

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**ANALIZA PLANIRANJA IN KONTROLE PROIZVODNJE V  
KLADIVARJU ŽIRI, d.d.**

Ljubljana, januar 2006

TANJA SELJAK

## IZJAVA

Študentka Tanja Seljak izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom docenta dr. Boruta Rusjana in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 10.01.2006

Podpis:

## KAZALO:

<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 PLANIRANJE PROIZVODNEGA PROCESA</b>	<b>2</b>
2.1 OPREDELITEV, VSEBINA IN VRSTE PLANIRANJA	2
2.2 PROCES PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE	3
2.3 ZALOGE	5
2.4 PLANIRANJE MATERIALNIH POTREB	6
2.4.1 Sistem planiranja potreb po materialih	9
<b>3 SISTEM HIERARHIČNEGA CENTRALIZIRANEGA PLANIRANJA PROIZVODNIH VIROV</b>	<b>10</b>
<b>4 ALTERNATIVNI MODELI PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE</b>	<b>11</b>
4.1 VITKA PROIZVODNJA	12
4.1.1 Sistem proizvodnje ob pravem času	14
4.2 OSTALI ALTERNATIVNI MODELI PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE	16
4.2.1 Sistem napredovalnih količin	16
4.2.2 Sistem ozkih grl	17
4.2.3 Od obremenitve odvisno sproščanje delovnih nalogov	17
<b>5 KANBAN</b>	<b>17</b>
5.1 MODELI KANBANA	18
5.2 DOLOČANJE ŠTEVILA KANBANOV	20
5.3 PRAVILA KANBANA	20
<b>6 PREDNOSTI IN SLABOSTI SISTEMOV TER NJIHOVE PRIMERJAVE</b>	<b>20</b>
6.1 SISTEM TOČKE PONOVRNEGA NAROČANJA	21
6.2 SISTEM PLANIRANJA MATERIALNI POTREB	21
6.3 MRP-II	22
6.4 JIT	24
6.4.1 Primerjava JIT in MRP	25
6.4.2 Integracija JIT in prilagodljivega proizvodnega sistema	26
6.5 KANBAN	27
6.6 SOČASEN SISTEM NAROČANJA	28
<b>7 HIBRIDNI SISTEMI</b>	<b>29</b>
7.1 CONWIP	29
7.2 METODA ZAGOTAVLJANJA SINHRONE PROIZVODNJE	29
7.3 MRP S KANBANSKO KONTROLO PROIZVODNJE	30
<b>8 PREDSTAVITEV KLADIVARJA</b>	<b>30</b>
8.1 PLANIRANJE IN VODENJE PROIZVODNJE V KLADIVARJU	34
8.1.1 Glavni plan proizvodnje	34
<b>9 PREDLOG IZBOLJŠAVE PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE V KLADIVARJU</b>	<b>38</b>
<b>10 SKLEP</b>	<b>44</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>45</b>
<b>VIRI</b>	<b>46</b>



# 1 UVOD

Proces globalizacije je potisnil vsa proizvodna podjetja na en sam, v konkurenčni boj naravnani trg. Okolje, v katerem delujejo, postaja z rastočo mednarodno konkurenco ter s povečanimi zahtevami kupcev vedno bolj tekmovalno, kar sili podjetja v nenehno izboljševanje njihove uspešnosti in učinkovitosti. Mnogo proizvodnih podjetij vidi možnost za doseg tega cilja v idejah vitke proizvodnje, saj klasična proizvodna filozofija s hierarhičnim centraliziranim planiranjem in vodenjem, kljub številnim računalniško podprtim sistemom, vse težje zadošča potrebam sodobne proizvodnje.

Učinkoviti proizvodni sistemi so tisti, ki proizvajajo prave kose ob pravem času in ob konkurenčnih stroških, kar je v veliki meri odvisno od izbire koncepta planiranja in vodenja proizvodnje. V svetu so se razvili različni koncepti, ki uporabljajo različne metode, v osnovi pa se delijo na potisne in vlečne. Najprepoznavnejši predstavnik prvega je MRP- II, drugega pa JIT s KANBAN vodenjem proizvodnje.

Namen diplomskega dela je, s pomočjo proučevanja teorije in analize planiranja ter vodenja proizvodnje v podjetju Kladivar, predlagati izboljšave za enega osnovnih procesov podjetja, tj. procesa izpolnjevanja naročila in s tem vplivati na večjo konkurenčnost ter uspešnost celotnega podjetja.

Cilji diplomskega dela so:

- predstaviti teoretične osnove planiranja,
- predstaviti v svetu najpogosteje uporabljane koncepte planiranja in vodenja proizvodnje,
- proučiti njihove poglobitve prednosti ter slabosti,
- predstaviti Kladivar,
- opisati in proučiti obstoječi sistem planiranja proizvodnega procesa v Kladivarju,
- ugotovljati primernost obstoječega sistema.

Pri doseganju ciljev so mi bile v pomoč različne metode in pristopi. Najprej sem proučila literaturo, nato na podlagi teoretičnih spoznanj s področja planiranja analizirala planiranje, ki v Kladivarju poteka v poslovno informacijskem sistemu Baan IV, in naredila sintezo uporabnosti teoretičnih znanj za predlog izboljšav.

Diplomsko delo vsebuje deset poglavij. Prvo je uvod. V drugem so obravnavani osnovni pojmi, kot so vrste planov, njihove vsebine ter točneje razmejeno planiranje in vodenje proizvodnje. V tretjem poglavju je predstavljen MRP-II kot najbolj razširjen sistem, istočasno pa tudi sistem, ki ga sedaj uporablja podjetje Kladivar. Sledi poglavje novjših sistemov, ki so s svojimi svojstvenimi pristopi alternativa MRP konceptom. Z JIT in njegovo filozofijo ter kanbanom se podrobneje ukvarja peto poglavje. Ker je bilo željeno najti čim učinkovitejši in primernejši sistem za Kladivar, so v šestem poglavju navedene prednosti in

slabosti v praksi najbolj razširjenih sistemov, ocenjevanje primernost različnih vrst proizvodnje in pozneje v sedmem poglavju prepoznavanje najvidnejših hibridnih sistemov. Sledi predstavitev Kladivarja, pri čemer je opisan način planiranja in vodenja proizvodnje ob uporabi informacijskega sistema Baan IV. V devetem poglavju je predlagana izboljšava z utemeljitvijo. Deseto poglavje predstavlja sklep diplomskega dela.

## **2 PLANIRANJE PROIZVODNEGA PROCESA**

### **2.1 Opredelitev, vsebina in vrste planiranja**

S planiranjem postavimo cilje delovnega sistema in ga opredelimo kot sistematski zavestni proces razmišljanja in odločanja o ciljih, o obnašanju ter o ukrepanju v prihodnosti. Hkrati pa velja: planiranje je ugotavljanje, kateri dogodki in kako se bodo dogodili v prihodnosti, saj so tisti iz preteklosti na nek način povezani z dogodki, ki se dogajajo v sedanosti, le-ti pa so povezani tudi z bodočimi. Vsi poslovni procesi imajo namreč neko vztrajnost. Tako lahko na osnovi dogajanj v preteklosti sklepamo, kakšna bodo dogajanja v prihodnosti. Cilji planiranja so torej spoznavanje dogodkov, ki se bodo dogodili, in to čim točneje in čim dlje v prihodnost (Ljubič, 2000, str. 17).

Planiranje pomeni odločanje o prihodnjem delovanju podjetja. Vsako odločanje o prihodnosti je zato lahko zasnovano samo na predvidevanju dogajanja, ki bo vplivalo na prihodnje poslovanje (Rusjan, 1999, str. 55).

V podjetju nastopajo glede na časovno obdobje:

- perspektivni (strateški) plani s planskim obdobjem nad 3 leta: dolgoročni in srednjeročni,
- osnovni (taktični) plani s planskim obdobjem običajno 1 leto: letni, trimesečni in mesečni,
- terminski (operativni) plani: grobi, za obdobje ene terminske enote, in fini, za obdobje enega ali nekaj delovnih dni.

O statičnem planiranju govorimo, kadar za izbrano plansko obdobje postavimo plan za celotno plansko obdobje naenkrat. Pri drsnem (dinamičnem) planiranju se plansko obdobje pomika v krajših časovnih razmakih, plani se pripravljajo stalno in enakomerno, planska obdobja se prekrivajo. Poleg določitve časa trajanja planskega obdobja je potrebno določiti še drsno obdobje, to je čas, po katerem se proces planiranja ponovi. Le-to mora biti večje ali vsaj enako, kot je čas, ki je potreben za izpeljavo vseh pripravljalnih del (Ljubič, 2000, str. 22).

Vsak plan, mora ne glede na njegovo časovno obdobje, navesti (Ljubič, 2000, str. 27):

- kaj hočemo doseči - nabor, sortiment,
- koliko – količina,

- kdaj – roki za realizacijo,
- kakšna je vrednost (prihodek, strošek) tistega, kar hočemo doseči (štirje K-ji).

## 2.2 Proces planiranja in vodenja proizvodnje

V proizvodnem poslovnem sistemu se planiranje začne s poslovnim planiranjem na srednjeročnem, strateškem nivoju, ki je prikazano tudi kot vrh načelne strukture sistema planiranja in vodenja v Sliki 1 (na str. 5). **Strateški plan** določa, katere izdelke bo podjetje proizvajalo v prihodnje, kdo naj bi bili kupci, na katerih trgih bo podjetje konkuriralo s svojimi izdelki in katere naj bi bile tiste konkurenčne prednosti podjetja, ki bodo zagotavljalje ustrezno prodajo.

**Poslovni plan** je operacionalizirana strategija, saj izdelava poslovnega plana zahteva informacije in analizo, ki so temelj strategije, obenem pa morajo biti cilji in naloge poslovnega plana v skladu z globalno strategijo. Smisel poslovnega plana je predvsem v prepričljivi predstavitvi poslovanja podjetja in v zagotovitvi potrebnih denarnih sredstev.

Omogoča nam (Polajnar, Buchmeister, Leber, 2002, str. 50):

- izvesti ključne poslovne odločitve, ki usmerjajo nadaljnje aktivnosti in povečujejo vloške,
- razumeti finančni vidik poslovanja, vključno s poznavanjem denarnega toka,
- pravilno zastaviti aktivnosti v proizvodnem sistemu,
- zbrati pomembne industrijske in marketinške informacije,
- predvideti in obiti zapreke, ki se pojavljajo na poti poslovanja,
- opredeliti posebne cilje in ukrepe za zagotovitev napredka podjetja,
- postati bolj prepričljiv pri iskanju virov podjetja.

Agregirano planiranje proizvodnega programa razumemo kot določanje sortimenta in količin vrst izdelkov, ki naj se v proizvodnji izdelajo v planskem obdobju ob določenem času (rokih) in naj s prodajo podjetju zagotovijo čim večji dobiček (Ljubič, 2000, str. 52). Ker običajno poteka po mesecih, ga mnogi avtorji, med njimi tudi Rozman in Rusjan, imenujejo **mesečno planiranje**, ki pa kot tako ni istovetno z našim običajnim pojmovanjem mesečnega planiranja – zbiranje rokovnih planov v enem mesecu (Rozman, Rusjan, 1995, str. 267). Mesečno planiranje predstavlja povezavo med dolgoročnim planiranjem fiksnih zmogljivosti in operativnim planiranjem proizvodnje. Osnovni problem, ki ga rešujemo v okviru mesečnega planiranja, je usklajevanje proizvodnje s sezonskimi nihanji v povpraševanju, za katerega imamo dve možnosti: izravnavanje prodaje med letom in s tem zmanjševanje sezonskih nihanj v prodaji (reklama, promocija, politika diferenciacije cen) ali izbiro enega od načinov oziroma določene kombinacije izmed načinov kratkoročnejšega prilagajanja proizvodnje sezonskim nihanjem v prodaji (spreminjanje števila delavcev, obsega nadurnega dela ali skrajšanega delovnega časa, obsega zalog, obsega nabav pri kooperantih.)

V okviru mesečnega plana planiramo obseg proizvodnje vrednostno, zato ni dovolj specifičen, da bi lahko na njegovi osnovi nabavljali potrebne surovine in materiale ter izvajali terminiranje operacij. Osnova za to je **operativni plan** - Master Production Scheduling – MPS (v slovenski literaturi naletimo tudi na izraze osnovni plan, glavni plan), ki je specifičen glede strukture in količine proizvodnje, in se od mesečnega loči tudi po tem, da ne vsebuje vrst in količin izdelkov, ki jih podjetje ne izdeluje samo (kooperacije, preprodaja). Z operativnim planiranjem določimo količine in termine izdelave za enote operativnega planiranja, zagotovimo ustrezno določanje obljubljenih dobavnih rokov, osnovo za planiranje materialnih potreb in osnovo za planiranje potrebnih zmogljivosti.

V grobem planiranju kapacitet okvirno določimo kapacitete, potrebne za realizacijo plana proizvodnje, kar je pomembno tudi za odločanje o nabavi novih strojev ali oddaji določenih del v kooperacijo (make or buy).

Operativni plan proizvodnje služi kot neposredna osnova za planiranje materialnih potreb po sestavnih delih in materialih, ki mora odgovoriti (Ljubič, 2000, str. 53) na vprašanja:

- katere (izdelane) sestavne dele in gradnike vseh stopenj ter katere materiale potrebujemo,
- v kakšnih količinah,
- v katerem roku.

Deterministično določene sekundarne potrebe so potem osnova za določanje proizvodnih in nabavnih akcij ter izhodišče za določanje višine zalog.

V katerih ožjih planskih obdobjih bodo posamezna delovna mesta obremenjena z operacijami, potrebnimi za izdelavo planirane količine določenih izdelkov, pa z determinističnimi metodami ugotovljamo pri podrobnem (finem) planiranju oz. planiranju potreb po kapacitetah (Capacity Requirements Planning – CRP). Sledi lahko še terminsko planiranje in razporejanje (Order Scheduling – OS), pri katerem končno za dan ali uro natančno, ob upoštevanju ozkih grl, določimo razpored dela (Ljubič, 2000, str. 54).

**Vodenje proizvodnje** lahko označimo kot proces izbiranja niza elementov kartezičnega produkta treh veličin, vezanih na učinkovitost sistema:

KAJ (zaporedje operacij) x KJE (zaporedje delovnih mest) x KDAJ (časovno zaporedje)

V splošnem opišemo cilje vodenja z merili, kot so (Polajnar, Buchmeister, Leber, 2002, str. 213):

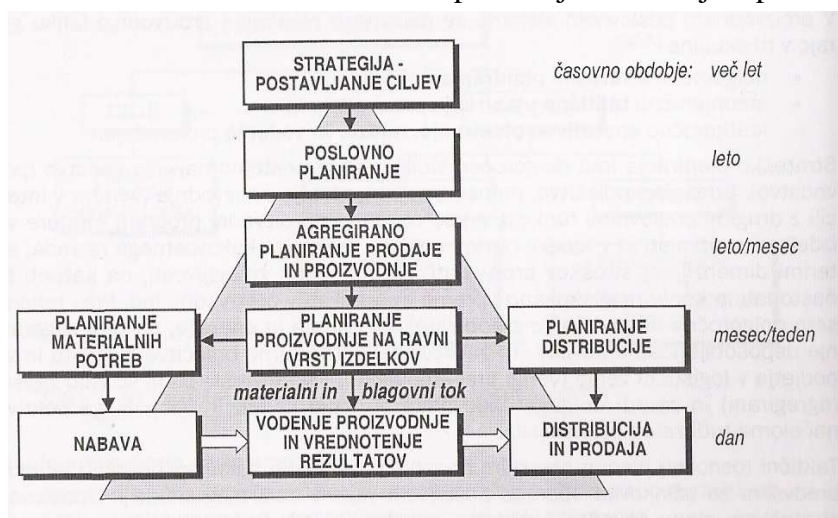
- znižanje pretočnih časov izdelka,
- zanesljivost doseganja dobavnih rokov,
- čim višja izkoriščenost (zasedenost) strojev,
- čim nižja nedokončana proizvodnja,
- čim višji dobiček.



Vodenje proizvodnje zajema (Ljubič, 2000, str. 48):

- lansiranje (Order Release – OR) – proženje izvedbe nalog, ki jih je treba opraviti ob pravem roku, razpisovanje delovne dokumentacije,
- dispečiranje (Order Dispatching-OD) – preskrba delovnih mest z materialom in orodji ter razdeljevanje dela in
- nadzor (spremljanje, kontrola) izvedbo nalog (Production Activity Control-PAC in Shop Floor Control-SFC) – ugotavljanje, ali so naloge realizirane, merjenje dosežkov, zajemanje podatkov ter analiza rezultatov.

Slika 1: Načelna struktura sistema planiranja in vodenja v proizvodnem podjetju



Vir: Ljubič, 2000, str. 50.

## 2.3 Zaloge

Ravnanje z zalogami je za podjetje pomembno, lahko trdimo, da celo nujno, saj predstavljajo znaten vir stroškov. Želja vsakega podjetja je imeti čim manjše zaloge, čim večja nevezana sredstva ter biti sposoben izpolniti vsa naročila. Zaloge se pojavljajo vsakokrat, ko bodisi inputi bodisi vmesni in dokončni outputi proizvodnega procesa niso takoj uporabljeni. Ločimo štiri tipe zalog: surovi material, nedokončana proizvodnja, zaloga sredstev za vzdrževanje in popravila, končni izdelki (Polajnar, Buchmeister, Leber, 2001, str. 310).

