



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava



PRŮMYSLOVÁ LOGISTIKA

učební text

Radim Lenort

Ostrava 2012

Recenze: doc. Ing. Stanislav Ptáček, CSc.
RNDr. Miroslav Liška, CSc.

Název: Průmyslová logistika
Autor: doc. Ing. Radim Lenort, Ph.D.
Vydání: první, 2012
Počet stran: 98
Náklad: 20

Studijní materiály pro studijní obory Ekonomika a management v průmyslu, Management jakosti a Materiály a technologie pro automobilový průmysl Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství.

Jazyková korektura: nebyla provedena.

Určeno pro projekt:

Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Název: Personalizace výuky prostřednictvím e-learningu

Číslo: CZ.1.07/2.2.00/07.0339

Realizace: VŠB – Technická univerzita Ostrava

Projekt je spolufinancován z prostředků ESF a státního rozpočtu ČR

© Radim Lenort

© VŠB – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2584-7

POKYNY KE STUDIU

Pro předmět Průmyslová logistika vyučovaný v 6. semestru bakalářského studia oborů Ekonomika a management v průmyslu a Management jakosti jste obdrželi studijní balík obsahující:

- integrované skriptum pro distanční studium obsahující i pokyny ke studiu,
- doplňující animace a videa vybraných částí kapitol.

Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu nejsou určeny žádné prerekvizity.

Cíl předmětu

Cílem předmětu je seznámení se základními pojmy z oblasti logistiky průmyslových podniků a řetězců. Po prostudování modulu by měl být student schopen vymezit hlavní principy a koncepce využívané pro logistické řízení v průmyslu a navrhnout vhodné nástroje a metody z této oblasti pro aplikaci v konkrétních podmínkách průmyslového podniku.

Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do bakalářského studia oborů Ekonomika a management v průmyslu a Management jakosti studijního programu Ekonomika a řízení průmyslových systémů a patří ke stěžejním výukovým materiálům předmětu Logistika v automobilovém průmyslu, který je součástí bakalářského studia oboru Materiály a technologie pro automobilový průmysl studijního programu Materiálové inženýrství. Rovněž jej může studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru orientovaného na (logistický) management.

Skriptum se dělí na kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky. Každá kapitola má níže uvedenou strukturu.

Struktura kapitol – doporučený postup studia



Čas ke studiu

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může Vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



Cíl

Ihned potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní znalosti a dovednosti.



Výklad

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.



Čas k zamyšlení

V rámci studia kapitol se setkáte s otázkami a problémy, které je vhodné si pro správné osvojení látky promyslet. Správná řešení navazují na položené otázky, proto nepokračujte ve čtení, dokud si vše dobře nepromyslíte.



Příklad z praxe, Řešený příklad

K lepšímu pochopení probírané látky využijte praktické příklady aplikace vysvětlovaných teoretických znalostí.



Animace, Video

Ke zvýšení názornosti studované látky doprovázejí výklad animace, k dokreslení a rozšíření znalostí pak videa.



Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.



Otázky

Pro ověření, že jste dobře a úplně látku kapitoly zvládli, máte k dispozici několik teoretických otázek.

Úspěšné a příjemné studium s touto učebnicí Vám přeje autor výukového materiálu

Radim Lenort

OBSAH

1. LOGISTICKÉ ŘÍZENÍ.....	6
1.1. Vymezení logistického řízení	6
1.2. Cíle logistického řízení.....	8
1.3. Základní principy logistického řízení	11
1.4. Vývoj logistického řízení	12
1.5. Dovětek ke kapitole 1.....	13
2. LOGISTICKÉ ŘÍZENÍ V PRŮMYSLU	16
2.1. Důvody rozvoje logistiky v průmyslu	16
2.2. Logistická řešení v průmyslové výrobě.....	17
2.3. Logistika průmyslových podniků střední a východní Evropy.....	18
2.4. Aplikace logistických řešení v různých typech průmyslových výrob	20
2.4.1. Typy výroby podle polohy bodu rozpojení	20
2.4.2. Ostatní typy výroby a jejich vliv na logistiku	25
2.5. Struktura studijních opor	26
2.6. Dovětek ke kapitole 2.....	27
3. SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ ZÁSOB	31
3.1. Model ekonomického objednacího množství	31
3.2. Metoda stálé velikosti objednávky	38
3.3. Metoda stálého cyklu objednávání	46
3.4. Dovětek ke kapitole 3.....	51
4. SYSTÉMY MRP A ERP	54
4.1. MRP I – plánování materiálových požadavků	54
4.2. MRP s uzavřenou smyčkou	59
4.3. MRP II – plánování výrobních zdrojů.....	60
4.4. ERP – plánování podnikových zdrojů.....	62
5. KONCEPCE JUST-IN-TIME A SYSTÉM KANBAN	65
5.1. Výrobní systém Toyoty a štíhlá výroba.....	65
5.2. Vymezení koncepce just-in-time.....	67
5.3. Problémy se zaváděním JIT.....	69
5.4. Zavádění JIT.....	71
5.4.1. Zajištění vysoké jakosti výrobků.....	71
5.4.2. Odstranění rizika vzniku poruch zařízení	72
5.4.3. Zajištění krátkých seřizovacích časů zařízení	73
5.4.4. Efektivní uspořádání materiálových toků.....	74
5.4.5. Vytvoření systému garantovaných dodavatelů.....	76
5.5. Systém <i>kanban</i>	77
5.6. Dovětek ke kapitole 5.....	83
6. TEORIE OMEZENÍ A SYSTÉM DBR.....	86
6.1. Stručná historie TOC.....	86
6.2. Úzká místa ve výrobě.....	87
6.3. Nástroje TOC určené pro logistiku výroby	88
6.3.1. Proces neustálého zlepšování	88
6.3.2. Systém DBR.....	90
6.4. Možnosti uplatnění nástrojů TOC v logistice výroby	95
REJSTŘÍK.....	97

1. LOGISTICKÉ ŘÍZENÍ



Čas ke studiu: 4 hodiny



Cíl Po prostudování této kapitoly budete umět:

- definovat logistické řízení a řízení dodavatelského řetězce
- klasifikovat cíle logistického řízení, logistické služby a náklady,
- vysvětlit, jak může logistika pomoci ve zvyšování konkurenceschopnosti podniku,
- určit potřebnou úroveň logistických služeb, kterou má podnik poskytovat svým zákazníkům,
- specifikovat základní principy logistického řízení,
- popsat a porovnat základní vývojová stadia logistiky.



Výklad

1.1. Vymezení logistického řízení



Čas k zamyšlení

Než začnete číst dál, pokuste se odhadnout: Kdy, kde a v jaké oblasti vznikla logistika?

Logistika jako druh činnosti je doslova tisíce let stará, neboť její vznik lze spojovat již s nejranějšími formami organizovaného obchodu [1]. Někteří autoři spatřují hypoteticky zárodek logistiky v organizování výstavby pyramid ve starověkém Egyptě [2]. Vlastní pojem „logistika“ však byl prokazatelně zaveden nejprve ve vojenské oblasti.

Již byzantský císař Leontos VI. (886 - 911) napsal, že předmětem logistiky je „mužstvo zaplatit, příslušně vyzbrojit a vybavit ochranou a municí, včas a důsledně se postarat o jeho potřeby a každou akci v polním tažení příslušně připravit, tzn. vypočítat prostor a čas, správně ohodnotit terén z hlediska pohybu vojska i možnosti protivníkovy odporu a tyto funkce zvládnout z hlediska pohybu vojsk i v případě nutnosti jejich rozdělení“. Rovněž švýcarský generál ve francouzských a ruských službách baron Antoine-Henri Jomini (1779-1869) uvádí ve svém díle „Náčrt vojenského umění“, vydaném původně v roce 1837 v Paříži, logistiku v souvislosti s plněním vojenských úkolů, když ustanovil „major général de logis“ jako „důstojníky, kteří zajišťují ubytování a tábory pro útvary, určují pochodové směry při přesunech a upřesňují je podle místních podmínek“. [3]

Soustavná pozornost se začíná logistice věnovat po druhé světové válce, neboť se efektivnímu řešení logistických operací přisuzoval významný podíl na vítězství spojeneckých vojsk. Stejně tomu bylo např. i v případě války v Perském zálivu v letech 1990 – 1991, kdy efektivní

distribuce a zásobování jak hmotných dodávek, tak personálu byly klíčovými faktory úspěchu amerických ozbrojených sil. [1]

Úspěšné uplatnění logistiky ve vojenské oblasti vedlo k její aplikaci a řešení analogických problémů v ekonomické sféře. Obdobně, jako se logistika ve vojenské oblasti zabývá plánováním a realizací přepravy, rozmístění a zásobování vojsk, jejich přesunů na bojišti a odsunu raněných s cílem zajištění bojeschopnosti vojska, jsou v ekonomické oblasti místo vojska předmětem zájmu toky výrobků ve všech jejich formách a cílem je zajištění konkurenceschopnosti podniku.

První ucelené texty o logistice v ekonomickém pojetí se začínají objevovat na počátku 60. let 20. století [1]. Zhruba ve stejné době přichází významný autor, obchodní expert a konzultant Peter Drucker s myšlenkou, že logistika je jednou z posledních možností a příležitostí, kde mohou podniky zvýšit svoji efektivnost [4].

Současná světová literatura definuje pojem logistika jako soubor tří aspektů [5]:

- hledisko koncepčně-funkcionální – logistiku je možné chápat jako koncepci řízení toků výrobků a informací, ve významu metod a funkcí plánování, organizování, realizace a kontroly, založených na integrovaném a systémovém pojetí těchto toků,
- hledisko předmětově-strukturální – na logistiku lze pohlížet jako na integrovaný proces toků výrobků a informací a také skupinu strukturálních řešení spojenou s integrací a realizací těchto toků,
- hledisko efektivnosti – pojem logistika znamená, že je možné ji považovat za určitý determinant růstu efektivnosti, zaměřený na nabídku požadované úrovně služeb zákazníkům při současné racionalizaci struktury nákladů spojených s logistikou a růstu celkové efektivnosti hospodaření v podniku.

Jako představitel uvedeného pojetí je možné uvést definici americké organizace The Council of Supply Chain Management Professionals [6]:

Logistické řízení (logistika) je proces plánování, realizace a kontroly efektivního a výkonného toku a skladování zboží (materiálů, polotovarů, hotových výrobků), služeb a s nimi spojených informací z místa vzniku do místa spotřeby za účelem uspokojení požadavků zákazníků.

Uvedená organizace považuje logistické řízení za součást řízení dodavatelského řetězce (supply chain management), které vymezuje následujícím způsobem:

Řízení dodavatelského řetězce zahrnuje plánování a řízení všech činností spojených s opatřováním zdrojů, jejich zpracováním a všechny činnosti logistického řízení. Podstatné je, že obsahuje rovněž koordinaci a spolupráci s partnery v řetězci, kterými mohou být dodavatelé, prostředníci, poskytovatelé logistických služeb a zákazníci. Řízení dodavatelského řetězce v podstatě integruje řízení dodávek a poptávky uvnitř a napříč společnostmi.

Z uvedených definic je patrné, že se dnes logistika zabývá řízením celého dodavatelského řetězce, tj. řetězce s počátečním článkem u prvotních dodavatelů surovin a konečným článkem u finálních spotřebitelů.

Pro další přiblížení a srovnání je možné uvést tzv. populární definici logistického řízení, která je označována jako „7S“ („7Rs“ = seven rights):

Logistika se zabývá dodáním:

- správného výrobku,
- ve správném množství,
- ve správném čase,
- ve správné jakosti,
- na správné místo,
- správnému zákazníkovi,
- za správné náklady.

1.2. Cíle logistického řízení

Z předcházející části je patrné, že obecný cíl logistického řízení, kterým je zajištění konkurenceschopnosti podniku nebo ještě lépe celého dodavatelského řetězce, je možné rozložit na dvě skupiny dílčích cílů:

- Vnější cíle, které se orientují na uspokojení požadavků zákazníků nabídkou tzv. logistických služeb.
- Vnitřní cíle zaměřující se na minimalizaci tzv. logistických nákladů.

Úroveň logistického systému podniku je zákazníky vnímána prostřednictvím rozsahu a úrovně jím poskytovaných logistických služeb (zákaznického servisu). Co se odehrává uvnitř hranic logistického systému, jaké úsilí tam bylo vyvinuto, kolik změn tam bylo uskutečněno a jak velké částky proinvestovány, zákazníkům zůstane lhostejné, pokud sami nepocítí pozitivní změnu ve službách. [2]

Za složky logistických služeb a zároveň za kritéria úrovně těchto služeb se nejčastěji považují [7]:

- Čas dodání, tj. doba, která uplyne od předání objednávky zákazníkem až po okamžik dostupnosti zboží u zákazníka. Kratší dodací lhůty umožňují zákazníkům udržovat nižší stavy zásob.
- Spolehlivost dodávek, tj. pravděpodobnost, s jakou bude dodací lhůta dodržena. Nejsou-li dodací lhůty přesně dodržovány, mohou být u zákazníků příčinou poruchy podnikových procesů, a tím vyvolávat zvýšení nákladů.
- Pružnost (flexibilita) dodávek, která vyjadřuje schopnost podniku pružně reagovat na požadavky a přání zákazníků. Patří zde především změny v parametrech objednávek (množství, termín dodání, druh balení, dopravní varianty, dodací podmínky) a informace, které má zákazník k dispozici o stavu zakázky.
- Jakost dodávek vyjadřující přesnost dodání z hlediska způsobu, množství, kompletnosti a stavu dodávky (nepoškozené výrobky, úplná průvodní dokumentace). Nízká jakost dodávek má za následek reklamace zákazníků, případně až jejich ztrátu.

Požadované úrovně logistických služeb je dosahováno při vynaložení určité výše logistických nákladů, tj. nákladů spojených s plánováním, realizací a kontrolou toku a skladování zboží, služeb a souvisejících informací.

Logistické náklady je možné zhruba rozdělit do následujících nákladových bloků [7]:

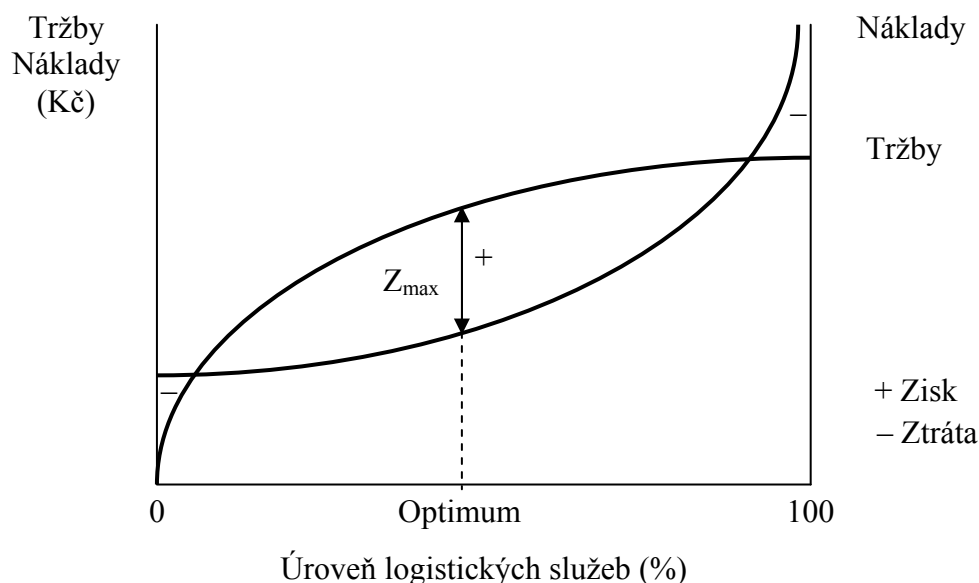
- Náklady na řízení a systém zahrnující náklady na plánování a kontrolu hmotných toků, náklady na realizaci objednávek.
- Náklady na udržování zásob, tj. udržování skladových kapacit, provádění uskladňovacích a vyskladňovacích procesů, vázání kapitálových nákladů pro financování zásob, pojištění a znehodnocení a ztráty zásob.
- Náklady na dopravu, jejichž součástí jsou náklady na vnitropodnikovou a mimopodnikovou dopravu.
- Náklady na manipulaci, tj. všechny náklady na balení, manipulační operace a komisionářskou činnost.



Čas k zamyšlení

Nyní je možné si položit důležitou otázku: Jaká by měla být úroveň nabízených logistických služeb? Najdete správnou odpověď ještě před tím, než budete pokračovat ve studiu?

Odpověď „co nejvyšší“ naráží na zásadní problém. Přestože růst úrovně logistických služeb umožňuje zvýšení tržeb, často je spojen s významným nárůstem logistických nákladů. Detailně uvedený vztah uvádí obrázek 1.1.



Obr. 1.1 Vztah mezi logistickými náklady, tržbami a úrovní logistických služeb [8]

Křivka nákladů má podproporcionální charakter, relativně prudce roste a při stoprocentní úrovni služeb dosahuje nekonečně vysoké hodnoty. Důvodem je skutečnost, že pokud by měl

podnik plnit všechny logistické služby na maximální úrovni (naprosto všechny požadavky zákazníků), musel by mít nekonečné a vždy disponibilní zdroje, což není jistě možné. Dále je nutné si uvědomit, že křivka nákladů nezačíná v nulovém bodě. I když podnik nebude schopen plnit jakékoli logistické služby, bude mít fixní složku logistických nákladů (např. náklady na udržování expedičního skladu, přestože v něm nebude žádná zásoba hotových výrobků).

Naopak křivka tržeb začíná v nulovém bodě, protože zcela nespokojený zákazník kupovat výrobky podniku nebude. Na rozdíl od křivky nákladů má nadproporcionální charakter – má sice rostoucí průběh, ale ten se se zvyšující úrovní logistických služeb postupně zpomaluje, až se zcela zastaví. Pokud zákazník získává relativně malou úroveň logistických služeb, vyvolává to u něj problémy spojené se značným nárůstem nákladů (např. nespolehlivé dodávky materiálu mohou vést k zastavení výroby nebo preventivnímu udržování vysoké zásoby materiálu na skladě). V takové situaci je zákazník ochoten za zvýšení úrovně logistických služeb zaplatit poměrně vysokou cenu. Jestliže jsou logistické služby na relativně vysoké úrovni, nevznikají tak zákazníkovi větší poruchy podnikových procesů a nemá důvod za další zvýšení úrovně logistických služeb platit větší finanční prostředky. V případě, že by bylo dosaženo stoprocentní úrovně, pak by byl zákazník zcela spokojen a k placení dodatečných prostředků by neměl důvod.

Při čistě ekonomickém posuzování snahy o zvyšování úrovně logistických služeb je možné nalézt jejich optimální úroveň. Jde o takovou úroveň, která přinese největší rozdíl mezi tržbami a logistickými náklady, tj. nejvyšší zisk. V praxi však podniky nemohou optimální úroveň logistických služeb až na výjimky nabízet. Rozhodující je zde totiž úroveň služeb, kterou nabízí konkurence. Chce-li podnik uspět na trhu, měl by nabízet takovou úroveň, aby byl konkurenceschopný, tj. minimálně stejnou nebo ještě lépe o něco vyšší než konkurence. Na druhé straně, nemůže nabízet úroveň služeb, která by ho posunula z oblasti zisku do oblasti ztráty.



Příklad z praxe

Požadují-li např. silné maloobchodní řetězce po dodavatelích džusů úroveň logistických služeb ve výši až 98 %, je tomu jen proto, že 99 % úroveň zatím neumí nikdo zajistit (pro dodavatele by to bylo již neekonomické). Naproti tomu, poskytuje-li výrobce džusů pouze 96 % úroveň služeb, nebude moci do těchto řetězců dodávat. [8]



Animace č. 1: Stanovení úrovně poskytovaných logistických služeb

Animace vysvětluje vztah mezi logistickými náklady, tržbami a úrovní poskytovaných logistických služeb. Hledá odpověď na otázku „Jaká by měla být úroveň nabízených logistických služeb?“. Vymezuje ekonomicky optimální úroveň a poukazuje na nutnost zohlednění konkurence při konečné volbě úrovně poskytovaných logistických služeb.

Aby bylo možné ve vysoce konkurenčním prostředí obstát, je nutné změnit vztah mezi úrovní logistických služeb a logistickými náklady jedním z následujících způsobů:

- zlepšení logistických služeb na požadovanou úroveň při současném zachování výše logistických nákladů,
- snížení logistických nákladů při současném zachování úrovně logistických služeb (v případě, že jsou již služby na požadované úrovni),
- zlepšení logistických služeb na požadovanou úroveň při současném snížení logistických nákladů.

1.3. Základní principy logistického řízení

Při dosahování logistických cílů, zefektivňování logistického systému podniku či dodavatelského řetězce, se logistické řízení opírá o aplikaci dvou základních principů:

- systémového přístupu,
- koncepce celkových nákladů.

Systém je souborem vzájemně se ovlivňujících prvků, které jsou vzájemně provázané a tvoří jednotný celek [9]. Systémový přístup je pak založen na předpokladu, že prvky systému nelze měnit izolovaně, tj. bez působení na jiné prvky, a že to lze docílit pouze prostřednictvím spojení jejich synergetických účinků [7].

Aplikace v oblasti logistického řízení lze interpretovat tak, že pokud člověk pohlíží na určitou logistickou činnost izolovaně, není si schopen udělat celkový obraz o tom, jak tato činnost ovlivní jiné činnosti nebo jak je jimi ovlivňována. Přitom platí, že výsledek působení série logistických činností je významnější než výsledek působení jedné činnosti. [1]

Systémový přístup tak odmítá optimalizaci dílčích částí, protože optimální rozhodnutí získaná tímto způsobem se vzájemně vylučují. Naproti tomu je nutné logistické procesy optimalizovat jako celek, integrováním a koordinací jejich částí.

Obdobně, koncepce celkových nákladů je založena na požadavku sledování vznikajících logistických nákladů jako celku [7]. V opačném případě může vést snížení nákladů v jedné oblasti k jejich neúměrnému nárůstu v jiné oblasti.



Příklad z praxe

Jako příklad aplikace systémového přístupu a koncepce celkových nákladů je možné uvést rozhodování o volbě druhu dopravy. Zpravidla platí, že nejlevnějším druhem je vodní doprava. Pokud bude firma optimalizovat pouze oblast dopravy, bude volba vodní dopravy nejlepším rozhodnutím. Naopak, z hlediska celého logistického systému firmy, může uvedený způsob dopravy způsobit růst zásob a s tím spojených nákladů na jejich udržování. Tyto dodatečné náklady mohou být ve svém důsledku větší, než úspora nákladů na přepravu. [9]

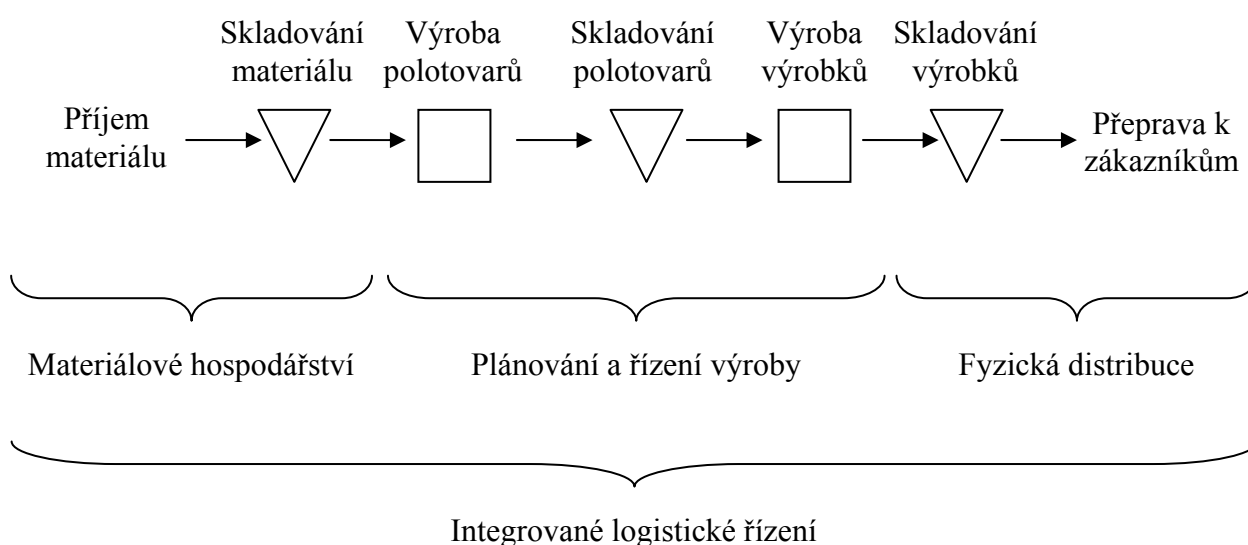
Oba uvedené základní principy logistického řízení musí být respektovány při uplatňování doporučení, metod a přístupů v jednotlivých aplikačních oblastech logistiky.

1.4. Vývoj logistického řízení

Současná podoba logistického řízení, uplatňovaného v celém dodavatelském řetězci, se vyvíjela postupně v průběhu řady let. Podle Coyleho a kol. je možné vymezit tři etapy rozvoje logistického řízení v západních zemích (zejména ve Spojených státech) [9]:

□ I. etapa – Fyzická distribuce (60. a 70. léta)

Logistika se rozvíjela v té části dodavatelského řetězce, která je nejbližší zákazníkovi, tj. v dodávkách hotových výrobků zákazníkům (viz obr. 1.2). V uvedeném období se firmy snažily systematicky řídit posloupnost úzce provázaných logistických činností, které zahrnovaly přepravu, distribuci, skladování, řízení zásob, balení a manipulaci hotových výrobků, aby mohly být co nejlépe doručeny konečným zákazníkům.



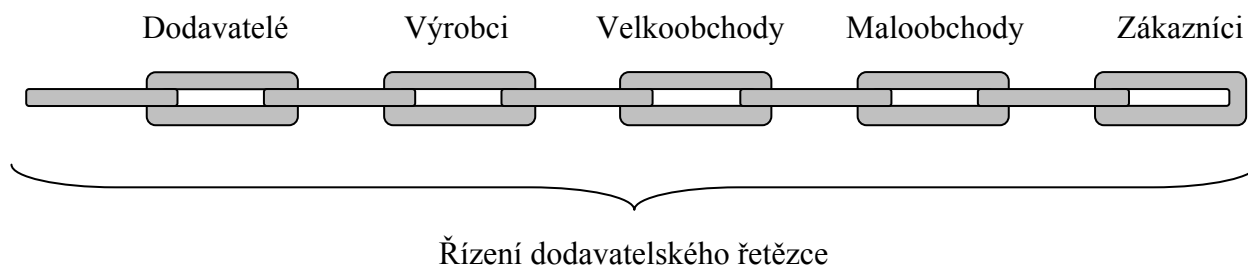
Obr. 1.2 Fyzická distribuce a integrované logistické řízení [9]

□ II. etapa – Integrované logistické řízení (70. a 80. léta.)

V uvedeném období si začala řada firem uvědomovat možnost dalších úspor díky spojení distribuce s oblastí nákupu (materiálového hospodářství) a výroby (viz obr. 1.2). Postupně se prosazoval princip systémové řízení celého logistického řetězce podniku, počínaje surovinami a materiálem, přes zásoby polotovarů, až po hotové výrobky.

□ III. etapa – Řízení dodavatelského řetězce (80. a 90. léta):

Tak jak se postupně vyčerpával potenciál integrovaného logistického řízení, začaly firmy rozšiřovat uplatnění logistických principů na další firmy, které se účastní dodávání výrobku konečnému zákazníkovi. Ve své finální podobě jde o systémové řízení celého dodavatelského řetězce, počínaje prvotními dodavateli, přes výrobce, velkoobchody, maloobchody, až po konečné zákazníky (viz obr. 1.3).



Obr. 1.3 Integrace procesů v dodavatelském řetězci [9]

Uvedený přístup je založen na úzké spolupráci nebo partnerství mezi jednotlivými články dodavatelského řetězce a rovněž firmami poskytujícími logistické služby (např. přepravu nebo veřejné skladování). Pokud není uvedený předpoklad naplněn, mohou někteří z účastníků dodavatelského řetězce zjistit, často po velmi krátké době, že je jejich pozice méně výhodná, než dříve.



Animace č. 2: Vývoj logistického řízení

Animace představuje postupný vývoj logistického řízení, rozdělený do tří na sebe navazujících etap. Každá etapa je zde charakterizována z hlediska uplatnění logistických principů v různých částech logistického a dodavatelského řetězce.

V současné době se za další možné vývojové stádium logistického řízení považuje tzv. řízení poptávkového řetězce (demand chain management). Podle Jüttera a kol. řízení poptávkového řetězce, jako nový logistický koncept, zahrnuje integraci procesů na straně poptávkové s procesy v dodavatelském řetězci, řízení integrace těchto procesů za pomoci moderních informačních technologií, konfiguraci systému tvorby hodnoty přidané pro zákazníka a řízení průřezových vztahů mezi marketingem a logistikou [10]. Jde o uplatnění principu využití nikoli dodavatelských hledisek, nýbrž faktoru poptávky jako klíčového faktoru integrace procesů v poptávkovém řetězci. Zákazník by měl být startovacím bodem a nikoli konečnou lokalitou.

1.5. Dovětek ke kapitole 1.

Logistické řízení stále patří k poměrně mladým vědeckým disciplínám. Proto nelze ještě hovořit o stabilizaci a sjednocení přístupu různých autorů k vymezení logistiky, cílům či principům logistického řízení. Rozmanitost v názorech na to, co je, odkud vychází a čím se zabývá logistika, je patrná z následujících dvou přednášek odborníků v této oblasti, které by měly čtenáři dokreslit studovanou látku.



Video č. 1: Cizí slovo - LOGISTIKA

Přednáška Ing. Jaroslava Bazaly, Ph.D., prezidenta Logistické akademie, zakládajícího člena Komory logistických auditorů v ČR a na Slovensku, člena americké asociace APICS a majitele společnosti PQL poradenství pro kvalitu a logistiku, s.r.o., věnovaná definování logistického řízení z pohledu teorie chaosu, vymezení logistického auditu a představení Komory logistických auditorů ČR a vzdělávací a certifikační organizace Logistická akademie.



Video č. 2: Logistika a identifikace druhů a pohybů zboží

Přednáška prof. Ing. Vladimíra Strakoše, DrSc., profesora Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava a profesora a prvního rektora Vysoké školy logistiky o.p.s. v Přerově, věnovaná vymezení logistického řízení z pohledu kybernetiky a dopravních systémů.



Shrnutí pojmů

logistické řízení (logistika), řízení dodavatelského řetězce, logistické služby logistické náklady, systémový přístup, koncepce celkových nákladů, fyzická distribuce, integrované logistické řízení, řízení poptávkového řetězce



Otázky

1. Jaké jsou kořeny logistiky?
2. Co je to logistické řízení, čím se zabývá?
3. Jaká je populární definice logistického řízení?
4. Co je hlavním cílem logistiky?
5. Jaké skupiny logistických cílů znáte?
6. Co jsou to logistické služby a které z nich patří mezi nejdůležitější?
7. Co jsou to logistické náklady a které z nákladových položek logistika sleduje?
8. Jaká je vazba mezi logistickými službami a logistickými náklady?
9. Jak se vyvíjejí tržby s růstem úrovně logistických služeb?
10. Jak se vyvíjejí logistické náklady s růstem úrovně logistických služeb?
11. Jaká je ekonomicky optimální úroveň nabízených logistických služeb?
12. Jakou úroveň logistických služeb by měl podnik poskytovat svým zákazníkům?
13. Jak obstát v dnešním konkurenčním prostředí z hlediska poskytovaných logistických služeb a vynakládaných logistických nákladů?
14. Jaké znáte principy logistického řízení?
15. Co je to systémový přístup a jak jej lze uplatnit v logistice?
16. Co je to koncepce celkových nákladů a jak ji lze interpretovat pro potřeby logistiky?
17. Jakými etapami procházel vývoj logistického řízení?
18. Co je to fyzická distribuce a čím se zabývá?

19. Co je to integrované logistické řízení?
20. Co je to řízení dodavatelského řetězce?
21. Jaké jsou základní rozdíly mezi fyzickou distribucí, integrovaným logistickým řízením a řízením dodavatelského řetězce?
22. Co je to řízení poptávkového řetězce?



Literatura

- [1] LAMBERT D., STOCK J. R., ELLRAM L. *Logistika*. Praha: Computer Press, 2005.
- [2] PERNICA P. *Logistika (Supply Chain Management) pro 21. století, 1. díl*. Praha: RADIX, 2005.
- [3] KORTSCHAK B. H. *Úvod do logistiky*. Praha: BABTEXT, 199-.
- [4] DRUCKER P. F. The Economy's Dark Continent. *Fortune*, Apr. 1962.
- [5] BLAIK P. *Logistyka*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2001.
- [6] Dostupné na adrese: <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>, [citováno 2009-17-08].
- [7] SCHULTE C. *Logistika*. Praha: Victoria Publishing, 1994.
- [8] BAZALA et al. *Logistika v praxi*. Praha: Verlag Dashöfer, 2008.
- [9] COYLE J. J., BARDI E. J., LANGLEY C. J. *Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective*. South-Western College Pub, 2002.
- [10] JÜTTNER U., CHRISTOPHER M., BAKER S. *Demand Chain Management – Integrating Marketing and Supply Chain Management*. Elsevier, 2007.

