

Výrobní logistika v systémech aplikačního softwaru

V úvodu článku je uvedena definice výrobní logistiky a její význam v souvislosti s řízením výroby. Dále jsou podrobně rozebrány jednotlivé koncepce systémů pro plánování a řízení výroby. Jsou popsána teoretická východiska i zásady realizace v praxi. Z rozboru vyplývá, že pro každý typ výroby je vhodný jiný systém řízení výrobní logistiky. Jako obecně nejvhodnější se však jeví kombinace softwarových koncepcí MRP-II a JIT. MRP-II je univerzální nástroj pro plánování. Aby se mohl uplatnit i v prostředí JIT, je třeba do něj zavést některé funkce, které jsou popsány v závěru článku.

- výrobní podnikové plánování,
- plánování a řízení výroby.

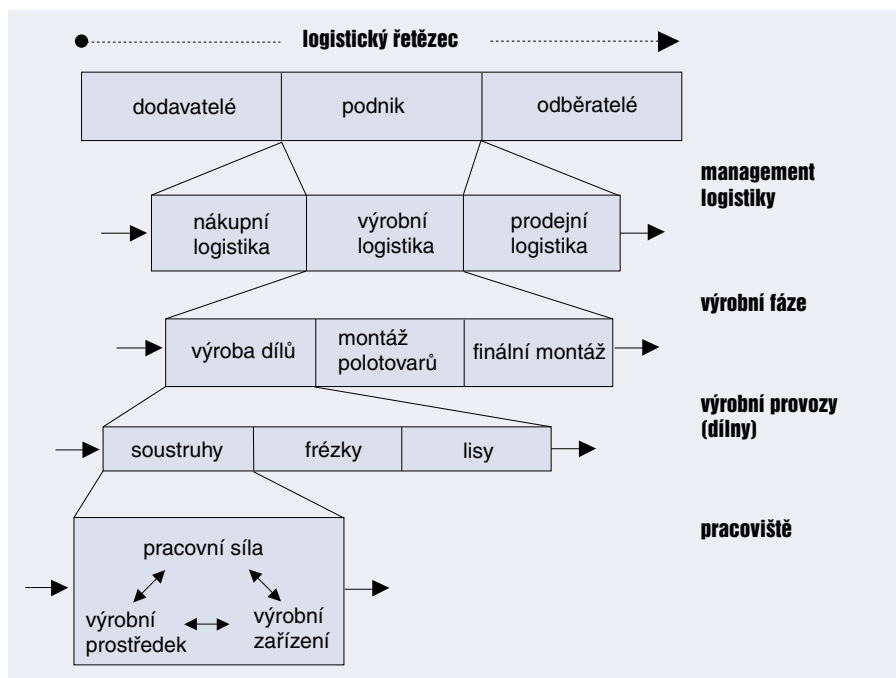
Úkolem výrobního podnikového plánování je vytvořit účelnou výrobní strukturu podniku, která by při optimálních nákladech na

Výrobní logistika

Jak vyplývá ze současných definic, je logistika proces integrovaného plánování, realizování a kontrolování hmotných a s tím souvisejících informačních toků z místa původu do místa užití při snaze minimalizovat náklady, maximalizovat efektivnost a míru uspokojení požadavků zákazníka.

Výrobní logistika se obecně zabývá úkoly logistiky v oblasti vnitropodnikových transformací materiálových toků. Podnik představuje výrobní systém, který je součástí logistického řetězce sdružujícího dodavatele i odběratele. Na konci logistického řetězce je zákazník, a teprve uspokojení jeho potřeb je potvrzením účelnosti materiálového toku. Cílem výrobní logistiky tedy je zajišťovat v oblasti své působnosti tuto účelnost materiálového toku.

Naprostou klíčovou skutečností, vyplývající z definice, podle mého názoru je to, že tyto materiálové toky nejsou samoúčelné, jejich smyslem je uspokojení potřeb a požadavků zákazníka. Definice je dosti obecná, podstatný ale je předmět logistiky, kterým je materiál v nejširším smyslu slova – tzn. veškeré druhy materiálu od surovin až po finální produkty, a to i v podobě „nehmotných“ služeb.



Obr. 1. Výrobní logistika (podle [2], upraveno)

Předmět výrobní logistiky

Předmětem výrobní logistiky kromě mnoha průřezových úkolů spojených s přepravou a skladováním jsou:

výrobu, manipulaci a řízení zajistila požadovaný výstup v podobě reálné poptávaného produktu.