Glede na funkcijo, ki jo opravljajo zaloge, ločimo (Rusjan, 1999, str. 133):

- serijske zaloge, ki so posledica nabave in proizvodnje v določenih ekonomsko optimalnih količinah,
- sezonske zaloge, ki so povezane s sezonskimi nihanji v povpraševanju,
- varnostne zaloge, ki jih oblikujemo zaradi negotovosti glede povpraševanja, dobave in proizvodnje,

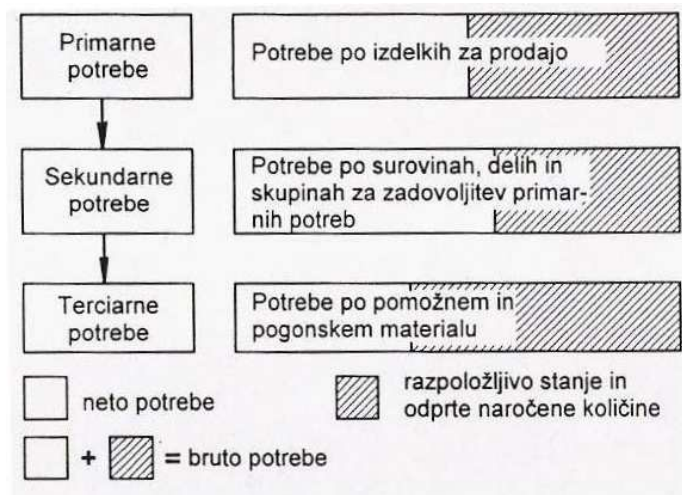
- razbremenilne zaloge, ki jih oblikujemo zato, da bi napravili posamezna delovna mesta neodvisna od dogajanj na drugih delovnih mestih,
- tranzitne zaloge, ki nastajajo zaradi prevozov,
- špekulacijske zaloge, ki jih uporabljamo v primerih pričakovanja velikih sprememb na trgu.

Pri planiranju zalog moramo ločiti zaloge, povezane z neodvisnim povpraševanjem (mednje spadajo zaloge dokončane proizvodnje in rezervni deli, pa tudi komponente, ki se prodajajo na trgu), ki pokrivajo povpraševanje izven podjetja, in zaloge, povezane z odvisnim povpraševanjem (materiali, surovine, sestavni deli, sklopi), ki pokrivajo potrebe znotraj podjetja. Pri prvem uporabljamo načelo nadomeščanja, pri drugem pa načelo ugotavljanja potreb po materialih.

## 2.4 Planiranje materialnih potreb

Materialne potrebe delimo glede na raven izdelka na primarne, sekundarne in terciarne. Poznamo pa tudi delitev na bruto in neto, pri čemer je bruto potreba tista količina, ki je nujna v časovnem intervalu, ne ozirajoč se na razpoložljivo stanje, neto pa količina, ki jo dobimo po odbitku razpoložljivega stanja od bruto potrebe. Podrobnejši pregled vrste potreb nam prikazuje Slika 2.

Slika 2: Vrste materialnih potreb



Vir: Polajnar, Buchmeister, Leber, 2001, str. 313.

Osnovni namen planiranja materialnih potreb je določanje sortimenta in količin sklopov, polizdelkov iz lastne proizvodnje ter kupljenih materialov, potrebnih za izdelavo izdelkov po osnovnem planu proizvodnje, kakor tudi rokov potreb po sestavih, polizdelkih in materialih.

Izvaja se po dveh konceptih:

- deterministično planiranje materialnih potreb, ki se navezuje na vsebino proizvodnega programa in
- stohastično planiranje materialnih potreb (napovedovanje), ki izhaja iz statističnih podatkov o porabi materialnih postavk v preteklosti.

Izbor koncepta je odvisen od rezultatov ABC-analize, ki razvršča predmete po pomembnosti, glede na letne stroške (deleži so razvidni v Tabeli 1), ki jih le-ti povzročajo (Čižman, 2002, str. 66).

Tabela 1: Razvrstitev predmetov v razrede A,B in C

Predmeti (material)	Količina materiala (%)	Skupna vrednost zalog (%)
A	od 10 do 20	od 60 do 80
B	od 20 do 30	od 15 do 30
C	Ostalo	od 5 do 10

Vir: Čižman, 2002, str. 66.

Deterministično planiranje materialnih potreb se uporablja za materialne postavke razredov A in B; le-te sicer sodijo tudi v koncept JIT, postavke C-razreda (razen s stališča napovedovanja zelo nezanesljive) pa stohastično. Iz stohastičnega izločamo tudi postavke, ki imajo dolge pretočne čase in za katere so možnosti dobave negotove. Tabela 2 poleg ABC upošteva še XYZ-analizo.

Tabela 2: Določanje, katere materialne postavke bomo planirali deterministično (obarvano v tabeli ) in katere stohastično

		Vrednost porabe v preteklem obdobju		
		A	B	C
Zanesljivost napovedi in stacionarne porabe	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.

Za **stohastično** planiranje materialnih potreb je značilno, da se le-te določajo z metodami napovedovanja (statističnega planiranja) na osnovi podatkov o porabi v preteklosti in da plani materialnih potreb niso nujno časovno orientirani. Pri napovedovanju potreb moramo najprej narediti analizo časovnih vrst, ki pokaže model gibanja kot konstantno porabo, porabo z linearnim trendom, konstantno porabo s sezonskim značajem, nato pa potrebe v prihodnjem planskem obdobju napovedati z izborom metode, ki najbolje predstavlja gibanje (npr. za konstantno porabo brez trenda metode srednjih vrednosti). Seveda se tudi pri stohastičnem planiranju določajo gospodarne količine za nabavo oz. za izdelavo in roki naročil, ki zagotavljajo pravočasno obnavljanje zalog in s tem stalno razpoložljivost zadevnih materialnih postavk.

Pri **determinističnem planiranju** materialnih potreb se potrebe izračunavajo z eksplozijo potreb - razgrajevanjem proizvodne strukture po dispozijskih stopnjah na osnovi predpostavljenih planov materialnih potreb, pri čemer so le-ti časovno orientirani ter navajajo potrebe skozi celotno plansko obdobje v obliki časovnih vrst.

Ko bruto količine, ki jih dobimo tako, da pomnožimo količine vrst izdelkov po osnovnem planu proizvodnje z normativnimi porabami materiala, pretvorimo v neto količine, in sicer tako, da bruto potrebam dodamo izvenplanske potrebe, odštejemo pa razpoložljive zaloge in že naročene količine oz. količine v izdelavi, pridemo do vprašanja:

- ali pogosto nabavljati (izdelovati) majhne količine, ki krijejo potrebe za vsako terminsko enoto posebej, kjer se približamo načelu JIT in poslujemo z minimalnimi zalogami, tako da so pretežni stroški gospodarjenja z materialom stroški naročanja,
- ali pa redkeje nabavljati (izdelovati) velike količine materiala, ki pokrivajo skupne potrebe za več terminskih enot, pri čemer se pojavijo zaloge, ki predstavljajo tudi pretežni del stroškov gospodarjenja z materialom.

Pri drugem načelu si za določanje količin lahko pomagamo z več pravili:

- s pravilom fiksnih ekonomičnih količin, kjer optimalno količino naročanja izračunamo po znani Andlerjevi formuli,
- s pravilom stalnih časovnih intervalov naročanja, s katerim iščemo število terminskih enot, za katere je smotno združiti potrebe in naročiti skupno količino,
- s pravilom najmanjših stroškov na enoto materiala, ki je heuristična metoda za določanje količine, ki iterativno išče najmanjše možne stroške,
- s pravilom najmanjših stroškov na terminsko enoto – Silver-Mealov algoritem,
- s pravilom najmanjših skupnih stroškov gospodarjenja z materialom,
- z Wagner-Whitinovim algoritmom, ki uporablja tehniko optimizacije z dinamičnim programiranjem in zagotavlja absolutno optimalno rešitev.

Pri predlaganju nabavnih akcij je potrebno izračunane količine še uskladiti z dejanskimi možnostmi, pri čemer upoštevamo minimalne in maksimalne količine, količine v enoti embalaže, čas uporabnosti, komercialne ugodnosti itd.

Stohastične metode za izračunavanje potreb lahko uporabimo za vse tri vrste materialnih potreb (primarne, sekundarne in terciarne), medtem ko z determinističnimi metodami določamo le sekundarne potrebe na podlagi primarnih potreb.

#### 2.4.1 Sistem planiranja potreb po materialih

Sistem planiranja potreb po materialih (Material Requirements Planning - MRP) je postal z razvojem računalništva najbolj razširjen sistem za uravnavanja zalog, povezanih z odvisnim povpraševanjem. Predstavlja nadaljevanje operativnega plana, saj za vse dokončane proizvode v operativnem planu namreč določa, katere komponente bo potrebno nabaviti, katere proizvesti in kdaj morajo biti dani nalogi za izvedbo teh aktivnosti. Pri tem uporablja dobavne roke oz. proizvodne čase.

Sistem MRP izvaja tri osnovne funkcije (Rusjan, 1999, str. 172):

- Planiranje lansiranja nalogov. Gre za plan tega, kdaj naj bi izdelali nabavne in proizvodne naloge in v kakšnih količinah.
- Planiranje in kontrola priorit. Zagotavlja ustrezno določanje dospelosti komponent s preverjanjem, ali sta termin dospelosti določene komponente in termin, ko se pojavlja potreba po tej komponenti, usklajena.
- Zagotavljanje osnove za podrobno planiranje zmogljivosti.

Za delovanje MRP potrebuje operativni plan, bazo podatkov o kosovnicah za vse proizvode in bazo podatkov o obstoječem stanju zalog, pri čemer obstoječe zaloge vključujejo trenutne količine na zalogi in odprte naloge. Deluje tako, da za vsako raven v kosovnici izvede štiri korake, in sicer:

- določanje neto potreb, pri čemer prilagaja pričakovana dospelja in ugotavlja neto povpraševanje,
- določanje velikosti serije, kjer je možnih več načinov, kot so količina za količino, minimalna in optimalna količina,
- vključevanje časovne komponente, ki pomeni upoštevanje trajanja dobavnih in proizvodnih časov pri določanju terminov lansiranja nalogov,
- določanje terminskega plana lansiranja nalogov za vse ravni z eksplozijo komponent na podlagi kosovnic.

Osnovni outputi, ki jih daje MRP, so: terminski in količinski plan lansiranja proizvodnih in nabavnih nalogov, spremembe v pričakovanih dospeljih za odprte naloge in poročila o izjemah.

### 3 SISTEM HIERARHIČNEGA CENTRALIZIRANEGA PLANIRANJA PROIZVODNIH VIROV

Sistem hierarhičnega centraliziranega planiranja proizvodnih virov (Manufacturing Resources Planning - MRP-II) je koncept planiranja, ki zajema vse funkcije planiranja in vodenja in v katerega ospredju je integracija planov, predvsem plana prodaje, proizvodnje in uspeha poslovanja. To je celovit koncept (total company system), katerega cilj je zajeti vse dejavnosti, povezane s procesom ustvarjanja učinka podjetja, in jih integrirati v rutinski in formaliziran proces interakcij: vse poslovne funkcije in njihovi delni plani morajo biti medsebojno uglaseni tako, da bo dosežen optimalni skupni rezultat podjetja (Ljubič, 2000, str. 56).

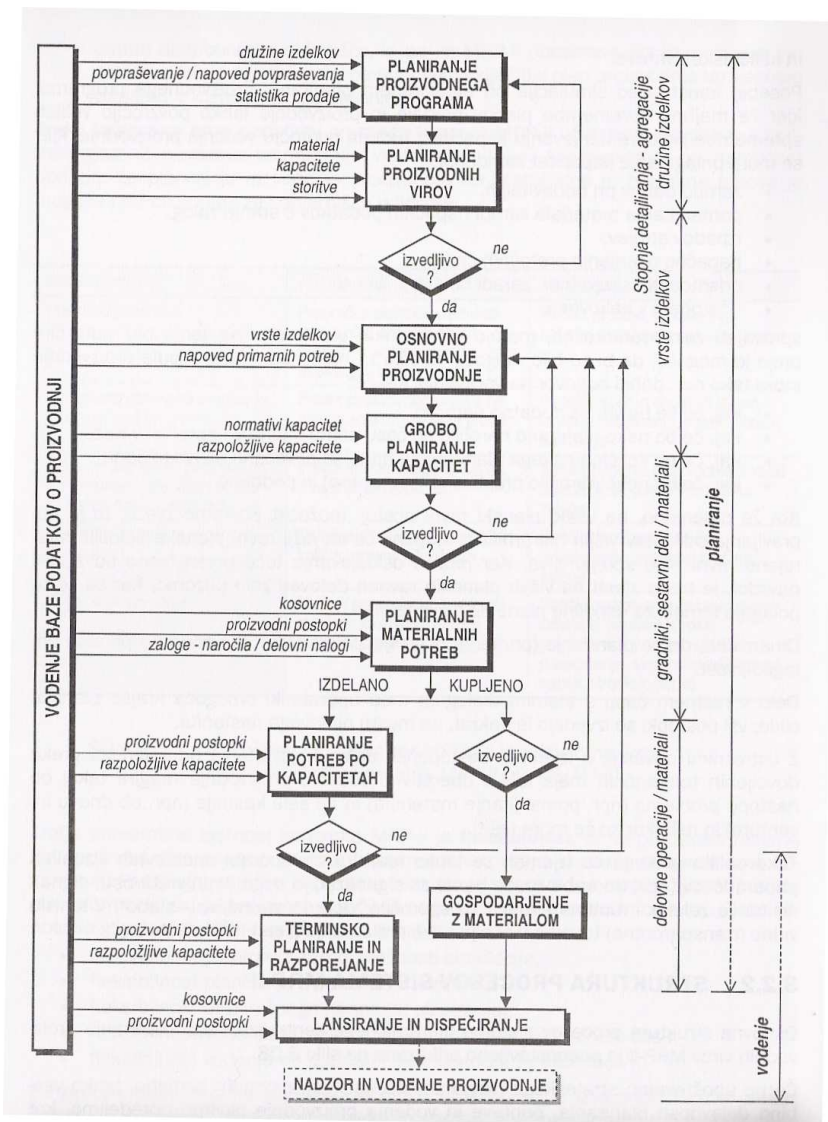
Temeljne značilnosti koncepta MRP-II so:

- hierarhični koncept planiranja od poslovnega planiranja, planiranja proizvodnega programa, osnovnega planiranja proizvodnje do planiranja materialnih potreb in vodenja proizvodnje,
- integracija na podatkih, pogledih na vire, logistiki in kontrolingu,
- prilagodljivost (fleksibilnost): čim prej prepoznati spremenjene pogoje in nanje pravočasno reagirati. Fleksibilnost planiranja omogoča možnost simulacije (what if), povratne zveze in drsno planiranje.

MRP-II je sistem hierarhičnega (centraliziranega) planiranja proizvodnih virov in izhaja iz klasične proizvodne filozofije proizvodnje, katere vodilna ideja je produktivnost ter optimalna proizvodna količina, za zaščito proizvodnega sistema pred motnjami pa zahteva zaloge in časovne rezerve. Uporablja **načelo potiskanja** (push) skozi proizvodnjo: vsako delovno mesto (pa tudi nabava) ob s terminskim planom predvidenem roku izvede zahtevano operacijo na obdelovancih in jih preda (potisne) na naslednje delovno mesto ne glede na to, ali je v tem trenutku to delovno mesto prosto ali ni (Ljubič, 2000, str. 65).

Iz osnovne strukture procesov sistema hierarhičnega centraliziranega planiranja proizvodnih virov MRP-II, ki je prikazana na Sliki 3 (na str. 11), je razvidno, da ostaja hierarhija operativnega plana proti planu potreb po materialih, saj MRP zajema planirane potrebe v točno določenih količinah, v točno določenem roku, ne preverja pa, ali je potrebe, ki se izdelujejo v podjetju na razpoložljivih zmogljivostih zaradi omejenosti virov, dejansko mogoče izdelati. Tako preverjanje je omogočeno v MRP-II z zaprto zanko, ki vključuje tudi kontrolo zmogljivosti.

Slika 3: Osnovna struktura procesov sistema MRP-II



Vir: Ljubič, 2000, str. 62.

## 4 ALTERNATIVNI MODELI PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE

Klasična proizvodna filozofija s porastom potreb v sodobni proizvodnji:

- čim krajši pretočni časi,
- ob istočasno čim manjših zalogah,
- čim večja prilagodljivost zahtevam kupcem,
- kakovostni izdelki brez napak (zero defect),

s svojim hierarhičnim centraliziranim planiranjem in vodenjem, ki uporablja načelo potiskanja in kjer tečejo informacije v isti smeri kot materialni tok, vse težje zadošča, zato so razvili



številni alternativni modeli planiranja in vodenja proizvodnje, ki imajo izhodišča v idejah vitke proizvodnje ali pa na nek način poskušajo odpravljati pomanjkljivosti koncepta MRP-II.

#### 4.1 Vitka proizvodnja

Vitka proizvodnja (Lean Manufacturing) je izraz, ki se je prvič pojavil v knjižni uspešnici *The Machine that Changed the World*, avtorjev Jamesa Wormacka, Daniela Jonesa in Daniela Rodda. Vitka proizvodnja temelji na osnovnem načelu kaizena. Skupine zaposlenih se trudijo neprestano izboljšati proizvodne procese. Vitka proizvodnja pomeni, da podjetje za aktivnosti v okviru procesa porabi manj dela in naporov, manj proizvodnega prostora, manj vlaganj, manj orodij, manj časa, kratka, manj vsega. V bistvu predstavlja stanje, ki ga proizvodni sistem doseže, ko uspe izločiti nepotrebne aktivnosti. Pomeni tudi sposobnost iz proizvodnega sistema odstraniti vse aktivnosti vzdolž toka dodane vrednosti, ki vrednosti ne dodajajo. Zagotavlja preseganje do pred tem nezdržljivih konkurenčnih meril visoke kakovosti in nizkih stroškov. Pomeni sposobnost proizvajati standardne izdelke visoke kakovosti z nizkimi stroški. Kadar govorimo o vitki proizvodnji, govorimo o tipu proizvodnje. Vitka proizvodnja oz. vitko podjetje pomeni sposobnost učinkovite in uspešne uresničitve poslovnih procesov. Operativne strategije se ukvarjajo z izboljševanjem učinkovitosti poslovnih procesov, zato je vitka proizvodnja oz. vitko podjetje usmerjeno k operativnemu nivoju strategij (Polajnar, Buchmeister, Leber, 2001, str. 24). Vitka proizvodnja zahteva neprekinjeno prizadevanje vseh udeležencev delovnega procesa za stalne izboljšave. Njeni gradniki - ki se ne nanašajo le na planiranje in vodenje - so prikazani na Sliki 4.