2. LOGISTICKÉ ŘÍZENÍ V PRŮMYSLU



Čas ke studiu: 5 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- vymezit logistické řízení v průmyslu,
- vysvětlit, proč je logistickému řízení v průmyslu věnována stále větší pozornost,
- specifikovat základní prvky hromadné výroby a posoudit její výhody z hlediska logistiky a ekonomiky výroby,
- definovat a porovnat podmínky trhu výrobce a trhu zákazníka,
- klasifikovat logistická řešení uplatňovaná v průmyslu,
- charakterizovat vývoj logistického řízení v průmyslových podnicích střední a východní Evropy,
- uvést nejčastěji aplikované koncepce a systémy v našich průmyslových podnicích,
- kategorizovat různé typy průmyslových výrob, uvést příklady odvětví, ve kterých se vyskytují a vyhodnotit jejich vliv na logistické řízení



Výklad

Definici logistického řízení v průmyslu (průmyslové logistiky), která je v souladu se světově uznávanou definicí logistického řízení americké organizace The Council of Supply Chain Management Professionals, je možné formulovat následujícím způsobem:

Logistické řízení v průmyslu je proces plánování, realizace a kontroly efektivního a výkonného toku a skladování zboží (materiálů, polotovarů, hotových výrobků), služeb a s nimi spojených informací v průmyslových podnicích a řetězcích, jehož účelem je uspokojení požadavků zákazníků.

2.1. Důvody rozvoje logistiky v průmyslu



Čas k zamyšlení

Co si myslíte: Proč je dnes stále větší pozornost věnována logistice v průmyslových podnicích a řetězcích?

Odpověď na uvedenou otázku je možné ilustrovat na příkladu automobilového průmyslu. Na počátku 20. století vytvořil Henry Ford revoluční způsob výroby, který je dnes nazýván jako hromadná výroba. Základní stavební kameny, na kterých Ford založil své velkopřmyslové myšlení, je možné shrnout do následujících bodů [1]:

- jediný uniformní výrobek,
- hluboká dělba práce (každý vykonává prostý soubor úkonů, jemuž se snadno naučí a dosahuje v něm pracovní virtuozity),
- nucený pohyb výroby (unášený běžícím pásem),
- jednotné ústřední řízení práce.

Za hlavní myšlenku je možné považovat výrobu jediného uniformního výrobku: „Správný způsob výroby automobilů je dělat jeden jako druhý, jako třeba špendlíky, tak se dostane auto k lidem jako předmět denní potřeby, nikoli jen jako okrasa benzinové aristokracie či hračka exhibicionistů.“ [1]. Praktickou aplikací uvedené zásady byl vznik automobilu Ford model T, který byl společností Ford Motor Company vyráběn od roku 1908 do roku 1927. V roce 1918 byla polovina všech vozidel v Americe tvořena modelem T, ze kterého se postupně stal lidový automobil, hovorově nazývaný jako „Plechová Líza“ (Tin Lizzie) nebo „Kraksna“ (Flivver). Celkem bylo vyrobeno více než 15 milionů.

Hromadná výroba umožňovala nejen dosahování výrazných úspor z rozsahu (economies of scale) a obrovské zisky, ale díky minimální výrobkové diverzifikaci představovala téměř ideální podmínky pro logistické řízení výroby. Jednoduché a standardizované materiálové toky realizované na montážních linkách výrazně urychlovaly celý výrobní proces a snižovaly tvorbu zásob rozpracované výroby. Výsledkem bylo zkrácení průběžné doby výroby automobilu z původních 12,5 hodin v počátečních letech výroby až na 1,55 hodin v roce 1914, při dosažení třiminutového výrobního taktu [2].

Základním předpokladem pro jeho využívání však byl tzv. „trh výrobce“, tj. situace, kdy poptávka převyšuje nabídku. Zhruba v 60. létech již ovšem definitivně vzniká „trh zákazníka“. Růst konkurence (General Motors, Chrysler, Toyota) a požadavků zákazníků vede k přechodu na zakázkovou individualizovanou výrobu. Pro úspěch na trhu je nezbytné nabídnout široký sortiment vozů, vysoké jakosti a v krátkých dodacích lhůtách, a to vše za přijatelnou cenu.

Dochází k radikálním změnám ve způsobu výroby, prudce narůstá počet potřebných materiálů, polotovarů, komponent, dílů a příslušenství a tedy i složitosti logistiky ve výrobě. Začíná být jasné, že bez nových řešení v této oblasti není možné vyhovět stále rostoucím požadavkům zákazníků při zachování přijatelné výše nákladů.

2.2. Logistická řešení v průmyslové výrobě

Zhruba od 70. let vznikají, resp. jsou v praxi v různém rozsahu uplatňovány, různé koncepce a systémy pro podporu logistiky v průmyslových podnicích. Tyto přístupy byly původně úzce spojeny s výrobou a proto byly označovány jako systémy pro plánování a řízení výroby (production planning and control – PPC systems). Nejdůležitější z nich je možné shrnout následujícím způsobem:

- systémy MRP (material requirement planning, closed loop MRP, manufacturing resource planning),
- systém OPT (optimized production technology),
- systém DBR (drum-buffer-rope),

- koncepce JIT (just-in-time),
- systém *kanban*,
- systém BOA (belastungsorientierte auftragsfreigabe),
- systém FZ (fortschrittzahlen).

Integrální částí většiny z PPC systémů jsou systémy pro řízení zásob. Jde o metody umožňující sledování stavu zásob a jejich doplňování, tj. stanovení množství a termínu objednávání. Za základní systémy pro řízení zásob jsou považovány:

- metoda stálé velikosti objednávky,
- metoda stálého cyklu objednávání.

Za průlomové je možné považovat tři přístupy, které je možné nazvat jako „cesta MRP“, „cesta OPT“ a „cesta JIT“.

Systémy MRP představují „cestu MRP“. Původním cílem bylo vytvoření plánu materiálových požadavků (plánu objednávání materiálu a jeho uvolňování do výroby), který by respektoval hlavní plán výroby (plán výroby hotových výrobků) a minimalizoval vznik zásob. Vývoj těchto systémů šel v podstatě formou rozšiřování jejich funkcionality až k dnešním komplexním systémům plánování podnikových zdrojů (enterprise resource planning – ERP).

Na počátku „cesty OPT“ byl systém OPT, softwarový produkt pro plánování a řízení výroby, zohledňující kapacitní omezení. Myšlenky uplatněné v systému OPT se pak staly základem pro vývoj systému DBR a vzniku komplexní koncepce nesoucí název teorie omezení (theory of constraints – TOC).

koncepce JIT a systém Kanban, které jsou dnes součástí ucelených koncepcí TPS (Toyota Production System / výrobní systém Toyoty) a štíhlá výroba (Lean Manufacturing)

„Cesta JIT“ byla nastartována v rámci utváření tzv. výrobního systému Toyoty (Toyota production system – TPS). Hlavním cílem byla snaha o maximální zkrácení průběžných časů výroby a eliminace všech ztrát ve výrobním procesu. Budování TPS vedlo ke vzniku komplexních systémů a koncepcí, dnes známých jako just-in-time (JIT), *kanban* a štíhlá výroba (lean manufacturing).

2.3. Logistika průmyslových podniků střední a východní Evropy

V zemích střední a východní Evropy lze pozorovat velmi podobnou situaci k té, která byla zmiňována v kapitole 2.1. (příklad automobilového průmyslu), i když s výrazným časovým posunem. Klíčovou událostí byl přechod uvedených zemí z centrálně řízené ekonomiky k tržní ekonomice.

Centrálně řízená ekonomika se vyznačovala stálým nedostatkem výrobků. Výhoda byla jednoznačně na straně výrobců (trh výrobce), protože mezi podniky prakticky neexistovala konkurence. Průmysloví výrobci pak mohli uvedenou situaci využívat ke snadnému naplňování požadovaných ekonomických výsledků, zejména v oblasti snižování nákladů.

Proto se zaměřovali na výrobu relativně úzkého sortimentu produktů standardní jakosti ve velkých výrobních dávkách (využívali výhod hromadné výroby).

V podmínkách tržní ekonomiky (trhu zákazníka) se však výrazně mění podmínky pro výrobce. Při existenci přebytku výrobních kapacit musí výrobci v maximální možné míře vyhovět zákazníkům, nechtějí-li je ztratit. V praxi to znamená zejména:

- tlak na snížení dodacích lhůt,
- snižující se zakázková množství,
- nutnost mnohanásobného zvýšení rozsahu výrobního sortimentu,
- důraz na vyšší jakost a výrobky s vyšší přidanou hodnotou.



Příklad z praxe

Uvedená situace může být velmi dobře ilustrována na příkladu hutního průmyslu. Situaci hutních výrobců a jejich zákazníků v centrálně řízené ekonomice lze ve stručnosti shrnout následovně:

- *Přes neustále rostoucí výrobu odběratelé pociťovali trvalý nedostatek hutních výrobků.*
- *Stačilo vyrábět nepříliš členitý sortiment hutních výrobků standardní jakosti ve velkých výrobních dávkách na specializovaných agregátech.*
- *Tomu napomáhala centrální čtvrtletní kumulace zakázek od všech zákazníků a jejich přidělování formou plánovaných úkolů do výrobních podniků podle specializace válcovacích tratí.*
- *Dodací lhůty byly dlouhé a určitou prioritu mohly získat jen zakázky prosazované centrálními hospodářskými a politickými orgány.*
- *Výrobci se nestřetávali se zahraniční konkurencí.*
- *Vývoz do socialistických a rozvojových zemí – tedy na nenáročné trhy, nijak nenutil výrobce inovovat technologie a zvyšovat jakost výrobků. Finalizace výrobků byla nízká.*
- *Hutnictví jako strategické odvětví se těšilo zvláštní pozornosti a podpoře státu a politických orgánů a nemuselo mít starosti o přežití.*
- *Plánované hospodářství vylučovalo konkurenci mezi výrobními podniky.*
- *Prvořadými ukazateli bylo množství produkce a maximální využití výrobních kapacit.*

S přechodem k tržní ekonomice se výhody přesunuly od výrobců k odběratelům a byly jimi samozřejmě využívány. Výrobci nejdříve pociťovali tlak na snižování dodacích lhůt. Od někdejších dodávek do měsíce až čtvrtletí jsou běžné termíny do několika týdnů až dnů.

Zároveň zákazníci požadovali dodávky menších množství, často speciálního provedení. Zatímco v centrálně řízené ekonomice byla běžná dodací množství v řádu stovek tun, v tržní ekonomice jsou pro hutní výrobce zajímavé i zakázky v řádu několika tun. Splnění těchto požadavků vylučuje dřívější hromadnou výrobu při plném využití výrobních kapacit. Naopak, častými přestavbami výrobního zařízení se jejich využití snižuje a zhoršuje tak ekonomiku výroby.

Snižování množství v jedné dodávce rovněž napomáhá rozšiřování sortimentu výrobků. Po přechodu na tržní ekonomiku bylo možné pozorovat růst výrobního sortimentu hutních podniků z tisíců, na několik desítek tisíc položek. To výrazně zvýšilo složitost operativního plánování, synchronizace navazujících pracovišť (např. ocelárny a válcovny, válcovacích tratí a úpraven).

Další podstatnou změnou bylo kolísání poptávky, které centrálně řízená ekonomika neznala. S tím opět souvisí nižší využití výrobní kapacity s negativními důsledky do ekonomiky. Obnova tržního prostředí s domácí i zahraniční konkurencí vedla k nutnosti trvalého úsilí o přízeň zákazníků a jejich udržení. Bez odpovídajícího tempa inovací nebylo možné proti konkurentům obstát.

Aby se průmyslové podniky střední a východní Evropy vyrovnaly s uvedenými změnami, začaly postupně řešit problémy s logistikou výroby. První, částečná řešení byla následována aplikací stále komplexnějších přístupů. V řadě velkých průmyslových podniků byly nakonec implementovány integrované koncepce a systémy.

Z hlediska jejich typu jsou dnes nejčastěji zavedeny systémy z kategorie MRP a ERP. Japonské přístupy (koncepce JIT, systém *kanban* a štihlá výroba) našly své praktické uplatnění zejména v synchronizovaných výroбах, kterých je však menšina. Rovněž se lze setkat s prvními slibnými aplikacemi koncepce TOC, zejména systému DBR.

2.4. Aplikace logistických řešení v různých typech průmyslových výro

Implementace logistických řešení výrazně závisí na typu výroby, který je v daném průmyslovém podniku uplatňován. Obecně lze říci, že je v každém podniku zastoupeno více typů výroby. Z hlediska logistiky patří k nejdůležitějším klasifikace podle [3]:

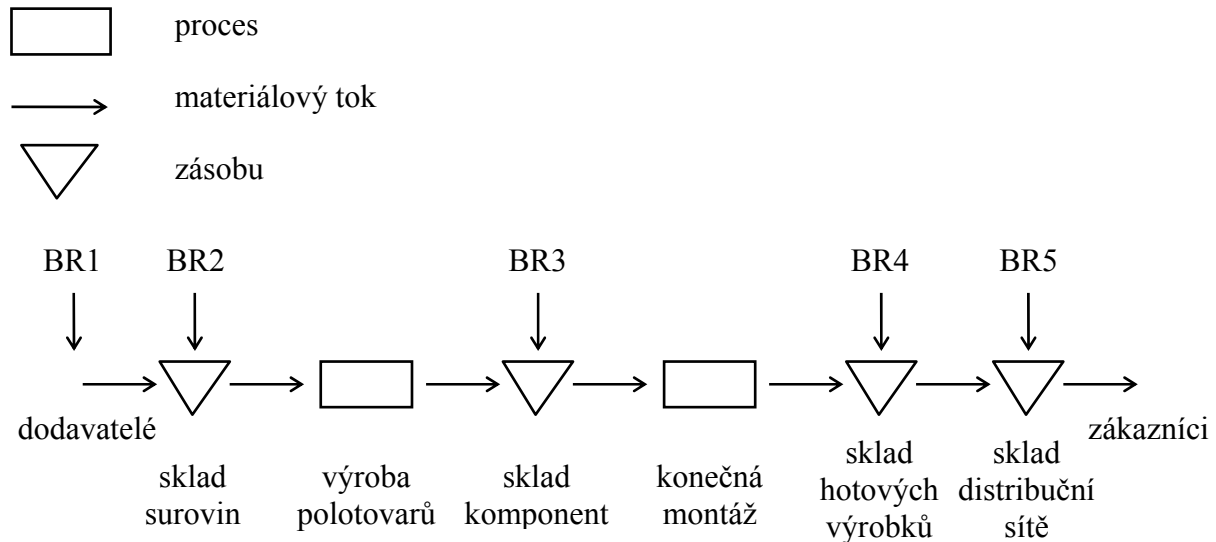
- polohy bodu rozpojení materiálového toku objednávkou zákazníka,
- podle stupně opakovatelnosti,
- průběhu materiálových toků,
- plynulosti výrobního procesu.

2.4.1. Typy výroby podle polohy bodu rozpojení

Bod rozpojení (decoupling point) je místo, které rozděluje materiálový tok na dvě části vzájemně se lišící způsobem řízení. „Po proud“¹, tj. směrem od bodu rozpojení k trhu, jsou činnosti řízeny na základě objednávek zákazníků a tedy kapacity jsou přiřazovány podle potvrzených zakázek. Neměly by se zde vyskytovat tzv. volné zásoby, tzn. zásoby, které nejsou určeny pro konkrétní zakázku. Protože je od bodu rozpojení objednávkami zákazníků materiál „vytahován“, je uvedený systém řízení nazýván jako „pull“.

„Proti proud“², tj. směrem od bodu rozpojení k dodavatelům, je řízení založeno na plánech odvozených z predikce předpokládané poptávky. Proto se zde běžně setkáváme s volnými zásobami. Náhodná kolísání poptávky jsou pak vyrovnávána zásobami pojistnými. Samotný bod rozpojení je chápán jako poslední místo, kde je materiálový tok řízen na základě plánů a predikce poptávky. V tomto případě hovoříme o „push“ systému řízení, protože je materiál vytvořeným plánem k bodu rozpojení „protlačován“.

V zásadě lze v materiálovém toku definovat pět základních poloh bodu rozpojení, které jsou patrné z obrázku 2.1. K jednoduchému a názornému zachycení logistického řetězce jsou využity tzv. logistické symboly, které vyjadřují:



Obr. 2.1 Možné základní polohy bodu rozpojení

Základní logistickou strukturu pro jednotlivé body rozpojení lze stručně charakterizovat následujícím způsobem:

- BR1: nákup materiálů a výroba na objednávku – materiál se u dodavatelů objednává až ve chvíli, kdy do podniku dorazí objednávka zákazníka. Typickým příkladem může být „stavba na klíč“ realizovaná stavební firmou.
- BR2: výroba na objednávku – nákup materiálu u dodavatelů je plánován na základě prognózy jeho spotřeby, polotovary se vyrábějí podle obdržené objednávky. Jako příklad lze uvést výrobu „atypického“ nábytku.
- BR3: montáž na objednávku – polotovary se vyrábějí na sklad podle prognózy jejich spotřeby, montáž se realizuje na základě objednávky. Uvedeným způsobem je dnes organizována výroba např. v automobilovém průmyslu.
- BR4: výroba na sklad – hotové výrobky se vyrábějí na základě prognózy poptávky na sklad, do distribuční sítě jsou však odesílány podle přijatých objednávek. Příkladem může být výroba bílého zboží.
- BR5: výroba na sklad v distribuční síti – hotové výrobky jsou dodávány do distribuční sítě na základě prognózy poptávky. Klasickým představitelem je potravinářský průmysl.



Animace č. 3: Typy výroby podle bodu rozpojení

Animace vysvětluje základní typy výroby z hlediska bodu rozpojení materiálového toku objednávkou zákazníka. V první části je uveden způsob grafického znázornění materiálového toku. Následuje vysvětlení pojmu bodu rozpojení a základních systémů řízení materiálového toku. V poslední části animace jsou diskutovány

různé polohy bodu rozpojení materiálového toku objednávkou zákazníka a tomu odpovídající typy výroby, včetně konkrétních příkladů.



Čas k zamyšlení

Před pokračováním ve studiu se pokuste najít odpověď na následující otázky: Jak ovlivňuje poloha bodu rozpojení úroveň logistických služeb, logistické náklady a charakter podnikatelského rizika? Který z uvedených typů výroby byste preferovali a proč? Existuje ideální poloha bodu rozpojení?

Při posuvu bodu rozpojení směrem „po proudu“ k trhu roste schopnost podniku nabídnout zákazníkům požadovanou úroveň logistických služeb – krátké dodací lhůty, spolehlivost dodávky, úplnost dodávky. K jejich zajištění však musí být stále k dispozici široký sortiment výrobků, což je spojeno s vázaností kapitálu v zásobách, nárůstem nákladů na jejich udržování a rizikem neprodejnosti či zastarání zásob. Negativní dopady na logistické náklady jsou snižovány úsporou nákladů spojených s přestavováním a seřizováním výrobního zařízení.

Naopak posuv bodu rozpojení směrem „proti proudu“ k dodavatelům znamená nízkou úroveň logistických služeb, hlavně pak dlouhé dodací lhůty. Vázanost kapitálu v zásobách a náklady spojené s jejich udržováním klesají. Rostou však náklady na přestavby a seřizování zařízení. Z podnikatelských rizik zde dominují riziko ztracených či zrušených zakázek a riziko překročení předběžné kalkulace nákladů.

Při určování optimální polohy bodu rozpojení je nezbytné najít vhodný kompromis mezi uvedenými, do značné míry protichůdnými, důsledky. Zjednodušeně řečeno to znamená, najít odpověď na dvě otázky:

- Jak daleko „proti proudu“ můžeme posunout bod rozpojení, aniž bychom ztratili zákazníky kvůli nedostatečné úrovni služeb?
- Jak daleko „po proudu“ můžeme umístit bod rozpojení, aniž by to vyvolalo nepřijatelně vysoké náklady na zásoby?



Příklad z praxe

V každém průmyslovém podniku se lze zpravidla setkat s několika body rozpojení materiálového toku objednávkou zákazníka. Jako příklad může opět sloužit hutní průmysl. Charakteristiku základních logistických struktur, se kterými je možné se v hutních podnicích setkat, je vhodné začít posouzením následujících možností:

- výroba na objednávku,
- výroba na sklad.

Obě tyto možnosti mají některé nedostatky, které je činí prakticky nepoužitelnými. Výroba pouze podle objednávek by byla natolik vystavena náhodnému kolísání poptávky, že by znemožnila pravidelný rytmus výrobního procesu, který je v hutích nutný. Rozmanitost

zakázek a malá množství výrobků v nich by znamenala časté přestavby válcovacích tratí, ztrátu výrobní kapacity a zhoršení ekonomiky výroby.

Vyrábět pouze na sklad je rovněž neprůchodné. S ohledem na šíři vyráběného sortimentu by znamenalo udržovat tak vysoké zásoby, že by to bylo ekonomicky neúnosné, pomineme-li skutečnost, že válcovny nemají pro takové zásoby dostatek místa.

Nabízí se celá řada kombinací mezi oběma uvedenými případy. Vždy půjde o hledání nejvýhodnějšího kompromisu, v němž vzájemně kompenzujeme protichůdné vlivy a působení takových veličin jako:

- termíny dodávek,
- jednotková cena výrobků,
- zásoby hotových výrobků,
- využití výrobní kapacity,
- počet přestaveb a náklady na ně,
- velikost výrobních dávek.

Konkrétní určení optimální polohy bodu rozpojení a volbu příslušné logistické struktury je nutné provádět vždy pro určitý výrobek a požadavky trhu. Z tohoto pohledu lze v hutních podnicích nalézt bod rozpojení umístěný v distribučním řetězci a ve výrobním procesu podniku.

□ Bod rozpojení v distribučním řetězci

Umístění bodu rozpojení v distribučním řetězci vyžaduje existenci vlastní podnikové prodejní sítě. V současné světové praxi hutních podniků je tento požadavek splňován relativně širokým spektrem možností. Počínaje zřízením podnikové prodejny, vlastních distribučních skladů, specializovaných obchodních společností až po servisní centra vytvářená v místech optimálně situovaných z hlediska zákazníků.

Rovněž způsoby zřizování distribuční sítě mohou mít různou podobu. Hutní podniky budují distribuční síť jako výhradně svou investiční aktivitu nebo ve spolupráci s jinými výrobci či obchodními společnostmi ve formě např. joint ventures. Jinou možností je kapitálové propojení s již existujícími obchodními společnostmi, tzn. prodej prostřednictvím společností s majetkovou účastí výrobců oceli.

Bod rozpojení v distribučním řetězci je charakteristický převážně pro uspokojení velkého množství středních a menších odběratelských firem požadujících menší množství běžného sortimentu, pro které není efektivní nakupovat přímo od výrobců. Předpokládá se vysoká úroveň služeb zákazníkům – kompletace více druhů hutních materiálů včetně těch, které daný podnik nevyrábí (také včetně nekovových materiálů), okamžitý odběr či zajištění dodávek just-in-time nebo úprava materiálu (samozřejmostí je dělení či ohýbání podle přání zákazníků).

Současné tendence vedou k rozšíření aktivit směrem ke složitým, často výrobním, investičně náročným operacím jako jsou moření, pokovování apod. Ukazuje se, že tyto činnosti jsou, hlavně servisní centra, schopna provádět efektivněji než výrobní podniky. Zvýšená finalizace zajišťuje redukci skladovaného sortimentu pouze na řady základních rozměrů válcovaného materiálu. K dalším úsporám v nákladech spojených s udržováním širokého sortimentu

dochází efektivním uplatněním informačních a prognostických systémů, které dovolují účinné snížení rizika neprodejnosti a zastarání zásob.

□ **Body rozpojení ve výrobním procesu podniku**

Pro velká množství odebíraného hutního materiálu je běžné umístění bodu rozpojení ve výrobním procesu podniku. První možností je jeho situování na sklad hotových výrobků, tzn. výroba na sklad. I když tato možnost skýtá řadu nesporných výhod ve formě rychlých reakcí na objednávky zákazníků, úspor výrobních nákladů či například předem známé výrobní ceně, je omezena na velice úzký sortiment výrobků. Hlavní překážkou je udržování zásob širokého sortimentu a tedy vysoká vázanost kapitálu v zásobách, vysoké náklady na jejich udržování, riziko neprodejnosti a zastarání zásob. Proto lze tento systém použít pouze pro sortiment jakostně a rozměrově nejběžnější a nejžádanější, s vysokou pravděpodobností rychlého prodeje.

Význam výroby hutního materiálu na sklad roste v případě nízké poptávky. Pak se stává součástí strategického rozhodování, které zvažuje přijímání menších zakázek než je obvyklé a tedy výrobu s vysokými výrobními náklady na straně jedné, či válcování na sklad s náklady a riziky již zmiňovanými na straně druhé.

Další možností je umístění bodu rozpojení na sklad kontislitků. Ocelárna vyrábí polotovary na základě prognózy z hlediska jakostí oceli, které pak slouží jako zdroj pro zakázkově orientovanou výrobu na válcovnách. Takovéto logistické řešení umožňuje dodávat široký rozměrový sortiment běžných jakostí, v čase pro zákazníky přijatelném. Zvýšené náklady a rizika vyplývající ze skladování kontislitků jsou kompenzována nízkými zásobami hotových výrobků a úsporou výrobních nákladů ocelárny a válcovny. Sklad kontislitků totiž umožňuje sladit do značné míry rozdílné optimum ocelárny (kumulace podle jakostí) s optimem válcovny (kumulace podle tvarů).

Naopak v případě výroby širokého sortimentu speciálních jakostí, u kterých je odběr sporadický, vysoké náklady a rizika související s udržováním zásob kontislitků přesouvají bod rozpojení dále „proti proudu“ na ocelárnu. Takováto logistická organizace je však použitelná převážně pro zakázky objemově velké s relativně dlouhou dodací lhůtou. V opačném případě trpí výrazně ekonomika výroby.

V klasických hutních podnicích tvoří hlavní sortiment běžné jakosti výrobků s vysokou variabilitou rozměrů, případně dalších finálních úprav. Teoreticky lze z hlediska jakostí předpokládat Paretovo rozdělení. Zhruba 80% výroby tvoří 20% (běžných) jakostí vyráběných na sklad kontislitků a naopak pouze 20% výroby tvoří 80% (speciálních) jakostí s bodem rozpojení na ocelárně.

Je zřejmé, že uvedený poměr je odlišný v závislosti na konkrétních podmínkách a situaci podniku. K hlavním faktorům ovlivňujícím jeho velikost patří:

- výše poptávky – v případě přetlaku poptávky je ekonomicky výhodnější vyrábět běžné, podnikem dobře zvládnuté jakosti, což znamená upřednostňovat bod rozpojení na skladu kontislitků,

- *flexibilita výrobního zařízení – disponuje-li podnik vysoce flexibilními ocelářskými agregáty, může si dovolit vyrábět větší množství speciálních ocelí za ekonomicky přijatelných podmínek, tzn. zvyšovat podíl výroby s bodem rozpojení na ocelárně.*

Posouvání bodu rozpojení dále „proti proudu“ je vlivem dostatečné univerzálnosti vstupních materiálů (zejména surového železa) ekonomicky i zákaznický nereálné. Výjimku tvoří podniky bez vlastní ocelárny. Zde se pak setkáváme s bodem rozpojení umístěným na skladě vstupního materiálu a to v případě polotovarů rozměrově i jakostně unifikovaných nebo běžných. Naopak, pro vstupní materiály s vysokou variabilitou jakostí a rozměrů či speciální zakázky, je nutné posunout bod rozpojení až k dodavatelům předlitků. Objednávání polotovarů na základě zakázek je však spojeno s velkým nárůstem dodacích lhůt a je nutné hledat účinné způsoby k jejich zkrácení.

Jaký lze učinit závěr k nalezení optimálního umístění bodu rozpojení v hutním podniku? Vzhledem ke zvyšujícím se požadavkům odběratelů hutního materiálu a přetrvávající recesi v tomto sektoru je žádoucí, aby hutní výrobce využíval vyváženou a ekonomicky podloženou kombinaci uvedených poloh bodu rozpojení. Tento přístup umožňuje podnikům pružně reagovat na jakoukoli situaci na trhu a v konečném důsledku mu garantuje konkurenceschopnost a přiměřené výnosy.

2.4.2. Ostatní typy výroby a jejich vliv na logistiku

Podle stupně opakovatelnosti se rozlišují následující typy výroby:

- Kusová, příp. projektová – každá objednávka je unikátní a vyžaduje individuální výrobní postupy. Příkladem může být výroba mostních konstrukcí nebo lodních dílů.
- Sériová – výroba většího sortimentu výrobků ve výrobních sériích (dávkách), které se v určitých intervalech opakují. Uvedený typ výroby je charakteristický pro elektrospotřebiče nebo bílé zboží.
- Hromadná – výroba úzkého sortimentu po relativně dlouhou dobu. K těmto výrobám lze řadit například produkci nápojů, cigaret nebo cementu.



Čas k zamyšlení

Jaký bude podle Vás vliv na logistické služby a náklady? Který typ byste preferovali a proč?

Z hlediska vlivu na logistiku lze konstatovat, že s růstem opakovatelnosti:

- roste úroveň služeb zákazníkům v oblasti rychlosti, spolehlivosti a jakosti dodávek, ale zhoršuje se v oblasti pružnosti dodávek,
- klesají náklady na logistický systém, přestavování výroby a udržování pojistných zásob.

Typy výroby podle průběhu materiálových toků lze rozdělit na:

- Typ I (nevětvená výroba) – z malého množství surovin a polotovarů se vyrábí minimální počet výrobků. Jako příklad lze uvést potravinářský nebo energetický průmysl.
- Typ V (větvená výroba) – z malého počtu surovin a polotovarů se vyrábí velké množství výrobků. Charakteristickými představiteli jsou textilní nebo hutní průmysl.
- Typ A – z mnoha vstupních surovin a polotovarů vzniká malé množství výrobků. Příkladem jsou montážní typy výrob, například letecký nebo automobilový průmysl.



Čas k zamyšlení

Jaký bude podle Vás vliv na logistické služby a náklady? Který typ byste preferovali a proč?

Nejsložitější řízení materiálových toků (nejnáročnější z hlediska poskytování vysoké úrovně služeb zákazníkům a snižování logistických nákladů) se zpravidla vyskytuje ve výroбах typu A.

Z hlediska plynulosti výrobního procesu je možné členit typy výroby na:

- Plynulou (spojitou, kontinuální) – technologický proces probíhá nepřerušovaně, zejména proto, že zastavení i rozběh těchto výrob je spojen s velkými náklady. Z uvedenou situací se lze setkat například v chemickém, hutním nebo energetickém průmyslu.
- Přerušovanou (nespojitou, diskretní) – tyto výroby mohou být bez větších nákladů zastaveny a opět spuštěny. Jako příklad může sloužit strojírenský nebo stavební průmysl.



Čas k zamyšlení

Jaký bude podle Vás vliv na logistické služby a náklady? Který typ byste preferovali a proč?

Materiálové toky jsou zpravidla složitější v přerušovaných výroбах, na druhé straně však tyto výroby umožňují vytvářet zásoby, které vyrovnávají kolísání v dodávkách, výrobě či odběru.

2.5. Struktura studijních opor

V další části studijních opor bude věnována pozornost následujícím koncepcím a systémům podporujícím logistiku průmyslových podniků a řetězců:

- klasické systémy pro řízení zásob (kapitola 3.),
- systémy MRP a ERP (kapitola 4.),
- koncepce just-in-time (jako součást systému TPS a štíhlé výroby) a systém *kanban* (kapitola 5.),

- teorie omezení a systém DBR (kapitola 6.).

2.6. Dovětek ke kapitole 2.

Problematika logistického řízení průmyslových podniků a řetězců se v dnešní turbulentní době stává stále palčivější otázkou. S velikostí podniků, množstvím zákazníků a dodavatelů a růstem rozmanitosti vyráběného sortimentu postupně roste složitost a tedy i náročnost řízení logistických procesů, které se dnes již neobejde bez využívání moderních informačních a komunikačních technologií (information technology and communication – ITC). Mezi tradiční technologie využívané v oblasti logistiky průmyslových podniků a řetězců patří systémy automatické identifikace a elektronická výměna dat.

Systémy automatické identifikace (zejména na bázi technologie čárových kódů a radiofrekvenční technologie) umožňují v rámci řízení nákupních procesů [4]:

- záznam, identifikaci a vyhledávání informací (např. o stavu pracovních operací),
- identifikaci a vyhledávání předmětů (např. dílu pro montáž nebo nástroje),
- identifikaci míst (např. vyhledávání určené pozice pro uložení materiálu),
- kontrolu stavů (např. zásob ve skladech),
- sledování a řízení procesů (např. řízení výrobního procesu).

Elektronická výměna dat (electronic data interchange – EDI) je komunikačním standardem umožňujícím elektronickou výměnu údajů ve formě strukturovaných zpráv (podle mezinárodních standardů EDIFACT, resp. EANCOM) z počítače odesílatele do počítače příjemce s minimem lidského zásahu. EDI představuje účinný prostředek ke snížení nákladů, minimalizuje riziko lidských chyb, přináší úsporu času a vysokou operativnost, zaručuje bezpečnost a rychlost předávaných dokumentů, a to vše v celosvětově jednotném jazyku, přehledném pro všechny participující strany. V oblasti logistiky průmyslových podniků a řetězců je využívána zejména pro výměnu dokumentů (objednávek, faktur, dodacích listů) mezi podnikem a jeho odběrateli či dodavateli.

Následující videa dokreslují možnosti využití informačních a komunikačních technologií v oblasti logistického řízení v průmyslu.



Video č. 3: Radiofrekvenční identifikace

Rozhovor s Ing. Jakubem Unuckou, výkonným ředitelem společnosti GABEN, spol. s r.o., která se specializuje na oblast identifikačních systémů pro výrobní a logistické podniky. Rozhovor byl natočen v rámci 26. mezinárodního veletrhu obalů a obalových technologií Embax a je věnován vysvětlení základních principů a možností uplatnění radiofrekvenční identifikace (radio frequency identification – RFID) v logistice výroby.



