročilu, kar ponovno podaljša dobavne roke, hkrati pa tudi pogojuje minimalne količine. Velikokrat gre za volumsko obsežne dobave (polivretanske končnice postelje, kartonska embalaža, iverka), ki zahtevajo relativno veliko skladiščnega prostora, ki pa ga v Krasopremi primanjkuje. To še otežuje usklajevanje (združevanje) dobav. Ena od značilnosti italijanske industrije, ki je glavni dobavitelj, je kolektivni dopust v avgustu. Zato je treba nabaviti material za dva meseca vnaprej, da se izogne morebitnim izgubam proizvodnje zaradi primanjkovanja materiala. Ker gre za srednji, velikokrat pa tudi nižji srednji cenovni razred materialov, so reklamacije pogoste. Varnostno zalogo je včasih treba imeti ravno zaradi pogoste preslabe kakovosti dobavljenih materialov. Dobave se najpogosteje ne združujejo za različne naloge, saj so materiali za vsako spalnico – nalog, specifični.

4. ANALIZA PLANIRANJA IN KONTROLE V KRASOPREMI D.D.

4.1. OPIS SLUŽBE OPERATIVNE PRIPRAVE PROIZVODNJE

Služba operativne priprave proizvodnje (OPP) je v tesni povezavi z vsemi drugimi službami v podjetju. V njej se zbirajo številne, zelo pomembne informacije, ki jih mora služba upoštevati in urejati za nemoten potek dela v proizvodnji.

Osnovne naloge operativne priprave proizvodnje so:

- izdelava delovne dokumentacije,
- usklajevanje vseh elementov proizvodnega procesa,
- zagotavljanje proizvodnje z vsemi potrebnimi materiali,
- usklajevanje vseh potrebnih informacij glede izdelka,
- priprava vseh materialnih sredstev,
- postavljanje proizvodnih planov,
- spremljanje in kontrola izvrševanja ter zaključek dela.

Služba OPP mora torej dati odgovore na tri osnovna vprašanja: kdaj, kako in kje se bo proizvajal posamezen izdelek. Pripravi vse potrebno za začetek proizvodnje. Služba OPP je del proizvodno-tehničnega sektorja in jo sestavljajo vodja, konstruktor, tehnični normirec, poenterka in planer. V okviru komercialnega sektorja pa deluje oddelek nabave, ki ga sestavljajo: vodja nabave, referent nabave, skladiščnik in pomočnik skladiščnika.

Kratka predstavitev nalog posameznih segmentov: Vodja skrbi za nemoten potek dela znotraj službe in za koordinacijo med službami ter obrati. Planer skupaj s tehničnim normircem skrbi za planiranje proizvodnje. Konstruktor skupaj s tehnologi skrbi za izdelavo in razmnoževanje interne dokumentacije. Oddelek nabave in skladišče repromateriala na podlagi naročil skrbita za pravočasno in natančno oskrbo proizvodnje s potrebnimi materiali in delovnimi sredstvi. Za boljši pregled nam je lahko v pomoč organizacijska shema podjetja Krasoprema (Slika 13).

4.2. ZBIRNO MESEČNO (AGREGATNO) PLANIRANJE

4.2.1. Letni plan poslovanja

Letni plan poslovanja je po eni strani načrt, s katerim predvidimo obseg in vsebino proizvodnje, ki je uresničljiva v enem letu, po drugi strani pa letni plan vsebuje tudi naloge za izpolnitev ciljev, ki so pomembni za delavce v podjetju kot tudi morda za širšo družbeno skupnost (kraj, krajevno skupnost, občino). Programska usmeritev je rdeča nit vsakega načrtovanja, ki mora biti dosledno spoštovana ali pa ustrezno korigirana. Tržna stanja se spreminjajo, zato mora biti podjetje vedno sposobno in pripravljeno, da se zahtevam prilagodi. Programska usmeritev je osnova za oblikovanje organiziranosti dela, izgradnjo ali dopolnitev zmogljivosti, za načrtovanje dela in življenja v vseh celicah podjetja, za kreiranje novih modelov spalnic, njihovo proizvodnjo in trženje.

Ena od nalog letnega plana poslovanja v Krasopremi je plan stroškov za prihodnje leto. V planu se opredeli tudi potrebna vzdrževalna dela ter ostale manjše investicije. Plan je ključen za izračun planiranega dobička, zato ga mora na koncu odobriti nadzorni svet družbe.

4.2.2. Priprava zbirnega letnega plana

Ustrezni podatki so predpogoj za kakršno koli pripravo planov. V ta namen pripravimo ustrezno tabelo podatkov, ki nam bo služila pri izdelavi plana. Prodajni oddelek pripravi seznam družin spalnic, ki jih načrtuje za prodajo v naslednjem letu. Ker gre za 12 mesečno obdobje in za družine izdelkov lahko letni plan Krasopreme enačimo z zbirnim (agregatnim) mesečnim planom. Plan običajno pripravijo na osnovi preteklih podatkov. V seznamu so navedene minimalne in maksimalne količine, ki jih trg po posameznih letnih kvartalih, glede na sezonska nihanja, lahko sprejme oz. potrebuje. Minimalne količine so podane zato, da lahko zagotovimo širšo paleto proizvodnega programa. Poleg tega je podana povprečna prodajna cena za spalnico. Tako lahko izračunamo celoten prihodek: pomnožimo prodajno ceno spalnice s planirano količino in to za različne spalnice seštejemo.

Spalnicam v tehnološkem oddelku izračunajo potrebo po materialu (samo predstavnikom določenih družin spalnic, saj gre za agregatno planiranje). Nabavni oddelek posreduje planske cene za potrebne materiale. Tako izračunamo strošek materiala za posamezno spalnico. S pomočjo plana letnih količin materialov lahko nabavni oddelek ta plan posreduje svojim dobaviteljem ter ugotavlja možne omejitve. Te so večinoma le pri kooperantih, ki imajo omejene kapacitete, vendar se da najti še dodatne kooperante (kar pa ne podraži polizdelka). V tehnološkem oddelku podajo potreben izdelavni čas po enoti posameznega tipa spalnice. Ta je izračunan tako, da se za določeno garnituro sešteje celoten norma čas po delavcu²⁸. Cena ure dela je znana in vključuje vse stroške razen neposrednega materiala. Da dobimo preostale stroške (poleg materiala), to ceno pomnožimo z vsoto norma časa. Ceno norma ure dela posreduje finančni oddelek.

Glede na to, da je povpraševanje po pohištvu sezonsko naravnano, je za prodajo pomemben plan po kvartalih. S pomočjo zalog, ki se jih ustvari v prvem in drugem kvartalu (glede na manjše povpraševanje), se proizvodnjo poskuša obremenjevati enakomerno.

Pri izračunu razpoložljive zmogljivosti proizvodnje upoštevamo naslednje predpostavke: delovnih dni v letu 2003 je 246, število delavcev po normi je 74. Vrednost zmogljivosti se izračuna po naslednji formuli: $246 \text{ dni} * 8 \text{ ur/dan} * 0,7985 \text{ (izguba časa v proizvodnji: dopusti, bolniške, okvare strojev ..)} * 74 \text{ delavcev} = 116.328 \text{ normiranih ur}$. Glede na število udeleženih delavcev in planiranih izgub, lahko izračunamo, da lahko dnevno realiziramo 49 planskih enot spalnic (ena enota vsebuje 12 ur udeleženega normiranega dela). Na letni ravni je tako mogoče izdelati 12.000 planskih enot spalnic. Na koncu primerjamo vsoto potrebnih normiranih ur (količina posameznega tipa spalnice z

²⁸ Obrazložitev norma časa: če neka operacija traja 1 uro in jo opravljajo 3 delavci, potem se to šteje za 3 normirane ure.

ocenjenim normiranim časom izdelave) za plan prodaje z razpoložljivo zmogljivostjo proizvodnje. V primeru odstopanja je treba korigirati plan prodaje ali pa zmogljivost proizvodnje. Odločitev o tem mora podati predsednik uprave. Izračunana dnevna kvota planskih spalnic, je osnova za operativni plan.

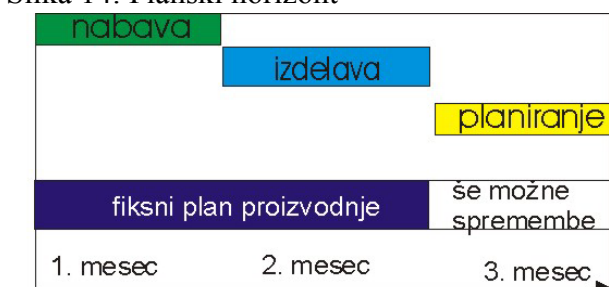
4.3. OPERATIVNO (GROBO) PLANIRANJE PROIZVODNJE

4.3.1 Podrobnejši opis operativne priprave dela

Delo v operativni pripravi proizvodnje se začne z napovedanimi potrebami prodaje. Prodaja zbira potrebe trga in jih z upoštevanjem trenutnih zalog posreduje v operativno pripravo proizvodnje (OPP). Kot smo že omenili gre večinoma za proizvodnjo na zalogo (MtS). Točka vstopa kupca v proces je šele ob odpremi končnih izdelkov iz skladišča. Prodaja je tako odgovorna za popolnitev proizvodnje. Tako je ena od glavnih nalog prodaje izkoriščanje proizvodnih zmogljivosti, ki so določene na podlagi letnega plana. To je tudi edina ugotovljena neposredna povezava med operativnim in letnim planom. V nadaljevanju bomo opisali, kakšna je pot naročila in kakšne naloge mora opraviti operativna priprava proizvodnje.

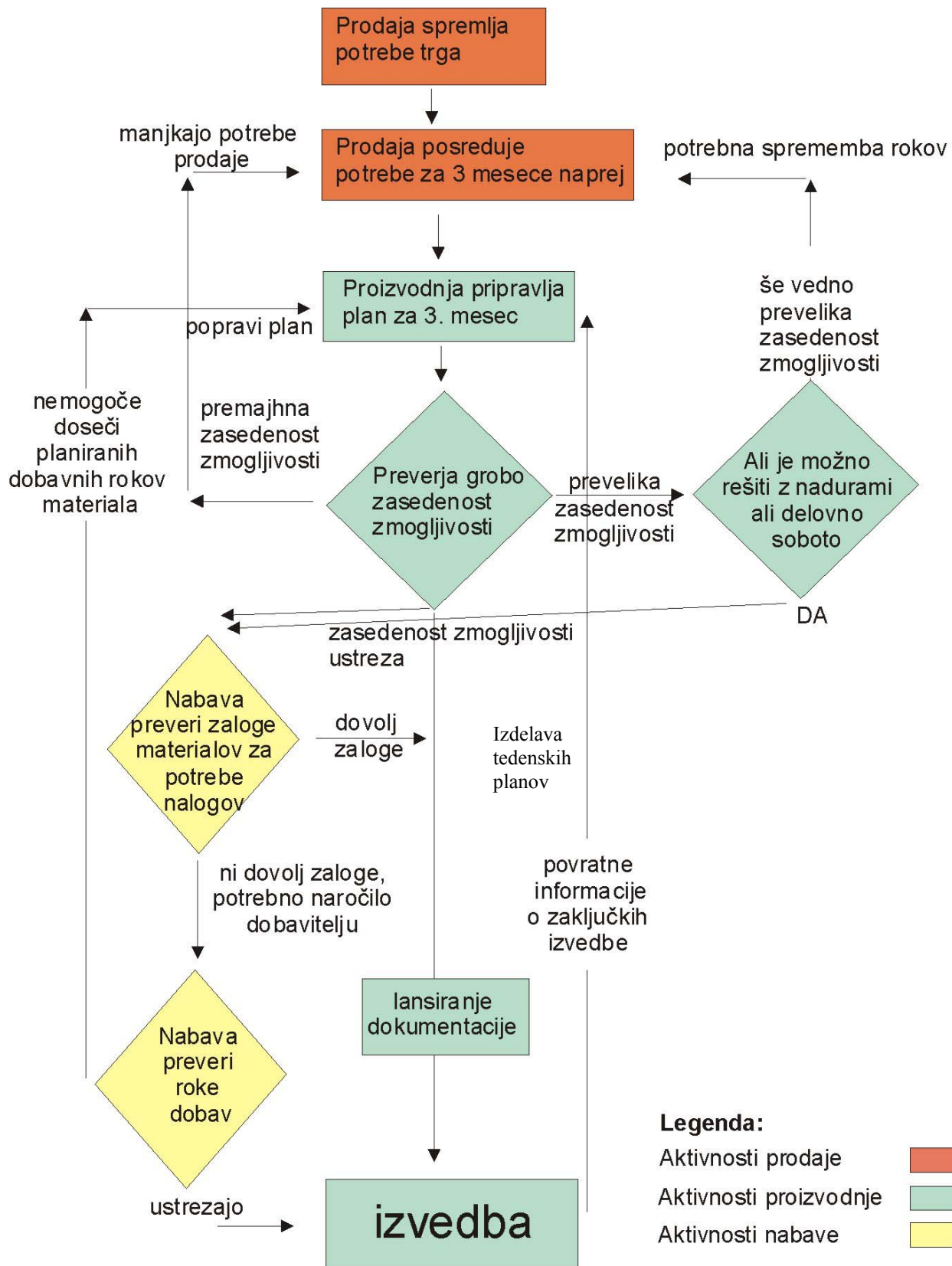
Prodajna služba večkrat mesečno podaja potrebe po spalnicah OPP (običajno za 3 do 4 mesece v naprej), in sicer tako, da navede število in vrsto spalnic in po potrebi tudi rok izdelave. Prodajna služba mora skrbeti za zasedenost proizvodnje v naslednjih treh mesecih (Slika 14). Prodajna služba je tudi dolžna neposredno z oddelkom OPP preverjati proizvodne zmogljivosti in jim prilagajati svoja naročila (Slika 15). Sprejete potrebe prodajne službe planer razvrsti po podobnih garniturah, to je po podobnih tehnoloških obdelavah in izdelavnih rokih (v primeru, da prodajna služba to posebej zahteva). Vsaka serija dobi svojo številko – nalog, ki je ključ za vse nadaljnje analize ter za naročila materiala. Ker so dobavni roki ključnih materialov dolgi mesec dni, je potrebno toliko pred začetkom proizvodnje te materiale tudi naročiti. Povprečno trajanje izdelave je tudi en mesec. Če nečemo imeti prevelike nedokončane proizvodnje, se moramo držati vrstnega reda, ki smo ga določili (fiksirali) za dva meseca naprej. Zaradi tega se v Krasopremi uporablja drsni 3 mesečni horizont z dvomesečnim fiksnim planom kot ga vidimo na sliki (Slika 14). Fiksni plan, kot ga navaja tudi Xie (Xie et al, 2003, str. 71), se uporablja z namenom čim večje stabilnosti plana proizvodnje in posledično tudi plana nabave.

Slika 14: Planski horizont



Zbiranje potreb trga

Slika 15: Prikaz operativnega (grobega) planiranja v Krasopremi



V primeru proizvodnje po naročilu kupca (MtO) pa je sodelovanje prodaje in OPP tesnejše, saj mora prodaja naročilo, z želenim rokom, kupcu potrditi. To potrdilo pa ji lahko poda le OPP, ki mora preveriti izvedljivost novega plana z upoštevanjem pravkar predlaganega naročila kupca, ki neposredno povzroči nalog v proizvodnji. V takem primeru je eno naročilo en nalog, ki se spremlja od začetka do odpreme znanemu kupcu. Točka vstopa kupca v proces je torej že pred pričetkom proizvodnje, dejansko z nabavo repromateriala za naročilo. Ker so roki običajno kratki (vseeno pa ne krajši od potrebnega minimalnega planskega horizonta, omenjenega v poglavju: 2.3.2.4), mora OPP, preden poda potrdilo o izvedljivosti glede na razpoložljive kapacitete, preveriti razpoložljivost potrebnega repromateriala. Tako mora počakati na potrdila nabavne službe, ki preveri izvedljivost dobav s strani dobaviteljev in kooperantov (Slika 15). Ker ni neposredne povezave med operacijami in potrebami po materialu, je časovno usklajevanje rokov dobave zahtevno in nenatančno. Proizvodnja po naročilu kupca se izvaja samo za konkretne »naročniške« izdelke kupcev, ki ne spadajo v prodajni program Krasopreme in kjer kupec narekuje že samo zasnovo izdelka. V primeru, da se zahteva krajši dobavni rok od dveh mesecev, kar sicer ni običajno, je potrebna sprememba fiksnega plana proizvodnje. Običajno se na tak način poveča nedokončana proizvodnja ali pa (v najboljšem primeru) zaloge repromateriala.

4.3.2 Grobo planiranje zmogljivosti (RCCP)

Če želimo ugotoviti rok izdelave določenega naloga spalnice, moramo nujno poznati potreben čas po posameznem delovnem mestu. V OPP morajo izdelati normativ delovnega časa za vse operacije posameznega izdelka. Na podlagi normativa časa za izdelek tehnični normirec lahko izračuna potrebne zmogljivosti za nalog (potreben norma čas). Potrebne zmogljivosti predstavljajo število normiranih ur po posameznih strojih oziroma delovnih mestih, ki morajo biti na razpolago za izdelavo naročene količine spalnic za nalog. Izračun potrebnih zmogljivosti pa nič ne koristi, če nimamo tudi podatka o razpoložljivih zmogljivostih po delovnih mestih. S primerjavo obeh vrednosti (razpoložljive zmogljivosti – potrebne zmogljivosti) lahko ugotovimo višek ali primanjkljaj zmogljivosti. Pri izračunu razpoložljivih zmogljivosti moramo upoštevati povprečne izgube razpoložljivega delovnega časa. Izgube delimo v dve skupini, in sicer v izgube delovnega časa zaradi delavca in izgube delovnega časa zaradi strojev in naprav. Pri zmogljivosti delavca moramo upoštevati teoretične možnosti: faktor doseganja norm, planske odbitke (prazniki, kolektivni dopusti, odmor) in statistično povprečje prisotnosti na delu (dopust, bolniške). V Krasopremi morajo o teh odbitkih oziroma izgubah oddelkovodje tedensko poročati OPP, in sicer zato, ker so dopusti in ostale odsotnosti planirane. Tako lahko razpolagajo z vsemi podatki, ki so potrebni za planiranje razpoložljivih zmogljivosti. Izgube zaradi strojev in naprav pa so planske izgube (remont, tekoče vzdrževanje, čiščenje, mazanje itd.) in statistične povprečne izgube (pomanjkanje energije, okvare, ostali zastoji).

Ko torej OPP ugotovi presežek ali primanjkljaj zmogljivosti za določen termin (običajno gre za 3. mesec), šele izdela tedenske plane po ključnih delovnih mestih (kjer so pričakovana ozka grla). Za koliko delovnih mest bo planer ugotavljal izvedljivost plana je odvisno predvsem od časa, ki ga ima na razpolago, saj je ročno računanje in primerjanje zmogljivosti po delovnih mestih zamudno delo. Pri tem uporablja gantogramsko tehniko, omenjeno v poglavju 2.3.2.5.5. Za posamezno delovno mesto vriše premico, ki predstavlja časovno enoto za posamezen nalog. Vsak nalog ima svojo barvo. V primeru pomanjkanja zmogljivosti skuša naročilo realizirati na več načinov, bodisi da uvede nadurno delo, da se delo opravi v eni izmed prostih sobot ali, da poišče kooperanta s prostimi zmogljivostmi. V Krasopremi se zadnje možnosti običajno ne poslužujejo. V primeru pomanjkanja materiala delavce razporedijo na druga dela, brezplačnega dopusta običajno ne uporabljajo.

4.3.3. Planiranje materialnih potreb

Nabavna služba prejme s strani OPP seznam potrebnega materiala za nalog, ter rokovnik s planiranimi potrebami po skupinah materialov. Z namenom čim manjših stroškov naročanja, lahko nabava predlagane količine združi še s potrebami preostalih nalogov. Nabava naj bi nabavljala po potrebi, za termin, ko se material potrebuje (»just in time«), brez zalog. V praksi pa je to nemogoče, saj ji OPP ne poda točnih terminov, v katerih bo material potreben. Po drugi strani pa je precej dobaviteljev nezanesljivih in se ne držijo obljubljenih dobavnih rokov, zato je treba za ključne materiale, ki se uporabljajo v več različnih izdelkih, s sprotnim preverjanjem stanja vzdrževati varnostne zaloge. Serije so, kot smo že omenili v poglavju 3.2.6., dovolj velike, da nabavnemu oddelku zaradi ekonomičnosti nabave ni potrebno posebej združevati potreb nalogov. Osnovno surovino – iverko, mora celo za posamezen nalog, razbiti na več manjših dobav, ki morajo biti zaradi omejitev skladiščnega prostora do dneva natančno usklajene z začetkom tehnološkega procesa. Tako mora vodja nabave večkrat dnevno z obratovodjo ali oddelkovodjo oddelka strojne obdelave ter s skladiščnikom preverjati potrebe po repromaterialu in ustrezno ukrepati.