Slika 4: Gradniki vitke proizvodnje



Vir: Ljubič, 2000, str. 417.

**5S** – pet s-jev predstavlja osnovne korake izboljšav:

- simplify – poenostaviti in odstraniti vse, kar ni potrebno in ne prinaša nove vrednosti,
- scrub – čistiti, vzdrževati red in čistočo na vseh področjih,
- straighten – urejevati organizacijo in označevanje,
- stabilize – stabilizirati proizvodni proces, pripravo in vzdrževanje,
- sustain – vztrajati, stalno težiti k izvajanju nakazanih s-jev.



**5 zakajev** – ob pojavu problema le-tega ne smemo samo reševati, ampak tudi analizirati in se z vprašanji dokopati do vzrokov. Pri zastavljanju vprašanj si pomagamo s petimi s-i.

V **vidni tovarni** morata biti poslovni in proizvodni proces transparenta in razumljiva vsem udeležencem, kar dosežemo z informacijami, ki so enostavno razumljive vsem, tako da jih lahko uporabimo za hitre in stalne izboljšave. Vidna mora biti tudi dokumentacija procesa, vodenje proizvodnje, kontrola kakovosti in indikatorji procesa.

**Timi za stalne izboljšave** so usposobljeni in odgovorni za zaznavanje zastojev in kopičenje nedokončane proizvodnje.

**Q- orodja** – da proces lahko izboljšujemo, ga moramo najprej dobro poznati. Izvajalcem procesa ga približamo z različnimi grafičnimi tehnikami: z diagramom poteka, s pareto diagrami, s histogrami, z diagrami vzroka in učinka.

**Poka-Yoke** (otročje lahko) – njegovo bistvo je odstranjevanje vzrokov za nastanek napak in s tem preprečevanje vstopanja v proces komponentam neustrezne kakovosti.

**7 W** – sedem w-jev za stalno izboljševanje procesa sestoji iz ugotavljanja in odstranjevanja nepotrebne delne ter odvečnega neproduktivnega časa v celotni logistični verigi. Torej elementov, ki povzročajo le stroške in ne prinašajo nove vrednosti (Ohno, 1988, str. 54):

- waste of production – odvečna prevelika proizvodnja zaradi napačnega planiranja ali zaradi prevelike varnosti,
- waste of inventory – odvečne zaloge materialov in nedokončana proizvodnja,
- waste of waiting – odvečno čakanje,
- waste of motion – odvečni gibi, neracionalno oblikovanje delovnega mesta in načina dela,
- waste of transportation – odvečni transport,
- waste of making defective parts – odvečni izmet in izdelki z napakami,
- waste of processing – odvečne obdelave, neracionalni proizvodni in tehnološki postopki.

**Celovito produktivno oz. preventivno vzdrževanje** (Total Productive Maintenance ali Total Preventive Maintenance - TPM) zahteva, da kakovost vzdrževanja obravnavamo tako kot kakovost proizvodov, in sicer s poudarkom na osebni odgovornosti zaposlenih, ki delajo z opremo.

**Zamenjava orodij v eni minuti** (Single Minute Exchanges of Dies - SMED), menjava orodij ne ustvarja nove vrednosti, zato mora biti kratka, ker s tem prispeva k fleksibilnosti proizvodnje s krajšanjem pretočnih časov.

**Uravnoveženost procesa** – v smislu maksimalne izkoriščenosti izvajalcev, ko je čas trajanja njihovega dela prilagojen taktu proizvodnje, pri čemer takt razumemo kot količnik dnevno

razpoložljivega delovnega časa in dnevno zahtevane izdelane količine. S tem je definirana predvsem hitrost proizvodnih linij.

**Proizvodne celice** - klasičen delavniški raspored zagotavlja veliko prilagodljivost proizvodnega procesa le pri obsežnem transportu in na račun pogostih zastojev v proizvodnem toku. Razmestitev strojev in naprav v proizvodne celice prinaša zmanjševanje vmesnih zalog, časovno uravnotežen proces, manjšo potrebo po transportu in prijaznejše delovno okolje.

**Pretok posameznih obdelovancev** (one piece flow) – zahteva, da se v okolju proizvodnih celic transportira in obdeluje le po en obdelovanec hkrati, da se preprečuje nastajanje medfaznih zalog in da se zagotavlja takojšen odziv na zaznano napako na izdelku.

**Kanban** je sistem dispečiranja in oskrbe delovnih mest z materialom in obdelovanci, ki zahteva (vleče – pull) proizvodnjo potrebnih delov le v potrebnih količinah in ob potrebnem času. Kanban podrobneje obravnavan v točki 5.

Vitka proizvodnja ima torej svojstven način vodenja proizvodnje in operativnega planiranja na časovno najnižjem nivoju. Pomembno je, da ne izključuje običajnega planiranja na hierarhično višjih časovnih nivojih planiranja proizvodnega programa, operativnega plana proizvodnje, planiranja materialnih potreb in potreb po kapacitetah.

#### 4.1.1 Sistem proizvodnje ob pravem času

Sistem proizvodnje ob pravem času (Just in Time – JIT) predstavlja skupek metodologij, ki preprečujejo nastanek izmeta in odstranjujejo neučinkovite aktivnosti, ki povzročajo stroške, ne da bi dodajali vrednost. JIT opredeljujemo kot nabor orodij, ki omogočajo odpravljanje problemov v proizvodnji. Iz omenjenih opredelitev lahko prepoznamo JIT kot učinkovit program za doseganje vitke proizvodnje, ki temelji na preišljenem nižanju zalog, na zmanjšanju pretočnih časov, na usklajevanju tokov materiala in na nadziranem izboljševanju procesov (Polajnar, Buchmeister, Leber, 2001, str. 25). JIT organizira vse operacije tako, da se opravljajo točno takrat, ko so potrebne. Z dobro koordinacijo ponudbe in povpraševanja odpravlja potrebo po zalogah, saj gleda nanje kot na blažilce morebitnih sprememb in negotovosti v ponudbi in povpraševanju, ki niso koristne, ampak samo podpirajo slabo koordinacijo in prikrivajo probleme ter s tem onemogočajo dobro vodenje (Waters, 2003, str. 342).

Vendar JIT ni samo način zmanjševanja zalog, s svojim pristopom vodi do mnogo sprememb na področjih (Waters, 2003, str. 345):

- Kakovosti, in sicer z uvajanjem koncepta celovitega obvladovanja kakovosti (Total Quality Management -TQM).

- Poslovanja z dobavitelji – število dobaviteljev se zmanjša, saj s »single sourcingom« opuščamo klasičen način vsaj treh dobaviteljev za vsak material ter spreminjamo način izbire dobavitelja (cena ni najpomembnejši kriterij). Dobavitelje izbiramo tudi glede na zanesljivost dobav in kakovost njihovih izdelkov. Z izbranimi dobavitelji razvijamo partnerski odnos, ki sloni na medsebojnem zaupanju in na skupnem nenehnem izboljševanju procesov.
- Velikosti serij – zaradi prilagajanja povpraševanju opuščamo večje serije, ki so bile vpeljane na osnovi povečevanja učinkovitosti.
- Dobavnih časov – zaradi dolgih fiksnih dobavnih časov dobaviteljev nastajajo zaloge, zato JIT zahteva stalno krajšanje le-teh.
- Zanesljivosti opreme - ker po JIT-u prehod na drug stroj ob okvari prvega ni najboljša rešitev, vidi rešitev v dobrem vzdrževanju in preprečevanju okvar.
- Zaposlenosti - z vsemi zaposlenimi je potrebno delati pravično, jih spodbujati k novim znanjem ter odpraviti prepad med vodstvom in delavci.

S temi spremembami vpliva JIT na celotno poslovanje podjetja (Tabela 3). Prva je JIT vpeljala Toyota kot enega od dveh nosilnih stebrov svojega proizvodnega sistema. (Ohno, 1988, str. 4).

Tabela 3: Vpliv JIT na podjetja

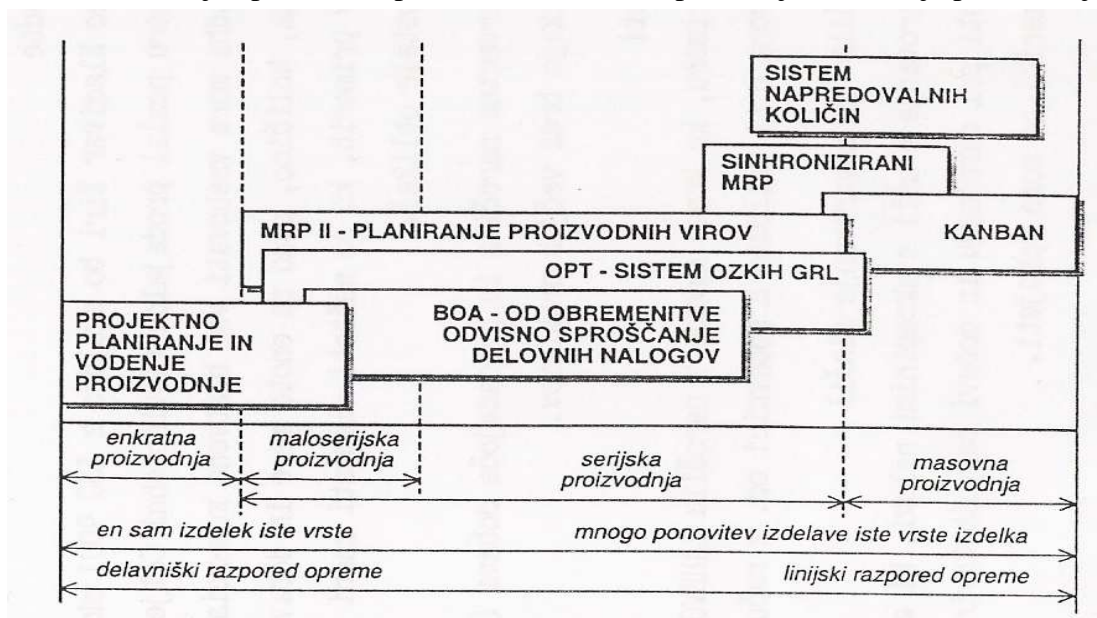
	Običajna modrost	JIT
Kakovost nasproti ceni	Najceneje s sprejemljivo kakovostjo	Vrhunska, skladna kakovost »brez napak«
Zaloge	Velike zaloge od <ul style="list-style-type: none"> <li>- popustov pri količinski prodaji</li> <li>- ekonomična izdelava po merilu</li> <li>- varnostna zaščita zalog</li> </ul>	Majhne zaloge z zanesljivim nepretrganim pretokom dostav
Prožnost	Dolgi »minimalni« nabavni časi, minimalna prožnost	Kratki nabavni čas, pomoč strankam, veliko prožnosti
Transport	Najceneje sprejemljiva storitvena stopnja	Zelo zanesljiva stopnja storitev
Kupec/prevoznik	Težka »nasprotujoča si« pogajanja	Skupna tveganja »partnerski odnosi«
Število dobaviteljev/prevoznikov	Veliko, izogibanje samostojnim virom, brez izpostavljanja odvisnosti	Malo, dolgoročni odprti odnosi
Komuniciranje kupec/prevoznik	Minimalno, veliko skrivnosti, ostra kontrola	Odprto izmenjavanje informacij, reševanje skupnih problemov, mnogovrstni odnosi
Splošno	Poslovanje je izpeljano s stroški	Poslovanje je izpeljano s strankami

Vir: Jakomin, Veselko, 2004, str. 5.

## 4.2 Ostali alternativni modeli planiranja in vodenja proizvodnje

Pomanjkljivosti klasičnega sistema planiranja in vodenja proizvodnje je mogoče odpraviti s sinhroniziranim planiranjem, ko vse plane na vseh časovnih nivojih izdelamo hkrati in usklajeno v enem postopku, kar je primerno le pri kontinuirani masovni proizvodnji z linijskim razporedom opreme, kjer proces lahko modeliramo tudi matematično. Za vse ostale proizvodnje lahko le izboljšujemo in integriramo klasični sukcesivni model. S takim namenom se je razvilo kar nekaj modelov, kot so projektno planiranje in vodenje, sistem napredovalnih količin, sistem ozkih grl, od obremenitve odvisno sproščanje delovnih nalogov ter kanban, pri čemer zadnji trije pokrivajo predvsem področje vodenja proizvodnje (Ljubič, 2000, str. 420). Področja uporabnosti posameznih modelov podrobneje prikazuje Slika 5.

Slika 5: Področja uporabnosti posameznih modelov planiranja in vodenja proizvodnje



Vir: Ljubič, 2000, str. 421.

### 4.2.1 Sistem napredovalnih količin

Sistem je bil razvit v nemški avtomobilski industriji za povezavo med izdelavo, dobavo komponent in končno montažo, vendar je primeren tudi za enostavno, a učinkovito planiranje ter vodenje množinskih in velikoserijskih procesov z linijskim razporedom opreme. Od centraliziranega planiranja se razlikuje tako, da ugotovljamo bruto količine za vsako stopnjo gradnje posebej (ni eksplozije celotne proizvodne strukture) in da velikosti serij in količine naročanja določamo s parametri pretoka skozi proizvodni proces, kar pomeni, da ne določamo njihove optimalne velikosti.

#### 4.2.2 Sistem ozkih grl

Sistem ozkih grl (Optimized Production Technology - OPT) uporabljamo za terminsko planiranje, razporejanja ter lansiranja proizvodnje. Izhaja iz dejstva, da so ozka grla tista, ki določajo obseg in propustnost proizvodnje, zato jih je potrebno odkrivati, določati njihovo maksimalno izkoriščenost, jim podrediti druga delovna mesta ter jih seveda odpravljati.

#### 4.2.3 Od obremenitve odvisno sproščanje delovnih nalogov

Od obremenitve odvisno sproščanje delovnih nalogov (Belastungsorientierte Auftragsfreigabe - BOA) je sistem lansiranja proizvodnje. Ideja je dokaj sorodna ideji sistema ozkih grl, ker sloni na tem, da ni smiselno prezgodaj sprožiti izvajanja delovnih nalogov, ki bi kasneje naleteli na ozko grlo in tam čakali. Zagotavljal naj bi skrajševanje proizvodnih ciklov, zato je sistem usmerjen predvsem v čim boljše izkoriščanje kapacitet.

## 5 KANBAN

Kanban je v bistvu le sistem dispečiranja in oskrbe delovnih mest z materialom ali obdelovanci, čeprav posredno posega tudi v področje kratkoročnega operativnega planiranja. Razvit je bil v tovarni Toyota in temelji na ideji, da krmilimo materialni tok v proizvodnji po samopostrežnem načelu »ravno ob pravem času« ob uporabi načela vlečenja (**pull**). Ker za nemoteno delovanje proizvodnje potrebujemo vmesne (medfazne) zaloge, ki pokrivajo porabo v času cikla nove proizvodnje, so vsi potrebni materiali za izdelavo določene količine nekega izdelka in vsi sestavni deli odloženi na primernih odlagalnih mestih (vmesnih skladiščih) in v primernih transportnih enotah (paletah, posodah, zabojih). Količinske in časovne potrebe po materialih in sestavnih delih izdelka točno pozna le končna montaža izdelka, zato jih tudi zahteva (povleče) od predhodnih delnih procesov v potrebnih količinah ob zahtevanih rokih. Delni proces porabnik (ponor) vzame z odlagalnega mesta le toliko blaga, kolikor ga potrebuje v danem trenutku, delni proces proizvajalec (izvor) pa manjkajočo količino zopet dopolni z novo proizvodnjo. Tako dobimo več samostojnih zaporedno nanizanih regulacijskih zank; v eno sta vključeni sosednji dve delovni mesti, ponor ter izvor, kakor tudi ustrezno vmesno skladišče. To se potem nadaljuje v celotni proizvodni verigi, lahko pa tudi navzven do kooperantov in dobaviteljev materiala (Ljubič, 2000, str. 426).

Kanban dobesedno pomeni listek, dokument, običajno kartico v primernem ovitku. Je pa tudi sinonim za transportno enoto.

Uporabljamo tri vrste kartic:

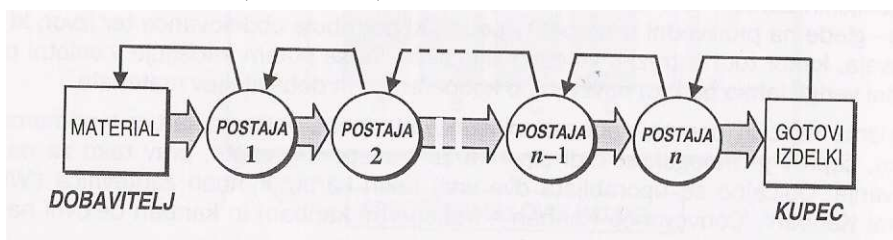
- kanban zahtevnico (Withdrawal Kanban, Conveyance Kanban – transportni kanban),
- kanban delovni nalog (Production-order Kanban),
- kanban naročilnico (Supplier Kanban), če kanban razširimo tudi k dobaviteljem.

Glede na vrsto kanbanov je v praksi mogoče uporabljati sistem z enim kanbanom ali sistem z dvema kanbanoma. Prvi je uporaben, kjer so delovne postaje tako avtomatizirane, da ne zahtevajo stalne prisotnosti delavca, obdelovanci pa so taki, da ne potrebujejo posebnega transportnega sredstva. Sistem z dvema kanbanoma, proizvodnim in transportnim, je nujen v povezavi z nekim organizacijsko oddvojenim transportnim sistemom.