Video č. 4: Řízení výrobní linky pomocí RFID

Ukázka řízení výrobní linky pomocí radiofrekvenční identifikace v reálném čase. Výrobní linka byla vybudována a provozována v rámci 26. mezinárodního veletrhu obalů a obalových technologií Embax.



Video č. 5: Sledování manipulační techniky pomocí RFID

Rozhovor s Ing. Romanem Kašperlíkem, generálním ředitelem společnosti 7 Marsyas Development a.s., která je výrobcem elektronických systémů v oblasti Hi-Tech RFID technologie, RTLS systémů monitorování pohybu osob a videoanalýzy chování osob z kamer průmyslové televize. Rozhovor byl natočen v rámci 26. mezinárodního veletrhu obalů a obalových technologií Embax a je věnován ukázce využití radiofrekvenční identifikace při monitorování manipulační techniky.



Video č. 6: Mezinárodní laboratoř RFID

Rozhovor s doc. Dr. Ing. Vladimírem Kebem, vedoucím Mezinárodní laboratoře RFID, natočený v rámci 26. mezinárodního veletrhu obalů a obalových technologií Embax. Laboratoř vznikla ve spolupráci Institutu ekonomiky a systémů řízení hornickogeologické fakulty Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava s oddělením Industrial Engineering na Dongguk univerzitě v Soulu. Jejím cílem je poskytování metodické pomoci a služby v rámci ČR jako referenčního pracoviště pro aplikovaný výzkum, vývoj, testování a další rozvoj řešení na bázi technologií RFID a standardů GS1 EPCglobal.



Video č. 7: Využití EDI v logistice automobilového průmyslu

Přednáška PhDr. Halky Kračmerové, Clog, vedoucí logistiky a nákupu společnosti PWO UNITOOLS CZ a.s., zabývající se nabídkou komplexních služeb v oblasti vývoje, konstrukce, výroby nástrojů a výroby plechových výlisků pro automobilový průmysl. Přednáška je věnována možnostem využití EDI v rámci outsourcingu některých logistických činností v automobilovém průmyslu.



Shrnutí pojmů

logistické řízení v průmyslu (průmyslová logistika), trh výrobce, trh zákazníka, systémy pro plánování a řízení výroby, bod rozpojení, nákup materiálů a výroba na objednávku, výroba na objednávku, montáž na objednávku, výroba na sklad, výroba na sklad v distribuční síti, kusová výroba, sériová výroba, hromadná výroba, výroba typu I, výroba typu V, výroba typu A, plynulá výroba, přerušovaná výroba



Otázky

1. Co je to logistické řízení v průmyslu (průmyslová logistika)?
2. Jaké jsou základní prvky Fordovy hromadné výroby?
3. Z čeho plyne výhoda hromadné výroby pro logistiku a ekonomiku výroby?
4. Co je to trh výrobce a co trh zákazníka?
5. Jaké jsou hlavní rozdíly mezi trhem výrobce a trhem zákazníka z pohledu výrobců a zákazníků?
6. Proč se věnuje logistickému řízení v průmyslových podnicích stále větší pozornost?
7. Jaké znáte koncepce a systémy uváděné pod hlavičkou systémů pro plánování a řízení výroby?
8. Jak lze kategorizovat dnes aplikovaná logistická řešení?
9. Jak se změnila podmínky průmyslových výrobců střední a východní Evropy po přechodu z centrálně řízené ekonomiky na tržní ekonomiku?
10. Které logistické koncepce a systémy se dnes nejčastěji aplikují v našich podnicích?
11. Jaké jsou základní kritéria klasifikace výrob z pohledu logistiky?
12. Co je to bod rozpojení materiálového toku objednávkou zákazníka?
13. Jaký systém řízení materiálového toku se využívá od bodu rozpojení směrem k zákazníkům?
14. Jaký systém řízení se využívá od bodu rozpojení k dodavatelům?
15. Jaký systém řízení je aplikován v bodu rozpojení?
16. Co jsou to volné zásoby a kde je lze nalézt?
17. Jaké mohou být základní polohy bodu rozpojení v průmyslových podnicích a řetězcích?
18. Co je to nákup materiálů a výroba na objednávku a ve kterých odvětvích se tento typ výroby vyskytuje?
19. Obdobně charakterizujte výrobu na objednávku, montáž na objednávku, výrobu na sklad a výrobu v distribuční síti.
20. Jaký je vliv přesunu bodu rozpojení směrem k zákazníkům na logistiku (úroveň logistických služeb, logistické náklady a charakter podnikatelského rizika)?
21. Jak se v logistickém řízení projeví přesun bodu rozpojení ve směru k dodavatelům?
22. Jaké typy výrob rozlišujeme z hlediska opakovatelnosti?
23. Čím je charakteristická kusová výroba, ve kterých odvětvích je uplatňována?
24. Obdobně odpovězte pro výrobu sériovou a hromadnou.
25. Jak kusová, sériová a hromadná výroba ovlivňuje logistiku?
26. Jak se člení typy výrob z hlediska průběhu materiálových toků?
27. Čím se vyznačuje výroba typu I a ve kterých odvětvích ji lze nalézt?
28. Obdobně odpovězte pro výrobu typu V a A.
29. Jaký je vliv výroby typu I, V a A na logistiku?
30. Které typy výrob rozeznáváme z hlediska plynulosti výrobního procesu?
31. Jaký je rozdíl mezi plynulou a přerušovanou výrobou a ve kterých odvětvích se s nimi setkáváme?
32. Jak plynulá a přerušovaná výroba ovlivňuje logistiku?



Literatura

[1] JIRÁSEK, J. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada Publishing, 1998.

- [2] GEORGANO, G. N. *Cars: Early and Vintage, 1886–1930*. Londýn : Grange-Universal, 1985.
- [3] BAZALA et al. *Logistika v praxi*. Praha: Verlag Dashöfer, 2008.
- [4] PERNICA, P. *Logistika pro 21. století*. Praha: Radix, 2005.

3. SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ ZÁSOB



Čas ke studiu: 7 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- klasifikovat systémy (metody) pro řízení zásob,
- vysvětlit faktory ovlivňující řízení zásob a jejich vzájemné vazby,
- specifikovat jednotlivé složky nákladů pro udržování zásob a nákladů na objednávání,
- vypočítat ekonomické objednávací množství, tj. optimální množství, které by měl podnik objednávat,
- stanovit výši pojistné zásoby,
- aplikovat základní systémy pro řízení zásob,
- vybrat vhodné systémy pro řízení zásob různých materiálových položek.



Výklad

Z celé řady systémů (matematických metod) pro řízení zásob našly v praxi největší uplatnění:

- metoda stálé velikosti objednávky (fixed order-quantity method),
- metoda stálého cyklu objednávání (fixed order-period method).

Jejich popularita vychází ze skutečnosti, že pomáhají úspěšně řídit zásoby pravidelně nakupovaných materiálových položek, tj. poměrně velkého množství všech podnikových zásob. Konkrétně jde o položky s relativně stabilní avšak stochastickou (náhodnou) spotřebou.

Východiskem pro práci obou metod je tzv. model ekonomického objednávacího množství (model EOQ), který bude blíže vysvětlen v následující části.

3.1. Model ekonomického objednávacího množství

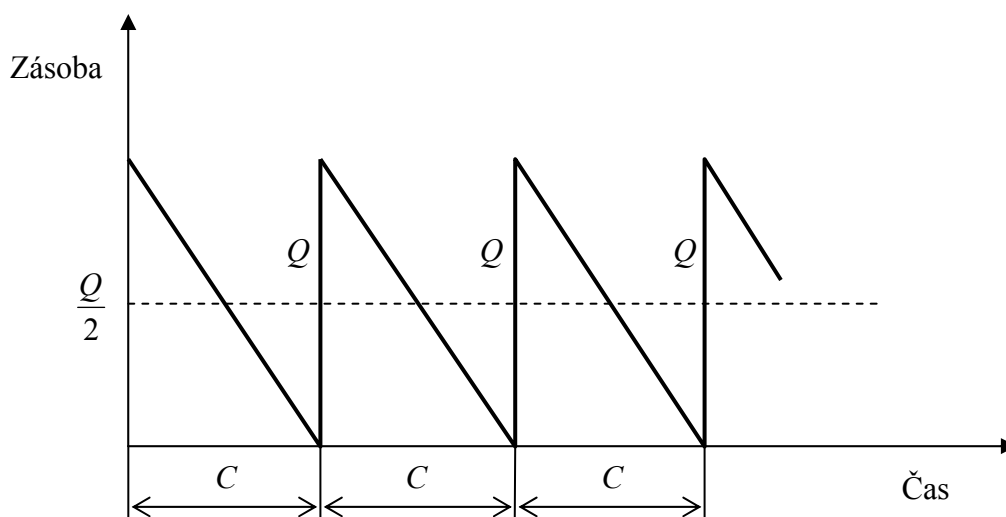
Model EOQ (economic order quantity model) byl vytvořen F. W. Harrisem v roce 1915. Výstupem modelu je vztah pro výpočet ekonomicky optimální velikosti objednávky. Protože byl tento vztah propagován a zaváděn R. H. Wilsonem, je dnes nejčastěji označován jako Harrisův-Wilsonův vzorec [1].

Model EOQ je založen na značném množství zjednodušujících předpokladů [2]:

- Nepřetržitá, konstantní a známá výše poptávky (spotřeby).
- Konstantní a známý cyklus realizace objednávky (čas od chvíle, kdy výrobce vystaví objednávku až do momentu, kdy obdrží dodávku).

- Úplné uspokojení poptávky – díky předcházejícím předpokladům je možné bez problémů stanovit okamžik pro doplnění zásob a vyloučit tak možnost jejich vyčerpání.
- Stálé nákupní ceny nezávislé na velikosti objednávky nebo času realizace objednávky.
- Stálé přepravní náklady nezávislé na velikosti objednávky nebo času realizace objednávky.
- Neexistence zásob na cestě, tj. zásob, které nejsou dostupné, dokud nedorazí do místa určení.
- Zásoba zahrnuje pouze jeden výrobek nebo mezi výrobky neexistují vzájemné vazby.
- Neomezený plánovací horizont.
- Neomezená dostupnost kapitálu.

Při respektování uvedených předpokladů je možné objednávat vždy stálé objednávací množství Q , které je doplňováno v pravidelných objednacích cyklech C . Uvedená situace je zobrazena na obrázku 3.1. Z obrázku je rovněž patrné, že délka cyklu doplňování zásob odpovídá době, za kterou je postupně zásoba vyčerpána a průměrná výše zásoby je rovna polovině objednávacího množství, tj. $\frac{Q}{2}$.



Obr. 3.1 Průběh doplňování a spotřeby zásob v modelu EOQ

K odvození Harrisova-Wilsonova vzorce model uvažuje dvě základní položky nákladů:

- náklady na udržování zásob N_u ,
- náklady na objednávání N_o .

Náklady na udržování zásob zahrnují zejména [3]:

- Náklady z vázanosti kapitálu v zásobách – jde o velikost zisku, který by kapitál vázaný v zásobách mohl přinést, kdyby jej podnik investoval jiným způsobem.
- Náklady na udržování skladu – zahrnují všechny náklady spojené s provozováním skladu a s evidencí zásob (odpisy budov, skladovacích a manipulačních zařízení,

výpočetní techniky, mzdy pracovníků, energie, údržba a opravy apod. nebo výše nájmu anebo poplatků v případě externího skladu).

- Náklady na pojištění zásob a skladových prostor.
- Náklady z rizika – vyjadřují nebezpečí budoucí neprodejnosti nebo nepoužitelnosti zásob, a to jak z důvodu jejich fyzického opotřebení nebo znehodnocení (např. riziko zkažení potravin), tak morálního opotřebení (např. riziko změny vkusu zákazníků).

Pro účely stanovení ekonomického objednáčného množství je však nutné vyloučit všechny položky nákladů, které se nemění se změnou velikosti udržované zásoby. Po stanovení a sumarizaci zbývajících částí nákladů se provádí jejich vyjádření v podobě ročních nákladů na udržování jednotky zásob n_u nebo jako určitého podílu π z hodnoty jednotky zásob h :

$$n_u = \pi \cdot h \quad (1)$$

Pokud bude například cena hotového výrobku $h = 1\,000$ €/ks a udržování jednoho kusu výrobku v zásobách po dobu jednoho roku bude stát $n_u = 250$ €, budou náklady na udržování zásob rovny $\pi = 25\%$ hodnoty jednoho kusu.

Vzhledem k tomu, že průměrná roční výše zásoby je při splnění předpokladů modelu rovna polovině objednáčného množství, jsou roční náklady na udržování zásob rovny:

$$N_u = n_u \frac{Q}{2} = \pi \cdot h \frac{Q}{2} \quad (2)$$

Náklady na objednávání zahrnují náklady související se sledováním průběhu čerpání zásob, zpracováním, vystavením a doručením objednávky, dopravou (v případě, že není součástí ceny), přijetím, kontrolou a uskladněním dodávky a fakturací. Pro další optimalizační propočty je však nutné vyloučit tu část uvedených nákladů, která se nemění se změnou počtu realizovaných objednávek. Po stanovení a sumarizaci zbývajících nákladů se provádí jejich vyjádření v podobě nákladů na realizaci jedné objednávky n_o . Pokud budou například celkové roční náklady na objednávání 200 tis. € a podnik bude v průběhu roku realizovat 2 000 objednávek, budou náklady na realizaci jedné objednávky $n_o = 100$ €.

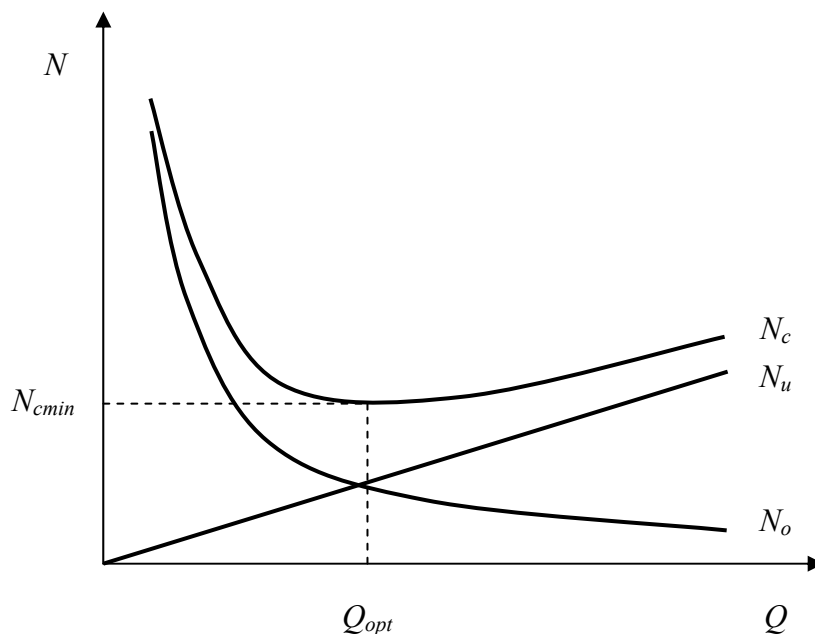
Jestliže bude roční velikost spotřeby zásob ve výši P jednotek a množství v jedné objednávce Q jednotek, bude počet realizovaných objednávek za rok roven $\frac{P}{Q}$ a roční náklady na objednávání:

$$N_o = n_o \frac{P}{Q} \quad (3)$$

S růstem velikosti objednáčného množství se zvětšuje průměrná výše zásob a současně také náklady na jejich udržování. Na druhé straně však klesá počet realizovaných objednávek a tedy i náklady na objednávání. Konečné rozhodnutí o velikosti ekonomického (optimálního) objednáčného množství Q_{opt} je založeno na minimalizaci celkových nákladů N_c :

$$N_c = N_u + N_o = n_u \frac{Q}{2} + n_o \frac{P}{Q} = \pi \cdot h \frac{Q}{2} + n_o \frac{P}{Q} \quad (4)$$

Uvedená situace je zobrazena na obrázku 3.2.



Obr. 3.2 Závislost sledovaných nákladů na velikosti objednávkového množství

Z matematického hlediska lze ekonomické objednávkové množství stanovit anulováním první derivace nákladové funkce (4):

$$\frac{\pi \cdot h}{2} - \frac{n_o \cdot P}{Q^2} = 0 \quad (5)$$

Vyčíslením proměnné Q lze získat Harrisův-Wilsonův vzorec:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot n_o}{n_u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot n_o}{\pi \cdot h}} \quad (6)$$

kde

Q_{opt} – ekonomické objednávkové množství

P – roční velikost spotřeby zásob

n_o – náklady na realizaci jedné objednávky

π – podíl ročních nákladů na udržování jednotky zásob na hodnotě jednotky zásob

h – hodnota jednotky zásob

$n_u = \pi \cdot h$ – roční náklady na udržování jednotky zásob

Celkové minimální náklady N_{min} související s objednáváním ekonomického objednáčím množství Q_{opt} pak lze stanovit ze vztahu:

$$N_{min} = n_u \frac{Q_{opt}}{2} + n_o \frac{P}{Q_{opt}} = \pi \cdot h \frac{Q_{opt}}{2} + n_o \frac{P}{Q_{opt}} \quad (7)$$



Řešený příklad

Podnik nakupuje polotovary, jehož jednotková cena je $h = 1\,000$ €. Z očekávané poptávky po hotových výrobcích byla odvozena roční spotřeba polotovaru ve výši $P = 142\,350$ ks. Denní spotřeba kolísá pouze minimálně, a tedy může být považována za konstantní. Dosud firma objednávala polotovary 51 krát za rok s množstvím $Q = 2\,778$ ks v jedné objednávce. K realizaci dodávky je využíván dopravce, který si účtuje 2 000 € za jednu přepravu. K výkyvům v cyklu realizace objednávky nedochází. Nakoupený polotovar je skladován v externím skladě, kde roční nájemné činí 210 tis. € a osobní náklady skladníka představují 126 tis. €/rok. Část osobních nákladů jednoho administrativního pracovníka, která je přímo spojená se zpracováním objednávek a přijímáním dodávek byla stanovena na 84 tis. €/rok. Pokud by byly prostředky vázané v zásobách investovány jinak, přinesly by zhodnocení ve výši 14 %. Vedení podniku chce stanovit výši úspor v případě, že bude optimalizovat dosavadní způsob objednávání pomocí aplikace modelu EOQ.

□ Současný způsob řízení zásob:

Roční náklady na udržování zásob = pronájem skladu + osobní náklady skladníka + roční náklady z vázanosti kapitálu v zásobách = $210 + 126 + 1000 \cdot 0,14 \frac{2778}{2} \cong 530$ tis. €.

Roční náklady na objednávání = osobní náklady administrativního pracovníka + přepravní náklady v případě 51 realizovaných objednávek = $84 + 2000 \cdot 51 = 186$ tis. €.

Celkové roční náklady na řízení zásob stávajícím způsobem = roční náklady na udržování zásob + roční náklady na objednávání $\cong 716$ tis. €.

□ Řízení zásob pomocí modelu EOQ:

Pro stanovení ekonomického objednáčím množství je nutné v první řadě vyloučit všechny položky nákladů, které nezávisí na velikosti objednáčím množství (tj. v případě nákladů na udržování zásob na výši zásob a v případě nákladů na objednávání na počtu realizovaných objednávek). Takovými náklady jsou v naší situaci náklady na pronájem skladu, osobní náklady skladníka a osobní náklady administrativního pracovníka.

Pak nabývají jednotlivé proměnné Harrisova-Wilsonova vzorce následujících hodnot:

$P = 142\,350$ ks/rok

$n_u = 0,14 \cdot 1000 = 140$ €/ks (upravené roční náklady na udržování jednotky zásob zahrnují pouze náklady z vázanosti kapitálu v zásobách)

$n_o = 2\,000$ €/objednávku (upravené náklady na realizaci jedné objednávky zahrnují pouze náklady na realizaci přepravy jedné objednávky)

Na základě uvedených údajů lze stanovit dle vztahu (6) velikost ekonomického objednáčích množství:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot n_o}{n_u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 142350 \cdot 2000}{140}} \cong 2017 \text{ ks/objednávku}$$

Bude-li podnik objednávat v jedné objednávce 2 017 ks polotovaru namísto původních 2 778 ks, povede to ke:

- snížení průměrné zásoby z $\frac{2778}{2} = 1389$ ks na $\frac{2017}{2} = 1008,5$ ks a tedy ke snížení ročních nákladů z vázanosti kapitálu v zásobách ze $140 \cdot 1389 \cong 194$ tis. € na $140 \cdot 1008,5 \cong 141$ tis. €,
- zvýšení počtu objednávek z 51 na $\frac{142350}{2017} = 70,56$ za rok, čímž se zvýší roční náklady přepravy z původních $2000 \cdot 51 = 102$ tis. € na $2000 \cdot 70,56 \cong 141$ tis. €.

Celkové roční náklady na řízení zásob navrženým způsobem pak budou $[(210 + 126 + 141) + (84 + 141)] = 702$ tis. €, což představuje roční úsporu ve výši 14 tis. €.

Velikost úspory lze stanovit také pomocí vztahu (4):

- stávající způsob: $N_{c1} = n_u \frac{Q}{2} + n_o \frac{P}{Q} = 140 \frac{2778}{2} + 2000 \frac{142350}{2778} \cong 297$ tis. €/rok,
- navrhovaný způsob:

$$N_{cmin} = n_u \frac{Q_{opt}}{2} + n_o \frac{P}{Q_{opt}} = 140 \frac{2017}{2} + 2000 \frac{142350}{2017} \cong 282$$
 tis. €/rok,
- výše úspory: $297 - 282 = 15$ tis. € /rok (rozdíl je způsoben zaokrouhlováním).

Vzhledem k velkému počtu zjednodušujících předpokladů základního modelu EOQ byly postupně vytvářeny jeho modifikované verze, přibližující základní model reálným podmínkám praxe. Jako příklad lze uvést model zohledňující množstevní slevy.

Základní model EOQ vychází z předpokladu konstantních cen nezávislých na objednacím množství. V praxi je však obvyklé, že dodavatel při odběru větších množství nabízí cenové rabaty, a to zpravidla v několika cenových pásmech. Je zřejmé, že pokud podnik zvolí vyšší objednáčích množství než ekonomické (optimální), povede to ke zvýšení celkových nákladů. V některých případech však mohou být nabízené slevy vyšší než uvedený přírůstek.

Pak je potřeba, aby model EOQ, kromě ročních nákladů na udržování zásob N_u a ročních nákladů na objednávání N_o , zohledňoval také roční hodnotu nákupu za cenu v i -tém cenovém pásmu N_{hi} . Celkové uvažované náklady pro i -té cenové pásmo N_{ci} pak budou [4]:

$$N_{ci} = N_u + N_o + N_{hi} = \pi \cdot c_i \frac{Q}{2} + n_o \frac{P}{Q} + c_i \cdot P \quad (8)$$

kde

Q – objednáací množství

P – roční velikost spotřeby zásob

n_o – náklady na realizaci jedné objednávky

π – podíl ročních nákladů na udržování jednotky zásob na ceně jednotky zásob

c_i – cena v i -tém cenovém pásmu

Při stanovení ekonomického objednáacího množství zohledňujícího množstevní slevy se postupuje následujícím způsobem [3]:

- Pomocí Harrisova-Wilsonova vzorce se pro cenu ze základního cenového pásma (c_1) vypočte hodnota Q_{opt}^1 :

$$Q_{opt}^1 = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot n_o}{\pi \cdot c_1}} \quad (9)$$

- Proveďte se porovnání získané hodnoty Q_{opt}^1 s množstvím v jednotlivých cenových pásmech:
 - Pokud Q_{opt}^1 bude větší než dolní hranice množství v posledním cenovém pásmu (s nejvyšší slevou), bude velikost ekonomického objednáacího množství rovna hodnotě Q_{opt}^* , která se stanoví dosazením odpovídající ceny do Harrisova-Wilsonova vzorce.
 - V opačném případě se provede výpočet Q_{opt}^* pro cenové pásmo, do kterého padlo Q_{opt}^1 (pokud nejde o základní pásmo, kde $Q_{opt}^* = Q_{opt}^1$). Následně se vypočtou celkové uvažované náklady N_{ci} pro Q_{opt}^* a dolní hranice cenových pásem umístěných nad tímto pásmem. Velikost Q , která zajistí minimální hodnotu N_{ci} pak bude velikostí ekonomického objednáacího množství.



Řešený příklad

Podnik nakupuje materiál, u kterého očekává roční spotřebu ve výši $P = 2\,800$ ks. Dodavatel prodává toto zboží za základní cenu $c_1 = 600$ €. Při odběru větších množství pak nabízí slevy uvedené v tabulce 3.1.

Cenové pásmo	Objednáací množství (ks)	Rabat (%)	Nákupní cena (€)
1	1 – 50	–	600
2	51 – 200	3	582
3	201 – 500	4	576
4	501 a výše	5	570

Tab. 3.1 Množstevní slevy dodavatele

Náklady na realizaci jedné objednávky činí cca $n_o = 800$ €. Roční náklady na udržování jednotky zásob byly odhadnuty na $\pi = 20\%$ z nákupní ceny materiálu. Firma chce stanovit velikost ekonomického objednáacího množství.

Při základní ceně $c_1 = 600$ € je Q_{opt}^1 dle vztahu (9) rovno:

$$Q_{opt}^1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2800 \cdot 800}{0,2 \cdot 600}} = 193 \text{ ks}$$

Vzhledem k tomu, že Q_{opt}^1 padlo do druhého cenového pásma, vypočte se Q_{opt}^* pro cenu $c_2 = 582$ €:

$$Q_{opt}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 2800 \cdot 800}{0,2 \cdot 582}} = 196 \text{ ks}$$

Aplikací vztahu (8) lze stanovit hodnoty N_{ci} pro Q_{opt}^* a dolní hranice třetího a čtvrtého cenového pásma:

$$N_{c2} = 0,2 \cdot 582 \frac{196}{2} + 800 \frac{2800}{196} + 582 \cdot 2800 = 1652436 \text{ €}$$

$$N_{c3} = 0,2 \cdot 576 \frac{201}{2} + 800 \frac{2800}{201} + 576 \cdot 2800 = 1635522 \text{ €}$$

$$N_{c4} = 0,2 \cdot 570 \frac{501}{2} + 800 \frac{2800}{501} + 570 \cdot 2800 = 1629028 \text{ €}$$

Při stávajících cenových rabatech bude pro podnik ekonomicky nejvýhodnější nakupovat objednáací množství ve výši 501 ks.

3.2. Metoda stálé velikosti objednávky

Zatímco model EOQ předpokládá nepřetržitou, konstantní a známou výši spotřeby a konstantní a známý cyklus realizace objednávky, systémy pro řízení zásob již zohledňují náhodný charakter uvedených proměnných.

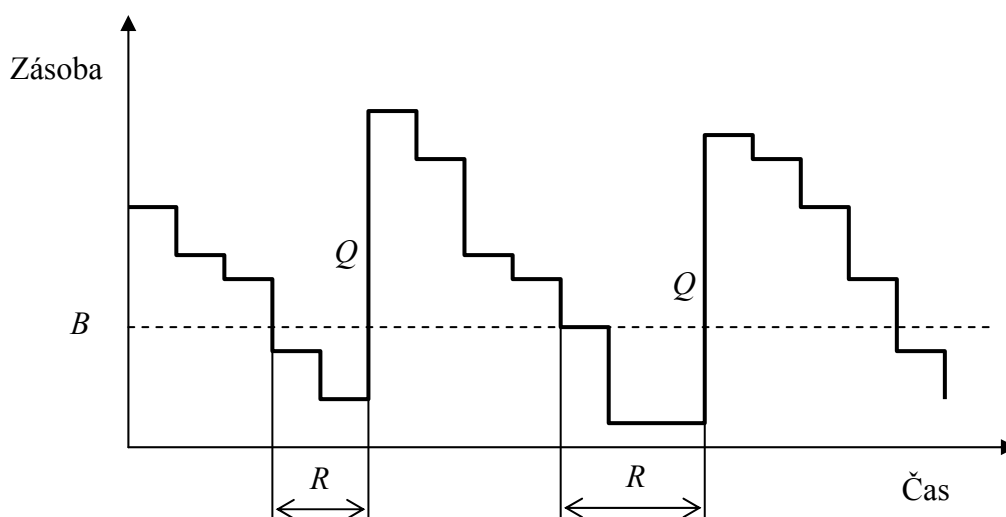
Neočekávané zvýšení spotřeby anebo prodloužení cyklu realizace objednávky by v případě aplikace model EOQ způsobilo vyčerpání a vznik nedostatku zásoby. Ten může pro podnik znamenat ztráty související z přerušením výroby, ušlý zisk za nerealizovaný obchod, penále za pozdě dodané zboží, zhoršení jména a pověsti nebo dokonce ztrátu zákazníka. K omezení rizika vzniku nedostatku zásoby využívají systémy pro řízení zásob tzv. pojistnou zásobu *PZ*.

Jak již název napovídá, je metoda stálé velikosti objednávky založena na objednávání stálého množství produktů. Jakmile je toto množství určeno, objednává se v každém objednacím cyklu. Rozdílný průběh spotřeby po dané položce většinou způsobí, že se doba mezi vystavením jednotlivých objednávek liší (objednací cyklus je odlišný). Z tohoto důvodu je při použití uvedeného systému nutné stanovit určité minimální množství zásoby, které bude signalizovat potřebu vystavení další objednávky. Ve chvíli, kdy dosáhne úroveň zásob tohoto bodu, bude nutné objednat stálou velikost objednávky.

Metoda stálé velikosti objednávky tedy pracuje s následujícími parametry pro řízení zásob:

- stálou velikostí objednávky Q ,
- velikostí signální zásoby B .

Výše signální zásoby bude záviset na cyklu realizace objednávky R a očekávané denní spotřebě D . Signální zásobu tak lze přirovnat k množství benzínu, při kterém řidič automobilu provede natankování. Vždy zvažuje předpokládanou vzdálenost k čerpací stanici a výši spotřeby benzínu. Řízení zásob pomocí metody stálé velikosti objednávky je uvedeno na obrázku 3.3.



Obr. 3.3 Průběh doplňování a spotřeby zásob v metodě stálé velikosti objednávky [3]



Animace č. 4: Metoda stálé velikosti objednávky

Animace představuje způsob řízení zásob pomocí metody stálé velikosti objednávky. V počáteční fázi jsou identifikovány požadované vstupní proměnné a definovány normy pro řízení zásob. Na konkrétních údajích je pak ilustrován

průběh aplikace uvedené metody.

Ke stanovení stálé velikosti objednávky se využívá model EOQ a Harrisův-Wilsonův vzorec (6), tzn. $Q = Q_{opt}$. Vztah pro stanovení velikosti signální zásoby má následující podobu [1]:

$$B = \bar{D} \cdot \bar{R} + PZ \quad (14)$$

kde

\bar{R} – průměrná délka cyklu realizace objednávky

\bar{D} – průměrná denní velikost spotřeby zásob

PZ – pojistná zásoba

Výraz $\bar{D} \cdot \bar{R}$ vyjadřuje průměrnou výši spotřeby v průběhu cyklu realizace objednávky.

Ke stanovení výše pojistné zásoby lze využít postupy:

- intuitivní – v praxi se často volí velmi jednoduché způsoby stanovení výše pojistné zásoby, např. jako polovina objednáčích množství,
- statistické,
- simulační.