Zatímco předmětem výrobního podnikového plánování je vytvořit výrobní systém, zabývá se plánování a řízení výroby řízením tohoto systému, a to především v taktické a operativní úrovni. Obě problematiky jsou spolu značně provázány, protože řídicí podsystem je součástí výrobního systému tak, jak byl popsán v předchozím textu. Výrobní podnikové plánování je součástí řízení výroby na strategické úrovni.

Plánování a řízení výroby

Podle [2] jsou úkoly řízení výroby rozděleny do jednotlivých úrovní managementu tak, jak je uvedeno v tab. 1.

Pro plnění úkolů plánování a řízení výroby se podle [1] využívají nástroje označované jako systémy pro plánování a řízení výroby – PPC (Production Planning and Control). V německy mluvících zemích se označují jako PPS (Produktionsplanung und Steuerung). Systémy PPC tvoří jednu z komponent koncepce CIM (Computer Integrated Manufacturing), která vzájemně integruje různé

Tab. 1. Úrovně úkolů řízení výroby (podle [2], upraveno)

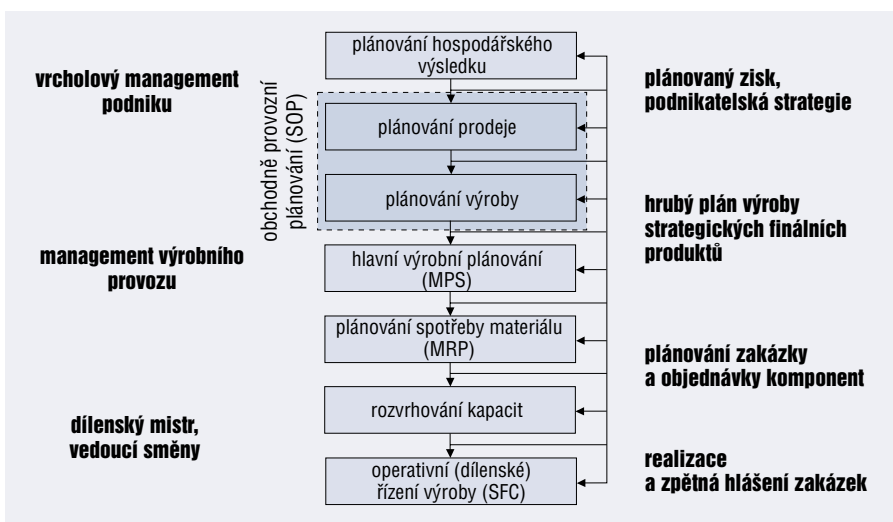
Úroveň	Úkoly
strategické plánování výroby (hledání konkurenční výhody)	koncepce výrobek - trh
	koncepce zdrojů
	konkurenční pozice
taktické plánování výroby (obsah koncepce)	výrobní program
	kapacity (stroje, lidé)
	organizace
operativní plánování výroby (realizace)	zajištění zdrojů
	lhůty a kapacity
	sledování a evidence

dílejší aplikace výpočetní techniky v oblasti výroby a výrobní logistiky.

Systémy pro plánování a řízení výroby představují sadu dílčích nástrojů podporujících některou obecnou koncepci (resp. metodu) řízení výroby, které budou shrnuty v následujícím textu. Na trhu informačních technologií jsou dostupné různé balíčky aplikačního softwaru, které tyto koncepce podporují implementací jednotlivých nástrojů. Jednotlivé druhy těchto balíčků mohou být rozlišovány na základě podporovaných koncepcí (např. MRP, KANBAN apod.).

Je třeba říci, že zatímco některé z těchto koncepcí jsou určeny pro využití výpočetní techniky, jiné (např. KANBAN) lze úspěšně uplatnit i bez použití počítačů.

Pro potřeby srovnání jednotlivých koncepcí v dalším textu je nejprve třeba vymezit jednotlivé funkce, resp. nástroje, které jsou při plánování a řízení výroby požadovány.