## 5.1 Modeli kanbana

V osnovnem – teoretičnem - modelu kanbana (Slika 6) je vse, kar naredimo, rezultat zahteve kupca; na katerikoli točki proizvodne verige ni nobenih medfaznih zalog, torej je čas prenosa obdelovancev z ene postaje na drugo in tudi z zadnje postaje v skladišče gotovih izdelkov nič ali zanemarljiv in se na nobeni postaji delo nikdar ne ustavi.

Slika 6: Osnovni ( teoretični) model kanbana

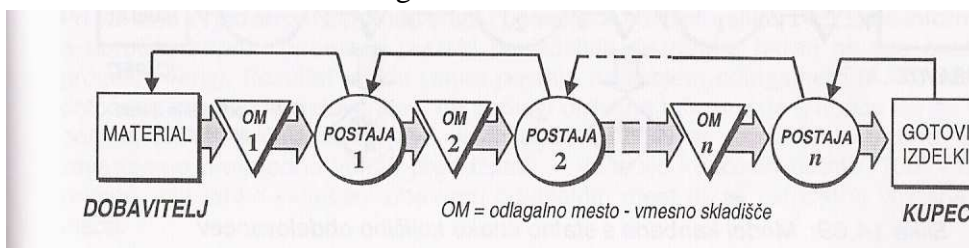


Legenda: ⇒ tok materiala  
 ← tok informacij

Vir: Ljubič, 2000, str. 428.

Zaradi nerealnosti predpostavk je osnovni model prilagojen, tako da so med postajami vgrajena odlagalna mesta kot blažilci nepravilnosti, ki bi se lahko dogodile – govorimo o **modelu kanbana z odlagalnimi mesti** (Slika 7).

Slika 7: Model kanbana z odlagalnimi mesti – vmesnimi skladišči



Legenda: ⇒ tok materiala  
 ← tok informacij

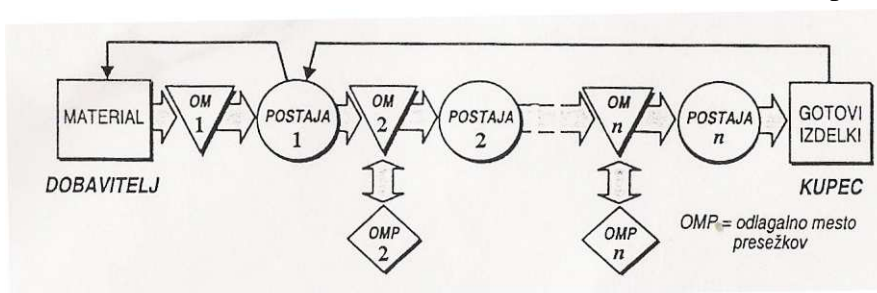
Vir: Ljubič, 2000, str. 429.

Namesto da bi postaja  $n$  vlekla obdelovance neposredno s predhodne postaje  $n-1$ , jih vleče z odlagalnega mesta (majhnega skladišča). S tem ublažimo probleme osnovnega modela, saj postane pomemben čas prenosa z odlagalnega mesta do postaje, zmanjša pa se tudi vpliv postaje  $n-1$  na  $n$ , v primeru začasne ustavitve na  $n-1$ . Ostaja pa problem vpliva  $n$  na postajo  $n-1$ , saj le-ta ne more izdelati več, kot je kapaciteta vmesnega skladišča, ki je izza nje. Ustavile

se bodo tudi vse predhodne postaje, kar še otežuje možnost doprinosu izpada ob ponovni usposobljenosti postaje n.

Če osnovni model še naprej spreminjamo, in sicer tako, da informacijske tokove med postajami nadomesti en sam informacijski tok (Slika 8), ki kupca v bistvu poveže s prvo postajo, tako da le-ta ve, koliko obdelovancev mora izdelovati, in da uvedemo še dodatna varnostna odlagalna mesta, da ob morebitnem izpadu postaje n postaja n-1 lahko nadaljuje z izdelavo do izpolnitve naročila kupca, tako da presežni del odlaga na dodatno varnostno mesto, odpravimo slabosti prejšnje izpeljanke modela.

Slika 8: Model kanbana s stalno enako količino obdelovancev v procesu (ConWIP)



Legenda: ⇒ tok materiala  
 ← tok informacij

Vir: Ljubič, 2000, str. 429.

Ta model poznamo kot **model kanbana s stalno enako količino obdelovancev v procesu** (Constant Work-in-progress - CONWIP) in mnogo bolj upošteva razmere v resničnem okolju, s tem da še vedno ni v proizvodnji ničesar, za kar ni znan kupec, vendar se z vmesnimi skladišči in varnostnimi odlagalnimi mesti že nekoliko oddaljuje od osnovnega koncepta vitke proizvodnje (Ljubič, 2000, str. 430).

**Model kanbana z nadzorom celotne verige** (basestock control) prav tako uporablja vmesna in varnostna skladišča, le da se informacija o naročilu kupca hkrati posreduje na vse postaje v verigi. Tudi namen tega modela je zavarovanje proizvodne verige pred izpadi in variacijo kupčevih naročil.

V proizvodnem okolju, kjer so transportne poti med postajami daljše (možne so celo dislocirane postaje), se je razvil **model z minimalnim zastajanjem** (minimal blocking), to je v bistvu varianta, kjer se vsaki postaji dodeli posebno vhodno in izhodno odlagalno mesto. Mogoča so tudi varnostna vmesna skladišča.

**Signalni kanban** uporabljamo v proizvodnih procesih, kjer nastopajo operacije z dolgimi pripravljalnimi časi, ki se izražajo v daljših prekinitvah procesa ter v bistvu združuje koncept kanbana in sistem točke naročanja iz nadzora in vodenja zalog. Ko se izda signalni kanban, se

izdelava obdelovancev prične šele, ko je dosežena točka naročanja, torej obdelovance izdelujemo na zalogo, v čemer pa se že oddaljujemo od osnovnih idej vitke proizvodnje.

## 5.2 Določanje števila kanbanov

Število kanbanov je potrebno določiti s precejšnjim razmislekom, saj posredno določa velikost medfaznih zalog. Običajno je število kanbanov funkcija predvsem časa obdelave na postaji in dnevnih potreb po izdelku. Če so potrebe po obdelovancih po terminskih enotah stalne in stacionarne, se za vse modele število embalažnih enot oz. kanbanov določi po znani Toyotini formuli (Ljubič, 2000, str. 431):

$$\text{Število kanbanov} = \frac{\text{povprečna dnevna potreba} \cdot \text{čas obdelave na postaji} \cdot [1 + \text{varnostni faktor}]}{\text{kapaciteta embalažne enote}}$$

Varnostni faktor kompenzira morebitna nihanja potreb in časa obdelave, običajno je med 0,1 in 0,2 oz. 10 in 20%.

## 5.3 Pravila kanbana

Za učinkovito delovanje kanbana je potrebno upoštevati šest pravil, ki jih navajajo tudi japonski managerji v knjigi Kanban JIT at Toyota (Kanban JIT at Toyota, 1989, str. 87 -92):

- Slabih kosov ne pošiljamo v sledeči proces.
- Vsak delni proces sme in mora zahtevati potrebne proizvode od predhodnega le v potrebni količini in v potrebni časovni točki. Kakršnakoli izdaja materialov brez kanbanov je prepovedana. Kanban mora vedno spremljati fizični izdelek.
- Predhodni proces sme proizvajati svoje proizvode le v količinah, ki jih zahteva naslednji delni proces.
- Zravnana, glajena proizvodnja.
- Kanban je sredstvo usklajevanja. Če potrebe prenehajo, se mora proces ustaviti.
- Procesi v proizvodnji morajo biti stabilni in racionalni.

## 6 PREDNOSTI IN SLABOSTI SISTEMOV TER NJIHOVE PRIMERJAVE

V praksi se najpogosteje uporabljajo (Wheatley, 1992, str. 8):

- sistem točke ponovnega naročanja (Reorder Point Control -ROP),
- sistem planiranja materialnih potreb (MRP),
- sistem hierarhičnega centraliziranega planiranja proizvodnih virov (MRP- II),



- sistem ozkih grl (OPT),
- sistem proizvodnje ob pravem času JIT.

Zato se bomo v tem poglavju ukvarjali predvsem z njihovimi prednostmi in slabostmi ter ugotavljali primernost njihovih uporab v različnih proizvodnih sistemih.

### **6.1 Sistem točke ponovnega naročanja**

Je v bistvu zgodovinski sistem, saj pripada klasičnemu konceptu proizvodnje, ki je imel zaloge za potrebne, ker le-te omogočajo tekočo proizvodnjo. V današnjem času se največ uporablja za kontrolo zalog, ki izhajajo iz neodvisnega povpraševanja in za katere je značilno, da so osnovane na preteklem povpraševanju. V sistemu je nivo zalog določen z določilom, pri kateri višini zalog ponovno naročimo stalno količino posamezne enote. Zaradi navedenega ROP-u nadalje ne bomo posvečali večje pozornosti.

### **6.2 Sistem planiranja materialni potreb**

Ta predpostavlja, da izhaja celotno povpraševanje po sestavnih delih in materialu iz povpraševanja po gotovih proizvodih, zato je to sistem odvisnega povpraševanja, ki je usmerjen v prihodnost, ker upošteva prihodnje potrebe po materialu in sestavnih delih. Našteto mu omogoča, da kljub nižji ravni zalog, v primerjavi s klasičnimi sistemi, zagotavlja izvršitev plana. Ena največjih prednosti MRP je bogastvo informacij. Za delovanje potrebuje informacije o osnovnem planu proizvodnje, o kosovnicah in o matičnih podatkih. Na osnovi teh informacij dobimo osnovno izhodno informacijo – časovno tabelo za materialna naročila, obenem pa nam nudi številne analize, poročila, kot so na primer spremembe glede na prvotna naročila, poročila o zamudah. Neposredna povezava med povpraševanjem po proizvodih in oskrbo materiala nudi še številne prednosti, kot so boljši koeficienti hitrosti obračanja zalog, boljša oskrba kupcev, zanesljivejši in krajši dobavni časi za kupce, boljši izkoristek kapacitet (ni primanjkljajev materiala) in celo vzpodbujanje k boljšemu planiranju (Waters, 2003, str. 321-327).

Tako kot je lahko bogastvo pridobljenih informacij največja prednost MRP, je na drugi strani tudi največja slabost, saj nemalo podjetij ni sposobnih vnesti številnih informacij v sistem, še manj pa tekoče vzdrževati in ažurno vnašati spremembe, zato MRP kljub naporom po povečanju njegove prilagodljivosti lahko ocenimo kot tog in formalen sistem, ki se težko prilagaja spremembam in postaja zapleten drag sistem, ki potrebuje veliko časa za implementacijo. Ostajata še dve slabosti:

- razdrobljene in pogoste količine naročanja, ki jih poskušamo ublažiti z različnimi metodami, npr. s fiksno količino naročanja,
- MRP ne prepozna omejitev kapacitet in drugih virov.

### 6.3 MRP-II

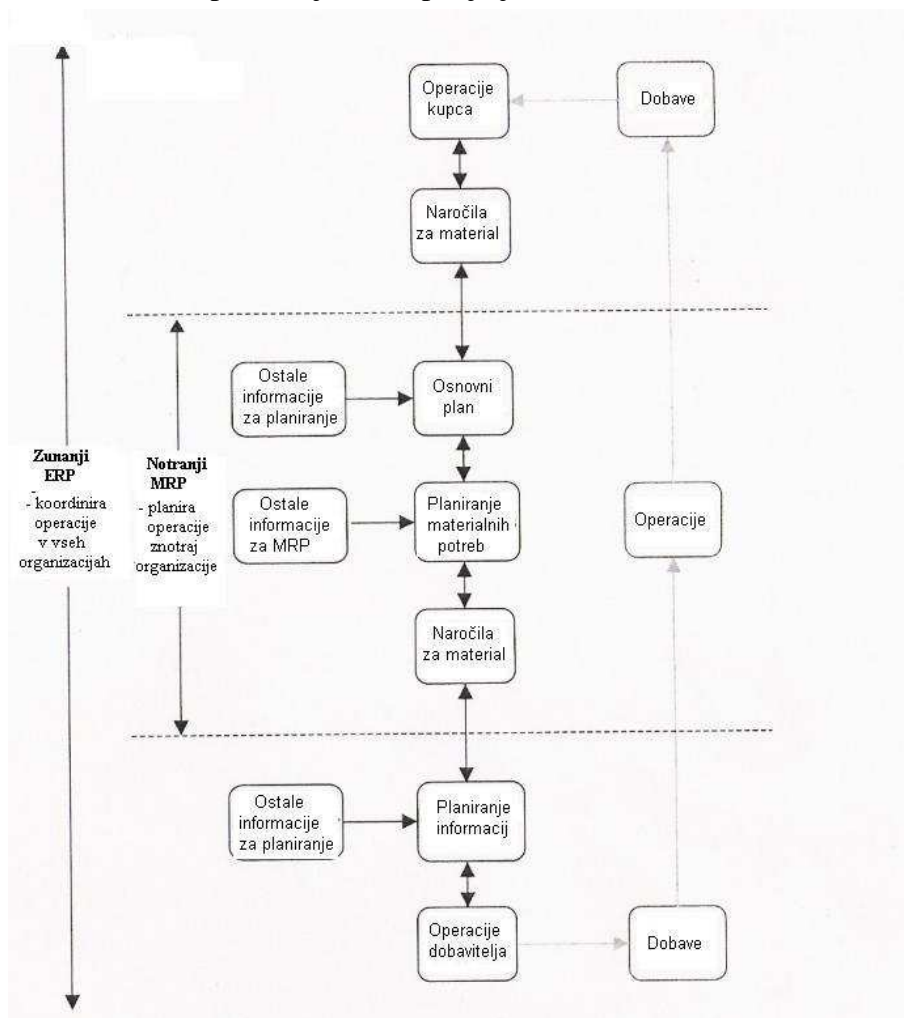
S sistemom planiranja proizvodnih virov podjetja se odpravlja predvsem zadnja od zgoraj navedenih slabosti osnovnega MRP koncepta, saj podjetja v tem integracijskem sistemu poleg materialnih potreb in zasedenosti kapacitet planirajo tudi človeške vire, opremo ter finančne in logistične vire. V principu omogoča povezava vseh omenjenih virov s planom primarnih potreb učinkovito delovanje, ker odpravlja zamude, vmesne zaloge in izravnava proizvodnjo, vendar praksa zaradi povezav velikega števila različnih interesov in s tem ne najbolj idealnega plana velikokrat ne prinaša tako idealnih rezultatov, zato se podjetja velikokrat zadovoljijo le z delno vpeljavo tega sistema.

Z uporabo načela potiskanja dejansko obravnava vsako delovno oz. kapacitivno mesto kot samostojen, zaprt sistem, izoliran od okolja, ki svoje delo opravlja v skladu s terminskim planom, ne da bi ga zanimalo, kaj delajo drugi. Tak sistem je tog in neprilagodljiv, vsak odklon na nižjih časovnih nivojih sproži obširna in dolgotrajna usklajevanja na višjih časovnih nivojih. Terja veliko administrativnega dela, izračunavanja, nadzora in usklajevanja, torej dela, ki ne doprinašajo k dodani vrednosti. **MRP-II lahko uspešno uporabimo takrat, kadar je možno napovedovanje potreb** (najmanj na nivoju programa izdelkov) **in kjer so zagotovljeni pravilni osnovni podatki o proizvodnji** (Ljubič, 2000, str. 65).

Pri planiranju materialnih potreb po komponentah iz lastne proizvodnje je problematično določanje pretočnih časov, ker so prehodni časi med operacijami največkrat določeni subjektivno. Da bi se izognili težavam, vse prevečkrat operiramo z realno predolgimi časi, kar podaljšuje roke kupcem in spodbuja lagodnost proizvodnje. Šibka točka je tudi določanje količin za izdelavo, sistem sicer nudi vrsto postopkov za določanje optimalnih velikosti, vendar nobeden ne upošteva obremenitev kapacitet.

Kljub naštetim slabostim je MRP-II najpogosteje uporabljen sistem znotraj podjetij, za boljše zunanje povezave pa ga nekatera že nadgrajujejo z vpeljavo sistema planiranja virov podjetja (Enterprise Resources Planning - ERP), prikazanim na Sliki 9 (na str. 23) kar omogoča učinkovitejše delovanje podjetja v verigi ustvarjanja nove vrednosti, saj uporablja MRP principe tudi pri sodelovanju s kupci in dobavitelji. ERP sloni na popolnem zaupanju med organizacijami in prostim pretokom informacij (Waters, 2003, str. 334) in ima širši spekter uporabe kot MRP-II, ki je bil razvit predvsem za industrijo s konvergenčno proizvodno strukturo (Schoensleben, 2000, str.1). Sistem planiranja virov je nadgradnja MRP-II tudi znotraj podjetja, saj po Ricciutiju zajema tudi planiranje človeških virov ter, kot trdi Wolfenden, aplikacije, ki so v pomoč pri odločanju vzdrževanja, kakovosti ter na področju zdravja in varstva pri delu (Yusuf, Little, 1998, str. 70).

Slika 9: Sistem planiranja virov podjetja (ERP)



Vir: Waters, 2003, str. 335.

Poleg ERP se v strokovnih člankih kot izpeljanko MRP-II omenja sistem planiranja in spremljanja proizvodnje, (Manufacturing planning and control system - MPC), ki naj bi bil najprimernejši za proizvodna podjetja s srednje velikimi serijami. Zagovorniki MPC opozarjajo predvsem na preveliko povezavo MRP-II z MRP, kar posledično pomeni, da se podjetja ukvarjajo predvsem z materialnimi potrebami ter da delujejo v organizacijskih oblikah, ki niso prilagojene poslovnim procesom. V avtomatiziranih proizvodnjah so navedene pomanjkljivosti reševali z računalniško integrirano proizvodno filozofijo – Computer integrated manufacturing (CIM), ki pa z izrazito usmerjenostjo na avtomatizacijo tudi ni prinesla zelenih uspehov. Predlagatelji MPC vidijo njegovo uporabnost predvsem v tem, da je to pristop, ki omogoča sodobne poslovno procesne organizacijske oblike.