V následujícím textu bude ke stanovení pojistné zásoby použit statistický postup. Odborná literatura doporučuje poměrně velké množství vztahů pro výpočet pojistné zásoby založených na statistických postupech. Příkladem může být následující vzorec [5]:

$$PZ = k \cdot \sigma_{DR} \quad (15)$$

kde

σ_{DR} – směrodatná odchylka spotřeby v průběhu cyklu realizace objednávky

k – koeficient zajištění

Směrodatnou odchylku spotřeby v průběhu cyklu realizace objednávky σ_{DR} lze stanovit na základě vztahu [2], [6]:

$$\sigma_{DR} = \sqrt{\bar{R} \cdot (\sigma_D)^2 + \bar{D}^2 \cdot (\sigma_R)^2} \quad (16)$$

kde

\bar{R} – průměrná délka cyklu realizace objednávky

σ_D – směrodatná odchylka denní spotřeby

\bar{D} – průměrná denní spotřeba

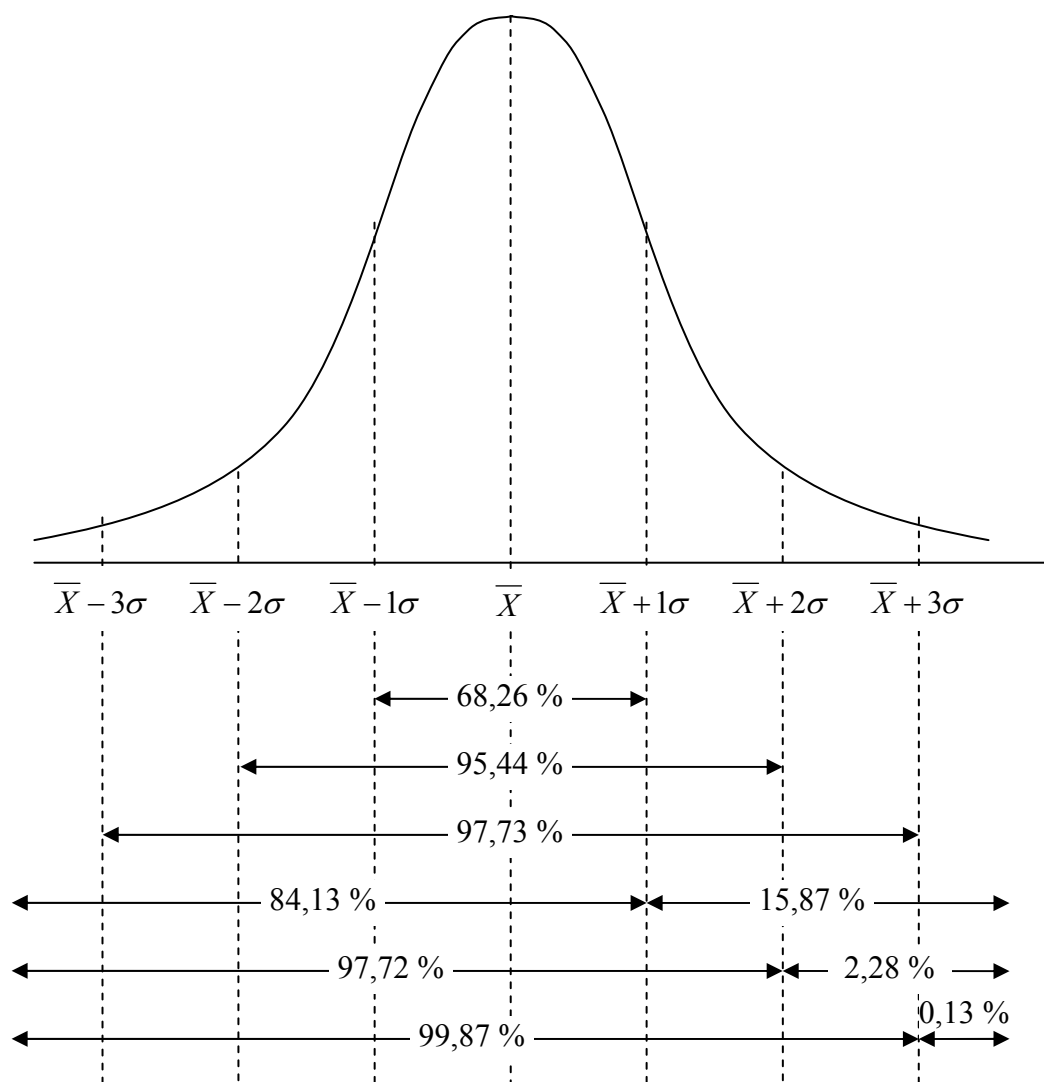
σ_R – směrodatná odchylka cyklu realizace objednávky

Koeficient zajištění k se používá ke zohlednění požadované úrovně služeb. Úroveň služeb vyjadřuje procento případů, kdy nedojde ke vzniku nedostatku zásoby. Jde o pravděpodobnost toho, že velikost spotřeby v průběhu cyklu realizace objednávky nebude vyšší, než

disponibilní zásoba. Čím větší je úroveň služeb, tím vyšší je požadovaná pojistná zásoba a s ní spojené náklady na udržování zásob, ale tím menší je možnost vzniku nedostatku zásoby a jeho dopadů. Stoprocentní úroveň služeb pak znamená, že je pravděpodobnost vzniku nedostatku zásoby nulová a veškerá spotřeba bude uspokojena.

Udržování pojistné zásoby v takové výši, která by zamezila vzniku nedostatku zásoby ve všech případech by však bylo příliš nákladné. Dopady nedostatku, který se vyskytne jednou za rok, mohou být mnohem menší než náklady na celoroční udržování dodatečné zásoby. Z tohoto důvodu je v praxi obvyklé, že se firma rozhodne udržovat pojistnou zásobu, která ji ochrání ne ve všech případech, ale například v 90% všech případů. Vzhledem k tomu, že je přesné finanční vyjádření dopadů nedostatku zásob poměrně obtížné, je v praxi stanovení konkrétní výše úrovně služeb zpravidla definováno v rámci politiky firmy.

V praxi se pro zjednodušení předpokládá, že se směrodatná odchylka spotřeby v průběhu cyklu realizace objednávky řídí normálním rozdělením pravděpodobnosti. Základní vlastnosti normálního rozdělení ilustruje obrázek 3.4.



Obr. 3.4 Normální rozdělení pravděpodobnosti [2]

Normální rozdělení je symetrické podle průměru (\bar{X}). Přibližně 68,26 % oblasti pod křivkou leží ve vzdálenosti ± 1 směrodatné odchylky od průměru ($\pm 1\sigma$), 95,44 % ve vzdálenosti $\pm 2\sigma$ a 99,73 % ve vzdálenosti $\pm 3\sigma$. Pro potřeby stanovení úrovně služeb je možné tyto údaje interpretovat tak, že velikost spotřeby v průběhu cyklu realizace objednávky bude v 68,26 % případů v rozmezí $\bar{D} \cdot \bar{R} \pm 1\sigma_{DR}$. Pojistná zásoba ve výši $1\sigma_{DR}$ tak ochrání podnik v 68,26 % případů. Při stanovení pojistné zásoby se však berou v úvahu pouze případy, které přesahují průměrnou spotřebu v průběhu cyklu realizace objednávky, tj. případy snižující disponibilní zásobu, kterých je přibližně 50 %. Proto pojistná zásoba stanovená na úrovni $1\sigma_{DR}$ ve skutečnosti zajišťuje $68,26 + \frac{100 - 68,26}{2} = 84,13$ % úroveň služeb. Obdobně, pojistná zásoba ve výši $2\sigma_{DR}$ zamezí vzniku nedostatku zásoby v 97,72 % případů a $3\sigma_{DR}$ v 99,87 % (viz obr. 3.4).

Koeficient zajištění k je tedy definován jako příslušný kvantil distribuční funkce normálního rozdělení. Jeho hodnotu je možné vyhledat v tabulkách běžně uváděných ve statistické literatuře nebo pomocí statistického softwaru. Vybrané hodnoty koeficientu zajištění a jim odpovídající úroveň služeb pro normální rozdělení pravděpodobnosti jsou uvedeny v tabulce 3.2. Z této tabulky je patrné, že pokud má být zajištěna např. 90 % úroveň služeb (90% uspokojení spotřeby) bude $k = 1,282$.

Koeficient zajištění k	Úroveň služeb (%)	Riziko nedostatku zásoby (%)
1,036	85	15
1,080	86	14
1,126	87	13
1,175	88	12
1,227	89	11
1,282	90	10
1,341	91	9
1,405	92	8
1,476	93	7
1,555	94	6
1,645	95	5
1,751	96	4
1,881	97	3
2,054	98	2
2,326	99	1

Tab. 3.2 Vybrané hodnoty koeficientu zajištění a jim odpovídající úroveň služeb



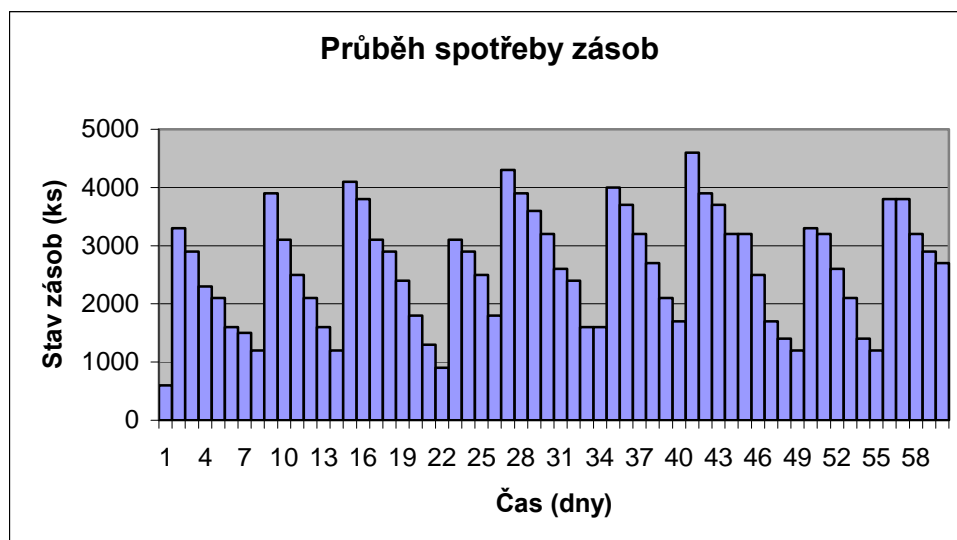
Řešený příklad

Podnik nakupuje polotovary, jehož jednotková cena je $h = 1\,000$ €. Současný způsob doplňování zásob je založen na objednávání 2 500 nebo 3 000 ks polotovaru podle aktuálního stavu zásob v době vystavování objednávky. K dispozici jsou údaje o doplňování zásob a

denní spotřebě za poslední dva měsíce, které jsou uvedeny v tabulce 3.3 a graficky znázorněny na obrázku 3.5. Z této tabulky je patrné, že denní spotřeba vykazuje poměrně pravidelný průběh, přičemž kolísá v rozmezí 0 až 800 ks a cyklus realizace objednávky kolísá v rozmezí 2 až 4 dnů. Náklady na realizaci jedné objednávky byly vyčísleny na $n_o = 2\,000$ €. Roční náklady na udržování jednotky zásob jsou odhadovány ve výši $\pi = 14\%$ hodnoty polotovaru. Vedení podniku chce stanovit výši úspor v případě, že bude optimalizovat dosavadní způsob objednávání pomocí aplikace metody stálé velikosti objednávky. Nový způsob objednávání musí zajistit 95 % pokrytí spotřeby (úroveň služeb).

Den	Objednávka	Dodávka	Spotřeba	Zásoba	Den	Objednávka	Dodávka	Spotřeba	Zásoba
0	3000			1100					
1			500	600	31			600	2600
2		3000	300	3300	32	2500		200	2400
3			400	2900	33			800	1600
4			600	2300	34			0	1600
5	3000		200	2100	35		2500	100	4000
6			500	1600	36			300	3700
7			100	1500	37			500	3200
8			300	1200	38			500	2700
9		3000	300	3900	39	3000		600	2100
10			800	3100	40			400	1700
11			600	2500	41		3000	100	4600
12	3000		400	2100	42			700	3900
13			500	1600	43			200	3700
14			400	1200	44			500	3200
15		3000	100	4100	45			0	3200
16			300	3800	46	2500		700	2500
17			700	3100	47			800	1700
18			200	2900	48			300	1400
19	2500		500	2400	49			200	1200
20			600	1800	50		2500	400	3300
21			500	1300	51			100	3200
22			400	900	52			600	2600
23		2500	300	3100	53	3000		500	2100
24			200	2900	54			700	1400
25	2500		400	2500	55			200	1200
26			700	1800	56		3000	400	3800
27		2500	0	4300	57			0	3800
28			400	3900	58			600	3200
29			300	3600	59			300	2900
30			400	3200	60			200	2700

Tab. 3.3 Průběh doplňování a spotřeby zásob – současný stav



Obr. 3.5 Grafické znázornění průběhu doplňování a spotřeby zásob – současný stav

□ **Současný způsob řízení zásob:**

Z údajů uvedených v tabulce 3.3 je možné vyčíslit průměrnou výši spotřeby \bar{D} a její směrodatnou odchylku σ_D , předpokládanou roční spotřebu P , průměrnou velikost zásob \bar{Z} a její obrátku O , průměrnou délku cyklu realizace objednávky \bar{R} a jeho směrodatnou odchylku σ_R a průměrnou velikost objednávky \bar{Q} :

$$\begin{aligned}\bar{D} &= 390 \text{ ks/den} \\ \sigma_D &= 218 \text{ ks/den} \\ P &= 390 \cdot 365 = 142350 \text{ ks/rok} \\ \bar{Z} &= 2587 \text{ ks/rok} \\ O &= \frac{2587}{390} = 6,6 \text{ dnů} \\ \bar{R} &= 3 \text{ dny} \\ \sigma_R &= 0,9 \text{ dne} \\ \bar{Q} &= 2778 \text{ ks}\end{aligned}$$

Celkové sledované náklady spojené s řízením zásob lze stanovit následujícím způsobem:

$$N_{cl} = \pi \cdot h \cdot \bar{Z} + n_o \frac{P}{Q} = 0,14 \cdot 1000 \cdot 2587 + 2000 \frac{142350}{2778} \cong 465 \text{ tis. €/rok}$$

□ **Řízení zásob pomocí metody stálé velikosti objednávky:**

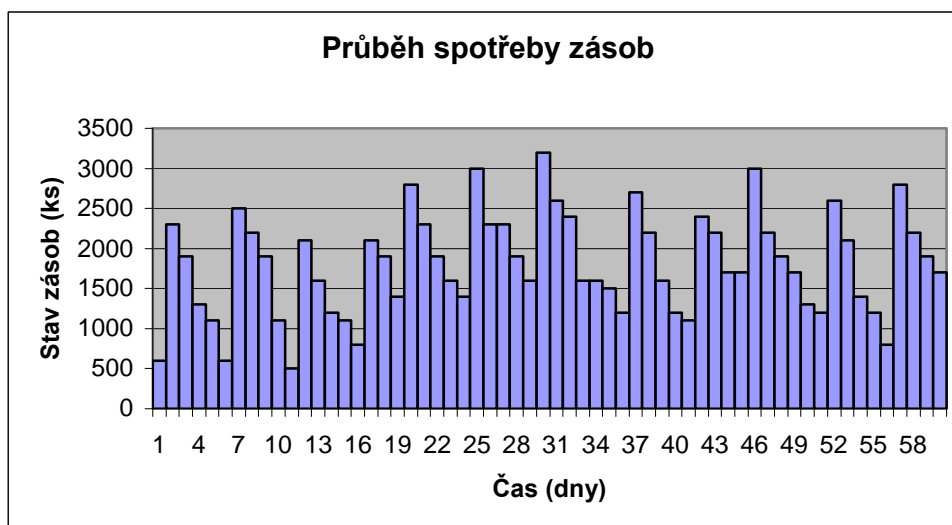
Aplikací vztahů (6), (14), (15) a (16) je možné stanovit nové parametry pro řízení zásob pomocí metody stálé velikosti objednávky:

- *stálá velikost objednávky*: $Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 142350 \cdot 2000}{0,14 \cdot 1000}} \cong 2000$ ks,
- *signální zásoby pro 95 % úroveň služeb (z tabulky 3.2 lze stanovit, že koeficient zajištění bude $k = 1,645$)*: $B = 390 \cdot 3 + 1,645 \cdot \sqrt{3 \cdot 218^2 + 390^2 \cdot 0,9^2} = 2018$ ks.

Nyní je možné přistoupit k simulaci nově navrženého způsobu řízení zásob při využití údajů o denní spotřebě a cyklech realizace objednávky z tabulky 3.3. Výsledkem je průběh doplňování a spotřeby zásob uvedený v tabulce 3.4 a graficky znázorněný na obrázku 3.6.

Den	Objednávka	Dodávka	Spotřeba	Zásoba	Den	Objednávka	Dodávka	Spotřeba	Zásoba
0	2000			1100					
1			500	600	31			600	2600
2		2000	300	2300	32			200	2400
3	2000		400	1900	33	2000		800	1600
4			600	1300	34			0	1600
5			200	1100	35			100	1500
6			500	600	36			300	1200
7		2000	100	2500	37		2000	500	2700
8			300	2200	38			500	2200
9	2000		300	1900	39	2000		600	1600
10			800	1100	40			400	1200
11			600	500	41			100	1100
12		2000	400	2100	42		2000	700	2400
13	2000		500	1600	43			200	2200
14			400	1200	44	2000		500	1700
15			100	1100	45			0	1700
16			300	800	46		2000	700	3000
17		2000	700	2100	47			800	2200
18	2000		200	1900	48	2000		300	1900
19			500	1400	49			200	1700
20		2000	600	2800	50			400	1300
21			500	2300	51			100	1200
22	2000		400	1900	52		2000	600	2600
23			300	1600	53			500	2100
24			200	1400	54	2000		700	1400
25		2000	400	3000	55			200	1200
26			700	2300	56			400	800
27			0	2300	57		2000	0	2800
28	2000		400	1900	58			600	2200
29			300	1600	59	2000		300	1900
30		2000	400	3200	60			200	1700

Tab. 3.4 Průběh doplňování a spotřeby zásob – metoda stálé velikosti objednávky



Obr. 3.6 Grafické znázornění průběhu doplňování a spotřeby zásob – metoda stálé velikosti objednávky

Ze srovnání obrázků 3.5 a 3.6 je jasně patrné výrazné snížení úrovně zásob. Průměrná zásoba poklesla z 2 587 na 1 792 ks, což vedlo ke zkrácení obrátky zásob z 6,6 na 4,6 dnů. Celkové sledované náklady spojené s řízením zásob pak jsou:

$$N_{c2} = 0,14 \cdot 1000 \cdot 1792 + 2000 \frac{142350}{2000} \cong 393 \text{ tis. €/rok}$$

Aplikací metody stálé velikosti objednávky pro řízení zásob uvedeného polotovaru je tedy možné dosáhnout úspory nákladů ve výši cca 72 tis. €/rok.

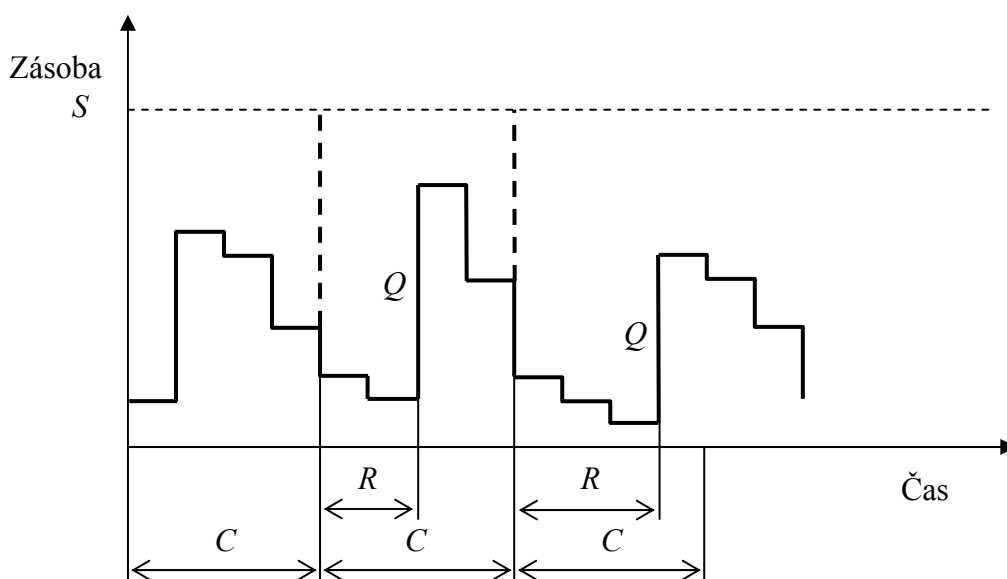
3.3. Metoda stálého cyklu objednávání

Metoda stálého cyklu objednávání vychází ze stejných předpokladů jako metoda stálé velikosti objednávky. Na rozdíl od metody stálé velikosti objednávky, kde se doba mezi jednotlivými objednávkami liší, je však metoda stálého cyklu objednávání založena na vystavování objednávek v pravidelných okamžicích, tj. ve stálých objednacích cyklech. Velikost objednávky je pak stanovována jako rozdíl mezi předem určenou maximální úrovní zásoby a faktickým stavem zásoby na skladě ve chvíli, kdy je objednávka vystavována. Vzhledem k vývoji spotřeby tak bude objednááno v každém objednacím cyklu zpravidla různé množství výrobků.

Metoda stálého cyklu objednávání tedy pracuje s následujícími parametry pro řízení zásob:

- stálým cyklem objednávání C ,
- maximální úrovní zásoby S .

Řízení zásob pomocí metody stálého cyklu objednávání je uvedeno na obrázku 3.7.



Obr. 3.7 Průběh doplňování a spotřeby zásob v metodě stálého cyklu objednávání [3]



Animace č. 5: Metoda stálého cyklu objednávání

Animace představuje způsob řízení zásob pomocí metody stálého cyklu objednávání. V počáteční fázi jsou identifikovány požadované vstupní proměnné a definovány normy pro řízení zásob. Na konkrétních údajích je pak ilustrován průběh aplikace uvedené metody.

Ke stanovení stálého cyklu objednávání lze opět využít model EOQ a Harrisův-Wilsonův vzorec (6). V prvním kroku se provede výpočet ekonomického objednávacího množství Q_{opt} . Z toho se následně odvodí optimální cyklus objednávání. Pokud bude počet objednávek v průběhu roku $\frac{P}{Q_{opt}}$, stanoví se stálý cyklus objednávání C pro 365 dnů v roce takto:

$$C = C_{opt} = \frac{365}{\frac{P}{Q_{opt}}} = \frac{365 \cdot Q_{opt}}{P} \quad (17)$$

Maximální úroveň zásoby je pak stanovována tak, aby byla uspokojena spotřeba v období, které zahrnuje současně optimální cyklus objednávání a cyklus realizace objednávky ($C_{opt} + \bar{R}$). Protože je spotřeba a cyklus realizace objednávky náhodnou veličinou, musí rovněž metoda stálého cyklu objednávání zohledňovat vytvoření pojistné zásoby. Za předpokladu, že bude stanovena dle vztahů (15) a (16) je možné pro výpočet maximální úrovně zásob použít následující vzorec [1]:

$$S = \bar{D} \cdot (C_{opt} + \bar{R}) + k \cdot \sqrt{(C_{opt} + \bar{R}) \cdot (\sigma_D)^2 + \bar{D}^2 \cdot (\sigma_R)^2} \quad (18)$$



Řešený příklad

K ilustraci aplikace metody stálého cyklu objednávání je využito zadání a analýza současného způsobu řízení zásob z příkladu uvedeného v kapitole 3.2. Proto je možné přistoupit přímo k návrhu nového způsobu řízení zásob.

□ **Řízení zásob pomocí metody stálého cyklu objednávání:**

Velikost ekonomického objednáčeho množství byla rovněž stanovena v příkladu kapitoly 3.2. Její výše je $Q_{opt} \cong 2000$ ks. Aplikací vztahů (17) a (18) je možné stanovit nové parametry pro řízení zásob pomocí metody stálého cyklu objednávání:

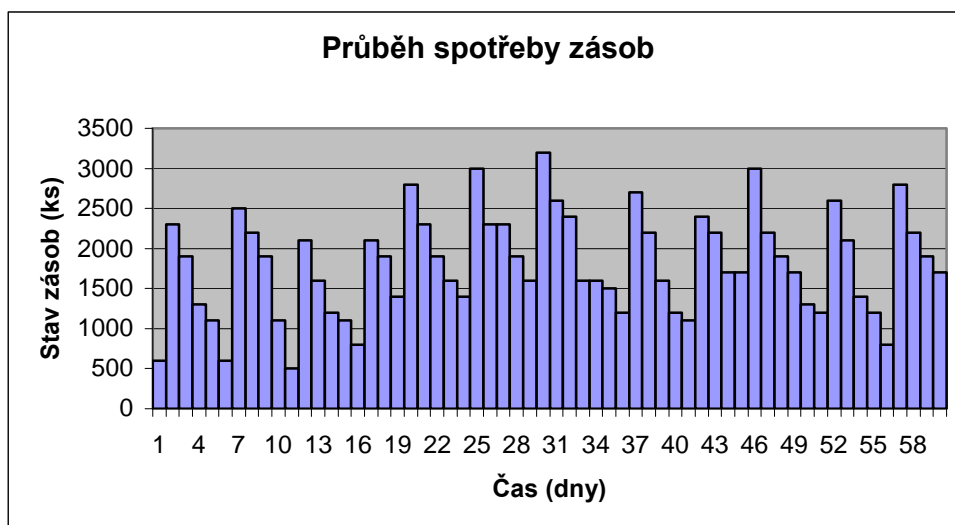
- *stálý cyklus objednávání: $C = \frac{365 \cdot 2000}{142350} \cong 5$ dnů,*
- *maximální úroveň zásoby pro 95 % úroveň služeb ($k = 1,645$):*

$$S = 390 \cdot (5 + 3) + 1,645 \sqrt{(5 + 3) \cdot 218^2 + 390^2 \cdot 0,9^2} \cong 4300 \text{ ks}$$

Výstupy simulace nově navrženého způsobu řízení zásob při využití údajů o denní spotřebě a cyklech realizace objednávky z tabulky 3.3 jsou uvedeny v tabulce 3.5 a graficky znázorněny na obrázku 3.8.

Den	Objednávka	Dodávka	Spotřeba	Zásoba	Den	Objednávka	Dodávka	Spotřeba	Zásoba
0	3200			1100					
1			500	600	31			600	1900
2		3200	300	3500	32		1800	200	3500
3			400	3100	33			800	2700
4			600	2500	34			0	2700
5	2000		200	2300	35	1700		100	2600
6			500	1800	36			300	2300
7			100	1700	37			500	1800
8			300	1400	38			500	1300
9		2000	300	3100	39		1700	600	2400
10	2000		800	2300	40	2300		400	2000
11			600	1700	41			100	1900
12			400	1300	42			700	1200
13		2000	500	2800	43		2300	200	3300
14			400	2400	44			500	2800
15	2000		100	2300	45	1500		0	2800
16			300	2000	46			700	2100
17			700	1300	47		1500	800	2800
18			200	1100	48			300	2500
19		2000	500	2600	49			200	2300
20	2300		600	2000	50	2400		400	1900
21			500	1500	51			100	1800
22		2300	400	3400	52			600	1200
23			300	3100	53			500	700
24			200	2900	54		2400	700	2400
25	1800		400	2500	55	2100		200	2200
26			700	1800	56			400	1800
27			0	1800	57			0	1800
28		1800	400	3200	58		2100	600	3300
29			300	2900	59			300	3000
30	1800		400	2500	60	1500		200	2800

Tab. 3.5 Průběh doplňování a spotřeby zásob – metoda stálého cyklu objednávání



Obr. 3.8 Grafické znázornění průběhu doplňování a spotřeby zásob – metoda stálého cyklu objednávání

I v tomto případě došlo k podstatnému snížení úrovně zásob (viz srovnání obr. 3.5 a 3.8). Průměrná zásoba poklesla z 2 587 na 2 234 ks, což vedlo ke zkrácení obrátky zásob z 6,6 na 5,7 dnů. Za předpokladu stálého cyklu objednávání ve výši 5 dnů je roční počet objednávek roven $\frac{365}{5} = 73$ a celkové sledované náklady spojené s řízením zásob:

$$N_{c3} = 0,14 \cdot 1000 \cdot 2234 + 2000 \cdot 73 \cong 459 \text{ tis. €/rok}$$

Aplikace metody stálého cyklu objednávání pro řízení zásob uvedeného polotovaru pak přinese úsporu nákladů ve výši cca 6 tis. €/rok. V tabulce 3.6 je provedeno srovnání současného způsobu řízení zásob s řízením zásob pomocí metody stálé velikosti objednávky a metody stálého cyklu objednávání.

Proměnná	Současný stav	Metoda stálé velikosti objednávky	Metoda stálého cyklu objednávání
Průměrná výše zásoby (ks)	2 587	1 792	2 234
Celkové sledované náklady (tis. €)	465	393	459
Úspora nákladů (tis. €)	-	72	6

Tab. 3.6 Srovnání současného způsobu řízení zásob s nově navrhovanými způsoby

Ze srovnání je patrné, že výraznější zefektivnění řízení zásob nabízí metoda stálé velikosti objednávky. K aplikaci tohoto přístupu v praxi je však nezbytná průběžná evidence zásob, která je zpravidla spojena s vyšší pracností a dodatečnými náklady (např. na zavedení systému automatické identifikace nebo specializovaného software). Proto je před vlastní volbou metody vhodné provést ABC analýzu zásob, která klasifikuje skladované položky z hlediska prostředků v nich umrtvených. Poté je možné vytvořit způsob řízení zásob založený na

metodě stálé velikosti objednávky pro skupinu A, tj. omezený počet položek s velkou roční hodnotou spotřeby. Pro zbývající položky (velké množství položek s nízkou roční hodnotou) je pak možné využít, z tohoto hlediska méně náročný, přístup založený na metodě stálého cyklu objednávání.

3.4. Dovětek ke kapitole 3.

Předchozí kapitoly byly zaměřeny na řízení zásob v rámci jediného průmyslového podniku. Při řízení zásob v celém dodavatelském řetězci se lze setkat s určitými problémy, které celou situaci dále komplikují. Typickým problémem je tzv. efekt biče (bullwhipeffect). Uvedený efekt spočívá v tom, že se kolísání poptávky v dodavatelském řetězci směrem od konečných zákazníků, přes distribuční články, výrobce až k dodavatelům surovin postupně stále více zvětšuje. To má za následek vytváření zbytečných pojistných zásob podél celého řetězce.

Fungování efektu biče a hledání vhodných řešení lze názorně ilustrovat na tzv. pivní hře. Hlavní princip této hry a ukázkou její sehrávky vysvětlují následující videa.



Video č. 8: Logistická pivní hra - pravidla

Vysvětlení pravidel a cvičná sehrávka pivní hry realizovaná Ing. Petrem Bestou, Ph.D. se studenty předmětu Průmyslová logistika, vyučovaného v rámci oboru Ekonomika a management v průmyslu na Katedře ekonomiky a managementu v metalurgii, Fakultě metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.



Video č. 9: Logistická pivní hra - sehrávka

Ostrá sehrávka pivní hry realizovaná Ing. Petrem Bestou, Ph.D. se studenty předmětu Průmyslová logistika, vyučovaného v rámci oboru Ekonomika a management v průmyslu na Katedře ekonomiky a managementu v metalurgii, Fakultě metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.



Shrnutí pojmů

metoda stálé velikosti objednávky, metoda stálého cyklu objednávání, model ekonomického objednacích množství (model EOQ), Harrisův-Wilsonův vzorec, náklady na udržování zásob, náklady na objednávání, signální zásoba, cyklus (doba) realizace objednávky, pojistná zásoba, koeficient zajištění, cyklus objednávání (objednací cyklus), maximální úroveň zásoby, ABC analýza



Otázky

1. Jaké znáte systémy (metody) pro řízení zásob?
2. K čemu slouží model ekonomického objednáčního množství (EOQ)?
3. Jaké jsou základní zjednodušující předpoklady modelu EOQ?
4. Co je to objednáací cyklus (cyklus objednávání)?
5. Jaké množství a v jakých cyklech je objednááno v modelu EOQ?
6. Jaká je výše průměrné zásoby v modelu EOQ?
7. Které nákladové položky uvažuje model EOQ?
8. Jaké jsou složky nákladů na udržování zásob?
9. Co se zahrnuje do nákladů na objednávání?
10. Co jsou to náklady z vázanosti kapitálu v zásobách?
11. Jaké rozlišujeme náklady z rizika ztráty hodnoty zásob?
12. Které nákladové položky z nákladů na udržování zásob a nákladů na objednávání se zahrnují do výpočtu ekonomického objednáčního množství?
13. Jaký je vztah nákladů na udržování zásob a objednáčního množství?
14. Jaké proměnné vstupují do Harrisova-Wilsonova vzorce?
15. Který zjednodušující předpoklad eliminuje model EOQ zohledňující množstevní slevy?
16. Které náklady uvažuje model EOQ zohledňující množstevní slevy?
17. Které zjednodušující předpoklady modelu EOQ odstraňují metoda stálé velikosti objednávky a metoda stálého cyklu objednávání?
18. Které vstupní proměnné využívají metoda stálé velikosti objednávky a metody stálého cyklu objednávání?
19. Co je to cyklus (doba) realizace objednávky?
20. K čemu slouží pojistná zásoba?
21. Jaký je základní princip metody stálé velikosti objednávky?
22. Které parametry využívá metoda stálé velikosti objednávky k řízení zásob?
23. Co je to signální zásoba?
24. Na čem závisí výše signální zásoby?
25. Co vyjadřuje koeficient zajištění využívaný při výpočtu výše pojistné zásoby statistickým postupem?
26. Jaký je vztah mezi úrovní logistických služeb a logistických nákladů a výší pojistné zásoby?
27. Jaká výše pojistné zásoby je podniky v praxi volena?
28. Jaký je základní princip metody stálého cyklu objednávání?
29. Které parametry využívá metoda stálého cyklu objednávání k řízení zásob?
30. Jak se v metodě stálého cyklu objednávání stanoví velikost objednávky?
31. Jaké přístupy se využívají ke stanovení parametrů pro řízení zásob metodami stálé velikosti objednávky a stálého cyklu objednávání?
32. Pro které položky zásob je vhodné využít metodu stálé velikosti objednávky a pro které metodu stálého cyklu objednávání?



Literatura

- [1] SARJUSZ-WOLSKI Z. *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2000.
- [2] COYLE J. J., BARDI E. J., LANGLEY C. J. *Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective*. South-Western College Pub, 2002.
- [3] BAZALA et al. *Logistika v praxi*. Praha: Verlag Dashöfer, 2008.

- [4] TURBAN E., MEREDITH J. R. *Fundamentals of Management Science*. Richard D Irwin, 1993.
- [5] KRZYŻANIAK S. *Podstawy zarządzania zasobami w przykładach*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania, 2003.
- [6] LAMBERT D., STOCK J. R., ELLRAM L. *Fundamentals of Logistics Management*. McGraw-Hill, 1998.

4. SYSTÉMY MRP A ERP



Čas ke studiu: 4 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- klasifikovat a vymezit systémy pro plánování výrobních a podnikových zdrojů (MRP a ERP),
- vysvětlit podstatu činnosti systému MRP I (plánování materiálových požadavků),
- určit základní vstupní a výstupní informace systému MRP I,
- porovnat funkcionalitu systémů MRP I, MRP s uzavřenou smyčkou, MRP II (plánování výrobních zdrojů) a ERP (plánování podnikových zdrojů).



Výklad

Zkratka MRP je používána ve třech odlišných, ale vzájemně provázaných významech. Každý z uvedených významů představuje jedno z vývojových stádií systémů MRP [1]:

- MRP I (material requirements planning) – plánování materiálových požadavků,
- Closed-loop MRP – MRP s uzavřenou smyčkou,
- MRP II (manufacturing resource planning) – plánování výrobních zdrojů.