Obr. 2. Koncepce MRP-II (podle [3] a [4])

Tab. 2. Pokrytí funkcí PPC koncepcemi PPC; ■ plné pokrytí, □ částečné pokrytí

Funkce/koncepce	MRP II	JIT	KANBAN	BOA	OPT
hlavní plán výroby (MPS)	■				■
plánování množství	■	■			
kapacitní plánování	■	■	□		□
uvolňování zakázek	■	■	■	■	■
díleňské řízení výroby	□	□	■	□	■
sběr dat o výrobě	■	■	□	■	■
nákup	■	■	□		□
řízení kvality	□	■			
controlling	□		□		

předchází odsouhlasení rozvrhu práce podle jednotlivých operací a jejich návazností. Zahrnuje také kontrolu disponibility materiálu a kapacit. Zakázka je uvolněna, je-li rozvrh práce pevně dán a jsou-li dostupné potřebné materiály, kapacity a pomocné výrobní prostředky. Po uvolnění je zakázka připravena k realizaci podle daného rozvrhu práce.

5. Díleňské řízení výroby

Díleňské řízení výroby zahrnuje dispečink, sledování stavu zakázky, kontrolu apod.

6. Sběr dat ve výrobním provozu

Sběr dat ve výrobním provozu zahrnuje vytváření tzv. zpětných hlášení zakázek, evidenci spotřebovaného materiálu apod., tj. zajištění zpětné vazby pro řízení výroby.

Mezi funkce, které výhradě nejsou v kompetenci plánování a řízení výroby, ale jsou do

Funkce plánování a řízení výroby

1. Hlavní výrobní plánování

Hlavní výrobní plánování (MPS) je plánování objemů a termínů produkce finálních produktů tvořících výrobní program. To je součástí plánování výrobního programu, které dále souvisí i s plánováním prodeje a výrobním plánováním na agregované úrovni.

2. Plánování množství

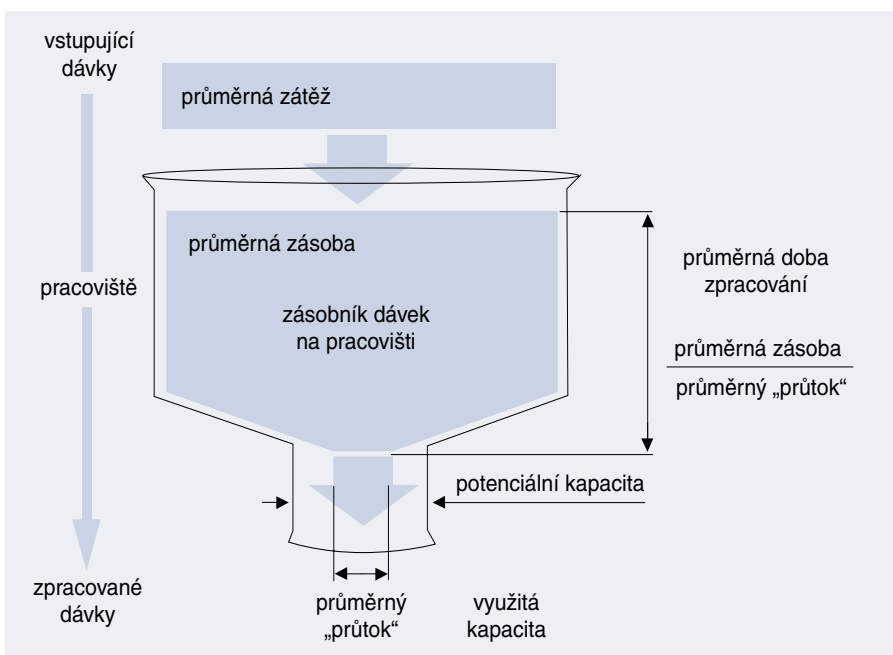
Plánování množství, resp. plánování sekundárních potřeb materiálů, které do výroby vstupují, jako díly, suroviny, sestavy, podsestavy apod.

3. Kapacitní plánování

Kapacitní plánování je stanovení lhůt a kapacit při koordinování časového průběhu zakázek. Zahrnuje především stanovení potřebné kapacity, přidělení disponibilních kapacit, rozhodování o pořadí atd.