MPC vsebuje štiri module:

- strateško planiranje in prodajo,
- tehnično in sistemsko podporo,

- planiranje in terminiranje,
- logistiko.

Le-ti se razbijejo na 14 modulov, ki so se sposobni dobro prilagoditi različnim oblikam in razmeram v podjetjih. Ker MPC ne zahteva strogo hierarhičnega pristopa, podpira več filozofij na nižjem nivoju in tako omogoča kombinacijo MRP-II na višjem in npr. kanbana na nižjem nivoju aktivnosti (Howard, Kochhar, Dilworth, 1999, str. 381-385).

## 6.4 JIT

V JIT sistemu so vse operacije organizirane tako, da se opravljajo natančno takrat, ko je to potrebno - ne prezgodaj ne prepozno. Čeprav je sama ideja JIT-a preprosta, njegova vpeljava običajno zahteva korenite spremembe v podjetjih in v mišljenju vodstva.

Najuspešnejši uporabniki JIT so proizvajalci iz avtomobilske industrije z velikim številom podobnih proizvodov in povezanim procesom, saj JIT potrebuje (Waters, 2003, str. 347):

- stabilno okolje,
- standardne proizvode z malo variacijami,
- neprekinjeno proizvodnjo,
- avtomatizirane operacije,
- uravnotežen proces s polnim izkoristkom virov,
- zanesljivo opremo,
- zanesljive dobavitelje,
- visoko kakovost proizvodov,
- prilagodljivo delovno silo,
- sposobnost reševanja problemov.

Nekatera podjetja so, kot navaja Hay, z vpeljavo JIT zmanjšala zaloge tudi do 90% (Waters, 2003, str.363), vendar se poleg te in ostalih koristi, kot so dvig produktivnosti, manj papirnega dela, poenostavljeno planiranje, boljši odnosi z dobavitelji, krajši pretočni časi z uvedbo JIT, pokažejo tudi pomanjkljivosti, predvsem visoki stroški za vzpostavitev v prejšnjem odstavku navedenih zahtev. Druga večja slabost je več let trajajoča vpeljava sistema. Strokovnjaki predlagajo pilotni projekt in spremljanje implementacije vsaj z osnovnimi matrikami, kot sta JIT hiša in JIT matrika kakovosti (Prasad, 1995, str. 119 -123). Z vpeljavo je povezana še ena »slabost«: navidezna enostavnost, zaradi česar mnoga podjetja ne dosegajo zelenih rezultatov.

#### 6.4.1 Primerjava JIT in MRP

Z vsemi predstavljenimi metodami želijo podjetja doseči iste cilje:

- boljšo oskrbo kupcev,
- zglajen tok materiala,
- nizke stroške,

vendar se JIT od njih razlikuje po tem, da zahteva korenite spremembe že pred vpeljavo, medtem ko ostale delujejo v obstoječih razmerah. JIT ne jemlje fiksnih vrednosti stroškov in dobavnih rokov ter proizvodnih časov, ampak zahteva njihovo nenehno izboljševanje. Zaloge odpravlja in ne samo kontrolira kot ostale metode. Je veliko bolj preprost za izvajanje in ne potrebuje močne računalniške podpore.

Najdemo pa lahko tudi skupne točke. Vse metode priznavajo močan vpliv zalog na rezultate poslovanja. Nekateri celo trdijo, da je kanban v svoji osnovi podoben tradicionalnim metodam, kot je točka ponovnega naročanja.

Tabela 4: Primerjava JIT in MRP

JIT	MRP
Ročni sistem	Računalniški sistem
Vleče material skozi proces	Potiska material skozi proces
Poudarja kontrolo operacij	Usmerjenost na planiranje
Poudarja fizične operacije	Pretežno informacijski sistem
Kontrolira neposredno v proizvodnih delavnicah	Kontrolo prepušča odmaknjenim planerjem
Operira z malo podatki	Poskuša zbrati vse možne podatke
Zmanjšuje obseg pisarniškega dela	Povečuje obseg pisarniškega dela
Potrebuje nespremenljivo stopnjo proizvodnje	Lahko deluje v spremenljivi proizvodnji
Zmanjšuje pripravljalne stroške	Pripravljalne stroške jemlje kot fiksno vrednost
Uporabnikom enostavno razumljiv	Uporabnikom težje razumljiv
Zmanjšuje velikost serij na minimum	S svojimi pravili celo spodbuja k večjim serijam
Tipičen sistem urnih zalog	Sistem dnevni zalog

Vir: Waters, 2003, str. 368.

Vsaka metoda oz. pristop ima svoje prednosti in slabosti, zato je odločitev, katerega bo določeno podjetje izbralo, odvisna od okoliščin in vodstva, na splošno pa so metode najpogosteje uporabljene tako, kot prikazuje Tabela 5:

Tabela 5: Pristopi in njihova najpogostejša področja uporabe

Pristop	Področja tipične uporabe
Metode neodvisnega povpraševanja	
Deterministični modeli	Raznoliki proizvodi z majhno negotovostjo
Verjetnostne metode	Raznoliki proizvodi s precejšnjo negotovostjo
Metode odvisnega povpraševanja	
MRP	Serijska proizvodnja
JIT	Proizvodnje velikega obsega, kontinuirani proizvodni procesi

Vir: Waters, 2003, str. 370.

#### 6.4.2 Integracija JIT in prilagodljivega proizvodnega sistema

Prilagodljiv proizvodni sistem (Flexible manufacturing system – FMS) je novejši pristop, ki ponuja možnost odprave osnovnih slabosti prej poznanih pristopov, kot je na primer nefleksibilnost MRP, nujnost dobro zgrajenih preskrbovalnih linij in kooperativnih delavcev pri JIT-u, zanemarjanje ostale proizvodnje pri sistemu ozkih grl, vendar je cena vpeljave FMS visoka: izguba številnih delovnih mest. Z uporabo FMS naj bi se izkoriščenost strojev dvignila na 80-90% in je znatno višja, kot jo zasledimo pri večini splošno namenskih strojev, kjer je izkoriščenost ocenjena med 6 in 30% (Aggarwal, 1985, str. 12).

FMS je definiran kot »skupina zbranih strojev in z njimi povezane opreme za celoten proces določene družine izdelkov« in je sestavljen iz treh osnovnih delov (Chen, Chung, Gupta, 1994, str. 4):

- iz numerično krmiljenih strojev z avtomatsko menjavo orodja,
- iz sistema materialnega vodenja,
- iz glavnega računalnika, ki kontrolira celoten sistem.

Glavni cilj FMS je proizvodjanje velikega števila variacij izdelkov po ceni, ki je blizu masovni proizvodnji.

Miltenburg in Krinsky navajata, da je prilagodljivost proizvodnje sestavljena iz treh komponent (Chen, Chung, Gupta, 1994, str. 4):

- iz prilagodljivosti proizvodjanja istega proizvoda na različnih strojih in obratno iz proizvodjanja različnih proizvodov na istem stroju,
- iz prilagodljivosti strojev v sprejemanju konstrukcijskih sprememb proizvodov,
- iz prilagodljivost obstoječih strojev za proizvodjanje novih proizvodov.

Prednosti FMS:

- izboljššan nastop na trgu, ki ga dosežemo s hitrim in dobrim odzivom na zahteve trga glede diverzifikacije proizvodov, inovativnosti, krajših dobavnih rokov, zanesljivosti dobav in izboljšani kakovosti proizvodov,
- znižanje stroškov kot posledica zmanjšanja delovne sile, krajših nastavitvenih časov in višji izkoriščenosti strojev,
- izboljšano vodenje, ki ga dosežemo s povezavami proizvodne kontrole z avtomatizirano proizvodnjo, z zmanjšano možnostjo človeških napak, z večjo prilagodljivostjo in produktivnostjo.

Po letu 1990 so se vedno pogosteje pojavile ideje o kombiniranju JIT in FMS, s čimer bi dobili možnost koristiti prednosti obeh sistemov. Združen sistem so teoretiki poimenovali kot integriran proizvodni sistem (Integrated manufacturing system -IMS) in deluje sledeče: proizvodni proces se začne v programski opremi MRP-II, ki služi kot dolgoročno plansko orodje. Naročila iz MRP-II so izdana FMS kontroli, ki določa proizvodnjo na tedenski, redko na dnevni ravni, ker proizvodnja in nabava delujeta na principu vlečenja.

Zakaj naj se podjetje odloči za IMS? Prvi razlog je izločitev večine neavtomatiziranih operacij, kar dosežemo s proizvodnimi celicami in z ustrezno opremo. IMS s svojo filozofijo nudi možnosti dobre izkoriščenosti strojev, ki lahko dajejo celo boljše rezultate kot nakup novih strojev, seveda ob ustrezni organizaciji podjetja in ob veliki zavezanosti sistemu tako zaposlenih kot vodstva podjetja.

## 6.5 Kanban

Z logiko in vpeljavo kanbana so nekatera podjetja zmanjšala svoje proizvodne stroške tudi do 40%, ne da bi pri tem upoštevali še koristi zaradi dvignjene kakovosti in prilagodljivosti, saj kanban (Henderson, 1986, str. 7):

- bistveno zmanjšuje nedokončano proizvodnjo in s tem veže manj finančnih sredstev, prihranimo pa tudi na prostoru in rokovanju z zalogami,
- podjetjem zmanjšuje investicije v kapital, ker ne potrebujemo skladiščnih prostorov oz. velikih proizvodnih hal,
- z zglajeno proizvodnjo nudi večje kapacitete, ker ni zastojev in ozkih grl, vpliva pa tudi na nižje stroške delovne sile,
- veliko hitreje odkrije napake, kar vpliva na lažje preprečevanje napak, saj poslovanje z zalogami veliko težje in pozneje odkriva proizvode slabe kakovosti,
- s krajšimi vodilnimi časi povečuje fleksibilnost.

Kanban s svojimi prednostmi osvaja svet, njegovo uporabo nekateri ocenjujejo celo kot začetek sekundarne industrijske revolucije (Henderson, 1986, str. 12).

Za dobro vpeljavo kanbana morajo biti podjetja pozorna predvsem na tri problematična področja (Deleersnyder et al.,1989, str. 1079):

- na prepoznavanje linij pretoka,
- na proučevanje in odpravo neenakomernosti proizvodnje,
- na odločitve o številu kanbanov, ker z njimi odločajo o velikosti proizvodnje in zalog ter posledično o tveganju zaradi zastojev in nestabilnosti proizvodnje,

pri čemer ne smejo pozabiti tudi na ovire, kot so:

- delovne navade in ideologijo delavcev (največja ovira podjetij v ZDA),
- dobavitelji - njihova pripravljenost za prevzem JIT in geografska oddaljenost,
- vpeljava vlečnega sistema zahteva nizko variabilnost povpraševanja. Vollman npr. navaja, da se kanban sistem dnevno lahko prilagodi le v višini 10% odstopanj od mesečnega plana, pri čemer poudarja, da je prilagodljivost odvisna od števila kanbanov – manjše ko je število kanbanov in s tem posledično nižje zaloge, težje se sistem prilagaja variabilnosti povpraševanja (Deleersnyder et al.,1989, str. 1088).

Zadnjo oviro pogojuje kanban sistem s ponavljajočo, masovno proizvodnjo, zato so se že pojavile teorije, s katerimi bi kanban postal prilagodljivejši in s tem primernejši tudi za proizvodnje s spremenljivim povpraševanjem. Ena takih je teorija, ki nestabilno povpraševanje prepozna z diagramom eksponentnega tehtanega drsnega povprečja (Exponentially weighted moving average –EWMA) (Takahashi, 2003, str. 4321).

Tako imenovani reaktivni kanban (Reactive Kanban) se je razvil v dveh različnih oblikah:

- prva oblika zaznava spremembe v povpraševanju z uporabo kontrolnih kartic in potem spreminja število kanbanov,
- druga je sistem, kjer se število kanbanov prilagaja nivoju zalog oz. poleg normalnih kanbanov uporablja tudi posebne dodatne kanbane.

## **6.6 Sočasen sistem naročanja**

Sočasen sistem naročanja sta 1993 predlagala Izumi in Takahashi. Temelji na osnovah JIT proizvodnega sistema, le da uporablja le eno vrsto informacij – prispelo povpraševanje - ter jo sporoča vsem postajam sočasno (od tod tudi ime sistema), s čimer pridobimo na krajših dobavnih rokih, vendar povečamo nedokončano proizvodnjo, zato je v primerjavi s kanbanom primernejši takrat, kadar imajo zaloge končnih proizvodov velik vpliv na povprečne zaloge in kadar dodana vrednost na polproizvodih hitro narašča (Takahashi, Nakamura, Izumi, 1997, str. 288).



## 7 HIBRIDNI SISTEMI

### 7.1 CONWIP

Učinkoviti proizvodni sistemi so tisti, ki proizvajajo prave kose ob pravem času in ob konkurenčnih stroških. Čeprav v osnovi sisteme delimo na vlečne in potisne, ni splošno sprejetih definicij zanje. Kimura in Terada poudarjata, da v potisnih sistemih proizvodnja in zaloga slonita na napovedih, v vlečnih pa na porabi predhodnih delovnih mest. Gstettner in Kuhn navajata, da potisni sistemi delujejo na osnovi prihodnjega, vlečni pa na osnovi dejanskega povpraševanja. Vsi pa se strinjajo, da imajo oboji tako prednosti kot slabosti. Potisni so uporabni za več različnih proizvodnih okolij, medtem ko kanban praviloma prinaša odlične rezultate v zanj primernem okolju. Najboljši sistem naj bi vseboval prednosti obeh sistemov, trdi Spearman, predlagatelj enega najbolj znanih hibridnih sistemov, imenovanega CONWIP. CONWIP, za razliko od MRP, ki sproža proizvodnjo vsakega delovnega mesta z odtegljaji zalog od bruto potreb, in od kanbana, kjer se proizvodnja določene delovne postaje proži s številom kanbanov predhodne delovne postaje, deluje tako, da je delo prve postaje sproženo s številom kanbanov z zadnje postaje, nato pa se proizvodi potiskajo skozi proizvodnjo po pravilu zaporedja prihajanja (First come, First Served). Ker se CONWIP odziva le na dejansko povpraševanje, je v principu vlečni sistem (Zhang, Chen, 2001, str. 2724, 2725).

S takim načinom delovanja sistem omogoča:

- nižjo nedokončano proizvodnjo, nižje povprečne zaloge in nižje stroške povprečnih zalog pri enaki stopnji pretočnosti,
- kontrolo inputa ter outputa, kjer je stopnja inputa enaka stopnji pretočnosti (Huang, Wang, 1998, str. 803 – 811).

Prednost CONWIP-a so tudi obvladovani proizvodni časi, ki so sicer odvisni od pripravljalnih in čakalnih časov strojev iz ozkih grl, a ravno zato točneje napovedljivi kot v MRP sistemih, kjer so proizvodni časi poljubnejši in praviloma predolgi.

### 7.2 Metoda zagotavljanja sinhronne proizvodnje

Metoda zagotavljanja sinhronne proizvodnje oz. nadzora pretoka v proizvodnji (Drum-buffer-ropes – DBR) je ključna tehnika teorije ozkih grl. Razvil jo je Goldratt, pozneje pa so jo vpeljali v mnogih podjetjih. Že iz svojega imena se da razbrati, da je DBR sestavljen iz treh glavnih komponent Drum je v bistvo ozko grlo, njegove omejitve se prenašajo skozi celo proizvodnjo. Buffer – blažilec - je varnostni čas, rope pa navezava oz. mehanizem, ki poskrbi, da se proizvodnja ravna po zmogljivostih ozkega grla. Ker je material povlečen v delavnico na osnovi njegove porabe v ozkem grlu, potem pa potisnjen skozi proizvodnjo, je DBR

kombiniran sistem, ki je zaradi principa delovanja splošneje uporaben kot CONWIP (Koh, Bulfin, 2004, str. 392).

### **7.3 MRP s kanbansko kontrolo proizvodnje**

MRP s kanbansko kontrolo proizvodnje (MRP/shop floor extension - MRP/sfx) je hibridni sistem, ki za kontrolo proizvodnje uporablja JIT/Kanban in MRP za planiranje. Pri tem uporablja edinstven set tehnik, ki povezuje MRP in JIT aktivnosti, in sicer (Nagendra, Das, 1999, str. 208):

- Kontrolnik kanban kartic (Kanban Card Controller - KCC). Z MRP dosegamo dobro pretočnost, s kanbanom pa nizko nedokončano proizvodnjo. Ker je splošno znano, da je nizka nedokončana proizvodnja pomembnejša in težje dosegljiva, je za kontrolo proizvodnje smiselneje uporabljati kanban. Težava, ki jo moramo premostiti, je slabo delovanje kanbana pri neenakomernem povpraševanju oz. spremenljivih vodilnih časih, zato v MRP/sfx izhajamo iz MRP planiranih nalogov, katere tedensko preko kontrolnika kanban kartic pretvorimo v število kanbanov.
- Kanban prednostnik (Kanban Prioritizer - KP) uporabljamo v proizvodnjah, kjer predhodno delovna postaja proizvaja proizvode za več naslednjih delovnih postaj. V takšnih proizvodnih linijah namreč nastopi problem ključa delitve proizvodov. KP deluje tako, da upošteva tako število kanbanov kot število enot v zalogah nedokončane proizvodnje (Work-in-progress - WIP) posamezne delovne postaje in ima tako prednost pred ostalimi heurističnimi metodami.
- Dinamični ocenjevalec proizvodnih časov (Dynamic Lead Time Estimator - DLTE). Proizvodni čas je pomemben parameter tako v MRP kot JIT, zato MRP/sfx uporabljamo za določanje čim realnejših proizvodnih časov DLTE. Le-ta preko različnih tehnik, ki so odvisne od višine stopnje izkoriščenosti zmogljivosti in od višine koeficienta variacije proizvodnega časa, ocenjuje in tudi vpliva na dolžino proizvodnih časov.