4.4. TERMINIRANJE PROIZVODNJE

Obratovodja v okviru grobega plana izdela tedenske plane, kjer določi le vrstni red nalogov po ključnih delovnih mestih. Večino dela v povezavi s terminiranjem operacij v proizvodnji neformalno opravijo oddelkovodje. Ti namreč dodeljujejo operacije delavcem in s tem tudi določajo vrstni red dela. Pri vrstnem redu operacij poskušajo predvsem upoštevati nastavitve strojev, tako, da z eno nastavitvijo stroja obdelajo čimveč elementov (tudi, če se morda nekateri rabijo šele kasneje). V času dopustov je težko doseči optimalni izkoristek delovnega mesta, saj je večji problem, kdo lahko kaj dela. Ker proizvodnja ni izključno linijska, obstaja precej manjših strojev, ki nimajo konstantnega dela. Zato je treba delavce pogosto razporejati z enega stroja na drugega. Podoben problem je v primeru

nepredvidenega izpada (pomanjkanje materiala ali okvara stroja ...) in s tem pomanjkanja dela.

4.5. PRIPRAVA IN LANSIRANJE DOKUMENTOV

Po navodilih obratovodje poenterka izpiše potrebne delovne liste za vsako operacijo posebej. Za nalog izpiše tudi seznam potreb po materialu za vsak oddelek posebej. V primeru, da gre za nov program, morajo tehnologi in konstruktor pripraviti še tehnično-tehnološko dokumentacijo. To so predvsem načrti in kosovnice ter opis tehnoloških in kontrolnih postopkov po posameznih delovnih mestih. Poenterka razdeli dokumentacijo po oddelkih. Prejeto dokumentacijo razdelijo oddelkovodje med delavce. Poenterka nato dnevno pobira izpolnjene delovne liste delavcev in jih mesečno obračunava za potrebe stimulacije pri osebnem dohodku delavca. Ostalih analiz se iz povratnih informacij žal ne dela.

4.6. KONTROLA PROIZVODNJE

Ko je vsa dokumentacija (delovni listi in potrebe po materialu za nalog) lansirana v proizvodnjo, se izvedba lahko začne. OPP ima tudi nalogo spremljati proizvodnjo po nalogih. Obratovodja jo spremlja s pomočjo dnevnih ustnih poročil oddelkovodij na rednih sestankih. V primeru neizvedbe nalog mora oddelkovodja napisati vzroke za zastoj. Na ta način dobi planer iz proizvodnje povratno informacijo in ima tako dnevne informacije, kaj se z določenim nalogom dogaja. Planer vpiše dnevna poročila v posebne obrazce, ki se imenujejo »gibanje nalogov«. Dnevno spremlja tudi prejem paketov spalnic v skladišče gotovih izdelkov. To je tudi ključna kontrola realizacije dnevnega plana, ki je bil zastavljen v okviru letnega plana (49 planskih enot spalnic dnevno). Te podatke lahko spremlja preko terminala, ker pa se vnosi in popravki sproti ne ažurirajo, so ti podatki neuporabni. Dejansko jih v Krasopremi uporablja šele računovodstvo za obračun osebnega dohodka delavcev in obračuna prometa zalog.

OPP lahko ugotavlja motnje v proizvodnem procesu in mora pravočasno ukrepati. Če ugotovi, da bo iz kakršnih koli razlogov proizvedena manjša količina od naročene, mora takoj razpisati dodatno količino.

4.7. POMANKLJIVOSTI V SLUŽBI OPP

4.7.1 Zbirno mesečno (agregatno) planiranje

Pri izdelavi letnega plana se plan proizvodnje ne razdela po posameznih mesecih oz. kvartalih, kot ga je prodaja, glede na sezonska nihanja, tudi podala. Kolektivni dopusti in preostale aktivnosti, kot so npr. večji remont, se ne prilagajajo sezonskemu nihanju prodaje. OPP uporablja zbirni plan zgolj za preverjanje zmogljivosti na ravni celotne

proizvodnje, s čimer pa ne izkoristi ključnih prednosti zbirnega planiranja, omenjenih v poglavju 2.3.2.3. Edini način kratkoročnega prilagajanja proizvodnje, ki se trenutno v Krasopremi uporablja, je proizvodnja na zalogo v obdobjih, ko so zmogljivosti večje od povpraševanja.

4.7.2 Operativno (grobo) planiranje

Izkazalo se je, da je operativni plan velikokrat kombinacija že dospelih naročil in predvidevanega povpraševanja. Žal se uporablja rezervacije le za zalogo končnih izdelkov in ne tudi koncepta razpoložljivih količin za dobavo. Prodajna služba se premalo poslužuje operativnega plana tudi pri določanju odprem rednih izdelkov, kjer se pojavlja dejansko kombinacija že dospelih naročil in predvidenega povpraševanja, za katerega je že razpisan nalog. Ročni izpisi plana, ki jim ga mesečno posreduje OPP, so neažurni in zato nezanesljivi.

Kot smo ugotovili v poglavju 2.3.2.3., imajo ključni pomen za uspešnost plana kvalitetni vhodni podatki. Služba OPP pa nima točnih podatkov o zmogljivostih posameznih delovnih mest in časovnih normativih posameznih operacij. To je tudi glavni vzrok za razkorak med planiranimi in dejanskimi kapacitetami. Pri izračunu zmogljivosti posameznih delovnih mest se uporablja zgolj gantogramska tehnika, ki ni primerna za prikaz zmogljivosti. Zasedenost zmogljivosti virov prikazujemo s histogrami (Ljubič, 2000, str. 403). Poleg tega se nesistematično pripravlja grobi plan zmogljivosti. Tako nam lahko iz plana izpade delovno mesto, ki v danem trenutku lahko pomeni ozko grlo, po izkušnjah pa to še nikoli ni bilo.

4.7.3. Planiranje materialnih potreb

Pri grobem planiranju se ne upošteva omejitev dobav materiala, saj podatki, s katerimi razpolaga planer, ne vsebujejo potrebnih dobavnih rokov materiala. Velikokrat se zgodi, da se material, ki ima najdaljši rok dobave, spregleda. Posledično prihaja do zamud.

Težko je pri nabavi upoštevati zalogo materiala, ki jo prikazuje računalnik, saj se ne ve, za katere naloge še mora biti izdan material (rezervacije niso vidne). Formalno sistem varnostnih zalog ni vzpostavljen, saj minimalne zaloge za ključne materiale niso definirane, prav tako tudi ne sistem za spremljanje in obveščanje. Naročila materiala se ne arhivirajo na enem mestu, velikokrat se celo izdajajo kar ustno po telefonu. Potrditve naročila s strani dobavitelja se ne zahteva. Nabava ne razpolaga s podatki o dobavnem roku za vsak material posebej. Običajno izda vsa naročila za nalog naenkrat, ne glede na dolžino dobavnega roka posameznega materiala. Posledično se pojavljajo večje zaloge materiala. Nemogoče je ugotavljati zamude s strani dobaviteljev, saj ne obstaja seznam vseh naročil z zahtevanimi in potrjenimi dobavnimi roki v elektronski obliki.

Nemogoče je planirati zaloge z upoštevanjem prihodnjih dobav (izdana naročila) in potreb nalogov. Prejem materiala ne poteka po naročilnici, kar posledično pomeni, da ni nobenih kontrol med naročenim in prejetim. Kljub rezervam pa določenega materiala primanjkuje, saj se ob neplanirani izdaji ne ve za rezervacijo drugega naloga, za katerega je sicer naročen material.

4.7.4 Terminiranje proizvodnje

Formalnega, preglednega sistema terminiranja ni. Oddelkovodje si pri razporejanju delavcev po strojih (delovnih mestih) pomagajo z ročnimi seznamami (tabela z naslednjimi kolonami: dan, delavec, stroj), na katerih dodeljujejo delavce strojem, vendar pri tem ne operirajo s podatki o potrebnih pretočnih časih. Zato velikokrat pride do čakanja (ali neustreznih prekinitev, ki znižujejo izkoriščenost stroja), ko nekdo na svojem delovnem mestu še ne izvede naloge, hkrati pa bi ga že potrebovali, da se pridruži ekipi na drugem delovnem mestu.

Zmogljivosti stroja niso vedno omejitev, velikokrat je omejitev razpoložljivost delavcev, vendar se to pokaže prepozno, da bi lahko najeli potrebne dodatne delavce na trgu delovne sile (npr. študentski servis ali zavod za zaposlovanje), zato je treba včasih nekatere operacije prekiniti in preusmeriti delavce na druga dela.

4.7.5 Priprava in lansiranje dokumentov

Pri preverjanju izvedljivosti plana mora OPP velikokrat sama preverjati stanje v skladiščih. V delu OPP smo omenili računalniško spremljanje prometa zalog, vendar pa so ti podatki, zaradi prepoznega knjiženja v skladiščih, pomanjkljivih podatkov o naročilu (normativi materiala) ter neupoštevanja rezervacij, velikokrat netočni. Oddelek nabave in priprave dela imata vsak svojega nadrejenega. Določeni problemi se zaradi počasnega pretoka informacij z nižjega nivoja na višji in obratno rešujejo prepočasi. Potreben bi bil prehod z linijske organizacijske strukture na štabnolinijsko ali pa reorganizacija oddelkov, tako da bi nabava sodila pod pripravo dela oz. v proizvodno-tehnični sektor.

Iz internih analiz tovarne, ki so sicer pomanjkljive, saj ni točnega spremljanja izgubljenih časov po nalogih in vzrokih, se vidi, da predstavlja čas organizacijskih izgub nekje med 8-10% časa delovnega dne. Ta nastane predvsem zaradi čakanja na novo zadolžitev oziroma na novo delovno nalogo (deloma je ta čas tudi upoštevan v normativnem času). Čakanje nastane zaradi slabe informacijske povezave med proizvodnim procesom in operativno pripravo proizvodnje in nabavo ter slabe komunikacije (obveščanja) med posameznimi delovnimi mesti znotraj proizvodnega procesa. Gre za tipične pomanjkljivosti centraliziranega dispečiranja, omenjene že v poglavju 2.3.3. Čas, ki poteče od trenutka, ko

proizvodnja z določeno nalogo - operacijo konča, pa do trenutka, ko začne novo, je predolg, in sicer zaradi:

- časa pretoka informacije od delovnega mesta do vodje proizvodnje,
- časa, ki poteče do odločitve vodje proizvodnje,
- časa pretoka povratne informacije od vodje proizvodnje do delovnega mesta,
- časa pretoka informacije od vodje proizvodnje do vodje operativne priprave dela ob zaključku delovnega naloga,
- časa pretoka povratne informacije od vodje operativne priprave do vodje proizvodnje ob lansiranju delovnega naloga,
- časa pretoka povratne informacije o razpoložljivosti materiala od vodje operativne priprave do vodje nabave.

Vsekakor bi bilo potrebno preiti na decentralizirano dispečiranje, saj naj bi bila funkcija vodenja in dispečiranja ločena (Rozman, Rusjan, 1994, str. 372).

Vsaka operacija je izpisana na svojem delovnem listu. Ker obstoječi program za razpis proizvodnje ne združuje enakih artiklov v okviru naloga, se pojavlja več enakih delovnih listov. Delavec ima veliko dela že z samim iskanjem ustreznega delovnega lista, poleg tega pa mora še na vsakega vnesti najmanj 4 podatke (čas dela, datum, količina in matično številko).

Zaradi neločevanja fiksnega (čas nastavitve) in variabilnega časa (čas izdelave) operacije se pojavlja velik razkorak med normativnim in dejanskim časom pri nepovprečno velikih serijah. Pri majhnih serijah je normo nemogoče doseči (včasih je celo manjša od samega nastavitvenega časa), pri velikih serijah pa so presegi norme zelo veliki, kar ni pravično za nagrajevanje delavcev.

Sama organizacijska struktura ni pripravljena za računalniško spremljanje podatkov, saj je pri prenosu posameznih dokumentov potrebno preveč podpisov različnih oseb, ki menijo da bi prišlo do problemov, če bi poslovali brez papirjev.

4.7.6 Kontrola proizvodnje

Služba OPP tudi spremlja stanje lansiranega delovnega naloga v proizvodnji. V proizvodnji ni vzpostavljenega ustreznega sistema zbiranja in pregleda povratnih informacij, ki bi služile kontroli plana. Dohod izdelkov v skladišče se že vrsto let vodi računalniško, vendar se nihče (razen računovodstva) teh podatkov ne poslužuje. Zaradi najrazličnejših popravkov pri knjiženjih dohodov v skladišče so ti podatki le približno točni, pravilni so šele po obdelavi zaključka meseca. Največji problem pa je, da se vodijo zaloge spalnic in ne paketov, iz katerih je spalnica sestavljena. Pogosto je lahko en paket uporabljen za več različnih spalnic. Zalogo se lahko knjiži šele, ko so prejeti vsi paketi spalnice. Ker se z vnašanjem zamuja, zamujajo tudi z ugotavljanjem količinskega in kakovostnega stanja naročila. Ni dovolj, da ugotavljamo, kdaj prispejo vsi paketi spalnice

v skladišče, treba je vedeti, kje v proizvodnji je vsak paket, del paketa - polizdelek. Le tako lahko vplivamo na pretok materiala in polizdelkov in imamo pregled nad celotno proizvodnjo.

Plan po delovnih mestih ne omogoča kvantitativnih meritev doseženega v določenih časovnih intervalih, s čimer je kontrola dosega plana po delovnih mestih skoraj nemogoča. Posledično se pojavlja veliko nedokončanih serij. Za določeno spalnico manjka npr. devet enakih paketov od 15 različnih. Tako imamo na razpolago skoraj vse pakete, vendar devet spalnic ne moremo odpremiti. Nedokončanost serije ugotavljajo šele v skladišču gotovih izdelkov po prejemu vseh paketov določene spalnice oz. ko planer sporoči zaključek naloga.

Planer ima veliko dela z ročnim risanjem gibanja nalogov in grafov, kjer je vidno doseganje plana.

4.7.7 Splošne ugotovitve

Splošna ugotovitev je tudi, da imajo v podjetju že dolgo računalnike velikih zmogljivosti, vendar jih še danes ne uporabljajo dovolj intenzivno. Krivda za to stanje je predvsem v pomanjkljivem računalniškem znanju in odporu do novosti. Delavci v različnih službah, tudi v OPP, še v veliko primerih zbirajo podatke ročno in jih nato primerjajo s podatki v računalniku. Dogaja se celo, da pretipkavajo računalniško izpisane podatke, kar je v sedanjem času informacijske tehnologije smrt za tovarno, kot pravita Hammer in Champy v svoji knjigi Preurejanje podjetij (Hammer, Champy, 1995).

Končno smo ugotovili tudi, da imajo vsi delavci v službi OPP zaradi teh in drugih napak veliko preveč dela in se zato niti nimajo časa lotiti izboljševanja dela. To jim preprečuje predvsem preveč ročnega dela, posebno takega, ki ne sodi v njihovo pristojnost, pa ga morajo vseeno opraviti, če hočejo zagotoviti dokaj nemoten potek proizvodnje. To delo je med drugim tudi ročno risanje krivulj spremljanja plana proizvodnje, ki bi ga računalnik izredno lahko odpravil. Pri lansiranju novega programa v proizvodnjo morajo isti podatek v računalnik vnesti večkrat.

5. PREDLAGANE SPREMEMBE V SISTEMU PLANIRANJA PROIZVODNJE KRASOPREME D.D.

Slovenska lesna podjetja morajo nujno, če hočejo ob vstopu v Evropsko unijo preživeti, zvišati produktivnost. Najceneje je mogoče zvišati produktivnost z izboljšanjem organizacije proizvodnje. Planiranje in kontrola proizvodnje imata pri tem ključni pomen.

Glede na navedeno bi bili naši delni cilji:

- Zmanjšati vzroke zastojev v proizvodnji,
- zmanjšati kompleksnosti procesa planiranja,

- izboljšati kontrolo proizvodnje,
- izboljšati koeficient obračanja zalog materiala in nedokončane proizvodnje.

Realizacija teh ciljev pomeni osnovo boljšega doseganja rokov izdelave in posredno večje realizacije.

5.1. IZBIRA SISTEMA PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE

V prvem poglavju smo opisali značilnosti posameznih sistemov in pristopov, ki se uporabljajo za planiranje proizvodnje ter planiranje in kontrolo zalog.

Pri izbiri ustreznega sistema planiranja proizvodnje skušamo upoštevati značilnosti proizvodnje in njenega okolja, proizvodne cilje in strategijo ter zahteve trga. Zavzemam se za celovito rešitev, ki bi vključevala tako dobro podporo planiranju napovedi povpraševanja in prodaje kot podporo zbirnemu in operativnemu planiranju in kontroli proizvodnje, terminiranju nabave, kontroli in vodenju zalog ter integracijo z ostalimi oddelki podjetja.

Za tako raznolik program, kot ga ima trenutno Krasoprema, tako prostorsko razporeditev in tak transportni način med delovnimi mesti, glede na ugotovitve iz literature v poglavju 2.4.6. in 2.4.7., ne vidim smiselnosti uporabe Kanban sistema. Ker gre predvsem za sezonsko povpraševanje, lahko, največ pridobimo s srednjeročnim, Agregatnim planiranjem, ki pa ga Kanban sistem ne podpira, saj je namenjen predvsem nižjemu nivoju planiranja: nivoju delovnih nalogov in operacij. Težavo vidim tudi pri uvajanju sistema, saj Kanban, kot del JIT (Just in time) – filozofije, pogojuje zelo stabilno okolje, ki pa v Krasopremi vsekakor ni. Pogoj, da celoten sistem deluje uravnoteženo, je čim večja vključitev dobaviteljev v sam proces. Žal pa je Krasoprema d.d. premajhna, da bi dobavitelji bili pripravljeni se prilagajati njeni proizvodnji. Išče se rešitev, ki jo bi bilo mogoče v največ enem letu tudi implementirati. V literaturi ni zagotovil, da je mogoče sistem Kanban v proizvodnji implementirati v tako kratkem času. V uspešnih japonskih podjetjih, je uvedba trajala več let, kar pa si v trenutnih tržnih razmerah ne moremo privoščiti.

Glede na velika nihanja v povpraševanju, veliko število proizvodov z veliko sestavnimi deli, ki se jih v Krasopremi proizvaja tako po naročilu kupca kot na zalogo, se, po literaturi sodeč, priporoča uporaba načel potiskanja, med katere sodi MRP sistem. Prepričan sem, da bi pravilna uporaba tega sistema lahko v veliki meri rešila večino problemov planiranja in kontrole proizvodnje, ki smo jih omenili v prejšnjem poglavju. V literaturi je zaslediti, da lahko sistem uspešno deluje v serijski proizvodnji na zalogo, kjer pa moramo razpolagati z natančnimi podatki o pretočnih časih.

Cilji MRP II sistema so izboljšati servisiranje kupca, odpraviti zaloge in povečati produktivnost, kar sovпада s cilji proizvodnje v Krasopremi. Pri disciplinirani in pravilni

uporabi MRP II sistema bomo sposobni odpraviti nepotrebne stroške, kupovali bomo to, kar potrebujemo, odpravili bomo nepotrebne proizvodne zastoje, odpadke in popravila.

Glavna prednost MRP II sistema je njegova sposobnost uravnati celotno planiranje in terminiranje hitro in učinkovito vključno z vsemi spremembami. Načrtovan je za planiranje in kontrolo vseh proizvodnih sredstev, denarja in kadrov. S pomočjo MRP II lahko izvajamo simulacije pri planiranju zmogljivosti proizvodnje. Predvsem nam to koristi pri Zbirnem (Agregatnem) planiranju, kjer lahko zaradi sezonskega nihanja povpraševanja, ki ga pozna Krasoprema, tudi največ prihranimo.