4. Uvolňování zakázek

Uvolňování zakázek je procedura, které



Obr. 3. BOA – uvolňování zakázek podle vytížení (podle [1], upraveno)

Tab. 3. Vhodná koncepce PPC podle typu výroby [3]

Typ	Příklady produktů	Charakteristiky	Nástroje řízení
procesní výroba	chemikálie, ocel, elektroinstalační materiál, nápoje	plná automatizace, malý podíl pracovní síly, velký objem, vše zaměřeno na jeden produkt	metody lineárního programování
sériová výroba	automobily, telefony, textil	automatizované stroje, částečná automatizovaná manipulace, montážní linky, několik modelů produktu	JIT, KANBAN
kusová výroba	nářadí, speciální nástroje a měřidla, přístroje, přípravky	organizovaná výrobní centra, funkční uspořádání, velký podíl pracovní síly, univerzální stroje s delším dobou zahájení práce, manipulace není příliš automatizována, široký výrobní program	MRP, MRP II, simulace
projekt	budovy, továrny, silnice, lodě	výroba na místě	síťová analýza, PERT, CPM

systémů PPC alespoň zčásti integrovány, dále patří:

- nákup – rozumí se pokyn k externímu pořízení materiálů a surovin vstupujících do výroby,
- řízení kvality – v souvislosti s řízením výroby jde zejména o sledování stavu výroby, namátkovou kontrolu a měření, sběr údajů v souvislosti s odpovědností pracovníků za kvalitu apod.,
- logistický controlling – to je zajištění aktualizace systému logistických ukazatelů, kalkulace nákladů a výnosů, které slouží pro logistické plánování (tedy i plánování výroby).

Jednotlivé koncepce systémů pro plánování a řízení výroby

Každá koncepce je založena na určitých teoretických východiscích. Většinou se zaměřuje na některou specifickou problematiku, spojenou např. jen s určitými typy výrobního systému. Žádná z teoretických koncepcí plně nepokrývá všechny funkce vymezené v předcházejícím textu.

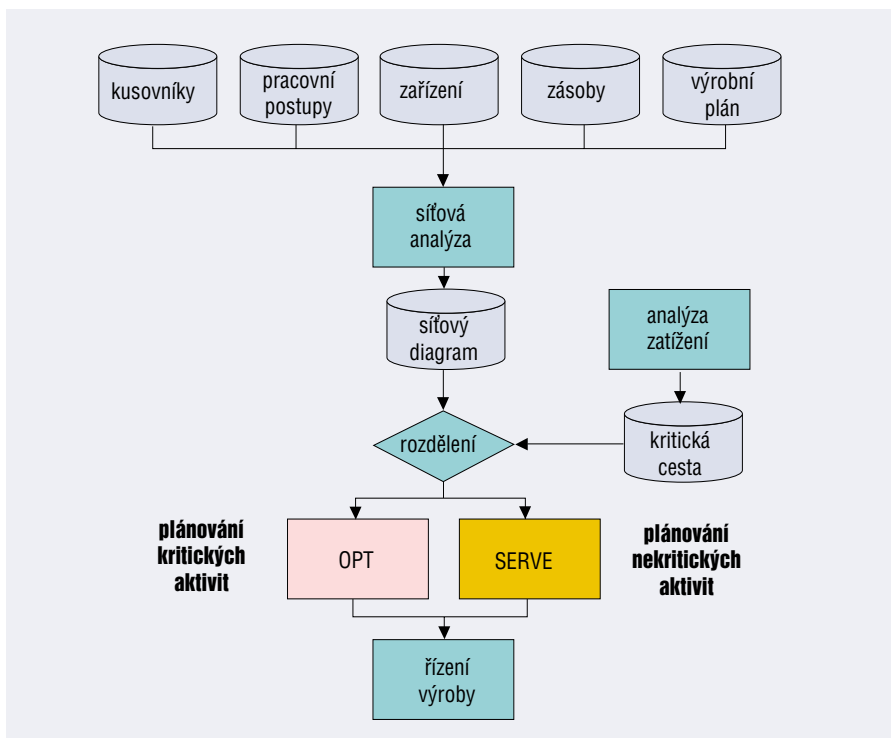
Srovnávané koncepce plánování a řízení výroby jsou tyto:

- MRP, MRP-II – plánování materiálových potřeb a plánování výrobních zdrojů,
- KANBAN, JIT (*just in time*) – smyčka s vlastní regulací, synchronizované zásobování,
- BOA – uvolňování zakázek podle vytížení,
- OPT – řízení úzkých míst.