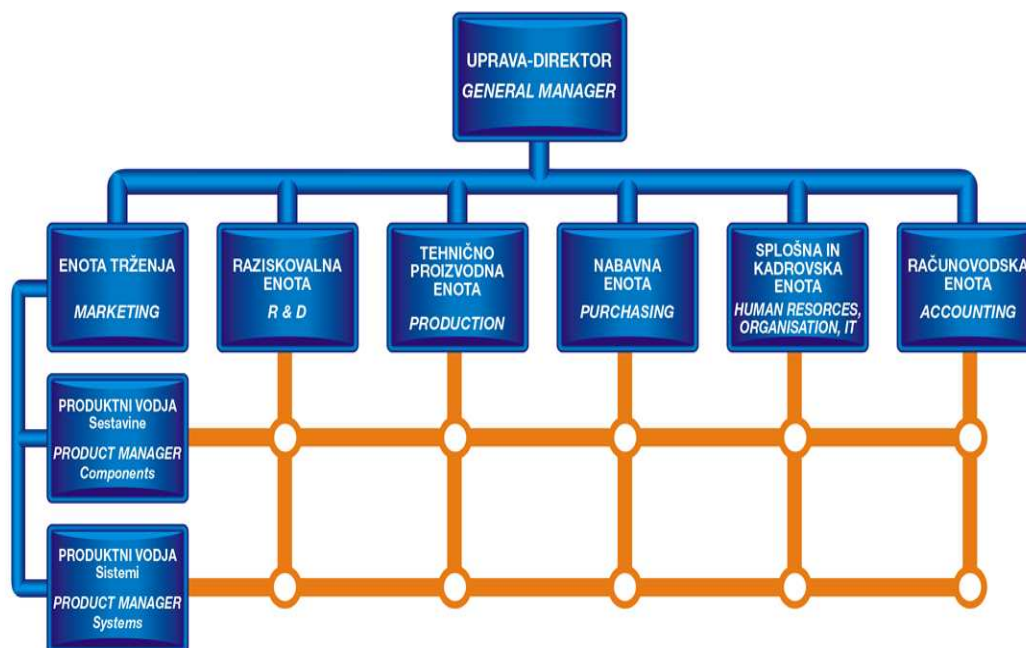
## **8 PREDSTAVITEV KLADIVARJA**

Kladivar je bil ustanovljen leta 1949. V program fluidne tehnike se je vključil proti koncu šestdesetih let, in sicer s proizvodnjo manj zahtevnih sestavin, v začetku sedemdesetih let pa se je povezal s priznanimi svetovnimi proizvajalci in postal njihov dobavitelj. V tem času je osnoval tudi svojo razvojno skupino, ki je oblikovala proizvode za prodajo pod lastno blagovno znamko KLADIVAR. Proti koncu sedemdesetih in v začetku osemdesetih let je tako že lahko ponudil obsežen katalog standardnih hidravličnih sestavin s področja industrijske in mobilne hidravlike. Z lastnim znanjem, sposobnostjo, inovativnostjo in izkušnjami se je vključil na zahtevnejši trg posebnih hidravličnih sestavin ter z lastnim inženiringom tudi na trg hidravličnih sistemov in storitev.

Vseskozi skrbi za posodabljanje tehnološke opreme. Dobro je opremljen in usposobljen za izvajanje procesov razvoja, proizvodnje in trženja. Sistem vodenja podjetja temelji na standardih kakovosti, varnosti in okolja ISO 9001, ISO 14001 in OHSAS 18001, kar pomeni stalno skrb za izpolnjevanje zahtev kupcev, za varovanje zdravja in varnosti pri delu ter za ravnanje z okoljem. To vodi k zadovoljstvu kupcev, zaposlenih, lastnikov ter preostalega poslovnega okolja. Zadovoljen kupec nam zagotavlja prihodnost in poslovno uspešnost.

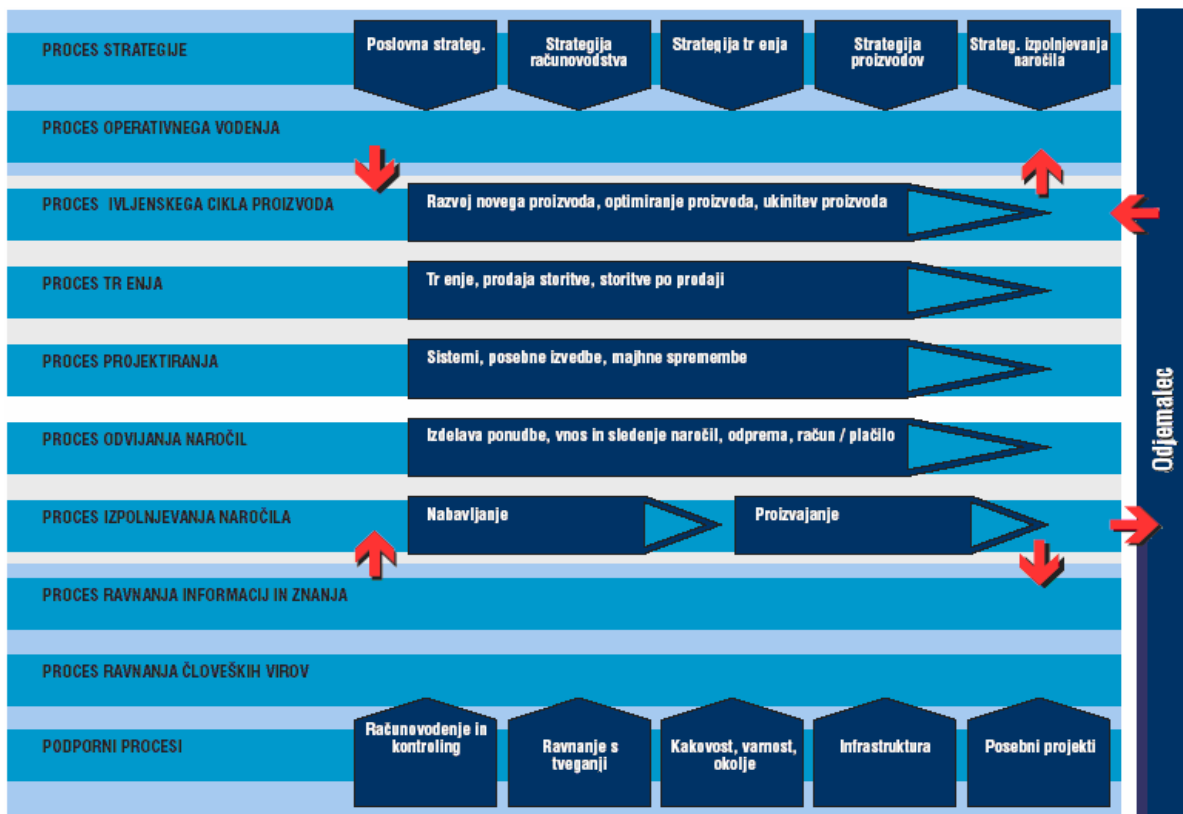
Kladivar je delniška družba z 49% notranjim lastništvom in enočlansko upravo. Organizacijska struktura je produktno matrična (Slika 10): direktor in šest enot, ki so v sodelovanju s produktnimi vodji odgovorni za planiranje in izvedbo ter kontrolo osnovnih procesov, prikazanih na Sliki 11 (na str. 32). Družba je lastnik Inštituta za fluidno tehniko Žiri, preko katerega izvaja raziskovalne projekte in sodeluje z drugimi raziskovalnimi organizacijami.

Slika 10: Organizacijska shema podjetja Kladivar Žiri, d.d.



Vir: V brzicah fluidne tehnike, 2005.

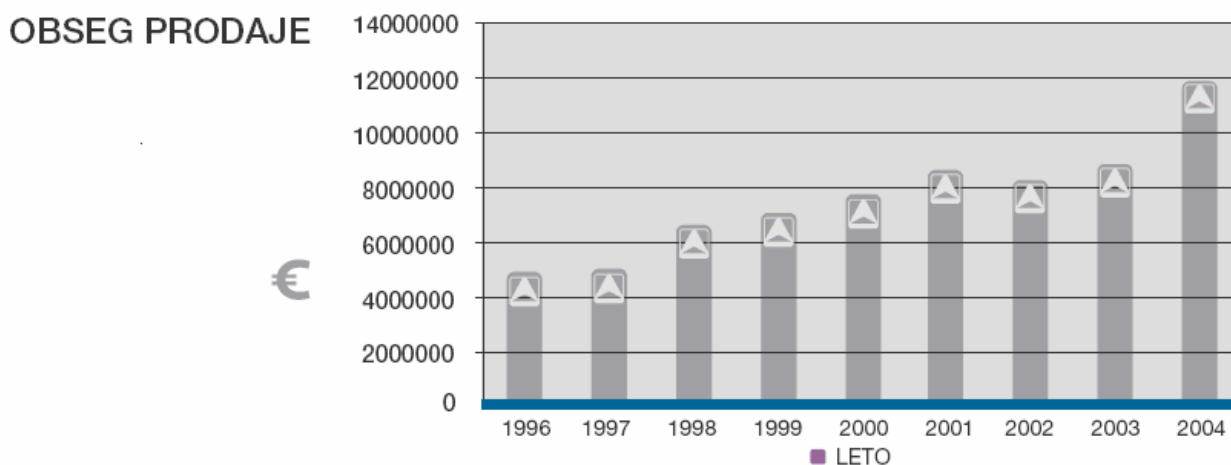
Slika 11: Procesi podjetja Kladiivar Žiri, d.d



Vir: V brzicah fluidne tehnike, 2005.

V podjetju je zaposlenih 240 delavcev, ki ustvarijo približno 2.800.000,00 SIT prometa letno (Slika 12). Od tega 75 % na zunanjem trgu in 25 % na domačem. Najmočnejši izvozni trg podjetja je nemški, ki predstavlja približno tretjino celotnega obsega prodaje. Bruto dodana vrednost na zaposlenega znaša 5.004.351,00 SIT (Letno poročilo podjetja Kladiivar Žiri, d.d. za leto 2004).

Slika 12: Obseg prodaje podjetja Kladiivar Žiri, d.d.



Vir: V brzicah fluidne tehnike, 2005.

V proizvodnji prevladuje delavniški raspored, oblikovane pa so že prve proizvodne celice, kjer so stroji razmeščeni po izdelčnem načelu.

Kot poslovno informacijski sistem uporablja programski paket Baan IV, za vodenje podatkov o proizvodu pa program ProfiDB, ki omogoča shranjevanje in predstavitev vseh podatkov, ustvarjenih skozi življenjski cikel izdelka in integracijo z računalniško podprtim snovanjem izdelkov v SolidWorksu ter AutoCADu. S ProfiDB je tako vzpostavljena aktivna povezava med razvojem in poslovanjem, kar je za podjetje zelo pomembno.

Kladivar razpolaga z lastnim raziskovalno-razvojnim znanjem in proizvodno tehnologijo, zato je danes odličen sistemski dobavitelj sestavin, sistemov in storitev fluidne tehnike oziroma oljne hidravlike v Sloveniji in jugovzhodni Evropi ter cenjen partner pri razvijanju, proizvajanju in trženju sestavin, sistemov in storitev na globalnem trgu.

Prodajni program podjetja predstavljajo sledeče skupine izdelkov:

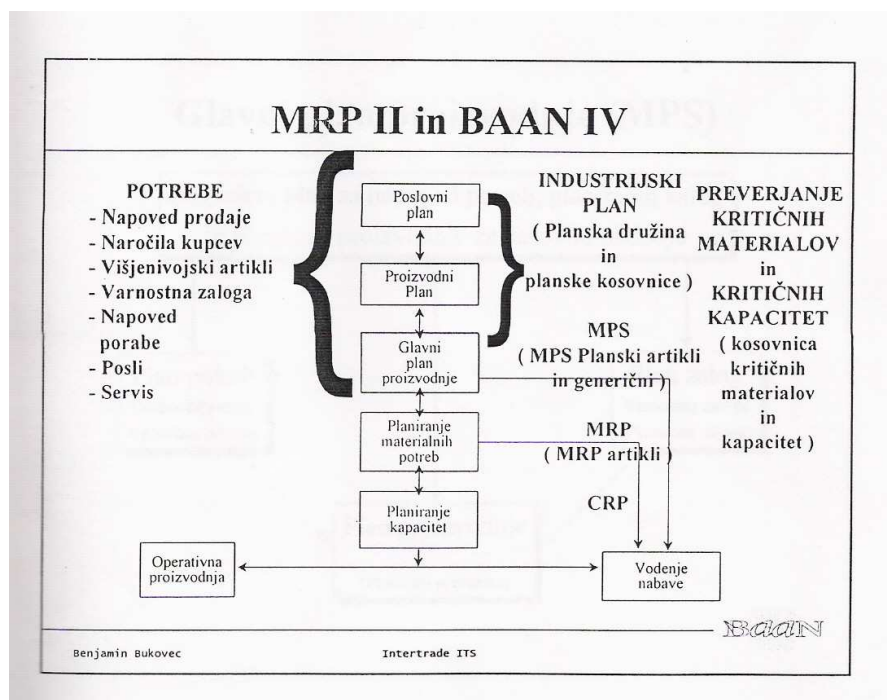
- hidravlične sestavine,
- hidravlični sistemi,
- pnevmatične sestavine,
- sestavine centralnega mazanja,
- hidravlična oprema.

Hidravlične, pnevmatične sestavine in sestavine centralnega mazanja sodijo z vidika razvoja, planiranja in priprave proizvodnje ter delitve glede na število ponovitev izdelave in časovne razporeditve procesa med ponavljajoče prekinjene proizvodne procese, natančneje med serijsko proizvodnjo, hidravlični sistemi pa v enkratne proizvodne procese, ki z morebitnimi redkimi ponovitvami včasih prehaja v posamično – maloserijsko proizvodnjo. Hidravlični sistemi izstopajo tudi, kadar delimo procese glede na vpliv kupca v proizvodnji, saj procese za hidravlične, pnevmatične sestavine in sestavine centralnega mazanja uvrščamo med sestavljanje po naročilu (Assemble to Order – AtO), medtem ko je proces za hidravlične sisteme tipičen predstavnik procesa izdelave po naročilu (Make-to-Order – MtO). Ker se zanj uporabljajo postopki projektnega planiranja in vodenja proizvodnje, ga v nadaljevanju ne bomo obravnavali, kakor tudi ne pete skupine, to je hidravlične opreme, ki predstavlja dokupljen program in je v veliki meri namenjena za preprodajo, zato njene zaloge vodimo statistično, po tako imenovani (Statistical Inventory Control – SIC) metodi. Ko bo predstavljeno planiranje in vodenje v Kladivarju, bo torej obravnavana osrednja serijska proizvodnja, njeni proizvodi imajo namreč kar tričetrtinski delež v obsegu celotne prodaje podjetja.

## 8.1 Planiranje in vodenje proizvodnje v Kladivarju

Z nakupom in vpeljavo poslovno-informacijskega sistema Baan IV, za katerega lahko trdimo, da je programska rešitev, namenjena integriranemu planiranju proizvodnega podjetja - virov in sredstev (Slika 13), so se bistveno spremenile tudi možnosti planiranja celotnega poslovnega sistema, s tem pa seveda tudi možnosti planiranja in vodenja proizvodnje.

Slika 13: MRP-II in Baan IV



Vir: MPS-IRP, MRP, SIC, 2000, str. 3.

Kladivar tako že šesto leto uporablja MRP-II koncept planiranja in vodenja proizvodnje. Poslovnemu planu je podrejen proizvodni plan, ki je skupaj z iz njega izpeljanim glavnim planom proizvodnje podlaga za izvajanje proizvodnje in planiranja materialnih potreb ter potrebnih kapacitet.

### 8.1.1 Glavni plan proizvodnje

Glavni plan proizvodnje deluje v okviru planskega horizonta, ki ga v Kladivarju sestavljata eno zgodovinsko in več planskih obdobj, konkretno 8 obdobj po 7 dni in 11 obdobj po 28 dni. Takšna delitev planskih obdobj je izkustvena, ugotovljeno je bilo namreč, da so bili, zaradi načina delovanja sistema (znotraj planskega obdobja se MPS artikli planirajo na konec obdobja), premiki planiranih rokov ob prehodu na prvo krajše plansko obdobje preveliki in da je prvotna postavitev 4 obdobj po 7 dni in nato 12 obdobj po 28 dni tako povzročala preveč težav z oskrbo podrejenih MRP artiklov, katerih planirani roki so preko dobavnih in proizvodnih časov odvisni od planiranih rokov izdelkov oz. MPS artiklov. Ker večina MRP artiklov nima dolgih proizvodnih oz. dobavnih časov, je postavitev preskoka iz daljšega v

krajše plansko obdobje za mesec dni vnaprej bistveno zmanjšala število sporočil za prerazporeditev in omogočila enakomernejše ter pravilnejše kratkoročne potrebe po le-teh. Težave so bile še očitnejše, ker obdobje štirih tednov istočasno pomeni razmejitvev med planskimi obdobji, kjer se MPS artikli planirajo oz. proizvajajo samo na osnovi naročil, in planskimi obdobji, kjer se MPS artikli planirajo tako na osnovi naročil kot na osnovi napovedi. Ta razmejitvev je opredeljena s časovnimi ogradami, ki se lahko nastavljajo ločeno za vsak artikel, in s splošnim mnogokratnikom časovne ograde. Kladivar ima mnogokratnik 4, običajno časovno ogrado pa 7, kar v bistvu pomeni, da program ne dovoljuje nikakršnih sprememb glede na planirane proizvodne naloge v roku 7 dni in da se za 28 dni planirajo proizvodni nalogi samo na osnovi naročil. Za obdobje 28 dni se torej materialne potrebe izračunavajo le na osnovi naročil kupcev, prav tako pa se razlikuje izračun kapacitet, ki poteka z natančnim upoštevanjem tehnoloških postopkov, medtem ko se za ostala planska obdobja izračunavajo le grobe kapacitete. Glede na dinamičnost okolja se seveda uporablja drsno planiranje s tedensko frekvenco.