MRP II je računalniški informacijski sistem. Pri odločanju o vpeljavi novega sistema je pomembna odločitev, ali nov sistem izdelati namensko ali pa ga kupiti od ustreznega ponudnika standardnih informacijskih sistemov. Rešitve, ki jih zasledimo v literaturi (Luber, 1990, str 7), se nagibajo v smer nakupa standardnega sistema. Standardni sistemi pa se lahko tudi razlikujejo glede na možnosti prilagajanja sistema podjetju. V praksi je opaziti veliko rešitev nadgradenj MRP sistemov planiranja z naprednimi sistemi planiranja, predvsem na nivoju finega terminiranja. Vsekakor je najbolj problematična faza samega uvajanja sistema. Zato moramo že v začetku podati veliko pozornosti zasnovi projekta. Pri zasnovi projekta je pri vpeljavi MRP sistemov planiranja treba postaviti jasno metodologijo vodenja kot tudi strokovno usposobljeno ekipo z izkušnjami (tako pozitivnimi kot negativnimi).

Izvedbe projekta se lahko lotimo na več načinov, in sicer tako, da poskušamo vpeljati sistem MRP II naenkrat ali pa izberemo postopno vpeljavo po korakih (»Step-by-step«). Iz literature (Welti, 1999) lahko ugotovimo, da bi bil enkratni prehod (»Big bang implementation«), glede na nizko stopnjo znanja zaposlenih o principih MRP ter zelo skromne razpoložljive podatke, zelo tvegano. Po drugi strani pa Duplaga in Astani v svoji raziskavi ugotavljata, da se je večina manjših podjetij odločila za enkratni prehod na nov ERP sistem. Sicer kot najpogostejše probleme ob tem navajata prenizko znanje zaposlenih in slabo pripravljene podatke (Duplaga, Astani, 2003, str. 71). Ugotovimo lahko tudi, da je še vedno skoraj polovica projektov uvedbe MRP sistema planiranja neuspešnih. Zhao navaja, da je relativno enostavno uvesti nekaj osnovnih modulov, čeprav se z večanjem števila modulov hitreje večajo koristi, ki jih prinaša sistem. Še posebej poudarja pomen vpletenosti finančnega oddelka v projekt uvajanja (Zhao et al., 2002). Zaradi neažurnih normativov in zalog repromateriala, Welti predlaga postopno uvedbo MRP-ja (Welti, 1999).

Pristop, ki ga predlagam, je postopna vpeljava MRP II sistema, in sicer najprej z vpeljavo računalniškega sistema, ki bi pokrival področje proizvodnje, vseboval planiranje potrebnih proizvodnih zmogljivosti in materialov. Vzporedno bi pričeli z vpeljavo sistema, ki bi pokrival področje marketinga in prodaje (z napovedmi prodaje). Sicer celotni projekt uvedbe novega informacijskega sistema naj ne bi trajal več kot leto dni.

Glede na prej postavljene zaključke smo po opravljeni analizi med več ponudniki informacijskih sistemov izbrali ponudnika Goinfo iz Nove Gorice s programom Gosoft 2000.

Ključna omejitev pri izbiri programskih paketov je bila cena, ki ni smela preseči takratnih (leta 1999) 10.000.000 sit. Naslednja ključna lastnost programskega paketa pa je bila podpora SQL strežnika. Gosoft 2000 deluje na Sybase-ovi SQL Anywhere bazi. Prednost so vsekakor imela podjetja z referencami v proizvodnih podjetjih ploskovnega pohišstva, s poudarkom na razpisu in planiranju proizvodnje. Specializiranost podjetja je ravno v znanju in izkušnjah pri podpori izključno proizvodno orientiranih podjetij. Ena od prednosti je bil tudi lasten, slovenski produkt, kar naj bi olajšalo razne posodobitve, izboljšave, namenske dodelave in nadgradljivosti programskega paketa.

5.2. PREDSTAVITEV PROGRAMA GOSOFT 2000

5.2.1 Predstavitev podjetja Goinfo

Podjetje Goinfo je bilo prvo podjetje v Sloveniji, ki je razvilo lasten slovenski produkt, ki je podpiral funkcije MRP planiranja. Takratna verzija programa se je prav imenovala MRP. Novejša verzija, gre za integralni poslovni informacijski sistem (ERP - »Enterprise resource planning«), ki deluje v Windows okolju, se imenuje Gosoft 2000 in podpira že vse funkcije MRP II planiranja.

5.2.2 Ključni odgovori programskega paketa Gosoft 2000 na omenjene probleme

5.2.2.1 Zbirno mesečno (agregatno) planiranje

Gosoft 2000 loči zbirni mesečni plan, ki ga poimenuje MPS²⁹ plan in operativni plan, ki ga poimenuje MRP plan. MPS plan še ne povzroči rezervacij zalog (polizdelkov, materialov), kot tudi ne upošteva dejanskih in planiranih (naročenega materiala) zalog. Prodaji Krasopreme pomeni to hiter odgovor o predvideni obremenitvi proizvodnje (koliko naročil prodaje še proizvodnja potrebuje za zapolnitev zmogljivosti ali pa koliko naročil mora prenesti v naslednji mesec, v primeru, da je zmogljivost proizvodnje manjša od predvidene obremenitve).

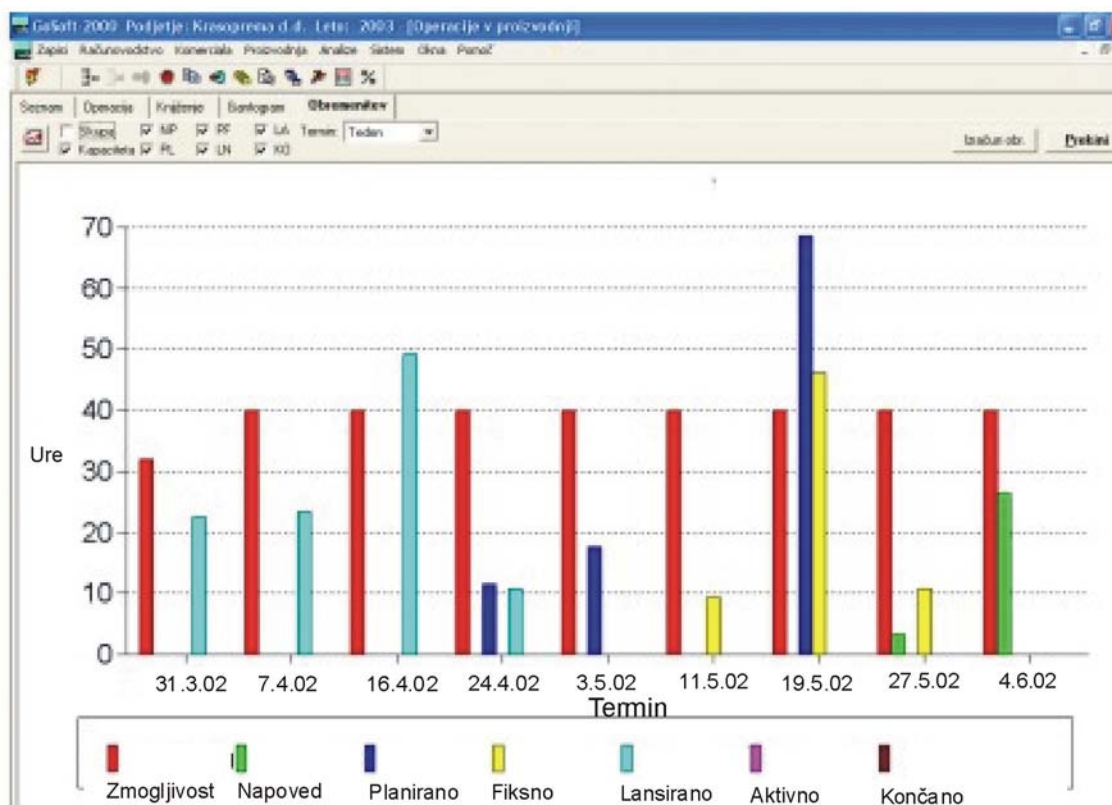
²⁹ Gre za različno poimenovanje, kot ga zasledimo v teoriji ter posledično tudi v delu, kjer MPS plan predstavlja grobi operativni plan.

5.2.2.2 Operativno (grobo) planiranje

S pomočjo nastavitev lahko omogočimo izvedbo operativnega planiranja tako na zalogo kot kombinacijo med delom na zalogo in delom za znanega kupca, saj nam program izračunava razpoložljivo zalogo in prikaže tudi termine dobave te razpoložljive zaloge.

Program omogoča vnos operacije, v kateri ločimo pripravljalni in izdelavni čas, čeprav oba časa, ne glede na zasedenost proizvodnje, na operacijah delovnih nalogov obravnava fiksno (se ne spreminjata glede na zasedenost in razporeditev operacij v proizvodnji). S pomočjo posebnih, uporabniško nastavljenih akcij, se lahko znotraj integralnega programskega paketa kreira čisto pravi ekspertni sistem, ki s pomočjo obstoječih podatkov artikla, podaja izračunane vrednosti, kar lahko uporabimo tako za izračun potreb materiala kot tehnoloških časov. Z nekoliko več znanja in vloženega dela pa nam lahko tudi predlaga tehnološke postopke. S takim ekspertnim sistemom dobimo zelo kvalitetne podatke, potrebne za uspešen plan. Kvaliteta in sploh obstoj ustreznih podatkov je bila namreč ključna ugotovljena pomanjkljivost prejšnjega sistema, kar je onemogočalo dobro pripravo operativnega plana.

Slika 16: Pregled zasedenosti proizvodnih zmogljivosti po različnih statusih delovnih nalogov



Vir: Krasoprema d.d. 2002

Vse operacije na delovnem nalogu (planirane in lansirane) povzročijo obremenitev (po CRP metodi) proizvodnje po terminih, ki jih ročno določimo in delovnih mestih. Na tej

podlagi so pripravljene razni pregledi proizvodnih kapacitet, ki omogočajo sistematično analizo plana. Pregledi prikazujejo kapacitete za izbrano obdobje v izbrani terminski enoti (leto, kvartal, mesec, teden, dan) za delovno mesto (Slika 16), skupino delovnih mest ali za celo proizvodnjo, po različnih statusih delovnih nalogov: Napoved, Planirano, Fiksirano, Lansirano, Aktivno. Žal pa program nima vgrajene povratne zanke, omenjene v poglavju 2.4.4., ki bi preverjala zmogljivost in temu ustrezno korigirala končne termine operacij delovnih nalogov.

5.2.2.3 Planiranje materialnih potreb

Modul MRP sprejema različne zahtevke po artiklih za znanega kupca ali po naročilu prodaje ter jih primerja z razpoložljivo zalogo in odprtimi naročili (rezervacijami), da bi ugotovil, če predvidene proste zaloge zadoščajo za pokritje zahtevkov. MRP izračuna časovno opredeljene razpoložljive količine tako, da odšteje vse potrebe od trenutne zaloge (odšteje morebitno varnostno zalogo, ki jo lahko definiramo za vsak artikel posebej in zalogo, ki je na lokacijah, izvzetih iz MRP planiranja), doda pa vse količine dobavnih nalogov. Če zahtevkom ni mogoče zadostiti, sistem določi plan za ekonomično obnovo zalog za pokritje zahtevkov in na podlagi pravil naročanja (minimalne serije nalogov, časi združevanja enakih artiklov,..) generira predlog novih naročil oz. delovnih nalogov za artikle lastne proizvodnje ali predlog rebalansa terminiranih delovnih nalogov. Omogočeno je združevanje enakih delovnih nalogov v okviru omejenega obdobja (ročno nastavljen za vsak artikel posebej), s čimer rešimo dosednji problem pojava enakih delovnih nalogov v okviru istega naročila. Potrebe delovnega naloga so neposredno povezane z operacijo, na kateri se potrebo potrebuje, s čimer je zagotovljeno natančno terminiranje dostav materiala.

Na podlagi plana nabave lahko avtomatsko kreiramo naročilnice. S pomočjo statusov dokumenta, kot tudi statusa posamezne postavke, lahko pregledujemo, v kakšnem stanju je posamezno naročilo (ali je potrjeno s strani dobavitelja, ali je morda samo delno dobavljeno ...). Kadar ne želimo naročiti izredno majhnih količin artiklov (glede na potrebe), lahko artiklu predpišemo najmanjše možno naročilo. Npr.: trenutno potrebujemo 0,2 kg laka, predpisana pa je minimalna količina 1 kg. Program sproži naročilo za 1 kg, preostanek laka bodo porabile naslednje potrebe. Predpišemo lahko tudi maksimalno količino naročanja, ki določa največjo možno količino na enem naročilu. Uporablja se v primerih, ko potrebujemo zelo velike količine artiklov kot je npr. iverka, vendar pa je zaradi transporta, skladiščnih ali manipulativnih površin smiselno razdeliti naročilo na več manjših naročil (odprem). Dokumenta naročilnica in prejemnica sta povezana, s tem se olajša skladiščniku delo, saj mu ni potrebno vnašati vseh podatkov (le določene popravili). Hkrati se uvede kontrola, saj se pri prejemu kontrolira prejeta količina z naročeno. Sistem omogoča enostavno razknjiževanje porabljenih potreb s pomočjo črtne kode ali pa akcij za avtomatsko izdajo glede na količino izdelanih delovnih nalogov. Na tak način lahko

skladiščnik sproti knjiži izdaje in s tem omogoči ažurnost podatkov, s čimer se odpravi eno od ključnih ugotovljenih pomanjkljivosti.

5.2.2.4 Terminiranje

Sistem omogoča spreminjanje datumov posamezne operacije delovnega naloga. Žal pa vsebuje samo eno (in edino) prednostno pravilo: najzgodnejši dobavni rok (EDD - »Erliest Due Date«) od prednostnih pravil terminiranja omenjenih v poglavju 2.3.2.5.2.

Program za klasificiranje omogoča izdelavo več ključev za isti pojem. Artikle lahko gradimo več klasifikacijskih dreves (ključev). Tehnična klasifikacija razvršča artikule glede na proizvodno-tehnološke značilnosti, kot so: oblika, hrapavost, število potrebnih svedrov, vrsta potrebnega orodja ipd. Lahko iščemo ali sortiramo po katerikoli karakteristiki ali skupini karakteristik. S pomočjo klasificiranja artiklov lahko gradimo skupine artiklov, ki nam olajšajo delo pri spreminjanju podatkov (tehnološki postopki, časi ...), olajšamo pa si tudi iskanje in kreiranje skupinskih tehnoloških postopkov za ročno terminiranje.

5.2.2.5 Priprava in lansiranje dokumentov

Ob lansiranju naloga lahko program pripravi in izpiše različne oblike delavniške dokumentacije (terminski list, delovni list, spremni list, izdajni sezname, risbe ...). Program omogoča celo združevanje načrta in spremnega lista na istem listu papirja (seveda z uporabo tiskalnika, ki tiska obojestransko). Večina delavniške dokumentacije je že standardno opremljene s črtno kodo, kar omogoča enostavno zbiranje povratnih informacij.

5.2.2.6. Kontrola proizvodnje

Na podlagi dejansko opravljenega dela v proizvodnji, se zbirajo naslednje povratne informacije: količina izdelanih artiklov, količina izmeta in vzroki izmeta, porabljen čas za izvedbo operacije, šifra delavca, ki je delo opravil, šifra delavca, ki je opravil kontrolo operacije, vrsta dela in razne opombe.

Narejen je poseben modul za enostaven vnos opravljenega dela neposredno pri izvoru informacij (delovnem mestu), s pomočjo črtna kode. Ažuren vnos povratnih informacij omogoča pregled dejanskega stanja delovnih nalogov v delu in takojšnje (pravočasno) ukrepanje.

5.3. SPREMEMBE V PODJETJU

5.3.1 Zbirno mesečno (agregatno) planiranje

Prodaja z vnosom naročila v program proizvodnji kreira delovne naloge (delo na zalogo) v okviru zbirnega mesečnega plana, ki ga v Krasopremi poimenujemo MPS³⁰ plan. Ta še ne povzroči rezervacij materiala, ampak služi le za simulacije zasedenosti proizvodnje po delovnih mestih in napovedi nabavi o potrebnih količinah materiala ter okvirnih rokih. Prodaji omogoča neposreden vpogled v grobo zasedenost zmogljivosti proizvodnje in s tem hitrejšo odzivanje na kupčevo povpraševanje.

5.3.2 Operativno (grobo) planiranje

5.3.2.1 Kreiranje delovnih nalogov

Neposredna naročila kupcev so vidna v operativnem planu, ki mu v Krasopremi pravijo MRP plan, vendar le do nivoja paketa (Slika 17). Nivo paketa je točka (CODP = »customer order decoupling point«) ko kupec še vpliva na izdelek. V primeru, ko je operativni plan kombinacija že dospelih naročil in predvidevanega povpraševanja, uporabljamo koncept razpoložljivega za dobavo. Tako se za določen sestav spalnice tvorijo potrebe - rezervacije paketov, ki so na zalogi končnih izdelkov ali pa so razpoložljivi na delovnem nalogu, ki je bil lansiran glede na predvideno povpraševanje. MRP plan naročil kupcev ne tvori delovnih nalogov za proizvodnjo in s tem ne obremenjuje proizvodnih kapacitet.

Slika 17: Prikaz strukture izdelka

N	Zap	Artikel	Naziv	Količina
3	2	002355	PAKET 9 FAT/REB/SARA ČRNA 0709 PO stranici, srednja letev	1,000
5	4	004154	PAKET 11 REBEKA 2111 PO/TO ogledalo	1,000
5	1	004162	PAKET 8 REBEKA SREB 2108 PO postelja	1,000
5	3	004158	PAKET 10 REBEKA SREBRNA 2110 PO hrbtišče nadstavka	1,000

Vir: Krasoprema d.d., 2002

Slika 17 prikazuje del spalnice - posteljo, ki jo sestavljajo štirje paketi. Prvi polizdelek po hierarhiji v kosovnici (to je paket) ima pri nastavitvi MRP planiranja vključeno generiranje potreb, kar pomeni, da se v primeru, da obstaja delovni nalog za paket, potrebe (rezervacije) navzdol kreirajo. Ta polizdelek pa nima vključenega generiranja delovnih

³⁰ V delu sicer uporabljamo oznako MPS kot oznako za glavni (operativni) plan (Master production scheduling). V podjetju Krasoprema, ki je poimenovanje prevzela po programu Gosoft 2000, uporablja za zbirni mesečni plan kratico MPS. Ta služi predvsem kot napoved prodaje. Operativni plan pa imenuje MRP plan. Po njem se dejansko izvrši nabava in kasneje proizvodnja.

nalogov, kar pomeni, da se sami delovni nalogi ne kreirajo avtomatsko, ampak se (zaradi generiranja potreb) izvede le rezervacija polizdelka (paketa). V primeru, da zaloge za rezervacije ni dovolj, je saldo v planski kartici negativen (Slika 18). Na sliki sta vidna dva prejema (zaloga) in dve naročili (rezervacija) ter končni negativni saldo. Planska kartica je prodaji v pomoč za izračun načrtovanih zalog v planskem obdobju. Iz nje je razvidno, kdaj je potrebno proizvodnji naročiti nov nalog.