4.1. MRP I – plánování materiálových požadavků

MRP I je počáteční fází vývoje MRP systémů. Zabývá se stanovením přesného množství a termínů přísunu a uvolňování všech dílů, komponent a materiálů, které jsou nezbytné k výrobě hotových výrobků uvedených v hlavním plánu výroby [1].

Obecně, MRP I poskytuje odpověď na tři otázky:

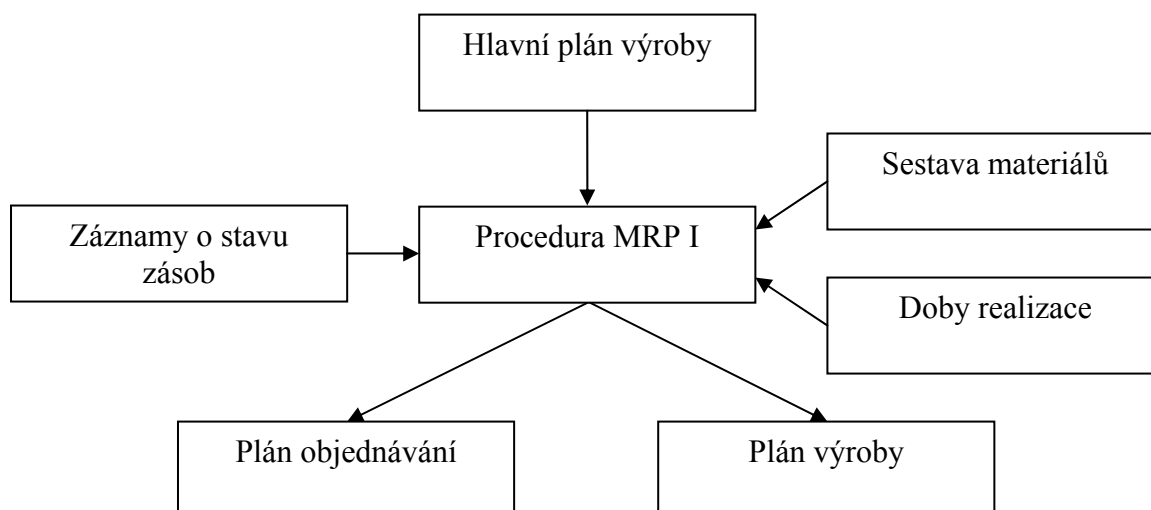
- Jaký materiál je potřeba?
- Kolik je ho potřeba?
- Kdy je potřeba?

Cílem je vytvoření takového plánu objednávání materiálu, jeho zadávání do výroby a vlastní výroby polotovarů a hotových výrobků, který umožní splnění hlavního plánu výroby a minimalizaci stavu zásob (co nejkratší dobu jejich skladování).

MRP I ke svému fungování vyžaduje čtyři hlavní vstupní informace (viz obr. 4.1) [2]:

1. časově odstupňovaný hlavní plán výroby (master production schedule) udávající jaké hotové výrobky, kolik a kdy mají být vyrobeny,

2. sestava materiálů (bill of material) pro každý hotový výrobek z hlavního plánu výroby a každou materiálovou položku z nižších úrovní této sestavy (skládající se z několika dílů), pro které má být vytvořen plán materiálových požadavků – ve strojírenství je uvedené uspořádání materiálových položek označováno jako kusovník,
3. informace o zásobách (inventory status records) pro každou skladovanou položku,
4. doby realizace (lead times) pro každou objednanou a vyráběnou položku.



Obr. 4.1 Vstupní a výstupní informace pro MRP I

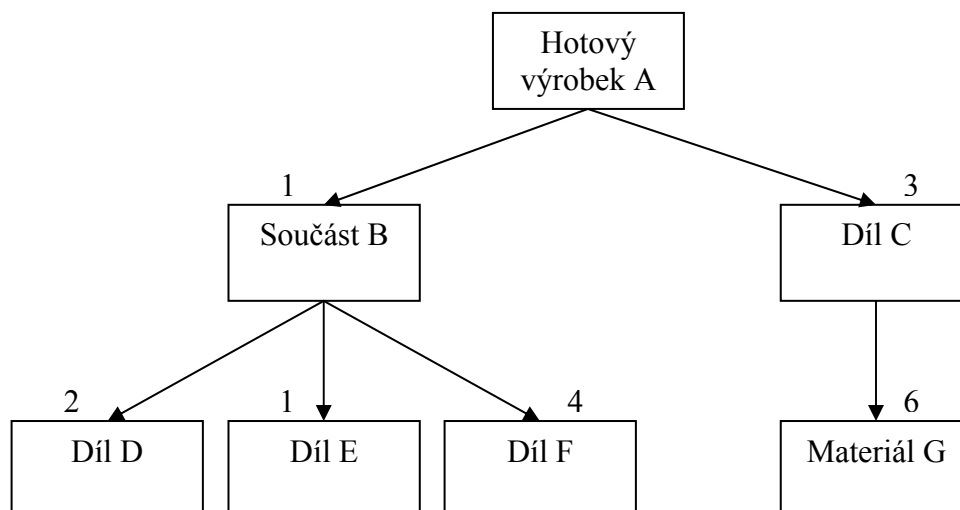


Čas k zamyšlení

Zamyslete se nad tím, proč jsou nezbytné pro sestavení plánu materiálových požadavků uvedené vstupní informace. Jak pomohou zodpovědět jednotlivé otázky systému MRP I (Jaký materiál je potřeba? Kolik je ho potřeba? Kdy je potřeba?)?

Hlavní plán výroby představuje detailní rozvrh výroby hotových výrobků. Jinými slovy udává jaké výrobky by měly být podnikem vyrobeny, kolik by jich mělo být vyrobeno a kdy by měly být vyrobeny. Při jeho sestavování se vychází z již existujících objednávek zákazníků a predikce poptávky (očekávaných objednávek). Hlavní plán výroby je rozložen na týdenní nebo menší časové úseky (časová perioda hlavního plánu výroby musí být identická s periodou MRP I).

Sestava materiálů znázorňuje seznam surovin, materiálů, dílů a komponent a jejich množství, potřebných k výrobě hotových výrobků. Příklad takové sestavy je uveden na obrázku 4.2. Z příkladu je patrná hierarchická struktura sestavy, kde nejvyšší úroveň reprezentuje hotový výrobek a nižší úrovně jeho materiálové položky. Kromě určení potřebného množství materiálů, udává rovněž technologické návaznosti výroby.



Obr. 4.2 Příklad sestavy materiálů

Záznamy o stavu zásob jsou využívány k tomu, aby bylo možné od hrubé potřeby materiálu odečíst položky, které jsou nebo budou v podniku k dispozici. Uvedený materiál pak není nutné objednávat nebo vyrábět. Tímto způsobem je určena tzv. čistá potřeba. Kromě stavu zásob tyto záznamy zahrnují i informace o nutnosti vytváření pojistné zásoby a její výše u vybraných položek.

MRP I dále vyžaduje znalost dvou typů dob realizace – doby realizace objednávky u nakupovaných položek a průběžné doby výroby u vyráběných položek. Doba realizace objednávky představuje čas od chvíle, kdy je vystavena objednávka až do okamžiku, kdy je přijata dodávka. Průběžná doba výroby zahrnuje dobu zpracování, čas čekání ve frontě, dobu seřízení zařízení při přechodu výroby z jedné položky na druhou, manipulační čas (včetně čekání na přesun k další operaci) a předvýrobní čas (přípravu k uvolnění zakázky do výroby) [2]. Uvedené doby realizace jsou používány k určení termínů objednávání a uvolňování jednotlivých materiálových položek do výroby.

Procedura MRP I je založena na postupném rozpadu požadavků, který je realizován v souladu s technologickými návaznostmi z nejvyšší úrovně sestavy materiálů až po úroveň nejnížší (ve směru od hotových výrobků po objednané materiálové položky). Na každé úrovni je vždy hrubá potřeba ponížena o množství, které je již v zásobách nebo bylo objednáno. Výsledkem je určení čisté potřeby, která je následně pokryta plánem objednávání nebo výroby vytvořeným na základě znalosti dob realizace a respektujícím velikost objednacích množství, výrobních dávek a pojistných zásob. Takto vytvořený plán vyšší úrovně vždy slouží jako vstup pro sestavení plánu materiálových požadavků nižší úrovně až do momentu, kdy je dosaženo nejnížší úrovně sestavy materiálů (objednaných položek).

MRP I poskytuje dva základní výstupy (viz obr. 4.1):

1. Doporučený plán výroby představovaný detailním rozvrhem požadovaných počátečních a konečných termínů výroby daného množství hotových výrobků a jejich materiálových položek.
2. Doporučený plán objednávání, který zahrnuje jak termíny vystavení objednávek dodavatelům, tak požadované termíny přijetí dodávek zaručující splnění plánu výroby.



Animace č. 6: Systém MRP I – plánování materiálových požadavků

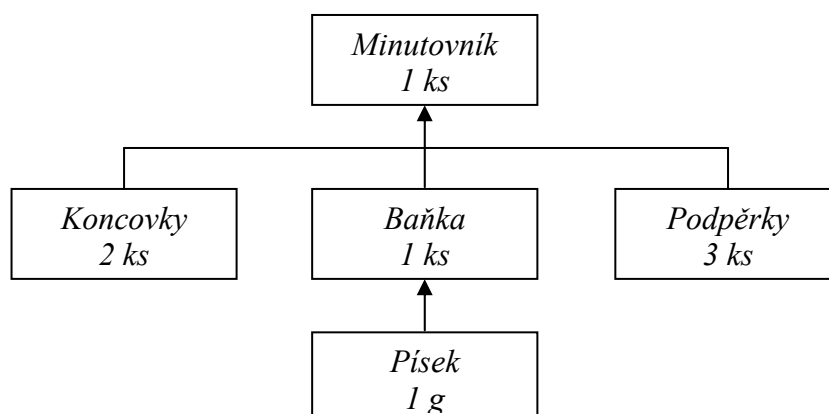
Animace prezentuje základní princip činnosti systému MRP I, tj. systému pro plánování materiálových požadavků. Na počátku vymezuje základní vstupní informace, princip fungování procedury MRP I a získané výstupní informace.



Řešený příklad

Fungování procedury MRP I je vhodné ilustrovat na zjednodušeném příkladu. Takovým příkladem může být plánování materiálových požadavků ve společnosti vyrábějící minutovníky pro vaření vajec v podobě přesýpacích hodin (upraveno podle [3]). Předpokládejme, že MPS zahrnuje pouze výrobu jediného minutovníku, který musí být k dispozici na konci 8 týdne plánovacího období.

Na obrázku 4.3 je znázorněna sestava materiálů minutovníku. Pro výrobu jednoho minutovníku jsou potřeba 2 koncovky, 1 baňka, 3 podpěrky a 1 g písku. Výroba probíhá ve dvou fázích – nejprve je naplněna baňka pískem a poté je smontován minutovník.



Obr. 4.3 Sestava materiálů minutovníku

Príslušné záznamy o stavu zásob jsou uvedeny v tabulce 4.1 a doby realizace objednávek a průběžné doby výroby v tabulce 4.2. Z potřebných materiálových položek jsou na skladě dostupné pouze 2 podpěrky. Průběžné doby výroby trvají u montáže minutovníku i plnění baňky pískem 1 týden. Doba realizace objednávky je u koncovek 5 týdnů, baňek 2 týdny, podpěrek 1 týden a písku 4 týdny.

Položka	Na skladě
Minutovníky	0 ks
Koncovky	0 ks
Baňky	0 ks
Podpěrky	2 ks
Písek	0 g

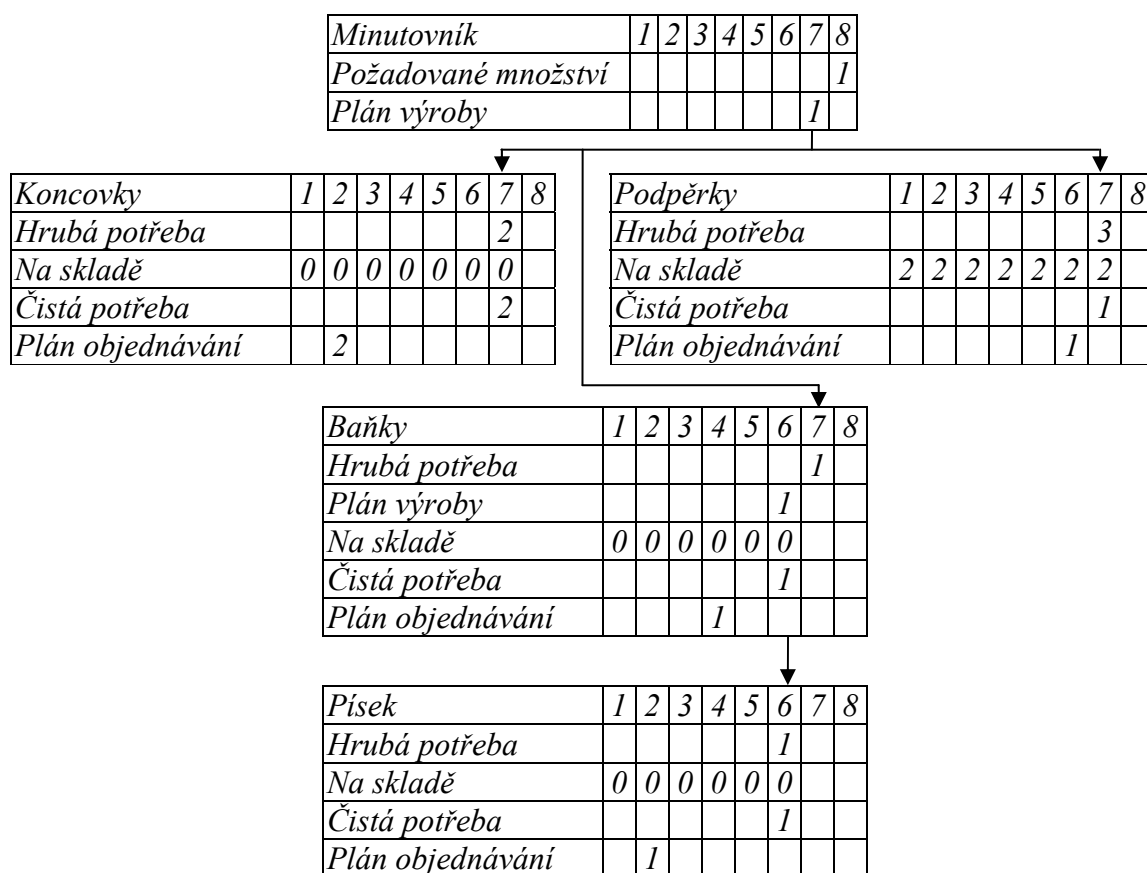
Tab. 4.1 Záznamy o stavu zásob pro materiálové položky minutovníku

<i>Položka</i>	<i>Doby realizace</i>
<i>Montáž minutovníku</i>	<i>1 týden</i>
<i>Plnění baňky</i>	<i>1 týden</i>
<i>Dodávka koncovek</i>	<i>5 týdnů</i>
<i>Dodávka baněk</i>	<i>2 týdny</i>
<i>Dodávka podpěrek</i>	<i>1 týden</i>
<i>Dodávka písku</i>	<i>4 týdny</i>

Tab. 4.2 Doby realizace objednávky a průběžné doby výroby pro materiálové položky minutovníku

Příklad neuvažuje žádná minimální objednáací množství, výrobu v dávkách ani tvorbu pojistných zásob.

Způsob aplikace procedury MRP I je pro danou situaci znázorněn na obrázku 4.4. Systém MRP I používá ke své činnosti soustavu tabulek, jejichž počet a návaznosti odpovídají sestavě materiálů finálního výrobku. Procedura je aplikována postupně od montáže minutovníku přes nákup koncovek a podpěrek a plnění baňky pískem až po nákup písku. Proto plánování materiálových požadavků začíná u tabulky minutovníku, kde se vyplní požadovaný 1 kus na konci 8 týdne. Protože montáž minutovníku trvá 1 týden, musí začínat na konci 7 týdne (s týdenním předstihem).



Obr. 4.4 Příklad aplikace procedury MRP I u minutovníku

Pro montáž musí být k dispozici 2 koncovky, 1 baňka již naplněná pískem a 3 podpěrky. Tato hrubá potřeba musí být k dispozici v době započetí montáže, tj. na konci 7 týdne. Následuje plánování plnění baňky pískem, které si vyžádá rovněž 1 týden. Koncovky a podpěrky patří k nakupovaným položkám, proto se zde výroba neplánuje. Plnění baňky tak musí být zahájeno na konci 6 týdne.

Pro stanovení čisté potřeby je nutné přihlédnout ke stavu zásob. Protože jsou na skladě pouze 2 podpěrky, bude nutné nakoupit 2 koncovky, 1 baňku, ale pouze 1 podpěrku. Doba realizace objednávky je u koncovek 5 týdnů, baňek 2 týdny a podpěrek 1 týden. Proto bude nutné objednat koncovky na konci 2 týdne, baňku na konci 4 týdne a podpěrku na konci 6 týdne.

Pro plnění baňky pískem je nutné ještě zajistit 1 g písku. Toto množství musí být k dispozici na počátku plnění, tj. na konci 6 týdne. V danou chvíli však není žádný písek k dispozici, proto bude čistá potřeba 1 g. Vzhledem k tomu, že doba realizace objednávky písku je 4 týdny, bude nutné písek objednat na konci 2 týdne.

Výsledný plán materiálových požadavků zahrnuje objednání 2 koncovek a 1 g písku na konci 2 týdne, 1 baňky na konci 4 týdne, 1 podpěrky na konci 6 týdne. Plnění baňky pískem je nutné začít na konci 6 týdne a montáž minutovníku na konci 7 týdne. Pak bude naplněn hlavní plán výroby, tj. na konci 8 týdne bude k dispozici požadovaný 1 minutovník.

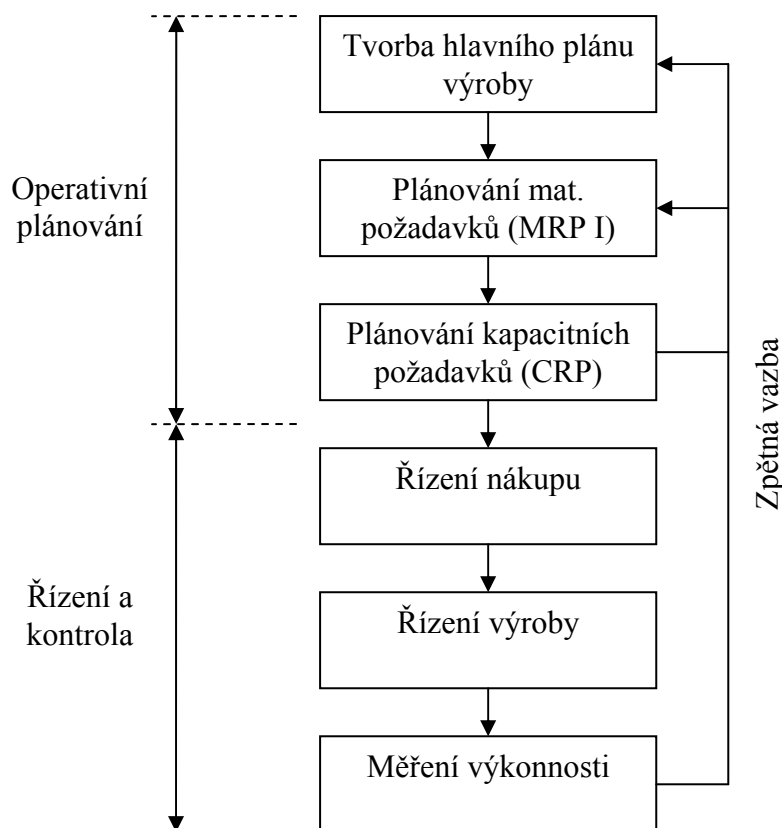


Animace č. 7: Příklad činnosti systému MRP I

Animace ilustruje způsob fungování systému MRP I na jednoduchém příkladu výroby minutovníku. Postupně představuje jednotlivé etapy aplikace procedury MRP I.

4.2. MRP s uzavřenou smyčkou

MRP s uzavřenou smyčkou je přirozeným evolučním krokem ve vývoji efektivnějších systémů pro řízení výroby. Kromě MRP I zahrnuje plánování kapacitních požadavků (capacity requirements planning – CRP) a zpětnou vazbu v podobě sledování průběhu objednávání a výroby jednotlivých položek (viz obr. 4.5) [1].



Obr. 4.5 MRP s uzavřenou smyčkou

CRP využívá vzniklý plán materiálových požadavků k vytvoření plánu kapacitních požadavků. Ten dovoluje srovnání plánovaného využití kapacit a dostupné kapacity, tj. prověření realizovatelnosti plánu materiálových požadavků.

Jednoduše řečeno, CRP ukazuje pro každou časovou periodu, která pracoviště jsou přetížena a která nevytížená. Tato informace je využívána k hledání opatření řešících uvedené problémy. Pokud je například pracoviště ve třetím týdnu nevytížené, ale přetížené v následujícím čtvrtém týdnu, pak může být určitá výrobní náplň ze čtvrtého týdne přesunuta do třetího týdne, aby bylo vytížení obou týdnů vyvážené. [4]

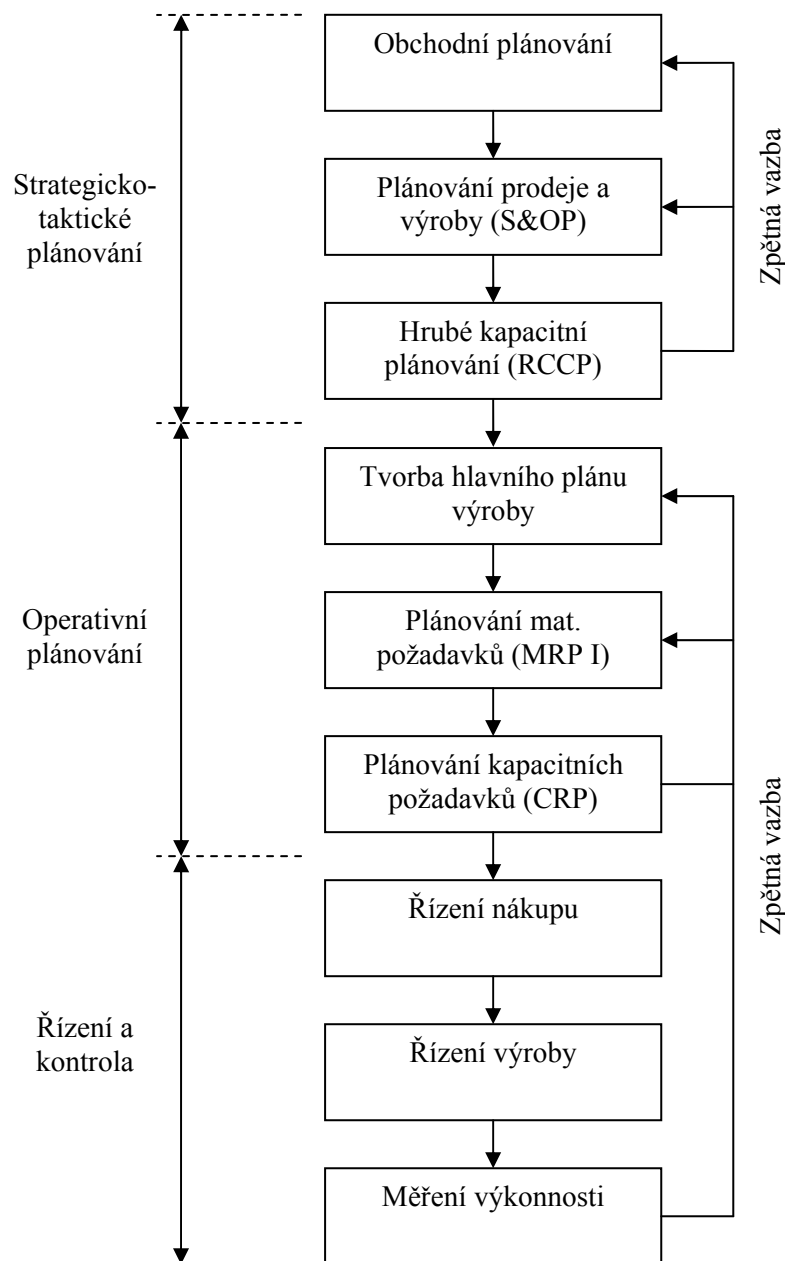
Po vytvoření akceptovatelného plánu systém monitoruje průběh jeho realizace. Je měřena skutečná výkonnost nákupu a výroby a srovnávána s plánem (smyčka se uzavírá). Tato zpětná vazba umožňuje určit, zda je nutné přijímat nápravná opatření, a pokud ano, které kroky jsou nejvhodnější. [1]

4.3. MRP II – plánování výrobních zdrojů

Dalším krokem ve vývoji systémů MRP je plánování výrobních zdrojů, nazývané rovněž jako MRP II. Podle Americké společnosti pro řízení výroby a zásob (American Production and Inventory Control Society, Inc. – APICS), je MRP II metodou pro efektivní plánování všech zdrojů výrobního podniku. V ideálním případě zahrnuje výrobní plánování ve fyzických jednotkách, finanční plánování v peněžních jednotkách a simulační nástroje k nalezení odpovědní na otázky typu „Co se stane, když“. Zahrnuje obchodní plánování, plánování

prodeje a výroby, výrobní rozvrhování, plánování materiálových požadavků (MRP), plánování kapacitních požadavků a systém pro podporu realizace vytvořených plánů. Výstup ze systémů tohoto typu je integrován s finančními výkazy, jakými jsou např. obchodní plán, plán nákupu, přepravy či zásob, vedenými v peněžních jednotkách [5].

Plánovací proces systému MRP II je zahájen obchodním plánováním (viz obr. 4.6). Výstupem obchodního plánování (business planning) je celkový plán podniku, zohledňující potřeby trhu (objednávky zákazníků a předpovědi poptávky), možnosti podniku (dovednost lidí, dostupné zdroje, technologie), finanční cíle (zisk, toky hotovosti, růst) a strategické cíle (úroveň služeb poskytovaných zákazníkům, zlepšování jakosti, snižování nákladů, zvyšování produktivity, atd.), který je vyjádřen v peněžních jednotkách a udává dlouhodobý směr podniku [6].



Obr. 4.6 Plánování výrobních zdrojů

Obchodní plán je vyjádřen v peněžních jednotkách, ale plány, které jsou nakonec realizovány jsou ve fyzických jednotkách nebo hodinách. Prvním krokem směřujícím k převodu finančních plánů na operativní je tzv. plánování prodeje a výroby (sales and operations planning – S&OP). Tento proces kalkuluje očekávané prodeje a plánovanou výrobu ve vazbě na výrobní skupiny. Jedním z výstupů plánování prodeje a výroby je plán výroby, který udává očekávanou výši produkce každé výrobní skupiny ve fyzických jednotkách. [4]

Plán výroby je využíván k počátečnímu testování dostupné kapacity – hrubému kapacitnímu plánování (rough-cut capacity planning – RCCP) [7]. To zahrnuje ověření dostupnosti nezbytného pracovního kapitálu, kapacity vlastního výrobního zařízení a kapacity klíčových dodavatelů [1].

Pokud není v plánovaném horizontu dostupná dostatečná kapacita, musí být plán výroby upraven tak, aby byla respektována identifikovaná kapacitní omezení. Verifikovaný plán výroby je pak přepočítán na jednotlivé výrobky a využit pro tvorbu hlavního plánu výroby.

Jak již bylo uvedeno v definici MRP II, v ideálním případě tyto systémy zahrnují simulační nástroje. Vysvětlení podstaty a možnosti počítačové simulace zahrnuje následující video.



Video č. 10: Dynamická simulace

Přednáška Ing. Petra Jalůvky, jednatele a projektového manažera společnosti DYNAMIC FUTURE s.r.o., která se zabývá logistickým poradenstvím, zlepšováním a optimalizací podnikových procesů pomocí aplikace dynamické simulace. Přednáška je věnovaná vysvětlení základních principů a možností aplikace dynamické simulace v logistice a ukázce řešení konkrétních logistických problémů.

4.4. ERP – plánování podnikových zdrojů

Stále se zvyšující požadavky na přesnější a aktuálnější informace pro podporu rozhodování a zvyšování výkonnosti podniku vedly k dalšímu rozvoji systémů MRP, tj. k přechodu ze systémů plánování výrobních zdrojů (MRP II) na systémy plánování podnikových zdrojů (enterprise resource planning – ERP).

Systém ERP je informační systém, který integruje podnikové procesy s cílem tvorby hodnot a redukce nákladů prostřednictvím poskytování správných informací, správným lidem a ve správném čase tak, aby jim pomohly přijímat správná rozhodnutí při efektivním a aktivním řízení zdrojů [8]. Hlavní myšlenka je založena na aplikaci jediného systému využívajícího jedinou databázi, která zahrnuje všechna potřebná data.

Systémy ERP představují modulové softwarové balíky, které podporují většinu podnikových funkcí. V současné době zahrnují dvě skupiny aplikací:

1. Vnitřní (back-office) aplikace, které zahrnují zejména účetnictví, výrobu, řízení lidských zdrojů, nákup, řízení zásob, logistiku, marketing a finance.

2. Vnější (front-office) aplikace, které postihují vztahy s externími partnery, hlavně se zákazníky a dodavateli.

Jako příklad předních světových výrobců systémů ERP lze uvést firmy SAP nebo Oracle.



Shrnutí pojmů

MRP I (plánování materiálových požadavků), MRP s uzavřenou smyčkou, MRP II (plánování výrobních zdrojů), ERP (plánování podnikových zdrojů), hlavní plán výroby, sestava materiálů, záznamy o stavu zásob, procedura MRP I, doba realizace objednávky, průběžná doba výroby, CRP (plánování kapacitních požadavků), obchodní plánování, S&OP (plánování prodeje a výroby), RCCP (hrubé kapacitní plánování)



Otázky

1. Jaké se rozlišují systémy MRP?
2. Co je cílem systému MRP I (plánování materiálových požadavků)?
3. Na jaké základní otázky poskytuje systém MRP I odpovědi?
4. Jaké vstupní informace vyžaduje systém MRP I?
5. Co je to hlavní plán výroby?
6. Jaké jsou vstupní informace pro tvorbu hlavního plánu výroby?
7. Co je to sestava materiálů?
8. Co zahrnují záznamy o stavu zásob?
9. Co je to doba realizace objednávky a průběžná doba výroby?
10. K čemu jsou jednotlivé vstupní informace v systému MRP I využívány?
11. S jakou časovou periodou pracuje systém MRP I?
12. Jaké jsou základní kroky procedury MRP I?
13. Jaké jsou hlavní výstupy systému MRP I?
14. Jaký je rozdíl mezi systémem MRP I a MRP s uzavřenou smyčkou?
15. Co je to plánování kapacitních požadavků a k čemu se využívá?
16. Jaký je rozdíl mezi systémem MRP s uzavřenou smyčkou a MRP II (plánování výrobních zdrojů)?
17. Co zahrnuje obchodní plánování?
18. Co je to plánování prodeje a výroby (S&OP) a k čemu se využívá v systému MRP II?
19. Co je to hrubé kapacitní plánování (RCCP) a k čemu slouží?
20. Jaký je rozdíl mezi systémem MRP II a ERP (plánování podnikových zdrojů)?
21. Jaká je funkcionálnita systémů ERP?



Literatura

- [1] FOGARTY D. W., BLACKSTONE J. H., HOFFMANN T. R. *Production & Inventory Management*. South-Western Publishing, 1991.
- [2] PLOSSL G. *Orlicky's Material Requirements Planning*. McGraw-Hill, 1994.

- [3] COYLE J. J., BARDI E. J., LANGLEY C. J. *Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective*. South-Western College Pub, 2002.
- [4] SHEIKH K. *Manufacturing resource planning (MRP II)*. McGraw-Hill Professional, 2003.
- [5] BLACKSTONE J. H., COX J. F. *APICS Dictionary*. Eleventh Edition. APICS The Association for Operations Management, 2005.
- [6] WIGHT O. W. *Manufacturing Resource Planning: MRP II*. John Wiley & Sons, 1984.
- [7] TOOMEY J. W. *MRP II: Planning for Manufacturing Excellence*. Chapman & Hall, 1996.
- [8] McGAUGHEY R. E., GUNASEKARAN A. Enterprise Resource Planning (ERP): Past, Present and Future. *International Journal of Enterprise Information Systems*, Vol. 3, No. 3, 2007, pp. 23-35.