Za obdobje planskega horizonta, natančneje pa vsaj za 7 mesecev, prodaja vnaša naročila kupcev; enkrat mesečno in ob vsaki vplivni spremembi na trgu pa tudi napovedi prodaje. Za nekatere standardne artikle določa še varnostne zaloge.

Vnos napovedi se razlikuje glede na vrsto proizvodov:

- Proizvodi za znanega kupca se napovedujejo ločeno za vsak artikel, in sicer tako, da prodaja v distribucijskem modulu v obliki predračunov vnaša napovedane količine, ki se preko posebnih sej kopirajo v glavni plan proizvodnje – v osrednji del proizvodnega modula.
- Pri standardnih proizvodih se uporabljajo družine izdelkov. Za vsako družino je odprta svoja planska kosovnica, sestavljena iz artiklov, ki se uvrščajo v isto družino, pri čemer ima vsak artikel v odstotkih določen planski delež v obsegu celotne družine. Planske kosovnice torej definirajo povezave med družinami izdelkov za določen planski nivo in med artikli za nižji planski nivo, medtem ko planski odstotki definirajo numerične povezave med družino izdelkov. Baan IV omogoča avtomatično generiranje planskih odstotkov, osnovano na zgodovinskem vzorcu potreb, vendar jih v Kladivarju ne uporabljamo, ampak prodajo planskih odstotkov določamo ročno.

Grobe potrebe po kapacitetah in materialih se računajo iz napovedi, iz naročil in iz zahtevanih zalog za naslednjih 12 mesecev po mesecih. Potrebne planske šifre, obdobja, planske kosovnice, kosovnice kritičnih materialov, mnogokratnik časovne ograde ter podatke na planskih artiklih, kot so sistem naročanja, metoda naročanja, ekonomična količina naročanja, minimalna količina naročanja, proizvodni čas, varnostni čas, opredelitev kritičnosti, časovna ograda v informacijskem sistemu, vzdržuje planska služba.

Z uporabo generiranih potreb v MPS izvede modul Planiranje materialnih potreb (MRP) eksplozijo zahtevane količine skozi kosovnico in s tem na podlagi proizvodnih in dobavnih časov, vnesenih na artiklih, predlaga proizvodne naloge proizvedenih in nabavne naloge nabavnih artiklov, ki vključujejo tako količino kot datum začetka in datum zaključka (datum prispetja v montažo) nalogov. Pri tem se zaradi neenakomernosti potreb uporablja naročanje količina za količino, pri redkih proizvedenih polizdelkih pa se uporablja tudi ekonomična količina naročanja. Eksplozija se izvaja dvakrat tedensko, in sicer z regenerativnim pristopom, kar pomeni, da se ob vsakem izvajanju črtajo vsi predhodno planirani nalogi, ki še niso bili lansirani, in se izvede celoten postopek z v tem obdobju veljavnim glavnim planom. Izračun nam, poleg planiranih nabavnih in proizvodnih MRP nalogov, omogoča tudi planiranje potrebnih kapacitet in izdela sporočila za preplaniranje ter posebna sporočila.

MPS z uporabo kosovnic kritičnih materialov, kakršnega uporablja Kladivar, predpostavlja neomejene kapacitete, vodilo njegovega delovanja so proizvodni in dobavni časi, seveda ob tem kapacitete prikazuje, programsko pa se z njihovo zasedenostjo ne ukvarja, morebitno ukrepanje ob neenakomerni zasedenosti prepušča pristojnim zaposlenim. Ponudniki Baana IV so omenjeno pomanjkljivost odpravili z modulom za inteligentno planiranje kapacitet (Intelligent Resources Planning -IRP), ki ponuja možnost delovanja z omejenimi kapacitetami in je v principu izravnalni algoritem, ki izravnava proizvodni plan več artiklov istočasno. Če proizvodni plan kreira prekoračitev razpoložljivih kapacitet, bo sistem premaknil del proizvodnega plana na predhodno ali naslednje obdobje. Drugače rečeno, če se pojavijo ozka grla, z modulom IRP lahko programsko gladimo obremenjenost proizvodnje, in sicer glede na postavljene prioritete.

IRP-ja se Kladivar poslužuje le z nekaterimi osnovnimi nastavitvami. Razlog za tako odločitev, ki je bila sprejeta po izvedenih testiranjih modula, je splošna visoka obremenjenost kapacitet in obstoj ozkih grl, (ki so zaradi širokega proizvodnega programa spremenljiva), kar terja zapletene in aktualne nastavitve ter dobro poznavanje planskega sistema kakor tudi razmer v proizvodnji in na trgu izdelkov. Testno izvajanje IRP je prineslo za poslovanje nesprejemljive rezultate, nekateri proizvodni nalogi so bili prestavljeni tudi do šest mesecev vnaprej, v takem primeru pa postanejo pomembna prioriteta.

Odprlo se je novo področje vprašanj, kot so:

- kdo se bo odločal o prioritetah (prodaja, proizvodnja),
- po kakšnem ključu bodo prioritete upoštevane,
- kako pogosto jih bo potrebno spreminjati.

IRP namreč v primeru, da vsi planski artikli ne morejo biti izdelani v planskem obdobju, nekatere premakne v drugo obdobje.



Selekcija premikov se vrši na podlagi:

planskih podatkov, kot so:

- obseg proizvodnje - prednost ima planski artikel z največjim obsegom – količino v obdobju,
- premaknjeni obseg – prej bo planiran planski artikel z največjo vrednostjo, pri čemer je vrednost, vrednost proizvodnje, ki se premakne,
- število premaknjenih obdobj - prvi bo planiran planski artikel, za katerega je potrebno največkrat prestaviti obdobja,
- premaknjeni obseg in obdobja - za vsak planski artikel se zmnožita premaknjena vrednost in število obdobj, prvi bo planiran artikel z največjim zmnožkom,

in podatkov artikla, npr.:

- skupni materialni stroški,
- stroški proizvodnje,
- prioriteta artikla (artiklu določimo visoko, srednjo, nizko prioriteto).

Podjetje se lahko odloči, da uporablja samo eno vrsto prioritete ali pa njihovo kombinacijo. Iz razlogov, ki smo jih že navedli, in zapletenih kombinacij, ki bi bile potrebne zaradi širine proizvodnega programa, Kladivar ostaja pri planiranju brez omejitev. Prednostni proizvodni nalogi se določajo na skupnih tedenskih sestankih predstavnikov prodaje in proizvodnje, medtem ko se na skupnih sestankih predstavnikov nabave in proizvodnje na podlagi prepoznanih ozkih grl določa prednost prenosa izdelave na tuje vire oz. v kooperacijo. Glede na to, da je Kladivar srednje veliko podjetje, katerega pomembna konkurenčna prednost je odzivnost, je mogoče celo trditi, da je tak način učinkovitejši od uporabe IRP, kjer bi, kljub nenehnem spreminjanju podatkov v informacijskem sistemu, ostajala večja nevarnost izgube kupca zaradi morebitne nepravilne kombinacije izravnalnega algoritma.

Da se izognemo številnim »ročnim« transakcijam pri izdaji vgrajenih kupljenih delov in proizvedenih polizdelkov na proizvodne naloge, uporabljamo za montažne naloge povratno ažuriranje, ki v bistvu pomeni, da se v trenutku prevzema gotovega proizvoda na skladišče na proizvodni nalog izdajo vsi kupljeni deli in polproizvodi, ki so v kosovnici gotovega izdelka. V kolikor montažni časi niso predolgi in je montaža enakomerno obremenjena, je to dobra rešitev, v nasprotnem primeru pa so za obseg nedokončanih montažnih nalogov posledično v Baanu prikazane previsoke zaloge potrebnih materialov in polizdelkov, ki vplivajo na planirane MRP naloge, kar posledično povzroča morebitne zamude v prihodnosti.

Iz opisanega sistema planiranja ugotavljamo, da Kladivar s svojim sistemom planiranja v veliki meri sledi teoretičnem konceptu MRP-II, kar pa, žal, velja tudi za vse pomanjkljivosti, ki jih ta koncept prinaša.

Sistem kot tak dobro deluje, v kolikor so dobre in ažurne napovedi, pravočasno in natančno vnešeni vsi vhodni podatki, kot so naročila kupcev, realni proizvodni časi proizvedenih in realni dobavni časi nabavljenih artiklov, urejene kosovnice, pravilni tehnološki postopki, odpisan ves izmet, pravočasne in pravilne izdaje na proizvodne naloge ter upoštevana vsa sporočila o prerazporeditvah. Ker je to integriran sistem, zahteva discipliniranost in natančnost praktično vseh zaposlenih. Vsaka zamuda ali nepravilnost pri vnosu podatkov v sistem namreč vpliva na vsaj enega, pogosto pa na več prikazov in izračunov v celotnem poslovnem procesu. Zaradi tega spoznanja smo v letošnjem letu v skladiščno poslovanje in v proizvodnjo vpeljali sistem črtne kode, ki pomeni za zaposlene hitrejši in prijaznejši način dela in omogoča večjo kakovost informacij v sistemu.

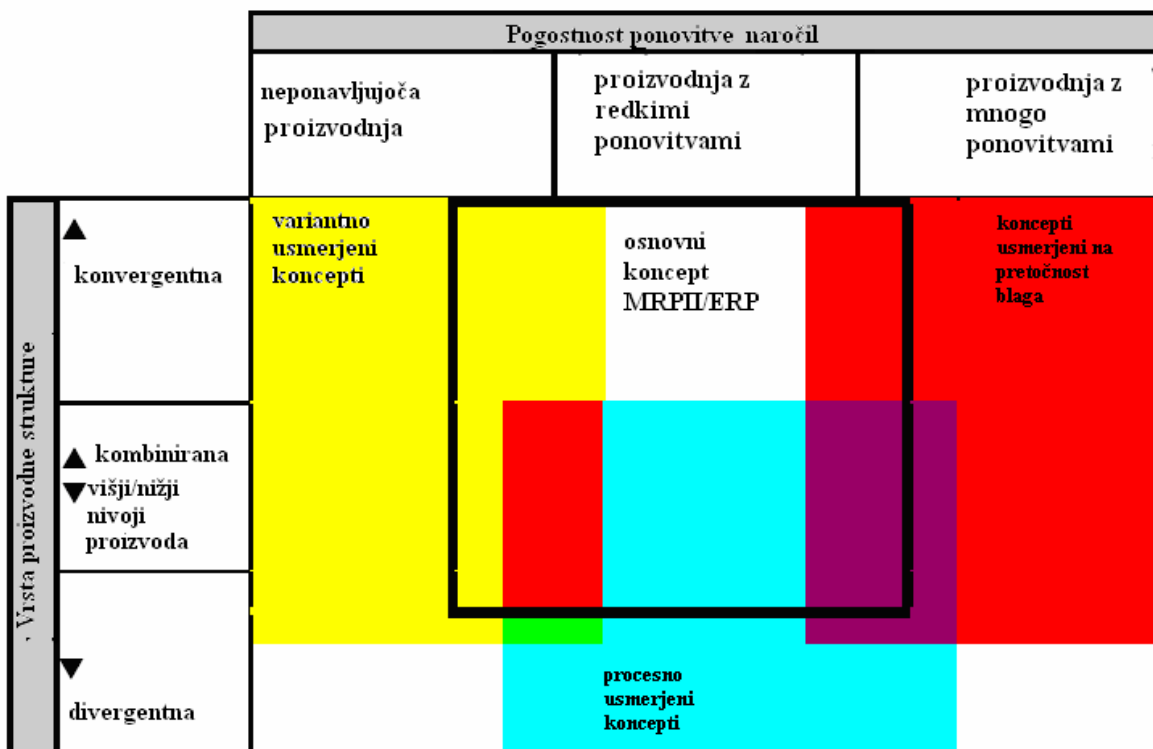
Pritisk trga, zahteve kupcev po vse krajših dobavnih časih ter preobremenjenost proizvodnje, ki kljub številnim investicijam in najemanjem tujih virov ne sledi rasti povpraševanja, ter nihanje naročil kupcev so v praksi razgalili vse pomanjkljivosti koncepta MRP II, ki jih lahko odpravimo le z visokimi varnostnimi zalogami tako polproizvodov kot materialov, kar je v nasprotju s poslovnimi cilji vsakega, pa tudi našega podjetja. Pri tem naj poudarimo še drug vidik ustvarjanja varnostnih zalog, predvsem polproizvodov, namreč zasedanje že tako preobremenjenih kapacitet. Zamude v dobavah kupcem nas silijo v neprestano manjšanje serij (izdelujemo samo nujno potrebne količine) ter spreminjanje že planiranih operacij, kar pripelje tudi do pomanjkanja materialov in kljub obilici dela tako nabavnikov kot planerjev materiala ter proizvodnje do vedno zapletenejšega vodenja in kontrole proizvodnje, ki seveda ne prinaša zelenih rezultatov.

## **9 PREDLOG IZBOLJŠAVE PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE V KLADIVARJU**

Fluidna tehnika je mlada industrijska panoga znotraj panoge kovinske industrije in je definirana kot prenos energije s pomočjo medija pod tlakom, pri čemer so mediji tehnične kapljevine in plini. Ker v literaturi ni zaslediti primerljivega podjetja, se bom pri predlogu izboljšav sistema planiranja in kontrole proizvodnje opirala na teoretična in praktična spoznanja proizvodnih podjetij kovinske in elektroindustrije. Predlog bom skušala utemeljiti tudi s kratkim primerom primerjave zalog za program potnih ventilov, ki so tipični predstavniki hidravličnih sestavin oz. proizvodov, za katere želimo v Kladivarju kljub hudi svetovni konkurenci obdržati svoje kupce in seveda pridobivati nove, kar nam bo uspelo le ob konkurenčnem razmerju cena: kakovost in kratkih dobavnih časih.

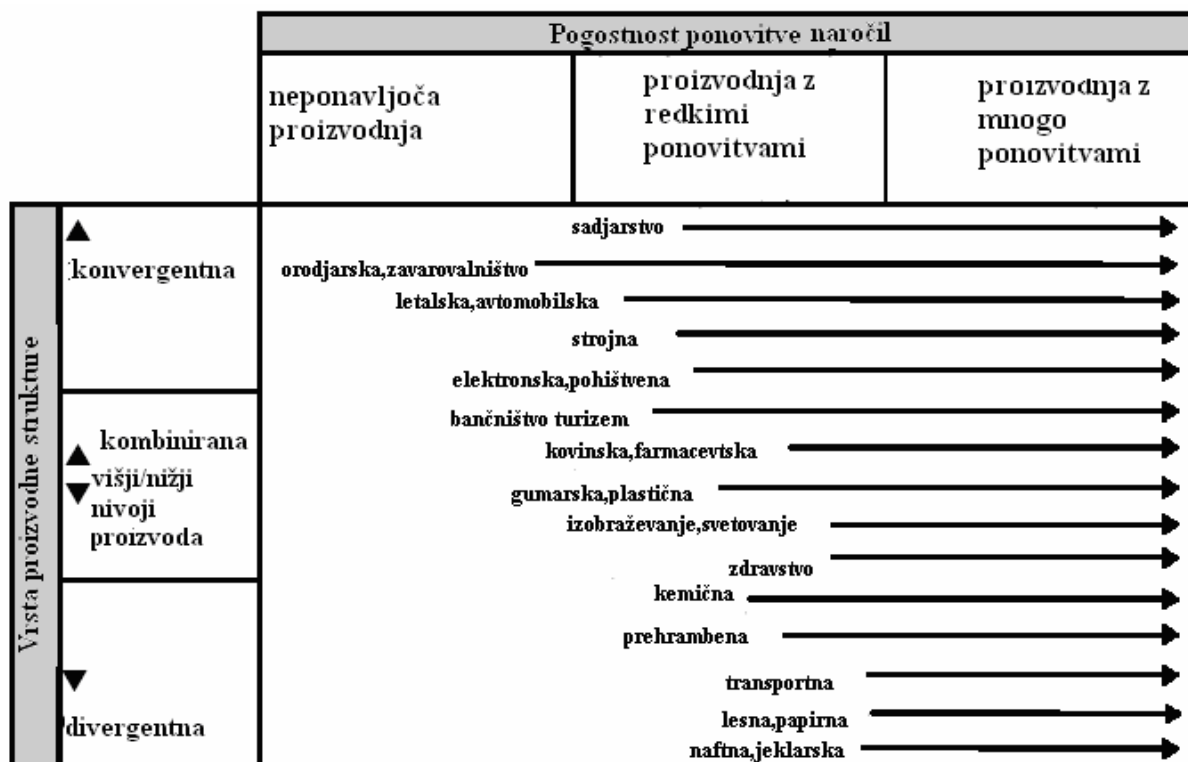
Po Schoenslebnu strojni industriji glede na svoje karakteristike, prikazane v Slikah 14 in 15 (na str. 39), najbolj ustreza MRPII/ERP koncept.

Slika 14: Sistemi planiranja in vodenja proizvodnje glede na pogostnost proizvodnje in vrsto strukture proizvodov



Vir: Schoensleben, 2000, str. 4.

Slika 15: Razvrstitev panog glede na pogostnost proizvodnje in vrsto strukture proizvodov



Vir: Schoesleben, 2000, str. 4.

Ugotovitev, da MRP ustreza najbolj serijski proizvodnji, kanban pa ponavljajoči, masovni proizvodnji npr. v avtomobilski industriji, veje praktično iz vse strokovne literature. Podobno lahko trdimo za dognanja, da je MRP uspešnejši na področju planiranja na višjih nivojih, kanban pa na vodenju in kontroli proizvodnje.