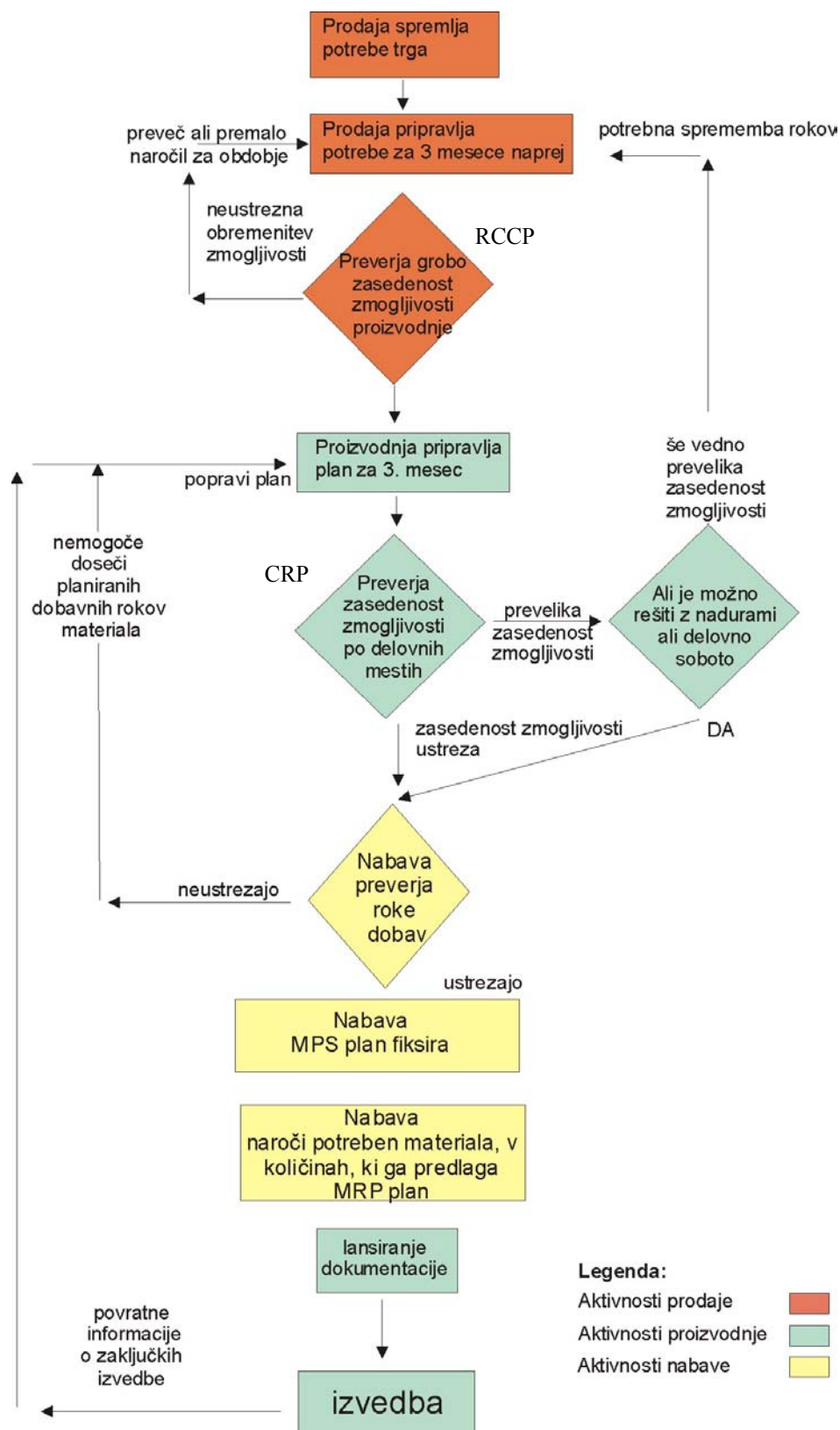
Slika 18: Planska kartica paketa

Tip	Nalog	DN	Stat	Datum	Prejem	Izdaja	Saldo VD	Šifra dok.
ZAL	869	869 0015		15.1.2003	10,000		10,000 PPR	03/0008
ZAL	869	869 0015		16.1.2003	2,000		12,000 PPR	03/0010
POT	03/0013	03/00130001	PL -	30.1.2003		10,000	2,000	
POT	03/0056	03/00560001	PL -	28.3.2003		4,000	-2,000	
					12,000	14,000	-2,000	

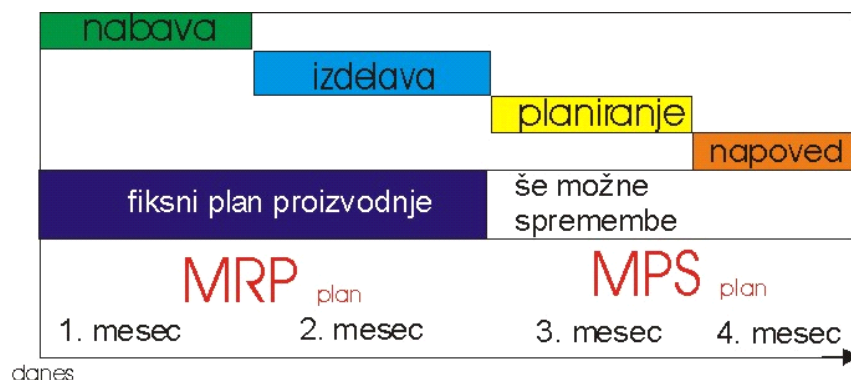
Vir: Krasoprema d.d., 2002

Ker hočemo lansirati samo celotne spalnice v proizvodnjo (ne samo določenih delov – paketov) ne uporabljamo signalne zaloge artiklov (paketov), kjer bi nam lahko že sam plan kreiral delovni nalog. Nalogi za izdelavo, ki jih vključuje prodaja v MPS plan, dobijo status NP - napoved prodaje. Naloge s takim statusom je še mogoče spreminjati (povečati količino, spremeniti roke). Prodaja lahko sproti preverja grobo obremenjenost proizvodnje in temu primerno tudi dopolnjuje in korigira plan (Slika 19). Proizvodnja preverja potrebne zmogljivosti po delovnih mestih in jih poskuša čim bolj prilagoditi fiksnim zmogljivostim s premikanjem končnih rokov delovnih nalogov ali pa z uvedbo nadurnega dela ali dela ob sobotah (Slika 19). Mesec pred začetkom dela mora nabava začeti nabavljati material (Slika 20). Zato mora vodja nabave prenesti delovne naloge iz zbirnega plana (MPS) v operativni plan (MRP). Šele potrebe delovnih nalogov paketov, ki se prenesejo iz MPS plana v MRP in se pri prenosu fiksirajo (Slika 20), tvorijo delovne naloge polizdelkov (artiklov na nižjem nivoju paketov). Polizdelki pa po kosovnici navzdol tvorijo MRP potrebe po materialu, ki, v primeru da ni dovolj razpoložljive zaloge, povzročijo kreiranje delovnih nalogov za nabavo. Na fiksnem delovnem nalogu s statusom PF (planirano fiksno) niso več možne velike spremembe. Vodja nabave ima sicer možnost ročnega spreminjanja količin, vodja proizvodnje pa ima možnost ročnega spreminjanja datuma zaključka ali začetka posameznega delovnega naloga (vendar vedno s strinjanjem vodje nabave, če ta čas vpliva na rokovnik potrebnega materiala).

Slika 19: Prikaz poteka izdelave operativnega plana proizvodnje s pomočjo programa Gosoft 2000



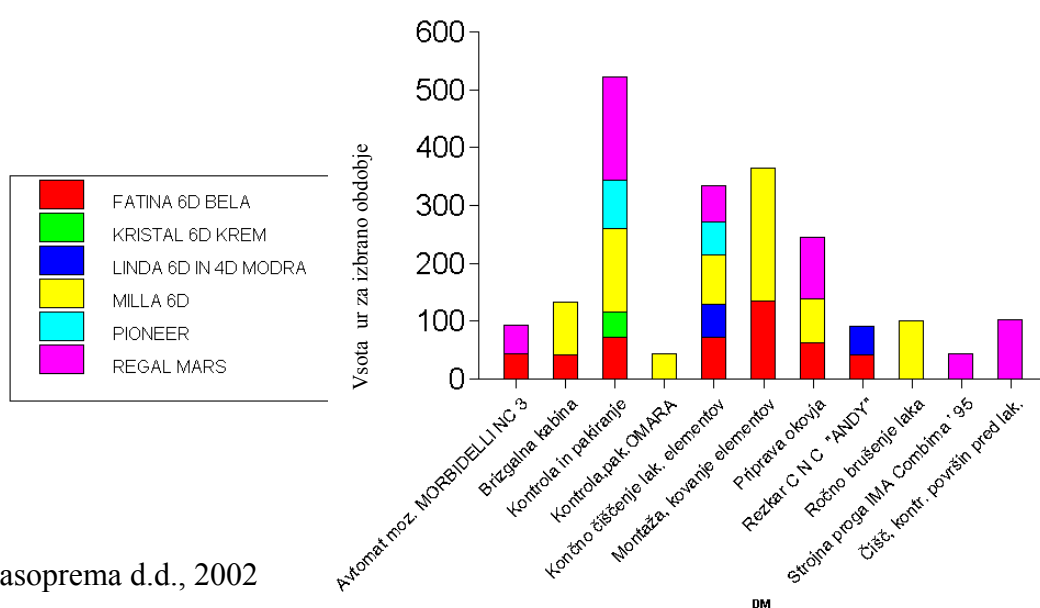
Slika 20: Planski horizont, kjer je razvidna uporaba MRP in MPS plana



5.3.2.2 Grobo planiranje zmogljivosti

Potrebno je bilo opredeliti in pripraviti ustrezne podatke; predvsem časovne normative tehnoloških operacij. S tem namenom je bil izdelan ekspertni sistem (Priloga št. 2), ki na podlagi dimenzij, tehnoloških obdelav in vgrajenih materialov avtomatsko izračuna normativni čas operacij. Tako so podatki vedno točni in zanje ni potrebno dolgotrajno vnašanje, niti ni prisoten subjektivni faktor tehnologa – normirca. Normativne čase smo ločiti na čase izdelave in čase priprave, saj so v primeru zelo majhnih serij časi priprave veliko večji od same izdelave. Vsem delovnim mestom se je določilo dnevno zmogljivost z upoštevanjem izmeta in ostalih zastojev (okvare stroja, vzdrževanje ...). Tako lahko v vsakem trenutku dobimo podatke o obremenitvah ključnih delovnih mest (Slika 21), ki jih primerjamo s predvideno zmogljivostjo. Osnovno preverjanje zmogljivosti proizvodnje lahko tako opravi že prodaja.

Slika 21: Planirane obremenitve (v urah) delovnih mest po nalogah za izbrano obdobje.



Vir: Krasoprema d.d., 2002

5.3.3 Planiranje materialnih potreb

Ker ima pomembno težo pri operativnem planiranju proizvodnje tudi dobava materiala, se je v ta namen skrbno pripravilo podatke o dobavnih rokih posameznega materiala. S tem se je materialnim potrebam dodalo časovno komponento, s pomočjo katere se izognemo nepotrebnim zamudam dobav materiala. Ker nam sistem MRP planiranja omogoča združevanje potreb, se je v ta namen določilo za kakšno obdobje hočemo nabavljati določen artikel, da pri kreiranju naročil ne prihaja do drobljenja količin ter izstavljanja pogostih posameznih naročil dobavitelju.

Nabavi ni več potrebno spremljati naročil za posamezne naloge (naročila), ampak spremlja že združene potrebe vseh nalogov z upoštevanjem zaloge in rezervacij. Nabavna služba dobi večje pristojnosti pri planiranju. Prej je dobila samo spisek materiala in roke dobav, brez možnosti velikega vpliva. Sedaj nabava spremlja plan že v začetku, takoj ko prodaja vključi nalog. Ko se plan razbije po posameznih nabavnih potrebah z ustreznimi dobavnimi roki, lahko takoj posreduje svoje pomisleke neposredno prodaji ter predlaga svoje rešitve. Ker je nabava prva, ki začne z aktivnostmi na planiranih nalogih, je vodja nabave tisti, ki fiksira nalog, kar pomeni, da se po tem času naloga ne more več spreminjati (večanje količin ali spreminjanje datumov dobav). Ker so potrebe materiala opremljene z okvirni roki, lahko skladiščnik material pripravlja že vnaprej. Pregleduje lahko rezervacije in tako prepreči kasnejše pomanjkanje v primeru alternativne uporabe materiala.

5.3.4 Izdelava in lansiranje dokumentacije

Nekoliko se je spremenilo delo v pripravi dela. Že pred vnosom naročila mora tehnolog za vsak nov artikel vnesti potreben material in tehnološke operacije opremljene s pripravljalnim in izdelavnim časom. Posledično je manj napak pri sami nabavi (optimalne zaloge, brez prevelikih rezerv) kot tudi pri postavljanju plana, saj si pri pregledu pomanjkanja zmogljivosti planer lahko pomaga že s konkretnimi pretočnimi časi operacij kritičnih delovnih mest. Posebno pri novih prodajnih programih, kjer ni preteklih izkušenj, so ti podatki izrednega pomena. Za potrebe razpisa proizvodnje se je uvedlo spremni list (priloga št.1), ki vsebuje vse tehnološke postopke artikla, opremljene s črtno kodo. Poleg tehnoloških postopkov je na listu tudi potreben material. Spremni list se izpisuje na izvoru (prvem delovnem mestu – razrezovalka ivernih plošč) ter se postavi na paleto elementa, ki ga spremlja (Slika 22). Tako delavcu ni treba več iskati delovnih listov, ampak jih ima že takoj na doseg. Delavec na tak način tudi ne more zavlačevati z vnosom opravljenega dela, saj gre paleta z elementi in spremnim listom po končani operaciji na naslednje delovno mesto. Spremni list tako identificira izdelek in določa vrstni red tehnološke obdelave.

Slika 22: Palete elementov (delovne serije) opremljene s spremnim listom s črtnimi kodami



Vnos opravljenega dela opravi delavec s pomočjo čitalca črtne kode neposredno v terminal (Slika 23). Pri tem mu je potrebno poleg začetne prijave in kode operacije vnesti le še število opravljenih elementov, v primeru, da je to drugačno od planiranega, ter kakovost (če ta ni ustrezna). Matične številke prenese že s prijavo. V primeru, da dela z njim še nekdo drug, pa mora pri vnosu navesti še matične številke sodelavcev. V primeru, da je ekipa stalna, je ta seznam matičnih številke že shranjen v programu. Program omogoča tudi določene kontrole, tako npr. ni mogoč vnos opravljenega dela, kjer je delavec za več kot 130% presegel normirani časa (Če je v eni uri učinkovitega dela opravil za več kot 1 uro in 20 min normiranega dela.). Tak vnos lahko opravi le tehnolog. Blokira se tudi vnos operacije, v primeru da predhodna še ni bila knjižena.

Slika 23: Vnos opravljenega dela delavca neposredno v terminal s pomočjo črtne kode.



Delo poenterke se bistveno zmanjša, saj vnos opravljenega dela izvajajo neposredno delavci, kar pomeni, da je zajem podatkov na samem izvoru. S tem se je zmanjšalo delo, ki ni dodajalo nobene vrednosti izdelku (prepisovanje podatkov iz delovnih listov delavcev), baza o opravljenem delu je postala popolnoma ažurna. Poenterstvo tako dobi nove naloge, predvsem v zvezi s kakovostnejšo predpripravo nekaterih materialov za nalog.

5.3.5 Terminiranje proizvodnje

Oddelkovodje imajo možnost vpogleda v plan in tako lahko operirajo s točnimi podatki o časih priprave in izdelave operacij delovnih nalogov, kar jim olajšuje formiranje skupin delavcev po posameznih delovnih mestih.

Sortiranje operacij na tehnološki dokumentaciji po klasifikacijah družin izdelkov glede na nastavitve privede do dobrih predlogov vrstnega reda posameznih operacij za vsako delovno mesto posebej.

5.3.6 Kontrola proizvodnje

Da bi imeli čimbolj ažurno stanje delovnih nalogov, je potrebno zajemati podatke na izvoru. V ta namen se je spremne liste (priloga št. 1) palet polizdelkov opremilo s seznammi potrebnih operacij s črtnimi kodami (Slika 22), s čimer se je omogočilo enostaven vnos opravljenega dela delavca (Slika 23). Delavec javi količino po doseženi kvaliteti ter dejanski – efektivni čas za opravljeno delo. S tem se omogoči spremljanje realizacije po posameznih predvidenih kriterijih kakovosti. Rešitev je cenovno zelo ugodna saj se za terminale uporabi stare odslužene računalnike, ki se jih le opremi s čitalci črtne kode. S tako rešitvijo stroški pridobitve informacije gotovo ne presegajo vrednosti pridobljene informacije.

Uporablja se več statusov delovnih nalogov za potrebe kontrole plana in sicer: NP – napoved proizvodnji, PL – planirano, PF – planirano fiksno, LN – lansirano, LA – aktivno, KO – končano.

Ko se razpiše delovna dokumentacija (tik preden se začne delo po delovnih mestih), se delovni nalog postavi na status LN – lansiran. Pri pojavu povratne informacije (ali opravljeno delo ali izdan material) se delovni nalog avtomatsko postavi na status LA – aktiven. Ko je knjižena celotna planirana količina po posameznih operacijah in so izdane vse potrebe materiala, se delovni nalog avtomatsko postavi na status KO - končan. Glavni nalog zaključi vodja proizvodnje ročno, saj so pogosto nalogi nekompletni (morda manjka samo en paket od tisočih). Lahko mu je v pomoč tudi namenska akcija za zaključevanje nalogov.

Za planiranje proizvodnje so torej pomembni statusi NP, kajti te naloge je še mogoče ustrezno razporejati in prilagajati potrebe dejanskim zmogljivostim. Za samo kontrolo

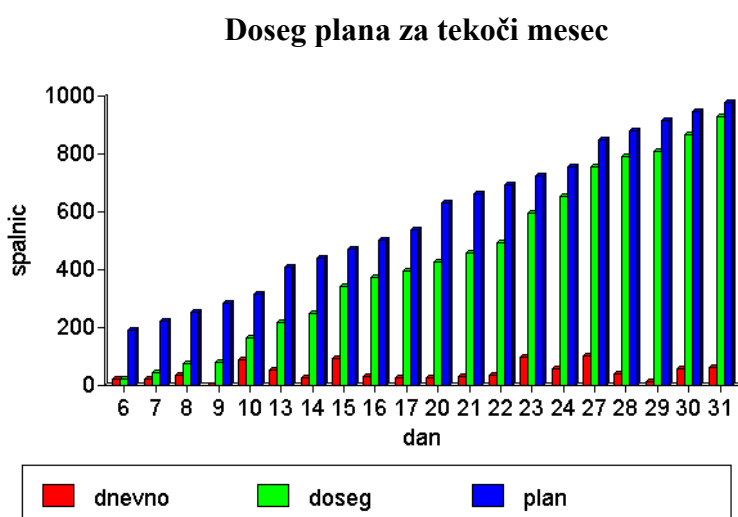
plana proizvodnje pa so zanimivi statusi LN (lansirani) z datumom začetka, ki je manjši od trenutnega datuma (kar pomeni, da s temi delovnimi nalogi zamujamo), ter delovni nalogi s statusom LA (aktivni), kar pomeni, da so še nedokončani. Omogočen je vpogled v trenutno stanje delovnih nalogov kot tudi podrobnejši vpogled po posameznih operacijah po delovnih mestih.

Delavci imajo neposreden vpogled v opravljeno delo (ki ga beležijo sami preko terminalov, opremljenimi s čitalci črtne kode). Tako se lahko odpravijo vse napake vnosa že pred avtomatskim prenosom podatkov v modul za plače. Prej je kontrolo moralo vršiti poenterstvo ali pa računovodstvo pri obračunu plač.

Realizacijo proizvodnje spremljamo dnevno s pomočjo zbirnih poročil o prejemu paketov v skladišče končnih izdelkov. Vsak paket je ovrednoten glede na vrednost udeleženega dela (po predkalkulaciji iz normativnih časov dela). Iz letnega plana vemo, da moramo na dan narediti, glede na število udeleženih delavcev in planiranih izgub, 49 planskih enot spalnic (ena enota vsebuje 12 ur udeleženega normiranega dela). Tako dnevno računamo doseg plana s pomočjo kumulativne vrednosti udeleženega normiranega dela po prejetih paketih (Slika 24).

Slika 24: Spremljanje plana po planskih enotah spalnic (za 20 delovnih dni v prikazanem mesecu)

Dan	dnevno	kumulativa	trenutni doseg
6	21,21	21,21	11,19%
7	21,89	43,10	19,49%
8	34,12	77,22	30,55%
9	1,56	78,78	27,71%
10	87,01	165,79	52,48%
13	53,32	219,11	53,35%
14	28,24	247,35	55,92%
15	93,65	341,00	71,96%
16	30,27	371,27	73,45%
17	25,70	396,97	73,91%
20	28,11	425,07	67,27%
21	33,27	458,34	69,08%
22	35,53	493,87	71,06%
23	99,54	593,41	81,66%
24	58,47	651,88	85,97%
27	101,84	753,72	88,36%
28	39,22	792,94	89,64%
29	14,36	807,30	88,11%
30	57,40	864,70	91,23%
31	62,39	927,08	94,66%
skupaj	927,08		



Vir: Krasoprema d.d., 2002

V finančnem oddelku se delo bistveno zmanjša, saj je potreben samo še izpis pokalkulacije naloga in ne več zbiranje in seštevaje porabljenih ur in materiala za nalog. Tako imamo informacijo o lastni ceni že takoj ob odpremi naloga.

