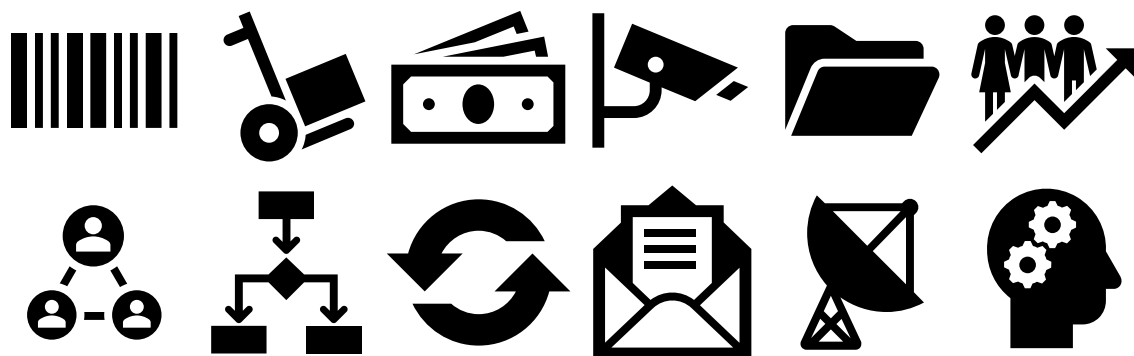


ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ
KATEDRA PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ A MANAGEMENTU



Řízení výroby

Autoři:
Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.
Ing. Miroslav Malaga, Ph.D.

Řízení výroby

Autoři:

Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.

Ing. Miroslav Malaga, Ph.D.

Vydala:

Západočeská univerzita v Plzni

Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

První vydání, 266 stran

Plzeň 2025

ISBN 978-80-261-1275-4

© autoři

Západočeská univerzita v Plzni

Publikace neprošla jazykovou korekturou.

Poděkování

Dokument byl vytvořen za podpory projektu SGS-2024-032 s názvem "Inteligentní výrobní systém" řešeného v rámci Interní grantové agentury Západočeské univerzity v Plzni.

Obsah

1 Úvod do řízení výroby.....	6
1.1 Pohled do historie	7
1.2 Klíčové trendy a problémy v podnikání	17
1.3 Paradigma moderního přístupu k řízení výroby	20
2 Klasický přístup k řízení výroby	31
2.1 Základní pojmy	31
2.2 Výrobní program, dávka a série	38
2.3 Příklad: Velikost minimální dávky.....	41
2.4 Příklad: Velikost optimální dávky	44
2.5 Časová struktura výrobního procesu	49
2.6 Příklad: Výpočet průběžné doby dávky.....	57
2.7 Prostorová struktura výrobního procesu	61
2.8 Pracovní doba	65
2.9 Pracovní síla, dělba práce a normy spotřeby práce	68
2.10 Příklady: Určení kapacity dělníků.....	73
2.11 Příklad: Výpočet základu dělnické mzdy.....	75
2.14 Řízení nákupu a skladů.....	94
2.15 Příklad: Určení parametrů zásobování pravidelné výroby	105
2.16 Příklad: Výpočet pojistné zásoby	107
2.17 Náběhové křivky výroby	111
2.18 Vyrovnání zakázkových požadavků a kapacit	113
3 Moderní přístupy k plánování a řízení výroby	119
3.1 Logistické Y a typy výrob	119
3.2 Plánování materiálových požadavků (MRP).....	123
3.3 Tvorba nákupních objednávek a výrobních příkazů z primárních a sekundárních potřeb	131
3.4 Řešení termínových skluzů	138
3.5 Ruční MRP rozplánování výroby.....	139
3.6 Experimenty s příkladem na MRP	144
3.7 Experimenty s násobkem množství v dávce	148
3.8 Plánování kapacit.....	149
3.9 Nakupovat nebo vyrábět	153
3.10 Příklad: Nakupovat nebo vyrábět.....	155
4 Nové směry a výrobní filosofie	157
4.1 Štíhlá výroba, plýtvání	157
4.2 '5S' a '4M' – základ programu zlepšování	162
4.3 Kanban	168
4.4 Toyota Production System (TPS)	174
4.5 Kaizen	186
4.6 Six sigma.....	196
4.7 JIT	198
4.8 Teorie omezení	206
5 Denní rozvrhování, plánování a řízení výroby.....	209
5.1 Potřeba jemného plánování	209
5.2 Vlastnosti operativního plánu	214
5.3 Rozdělení jemného plánování.....	216
5.4 Teoretické řešení rozvrhování.....	218
5.5 Rozvrh pro jedno pracoviště	220
5.6 Aplikace Johnsonova pravidla.....	225
5.7 Algoritmus dávkového dynamického rozvrhu	229
5.8 Požadavky a vlivy na denní rozvrh	231
5.9 Hypotézy denního rozvrhování	234
5.10 Ověřovací program	235
5.11 Výsledky experimentů	237