1. MRP, MRP-II

MRP (*Material Requirements Planning*) je dominantní koncepce plánování a řízení výroby. Využívá kusovníky a stavy zásob pro navrhování a časové rozvrhování výrobních zakázek. MRP-II (*Manufacturing Resource Planning*) je koncepce, která definuje jednotlivé úrovně plánování v podniku. Všechny úrovně jsou propojeny zpětnou vazbou. MRP-II sice je

primárně určena pro výroby ve větších výrobních dávkách, využívající výrobní zakázky, její použití je ale univerzální. Pokrývá většinu funkcí PPC, přestože standardně nemá konkrétní nástroje pro dílenské řízení. Nabízí se ale její kombinace s dalšími nástroji.



Obr. 4. OPT – řízení úzkých míst (podle [1], upraveno)

Implementace systému MRP-II může pomoci k pozitivní změně podnikových procesů, ale zavedení MRP-II samo o sobě změnou není, a může dokonce některé neefektivní vnitropodnikové procesy zakonzervovat ve výchozí podobě. V tom vidím největší možné riziko spojené s implementací systémů MRP-II.

2. KANBAN, JIT

KANBAN je japonská koncepce řízení výroby. Podstatou je vytvoření tzv. smyčky

s vlastní regulací s oběhem omezeného množství kart, které reprezentují pokyn k dodání určitého množství materiálu. Techniku KANBAN lze realizovat i bez použití výpočetní techniky.

JIT je obecněji pojatá koncepce synchronizace zásobování s výrobou, která se zaměřuje především na udržování úzkých vztahů v rámci odběratelsko-dodavatelského řetězce a klade velký důraz na kvalitu a řízení lidských zdrojů. Tyto koncepce se výrazně zaměřují na vyloučení zásob na skladě. Udržují se jen minimální zásoby přímo na pracovišti v podobě rozpracované výroby.

Využitelnost těchto koncepcí je ovšem omezena na hromadné výroby s téměř stabilizovanou poptávkou (např. automobilový průmysl). Obě koncepce byly původně vyvinuty v Japonsku a po drobných úpravách našly své uplatnění i ve Spojených státech a v Evropě. Koncepce v některých ohledech poskytují konkrétní návody na řízení, přičemž počítají se značně decentralizovaným řízením a přenesením odpovědnosti na jednotlivé provozy. Koncepci just in time je věnována jedna z dalších kapitol v tomto tex-

tu, kde je i její detailnější srovnání s koncepcí MRP-II.

3. BOA – uvolňování zakázek podle vytížení

BOA (*Belastungsorientierte Auftragsfreigabe* – uvolňování zakázek podle vytížení) je koncepce vyvinutá na univerzitě v Hannoveru. Podle [1] a [2] se zaměřuje na zásoby na pracovišti a výrobní proces je modelován trychtýřem (obr. 3). Vyústění trychtýře představuje disponibilní kapacitu pracoviště,

Tab. 4. Srovnání koncepcí MRP-II a JIT [GODDARD, W.: Kanban vs. MRP2]

Charakteristika	MRP II	JIT
zásoby	žádoucí; ochrana před chybami předpovědí, výpadkem výroby, pozdními dodávkami; větší zásoba znamená bezpečí	nežádoucí; snahou je zásoby nemít
velikost dávky	optimalizace fixních nákladů a nákladů na přepravu	malá dávka; vyrábí se jen to, co bude okamžitě odebráno
fixní náklady	nejsou tak důležité, protože jsou rozpuštěny ve velkém objemu výstupu	neustálý tlak na jejich minimalizaci, protože se vyrábí v malých dávkách
dodavatel	„druhá strana“, více vzájemně si konkurujících dodavatelů	partner, součást týmu
kvalita	zaměřeno na stanovenou toleranci	neustále řízení jakosti, protože zhoršená jakost může ochromit celou výrobu
průběžná doba	nákupčí a obchodní agenti působí na prodlužování doby	krátká - rychlost odezvy na požadavek odběratele je klíčová
pracovníci	direktivní hierarchická struktura řízení	kolektivní řízení na základě konsensu
nástroje	hlavní plán výroby (MPS), kusovníky (BOM), stav zásob na skladě	hlavní plán výroby (MPS), KANBAN
přístup ke změně	pasivní - konzervuje výchozí stav	aktivní - motivuje k neustálému zdokonalování, vyloučení plýtvání a zásob
zaměření	plánování a řízení	odstranění plýtvání, neustálé zdokonalování
požadovaná data	detaillní a přesná	nižší požadavky, preferuje vizuální ověření
provozování	s využitím IS/IT	jednoduché řízení např. kartami KANBAN (i bez IT)