5.4. UČINKI SPREMEMB IN IZKUŠNJE PRI UVAJANJU

5.4.1 Planiranje materialnih potreb

Zaradi neažurnih normativov in zalog repromateriala je bila potrebna postopna uvedba MRP-ja, kar predlaga tudi Welte v svoji knjigi *Successful SAP r/3 Implementation* (Welte, 1999). S pomočjo napovedi, ki ne upoštevajo zalog, smo dobili plan potreb (polizdelkov in materialov) za posamezno naročilo – nalog. Ta plan je nabava fiksirala in določene materiale ročno primerjala z dejansko zalogo, preden je posredovala konkretna naročila dobaviteljem. Ko se je zaloge uskladilo z dejanskimi, je ostal še problem zapiranja potreb (rezervacij), ki so bile posledica neustreznih normativov tehnologov. Tudi če je skladiščnik izdal predvideno količino, se do končanja naloga ni vedelo, ali je bila izdana količina dovolj za celoten nalog. Velikokrat se je dejansko potrebovalo več materiala, kot so ga tehnologi predvideli. Ker se potreb ni takoj ugašalo (zapiralo), so bile še vedno odprte rezervacije, ki niso sprostile zalog, MRP plan pa je predlagal nova naročila dobaviteljem. Šele ko se je uskladilo vse normative ter sprotno zapiranje potreb (vodje v proizvodnji so sproti obveščali skladiščnika, o končanih procesih, ki so potrebovali določen material - tudi popravila, ki so se ponavadi, najbolj zavlekla), se je lahko začela nabava po MRP planu.

Ob uvajanju nam je MPS plan služil za kontrolo normativov. Na ta način tudi ni bil prehod iz prejšnjega sistema na sistem MRP prehud oz. preboleč za uporabnike, ki so bili ob združevanju enakih potreb za različne naloge nekoliko zmedeni. Vodja nabave je imel možnost fiksiranja potrebe po materialih že v zbirnem mesečnem planu MPS in na tak način onemogočiti vpliv MRP planiranja, ki bi potrebe združeval in potrebne nabavne količine prilagajal zalogi. V primerih, ko zaloge in normativi še niso bili ažurni, bi bil MRP plan popolnoma neuporaben.

Ena od hitrih pozitivnih posledic uvajanja je bila znižanje zalog repromateriala za 25%. Ker so bili plan potreb po materialih, kot tudi planirani normativi dokaj natančni, niso bile več potrebne varnostne zaloge zaradi neažurnih normativov. Vsak material pripada določenemu izdelku in to se lahko v vsakem trenutku preveri tudi v skladišču. Ustrezno se porablja tudi alternativne materiale in materiale, ki nimajo več potreb (ne obstajajo rezervacije zanje). Zaradi ažurnega knjiženja potreb so postali tudi podatki o zalogah veliko bolj zanesljivi in s tem uporabni.

Za poglobljene analize o porabi materialov smo morali počakati, da je preteklo leto dni dela v novem sistemu, da smo lahko razpolagali s podatki iz dovolj dolgega časovnega obdobja.

5.4.2 Kontrola proizvodnje

Ker se pri vsaki operaciji spremlja izmet ter vzrok zanj preko povratnih informacij o opravljenem delu delavcev, je ugotavljanje vzrokov in ukrepanje veliko lažje. Posledica korektivnih ukrepov pri ugotavljanju kakovosti dobaviteljev materiala in natančnejšega spremljanja porabe je znižanje stroškov materiala za 4%.

Zaradi enakomerne porazdelitve nalogov po delovnih mestih so se občutno zmanjšale nadure delavcev (za 60%) in delo ob sobotah (za 40%). Določene delovne naloge naredimo preden bi bilo potrebno. S tem sicer imamo višje stroške nedokončane proizvodnje, izognemo pa se nadurnemu delu, ki bi bilo potrebno, če bi za vse delovne naloge čakali zadnji možni čas izvedbe. Doseg končnega plana se meri vsak dan preko prejetih paketov v skladišče končnih izdelkov. Tako se zaradi ugotovljenih odstopanj lahko reagira nemudoma z določenimi spremembami plana.

Za približno 70% se je zmanjšala količina nekompletnih serij (sicer je to težko primerjati, ker prej ti podatki niso bili točno evidentirani), saj se že pred kompletiranjem preveri dejansko realizirano količino in se v primeru pomanjkanja določenih elementov, že pred procesom (vsekakor pred začetkom pakiranja) izda izredni delovni nalog za popravilo (ali dodelavo) manjkajočih elementov. Zalogo končnih izdelkov se spremlja po paketih (ne več po spalnicah). Na tak način imamo vsako minuto (prejem poteka s pomočjo branja črtnih kod ob transportnem traku) točen pregled nad zalogo.

Povečala se je tudi efektivnost dela, saj se je vsako leto po uvedbi novega IS povečala realizacija proizvodnje (brez neposrednih investicij v tehnologijo) za 7%. Če upoštevamo določene spremembe v tehnološki izboljšavi delovnih mest, lahko zaključimo, da se je zaradi izboljšanja organizacije po uvedbi informacijskega sistema v letu dni realizacija proizvodnje zvišala za 5% (brez investicij v tehnologijo), kar ni zanemarljiv podatek. Gre predvsem za zmanjšanje izgub na račun izboljšanja komunikacij med delavci in operativno pripravo dela. Odpadlo je precej čakanja na potreben material za operacijo. Normativne čase smo lahko sedaj določili vsem operacijam, saj izračun poteka avtomatsko (prej so bila normirana le delovna mesta, kjer je bil izračun časa enostaven). Ker so delavci stimulirani na vseh operacijah, se je posledično povečala produktivnost na operacijah, ki prej niso bila normirana ali pa so bila normirana napačno. To dejansko tudi pomeni, da se je investicija v nov IS poplačala že v enem letu.

5.4.3 Splošne spremembe

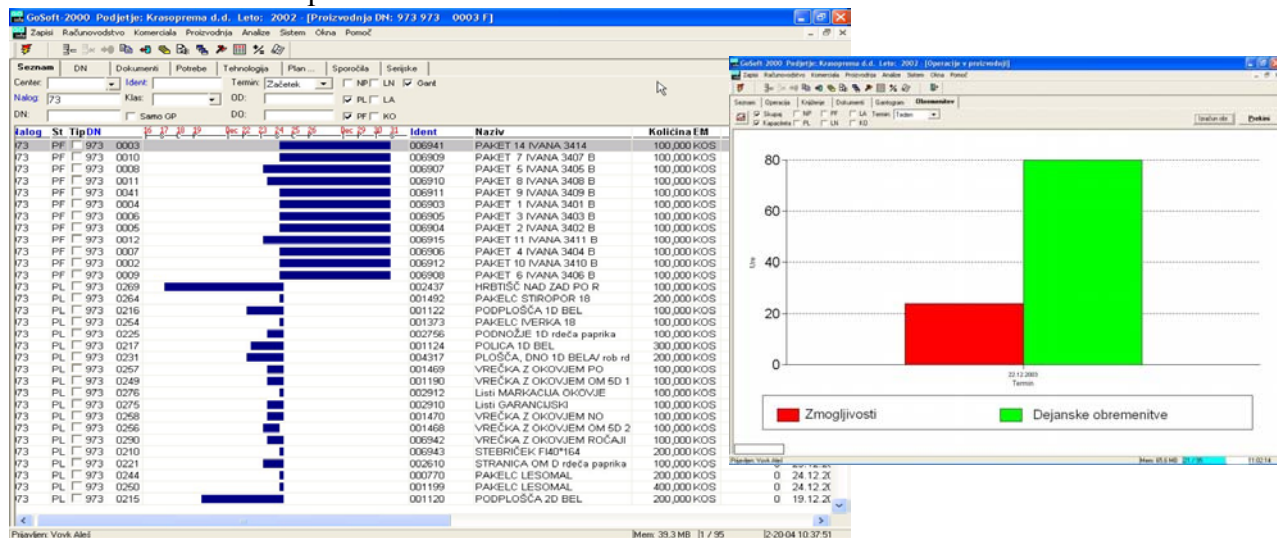
Ker pa prodaja ni sledila takemu dvigu produktivnosti, se je povečala zaloga končnih izdelkov čez kritično mejo. Zaradi tega je bilo potrebno najeti skladišče izven samega podjetja ter povečati konsignacijska skladišča pri večjih kupcih.

5.5. PREDLAGANE SPREMEMBE V PRIHODNOSTI

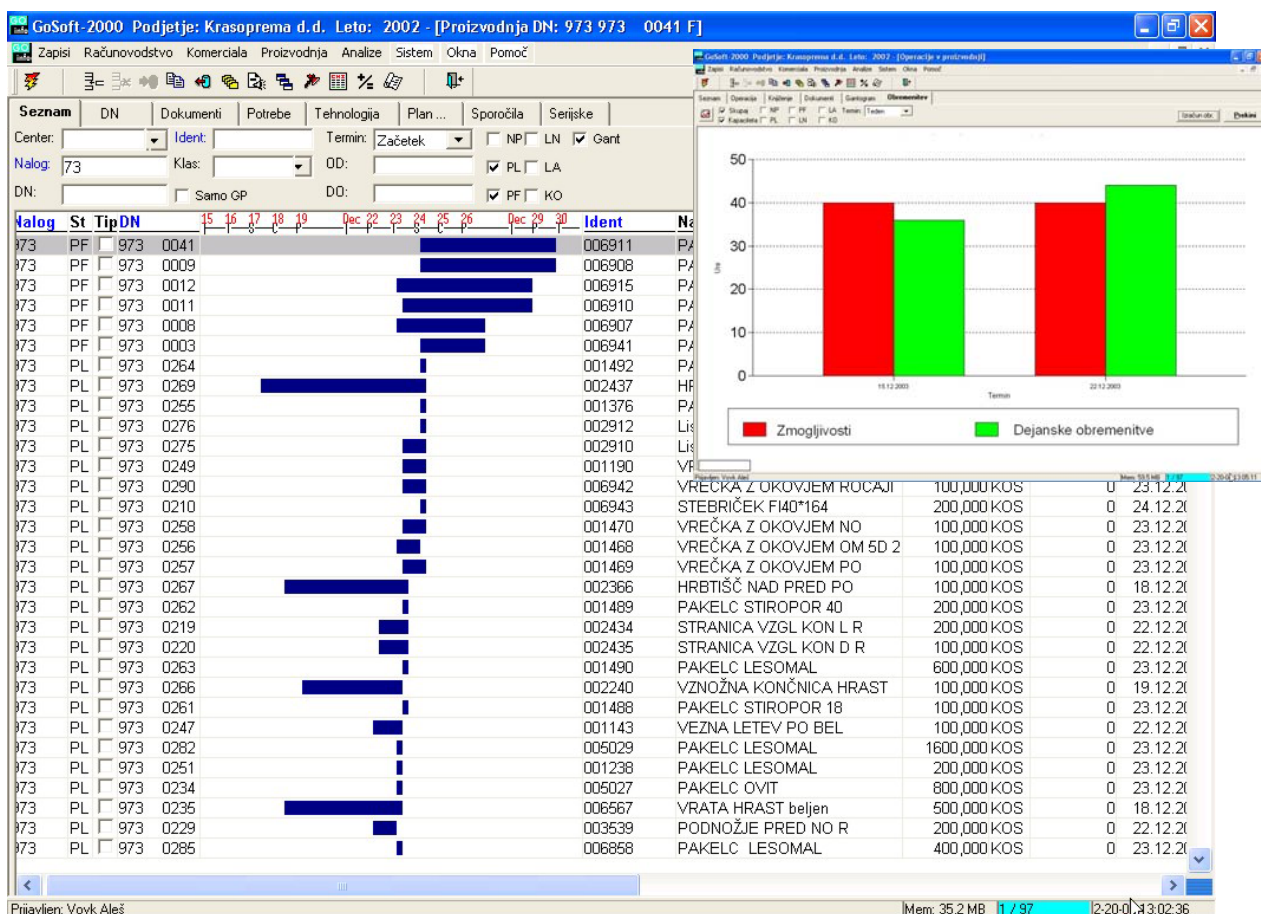
5.5.1 Operativno (grobo) planiranje

Ključna pomanjkljivost MRPja, ki jo lahko zasledimo v vseh omenjenih literaturah in se je pokazala tudi pri uvajanju MRP plana v Krasopremi je, da le ta v osnovi ne upošteva danih zmogljivosti proizvodnje oz. delovnih mest. Največji problem s primanjkovalom zmogljivosti nastane na zadnjih delovnih mestih, kot vidimo na sliki (Slika 25) desno zgoraj. MRP plan namreč začne s planiranjem od zadnjega delovnega mesta nazaj proti začetku (Slika 25 levo). Dodelava povratne zanke, omenjene v poglavju 2.4.4., ki bi preverjala razpoložljivo zmogljivost v MRP planu, bi bila prav gotovo ustrezna rešitev. Enostavno rešitev pa predstavlja uporaba fiksnega časovnega zamika (časovne rezerve) v kosovnici izdelka ali polizdelka. Kot smo ugotovili v literaturi, MRP-C, ki upošteva omejitve zmogljivosti, deluje tako, da postavi čas čakanja določenim operacijam ali delovnim nalogom, ki se lahko izvršijo preden je to potrebno in s tem kasneje ne obremenjujejo zmogljivosti. Ker se v Krasopremi lansira samo celotne spalnice in so velikosti serij vedno podobne (okrog 100 kompletov), lahko tako s pomočjo simulacije »poizkusi in popravi«, pripravimo ustrezen plan za posamezno spalnico (izdelek). Polizdelke (delovne naloge), ki so na kritični poti, ne premikamo. Ostalim polizdelkom (paketom spalnice) pa dodajamo časovne zamike tako, da so končani nekoliko prej, kot bi bili po prvotnem MRP planu. V okviru programa Gosoft lahko uporabimo zamike pri vgradnji (torej zamik celotnega delovnega naloga) ali pa zamike med posameznimi operacijami delovnega naloga. Manjšo nedokončano proizvodnjo imamo, če uporabimo samo zamike pri vgradnji. Časovni zamiki bodo sicer vedno (za vsakokratno naročilo – nalog) enaki, vendar iz analize obstoječega plana lahko vidimo, da to ustreza, saj je vrstni red delovnih nalog (v okviru glavnega naloga – naročila) vedno enak, pretočni časi dokaj konstantni (vzroki za daljše pretočne čase so večinoma razne izgube), in kritična pot vedno enaka. Plan iz slike (Slika 25) je bil predelan z upoštevanjem omenjenih zamikov. Posledica teh zamikov je nastal nov plan, prikazan na sliki (Slika 26).

Slika 25: Prikaz MRP plana



Slika 26: Simulacija plana z upoštevanjem zamikov vgradnje podsestavov



Vir: Krasoprema d.d., 2002

Po simulaciji lahko ugotovimo, da se kritična pot ni spremenila. Spremenil se ni niti plan potreb po materialih. Združene potrebe imajo namreč dobavni rok določen glede na prvo potrebo in ta je ponavadi ravno tako na polizdelkih, ki so na kritični poti. Iz grafa obremenitve zmogljivosti (Slika 26– desno zgoraj) vidimo, da so zmogljivosti enakomerno obremenjene. Nekateri polizdelki (paketi) dospejo v skladišče končnih izdelkov predčasno, ko še ni možna kompletacija oz. odprema spalnice, posledično se zato poveča zaloga končnih izdelkov, vendar je proizvodni MRP plan izvedljiv, kar je najpomembnejše.

5.5.2 Planiranje materialnih potreb

Podatki iz daljšega obdobja nam sedaj po več kot enem letu dela v novem sistemu že lahko pomagajo pri odločanju med MRP in statističnim načinom planiranja materialnih potreb. Pri tem sta odločilni ABC in XYZ analizi, omenjeni v poglavju 2.3.5.2.

5.5.2.1. Izdelava ABC analize materialov

Analizo³¹ izvedemo po naslednjem postopku: Najprej izračunamo vsoto vseh izdaj materialov. Nato izračunamo vrednost izdaj za vsak material posebej:

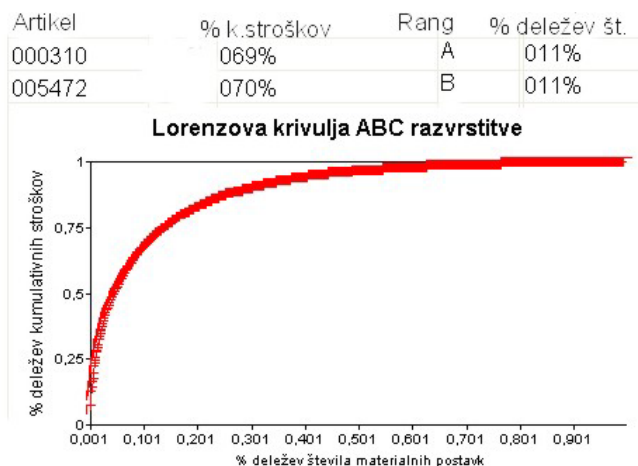
Osnovna formula iz katerega pobiramo vrednosti za določitev ranga je:

Kumulativa (Vrednost izdaje materiala za leto / Vrednost izdaj vseh materialov za leto)

Postavke materialov razvrstimo po padajoči vrednosti porabe in izračunamo strukturni delež v odstotkih za delež vrednosti izdaje za posamezen material kar predstavlja kumulativna vsota deleža vrednosti (Kumulativa – drugi stolpec - Slika 27) in prikažemo še strukturni delež v odstotkih za število postavk materiala (zadnja kolona - Slika 27).

V rang A postavimo materiale, ki predstavljajo (vrednost kumulative) do 70% skupne vrednosti porabe materiala. Teh je kot vidimo iz zadnje kolone na sliki (Slika 27) le 11%. V rang B pa materiale, ki predstavljajo vrednost med 70% in 90% skupne vrednosti vseh materialov. Teh je po opravljeni analizi bilo 19%. Preostalih 70% pa predstavlja le 10% celotne vrednosti materialov izdanih v letu 2002.

Slika 27: Lorenzova krivulja ABC razvrstitve materiala v Krasopremi za leto 2002



<- izsek iz tabele podatkov
opravljene analize

Vir: Krasoprema d.d., 2002

³¹ Analizo sem izvedel v programu Gosoft 2000, ki sicer analize do takrat še ni imel standardno v paketu, zato sem moral uporabiti SQL jezik.

5.5.2.2. Izdelava XYZ analize materialov

Analizo sem izvedel s pomočjo informacijskega sistema Gosoft 2000 po naslednjem postopku: Za vse materiale sem ugotovil porabljeno količino v letu 2002; tako za celotno leto, kot tudi po posameznih mesecih (Tabela 4).

Tabela 4: Tabela količin izdaj materialov po mesecih za leto 2002.