6 Zjednodušené datové struktury pro plánování a řízení výroby	239
6.1 Vybrané datové struktury v průmyslovém inženýrství	239
6.2 Vyráběné a nakupované položky	241
6.3 Kusovník.....	243
6.4 Technologický postup, operace, pracoviště	246
6.5 Datový model	248
6.6 Práce s kusovníkem	250
6.7 Práce s technologickým postupem	254
6.8 Zakázka, pozice zakázky	257
6.9 Plánování zakázky	259
7 Literatura.....	261
8 Příloha: Měrné jednotky a dělení materiálu.....	262
Měrné jednotky.....	262
Význam měrných jednotek pro uživatele	262
Metrové zboží.....	263
Plošný materiál.....	263
Měrné jednotky a převody v informačních systémech	264
Sysklass	264
Baan	264
Helios	264
Piuss-o	264
Dělený materiál v informačních systémech.....	264
Sysklass	264
Baan	265
Helios	265
Piuss o.....	265
Přířezy materiálu	265
Tyčový (metrový) materiál	265
Plechy (plošný materiál)	266

Úvodní slovo pro studenta:

V tomto kurzu se naučíte, jakými metodami plánovat a řídit výrobu. Plánování a řízení výroby prošlo v minulosti mnoha změnami ve způsobu organizace práce a způsobu myšlení (**paradigma**). Původní myšlenka zakladatele metod řízení výroby Taylora na maximální dělbu práce a roli dělníka jako "přívěsku stroje" vedoucí k výrobě ve velkých dávkách a sériích s minimálními variantami pro zákazníka (Ford) přechází díky pokroku v konstrukci a ve funkcích automatických a částečně bezobslužných strojů k rozvoji výpočetní techniky, a to jak v oblasti výkonu a rychlosti, tak v možnostech programového vybavení a globalizaci dělby práce a trhů na **výrobu orientovanou na zákazníka s velkým množstvím variant a krátkou průběžnou dobou**. Heslem je "od rezervy v čase a požadavcích zákazníka k rezervě v kapacitách a vysoké pružnosti v uspokojování zákaznických potřeb". Jinak řečeno jde o přechod od řízení **nedostatku** (válečné hospodářství, extenzivní rozvoj) k řízení **přebytku a nabídky** (pružnosti nabídky trvalý nebo udržitelný rozvoj).

Cíle:

Absolvent kurzu:

- *má elementární předpoklad pro práci v týmu spolu s výzkumnými pracovníky, kteří řeší další témata z problematiky řízení životního cyklu výrobku v prostředí digitálního podniku,*
- *má předpoklad pro spolupráci s výzkumnými pracovníky zaměřenými na řešení plánovacích projektů orientovaných na diskrétní výrobu,*
- *je připraven na zavádění podnikových informačních systémů pro řízení výroby*
- *je schopen komunikace se specialisty – informatiky, analytiky a konzultanty PIS v oblasti plánování a řízení výroby, je schopen definovat úkoly a problémy v oblasti plánování a řízení výroby.*