5. KONCEPCE JUST-IN-TIME A SYSTÉM *KANBAN*



Čas ke studiu: 8 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

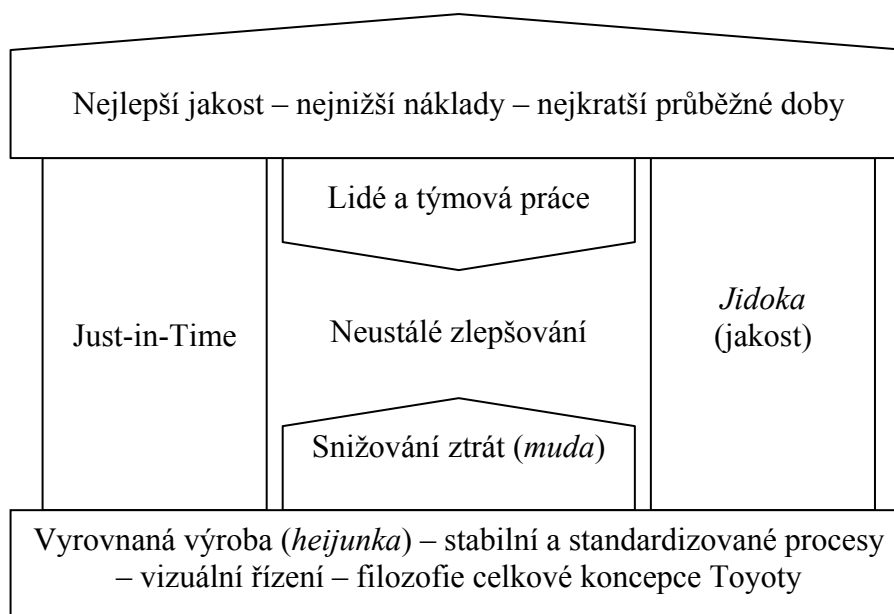
- vysvětlit základní principy výrobního systému Toyoty (TPS) a štíhlé výroby,
- definovat koncepci just-in-time (JIT),
- srovnat výrobu JIT s klasickou (přerušovanou dávkovou) výrobou,
- identifikovat hlavní problémy související se zaváděním JIT v podniku,
- navrhnout způsoby řešení uvedených problémů,
- specifikovat koncepce a nástroje podporující zavádění JIT,
- vysvětlit principy činnosti systému *kanban*,
- porovnat různé formy praktické realizace systému *kanban*,



Výklad

5.1. Výrobní systém Toyoty a štíhlá výroba

Just-in-time (JIT) je koncepce vytvořená Japonci v Toyota Motor Corporation. Tvoří jeden ze dvou nosných pilířů tzv. výrobního systému Toyoty (Toyota Production System – TPS), který postupně vyvíjeli Taiichi Ohno (hlavní inženýr Toyoty), Shigeo Shingo (odborník na organizaci a řízení výroby, který s Toyotou úzce spolupracoval) a Eiji Toyoda (prezident Toyoty). Druhým pilířem je *jidoka*, jakost jako neodmyslitelný prvek každé činnosti. Celý systém je znázorňován v podobě chrámu, který je uveden na obrázku 5.1.



Obr. 5.1 Výrobní systém Toyoty (upraveno podle [1])

Střešku chrámu tvoří cíle – nejlepší jakost, nejnižší náklady a nejnižší průběžné doby. Dvěma pilíři vedoucími k naplnění cílů jsou koncepce JIT a *jidoka*, zásada, že by vadný díl neměl být nikdy předán na další pracoviště. Středem systému jsou lidé dosahující cílů na základě týmové práce, odstraňování ztrát a neustálého zlepšování. Dům stojí na pevných základech v podobě vyrovnávání harmonogramů výroby z hlediska množství a sortimentu (*heijunka*), standardizovaných, stabilních a spolehlivých procesů, vizuálního řízení a celkové filosofie Toyoty.

Jednou z hlavních myšlenek TPS je odstraňování ztrát (*muda*) nepřidávajících hodnotu. Taiichi Ohno identifikoval následujících sedm ztrát [2]:

- přeprava – přemísťování výrobků, které není ve skutečnosti při jejich zpracování vyžadováno,
- zásoby – všechny díly, rozpracovaná výroba a hotové výrobky, které se v danou chvíli nezpracovávají,
- pohyby – lidé nebo vybavení pohybující se více, než je pro zpracování výrobků nutné,
- prostoje – čekání na následující výrobní krok,
- nadvýroba – výroba převyšující poptávku,
- zbytečné zpracování – způsobené nevhodnými nástroji nebo návrhem výrobku,
- vady – úsilí věnované kontrole a odstraňování vad.

V západním světě se stal výrobní systém Toyoty východiskem pro vznik hnutí štíhlé výroby (*lean manufacturing*). Mezi zakladatele štíhlé výroby se řadí zejména James P. Womack a Daniel T. Jones, autoři dvou knižních bestsellerů *The Machine That Changed the World* [3] a *Lean Thinking* [2].

Uvedení autoři vymezují Štíhlou výrobu jako proces o pěti krocích [2]:

- vymezení hodnoty z pohledu zákazníka,

- identifikace a mapování toku hodnot výrobku od přijetí surovin až po dodání zákazníkovi pro každou výrobovou skupinu,
- eliminace činností nepřidávajících hodnotu a vytvoření plynulého toku výrobků bez přerušení a omezení,
- řízení takto vytvořeného toku podle poptávky zákazníků,
- dosažení dokonalosti prostřednictvím radikálních nebo kontinuálních zlepšení.

5.2. Vymezení koncepce just-in-time

Koncepce JIT je souborem zásad, nástrojů a technik, které umožňují výrobu malých množství výrobků v krátkých průběžných dobách výroby při současném plnění individuálních požadavků zákazníků. Jinak řečeno, koncepce JIT dodává:

- správný výrobek,
- ve správném čase (ani brzy, ani pozdě),
- ve správném množství (ani málo, ani hodně),
- na správné místo (pracoviště podniku).

Koncepce JIT je založena na „systému tahu“, kterým se manažeři Toyoty inspirovali v amerických supermarketech [1]. V dobře organizovaném supermarketu jsou jednotlivé položky sortimentu doplňovány, jakmile některá z nich začne v policích docházet. Doplnění materiálu je tedy vyvoláváno jeho spotřebou. Pokud se tato myšlenka promítne do výrobního provozu, znamená to, že by dodávající článek neměl vyrábět, dokud odebírající článek nespotebuje jeho původní dávku dílů. Tímto způsobem umožňuje JIT pružně reagovat na změny v poptávce zákazníků.

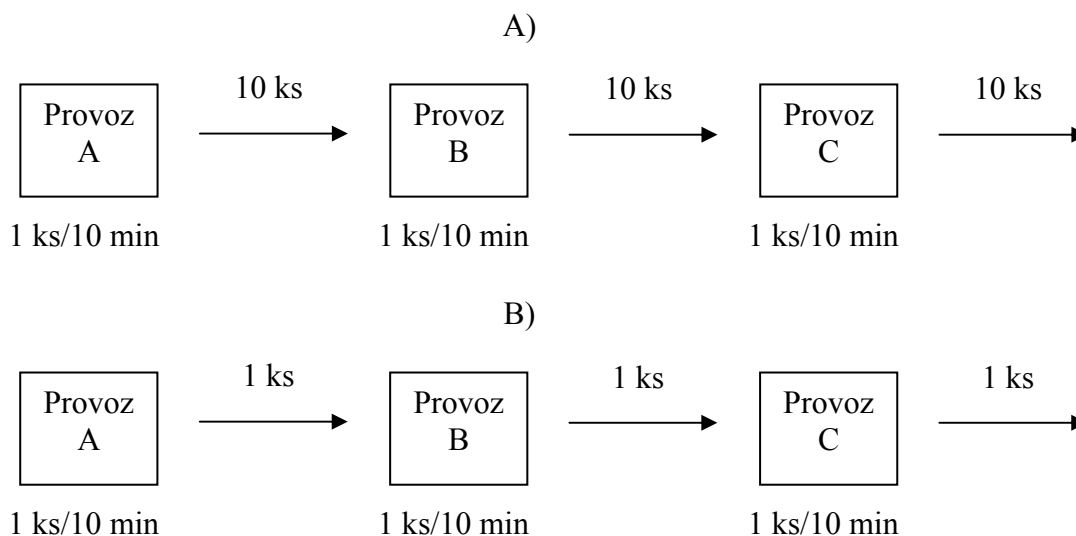
Za ideální případ dodávek JIT je možné považovat dosažení nepřetržitého jednokusového toku (*one-piece flow*). Jednokusový tok vyjadřuje situaci, kdy se vyrábí jedna jednotka tempem, které odpovídá poptávce zákazníků [1]. Ve srovnání s tradiční výrobou v dávkách je zde dávka rovna jedinému kusu.

Pro přerušovanou dávkovou výrobu je typické čekání (dlouhé průběžné doby výroby) a vysoké zásoby. V každé fázi výrobního procesu stojí velké dávky rozpracované výroby ve skladech a čekají dlouhou dobu, dokud nebudou přesunuty do další fáze. Výroba dílů se rovněž provádí dříve, než je potřeba. Takto vzniklé zásoby pak generují zbytečné náklady spojené s jejich udržováním.

Názorně lze uvedená fakta ilustrovat na jednoduchém příkladu výrobního procesu, který zahrnuje tři výrobní provozy A, B a C (upraveno podle [1]). Výrobní proces zpracovává materiál na hotový výrobek s technologickými návaznostmi odpovídajícími pořadí uvedených provozů. Nejprve je zpracován materiál v provozu A, poté přechází do provozu B a odtud do provozu C, kde vzniká finální výrobek. Předpokládejme, že zpracování materiálu v každém z provozů trvá 10 min a že dobu na převoz materiálu mezi provozy zanedbáváme. Nyní je možné zvážit dvě varianty:

1. přetržitou dávkovou výrobu – připusťme dávku o velikosti 10 kusů,
2. nepřetržitou JIT výrobu, kde je dávka tvořena jediným kusem (jednokusový tok).

První situace je uvedena na obrázku 5.2 v části A) a druhá v části B).



Obr. 5.2 Ilustrace přetržité dávkové výroby – A) a nepřetržité JIT výroby – B)



Čas k zamyšlení

Najdete ještě předtím, než budete číst další řádky správné odpovědi na otázky týkající se srovnání obou přístupů? Přemýšlejte: Jak dlouho bude trvat výroba 10 ks hotových výrobků v obou případech? A obdobně: Kdy bude vyroben první hotový výrobek? Jaká bude výše zásob v celém výrobním systému?

V případě dávkové výroby trvá vyrobení 10 ks hotových výrobků 300 minut (každý provoz zpracovává dávku o 10 ks 100 minut). První výrobek je tak připraven k odeslání zákazníkovi za 210 minut (první kus z dávky je v provozu C zpracován za 10 minut). V každém provozu se postupně hromadí (na straně výstupu) a spotřebovává (na straně vstupu) zásoba v rozmezí 1 až 10 ks.

Nepřetržitý jednokusový tok umožní vyrobit 10 ks hotových výrobků za 120 minut, protože první hotový výrobek je vyroben za 30 minut a následujících 9 ks opouští provoz C každých 10 minut. Uvedených 30 minut ve skutečnosti představuje čistý čas, v němž se přidává materiál hodnota, přičemž zásoby se v tomto případě vůbec netvoří. Výsledkem je tak výrobní proces zcela v duchu principů štíhlé výroby.

Ve srovnání s dávkovou výrobou tak došlo ke zkrácení celkové doby výroby 10 ks o 60 %, doby výroby prvního hotového výrobku o cca 86 % a úplnému odstranění zásob.



Animace č. 8: Srovnání tradiční a JIT výroby

Animace prezentuje srovnání tradiční, tj. přetržité dávkové výroby a nepřetržité JIT výroby v podobě tzv. jednokusového toku. Ze srovnání je patrné výrazné zkrácení

průběžné doby výroby a eliminace zásob polotovarů.

Zavedením koncepce JIT nedochází pouze ke snížení nákladů na udržování zásob, které vznikají z důvodu výroby v dávkách. Zkrácení průběžné doby výroby může snížit rovněž další významnou nákladovou položku – náklady na udržování pojistných zásob spojených s kolísáním poptávky.

K objasnění uvedené skutečnosti je nutné vymezit dvojí chápání dodací lhůty:

1. dodací lhůta požadovaná zákazníkem,
2. dodací lhůta realizovaná podnikem, která zahrnuje průběžnou dobu výroby a expedice výrobku k zákazníkovi

Jejich vzájemným porovnáním dochází ke vzniku dvou diametrálně odlišných situací:

1. Dodací lhůta zákazníka je větší nebo případně rovna dodací lhůtě výrobce (např. zákazník chce dodávku do 10 dnů, ale podnik je schopen výrobek vyrobit a dodat do 5 dnů) – v tomto případě může podnik počkat na objednávku a teprve poté zahájit výrobu (výroba na objednávku).
2. Dodací lhůta zákazníka je menší než dodací lhůta výrobce (např. zákazník chce dodávku do 10 dnů, ale podnik je schopen výrobek vyrobit a dodat až za 15 dnů) – v této situaci nezbývá podniku nic jiného, než přijaté objednávky uspokojovat z předem vyrobených zásob (výroba na sklad).



Čas k zamyšlení

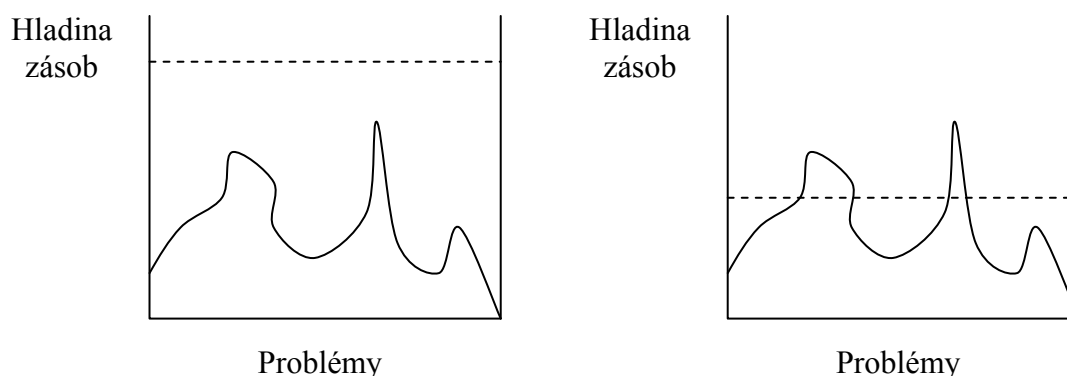
Co si myslíte, která z uvedených situací je pro podnik výhodnější a proč?

Vyrábí-li podnik na sklad, je nucen předpovídat očekávanou poptávku. Vzhledem ke kolísání poptávky je však každá předpověď zatížena chybou. Z důvodu snížení rizika neuspokojení zákazníků podnik udržuje určitou výši pojistné zásoby, která by ho měla proti výskytu nedostatku zásob ochránit. Zavedení koncepce JIT tak může vést k takovému zkrácení průběžné doby výroby, při kterém podnik nebude nucen vyrábět na sklad a nést náklady na udržování pojistných zásob.

5.3. Problémy se zaváděním JIT

Za jednu z výhod dávkové výroby se pokládá skutečnost, že problémy vyvolané v jednom provozu nebo na dílčím pracovišti nepostihují ostatní provozy. Ty mají dostatečně velkou zásobu k tomu, aby mohly i nadále pracovat. V případě zavedení koncepce JIT, kde jsou sníženy výrobní dávky a tedy i zásoby mezi jednotlivými provozy na minimum (případně při jednokusovém toku na jednotku), se při zastavení kteréhokoli provozu či pracoviště zastaví celý výrobní proces. Snižování výrobních dávek je tak spojeno s výskytem řady problémů, které si vyžadují neodkladné řešení a často management podniků od dalšího zavádění koncepce JIT odrazují.

Celou situaci je možné znázornit pomocí obrázku 5.3. Snížení zásob odhaluje velký počet problémů, které byly dosud skryty pod jejich vysokou hladinou stejně, jako snižování hladiny vody obnažuje do té doby skryté kameny. Zatímco tradiční přístup nabádá k opětovnému zvýšení hladiny na takovou úroveň, aby bylo možné bez problémů proplout, zastánci JIT vidí ve zviditelnění problémů příležitost k jejich odstranění (vytažení kamenů z vody). Vysoká hladina zásob pouze ukrývá neefektivní fungování výrobních procesů a vyvolává dojem, že jakékoli jejich zlepšení není možné. Naopak postupné zavádění JIT všechny zúčastněné motivuje k řešení problémů a neustálému zlepšování výroby, neboť pokud je nevyřeší, výrobní proces se jednoduše zastaví.



Obr. 5.3 Identifikace problémů a neefektivního fungování výrobních procesů



Čas k zamyšlení

Najdete sami problémy, které odhalí snižování výrobních dávek (zásob)? Co může v případě, že bude dávka rovna jednomu kusu zastavit výrobu a proč?

V rámci úsilí o dosažení JIT podniky nejčastěji čelí následujícím problémům, skrytým pod vysokou hladinou zásob (zdůvodnění jsou uvedena pro případ jednokusového toku):

- Problémy s jakostí – při jednokusovém toku vede vadný materiál k okamžitému zastavení celého výrobního procesu (není k dispozici zásoba dalších kusů).
- Poruchy zařízení – obdobně jako v předchozím případě i zde dochází k zastavení celého výrobního procesu.
- Dlouhé seřizovací časy zařízení – jednokusovou výrobu různorodého sortimentu neustále přerušuje potřeba seřízení zařízení na nový sortiment (naopak v tradiční výrobě je seskupování výroby do dávek stejného sortimentu využíváno ke zvýšení kapacitních možností výroby).
- Zdlouhavá přeprava a manipulace, neuspořádané materiálové toky – dochází ke zvýšení nejistoty přepravních a manipulačních operací (např. neočekávaná zdržení nebo poškození materiálu). Dlouhé manipulační vzdálenosti navíc způsobují čekání pracovišť na materiál (v případě, že je manipulační čas delší než doba zpracování jednoho kusu) a zvyšují náklady na manipulaci (z důvodu jednokusového toku není možné využívat sdružování materiálu do přepravních a manipulačních dávek maximalizujících využití přepravní techniky).

- Nespolehliví dodavatelé – při jednokusovém toku způsobí pozdější dodání materiálu zastavení celého výrobního procesu, naopak při dřívějším dodání zbytečný vznik zásoby (při velkých objednacích množstvích je nedodržení termínu řešeno pojistnou zásobou).

5.4. Zavádění JIT

Aby bylo možné úspěšně čelit uvedeným problémům, je nutné aplikovat řadu nástrojů a technik. V následující části je uveden přehled vybraných způsobů řešení jednotlivých problémů. Autor si je vědom skutečnosti, že jejich výčet nebude zcela jistě vyčerpávající. Rovněž přiřazení technik jednotlivým problémům lze provést jen obtížně, protože často umožňují řešit několik problémů současně. Cílem bylo vytvoření odrazového můstku, který by usnadnil důsledné zavádění koncepce JIT v praxi.

5.4.1. Zajištění vysoké jakosti výrobků

Příkladem řešení, které bylo v Toyotě aplikováno k eliminaci zbytečného přerušování výroby z důvodu výskytu vadných výrobků, je *poka-yoke*. Komplexním řešením pro oblast zajištění vysoké jakosti je uplatnění koncepce totálního řízení jakosti (total quality management – TQM).

Poka-yoke je japonský termín znamenající „odolnost vůči chybám“. Za *poka-yoke* je možné považovat jakékoli opatření, které pracovníkovi umožní vyhnout se (*yokeru*) chybám (*poka*). U zrodu uvedené techniky stál Shigeo Shingo.

Poka-yoke může být implementováno v kterémkoli kroku výrobního procesu, kde může dojít k chybě a vzniku vadného výrobku. Shingo rozlišoval tři typy *poka-yoke* [4]:

1. „kontaktní přístup“ identifikující vadné výrobky prostřednictvím testování jejich tvaru, rozměru, barvy nebo dalších fyzikálních vlastností,
2. „přístup stálého počtu“ varuje pracovníka v případě, že není realizován určitý počet pohybů,
3. „sekvenční přístup“ určuje, zda následovaly předepsané fáze výrobního procesu.



Příklad z praxe

Příklady poka-yoke je celá řada [5]:

- *aby se pracovník nedopustil překročení rozměru, stavějí se zarážky,*
- *aby nevynechal montovanou součást, rozsvěčují se nebo rozezvučí varovné signály,*
- *aby neopomenul zkoušku vykonané operace, nespustí se podávání na další pracoviště.*

Toyota rovněž aplikovala učení amerického průkopníka managementu jakosti W. Edwardse Deminga, který po druhé světové válce školil stovky japonských inženýrů, manažerů a odborníků v oblasti statistické kontroly procesu (statistical process control – SPC) a koncepcí jakosti. Důraz na jakost se stal nedílnou součástí výrobního systému Toyoty.



Příklad z praxe

Např. v roce 2003 Toyota stahovala ve spojených státech od zákazníků o 79 % méně vozů než Ford a o 92 % méně než Chrysler. Podle zprávy, která byla zveřejněna v roce 2003 v časopise *Consumer Reports*, neslo 15 z 38 nejspolehlivějších modelů posledních více než sedmi let značku Toyota/Lexus. [1]

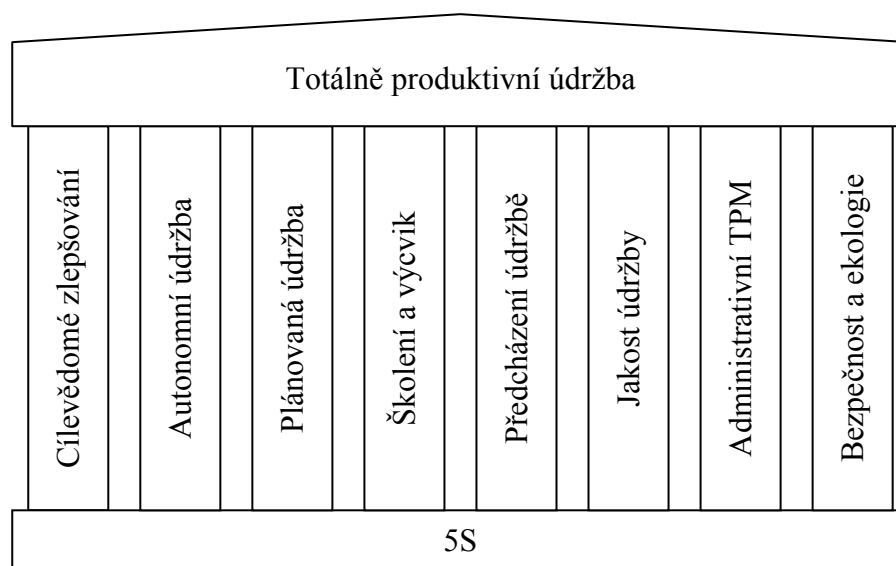
Původní kontrola jakosti (quality control – QC) se postupně přesouvala přes řízení jakosti (quality management – QM) až k dnešnímu totálnímu řízení jakosti. Totální kvalita již není zaměřena pouze na výrobek, ale zahrnuje tři hlavní stránky [5]:

- celý výrobek, všechny jeho součásti a díly, všechno příslušenství,
- celý proces výroby a prodeje, včetně výzkumu,
- všechny řídicí a výkonné pracovníky.

5.4.2. Odstranění rizika vzniku poruch zařízení

K eliminaci poruch zařízení Toyota jako jedna z prvních firem aplikovala koncepci totálně produktivní údržby (total productive maintenance – TPM) [6]. Hlavní rozdíl mezi TPM a dalšími koncepcemi údržby je v tom, že jsou výrobní pracovníci přímo zapojeni do činnosti údržby.

Základní aktivity totálně produktivní údržby jsou uspořádány jako „pilíře“. V závislosti na autorovi se označení a počet pilířů mírně odlišuje, ale za obecně přijímaný model lze považovat osm pilířů, které navrhl Seiichi Nakajima (viz obr. 5.4) [7].



Obr. 5.4 Pilíře totálně produktivní údržby (upraveno podle [7])

Jednotlivé pilíře je možné interpretovat následujícím způsobem:

- cílevědomé zlepšování (*kobetsu kaizen*) – maximalizace celkové efektivity zařízení, procesů a výroby prostřednictvím eliminace ztrát a zlepšování výkonu,
- autonomní údržba (*jishu hozen*) – zapojení pracovníků do každodenní kontroly a čištění jejich zařízení,
- plánovaná údržba (*keikaku hozen*) – nastavení a udržování optimálních podmínek činnosti zařízení a procesů,
- školení a výcvik – školení a výcvik univerzálních pracovníků s vysokou morálkou,
- předcházení údržbě (řízení vývoje) – vývoj nového zařízení s vysokým stupněm spolehlivosti, udržovatelnosti, hospodárnosti, bezpečnosti a flexibility,
- jakost údržby (*hinshitsu hozen*) – nastavení podmínek, které zabrání výskytu vad a kontrola těchto podmínek s cílem celkové eliminace výskytu vadných výrobků,
- administrativní TPM – aplikace činností TPM ke kontinuálnímu zvyšování efektivity a efektivity administrativních funkcí,
- bezpečnost a ekologie – odstranění nehod a znečištění.

Jako iniciační fáze zavedení TPM je doporučována aplikace techniky 5S, která je systematickou metodou k organizaci, uspořádání, čištění a standardizaci pracoviště a udržování ho v tomto stavu.

Jednotlivá „S“ vyjadřují [8]:

- *Seiri* (separovat) – projít všechny nástroje, zařízení a materiál na daném pracovišti a ponechat pouze nezbytné položky (všechno ostatní je z pracoviště vyřazeno).
- *Seiton* (systematizovat) – uspořádání nástrojů, zařízení a materiálu tak, aby podporovaly pracovní tok (každá věc by měla mít své místo a měla by být na tomto místě).
- *Seiso* (stále čistit) – systematické čištění nástrojů, zařízení a pracoviště (na konci každé směny je pracoviště uvedeno do původního stavu).
- *Seiketsu* (standardizovat) – vytvoření takových postupů, aby se předchozí 3S staly standardem.
- *Shitsuke* (sebedisciplína) – dosáhnout toho, aby se staly předešlé 4S nedílnou součástí standardních výrobních postupů (nedovolit, aby byly předchozí 4S porušovány a vše se vrátilo do starých kolejí).

5.4.3. Zajištění krátkých seřizovacích časů zařízení

Za účelem zkrácení seřizovacích časů prováděl Shigeo Shingo v Toyotě časové studie velkých lisovacích strojů. Výsledkem bylo zjištění, že většinu seřizovacích prací lze zařadit do dvou skupin [1]:

- zbytečné ztráty (*muda*),
- operace, které lze provádět ještě za chodu stroje – tyto činnosti Shingo označoval jako vnější v protikladu ke vnitřním seřizovacím operacím, zahrnujícím práci, kterou je nutné vykonat v době, kdy je stroj mimo provoz (příkladem vnějších činností je příprava a přehřátí matrice (die) a její přemístění k lisu).

Díky uvedeným opatřením bylo možné zkrátit dobu seřizování lisů z řádu hodin na několik minut [1]. Na základě těchto zjištění Shingo vytvořil techniku SMED (single minute

exchange of die), ve které navrhl způsob zkracování seřizovacích časů aplikací čtyř základních fází [4]:

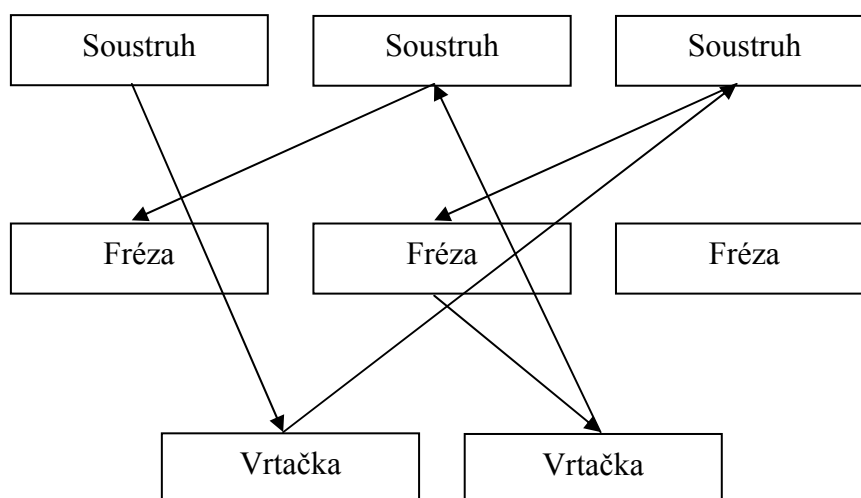
1. jasná identifikace vnitřních a vnějších seřizovacích operací
2. zajištění realizace vnějších činností za chodu stroje,
3. převedení vnitřních seřizovacích operací na vnější,
4. zefektivnění všech seřizovacích operací (např. využívání svěrek místo šroubů a matic, paralelním vykonáváním seřizovacích operací, mechanizací a automatizací).

V současné době se k eliminaci nebo k výraznému snížení seřizovacích časů využívají pružná zařízení, kde je přechod zařízení na nový sortiment plně automatizován. V průmyslové praxi je nejčastěji využíváno robotů a CNC strojů (computer numerical controlled machines).

Jinou možností je uplatnění koncepce postponementu. Ve výrobě to znamená odložit finalizaci výrobků nejpozději možnou dobu. Finální výrobky se tak montují podle individuálních požadavků zákazníků ze standardizovaných sestav a dílů. Výsledkem je snížení složitosti výroby a eliminace nutnosti přestaveb zařízení. Předpokladem uplatnění postponementu ve výrobě je modularita konstrukce konečných výrobků. Výrobky je nutné projektovat tak, aby bylo možné z relativně malé množiny dílů a sestav smontovat rozsáhlou škálu finálních výrobků.

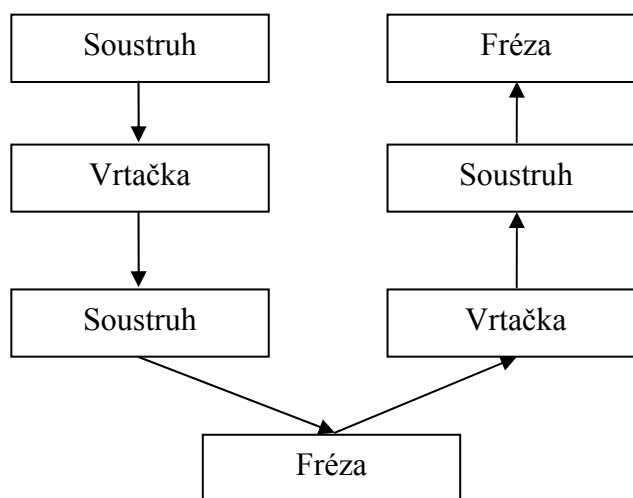
5.4.4. Efektivní uspořádání materiálových toků

V tradičním výrobním provozu jsou pracoviště a stroje seskupeny podle druhu. Ke zmapování cesty, kterou se pohybují materiály takovým provozem, je možné použít „špagetový diagram“ – mapa toku materiálu se podobá míse rozházených špaget (viz obr. 5.5) [1]. Materiál se pohybuje všemi směry, mezi pracovišti není z tohoto hlediska žádná koordinace. Na jednotlivých pracovištích probíhá výroba v dávkách a vznikají zásoby rozpracované výroby. Každému pracovišti je přidělena obsluha vykonávající úzce specializovaný okruh výrobních operací.



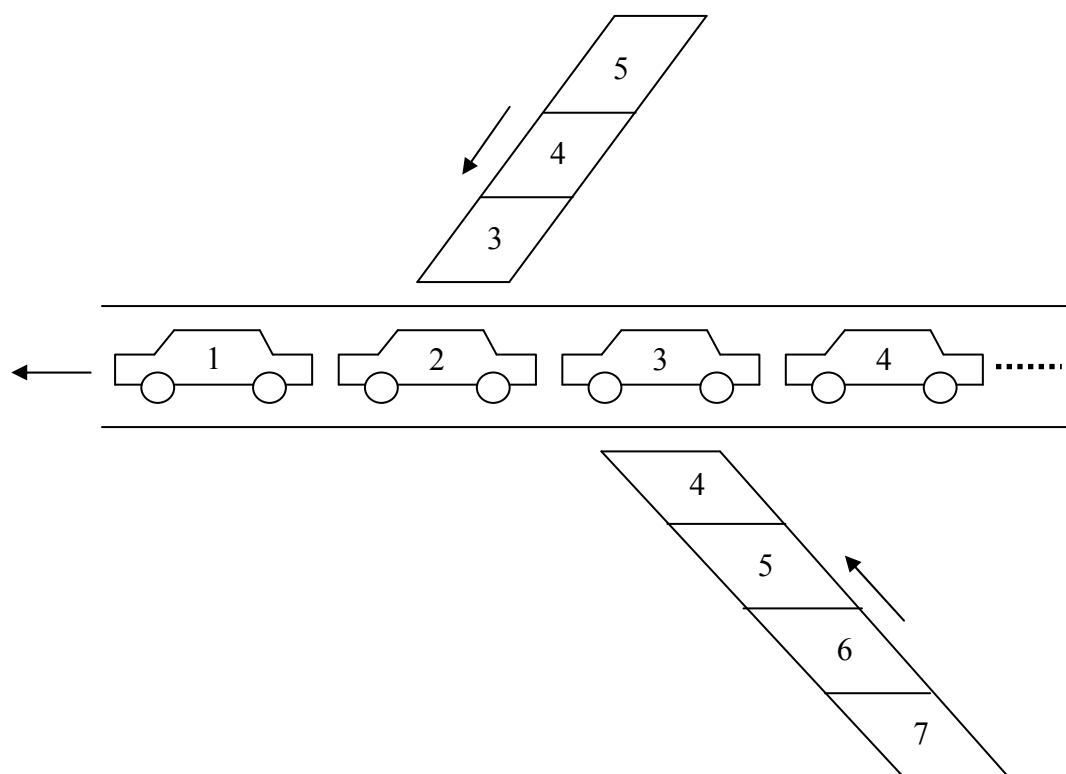
Obr. 5.5 Tradiční uspořádání výrobních pracovišť a strojů (upraveno podle [1])

K odstranění problémů spojených se složitými materiálovými toky mezi jednotlivými pracovišti Toyota vytvořila výrobní buňky (manufacturing cells). Výrobní buňka je tvořena těsným uspořádáním pracovišť a strojů seřazených podle technologických návazností výrobního procesu. Pracoviště jsou zde uspořádána nejčastěji do podoby písmene U (případně písmena L nebo I), což je výhodné pro efektivní pohyb lidí a materiálu (viz obr. 5.6) [1]. Buňky pracují s jednokusovým tokem. Výrobky procházejí jednotlivými výrobními operacemi tempem, které je určováno potřebami zákazníka, a s co nejmenším zpožděním a čekáním. Na rozdíl od tradičního uspořádání je výrobní buňka obsluhována univerzálními pracovníky, schopnými provádět všechny výrobní operace realizované v daném výrobním procesu. To umožňuje obsadit buňku takovým počtem pracovníků, který odpovídá momentální poptávce zákazníků.