Vir: Krasoprema d.d., 2002

Ident	Naziv artikla	EM	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
000004	MDF 4MM	M2	127.300	155.306	142.347	142.347								
000005	MDF 4MM	M2	0.000	456.260	174.460	107.823	335.037	0.000	402.600					
000006	LESOMAL	M2	2201.811	2552.886	2381.161	2073.142	5194.661	1805.079	5524.851	2727.304	3126.457	5144.441	4200.669	1781.714
000007	LESOMAL	M2	0.000	0.000	1134.848	0.000	68.614	0.000	1359.444	972.912	1150.604	0.000	909.972	1240.539
000008	LESOMAL	M2	1006.070	445.589	464.345	606.998	2139.845	600.000	1963.367	633.257	1094.502	677.208	1000.000	1270.000
000009	LESOMAL	M2	606.970	1287.382	696.696	897.260	749.476	0.000	348.348	0.000	3572.260	20.130	1167.672	169.600
000010	MDF 4MM	M2	140.910	100.650	321.740	2.894	795.936	73.425	423.115	650.870	1194.676	154.034	0.000	430.576
000011	MDF 4MM	M2	194.590	0.000	583.770	187.880	0.000	0.000	176.235	0.000	145.845			
000012	IVERKA	M2	46.170	46.092	0.000	115.489	334.701	57.710	134.298	61.901		438.582	134.298	154.111
000013	IVERKA	M2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	184.664		
000014	IVERKA	M2	115.415	121.186	0.000	132.727	819.446		600.844	1799.788	0.000	0.009	100.844	0.000
000015	IVERKA	M2	248.180	370.119	282.477	382.158	732.121	264.175	213.296	241.356	125.794	439.942	420.821	67.079
000016	IVERKA	M2	3520.148	5989.091	4732.145	8402.196	8231.797	5609.168	8390.667	2645.887	1038.698	12763.832	8383.540	6143.234
000017	IVERKA	M2							0.000	0.000	196.344	0.000	0.000	183.810
000018	IVERKA	M2	1465.770	1669.212	3085.877	126.956	1560.238	830.992	1350.827	1395.916	496.277	1900.634	1008.099	507.081
000019	IVERKA	M2	0.000	2077.472	2354.460	473.208	3489.662	3543.249	2371.905	3562.219	265.455	7248.068	1455.804	4110.983
000020	IVERKA	M2	0.000	328.162	0.000	387.414	288.537	0.000	577.072	196.205	70.248	496.284	227.486	370.443
000021	IVERKA	M2	3485.527	3647.121	4.000	0.000	3620.037	0.000	842.477	3289.361	3474.028	1338.814	0.000	788.716
000022	IVERKA	M2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
000023	IVERKA	M2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
000024	IVERKA	M2	346.250	369.325			357.792	0.000	115.414	311.617	138.494	184.657	0.000	122.769
000025	IVERKA	M2	0.000	1985.135	2008.213	1569.641	0.000	0.000	1558.097	0.000	0.000	0.000	1423.750	0.000
000026	IVERKA	M2	46.166	46.166	0.000	0.000	115.415	0.000	0.000	150.040	207.749	0.000	0.000	0.000
000027	IVERKA	M2	0.000	107.426	23.083	42.605	40.000	66.258	408.690	177.539	122.127	327.995	243.842	312.413
000028	SPONKE	KOS	0.000	4000.000	3960.000	4200.000	1000.000	3960.000	0.000	0.000	3960.000	120.000	77360.000	0.000
000029	SPONKE	KOS	18410.000	6640.000	14108.000	9650.000	19945.000	3500.000	23025.000	5280.000	7755.000	35837.000	16159.000	11539.000
007686	SUŠILO ZA	KOS												
000030	SPONKE	KOS	5067.000	0.000	19056.000	10794.000	46426.000	4784.000	10500.000	26269.800	18970.200	0.000	28079.000	15905.982
000031	SPONKE	KOS	26480.000	16512.000	25374.000	16106.000	26160.000	3402.000	40880.000	12336.000	16278.000	29092.000	27242.400	5306.000
000032	SPONKE	KOS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	110500.000		

Za vsako terminsko enoto (mesec) določimo absolutno vrednost odstopanja porabe od povprečne letne porabe ter nato izračunamo povprečno odstopanje v letu po naslednji formuli.

$$\text{Avg}^{32} (\text{ABS}^{33} ((\text{mesečna poraba materiala v letu 2002}) - (\text{povprečna letna poraba materiala v letu 2002} / 12)))$$

Izračunamo povprečno nihanje porabe kot kvocient povprečnega odstopanja in povprečne porabe po formuli (vrednost v 3. koloni - Slika 28) :

$$\text{povprečno odstopanje v letu} / (\text{povprečna letna poraba materiala v letu 2002} / 12)$$

³² AVG - povprečje vseh vrednosti

³³ ABS - absolutna vrednost

Glede na povprečno nihanje porabe razvrstimo materiale v: skupino X, če je povprečno nihanje manjše od 50% (Slika 28), skupino Y, če je povprečno nihanje porabe med 50 in 100% in v skupino Z, če je povprečno nihanje porabe večje kot 100%.

Slika 28: Analiza XYZ materialov za leto 2002 (odsek iz tabele)

X-Y-Z ANALIZA				
Artikel	Povp. odstopanje	% odstopanja	XYZ	Kumulativa deležev števila
004308	8	49,47%	X	8,58%
002134	157	50,05%	Y	8,66%
000129	562	51,08%	Y	8,75%
000199	383	51,29%	Y	8,84%
000128	563	51,30%	Y	8,93%
000334	15297	51,70%	Y	9,02%
001235	124	51,81%	Y	9,11%
000209	3757	52,35%	Y	9,20%
002025	142	52,38%	Y	9,28%
000127	913	52,93%	Y	9,37%
000198	706	52,97%	Y	9,46%
000227	5034	53,00%	Y	9,55%
000143	92	53,00%	Y	9,64%
000400	15	53,07%	Y	9,73%
003643	398	53,20%	Y	9,81%

Vir: Krasoprema d.d., 2002

S pomočjo kumulative deleža števila materialov (zadnja kolona - Slika 28) lahko vidimo, da spada 8,5% vseh materialov v rang X (med prvo in drugo vrstico - Slika 28). 21,5% vseh materialov spada v rang Y, preostalih 70% pa v rang Z.

S kombinacijo ABC in XYZ analiz lahko ugotovimo, da bomo za večino materialov uporabili MRP način planiranja. Le za tiste materiale, ki so v razredu C in skupini X in Y pa bomo uporabili statistično kontrolo zalog.

5.5.3 Terminiranje proizvodnje

Pri samem razporejanju operacij je pomembno, da postavimo skupaj operacije, ki imajo iste ali podobne nastavitve stroja. Na ta način lahko prihranimo veliko časa, sploh v primeru, ko traja nastavitveni čas več kot izdelavni. V Krasopremi d.d. je to bistvenega

pomena pri površinski obdelavi. Saj je čas nastavitve linije več kot 2 uri, prehod serije delovnega naloga (enega elementa) pa 10 min. Poleg tega se ob vsaki spremembi postopka tudi porabi, neka fiksna količina laka (izmet) in razredčila (kolikor ga mora biti v črpalkah za samo delovanje sistema). Zato se poskuša opraviti operacije enakega postopka v istem dnevu. Sedanji MRP plan nam tega ne predlaga (glej prilogo št. 4) ampak morajo ta fini razpored operacij opraviti še vedno oddelkovodje.

Pri menjavi postopka je treba predvideti tudi čas menjave. Pri površinski obdelavi je to zelo pomembno. Čas priprave, ki je odvisen od predhodnega postopka, lahko traja od 10 min pa do 3 ur.

Že MRP plan naj bi postavil vrstni red operacij, kjer bi terminsko združeval operacije z enakimi nastavitvami ter različne pripravljalne čase glede na vrstni red operacij. Datum končanja delovnega naloga pa bi moral biti v okviru omejenega odmika od MRP plana (npr. 5 dni zamude). Obdelava finega terminiranja, ki je ponavadi ločena od operativnega planiranja, postavi skupaj operacije glede na prvotno postavljene prioritete (npr.: priprava stroja, datum končanja, isto naročilo). Take obdelave omogočajo dodatni programski moduli, namenjeni finemu terminiranju. Eden od komercialnih programov, poznan tudi v Sloveniji, je Preactor, ki ga pri nas trži podjetje Inea .

Postopek finega terminiranja s pomočjo programa Preactor bi bil naslednji: Vzame se prva operacija po datumu MRP za prvo delovno mesto. K tej se doda nova operacija, ki ji je najbolj podobna po pripravi (ima najnižji čas menjave med družinama). V okviru iste priprave ima prednost tista, ki ima najmanjši datum zaključka (prenesen iz modula operativnega plana -MRP). Pri vsakem dodajanju se izračuna končni čas z upoštevanjem časa priprave (ki je seveda različen glede na kombinacijo vrstnega reda priprav). Vzame se le operacije, ki imajo začetek, predviden v operativnem MRP planu, od trenutno izračunanega začetka, oddaljen le omejeno (pred nastavljen) številno dni. S tem uravnavamo zalogo med delovnimi mesti. Seveda se pri naslednjem delovnem mestu upošteva tudi prvi možen začetek glede na predhodno (že locirano) operacijo artikla. Upošteva se delovni koledar za posamezno delovno mesto in strukturo artiklov – kosovnico, kar pomeni, da se, preden nek polizdelek ni končan, ne more začeti operacija na izdelku, v katerega je ta vgrajen. Tako dobimo nekoliko spremenjene končne roke delovnih nalogov od prvotno predlaganih v operativnem MRP planu. S postavitvijo vrednosti za predhodni začetek operacije, se odmikamo od datumov predvidenih za dobavo materiala in s tem lahko povzročimo tudi izpad proizvodnje, zaradi nedobavljenih materialov. Sprememba MRP plana ni več možna, saj bi s tem porušili MRP plan in se zapletli v zanko, saj bi po ponovnem finem terminiranju popravljenega MRP plana dobili lahko drugačne rezultate. V praksi, glede na to, da dobave s strani dobaviteljev niso tako točne, uporabljamo vrednost za odmik med 2 in 3 dnevi.

Seveda pa poskušamo pred finim terminiranjem, s pomočjo pregleda zasedenosti kapacitet CRP v okviru MRP plana, primerno popraviti koledar (povečamo čas dela na dan,

uvedemo drugo izmeno), spremeniti postopek (zamenjamo delovno mesto, obrnemo predviden vrstni red operacij, kjer se to da...), v skrajnem primeru premakniti datum končanja naročila na kasnejši rok, ki pa ga natančno lahko preverimo šele s finim terminiranjem.

5.5.4 Demonstrativni primer uporabe programa za razvrščanje

S pomočjo demonstrativnega programa Batch (Sule, Software for Industrial Scheduling, 1997), kjer je uporabljen algoritem razvrščanja³⁴ za optimizacijo vrstnega reda z upoštevanjem časa priprave za posamezno družino izdelkov (Sule, 1997, str. 44), sem naredil simulacijo za tri naloge (dve postelji in ena omarica). V prilogi (Priloga št. 3) je razviden MRP plan, ki je bil narejen v programu Gosoft 2000. Ta isti plan je bil prenešen v program za razvrščanje, kjer sem podatke dopolnil in pognal preplaniranje. Procesiranje podatkov je potekalo zelo dolgo, čeprav je model simulacijsko orientiran. Zato je priporočljivo, da take simulacije opravljamo ločeno od procesov obstoječega informacijskega sistema. Dopolniti je bilo treba podatke o posameznih nastavitvah, časih nastavitvev, ter razporediti artikole v posamezne družine – predstavnike določene nastavitve. Gre za 7 delovnih mest, ki si med seboj vedno sledijo eno za drugim, tako si sledijo tudi v prilogi. Zaradi težav pri demonstracijski verziji (Program deluje v DOSu in ne podpira nobenega izvoza podatkov) sem moral podatke prepisati v tabelarično obliko. Iz programa Gosoft 2000 pa sem podatke neposredno izvozil v elektronski obliki in jih pretvoril v podobno tabelarično obliko, da je primerjava lažja.

Kot vidimo iz priloge (Priloga št. 3), na zadnjih treh delovnih mestih po optimizaciji ni sprememb, saj tukaj ni bilo možnega združevanja, ker ni nastavitvev. Kritična pot (Priloga št. 3; operacije obarvane v rdečo) je ostala nespremenjena. Bistveno spremembo je videti na lakirni liniji (DM 302), kjer so elementi razporejeni glede na posamezne postopke. V okviru ene barve (oreh) so razvrščeni skupaj še po posameznemu podpostopku (I. in II. prehod). Na tak način smo pridobili 20,5 h, kar predstavlja skoraj polovico pretočnega časa naloga skozi lakirno linijo. Pri čiščenju pred lakiranjem (DM 312) ponovno ni večjih sprememb, razen vrstni red, ki se je moral prilagoditi spremenjenemu vrstnemu redu na lakirni progi. Spremembe so vidne še na CNC stroju, kjer sta ponovno združena enaka elementa. To smo pridobili 1,25 h. Sprememba je tudi na prvem prikazanem delovnem mestu, kjer smo zaradi ustreznega vrstnega reda pridobili 2,75 h. Skupaj je bilo tako pridobljeno 24,5 h, kar je 4,3% prihranka. Seveda smo glede na prvotni MRP plan pridobili tudi pri materialu pri površinski obdelavi, saj bi po prvotnem planu morali večkrat čistiti linijo, kar bi nas stalo veliko več kot strošek prihranjenega časa. Vendar naj povemo, da tudi če nam MRP plan predlaga tak vrstni red operacij, kot je prikazan v tabelah pred optimizacijo (priloga št. 3), jih oddelkovodje (nekje pa celo sami vodje linije) po izkušnjah

³⁴ Model programa je simulacijsko orientiran, kot je mogoče razbrati iz razlage metode (Sule, 1997, str. 44). Poglobljenega opisa programa v knjigi in v sprotne pomoči programa ni bilo zaslediti.

razvrstijo zelo podobno optimiziranemu planu. V praksi bi pridobili le kako uro na stroju za vrtnanje, kjer je teže določevati vrstni red, saj je potrebno poznati celoten plan vrtnanja. S tem se potrjuje tudi ugotovitev, ki jo navajata Vandaale in Boeck (Vandaele, Boeck, 2003, str. 217), da se lahko na nivoju finega terminiranja pridobi 15% izdelavnega časa, ter ugotovitev Roedericka, ki pravi da so učinki ustrezno pripravljenega operativnega plana veliko večji od zapletenega sistema terminiranja³⁵.

Plan je po optimizaciji sicer bolj pregleden, zasedenost delovnih mest je bolj enakomerna, pojavlja pa se nekaj vmesne zaloge, predvsem pred in po površinski obdelavi, kjer pa je tudi že sedaj deponija. Naj pa poudarim, da je MRP plan za delovno mesto 302 nekoliko skrivljen, saj imamo v tehnologiji podatek, da je čas čakanja po opravljenem delu na delovnem mestu 12 ur. Žal pa se v programu Gosoft 2000 tega ne da definirati na operaciji, ampak samo na delovnem mestu. Tako program upošteva čas čakanja tudi med 1. in 2. postopkom, kot tudi med polivanjem ene in druge strani izdelka (priloga št. 3; primer: vznožna končnica postelje). Ta čas čakanja pa se v programu za razvrščanje da natančneje predvideti.

Iz primera lahko ugotovimo, da nam program za optimizacijo sicer koristi. Skupaj z uvajanjem bi se nam tak program poplačal nekje v petih do šestih letih. Glede na to, da bi morali vmes sistem že večkrat nadgraditi in seveda nadgradnje plačati, je smotrnost investicije vprašljiva. Ker se ponudba na trgu povečuje in s tem cene nižajo, bo morda prišel čas, ko bodo programi za razvrščanje cenejši. Predvsem pa je težavno uvajanje takega sistema, saj pridejo specifičnosti posamezne proizvodnje (delovnega mesta) še bolj do izraza (kot npr. pri uvajanju MRP II) in ni neke splošne formule uvajanja.

Vsekakor najboljša pot pa je, da bi omenjeni algoritem vgradili v obstoječi modul za planiranje proizvodnje programa Gosoft 2000, s tem, da ne bi preveč podaljšali samega računalniškega procesiranja plana. Sedaj procesiranje poteka približno eno uro (55 min) in se lahko izvaja v okviru delovnega časa.

5.5.5. Priprava in lansiranje dokumentov

Prva potrebna dopolnitev bi bila, da bi lahko oddelkovodja dodeljeval delavce operacijam (delovnim mestom). Tako bi s pomočjo predvidenih pretočnih časov usklajeval zmogljivosti stroja z upoštevanjem zmogljivosti razpoložljivih delavcev. Potrebne komunikacije med vodjo in delavci bi se tako zmanjšale na minimum, saj bi bile lahko te razporeditve vidne neposredno delavcem preko terminala za vnos opravljenega dela.

Sistem vnosa opravljenega dela preko terminalov v proizvodnji naj bi se v prihodnosti nadgradil, da za sam vnos ne bi bil več potreben list papirja s črtnimi kodami, ampak bi

³⁵ Povzeto po: Hopp, Spearman, 2000, str. 454

delavec dobil že na terminalu predlagane operacije (glede na predhodno dodelitev delavca operaciji) v ustreznem vrstnem redu (po opravljenem finem terminiranju operacij).

5.5.6 Splošne spremembe

Potrebna bodo nenehna prizadevanja za skrajševanje pripravljalnega – zaključnega časov strojev in naprav: številne tehnične izboljšave za hitrejšo vpenjanje orodij in spremembe pozicij (nastavitve že izven stroja), racionalizacije transportnih poti med stroji in skladišči, po potrebi tudi prilagajanje z intenzivnostjo zasedenosti strojev: ko je potreba po združitvi enakih operacij (npr. v površinski obdelavi en barvni postopek), delajo zaposleni preko dolžine rednega delovnega časa, ki se kompenzira takrat, ko ni takšnih potreb (Kovačič, 1999). Za primere majhnih serij pa je potrebno zagotoviti alternativno tehnologijo (manjši fleksibilni stroji namesto celotne linije).

Vzporedno s prej opisanim načinom planiranja je potrebno razvijati ustrezen sistem nagrajevanja, kjer produktivnost ni nujno prva prioriteta. Pomembni kazalci uspešnosti podjetja so še kakovost, prilagodljivost zaposlenih, nizke zaloge in kratki pretočni časi. Usklajen sistem planiranja in nagrajevanja je zelo pomemben. Neprimerna usklajenost vodi do razvijanja neformalnih sistemov planiranja (Buffa, Miller, 1979, str. 714).

Zaenkrat je specifičnost (tržna niša) Krasopreme proizvodnja samostojnih spalničnih programov (različnih arhitektov), ki se med seboj ne kombinirajo (ne po dimenzijah in ne po barvah). V primeru širitve prodajnega programa tudi na komponibilni program ter posledično zagotovitve vmesnih skladišč z dograditvijo novih prostorov, bi bil potreben reinženiring procesa iz velikoserijske proizvodnje na zalogo v proces proizvodnje za znanega kupca z razdelitvijo enovitega procesa (strojna obdelava, površinska obdelava in končna montaža) na dva procesa: razpis in izvedba delovnega naloga do površinske obdelave (nelakiranih elementov do montaže) ter končna montaža in pakiranje za znanega kupca. Za elemente, ki niso standardizirani in je možen kratek dobavni rok, pa si bosta podprocesa neposredno sledila.

6. ZAKLJUČEK

Pri izpolnjevanju dobavnih rokov se soočamo s težavami, vezanimi na neusklajene zahteve kupcev z razpoložljivo zalogo, razpoložljive zmogljivosti proizvodnje in zagotovitev potrebnega materiala. Informacije, s katerimi si pomagamo pri odločanju, pa so pomanjkljive. Tako prihaja do pogostih napačnih odločitev, ki se izkažejo šele na koncu. Kot posledica se pojavljajo večji stroški, kot so bili planirani.

Z delom sem želel doseči takšen način planiranja, s katerim bo možno sistematično in pravočasno ter s čim manjšimi stroški zagotoviti vse potrebne komponente za pravočasno realizacijo naročenih izdelkov. Poudarek je bil na rešitvi s pomočjo računalniškega informacijskega sistema. Manjši poudarek je bil na planiranju prodaje, saj sem se

osredotočili na planiranje proizvodnje. Menim pa, da zahteva planiranje prodaje tudi podobno poglobljeno analizo in postavitev novih smernic. Omenjene smernice bi doprinesle tudi k izboljšanju planiranja proizvodnje, saj naj bi te ublažile pogoste spremembe planov prodaje.

Analiziral sem več sistemov za planiranje proizvodnje. Vsak od omenjenih ima svoje prednosti in pomanjkljivosti in je primeren za različne vrste proizvodnje in povpraševanja. V nalogi sem obravnaval splošne značilnosti posameznih sistemov in poskušal odkriti primernost vsakega od njih tako za različne vrste proizvodnje kot za konkreten primer proizvodnje Krasopreme.

Sistem, ki so ga uporabljali v Krasopremi, je postal nezadosten, drag in dolgoročno neprimeren. Sistem, ki sem ga v nalogi predlagal in kasneje tudi uvedel, je sistem, ki v proces proizvodnje vključuje tudi ostala funkcijska področja, predvsem prodajo in finance in je podprt z integralnim informacijskim sistemom. Gre za MRP II sistem planiranja, ki je najprimernejši za proizvodne procese z neenakomernim povpraševanjem, kakršnega poznamo v Krasopremi, številnimi izdelki in številnimi sestavnimi deli (in nivoji) izdelkov. S pravilno vpeljavo in uporabo MRP II sistema je možno proizvodni cikel tudi prepoloviti, za skoraj 20% povečati doseg obljubljenih rokov izdelave, z naročanjem le tistega materiala, ki ga potrebujemo zmanjšati zaloge do 35% (Hopp, Spearman, 2000, str. 144), doseči dobro sledljivost materiala, ovrednotiti potrebne proizvodne zmogljivosti za izvršitev plana proizvodnje, izboljšati produktivnost (ker z uporabo novega sistema zmanjšamo delo, ki ne dodaja vrednosti izdelku) in zmanjšati število režijskega osebja.

Večino omenjenega je bilo, sicer ne s tako visokimi rezultati, že takoj po uvedbi novega sistema tudi doseženo. To je že potrditev, da je bila odločitev pravilna. V nalogi navajam tudi probleme s katerimi smo se soočili. Težave so se pojavljale predvsem zaradi kompleksnosti MRP modela, ki zahteva veliko število ažurnih podatkov (kosovnice, tehnološke operacije, razpoložljiva kapaciteta, časi dela in časi nastavitve, optimalne velikosti serije, trenutne zaloge), ki smo jih v času uvajanja šele pripravljali.