1 Úvod do řízení výroby

Plánování a řízení výroby jsou staré jako sama výroba. Dříve byly používány především ruční propočty a odhady. Dnes je v různé míře využívána výpočetní technika. Nesmí se ovšem zapomenout, že **výrobu řídí člověk** zadávající data a parametry zpracování, **nikoliv počítač**, který provádí rutinní výpočty a nabízí různé varianty na základě propočtů a simulací. Vyhodnocení provádí zodpovědný pracovník, na nejvyšším stupni pak výkonný ředitel nebo vlastník firmy.

Cíle:

Po prostudování této kapitoly budete vědět odkud, a kam se vyvíjí řízení výroby a jaké jsou základní trendy a přístupy moderního řízení výroby.

1.1 Pohled do historie

"Kdo ovládá minulost, ovládá i přítomnost a budoucnost" - George Orwell: 1984, politicko-fantastický román.

Cíle:

Po přečtení tohoto článku budete mít představu, jak se systémy plánování a řízení výroby vyvíjely.

Klíčová slova:

Dělba práce; Hromadná výroba; Vědecké řízení;

Průmyslová revoluce

Rok	Princip/příspěvek, návrh	Původce
1776	Dělba práce	Adam Smith
1790	Záměnné součásti	Eli Whitney
1911	Principy vědeckého managementu	Frederick W. Taylor
1911	Pohybové studie, užití průmyslové psychologie	Frank a Lilian Gilbreth
1912	Diagramy pro rozvrhovací aktivity	Henry Gantt
1913	Pohyblivý montážní pás	Henry Ford
1915	Matematický model pro správu zásob	F. W. Harris
20.	Aplikace pásové výroby ve spotřebním průmyslu	T. Baťa
1930	Studie o motivaci pracovníků	Elton Mayo
1935	Statistické postupy pro vzorkování a kontrolu kvality	H. F. Dodge, H. G. Roming, W. Shewhart, L. H. C. Tippett
1940	Aplikace operačního výzkumu ve vojenství	Skupin operačního výzkumu
1947	Lineárním programování	George Dantzig
1951	Komerční číslicový počítač	Sperry Univac, IBM
50.	Automatizace	Četní
60.	Extenzivní vývoj kvantitativních nástrojů	Četní
60.	Průmyslová dynamika	Jay Forrester
1975	Důraz na výrobní strategii	W. Skinner
80.	Důraz na pružnost, soutěživost založenou na čase, štihlou výrobu	T. Ohno, S. Shingo, Toyota
80.	Důraz na kvalitu	W. Edwards Deming, J. Juran, K. Ishikawa
90.	Internet, SCM	Četní
20.	Poskytovatelé aplikačních služeb a outsourcing	Četní