Obr. 5.6 Výrobní buňka (upraveno podle [1])

Rovněž výrobní linky byly v Toyotě projektovány tak, aby byly minimalizovány manipulace a zásoby. Schematicky je to znázorněno na obrázku 5.7.



Obr. 5.7 Uspořádání montážních linek (upraveno podle [9])

Kolem hlavní montážní linky jsou rozmístěny dílčí montážní linky tak, aby se jednotlivé sestavy dostaly na místo montáže „just-in-time“. Dílčí montážní linky zařazují díly k montáži podle toho, jaký typ vozu je na hlavní lince montován, a pracují tempem odpovídajícím tempu hlavní montážní linky.

5.4.5. Vytvoření systému garantovaných dodavatelů

Tradiční západní pojetí navazování vztahů s dodavateli bylo založeno na neustálém vyhledávání dodavatelů s nejvýhodnějšími nabídkami. V případě, že se na trhu objevil lepší dodavatel, byla automaticky dohoda se stávajícím dodavatelem zrušena. Takový přístup však nevede k budování silných partnerských vztahů, které by vyústily k výraznému zvýšení spolehlivosti dodavatelů.

Naopak v Japonsku podniky působí v rámci „průmyslových rodin“ (*keiretsu*). Navazují spolupráci s malým počtem dodavatelů, se kterým udržují dlouhodobé, stabilní a velice těsné vazby, výhodné pro obě strany:

- výrobce získává dodávky JIT a výrobky za nízkou cenu a ve vysoké kvalitě,
- dodavatel dosahuje úspory díky snížení počtu zákazníků a výrobě velkých množství úzkého sortimentu (úsporám vyplývajícím z opakovanosti a rozsahu výroby).

Japonský model je postupně aplikován v řadě firem po celém světě. Výrobci zužují počet dodavatelů, uzavírají s nimi dlouhodobé smlouvy, zajišťují si nejen dodávky, ale i spolupráci.



Příklad z praxe

Uvedený přístup může být názorně dokumentován na příklad vztahů výrobce a dodavatele v českém automobilovém průmyslu [5]:

Výrobce objednává od dodavatele díl střední složitosti s pevnými objemy dodávek na čtyři roky. Nejprve se přesvědčí, že má dodavatel moderní technologii a schopné zaměstnance. Také že je výzkumně i vývojově a inženýrsky dost silný, aby i v budoucnosti mohl předmět dodávky modernizovat. Pak následují dodavatelské podmínky – dodavatel dodá sjednaný díl přesně podle evropských technických norem nebo technických specifikací, v naprosto bezvadné jakosti, v dohodnuté výchozí ceně, která se bude každoročně snižovat o 5 %, v dodacích lhůtách přesně podle harmonogramu dodávek. Výrobce si vyhradil právo podniknout dvakrát ročně jakostní audit přímo v provozech dodavatele, aby se ujistil o odpovídající úrovni technologie a organizace. Dodavatel dále předloží výchozí kalkulaci, z níž bude jasné, že nejsou započítány žádné jiné náklady než ty, které souvisejí se sjednanou dodávkou. Dojde-li během smluvní doby k modernizaci, výrobce umožní dodavateli na přechodnou dobu, aby si zvýšil náklady až o 15 %. K tomu se ještě připojují dodatky pro případ porušení smlouvy, srážek z ceny až po vypovězení.



Video č. 11: Výběr a hodnocení dodavatelů v automobilovém průmyslu

Přednáška PhDr. Halky Kračmerové, Clog, vedoucí logistiky a nákupu společnosti PWO UNITOOLS CZ a.s., zabývající se nabídkou komplexních služeb v oblasti vývoje, konstrukce, výroby nástrojů a výroby plechových výlisků pro automobilový průmysl. Přednáška je věnována procesu výběru dodavatelů, jejich následného hodnocení a případného ukončení spolupráce s dodavateli na příkladu konkrétní firmy z automobilového průmyslu.

Mezi trendy v oblasti zvyšování spolehlivosti dodávek patří rovněž budování závodů dodavatelů v blízkosti výrobce. Ještě dále tuto myšlenku posouvá fraktálová výroba (fractal manufacturing), u jejíhož zrodu stála zejména česká automobilka ŠKODA AUTO (člen Volkswagen Group) [5]. Fraktálová výroba totiž znamená umístění výrobních linek dodavatelů přímo u výrobce, tj. v přímé návaznosti na hlavní výrobní linku.

5.5. Systém kanban

Taichi Ohno vytvořil systém, který představuje kompromis mezi ideálním jednodušším tokem a tradiční výrobou. Jinými slovy, pokud nelze vytvořit nepřetržitý materiálový tok, může být řešením vytvoření systému tahu, který pracuje s minimálními zásobami [1].

Navržený systém je založen na předpokladu, že se výroba materiálu a dílů zahajuje teprve ve chvíli, kdy jsou skutečně potřeba – doplnění materiálových položek se provádí pouze v případě, že odebírající pracoviště dané položky spotřebuje. Naopak, pokud nejsou spotřebovány, zůstávají v zásobě a k jejich dalšímu doplňování a tedy nadvýrobě nedochází. Tímto způsobem se stále udržuje pouze minimální výše zásob.

Vzhledem k tomu, že mohou být pracoviště od sebe značně vzdálená, je nutné zvolit určitý způsob signalizace potřeby jednotlivých pracovišť. Taichi Ohno použil jednoduché karty (visačky), v japonsku označované jako *kanban*. Celý systém je pak založen na toku karet připojených k přeprávkám, ve kterých jsou mezi jednotlivými pracovišti přemísťována standardní množství polotovárů. Příklad karty *kanban* je uveden na obrázku 5.8.

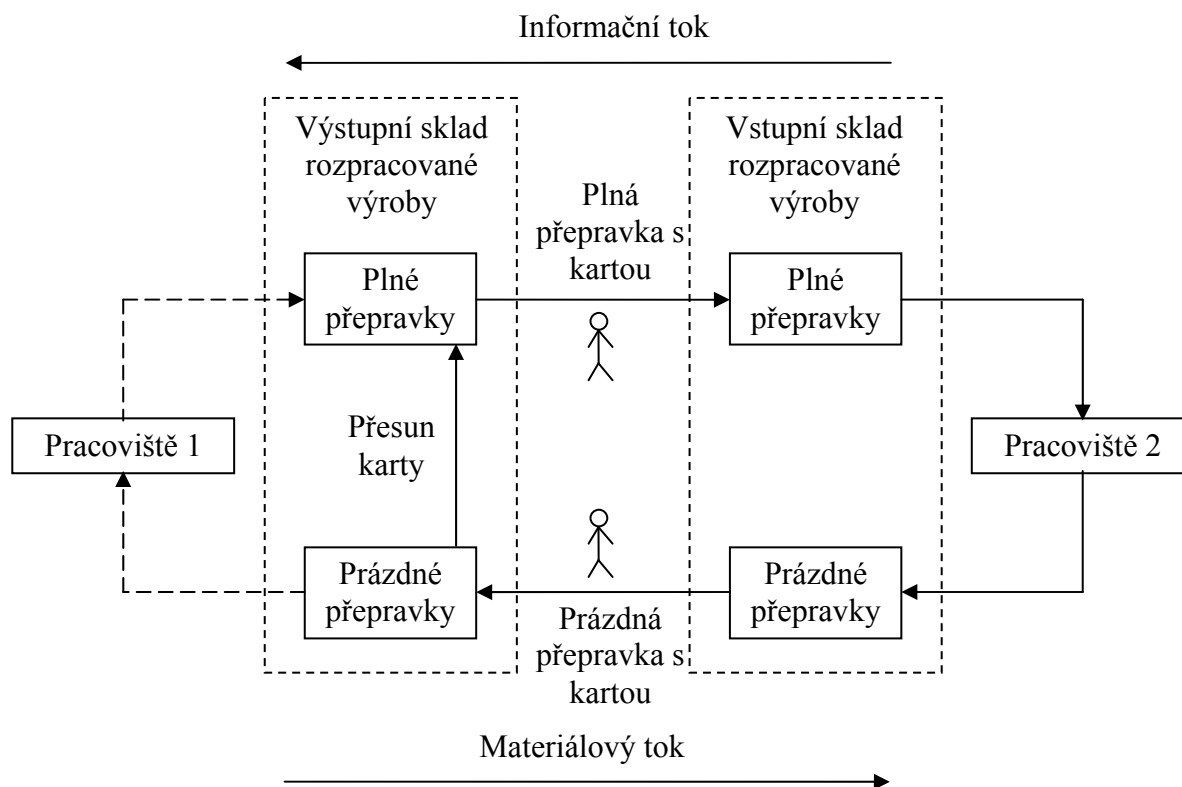
Číslo položky: 41211 – 36090 Název položky: Ozubené kolo			Předchozí proces: Kování A
Počet kusů	Typ přepravy	Číslo přepravy	Následující proces: Obrábění C
15	C	3/8	

Obr. 5.8 Příklad karty *kanban* (upraveno podle [10])

Každá karta zahrnuje zejména následující informace:

- identifikace požadovaného materiálu nebo dílu (co je potřeba),
- požadované množství dané zpravidla kapacitou přepravy (kolik je potřeba),
- pracoviště požadující daný materiál nebo díl (kdo to potřebuje),
- pracoviště vyrábějící příslušný materiál nebo díl (kdo to zajistí).

Praktická řešení založená na kartách *kanban* se mohou vzájemně poměrně výrazně lišit [11]. Schéma organizace nejjednoduššího systému, aplikovaného mezi dvěma pracovišti, je uvedeno na obrázku 5.9.

Obr. 5.9 Jednokartový systém *kanban*

Pracoviště 1 vyrábí díly (je „dodavatelem“) pro pracoviště 2 („odběratele“). Vzhledem k rozdílnému umístění pracovišť v rámci závodu, obě využívají sklad rozpracované výroby. Pracoviště 1 výstupní sklad pro zakládání vyrobených dílů a pracoviště 2 vstupní sklad pro jejich odběr (v praxi jde zpravidla o skladové regály). Přemístování dílů mezi pracovišti je realizováno v přepravkách. Pracoviště 2 má připraveny karty *kanban* se základními informacemi o dílu, požadovaném množství a příslušných pracovištích.

V případě, že pracoviště 2 zpracuje díly z určité přepravky, umístí prázdnou přepravku s kartou do vstupního skladu, odebere odtud plnou přepravku a pokračuje v práci. Prázdná přepravka se stává signálem pro doplnění zásoby dílů v množství, které je uvedeno na kartě a je neprodleně přemístěna do výstupního skladu dodávajícího pracoviště. Zde se karta přemístí na plnou přepravku, odpovídající informacím na kartě. Ta je následně přesunuta do vstupního skladu pracoviště 2, čímž dochází k požadovanému doplnění zásoby. Prázdná přepravka ve výstupním skladu pracoviště 1 je impulsem k zahájení výroby na tomto pracovišti a doplnění chybějící zásoby.

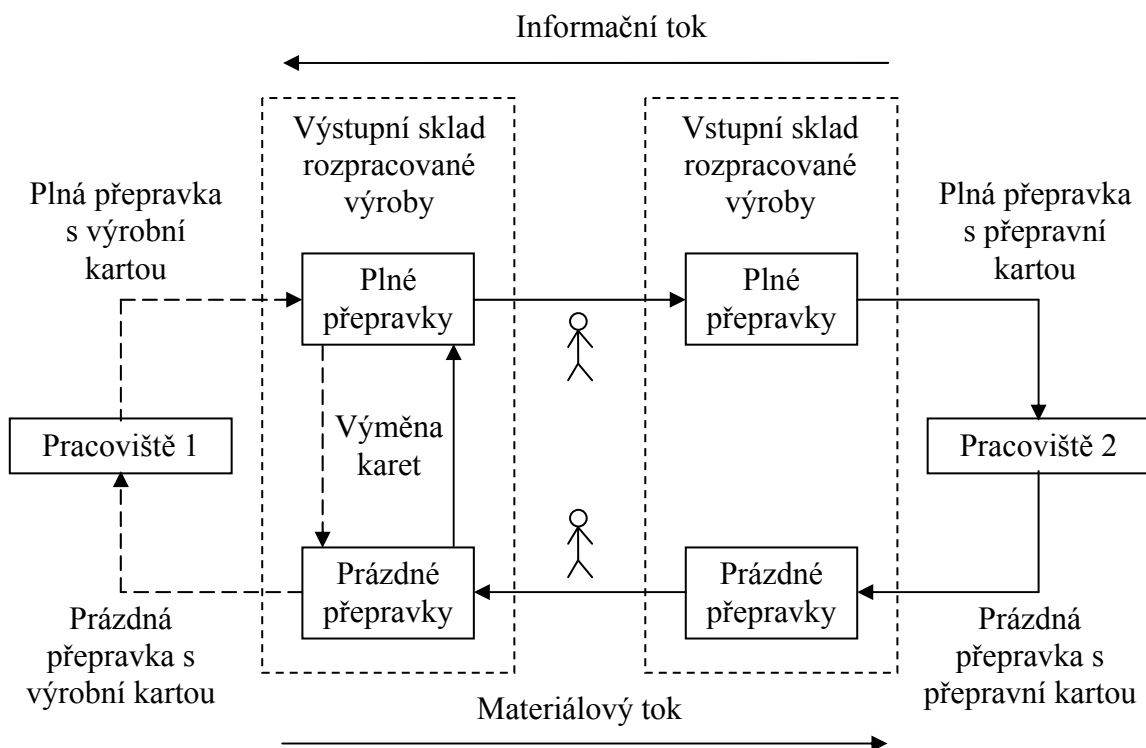
Prázdné přepravky a požadavek v podobě karty *kanban* jsou vysílány od odebírajícího pracoviště k dodávajícímu. V opačném směru je prováděno uspokojení požadavku, tj. doplnění zásoby dílu. Vlastní přesun přepravek je zajišťován pracovníky – operátory.

V praxi je častěji využíván systém se dvěma typy karet, tj. dvoukartový systém *kanban* [11]:

- výrobní karta – pro pracoviště představuje příkaz k výrobě standardního počtu produktů, tzn. k vytvoření jedné přepravky požadovaných dílů,

- přepravní karta – opravňuje k přepravě jedné přepravky požadovaných dílů z pracoviště, kde byly vyrobeny, na pracoviště, kde by měly být spotřebovány.

Zjednodušené schéma organizace takového systému je uvedeno na obrázku 5.10.



Obr. 5.10 Dvoukartový systém *kanban*

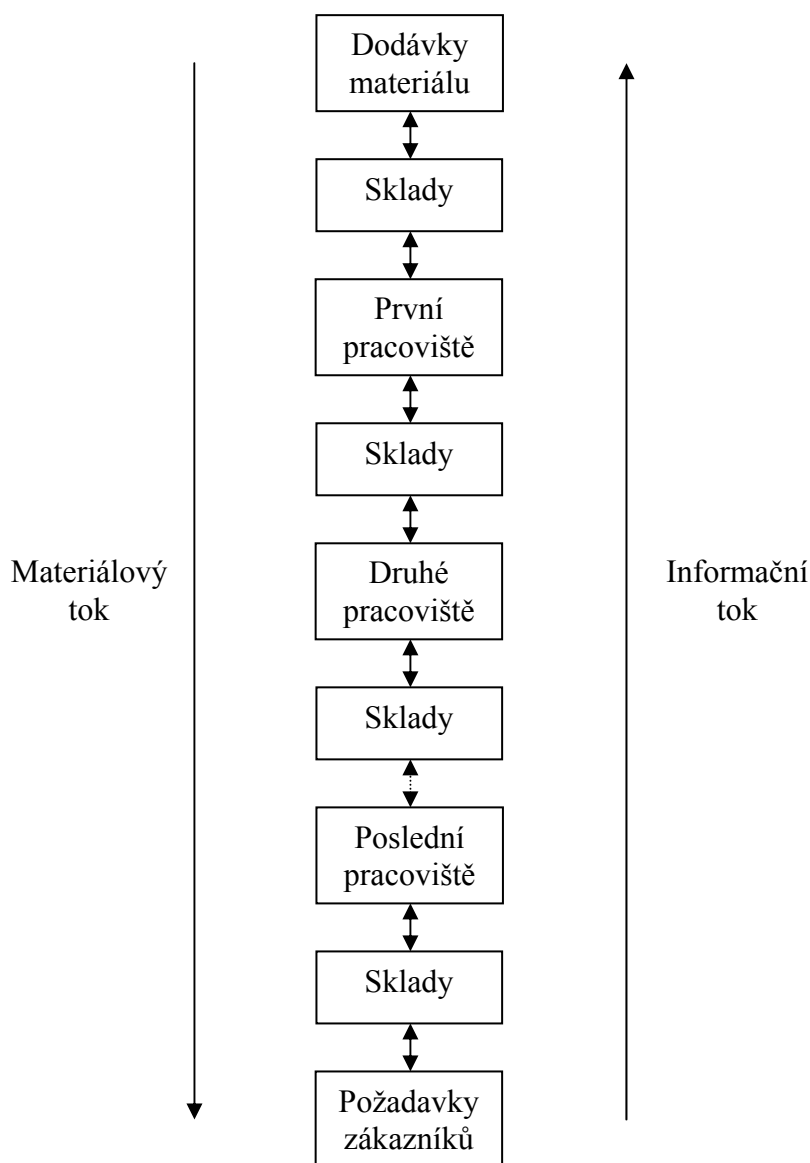
Pokud pracoviště 2 zpracuje díly z určité přepravky, umístí prázdnou přepravku s přepravní kartou do vstupního skladu, odebere odtud plnou přepravku a pokračuje v práci. Prázdná přepravka s přepravní kartou je signálem pro její přemístění do výstupního skladu pracoviště 1. Zde je nalezena plná přepravka s výrobní kartou, která odpovídá požadavkům z karty přepravní. Následně jsou obě karty zaměněny. Plná přepravka s přepravní kartou je přemístěna do vstupního skladu pracoviště 2, čímž dochází k doplnění zásoby. Prázdná přepravka s výrobní kartou ve výstupním skladu pracoviště 1 představuje impuls k výrobě na tomto pracovišti. Po jejím naplnění je přepravka s výrobní kartou umístěna zpět do výstupního skladu pracoviště 1.



Animace č. 9: Ilustrace činnosti systému *kanban*

Animace prezentuje příklad fungování systému *kanban* se dvěma typy karet. Na počátku animace je proveden popis jednoduchého výrobního procesu, zahrnujícího dvě výrobní pracoviště a vazby mezi těmito pracovišti. Následně je srovnán klasický systém řízení výroby se systémem *kanban*.

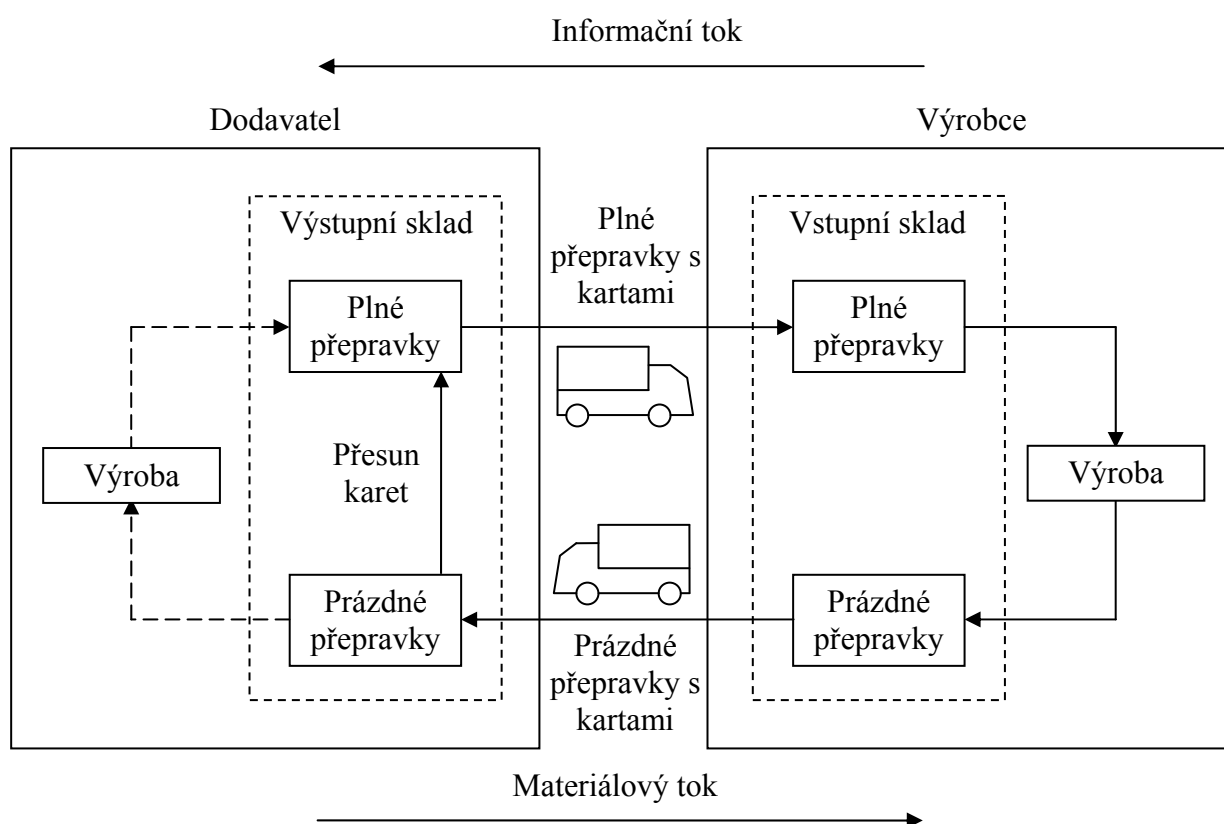
Systémem *kanban* lze samozřejmě propojit i větší počet pracovišť, která se postupně podílejí na zpracování materiálu a dílů na hotové výrobky. Schematicky je uvedena situace znázorněna na obrázku 5.11.



Obr. 5.11 Zjednodušené schéma systému *kanban* aplikovaného mezi jednotlivými pracovišti podniku (upraveno na základě [12])

Východiskem pro aplikaci systému *kanban* v podniku jsou požadavky zákazníků v podobě denního plánu výroby hotových výrobků. Na jeho základě vyrábí poslední pracoviště hotové výrobky. Materiál a díly spotřebované na posledním pracovišti jsou doplňovány předposledním pracovištěm. Uvedeným způsobem se „vytahuje“ potřebný materiál a díly proti směru materiálového toku až k prvnímu pracovišti, které zpracovává materiál zajišťovaný dodavateli. Doplňování dílů a výroba jednotlivých pracovišť je řízena příslušnými kartami *kanban*. Tímto způsobem dochází k přímé spojitosti mezi výrobou a požadavky zákazníků.

Systém *kanban* může být rovněž aplikován na dodávky materiálu a dílů od externího dodavatele. Schematicky je organizace takového systému znázorněna na obrázku 5.12.



Obr. 5.12 Systém *kanban* mezi výrobcem a externím dodavatelem

Systém funguje obdobně jako jednokartový systém *kanban* s tím rozdílem, že se přepravují přepravky s kartami v nákladních autech. Od výrobce putují k dodavateli prázdné přepravky s kartami. Dodavatel udržuje určitou zásobu dílů na skladě, ze které požadavky výrobce uspokojí. Prázdné přepravky u dodavatele jsou opět impulsem pro výrobu a doplnění zásob na původní stav.

V současné době je klasický systém *kanban* nahrazován elektronickým (systém *e-kanban*). Elektronické systémy *kanban* pomáhají eliminovat některé nedostatky klasických systémů, např. ztráty karet. Tyto systémy se liší od tradičních zejména tím, že nahrazují karty *kanban* čárovými kódy nebo elektronickými zprávami. Typický elektronický systém *kanban* sleduje zásoby označené čárovými kódy jejich snímáním v různých fázích výrobního procesu, aby mohl signalizovat potřebu. Následně jsou odesílány zprávy do skladů k doplnění požadovaného množství zásob. V případě, že je systém *kanban* využíván pro dodávky dílů od externích dodavatelů, je k doručování zpráv využíván Internet.

Systém *kanban* je nástrojem, který umožňuje postupné přiblížení k ideálním JIT dodávkám, tj. jednokusovému toku. Při zavádění systému *kanban* se nejprve stanoví výchozí počet karet v systému. Ten stanovují buď výrobní specialisté z dané firmy nebo je možné využít matematických vztahů doporučených v literatuře. Například manažeři Toyoty navrhli následující vzorec [13]:

$$N = \frac{D \cdot T(1 + q)}{C}$$

kde

N – počet karet v oběhu

D – průměrná denní potřeba dílu na daném pracovišti

T – průměrný čas oběhu karty mezi danými pracovišti

q – časová rezerva

C – počet dílů v přepravce (kapacita přepravky)

Následně se provádí postupné odebírání karet ze systému až do momentu, kdy se objeví problémy, dosud skryté pod vysokou hladinou zásob. Díky identifikaci těchto problémů je možné jejich postupné redukování, které dovoluje opětovné snižování dalšího počtu karet (stavu zásob) v systému, až na nezbytně nutné minimum.

5.6. Dovětek ke kapitole 5.

Při zavádění a aplikaci nástrojů z oblasti štíhlé výroby a just-in-time je nutné, aby byli pracovníci v uvedeném směru dobře připraveni a proškoleni. Měli by přijmout hlavní principy uvedených koncepcí a znát dopady jejich chybné realizace. K tomuto účelu je možné využít sehrávku logistických her. Příklady dvou takových her uvádí následující videa.



Video č. 12: Efektivita a týmová práce

Vysvětlení základních principů a sehrávka logistické hry „Efektivita a týmová práce“ realizované v rámci školicího programu společnosti KOSTAL CR, s.r.o., která se zabývá výrobou a montáží elektronických komponentů pro autopříslušenství a další průmyslové aplikace. Hra byla sehrána přímo v prostorách výrobní haly společnosti KOSTAL CR, s.r.o. pod vedením tvůrců této hry, Bc. Petra Bursíka a Ing. Václava Kovaříka.



Video č. 13: Ekonomické vazby ve výrobní společnosti

Vysvětlení základních principů a sehrávka logistické hry „Ekonomické vazby ve výrobní společnosti“ realizované v rámci školicího programu společnosti KOSTAL CR, s.r.o., která se zabývá výrobou a montáží elektronických komponentů pro autopříslušenství a další průmyslové aplikace. Hra byla sehrána přímo v prostorách výrobní haly společnosti KOSTAL CR, s.r.o. pod vedením tvůrců této hry, Bc. Petra Bursíka a Ing. Václava Kovaříka.



Shrnutí pojmů

just-in-time (JIT), TPS (výrobní systém Toyoty), štíhlá výroba, jednokusový tok, *poka-yoke*, TQM (totální řízení jakosti), TPM (totálně produktivní údržba), 5S,

SMED, postponement, výrobní buňka, fraktálová výroba, *kanban*, jednokartový systém *kanban*, dvoukartový systém *kanban*, elektronický systém *kanban*



Otázky

1. Jaká je hlavní myšlenka výrobního systému Toyota (TPS)?
2. Které typy ztrát jsou v rámci systému TPS eliminovány?
3. Na čem je založena koncepce štíhlé výroby?
4. Co je to just-in-time (JIT)?
5. Co je to systém tahu využívaný v rámci JIT?
6. Co je to jednokusový tok?
7. Jaký je rozdíl mezi jednokusovým tokem a klasickou (přerušovanou dávkovou) výrobou?
8. Jak může vést zavedení koncepce JIT ke snížení pojistných zásob?
9. Proč se při zavádění JIT do praxe objevuje celá řada problémů?
10. Se kterými problémy je možné se při zavádění JIT setkat?
11. Jaký je vliv nízké jakosti výrobků na jednokusový tok (JIT)?
12. Jak se projevují poruchy zařízení při jednokusovém toku?
13. Jak ovlivňují jednokusový tok dlouhé seřizovací časy?
14. Jaký je vliv zdlouhavé přepravy a manipulace nebo neuspořádaných materiálových toků na jednokusový tok?
15. Co způsobí při realizaci jednokusového toku nespolehliví dodavatelé?
16. Které koncepce a nástroje lze využít k zajištění vysoké jakosti výrobků?
17. Co je to technika *poka-yoke*?
18. Jaké jsou typy aplikací *poka-yoke*?
19. Čím se zabývá totální řízení jakosti (TQM)?
20. Pomocí kterých koncepcí a nástrojů můžeme eliminovat riziko vzniku poruch zařízení?
21. Jaký je základní rozdíl mezi totálně produktivní údržbou (TPM) a ostatními koncepcemi aplikovanými v údržbě?
22. Jaké jsou základní činnosti realizované v rámci TPM (pilíře TPM)?
23. Co je to technika 5S?
24. Jaký je postup aplikace techniky 5S?
25. Jakými přístupy lze dosáhnout snížení seřizovacích časů zařízení?
26. Na čem je založena technika SMED?
27. Jaký je postup aplikace techniky SMED?
28. Která pružná zařízení a jak snižují časy seřízení?
29. Jaký je princip koncepce postponementu?
30. Jakým způsobem postponement eliminuje časy seřízení zařízení?
31. Která uspořádání zefektivňují materiálové toky?
32. Co je to výrobní buňka?
33. Jaký je rozdíl mezi uspořádáním materiálových toků podle pracovišť a podle technologických návazností (klasickým a buňkovým uspořádáním)?
34. Jak lze uspořádat výrobní linky, aby pracovaly v režimu JIT?
35. Na čem je založen systém *kanban*?
36. Jaké informace zahrnuje karta *kanban*?
37. Jaký je základní princip činnosti jednokartového systému *kanban*?
38. Jaké typy karet jsou využívány v dvoukartovém systému *kanban*?
39. K čemu se využívá výrobní karta?
40. K jakému účelu slouží přepravní karta?

41. Jaký je základní princip činnosti dvoukartového systému *kanban*?
42. Jak je organizován systém *kanban* mezi větším počtem pracovišť?
43. Jak lze využít systém *kanban* k dodávkám dílů od externího dodavatele?
44. Jak funguje elektronický systém *kanban*?
45. Jak lze využít systém *kanban* k postupnému snižování zásob (budování JIT)?



Literatura

- [1] LIKER J. *The Toyota Way. 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Professional, 2004.
- [2] WOMACK J. P., JONES D. T. *Lean Thinking*. Free Press, 1996.
- [3] WOMACK J. P., JONES D. T., ROOS D. *The Machine That Changed the World*. Free Press, 1991.
- [4] SHINGO S. *Revolution in Manufacturing*. Productivity Press, 1985.
- [5] JIRÁSEK J. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada Publishing, 1998.
- [6] ROBINSON C. J., GINDER A. P. *Implementing TPM*. Productivity Press, 1995.
- [7] NAKAJIMA S. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Produktivity Press, 1988.
- [8] MASAOKI I. *Gemba kaizen*. McGraw-Hill Professional, 1997.
- [9] OHNO T. *Toyota Production System*. Productivity Press, 1988.
- [10] BRZEZIŃSKI M. *Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*. Warszawa: PLACET, 2002.
- [11] CIESIELSKI M. a kol. *Instrumenty zarządzania logistycznego*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2006.
- [12] MUHLEMANN A. P., OAKLAND J. S., LOCKYER K. G. *Zarządzanie. Produkcja i usługi*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001.
- [13] WITKOWSKI J. *Logistyka firm japońskich*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 1999.

6. TEORIE OMEZENÍ A SYSTÉM DBR



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- shrnout okolnosti vzniku teorie omezení (TOC),
- definovat úzká místa ve výrobě,
- klasifikovat nástroje TOC využitelné v logistice výroby,
- vysvětlit proces neustálého zlepšování výkonnosti výrobního systému,
- popsat základní principy činnosti systému pro plánování výroby nazývaného buben-nárazník-lano (DBR),
- srovnat systém DBR s dalšími koncepcemi a systémy využívanými v logistice průmyslové výroby,
- objasnit způsob aplikace principů systému DBR v praxi,
- vyhodnotit možnosti aplikace nástrojů TOC v logistice průmyslové výroby.



Výklad

Základní myšlenky teorie omezení (theory of constraints – TOC) byly poprvé představeny v roce 1984 v knize *Cíl (The Goal)* [1], jejímž autorem je Eliyahu M. Goldratt.

Kdo by však očekával „klasickou“ odbornou publikaci s jasnými definicemi či systematizovanými znalostmi, bude zklamán. Goldratt totiž zvolil k prezentaci svých myšlenek zcela netradiční přístup. Knihu sepsal jako román z výrobního prostředí (který se dočkal také svého zfilmování). Díky tomu je TOC postavena na celé řadě netradičních pojmů a analogií. Hlavní význam Goldrattovy práce je proto vnímán spíše jako podněcování manažerů k přemýšlení, hledání odpovědí tam, kde je nikdo nečeká, zpochybňování rutinních předpokladů denně využívaných v podnikové praxi, než jako poskytování hotových řešení.

6.1. Stručná historie TOC

Goldratt, který vlastní doktorát z fyziky, se dostal k ekonomice a managementu prakticky náhodou. Jeho přítel pracoval v oblasti plánování a rozvrhování výroby ve společnosti zabývající se výrobou klecí pro drůbež. Problémy, které řešil, upoutaly Goldratta natolik, že vymyslel vlastní systém pro plánování a rozvrhování výroby. Ten dovolil firmě dramatické zvýšení produkce bez většího růstu provozních nákladů. Protože v té době nebyl na trhu dostupný žádný odpovídající plánovací software, vytvořil Goldratt na základě svých myšlenek softwarové řešení, které je dnes známé pod označením OPT (optimized production technology) [2].