Ker je za ustrezno delovanje sistema planiranja potrebno upravljati z zelo natančnimi in ažurnimi podatki, je bil v ta namen izdelan ekspertni sistem za izračun tehnoloških časov, katerega izsek prikazujem v prilogi. Izdelana je bila tudi nova dokumentacija ter intranet aplikacija, s pomočjo katere je bilo omogočeno, z majhnimi stroški, ažurno zbiranje povratnih informacij v proizvodnji (s pomočjo čitalcev črtne kode).

Ker je potrebno procese stalno izboljševati, nakazujem tudi nekaj možnosti prihodnjih rešitev oziroma dopolnitev. Prikazal sem možnost enostavne rešitve postavljanja realnega operativnega plana s čimbolj enakomernimi obremenitvami zmogljivosti delovnih mest z uporabo časovnega zamika vgradnje na kosovnici. Za lažjo izbiro načina planiranja materialnih potreb sta bili v okviru dela izvedeni ABC in XYZ analizi materialov. Na konkretnem primeru plana sem prikazal možnost uporabe enega od preučevanih algoritmov razvrščanja za natančnejši in bolj realen fini terminski plan operacij, s čimer

sem potrdil mnenja nekaterih avtorjev, da je največ prihrankov mogoče doseči z ustrezno pripravo operativnega plana. Izkazalo se je namreč, da z omenjenim finim terminiranjem se pretočni čas ne bi bistveno zmanjšal. Poleg ustrezne baze podatkov je drugi kritični element pri uspešnem delovanju informacijskega sistema stalno (kontinuirano) izobraževanje ter motiviranje vseh, ki ga uporabljajo. Izobraževanje mora zajeti vse nivoje zaposlenih. Prepričan sem, da bo tudi ta moj prispevek lahko v pomoč pri izobraževanju sodelavcev.

7. LITERATURA, VIRI

7.1. LITERATURA

1. ATKINSON W.: Riding Out Global Challenges. Purchasing, št. 18 (september), 2003. Str. 43-47.
2. BASSETT G.: Job – shop Operations Reform: Strategies for Achieving Queueless Work Flow. International Journal of Operations and Production Management, Brandford, 1991, str. 57 - 61.
3. BOLTON W.: Production planing and control. London: Logman Group UK Limited, 1994. 189 str.
4. BUFFA E.S, MILLER J.G.: Production – Inventory Systems: Planning and Control. Homewood: Richard D. Irwin, 1979. 744 str.
5. BUFFA E.S., SARIN R.K.: Modern Production Operations Management. New York: John Wiley&Sons, 1987. 833 str.
6. BURMAN R.: Manufacturing Management, Priciples and Systems. London: Mc Graw – Hill Book Company, 1995. 412 str.
7. DAVENPORT T.: Process Innovation: Reengineering Work Through Infomation Technology. Boston: Harvard Business School Press, 1993. 337 str.
8. DILWORTH J.: Operations management: Design, Planning, and Control form Manufacturing and Services. Boston: McGraw – Hill Co., 1992. 723 str.
9. DREXL A., KIMMS A.: Beyond Manufacturing Resource Planning (MRP II). Heidelberg, Springer Verlag Berlin, 1998. 419 str.
10. DROBNIČ K.: Planiranje proizvodnje ob podpori poslovno - informacijskega sistema Baan v podjetju Iskra ISD d. d. Ljubljana, Magistrsko delo, 2002. 96 str.
11. DUPLAGA E., ASTANI M.: Implementing ERP in Manufacturing. Information Sistems Management, Summer 2003, str. 68-75
12. EVANS J.R.: Applied production and operations management, West Publishing Company, Menneapolis, 1993. 344 str.

13. GOMBAČ M.: Model posodobitve informacijskega sistema proizvodnega podjetja. Ljubljana, Magistrsko delo, 2002. 93 str.
14. GONZA J., LEZ-BENITO A., SUAREZ-GONZA I., LEZ A.: Effect of organizational variables in JIT purchasing implementation, *International Journal of Production Research*, Letnik 39, Številka 10 (2001). Str. 2231 – 2249.
15. HAMMER M., CHAMPY J.: Preurejanje podjetja: manifest revolucije v poslovanju. Ljubljana, Gospodarski vestnik, 1995. 223 s.
16. HARRINGTON J. H.: *Business Process Improvement*. New York: McGraw-Hill, 1991. 274 str.
17. HIGGINS P., ROY L.P., TIERNEY L.: *Manufacturing Planning and Control. Beyond MRP II*. Chapman & Hall: London, 1996. 238 str.
18. HILL T.: *Manufacturing Strategy*. Burr Ridge: Irwin, 1994. 248 str.
19. HILL T.: *Production / Operations Management*. Hertfordshire: Prentice Hall International, 1991. 656 str.
20. HOPP J. W., SPEARMAN L.M., *Factory physics: Foundations of manufacturing management*. McGraw-Hill: New York, 2000
21. HYER N., WEMMERLOV U.: *Reorganizing the factory*. Productivity Press: Portland, 2002. 770 str.
22. JERALA A.: Izboljšanje planiranja in kontrole proizvodnje v podjetju Elan SKI. Ljubljana: Magistrsko delo, 1994. 95. str.
23. JING-WEN L., BARNES J.: Investigating the factors in uencing the shop performance in a job shop environment with kanban-based production control. *International Journal of Production Research*, letnik 38, št. 18 (2000). str.: 4683 – 4699
24. JOVAN V., RIHAR M., ŽNIDARŠIČ A.: Pomembnejši standardi na področju računalniško podprtega vodenja proizvodnje. Zaključno poročilo projekta: Učinkovito informacijsko spremljanje in upravljanje proizvodnje v lesno-predelovalnem podjetju. RLC, Pivka 2001. 82 str.
25. KLOPČIČ Z.: Proizvodna informatika, Sistem – Nove tehnologije za poslovni svet, Priloga revije Monitor, November 2003, str. 12-13
26. KOSANKE K., NELL J.G.: *Enterprise Engineering and Integration*, Proceeding of the International Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology, Springer, 1997. 424 str.
27. KOVAČIČ A.: Podatkovni prototipni pristop h gradnji informatike. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1992. 193 str.

28. KROPIVŠEK J., JELAČIČ D.: Reterminiranje proizvodnje z uporabo sodobnih pristopov, Les letnik 50, št. 12 (1998). str. 369 – 373
29. LIPOVEC, F.: Razvita teorija organizacije. Ljubljana, Ekonomska fakulteta, 1997. 363 str.
30. LJUBIČ T.: Planiranje in vodenje proizvodnje. Kranj: Moderna organizacija, 2000. 443 str.
31. LUBER A.D.: Solving Business Problems with MRP II. Bedford: Digital Press, 1990. 333 str.
32. LUCAS H. C.: The Analysis, Design, and Implementation of Information Systems. New York: McGraw-Hill, Inc., 1992. 550 str.
33. MARN F.: Koncepti planiranja in krmiljenja proizvodnje. Maribor, EPF, 2001, str. 41 - 55
34. MEREDITH J.R.: The Management of operations: A Conceptual emphasis: J. Wiley & Sons Inc., New York 1992. 287 str.
35. MESA International. Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities – White Paper No. 3., 1995
36. MIN-CHUN Y., GREENE T.: The effects of routing exhibity in a multi-stage pull-type system. International Journal of Production Research, letnik 38, št. 16 (2000). str.: 3725-3746
37. MOŽINA S. et al.: Management: Nova znanja za uspeh. Radovljica: Didakta, 2002. 872 str.
38. NANOT J.R.: An experimental investigation and comparative evaluation of priority disciplines in job shop – like queueing net – works, Management Sciences Research Report No. 87, UCLA 1963 str. 75 – 79.
39. PETRIE C.J.: Enterprise Integration Modelling, Proceedings of the First International Conference, MIT Press, 1992, 356 str.
40. POLAJNAR A., BUCHMEISTER B., LEBER M., Proizvodni menedžment. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2001. 414 str.
41. PORTER M.E.: Competitive Advantage. New York: The Free Press, 1985. 556 str.
42. PRODUCTIVITY PRESS. Development Team: Kanban for the shopfloor. Productivity Press, Portland, 2002. 96 str.
43. PŠUNDER, M.: Operativno planiranje. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 1990. 167 str.
44. PUČKO D.: Strateško poslovanje in planiranje v podjetju. Radovljica: Didakta, 1991. 366 str.

45. PUČKO D.: Planiranje v podjetjih. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1993. 491 str.
46. PUČKO D.: Strateško upravljanje. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2003. 390 str.
47. RANT M.: Operativna priprava proizvodnje. Kranj: Moderna organizacija, 1976. 184 str.
48. ROZMAN R.: Planiranje poslovanja podjetja. Ljubljana : Gospodarski vestnik, 1993. 316 str.
49. ROZMAN R., RUSJAN B.: Organizacija (ravnanje) proizvodnje. II del (gradivo za učbenik). Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1994. 410 str.
50. ROZMAN, KOVAČ, KOLETNIK: Management. Ljubljana: Gospodarski vestnik, 1993. 312 str.
51. RUSJAN B.: Management proizvodnje. Ekonomska fakulteta, Ljubljana 1999. 296 str.
52. RUSJAN B.: Vpliv razmestitve opreme na učinkovitost in fleksibilnost proizvodnje. Magistersko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta. 1993. 126 str.
53. RUSJAN B.: Analiza proizvodnje kot sestavni del oblikovanja proizvodne strategije, Ljubljana 1998, 198 str.
54. RUSJAN B.: Povezanost procesov strateškega planiranja podjetja in proizvodnje. Organizacija, 33 (2000), 1, str. 26 – 35.
55. RUSSELL S., TAYLOR III B.: Operations anagement. Pearson Education, New Yersey, 2003. 824 str.
56. SAMUEL K.M.HO.: Operations and Quality Management, London, International Thomson Business Press, 1999, 323 str.
57. SCHERER E.: Shop Floor Control – A Systems Perspective, Springer – Verlag Berlin, Hildelberg. 1998. 392 str.
58. SCHMENNER R. W.: Production / Operations Management, Fifth Edition. New York: Macmillan Publishing Company, 1993. 825 str.
59. SCHONBERGER R.J., KNOD E.M.: Operations Management, Improving Customer Service. Boston: IRWIN Homewood, 1991. 926 str.
60. SERGERSTEDT A.: Production and inventory control at ABB Motors and Volvo Wheel Loaders, two examples of MRP in practical use, Production Planning & Control, 2002, VOL. 13, NO. 3, str. 317 – 325.
61. SKINNER W.: The Focused Factory, Harvard Business Review, Boston, 52 (1974),3, str113-121.

62. SLACK N., CHAMBERS S., HARLAND C., HARRISON A., JOHNSTON R.: Operations Management, London: Pitman Publishing, 1995. 914 str.
63. STEVENSON W.: Production / Operations management. Boston: Richard D. Irwin, 1993. 947 str.
64. SULE R. D.: Industrial Scheduling, Luisiana Tech University. Boston, 1997. 322 str.
65. TURBIT N.: ERP Implementation: The trials and the tribulations. World Trade Magazine, št. 3, 2003. str. 39
66. VANDAELE N., BOECK L.: Advanced Resource Planning, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, št. 19 (2003). str. 211–218
67. VERBINC F.: Slovar tujk, Cankarjeva založba. Ljubljana, 1997. 770 str.
68. VILLA A.: Organizacija in organiziranje, Moderna organizacija. Kranj, 1994. 388 str.
69. VOLLMANN T. E., BERRY W. L., WHYBARK D.C.: Manufacturing Planning and Control Systems. Homewood: Richard D. Irwin, 1992. 844 str.
70. WARD P.T., LEONG G.K., SNYDER D.L.: Manufacturing Strategy: An Overwiev of Current Process and Content Models. Ettlie J.E., Burstein M.C., Fiegenbaum A. ed., Manufacturing Strategy. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1990, str. 198 – 199.
71. WELTI N.: Succesful SAP R/3 Implementation. Harlow: Addison-Wesley, 1999. 1185 str.
72. WIENDAHL H.: Betriebsorganisation für Ingenieure. München : Hanser, 1986. 376 str.
73. XIE J., ZHAO X., LEE T.S.: Freezing the master production schedule under single resource constraint and demand uncertainty. International Journal of Production Economics, št. 83 (2003). str.: 65–84
74. ZHAO X., LAI F., YOUNG S.: A study of Manufacturing Resources Planning (MRPII) implementation in China. International Journal of Production Research, letnik 40, št. 14 (2002). str.: 3461-3478
75. ŽERAJIC C.: Izboljšanje planiranja in kontrole proizvodnje zdravil v podjetju Krka. Ljubljana, Magistrsko delo, 1997. 81 str.

7.2. VIRI

1. Aluminium international today, Advanced scheduling helps automate foil production, september / oktober 2003. str. 60.
2. BRANDL D.: A Tutorial on SP95 Enterprise/ Control Integration Standard, a paper represented on World Batch Forum. [URL: http://wbf.org/world_batch_forum.htm], 1999
3. Center za mednarodno konkurenčnost, Spremljanje izvajanja strategije lesne panoge v letu 2001. [URL: www.gzs.si/lesarstvo] (pod aktualno) , junij 2002
4. Feasibility Study, Ciba – Geigy, Basel: Project »BIG MAMA«, (1990), 521 str.
5. GAURY E., KLEIJNEN J., PIERREVAL H.: Customized Pull Systems for Single-Product Flow lines, 1998. 36 str. [URL: <http://greywww.kub.nl:2080/greyfiles/center/1998/doc/117.ps>], 6.2.2004
6. KOVAČIČ A.: Projekt prenove informacijskega sistema v Krasopremi d.d., Vmesno poročilo. Dutovlje: Interna dokumentacija Krasopreme d.d., 1999.
7. Preactor V.9.0, On line Application Windows Help, 2000
8. Rezultati ankete Poslovna informatika 2001. Ljubljana: Inštitut za poslovno informatiko - IPI, Ekonomska fakulteta, 2002, 19 str.
9. SHOBRYD D.: The Gap between APS and MRP II Systems. Supply Chain Consultant, Wilmington, 2002. [URL: <http://www.supplychain.com/whitepapers/pdf/MRPIIvsAPS.pdf>], 1.2.2004
10. Sule D.: Software for Industrial Scheduling - DOS Version. PWS Publishing, Boston, 1997. (Priloga knjige: Sule D.: Industrial Scheduling)
11. TAPAN M.: MRP based Scheduling vs. Finite Capacity Scheduling. Supply Chain Consultant, Wilmington, 2002 [URL: <http://www.supplychain.com/whitepapers/pdf/mrpvsfcs.pdf>]
12. Interna dokumentacija Krasopreme d.d., 1997, 1998, 2000, 2001 in 2002.
13. Interna dokumentacija progama Gosoft 2000, 2001.

8. SLOVAR TUJIH IZRAZOV IN OKRAJŠAV

Assemble to order (ATO) – sestavljanje po naročilu

Available to promise (ATP) – razpoložljivo za dobavo

Bill of material (BOM) – kosovnica materiala

Capacity Requirements Planning (CRP) – podrobno planiranje zmogljivosti

Engineering to Order (ETO) – inženiring po naročilu (projekt)

Enterprise Resource Planning (ERP) – planiranje virov podjetja

Flexible Manufacturing System (FMS) - prilagodljiv proizvodni sistem

Finite Capacity Scheduling (FCS) – terminiranje z upoštevanjem omejitev zmogljivosti

Fixed-Order-Quantity System (FOQS) - sistem zalog s fiksno količino naročila

Information Technology (IT) – informacijska tehnologija

Just-In-Time Production (JIT) – proizvodnja ob pravem času oz. proizvodnja brez zalog

Make to Order (MTO) – proizvodnja po naročilu

make to stock (MTS) – proizvodnja na zalogo

Master Production Schedule (MPS) – glavni plan proizvodnje

Manufacturing Resource Planning (MRP II) – planiranje virov podjetja

Material Requirement Planning (MRP) – planiranje potreb po materialih

Rough-Cut Capacity Planning (RCCP) – grobo planiranje zmogljivosti

Shop Floor Control (SFC) – operativna proizvodnja, proizvodnja (izvajanje, nadzor in terminiranje operacij)

Statistical Inventory Control (SIC) – statistična kontrola zalog

Supply Chain Management (SCM) – ravnanje oskrbovalne verige

Work In Process (WIP) – proizvodnja v teku, nedokončana proizvodnja

Priloga št. 1: Spremni list

SPREMNI LIST S POTREBAMI

003599

Nalog: **633 LEILA 5D/3D**

VZNOŽNA KONČNICA BEL

DN: **R-LEI 1492**

Kol.zložaja: **1 KOS**

Dim: 1874 x 575 x 18

Zač. dat.: 8.7.2003 14:06:55

Cel.količina: **1 KOS**

Stran: 1 / 1

Kon. dat.: 11.7.2003 13:46:31

Risba: **A - 1064**

Datum: 7.12.2003

Oper.	DM	Naziv operacije	Dej.Kol.	Št. del.	Priprava	Izdelava	Skupaj
10	106	Razrez 18 /F1=4/št.pl /F3=11.54/površ.		3	0:05:00	0:00:15	0:05:15
							425445
30	130	Rezkanje iver -na DM št.el /N=2/ rezkanje1 /V1=6/ (m) /L1=4.0/ /L2=0.0/ istočasno /N1=2/, rezkanje2 /V2=14/ /L3=0.0/ /L4=0.0/ istočasno /N2=1/, št.izvrt /IZ1=8/ št.el /N3=2/ /IZ2=0/ /N4=1/ /IZ3=0/ /N5=1/, /ODR=0/ /ODS=1/		1	0:30:00	0:01:45	0:31:45
							425446
50	312	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi) /DR=0/ /KR=0/ izpihovanje utorov /U=0.0/ izvrtin /I=0/		3	0:00:00	0:00:21	0:00:21
							425447
60	302	Polivanje elementov zadaj		5	0:00:00	0:00:15	0:00:15
							425448
65	302	Polivanje elementov lice		5	0:00:00	0:00:15	0:00:15
							425449
70	306	Končno čiščenje /DRZ=0/, /KRZ=0/ št.zašč.rob		1	0:00:00	0:01:45	0:01:45
							425450
<u>Ident</u>	<u>Naziv</u>	<u>Tehn Standard/Štev.risbe</u>	<u>Količina</u>	<u>EM</u>	<u>Opomb:</u>		
000016	IVERKA 18MM BELA/BELA ART. 2002/2002	10	1,223	M2			

DN: **R-LEI 1492**

Datum: _____

Izdal: _____

Prevzel: _____

Priloga št. 2: Primer izseka programa ekspertnega sistema za izračun tehnoloških časov

```
begin
  declare l_Time integer;
  declare lDM char(5);
  declare lStdOper char(8);
  declare lDim_X numeric(9,3);
  declare lDim_Y numeric(9,3);
  declare lDim_Z numeric(9,3);
  declare lTekst varchar(4000);
  declare lArtId integer;
  declare lStdOp integer;
  declare T1 numeric(12,5);
  declare T2 numeric(12,5);
  declare T3 numeric(12,5);
  declare T4 numeric(12,5);
  declare T5 numeric(12,5);
  declare mas numeric(12,5);
  declare Tk numeric(12,5);
  declare Ob numeric(12,5);
  declare lArtDelSer numeric(12,5);
  declare Malica numeric(5,3);
  declare Kd numeric(5,3);

  -- priprava vhodnih podatkov
  set lArtId = fParse_Str( '/ArtId=', public_data );
  set lStdOp = fParse_Str( '/StdOp=', public_data );
  select A.Dim_X,A.Dim_Y,A.Dim_Z,isNull(P.DelSerija,50)
    into lDim_X,lDim_Y,lDim_Z,lArtDelSer
  from Artikel as A LEFT OUTER JOIN Artikel_Proizv as P
  where A.ArtId = lArtId;
  select Trim(DM.DM),ST.StdOper,ST.Tekst
    into lDM, lStdOper,lTekst
  from PRO_DM as DM,TEHOPR as ST
  where ST.Operid = lStdOp and
        ST.DMId = DM.DMId;
  -- izracuni za  DM 110 (Obrez in furniranje robov)
  set Malica = 30 ;
  set Kd = ( 47 + Malica ) / ( 450 + Malica - ( 47 + Malica )) + 1 ;
  -- set Kd = ( 78 + Malica ) / ( 450 + Malica - ( 78 + Malica )) + 1 ;
  -- čas vlaganja el. v stroj
  set T1 = 0.843 + ( lDim_X * lDim_Y / 1000000 * 0.8766 );
```

```

-- čas strojne obdelave
set T2 = 2 / if lArtDelSer = 0 then 50 else lArtDelSer endif;
-- čas za menjavo koluta robne folije
set T3 = 15;
case lStdOper
when '11001' then
-- čas strojne obdelave
set T5 = ( lDim_X / 1000 + 0.45 ) / 16 ;
  when '11002' then
-- čas strojne obdelave
set T5 = ( lDim_X / 1000 + 0.54 ) / 16 ;
  when '11003' then
-- čas strojne obdelave
set T5 = ( lDim_X / 1000 + 0.89 ) / 16 ;
-- čas za menjavo koluta robne folije
set T3 = (lDim_X/1000 + 0.45) * 2 * 0.04583 ;
  when '11004' then
-- čas strojne obdelave
set T5 = ( lDim_X / 1000 + 0.65 ) / 16 ;
-- čas za menjavo koluta robne folije
set T3 = (lDim_Y/1000 + 0.56) * 2 * 0.04583 ;
  when '11005' then
-- čas strojne obdelave
set T5 = ( lDim_X / 1000 + 0.79 ) / 16 ;
-- čas za menjavo koluta robne folije
set T3 = ( lDim_X/1000 + 0.85 + lDim_Y/1000 + 0.85) * 2 * 0.04583
end case;
set l_Time= ROUND ((( if T1 > T5 then T1 else T5 endif + T2 + T3 ) * Kd * 60 ) , 0);
end