Obrázek 1.1-1 Historie plánování a řízení výroby

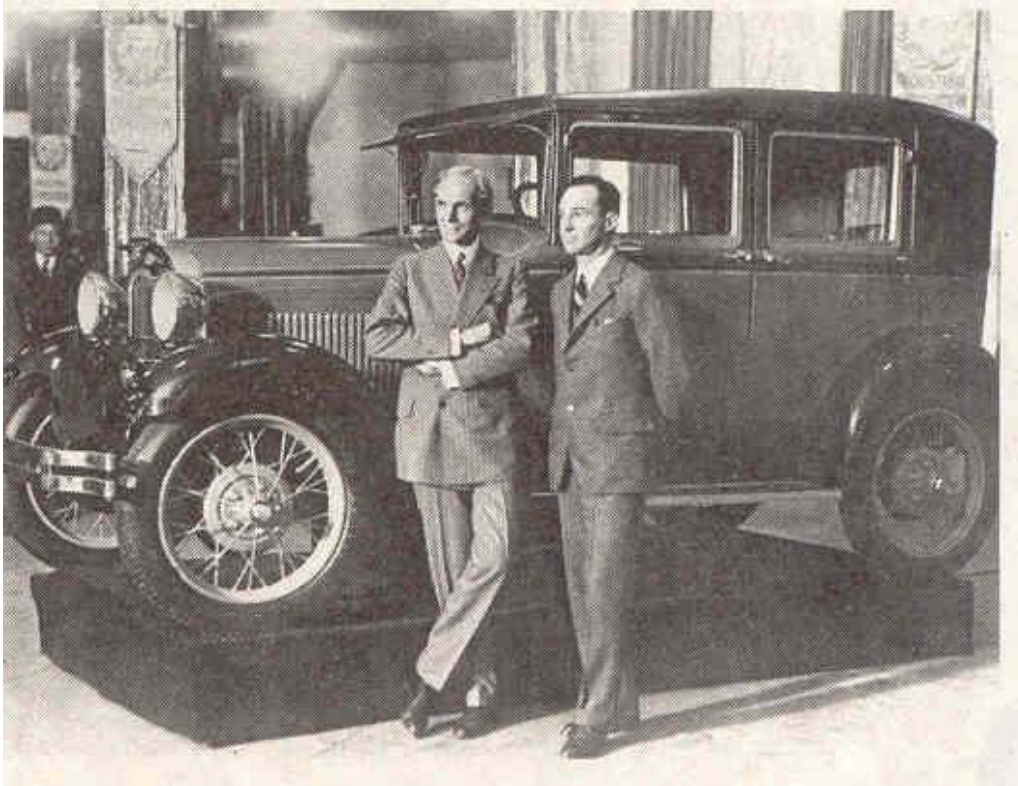
Když pomíneme středověkou cechovní strukturu, tak o počátcích výrobních systémů můžeme hovořit v souvislosti se vznikem **manufaktur**.

Jak se výroba v manufakturách lišila od cechovní? Řemeslníci byli ze svých domovů soustředováni ve velkých halách a docházelo tak k první skutečné **dělbě práce** a **hromadné výrobě**. V manufakturách používali vysoce kvalifikovaní pracovníci **jednoduché pružné nástroje** pro výrobu zboží podle specifikací zákazníků. V 70. letech 18. století již v Anglii hovoříme o **průmyslové revoluci**, především v souvislosti se zpracováním tradičního anglického sukna a těžbě a dopravě uhlí. Lidská práce je nahrazována **stroji**,

zpočátku poháněných silou vody a zvířat, později **parou**. Po zavedení strojů do výroby a změně role dělníka ze zdroje přímého působení na výrobní předmět prostřednictvím nástroje do role obsluhy, seřízení a kontroly stroje, hovoříme o prvních **továrnách**. Obrovskou změnu v průmyslu způsobilo zavedení **přesných měřicích přístrojů**. To vedlo ke **standardizaci** ve výrobě a výrobě náhradních součástek.

Vědecké řízení

Za zakladatele vědeckého řízení výroby je považován **Frederick W. Taylor**, často označovaný za otce tohoto odvětví. Taylor věřil na "vědecké řízení", které je založené na pozorování, měření, analýze a zlepšování pracovních metod a ekonomických pobídkách. Taylorovy metody zdůrazňovaly maximální výkon, avšak nebyly zcela populární mezi dělníky, kteří nepožadovali zvýšení výkonu za dostatečně kompenzované. Taylor byl dokonce kvůli tomu vyšetřován v senátu Spojených států.