vstup představují čekající zakázky nebo dávky. Koncepce vychází z předpokladu, že příliší snížení zásob na pracovištích může vést k obrovskému nárůstu průběžné doby výroby. Na základě tohoto modelu je pro daný časový úsek vytvořen diagram průběhu výroby. Aby bylo dosaženo cíle, kterým je rovnoměrně plánovaný průběh výroby, musí být průběžná doba na všech pracovištích stejná.

Podle [2] je celý princip charakterizován dvěma kroky:

1. Výrobní úkoly jsou zadávány do výroby tehdy, jestliže jejich termín začátku leží v intervalu termínových hranic a jestliže jejich pracnost nezpůsobí překročení „vytěžovací hranice“ na jednotlivých pracovištích.
2. Vytěžování pracovišť je třeba trvale přehodnocovat s ohledem na budoucí stav systému v dalších obdobích.

4. OPT – řízení úzkých míst

OPT (*Optimized Production Technology*) je koncepce založená na algoritmu, který byl patentován ve Spojených státech amerických. Výchozí je úvaha, že některé prvky výrobního systému představují úzká místa, která mají

podstatný vliv na účelné materiálové toky ve výrobě. Smyslem je tedy pomocí metod síťové analýzy prvků výrobního systému identi-

Tab. 5. Přehled významných charakteristik koncepcí MRP-II a JIT z hlediska funkce IS/IT

Charakteristika	MRP-II	JIT
kusovníky	více úrovní	jedna úroveň
umístění zásob	sklady, pracoviště	pracoviště
sestavení hlavního plánu výroby (MPS)	pevný plán pro následující období	plán denní produkce adaptabilní podle změn poptávky
	minimální plánovací cyklus: jeden týden	minimální plánovací cyklus: jeden den
	vychází z poptávky a předpovědi	vychází výhradně z poptávky
	princip push	princip pull
	princip nulové zásoby	princip minimální zásoby
expedice	výroba na sklad	okamžitý odběr produkce
informace požadované managementem výroby	on-line, detailní	pozorování, systém kart
zjišťování a aktualizace stavu zásob	okamžitě a detailní	periodická inventura

fikovat kritickou cestu. Právě v meziskladech u těchto úzkých míst je třeba udržovat větší zásoby rezerv, aby bylo garantováno plné využití kapacit.

Podstatou plánování a rozvrhování kapacit je rozdělit zakázky podle toho, zda si nárokují úzká místa. Takové zakázky jsou plánovány přednostně (*obr. 4*).

Podle [3] lze principy koncepce OPT shrnout do těchto bodů:

1. Při plánování se primárně optimalizuje výrobní tok, ne využití kapacit.
2. Stupeň užití jedné výkonné jednotky, která nepředstavuje úzké místo, není dán její vlastní kapacitou, ale je odvozen od výrobního toku v úzkých místech výrobního systému.
3. Pohotovost a užití kapacity různých zařízení nemají stejný význam.
4. Jedna hodina kapacity nebo průběžné doby ztracená na jednom úzkém místě znamená ztrátu hodiny pro celý systém.
5. Jedna hodina ušetřená na pracovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamná.
6. Úzká místa určují jak průběh, tak zásobu.
7. Transportní dávka by neměla být identická s výrobní dávkou.
8. Výrobní dávka by měla být pohyblivá, nikoliv fixní.
9. Když jsou plány sestaveny, musí být všechny předpoklady současně přezkoušeny. Průběžné doby jsou výsledkem plánu a nemohou být předem určeny.
10. Suma jednotlivých optim není rovna celkovému optimu.

Srovnání koncepcí plánování a řízení výroby

V tab. 2 jsou popsány koncepce srovnány podle toho, do jaké míry plní jednotlivé dří-

ve vymezené funkci plánování a řízení výroby. V tabulce byly odděleny koncepce KANBAN a JIT, protože KANBAN je jen jednou z možných technik implementace JIT.