OPT bylo uvedeno na americký trh v roce 1978 společností Creative Output, Inc., kde byl Goldratt jedním z majitelů a řídicích pracovníků. V roce 1982 byla společnost považována za

šestou nejrychleji rostoucí v USA [1]. Přes tyto úspěchy pokládal Goldratt růst tržeb společnosti za příliš pomalý a bolestný. Vzhledem k tomu, že klasické marketingové metody nepřinášely očekávaný efekt, rozhodl se zvolit nekonvenční přístup, který vedl ke vzniku románu z výrobního prostředí s názvem *Cíl*. Při psaní knihy Goldratt záměrně potlačil význam svého plánovacího software, protože za hlavní překážku bránící podniku v dosahování vyššího výkonu považoval zakořeněné představy vládnoucí v průmyslu. *Cíl* se tak nesoustředí na nutnost zavádění plánovacího software, ale zpochybňuje rutinní pravidla a politiky denně využívané v podnikové praxi a nabízí postupy vedoucí k jejich změně.

Úspěch se dostavil téměř okamžitě. *Cíl* se stal bestsellerem a Goldrattovy myšlenky byly realizovány a přinášely hmatatelné výsledky v řadě podniků. Goldratta to však paradoxně přivedlo do velmi nepříjemné situace. Podniky aplikující jeho postupy totiž často dosahovaly lepších výsledků, než zákazníci společnosti, kteří zakoupili plánovací software. Sám Goldratt tuto situaci popsal následujícím způsobem: „Ukázalo se, že software, do kterého jsem vložil téměř deset let těžké práce, věc, kterou jsem považoval za své vrcholné dílo, spíše škodí, než pomáhá. ... Úsilí instalovat software lidi v závodě rozptýlilo, takže se nesoustředili na požadované změny – změny v základních pojetích, hodnotících ukazatelích a postupech. Jak jsme při vědomí toho všeho mohli dál přesvědčovat podniky, aby naše produkty kupovaly?“ [1].

Ve snaze tuto situaci změnit tak Goldratt práva na plánovací software prodává a v roce 1986 zakládá institut nesoucí jméno jeho otce – Avraham Y. Goldratt Institute. Zde postupně vzniká rozsáhlý znalostní a metodický aparát, který je souhrnně nazván jako teorie omezení. Od konkrétního systému pro plánování a rozvrhování výroby se tak TOC postupně vyvinula v obecnou koncepci, kterou je možné aplikovat pro libovolný typ systému, ať už se jedná o výrobní firmy, obchodní společnosti, banky nebo pojišťovny.

Tento vývoj je logickým vyústěním skutečnosti, že v jakékoli vývojové fázi je další rozvoj organizace blokován nějakým nadřazeným problémem. Před zavedením plánovacího systému je nejprve nutné zjednodušit a optimalizovat jednotlivé procesy. Zavedení plánovacího systému do neefektivně pracujících výrobních procesů problémy neřeší a dokonce může způsobit zhoršení původního stavu. Před zjednodušením a optimalizací procesů je nutné přepracovat zásady a pravidla uplatňované při řízení výrobního systému. Přepracování pravidel předchází jejich identifikace atd. Tím vzniká nutnost vyvíjet obecné přístupy a nástroje, které jsou určeny pro řešení problémů od té nejvyšší podnikové úrovně.

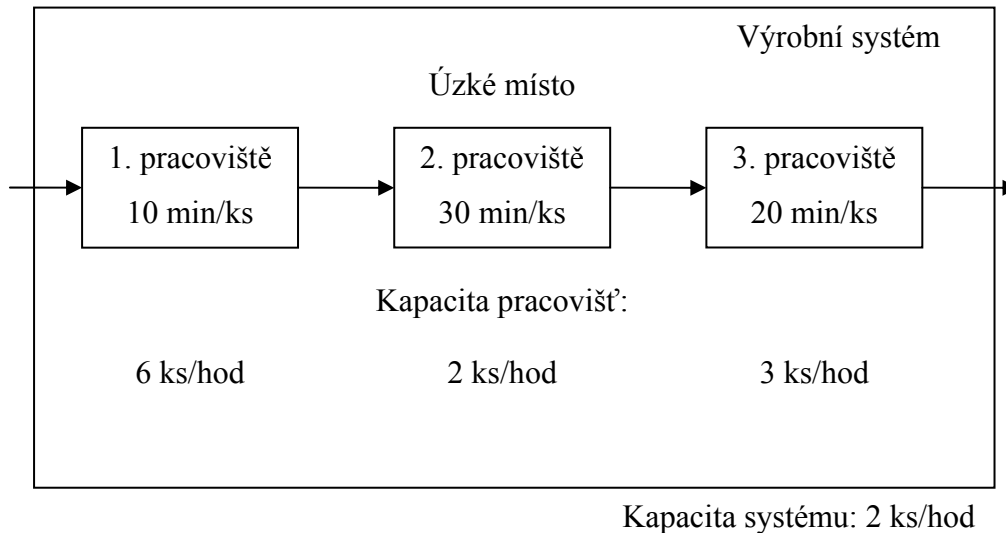
6.2. Úzká místa ve výrobě

Aplikace TOC v logistice výroby vychází z předpokladu, že jakýkoli výrobní systém nebude v měnících se podmínkách tak vyvážený, aby v něm nebylo jedno nebo několik omezení – úzkých míst (bottlenecks), která brání v dosahování neomezených finančních příjmů. Úzké místo je tak nejslabší částí systému, která určuje jeho celkový výkon. Pokud je cílem zvýšit výkon systému, je nutné zvýšit propustnost (výkon) úzkého místa. Jakékoli zvyšování propustnosti ostatních prvků systému k uvedenému cíli nepovede.

Úzkým místem nemusí být pouze výrobní zařízení, ale i chybná pravidla pro využívání kapacit, pracovníci, chybějící materiál či energie, nedostatek zakázek. Za klíčová úzká místa jsou však v praxi považovány kapacity, neboli kapacitní úzká místa, kterým je také v rámci uplatnění TOC v logistice výroby věnována největší pozornost. Kapacitní úzká místa je

možné definovat jako určité zdroje, které z důvodu zřejmého nedostatku dostupné kapacity narušují hladký tok výrobků výrobním provozem [3].

Zjednodušeně je možné kapacitní úzké místo znázornit formou obrázku 6.1. Jestliže by nebyla respektována existence úzkého místa a byl by uplatněn princip tlaku, pak by se před 2. pracovištěm hromadila zásoba tempem 4 ks za hodinu.



Obr. 6.1 Kapacitní úzké místo [4]

Kapacitní úzká místa mohou mít dvojí charakter:

- stálá úzká místa (dlouhodobá),
- plovoucí úzká místa, jejichž poloha se mění podle momentální struktury výrobního programu.

6.3. Nástroje TOC určené pro logistiku výroby

TOC přináší logistice výroby dva základní nástroje:

- proces neustálého zlepšování,
- systém DBR pro plánování výroby.

6.3.1. Proces neustálého zlepšování

Goldratt navrhl postup, kterým je možné neustále zvyšovat výkon výroby, i celého podniku. Jeho základní princip ilustruje na analogii vzájemně na sebe navazujících prvků výrobního systému a klasického řetězu. Pokud se bude na řetězu přenášet určitý předmět a cílem bude maximalizace jeho hmotnosti (maximalizace výkonu systému), pak bude pevnost řetězu dána pevností nejslabšího článku (výkon systému bude dán úzkým místem). Tedy jakékoli zvyšování pevnosti jiného článku řetězu (posilování výkonu jiného prvku systému) nebude mít smysl. Je zřejmé, že s každým odstraněním nejslabšího článku (úzkého místa) se objeví

další omezení na jiném místě řetězu a posilování úzkých míst se tak stává nikdy nekončícím procesem.

Na základě této myšlenky je možné definovat proces neustálého zlepšování (process of ongoing improvement) výkonnosti výrobního systému jako posloupnost následujících kroků [4]:

1. Zjištění kapacitního úzkého místa a určení jeho charakteru.
2. Ochránění propustnosti úzkého místa méně náročnými organizačními opatřeními.
3. Podpora opatření, navržených v kroku 2, odpovídajícími závaznými pravidly pro činnost všech dodávajících, spolupracujících a řídicích pracovišť.
4. Zajištění zásadnějšího zvýšení kapacity úzkého místa pořízením paralelních zařízení, znásobením obsluhy apod.
5. Analýza nové situace a zjištění nového kapacitního úzkého místa.

Klíčovým bodem uvedeného procesu je krok 2, tj. hledání opatření k lepšímu využití kapacitních úzkých míst. K zásadnějšímu zvýšení kapacity úzkého místa (ke kroku 4) se přistupuje až po vyčerpání všech méně náročných opatření, protože zásadnější zvýšení kapacity je vždy spojeno s podstatně vyššími náklady i rizikem. Ve většině případů nejde o speciální opatření vyvinutá Goldrattem a jeho spolupracovníky, ale o známé, často velice jednoduché postupy, které zajišťují maximalizaci využití kapacit. Z tohoto důvodu nebude jejich výčet doprovázen podrobnější charakteristikou.



Čas k zamyšlení

Jde o jednoduché postupy, jak zvýšit kapacitu zařízení. Vybavíte si je, aniž byste četli následující text? Co byste udělali, kdybyste chtěli zvýšit výkon stroje?

K nejčastěji uváděným patří (blíže literatura [4]):

- Zkrácení nečinnosti úzkého místa (zejména z důvodu seřizování nebo údržby) – zadávání výrobních úkolů v takovém pořadí, aby se minimalizovaly nároky na seřizování, zefektivnění seřizovacích postupů (např. uplatněním techniky SMED), snižování počtu seřizování sdružováním zakázek do výrobních dávek, provádění údržby v nepracovních směnách, nasazování náhradní obsluhy v době zákonných přestávek apod.
- Tvorba efektivního výrobního programu, tj. taková volba výrobního programu, která zajistí, že celkový výstup limitovaný kapacitními úzkými místy bude ekonomicky co nejvýhodnější. Jako rozhodující kritérium pro zařazení výrobku do výrobního programu se používá příspěvek na úhradu fixních nákladů a tvorby zisku, kterého lze dosáhnout na jednotku času úzkého místa.
- Řízení jakosti s cílem odhalit a nevpustit neshodné výrobky na úzké místo a dále eliminovat vznik neshod přímo na úzkém místě.
- Průřezovými opatřeními, podporujícími předcházející postupy, jsou účinná motivace pracovníků k efektivnímu plnění úkolů na úzkém místě či vizualizace stavu v klíčových řídicích bodech.

6.3.2. Systém DBR

Druhým Goldrattovým nástrojem, který je možné využít v logistice výroby, je systém pro plánování a řízení výroby nazvaný jako systém buben-nárazník-lano (drum-buffer-robe – DBR). Pro jeho představení Goldratt použil velmi názornou analogii oddílu skautů, který musí urazit určitou trasu a výrobního systému skládajícího se z určitého počtu pracovišť, který musí realizovat určitou práci. Cílem je urazit trasu, tj. realizovat práci, ve stanoveném čase.

Skauti postupují v řadě za sebou stejně, jako je výrobní systém složen z jednoduchého řetězce vzájemně na sebe navazujících pracovišť. Tak jako většina pracovišť pracuje různou rychlostí z důvodu odlišných kapacit, také skauti pochodují různým průměrným tempem. Tato tempa podléhají náhodným vlivům a kolísání. Vstupním materiálem je v případě oddílu skautů trasa, kterou mají v dané chvíli před sebou. Tak jako skauti postupně zdolávají trasu, jednotlivá pracoviště provádějí zpracování vstupního materiálu. Hotovým výrobkem je pak délka trasy, kterou již oddíl urazil.

Díky této analogii je možné vzdálenost mezi prvním a posledním skautem označit za rozpracovanou výrobu (trasu). Za těchto podmínek se dá očekávat, že rychlejší skauti v přední části oddílu budou postupně získávat stále větší náskok, neboť nejpomalejší skaut (úzké místo) bude brzdit všechny, kteří jdou za ním. Díky tomu bude postupně narůstat velikost rozpracované výroby až do dosažení cíle trasy. Přitom cíl je možné označit za splněný až v případě, kdy projde trasu poslední skaut. Jinými slovy, je potřeba vyřešit problém „semknutosti oddílu“.

Jaké jsou možnosti snížení rozestupů (velikosti rozpracované zásoby) bez prodloužení celkového času pro zdolání trasy (průběžné doby výroby)? Řešení může být několik [2]:

Prvním z nich je uspořádat skauty v pořadí jejich průměrného tempa chůze od nejpomalejšího k nejrychlejšímu (tj. seřadit pracoviště podle velikosti dostupné kapacity vzestupně). Takové řešení by však bylo v praxi příliš nákladné a díky technologickým vazbám také v řadě situací nemožné. V případě výskytu plovoucích úzkých míst by zcela ztrácelo smysl.

Dalším řešením by mohlo být připoutání všech skautů k sobě lanem tak, jak to dělají horolezci nebo udávání jednotného rytmu chůze, který by udržoval stále stejné tempo celého oddílu. V tomto případě jde v podstatě o stejné řešení, jako je montážní linka. Tím, že se umístí rozpracovaná výroba na dopravník, budou všechna pracoviště zpracovávat polotovary stejným tempem. Obdobným způsobem pracuje rovněž systém *kanban*. Oba systémy pracují s pevně daným zásobníkem práce mezi dvěma po sobě jdoucími pracovišti. Na montážní lince představuje tento zásobník vzdálenost mezi pracovišti. V systému *kanban* je dán počtem jednotek specifikovaných na kartách a počtem těchto karet udržovaných mezi navazujícími pracovišti.

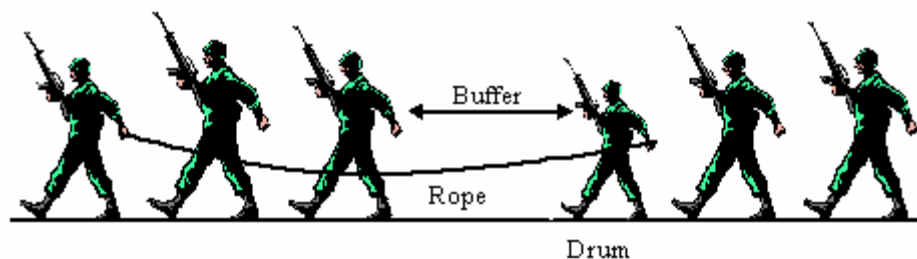
Za hlavní nevýhodu obou systémů je možné považovat skutečnost, že jakékoli narušení práce některého z pracovišť způsobí celkové zastavení výroby. Zásobníky před každým pracovištěm jsou tak malé, že při narušení práce jednoho z pracovišť všechna ostatní rychle vyčerpají svou vyrovnávací zásobu. Tak může docházet při jakýchkoli odchylkách ve zpracovacích časech k závažným problémům. Dokonce se může stát, že celkové tempo práce bude ve

„spojitých“ systémech bez vyrovnávacích zásobníků daleko menší než průměrné tempo nejpomalejšího pracoviště celého systému.

Základním předpokladem fungování montážní linky nebo systému *kanban* je tak výrazné omezení odchylek v kapacitě jednotlivých pracovišť. Pokud nejsou zdroje poruch a odchylek odstraněny, může být celkový výkon dokonce menší než před zavedením těchto systémů. Pokud se vrátíme k analogii s oddílem skautů, oba uvedené systémy řeší problém „semknutosti oddílu“ zarovnáním kopců, vydlážděním trasy, zdokonalením obuvi a tréninkem (nebo omezením) všech průzkumníků tak, aby šli přesně stejnou rychlostí.

Naopak, přístup TOC k řešení uvedeného problému naopak vychází z předpokladu, že různé zdroje mají odlišné kapacity, a že jejich odchylky a poruchy nemohou být ve skutečnosti odstraněny. Jakékoli navržené řešení se tedy musí s touto skutečností vypořádat.

Řešení, které nese název DBR pak spočívá v uvázání lana mezi prvním a nejpomalejším skautem v zástupu, tj. omezení tempa chůze prvním skautem na rychlost odpovídající rychlosti nejpomalejšího skauta (omezení výkonu prvním pracoviště podle výkonu úzkého místa). První skaut se tak nikdy nemůže vzdálit od ostatních více než na délku lana. Protože jsou všichni skauti pochoduující před nejpomalejším skautem rychlejší, mají tendenci se „shromáždit“ za prvním skautem a odstranit tak rozestupy (zásoby rozpracované výroby). To však nutně otevírá určitý prostor (velikost zásoby) mezi vedoucí skupinkou a nejpomalejším skautem, který je nazýván jako vyrovnávací zásobník. Celá situace je uvedena na obrázku 6.2.



Obr. 6.2 Ilustrace systému DBR (upraveno na základě [2])

Systém je označován jako buben-nárazní-lano (drum-buffer-rope), protože nejpomalejší skaut (úzké místo) udává rychlost (bubnuje do rytmu) celého oddílu. Rychlost postupu je přitom dodržována díky lanu a chráněna vyrovnávacím zásobníkem (nárazníkem). Ve srovnání s montážní linkou a systémem *kanban*, které zcela svazují skauty dohromady, nedochází u systému DBR k ohrožení postupu oddílu narušeními v chůzi některého ze skautů. Pokud se zastaví skauti za nejpomalejším skautem, nebude pro ně problém vzniklou mezeru odstranit (stejně jako pro pracoviště za úzkým místem nebude problém odstranit ztrátu z kolísání výkonu a poruch). Obdobně, když se zastaví některý ze skautů před nejpomalejším skautem (pracoviště před úzkým místem), bude ještě určitý čas trvat, než ho nejpomalejší skaut dožene a zastaví tak postup celého oddílu (úzké místo bude zpracovávat vyrovnávací zásobu a nedojde k zastavení celého výrobního systému).



Animace č. 10: Objasnění činnosti systému DBR

Animace objasňuje fungování systému DBR na analogii oddílu skautů na výletě a výrobní linky. Nejprve je vysvětlena základní logika srovnání oddílu skautů a výrobního systému. Následuje seznámení s principy fungování systému DBR. Animace je ukončena ukázkou chování systému DBR v případě výskytu poruch a kolísání ve výrobním procesu.

Uvedená logika je využívána také v logistice výroby. Praktickou aplikaci systému DBR je možné shrnout následovně [5]:

1. tvorba plánu výroby pro úzké místo (buben),
2. ochrana propustnosti výroby před nevyhnutelnými problémy umístěním časového zásobníku práce před úzká místa (nárazník),
3. odvození práce ostatních pracovišť od plánu výroby úzkých míst (lano).

Buben tak lze definovat jako detailní výrobní plán, který určuje rytmus celé výroby. Cílem je sestavit realistický plán, který bude v souladu s požadavky zákazníků na straně jedné a úzkými místy omezujícími výkon výroby na straně druhé. K tomuto účelu je vhodné využít proces neustálého zlepšování uvedený výše. V opačném případě mohou nastat situace, kdy plánované zatížení úzkých míst přesáhne jejich fyzickou kapacitu, skutečný tok výroby se bude opožďovat za plánovaným a dojde k ohrožení plnění objednávek zákazníků.

K základním faktorům, které je třeba při tvorbě plánu práce úzkého místa vzít v úvahu, patří [4]:

- priority výroby – zejména pořadí s ohledem na požadované termíny dokončení zakázek,
- velikost výrobních dávek – pokud se kumulují do společných dávek požadavky pro různé zakázky, lze pro úzké místo stanovit minimální velikost dávky zajišťující vysoké využití kapacity (obecně však velikost dávky není stálá, mění se podle struktury požadavků),
- velikost manipulačních či přepravních dávek – provádí se vyvažování mezi malými manipulačními dávkami zrychlujícími tok a náklady na častější manipulaci.

Jako ochrana proti kolísání a poruchám, které se běžně vyskytují ve výrobním procesu, slouží nárazníky. Přesněji řečeno, jde o tzv. časové zásobníky, které určují předstihy, s nimiž musejí být k dispozici před úzkými místy příslušné polotovary. Nárazník tak znamená dřívější dostupnost polotovarů před plánovanou prací na daném pracovišti.

Vytvořené nárazníky však nemají vliv na zvýšení zásob systému ani prodloužení průběžné doby výroby. Představují pouze vytvoření zásoby ve strategicky důležitých místech výroby, čímž se naopak eliminují zásoby a nadbytečné zvyšování průběžné doby výroby na všech ostatních pracovištích. Z tohoto důvodu se umísťují nejen před úzkými místy, ale také před expedicí. V prvním případě hovoříme o tzv. vyrovnávacích náraznících (protective buffers), ve druhém případě o expedičních náraznících (shipping buffers).

Délka nárazníků závisí na frekvenci a velikosti poruch a kolísání na pracovištích před zásobníkem (tj. úzkým místem nebo expedicí). Vždy je nutné zvažovat náklady na udržování zásob v nárazníku a možné důsledky jeho „vyprázdnění“. V praxi je velikost nárazníku

vyjadřována určitým počet dnů. Protože je podrobné sledování odchylek od časového průběhu na každém pracovišti pracné, doporučuje se vcelku jednoduchý postup [4]:

1. velikost nárazníku (časový předstih) stanovit tak, aby zajistil činnost úzkého místa po dobu poloviny průběžné doby dodávajících pracovišť,
2. skutečný stav nárazníku průběžně monitorovat, analyzovat, diagnostikovat příčiny poruch a následně jeho velikost upravovat.

Obsahem analýzy nárazníků je identifikace položek, které nebyly dodány, a sledování jejich naplněnosti. Jestliže je nárazník neustále zaplněn na 100 %, pak to znamená, že neexistují žádné odchylky od plánovaných výrobních toků a je možné jej zmenšit (a snížit tak velikost zásob rozpracované výroby a náklady spojené s jejich udržováním).

Poslední součástí systému *DBR* je lano. Jeho funkce spočívá v odvození práce všech ostatních pracovišť od vytvořeného plánu výroby – bubnu, tj. že [5]:

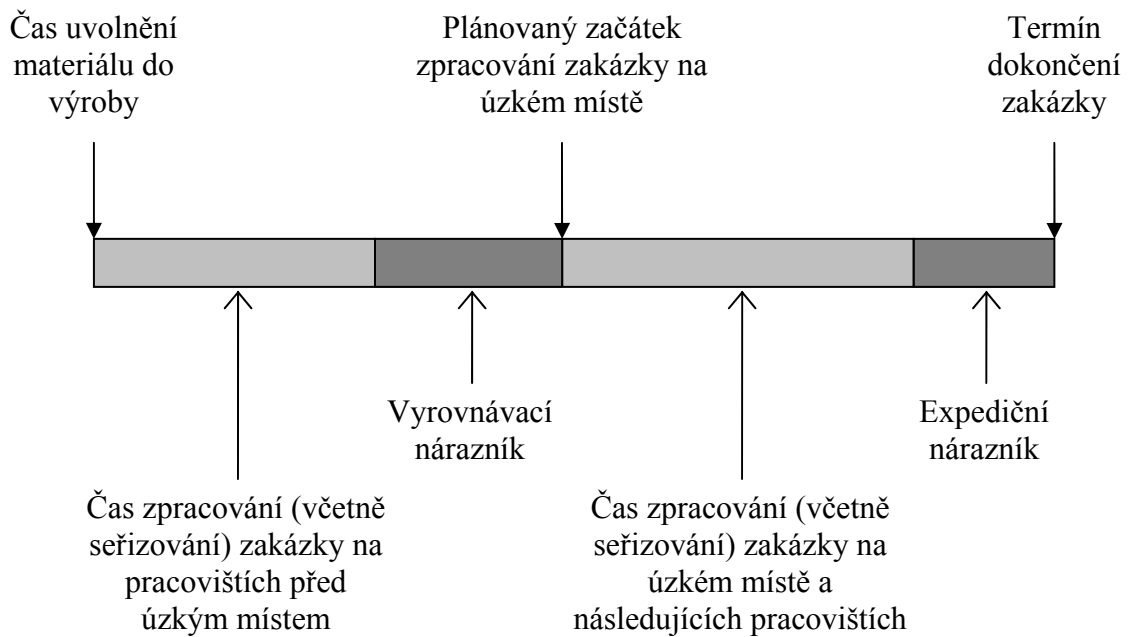
- vhodně vytěžuje zbývající výrobní zdroje,
- materiál je uvolňován do výroby a „dotéká“ do nárazníků takovým způsobem, který podporuje plánovaný tok výroby jako celku.

Řízení výroby na zbývajících pracovištích je realizováno s minimem klíčových informací a soustředěno jen na několik důležitých kontrolně-řídících bodů. V jednoduchých „lineárních“ typech výrob obsahuje sestavený plán pouze termín uvolňování materiálu do výroby na prvním pracovišti, který vychází z již existujícího plánu pro práci na úzkém místě (počátky ani konce operací na ostatních pracovištích se nestanoví, neboť detailní plán se díky kolísáním a poruchám ve výrobě považuje za nepřesný a zpoždění na těchto pracovištích by mělo být pohlceno nárazníky). Další pracoviště zpracovávají materiál v tom pořadí, jak byly předány z předchozího pracoviště (režimem *FIFO* neboli „first in – first out“).

Ve složitějších typech výrob není řízení pouze pomocí uvolňování materiálu do výroby dostačující a je nutné zvolit další kontrolně-řídící body, pro které je vytvářen detailní plán práce:

- body rozpojování materiálového toku (určitá materiálová položka může vstupovat do několika typů výrobků),
- body spojování materiálového toku (např. montáž).

Způsob fungování systému *DBR* je možné shrnout na příkladu jednoduchého „lineárního“ řetězce výrobních pracovišť s jedním úzkým místem odpovídajícího analogii oddílu skautů (viz obr. 6.3).



Obr. 6.3 Časové vazby systému DBR [2]

V tomto případě jsou plánovány pouze dva kontrolně-řídící body:

- čas uvolnění materiálu do výroby,
- počátek zpracování zakázky na úzkém místě.

Uvedené body se v systému DBR plánují zpětně od termínu dokončení zakázky (viz obr. 6.3). Plánování počátku zpracování zakázky na úzkém místě se provádí proti směru času, tj. odečtením velikosti expedičního nárazníku a očekávané doby zpracování na úzkém místě a následujících pracovištích od termínu dokončení zakázky. Obdobně je pak možné stanovit čas uvolnění materiálu na danou zakázku do výroby při zohlednění velikosti vyrovnávacího nárazníku a předpokládané doby zpracování zakázky na pracovištích umístěných před úzkým místem.

Při vlastním řízení výroby se materiál uvolní do výroby na prvním pracovišti přesně podle stanoveného plánu. Následně dochází ke zpracování zakázky na jednotlivých pracovištích před úzkým místem až do chvíle kdy zakázka vstoupí do vyrovnávacího nárazníku. Protože pracoviště před úzkým místem pracují v průměru rychleji než úzké místo, jsou zásoby rozpracované výroby v tomto úseku minimální. Případné zpoždění dané kolísáním ve výkonu nebo poruchami na těchto pracovištích je pohlceno vyrovnávacím nárazníkem.

Ve vyrovnávacím nárazníku setrvává zakázka až do doby, kdy byl naplánován počátek jejího zpracování na úzkém místě. I když bude zakázka na úzkém místě dostupná podle plánu, tj. v určitém časovém předstihu, není možné její zpracování upřednostnit, protože by mohla zablokovat další zaplánované zakázky.

Po ukončení prací na úzkém místě je zakázka zpracovávána následujícími pracovišti až do chvíle, kdy jsou veškeré práce ukončeny a zakázka tak vstoupí do expedičního nárazníku. Protože pracoviště za úzkým místem pracují v průměru vyšším tempem než úzké místo, mělo

by docházet k plynulému toku zakázky výrobou bez vzniku větších zásob rozpracované výroby. I v případě, že by došlo k problémům na některém z těchto pracovišť, nebude díky expedičnímu nárazníku ohrožen termín dokončení zakázky.

6.4. Možnosti uplatnění nástrojů TOC v logistice výroby

Před vlastním zavedením nástrojů TOC do praxe je nutné zvážit jejich přednosti a nedostatky, včetně omezení a překážek jejich implementace.

Předností procesu neustálého zlepšování je bezesporu jeho přehlednost, jednoduchost a srozumitelnost. Díky těmto vlastnostem je drtivou většinou výrobních manažerů označován za „zdravý rozum“. Manažeři souhlasí s jeho logikou a uvádějí, že ho v praxi používají „odjakživa“.

Bohužel, zkušenosti ukazují, že je tomu přesně naopak. I když logika velí, že na pracovištích, která nejsou úzkým místem nemá smysl zpracovávat materiál a polotovary rychlejším tempem, než jakým pracuje úzké místo, jsou dále všichni pracovníci motivováni k maximálnímu výkonu. I když se vytvoří pravidla pro maximální využití úzkého místa, jsou v praxi běžně porušována celou řadou nepsaných priorit, aplikovaných v podniku bezmyšlenkovitě po řadu let. Ustálená pravidla rozhodování a chování lidí jsou tak tou největší překážkou dalšího zlepšování.

Mezi základní přednosti systému DBR zcela jistě patří:

- aplikovatelnost na výrobní systémy s rozdílnými výkony jednotlivých pracovišť – většina známých systémů pro logistiku výroby byla vytvořena pro potřeby hromadných výrob, které pracují se synchronizovanými materiálovými toky,
- schopnost se vyrovnat s kolísáním ve výkonu a poruchami na jednotlivých pracovištích,
- jednoduchost plánování a řízení materiálového toku (zejména ve srovnání se systémy MRP) – v případě jednoduchých výrob pouze na základě několika kontrolně-řídících bodů.

I přes tyto nesporné přednosti je velmi obtížné v některých typech výrob systém DBR aplikovat. V první řadě jsou to procesní výroby (chemie, hutnictví), ve kterých není možné, případně je velice omezené, skladování materiálů a polotovarů mezi jednotlivými pracovišti. Tato skutečnost znemožňuje vytvoření vyrovnávacích zásobníků.

Velmi problematické je uplatnění systému DBR rovněž ve výrobcích, kde se vyskytují tzv. plovoucí úzká místa. Jejich poloha se ve výrobním systému totiž poměrně často mění v závislosti na zpracovávaném sortimentu.



Shrnutí pojmů

TOC (teorie omezení), úzké místo, kapacitní úzké místo, proces neustálého zlepšování, DBR (buben-nárazník-lano), buben, vyrovnávací nárazník, expediční

nárazník, lano



Otázky

1. Co stálo u zrodu teorie omezení (TOC)?
2. Z jaké základní myšlenky vychází aplikace TOC ve výrobě?
3. Jaká mohou být úzká místa ve výrobě?
4. Co jsou to kapacitní úzká místa?
5. Jaká rozlišujeme kapacitní úzká místa?
6. Co jsou to plovoucí úzká místa?
7. Z jaké myšlenky vychází proces neustálého zlepšování, který je součástí TOC?
8. Jaký je postup aplikace procesu neustálého zlepšování v případě výrobního systému?
9. Který krok procesu neustálého zlepšování lze považovat za klíčový?
10. Jakými opatřeními lze zvýšit výkon úzkého místa?
11. Jaký je základní princip činnosti systému buben-nárazník-lano (DBR)?
12. Jaký je rozdíl mezi systémem DBR a výrobní linkou nebo přístupem JIT (systémem *kanban*, jednokusovým tokem)?
13. Co představují v systému DBR jednotlivé složky (buben, nárazník, lano)?
14. Jaký je postup praktické aplikace systému DBR?
15. Jak se sestavuje plán činnosti úzkého místa?
16. V jakých jednotkách se vytváří nárazník?
17. Jaké typy nárazníků se při aplikaci systému DBR využívají?
18. K čemu slouží vyrovnávací nárazník?
19. Pro jaké účely se využívá expediční nárazník?
20. Co ovlivňuje velikost vytvářených nárazníků?
21. V čem spočívá tvorba lana?
22. Na základě jakých kontrolně-řídících bodů se realizuje řízení výroby v systému DBR?
23. Jakým způsobem ochrání vyrovnávací nárazník výrobní tok před poruchami a kolísáním?
24. Co je překážkou praktické aplikace procesu neustálého zlepšování?
25. Jaké jsou hlavní přednosti systému DBR ve srovnání se systémy MRP a koncepcí JIT?



Literatura

- [1] GOLDRATT, E. M. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. The North River Press Publishing Corporation, 1984.
- [2] NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. *The Theory of Constraints and Its Implications for Management Accounting*. Great Barrington: The North River Press Publishing Corporation, 1995.
- [3] UMBLE, M. M.; SRIKANTH, M. L. *Synchronous Manufacturing. Principles for World Class Excellence*. Cincinnati: South-Western Publishing, 1990.
- [4] BAZALA, J. a kolektiv. *Logistika v praxi*. Praha: VERLAG DASHÖFER, 2003.
- [5] VELKOBORSKÝ, J. TOC ve výrobě. Drum-Buffer-Rope. III. díl. In *IT System*. 2002, č. 4, s. 32-35.

T

Technika 5S.....	73
TOC (teorie omezení).....	86
TPM (totálně produktivní údržba).....	72
TPS (výrobní systém Toyoty).....	65
TQM (totální řízení jakosti).....	72
Trh výrobce.....	17
Trh zákazníka.....	17

U

Úzké místo.....	87
kapacitní.....	87

V

Výroba	
hromadná.....	25

kusová.....	25
na objednávku.....	21
na sklad.....	21
na sklad v distribuční síti.....	21
plynulá.....	26
přerušovaná.....	26
sériová.....	25
typu A.....	26
typu I.....	26
typu V.....	26
Výrobní buňka.....	75

Z

Zásoba	
maximální.....	46
pojistná.....	40
signální.....	39
Záznamy o stavu zásob.....	56