Obrázek 1.1-2 Ford a jeho auto
Zdroj: MfD

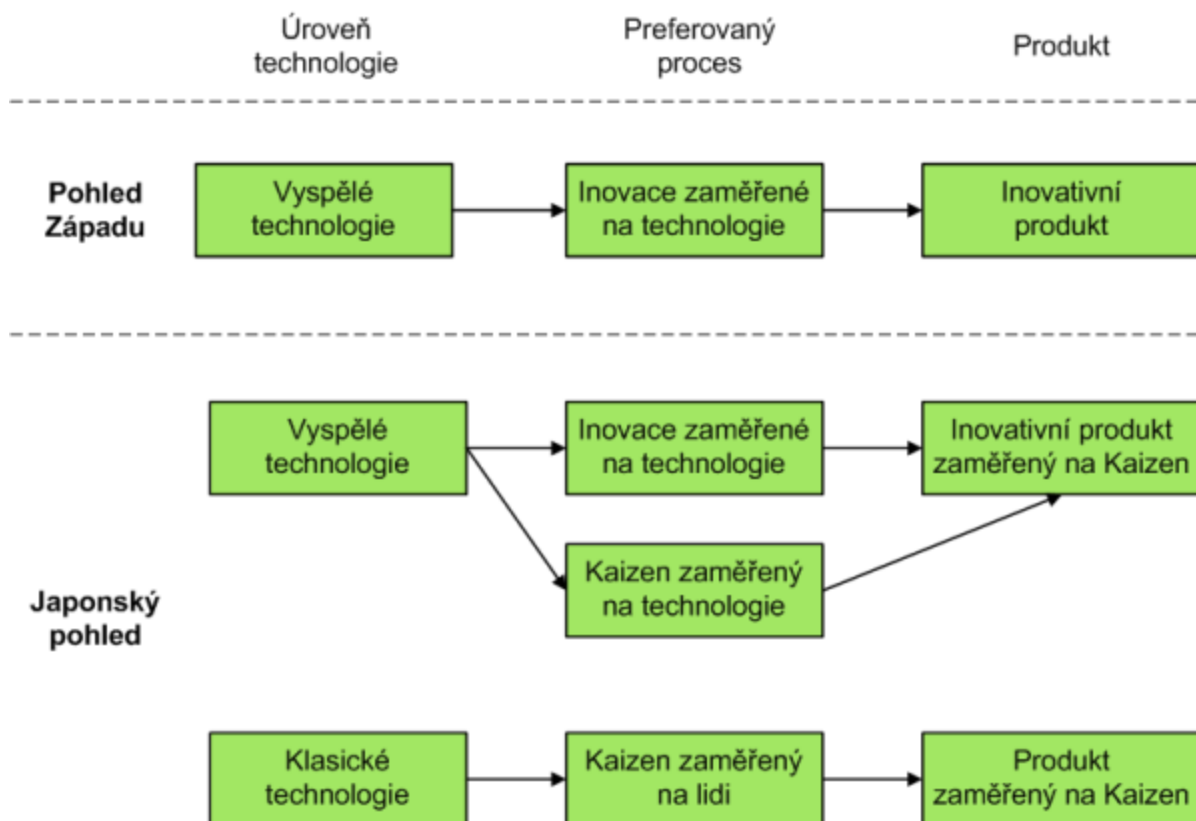
Dalšími průkopníky v zavádění vědeckých metod byli Gilbrecht, Gantt a Emerson. Henry Ford (obr.1.1-2) zavedl montážní pás nikoliv pouze z důvodu automatizace mezioperační dopravy, ale jako nástroj pro řízení výroby. Dělbba práce vedla až ke snížení nároků na univerzální kvalifikaci dělníků, pro montážní pás stačili totiž zaučení dělníci. Mezi Fordovy příspěvky patří rozvoj **hromadné výroby**, postavené na základě **vyměnitelných dílů**.

Automobilový průmysl se stal (a dosud je) jedním z motorů racionalizace a **zavádění vědeckých poznatků do výroby**. I otec české **hromadné výroby** Tomáš Baťa se pro tento typ výroby laciné obuvi inspiroval v automobilovém průmyslu.

Dalším impulsem bylo zavádění vědeckých poznatků z **psychologie** (Gilbreth), **matematiky** (Harris), výpočetní techniky a **kybernetiky** (Wiener). Urychlení v řízení výroby znamenala 2. světová válka (operační výzkum, logistika).