```

Vir: Krasoprema d.d., 2002

* Zaradi poslovne tajne so nekateri faktorji, iz katerih bi se dalo razbrati normativ, spremenjeni

Priloga št. 3: Primer plana operacij kot rezultat MRP II plana programa Gosoft 2000 in optimiziranega plana glede na čase nastavitvev

DM 128 Stroj za vrtanje

id operacije naziv operacije naziv elementa pretočni čas datum/čas % zasedenosti

Pred optimizacijo

376757	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	PLOŠČA ČRNA	1,29	27,11,03	35%
376758	Vrtanje izvrtin (za spojno)	PLOŠČA ČRNA	1,51		
376745	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA D RA-E64B□	3,34	28,11,03	
376735	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA L RA-E64B□	3,09	12,52	156%
376746	Vrtanje izvrtin (nad fi 15)	STRANICA D RA-E64B□	3,17		
376736	Vrtanje izvrtin (nad fi 15)	STRANICA L RA-E64B□	2,92		
377669	Vrtanje izvrtin (za spojno)	DNO SPODNJE□□	1,51	2,12,03	
376845	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	NADSTAVEK VZG KONB	2,51	11,84	148%
377670	Vrtanje izvrtin za kotnik (d	DNO SPODNJE□□	1,29		
377240	Vrtanje izvrtin (za spojno)	PREGRAĐA PREČNA□□	1,51		
377234	Vrtanje izvrtin (za spojno)	DNO ZGORNJE□□razre	1,51		
377671	Vrtanje izvrtin za kolesa (d	DNO SPODNJE□□	3,52		
376769	Vrtanje za matice	VZGLAVNA KONENICA	3,51	3,12,03	
376788	Vrtanje za matice	VZGLAVNA KONENICA	3,01	9,02	113%
376770	Vrtanje izvrtin (do fi 15)	VZGLAVNA KONENICA	2,50		
377711	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	POLICA ČRNA□□RAZRE	3,61	4,12,03	
376789	Vrtanje izvrtin (do fi 15)	VZGLAVNA KONENICA	2,50	9,21	115%
376831	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	HRBTIŠEE NADST PO S	2,51		
376865	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	POLICA VZG KON OREH	0,59		
376780	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA VZG KON D	2,00	9,12,03	
376777	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA VZG KON L C	1,75	5,01	63%
377212	Vrtanje izvrtin (za spojno)	VEZNA LETEV PO OREH	1,26		
Vsota			50,39		

Po optimizaciji

376757	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	PLOŠČA ČRNA	1,29	27,12,03	
376758	Vrtanje izvrtin (za spojno)	PLOŠČA ČRNA	1,26	5,63	70%
376745	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA D RA-E64B□	3,09		
376735	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA L RA-E64B□	3,09	28,12,03	
376746	Vrtanje izvrtin (nad fi 15)	STRANICA D RA-E64B□	2,92	8,93	112%
376736	Vrtanje izvrtin (nad fi 15)	STRANICA L RA-E64B□	2,92		
377669	Vrtanje izvrtin (za spojno)	DNO SPODNJE□□	1,51	1,12,03	
377240	Vrtanje izvrtin (za spojno)	PREGRAĐA PREČNA□□	1,26	6,78	85%
377234	Vrtanje izvrtin (za spojno)	DNO ZGORNJE□□razre	1,51		
376845	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	NADSTAVEK VZG KONB	2,51		
376769	Vrtanje za matice	VZGLAVNA KONENICA	3,51	2,12,03	
376788	Vrtanje za matice	VZGLAVNA KONENICA	2,51	6,02	75%
376770	Vrtanje izvrtin (do fi 15)	VZGLAVNA KONENICA	2,00	3,12,03	
377670	Vrtanje izvrtin za kotnik (d	DNO SPODNJE□□	1,29	8,06	101%
377671	Vrtanje izvrtin za kolesa (d	DNO SPODNJE□□	3,52		
377212	Vrtanje izvrtin (za spojno)	VEZNA LETEV PO OREH	1,26		
376865	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	POLICA VZG KON OREH	0,59	4,12,03	
376780	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA VZG KON D	2,00	6,10	76%
376777	Vrtanje izvrtin (za spojno)	STRANICA VZG KON L C	1,50		
376789	Vrtanje izvrtin (do fi 15)	VZGLAVNA KONENICA	2,00		
376831	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	HRBTIŠEE NADST PO S	2,51	5,12,03	
377711	Vrtanje izvrtin (do fi 15)/S	POLICA ČRNA	3,61	6,12	77%
Vsota			47,64		

* Zaradi poslovne tajnosti so količine (iz katerih bi se dalo razbrati normativ) iz delovnega naloga skrite.

DM 130 CNC rezkar

Pred optimizacijo

<i>id operacije</i>	<i>Naziv operacije</i>	<i>naziv artikla</i>	<i>pretočni čas</i>	<i>datum</i>	<i>% zasedenosti</i>
376853	Rezkanje iver -n	VZNOŽNA KONČNICA OREH	5,21	28,11,03	91%
376759	Rezkanje iver -n	PLOŠČA ČRNA	2,06	28,11,03	
376846	Rezkanje iver -n	NADSTAVEK VZG KONČ ORE	4,29	2,12,03	54%
376236	Rezkanje iver -n	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	7,13	3,12,03	89%
377660	2x prprava L+D	NALIMEK PO FATINA BL 6L ali	3,29	4,12,03	97%
377663	Rezkanje ultr -n	HRBTIŠČE RA-E64B	4,50	4,12,03	
376791	Rezkanje iver -n	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	3,67	5,12,03	95%
376832	Rezkanje iver -n	HRBTIŠČE NADST PO SIV	3,96	5,12,03	
377185	Rezkanje iver -n	HRBTIŠČE OGLEDALA PO BE	4,21	11,12,03	53%

kupaj pretočni čas: **38,31**

Po optimizaciji

376759	Rezkanje iver -n	PLOŠČA ČRNA	2,06	28,11,03	26%
376853	Rezkanje iver -n	VZNOŽNA KONČNICA OREH	5,21	2,12,03	98%
376236	Rezkanje iver -n	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	6,13	2,12,03	
376846	Rezkanje iver -n	NADSTAVEK VZG KONČ ORE	4,29	3,12,03	98%
377663	Rezkanje ultr -n	HRBTIŠČE RA-E64B	4,25	4,12,03	99%
376791	Rezkanje iver -n	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	3,67	4,12,03	
376832	Rezkanje iver -n	HRBTIŠČE NADST PO SIV	3,96	5,12,03	91%
377660	2x prprava L+D	NALIMEK PO FATINA BL 6L ali	3,29	5,12,03	
377185	Rezkanje iver -n	HRBTIŠČE OGLEDALA PO BE	4,21	11,12,03	53%

Skupaj pretočni čas: **37,06****DM 311 Ročno čiščenje pred lakiranjem**

Pred optimizacijo

376759	Ročno čiščenje	PLOŠČA ČRNA	4,75	1,12,03
--------	----------------	-------------	------	---------

Po optimizaciji

376759	Ročno čiščenje	PLOŠČA ČRNA	4,75	28,11,03
--------	----------------	-------------	------	----------

DM 312 Strojno čiščenje pred lakiranjem

Pred optimizacijo

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	pretočni čas	datum	
376854	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZNOŽNA KONČNICA OREH	0,88	1,12,03	11%
376749	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA D RA-E64B	1,33	2,12,03	
376739	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA L RA-E64B	1,33		33%
377241	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	PREGRAĐA PREČNA	0,78	3,12,03	
377235	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	DNO ZGORNJE	0,78		32%
376847	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	NADSTAVEK VZG KONČ OREH	1,00		
376237	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	1,04	4,12,03	
376772	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZGLAVNA KONČNICA OREH	0,96		53%
377712	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	POLICA ČRNA RAZREZ	2,22		
376866	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	POLICA VZG KON OREH	0,58	5,12,03	7%
376792	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	1,08	8,12,03	44%
376833	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	HRBTIŠČE NADST PO SIV	1,00		
376839	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA PO 2m /16 OREH	1,42		
376805	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	POLICA VZGL KON BE/ČRN	0,58	9,12,03	7%
376781	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON D OREH	0,67	10,12,03	17%
376778	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON L OREH	0,67		
377228	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA PO 2m /16 ČRNA	1,42	11,12,03	18%
377225	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON D BE/ČRN	1,08	12,12,03	
377222	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON L BE/ČRN	1,08		27%

Skupaj pretočni čas:

19,90

Po optimizaciji

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	pretočni čas	datum	
376749	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA D RA-E64B	1,33	1,12,03	
376739	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA L RA-E64B	1,33	2,67	33%
376854	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZNOŽNA KONČNICA OREH	0,88	3,12	
377241	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	PREGRAĐA PREČNA	0,78	7,19	90%
377235	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	DNO ZGORNJE	0,78		
376847	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	NADSTAVEK VZG KONČ OREH	1,00		
376866	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	POLICA VZG KON OREH	0,58		
376772	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZGLAVNA KONČNICA OREH	0,96		
377712	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	POLICA ČRNA RAZREZ	2,22		
376237	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	1,04	4,12,03	
376833	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	HRBTIŠČE NADST PO SIV	1,00	7,88	98%
376839	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA PO 2m /16 OREH	1,42		
376805	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	POLICA VZGL KON BE/ČRN	0,58		
376792	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	1,08		
376781	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON D OREH	0,67		
376778	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON L OREH	0,67		
377228	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA PO 2m /16 ČRNA	1,42		
377225	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON D BE/ČRN	1,08	5,12,03	
377222	Čiščenje pred lak. (zaprti robovi)	STRANICA VZG KON L BE/ČRN	1,08	2,17	27%

Skupaj pretočni čas:

19,90

DM 302

Lakirna proga

Pred optimizacijo

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	pretočni čas	datum/čas	% zasedenosti
376855	Polivanje elementov zadaj -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	2,63	1,12,03	
376761	Polivanje elem. -1.PREHOD	PLOŠČA ČRNA	2,28	4,90	61%
376740	Polivanje elementov -1.PREHOD	STRANICA L RA-E64B	0,61	2,12,03	
376750	Polivanje elementov -1.PREHOD	STRANICA D RA-E64B	0,61	9,97	
376856	Polivanje elementov lice -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	2,63		
376762	Polivanje elem. -2.PREHOD	PLOŠČA ČRNA	2,28		
376741	Polivanje elementov -2.PREHOD	STRANICA L RA-E64B	0,61		
376751	Polivanje elementov -2.PREHOD	STRANICA D RA-E64B	0,61		
376857	Polivanje elementov zadaj -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA	2,63		
376848	Polivanje elementov -1.PREHOD	NADSTAVEK VZG KONČ OR	1,04	3,12,03	
376238	Polivanje elementov zadaj -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	2,63	8,88	111%
376773	Polivanje elementov -1.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA OREH	2,58		
376858	Polivanje elementov lice -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	2,63		
376849	Polivanje elementov -2.PREHOD	NADSTAVEK VZG KONČ OR	1,04	4,12,03	
376239	Polivanje elementov lice -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	2,63	8,54	107%
376867	Polivanje elementov -1.PREHOD	POLICA VZG KON OREH	2,29		
376774	Polivanje elementov -2.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA OREH	2,58		
376793	Polivanje elementov -1.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	2,63	5,12,03	
376240	Polivanje elementov zadaj -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	2,63	10,46	131%
376834	Polivanje elementov -1.PREHOD	HRBTIŠČE NADST PO SIV	2,92		
376868	Polivanje elementov -2.PREHOD	POLICA VZG KON OREH	2,29		
376794	Polivanje elementov -2.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	2,63	8,12,03	
376241	Polivanje elementov lice -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	2,63	6,17	77%
376835	Polivanje elementov -2.PREHOD	HRBTIŠČE NADST PO SIV	0,92		
376806	Polivanje elementov -1.PREHOD	POLICA VZGL KON BE/ČR	2,29	9,12,03	
376807	Polivanje elementov -2.PREHOD	POLICA VZGL KON BE/ČR	2,29	4,58	57%

Skupaj pretočni čas:

53,50

Po optimizaciji

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	pretočni čas	datum/čas	
376761	Polivanje elem. -1.PREHOD	PLOŠČA ČRNA	2,28	1,12,03	
376740	Polivanje elementov -1.PREHOD	STRANICA L RA-E64B	0,61	5,50	69%
376750	Polivanje elementov -1.PREHOD	STRANICA D RA-E64B	0,61		
376762	Polivanje elem. -2.PREHOD	PLOŠČA ČRNA	0,78		
376741	Polivanje elementov -2.PREHOD	STRANICA L RA-E64B	0,61		
376751	Polivanje elementov -2.PREHOD	STRANICA D RA-E64B	0,61		
376855	Polivanje elementov zadaj -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	2,63	5,12,03	
376856	Polivanje elementov lice -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	0,63	8,83	110%
376773	Polivanje elementov -1.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA OREH	0,58		
376867	Polivanje elementov -1.PREHOD	POLICA VZG KON OREH	0,29		
376848	Polivanje elementov -1.PREHOD	NADSTAVEK VZG KONČ OR	1,04		
376858	Polivanje elementov lice -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	1,13		
376849	Polivanje elementov -2.PREHOD	NADSTAVEK VZG KONČ OR	1,04		
376868	Polivanje elementov -2.PREHOD	POLICA VZG KON OREH	0,29		
376857	Polivanje elementov zadaj -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA OREH	0,63		
376774	Polivanje elementov -2.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA OREH	0,58		
376239	Polivanje elementov lice -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	2,63	9,12,03	
376238	Polivanje elementov zadaj -1.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	0,63	8,67	108%
376793	Polivanje elementov -1.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	0,63		
376806	Polivanje elementov -1.PREHOD	POLICA VZGL KON BE/ČR	0,29		
376834	Polivanje elementov -1.PREHOD	HRBTIŠČE NADST PO SIV	0,92		
376240	Polivanje elementov zadaj -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	1,13		
376794	Polivanje elementov -2.PREHOD	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	0,63		
376241	Polivanje elementov lice -2.PREHOD	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	0,63		
376835	Polivanje elementov -2.PREHOD	HRBTIŠČE NADST PO SIV	0,92		
376807	Polivanje elementov -2.PREHOD	POLICA VZGL KON BE/ČR	0,29		

Skupaj pretočni čas:

23,00

DM 306 Čiščenje po lakiranju

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	čas začetka	čas zaključka	pretočni čas
376763	Čiščenje	PLOŠČA ČRNA	2.12.2003 07:16:40	3.12.2003 13:56:40	14,67
376742	Čiščenje	STRANICA L RA-E64B□□	4.12.2003 11:26:40	5.12.2003 12:33:20	9,11
376752	Čiščenje	STRANICA D RA-E64B□□	4.12.2003 11:26:40	5.12.2003 12:33:20	9,11
376859	Čiščenje	VZNOŽNA KONČNICA OREH	5.12.2003 14:42:30	8.12.2003 11:05:00	4,38
376850	Čiščenje	NADSTAVEK VZG KONČ OREH	8.12.2003 09:35:00	9.12.2003 07:07:30	5,54
376775	Čiščenje	VZGLAVNA KONČNICA OREH	8.12.2003 14:52:30	9.12.2003 11:27:30	4,58
376869	Čiščenje	POLICA VZG KON OREH□□	9.12.2003 14:35:00	10.12.2003 09:02:30	2,46
376795	Čiščenje	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	10.12.2003 10:30:00	11.12.2003 07:40:00	5,17
376242	Čiščenje	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	10.12.2003 13:45:00	11.12.2003 10:07:30	4,38
376836	Čiščenje	HRBTIŠČE NADST PO SIV	11.12.2003 07:37:30	11.12.2003 12:25:00	4,79
376808	Čiščenje	POLICA VZGL KON BE/ČR□□	12.12.2003 08:40:00	12.12.2003 11:02:30	2,38
Skupaj pretočni čas:					66,56

DM 406 Montaža

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	čas začetka	zač zaključka	pretoni čas
376228	Montaža profila na plo	PAKET G - plošča	3.12.2003 13:56:40	5.12.2003 11:33:20	13,61
376229	Vstavljanje polnil	VZNOŽNA KONČNICA OREH	8.12.2003 11:05:00	9.12.2003 11:57:30	8,88
376851	Vstavljanje polnil	NADSTAVEK VZG KONČ OREH	9.12.2003 07:07:30	10.12.2003 07:25:00	8,29
376840	Kovanje stranic PO	STRANICA PO 2m /16 OREH□□	9.12.2003 07:45:00	11.12.2003 08:10:00	16,42
376231	Montaža žile	POLICA VZG KON OREH□□	10.12.2003 09:02:30	10.12.2003 13:50:00	4,79
376243	Montaža žile, vij.matic	VZNOŽNA KONČNICA SIVA	11.12.2003 10:07:30	12.12.2003 10:02:30	7,92
376837	Montaža žile,lep.OG.s	HRBTIŠČE NADST PO SIV	11.12.2003 12:25:00	15.12.2003 08:15:00	11,83
376798	Montaža žile,vijač.ma	VZGLAVNA KONČNICA SIVA	11.12.2003 13:30:00	12.12.2003 10:02:30	4,54
377229	Kovanje stranic PO	STRANICA PO 2m /16 ČRNA	11.12.2003 13:55:00	15.12.2003 14:20:00	16,42
377186	Montaža - lep.OG	HRBTIŠČE OGLEDALA PO BEL□	12.12.2003 08:47:30	12.12.2003 13:17:30	4,50
377187	Montaža žile	HRBTIŠČE OGLEDALA PO BEL□	12.12.2003 14:17:30	15.12.2003 12:32:30	6,25
Skupaj pretočni čas:					103,44

DM 408 Pakiranje

id operacije	naziv operacije	naziv artikla	pretočni čas	čas začetka	čas zaključka
376764	Zlaganje paketa, kontrola, z	PAKET B□□dno in pregrada	16,67	3.12.2003 11:53:20	5.12.2003 12:33:20
377193	Ovijanje spodnjega profila,	PAKET F□□profil dna	11,00	3.12.2003 13:33:20	5.12.2003 08:33:20
377194	Zlaganje paketa, kontrola, o	PAKET E - E64B□□profil stranice	10,56	4.12.2003 10:00:00	5.12.2003 12:33:20
376068	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET OMARICE E64B□□	42,44	5.12.2003 12:33:20	12.12.2003 15:00:00
376069	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET 8 LEILA OR 0408□□PO no	18,04	9.12.2003 12:57:30	11.12.2003 15:00:00
376232	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET 9 LEILA OR 0409□□PO na	14,58	10.12.2003 08:25:00	11.12.2003 15:00:00
376070	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET 10 LEILA OR 0410□□PO pd	8,17	10.12.2003 14:50:00	11.12.2003 15:00:00
376233	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET 11 LEILA OR 0411□□PO st	5,83	11.12.2003 09:10:00	11.12.2003 15:00:00
376071	Zlaganje paketa, kontrola, s	PAKET 8 FATINA SIVA 0708□□PC	19,96	12.12.2003 11:02:30	16.12.2003 15:00:00
376234	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET 10 FATINA SIVA 0710□□PC	13,75	15.12.2003 09:15:00	16.12.2003 15:00:00
376732	Zlaganje paketa, kontrola	PAKET 11 FATINA B/SI 0611□□PC	9,46	15.12.2003 13:32:30	16.12.2003 15:00:00
Skupaj pretočni čas:			170,46		