Z tabulky vyplývá dominantní postavení koncepce MRP-II i skutečnost, že pro efektivní oblast dílenského řízení výroby je vhodné uvážit i kombinaci této koncepce s ostatními, především japonskými koncepcemi. Další srovnání koncepcí PPC je v tab. 3, která uvádí nejvhodnější koncepci podle typu výroby a charakteru výrobní dávky.

Při srovnání koncepcí PPC je podle mého názoru účelné zaměřit se speciálně na srovnání koncepce MRP-II a JIT, protože to jsou koncepce, o nichž se nejčastěji diskutuje, a v některých aspektech jsou naprosto rozdílné. Srovnání podle charakteristik hlavního zaměření koncepcí shrnuje tab. 4.

Další tabulka porovnává některé charakteristiky MRP-II a JIT, které vyplývají z jejich zaměření a mají dopad na požadovanou funkci IS/IT (tab. 5).

Směřováním koncepce JIT je neustále odstraňovat plýtvání, čímž se rozumí vše, co nepřidává hodnotu vyráběného produktu. Průzkumy ve Spojených státech amerických ukazují, že mimořádných úspěchů v tomto směru dosahují společnosti, které současně s JIT úspěšně využívají MRP-II.

Společným cílem koncepcí MRP-II a JIT je stát se konkurenceschopným podnikem a tuto konkurenceschopnost udržet. Koncepci MRP-II je vyčítáno, že sama o sobě netlačí na omezování plýtvání a zlepšování výrobních procesů.

MRP-II ale poskytuje univerzální nástroje pro plánování. Tato robustnost a široká

využitelnost, které jsou výhodou a důvodem velkého množství aplikací, jsou zároveň i nevýhodou v tom smyslu, že jsou využitelné i pro špatně řízený podnik.

Integrace MRP-II a JIT: ERP

Z předešlého srovnání koncepcí vyplývá, že ideálním způsobem plánování a řízení výroby by v některých případech mohlo být kombinování některých vlastností obou koncepcí. Domnívám se, že vhodnou platformou pro takové řešení by bylo možné využít některé balíky typového aplikačního softwaru typu ERP (*Enterprise Resource Planning*), které jsou postaveny na koncepci MRP-II, ale zároveň poskytují funkce k realizaci prostředí JIT.

Aby byl software primárně vytvořený na základě MRP-II schopen uplatnit se i v prostředí JIT, měly by být jeho funkce rozšířeny v těchto směrech:

1. denní nebo ještě kratší časová období (*time buckets*),
2. plánování úrovně nebo objemu výstupu (místo použití zakázek),
3. aktualizace on-line,
4. automatické zaúčtování výdeje komponent kusovníku,
5. sledování celkové zásoby jako souhrnu rozpracované výroby na jednotlivých pracovištích,
6. dílenské řízení nezávislé na zakázkách,
7. možnost přeplánování s denní nebo ještě kratší periodou,
8. rozvrhování dodávek na týdenním i denním základě,
9. změnové kapacitní plánování s možností simulace,

10. funkce umožňující využít klasické výrobní zakázky pouze jako rámcově plánovaný objem výroby pro dané období,
11. rozhraní pro systémy JIT – účetnictví, řízení jakosti, preventivní údržba,
12. možnost využití EDI pro spojení s dodavateli,
13. funkce pro práci s kartami KANBAN.

Článek vznikl jako součást autorovy diplomové práce. V uvedené práci ([5], lze si ji vypůjčit v knihovně VŠE) lze nalézt podrobnější rozbor úlohy výrobní logistiky i jednotlivých softwarových systémů. V práci je obsažena také případová studie, která podporuje závěry teoretické části. Tato studie vychází z osobní účasti autora v projektovém týmu implementace podnikového informačního systému SAP R/3 v české pobočce nadnárodní společnosti.

Literatura:

- [1] SCHULTE, C.: Logistik (český překlad). Victoria Publishing 1994.
- [2] TOMEK, G. – VÁVROVÁ, V.: Řízení výroby. Grada 1999.
- [3] CHASE, R. – AQUILANO, N.: Production and Operations Management. Irwin 1995.
- [4] VASAK, P. J.: Modern Management in Manufacturing. In: Intertechno '90, sborník International Conference on the Factory of the Future to Realise. 1990.
- [5] ŠILER, J.: Výrobní logistika v systémech aplikačního softwaru. [Diplomová práce.] Praha 1999 - KIT VŠE.

Ing. Jiří Šiler, Mibcon s. r. o.