Na odločitev o predlagani izboljšavi je bistveno vplivalo tudi spoznanje, da podjetja zaradi drugačnosti pristopa, mišljenja in kulture tako zaposlenih kot vodstva za vpeljavo JIT skozi celotni poslovni proces potrebujejo veliko osnovnih sprememb, drugače pri tem niso uspešna.

Pri predlogu o izboljšavi nenazadnje ne gre zanemariti, da je podjetje Kladivar z nakupom informacijskega sistema Baan IV in, po moji presoji, dokaj uspešni implementaciji le-tega veliko investiralo v znanje in opremo, obenem pa ustvarilo dobro podlago za sistem planiranja proizvodnje ter da ponudniki informacijskega sistema sledijo zahtevam vitke proizvodnje in povezovanja v verigi ustvarjanja nove vrednosti.

**Izboljšava, ki jo predlagam, je kombinacija MRPII/ERP sistema s planiranjem vseh potrebnih virov na nivoju strateških, predvsem pa operativnih planov ter kanbana za fino terminiranje, vodenje in kontrolo proizvodnje ter nabavo A in B materialov.**

Glavne prednosti take izboljšave vidim v učinkovitejšem ravnanju z zalogami, po zadnjih podatkih, ki jih navaja VDMA za nemško strojno industrijo je 7,2 visok povprečni koeficient hitrosti obračanja zalog materiala v letu 2002 še vedno višji od povprečnega koeficienta hitrosti obračanja zalog, ki ga Kladivar dosega v letu 2005, to je 6,2 (Kennzahlenkompass, 2004, str. 33), v odpravi preobsežnih transakcij, po navedbi podjetja Iskraemeco, ki prav tako uporablja Baan in se je odločilo za kanban, so se transakcije zmanjšale kar za 80% (Vogrič, 1999, str. 5), v večji uporabi JIT načel, ki vplivajo na motivacijo in odgovornost zaposlenih, na dvig kakovosti in skrajšanje pretočnih časov, s čimer bi uspešneje dosegali zastavljene cilje podjetja, kot so zadovoljstvo tako kupcev in zaposlenih kot tudi lastnikov in poslovnih partnerjev, 95% doseganja dobavnih rokov, 95% učinkovitost proizvodnih procesov (Strategija razvoja podjetja Kladivar Žiri, 2002, str. 12).

Uspešno vključevanje kanbana zahteva številne odločitve, in sicer:

- s čim bomo začeli,
- kje bomo začeli,
- kdo bo vpeljavo izpeljal.

V Kladivarju priporočam vpeljavo s pilotnim projektom na potnih ventilih KV-6:

- za katere se v proizvodnji že vzpostavljajo osnovni pogoji z oblikovanjem proizvodnih celic,
- ker se njihova proizvodnja še najbolj približuje velikoserijski proizvodnji,

- ker vsebujejo nabavne artikle visokih vrednosti,
- in ker so dobavitelji ključnih nabavnih artiklov za potne ventile sposobni slediti spremembam ter novim zahtevam pri vpeljavi nabavnega kanbana.

Bistvo vpeljave kanbana je doseganje krajšega pretočnega časa in nizkih zalog nedokončane proizvodnje. Za slednje sem, za namene diplomskega dela, naredila izračun potrebnega števila kanbanov in primerjavo trenutnih povprečnih zalog z maksimalnimi pri uporabi kanbana. Najprej je bila potrebna odločitev, katere izdelke sploh upoštevati v izračunu. Odločila sem se za vse tiste potne ventile KV-6, katerih ohišja se izdelujejo v nastajajoči proizvodni celici, nekatera se namreč izdelujejo še na drugih obdelovalnih centrih. Iz podatkov enoletnega gibanja tako določenih potnih ventilov in njihovih kosovnic sem sestavila skupno kosovnico ter dobila seznam vseh vgrajenih proizvedenih in nabavljenih artiklov s potrebnimi količinami. Izločila sem še artikle, ki po ABC-analizi spadajo v C- razred, in seznam artiklov za izračun potrebnega števila kanbanov je bil pripravljen. Število kanbanov sem računala po Toyotini formuli, tako da sem za nabavne artikle upoštevala tridnevni dobavni čas. Za kanban enote sem predpostavila obstoječo embalažo, kar se je pri nabavnih artiklih, kjer se večinoma uporabljajo KLT zaboji, izkazalo za primerno, medtem ko sem pri izračunu potrebnega števila kanbanov za v Kladivarju proizvedena ohišja, naletela na težave, saj je izračun pokazal komaj 0,5 kanbana na dan. Količina v zaboju namreč zadošča za dvodnevno potrebo ohišij. Kanban bi bil primeren v primeru uporabe manjše interne embalaže –Toyota na primer za kontrolo zalog uporablja v zabojih le 10% dnevnih potreb, ki bi verjetno pogojevala tudi drugačno postavitev proizvodnih celic ali, če je to mogoče, celo spremembo tehnoloških postopkov. Izziv prepuščam sodelavcem iz tehnično- proizvodne enote, saj se zavedam, da glede na obstoječi tehnološki postopek (obdelava na centru, pranje v pralni napravi, termično raziglanje, bruniranje in fosfatiranje, honanje) bistveno zmanjšanje transportne embalaže ni primerno zaradi dolgih transportnih poti med delovnimi mesti, ki še niso vključena v proizvodno celico in bodo to zaradi narave dela (npr. bruniranje, fosfatiranje v galvani) tudi težko postala.

Do takrat predlagam za ohišja, ki so edini proizvedeni artikli za potne ventile, metodo dveh zabojev, v tabeli pa se osredotočam na nabavne artikle. Glede na rezultate, ki so vidni v Tabeli 6 (na str. 43), bi se zaloge na upoštevanih artiklih zmanjšale skoraj za dve tretjini, pri čemer primerjam sedanje povprečne in v primeru kanbana maksimalne zaloge, ki so določene z zmnožkom števila kanbanov in količine posamezne embalažne enote. Rezultati opozarjajo na pomembno dejstvo pri odločanju o uvedbi kanbana v Kladivarju, in sicer, da je vpeljava vlečnega sistema proizvodnje smiselna le ob istočasni uporabi nabavnega kanbana, saj se je v zadnjih letih prenesel velik del proizvodnje, predvsem struženih delov, na tuje vire. Geografska bližina dobaviteljev artiklov, izdelanih po naših risbah, že obstoječa pogosta dostava v kladivarska skladišča, njihova sposobnost, gledano tako s tehnološkega in kakovostnega vidika kot z vidika kratkih dobavnih časov, pripravljenost samostojne oskrbe z materiali za izdelane artikle ter zagotavljanje dogovorjenega obsega varnostnih zalog, so še

dodatna dejstva, ki omogočajo realno vpeljavo nabavnega kanbana na pilotnem projektu potnih ventilov, s katerim bi zagotovo skrajšali dobavne čase s 7 na 3 dni.

Trenutne visoke povprečne zaloge nabavnih artiklov nemara ne kažejo na moje zgornje trditve, vendar njihov poglavitni vzrok izhaja iz v diplomskem delu že naštetih slabosti MRP-II, ki se v praksi, vsaj v Kladivarju je tako, pogosto pokažejo kot neusklajenost pri doseganju vseh dobavnih in proizvodnih časov za potrebne artikle določenega končnega izdelka – pomanjkanje samo enega nabavnega artikla oz. polizdelka lahko na primer povzroči previsoko zalogo vseh ostalih, točno po planu dostavljenih artiklov. Dogaja se tudi, da so pravočasno prispeli vsi artikli za določen izdelek, pa ostajajo na zalogi zaradi zastojev ali sprememb v montaži ali zaradi morebitne porabe enega izmed njih za sestavo druge vrste izdelkov. Zaloga neposredno bremeni Kladivar, morebitna nenadna pomanjkanja, ki nastajajo iz podobnih razlogov, pa bremenijo dobavitelje, saj jih morajo reševati z intervencijskimi dostavami ali celo z izdelavo, zato so na prvih, že opravljenih razgovorih, večinoma pozitivno sprejeli predlog pilotnega projekta. S trenutnim informacijskim sistemom si za vpeljavo kanbana lahko pomagamo le z izpisi samih kanbanov in z nekaterimi nastavitvami na artiklih, nabavnega kanbana pa ta, žal, ne podpira. Že omenjena Iskraemeco ga izvaja preko elektronske pošte, na osnovi podpisanih Protokolov o oskrbovanju z odpoklicem (Projekt Prenova poslovnega procesa pilotna delavnica Kranj, 1999).

Tabela 6: Primerjava višine zalog za izbrane artikle proizvodov KV-6 (MRP-II in kanban)

Naziv	Letna količina	Letni promet	Vrednost artikla	Faktor obračanja	Dnevi ležanja	Povprečna zaloga	Vrednost poprečnih zalog	Število kanbanov	Kapaciteta kanban enote	Max zaloga	Max vrednost zalog	Razlika
OKROV MR-045-12DC	46.039	31.407.027	682	13	28	3.534	2.411.449	18	40	720	491.172	1.920.277
OKROV MR-045-24DC HE	5.571	3.788.403	680	14,8	24	376	256.250	2	40	80	54.402	201.848
OKROV MR-045-24DC	25.165	17.120.026	680	19,9	18	1.263	859.627	9	40	360	244.912	614.715
OKROV MR-045-230AC	2.136	1.578.017	739	19,7	18	108	80.225	2	40	80	59.102	21.123
OKROV MR-045-110AC	569	420.316	752	17	21	32	24.713	1	40	40	30.076	-5.363
BAT KV-6/2-6-91B-MR	12.809	3.964.759	310	11,3	32	1.130	349.957	2	126	252	78.001	271.956
BAT KV-4/3-5KO-6-1	9.534	2.406.107	252	12,1	30	786	198.386	2	126	252	63.598	134.788
BAT KV-4/2-5KO-6-51A,B	6.234	1.664.099	267	7,5	48	833	222.148	1	126	126	33.634	188.514
BAT KV-4/3-5KO-6-3	2.868	754.624	263	8,1	44	353	92.994	1	126	126	33.153	59.841
BAT KV-4/3-5KO-6-6	6.345	1.747.735	275	8,7	41	726	200.127	1	126	126	34.707	165.420
BAT KVV-8/2-6	12.555	3.512.099	280	13,2	27	954	267.039	2	126	252	70.494	196.545
JEDRO-SESTAV MR-045	76.000	74.054.400	974	46,0	7,9	1.650	1.607.760	21	50	1.050	1.023.120	584.640
							6.570.675				2.216.370	4.354.305

Vir: Poročila o gibanju zalog iz informacijskega sistema Baan; Lastni izračuni.

## 10 SKLEP

Načini proizvodnje so se v zadnjih letih korenito spremenili. Po eni strani zaradi silovitega pritiska trga, po drugi zaradi izrednega napredka tehnike in tehnologije. Sedanji izzivi v industriji zahtevajo celovit odziv proizvodne organizacije. Prilagajanje proizvodnih podjetij nenehno se spreminjajočemu globalnemu trgu zahteva tudi spreminjanje proizvodnih konceptov.

Poleg koncepta vitke proizvodnje, ki smo ga podrobneje že obravnavali, se v svetu vse bolj uveljavlja tudi koncept gibčne proizvodnje, katerega osnova je procesno mišljenje, glavni elementi pa osredotočenost na kupca, hitra pretočnost, nenehne izboljšave, povečanje produktivnosti, zato jo nekateri avtorji predstavljajo celo kot poslovni model.

**Pomembno je, da sistem, ki ga podjetje uporablja, ustreza značilnostim proizvodnje in zahtevam trga.** Le tako lahko zagotavlja takšen obseg in strukturo proizvodnje, ki bosta najbolj zadovoljila tržno povpraševanje in s katerima bodo proizvodne zmogljivosti čim bolj enakomerno obremenjene. Ustrezen koncept prispeva k skrajševanju pretočnih časov, k večji prilagodljivosti, k znižanju zalog in s tem k izboljšanju konkurenčne sposobnosti podjetja ter zadovoljstvu kupca.

Z novimi koncepti se spreminja vloga planiranja proizvodnje, ki bo v prihodnje pokrivala predvsem naslednja tri področja:

- Supply-Chain –Management, s poudarkom na logistiki in nabavnem kanbanu,
- Kanban za vodenje in kontrolo proizvodnih operacij ter zalog,
- tradicionalno planiranje za osnovno planiranje proizvodnje.

Takšne spremembe so s kombinacijo MRPII/ERP in Kanbana za primer serijske proizvodnje pričakovane tudi v podjetju Kladivar. Verjamem v njihovo uresničitev, saj sem ob izdelavi diplomskega dela zaznala sposobnost in pripravljenost zaposlenih za spremembe poslovnih procesov, istočasno pa tudi podporo vodstva, ki je bilo celo pobudnik teme mojega diplomskega dela, katerega končujem z mislijo Victorja Hugoja, ki sem jo zasledila v proučevani literaturi:

Nič na svetu ni močnejše od ideje,  
za katero je nastopil pravi čas.



## LITERATURA

1. Aggarwal Sumer C.: MRP, JIT, OPT, FMS?. Harvard Business Review, Boston, 63(1985), 5, str. 8-16.
2. Chen Injazz J., Chung Chia-Shin, Gupta Atul: The Integration of JIT and FMS. Integrated Manufacturing Systems, London, 5(1994), 1, str. 4-13.
3. Čižman Anton: Logistični management v organizaciji. Kranj : Moderna organizacija, 2002. 120 str.
4. Deleersnyder Jean-Luc et al.: Kanban Controlled Pull System. Management Science, Linthicum, 35(1989), 9, str. 1079-1091.
5. Henderson D. Bruce: The Logic of Kanban. The Journal of Business Strategy, Boston, 6(1986), 3, str. 6-12.
6. Howard A., Kochhar A., Dillworth J.: Application of a Generic Manufacturing Planning and Control System Reference Architecture to Different Manufacturing Environments. Journal & Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers–Part B-, London, 213(1999), 4, str. 381-396.
7. Huang Min, Wang Dingwei, Ip W. H.: A Simulation and Comparative Study of the CONWIP, Kanban and MRP Production Control System in a Cold Rolling Plant. Production Planning & Control, London, 9(1998), 8, str. 803-812.
8. Jakomin, Igor, Veselko Gregor: Koncept JIT je za sproščanje zalog. Gospodarski vestnik, Ljubljana, 2004, 9, str. 1-5.
9. Kanban Just-in-Time at Toyota: Management Begins at the Workplace. Rev.ed. Cambridge : Productivity Press, 1989. 192 str.
10. Koh S.-G, Bulfin R. L.: Comparison of DBR with CONWIP in an Unbalanced Production Line with Three Stations. International Journal of Production Research, London, 42(2004), 2, str. 391-404.
11. Ljubič Tone: Planiranje in vodenje proizvodnje: Modeli, metode, podatki. Kranj : Moderna organizacija, 2000. 443 str.
12. Nagendra B. Prashanth, Das K. Sanchoy: MRP/sfx: A Kanban-Oriented Shop Floor Extension to MRP. Production Planning & Control, London, 10(1999), 3, str. 207-218.
13. Ohno Taiichi: Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland (Oregon) : Productivity Press, 1988. 143 str.
14. Polajnar Andrej, Buchmeister Borut, Leber Marjan: Organizacija proizvodnje. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2002. 353 str.
15. Polajnar Andrej, Buchmeister Borut, Leber Marjan: Proizvodni menedžment. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2001. 415 str.
16. Prasad Biren: JIT Quality Matrices for Strategic Planning and Implementation. International Journal of Operations & Production Management, Bradford, 15(1995), 9, str. 116-142.
17. Rozman Rudi, Rusjan Borut: Organizacija (ravnanje) proizvodnje II. del. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1995. 210 str.

18. Rusjan Borut: Management proizvodnje. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1999. 295 str.
19. Schoensleben P: Varying Concepts of Planning and Control in Enterprise Logistics. Production Planning & Control, London, 11(2000), 1, str. 1-6.
20. Takahashi Katsuhiko: Comparing Reactive Kanban Systems. International Journal of Production Research, London, 41(2003), 18, str. 4317-4337.
21. Takahashi Katsuhiko, Nakamura Nobuto, Izumi Masanobu: Concurrent Ordering in JIT Production Systems. International Journal of Operations & Production Management, Bradford, 17(1997), 3, str. 267-290.
22. Vogrič Andrej: Spremenjen način dela v delavnici za jedra. Iskraemeco, Kranj, 1999, 7, str. 5.
23. Waters Donald: Inventory Control and Management. Chichester : J.Wiley, 2003. 391 str.
24. Wheatley Malcolm: Understanding Just in Time in a Week. London : Hodder & Stoughton, 1992. 91 str.
25. Yusuf Y. Yahaya, Little David: An Empirical Investigation of Enterprise-Wide Integration of MRPII. International Journal of Operations & Production Management, Bradford, 18(1998), 1, str. 66-86.
26. Zhang Wen, Chen Mingyuan: A Mathematical Programming Model for Production Planning Using CONWIP. International Journal of Production Research, London, 39(2001), 12, str. 2723-2734.

## **VIRI**

1. Kennzahlenkompass. Frankfurt/Main : VDMA Verlag, 2004. 198 str.
2. Letno poročilo podjetja Kladivar Žiri, d.d. za leto 2004. Žiri : Kladivar, 2005. 32 str.
3. MPS-IRP, MRP, SIC: Gradivo za izobraževanje. Ljubljana : Intertrade ITS, 2000. 36 str.
4. Poročila o gibanju zaloga iz informacijskega sistema Baan; Lastni izračuni, 2005
5. Projekt Prenova poslovnega procesa pilotna delavnica. Kranj : Iskraemeco d.d., 1999. 30 str.
6. Strategija razvoja podjetja Kladivar Žiri, d.d. za obdobje 2003-2007. Žiri : Kladivar, 2002. 27 str.
7. V brzicah fluidne tehnike: Predstavitveni katalog. Žiri : Kladivar, 2005.