Vliv Japonských výrobců

Porážka a zpusťování Japonska na konci 2. světové války spolu s tradiční japonským chápáním role jedince ve společnosti vytvořilo nový impuls pro rozvoj metod řízení výroby. Velký počet japonských výrobců vyvinul nebo zdokonalil manažerské metody, které zvýšily produktivitu výrobních operací a kvalitu výroby. Tím se japonský průmysl dostal na výhodnou pozici mezi rozvinutými státy. Tyto metody (Kaizen, Kanban, Toyota Production System) jsou s různými úspěchy (odlišná životní filosofie) přebírány i podniky v euroamerické oblasti (obr. 1.1-3).



Obrázek 1.1-3 Vnímání produktu na Západě a v Japonsku
Zdroj [31]

Pro hlubší zájemce

Lze doporučit článek prof. Blažka.

**Stručné životopisy
představitelů jednotlivých škol a přístupů managementu**
prof. Blažek, VUT Brno

*Blažek: začátek citace
Škola vědeckého řízení*

Frederik Winston Taylor (frederik winstn teila)

Frederik W. Taylor (1856–1917) je považován za otce vědeckého řízení. Pocházel z bohaté rodiny, vzdělání získal ve Francii a v Německu. Jeho praxe učedníka, dělníka, předáka, vedoucího mechanika a později hlavního inženýra ocelářské společnosti Midvale Steel Company mu dala příležitost poznat problémy a postoje pracujících a poskytla velkou inspiraci pro zdokonalování výroby. Později se stal generálním ředitelem papírny Manufacturing Investment Company v Maine. V roce 1893 se přestěhoval do New Yorku a začal podnikat jako poradenský inženýr.

Taylorovy patenty rychlořezných nástrojů a další vynálezy, i jeho poradenská činnost ho učinily natolik zámožným, že v roce 1901 odešel ve věku 45 let do důchodu a zbývajících 14 let svého života věnoval bezplatnému poradenství a přednáškové činnosti na podporu svých idejí vědeckého řízení.

Hlavním motivem Taylorova přístupu bylo zvyšování produktivity lidské práce. Základem bylo studium práce na bázi časových snímků jednotlivých úkonů. Tím, že byl definován a časově ohodnocen a zdokonalen každý úkon, bylo možno optimalizovat průběh celého pracovního procesu. Taylorovy práce se setkaly s nevšedním zájmem a měly řadu obdivovatelů, mezi které patřili mnozí američtí průmyslníci, jako například H. Ford. Stojí za povšimnutí, že je znal a propagoval též V. I. Lenin a byly známy i v Japonsku. Měly však i své odpůrce. V roce 1911 byl Taylor nucen svoje myšlenky obhajovat před parlamentní komisí, kde řada kongresmanů byla nepřátelsky naladěna, protože stejně jako dělničtí předáci se obávali, že aplikace daných metod povede ke zvyšování intenzity práce dělníků a jejich propouštění.

Taylor své myšlenky shrnul v publikacích "Schop Management" ("Řízení dílen") z roku 1903, "The Principles of Scientific Management" ("Zásady vědeckého řízení") publikované v roce 1911 a "The Testimony before the Special House Committee" ("Svědectví před zvláštní komisí sněmovny") z roku 1912. (Koontz, Wehrich s. 39, Crainer KM s. 148)

Henri L. Gantt (henri el gánt)

Henri L. Gantt (1861 - 1919) byl blízkým spolupracovníkem F.W. Taylora. Jejich spolupráce započala v Midvale Steel Company v roce 1887, kde se s Taylorem podílel na řešení řady úkolů až do roku 1901, kdy si založil vlastní poradenskou inženýrskou firmu.

Gantt je nejvíce znám svými grafickými metodami, které vyvinul pro potřeby plánování a kontroly. Šlo o plánování a kontrolu jak času, tak nákladů. Jeho práce vyústily ve známý Ganttův diagram, který se používá dodnes. Tato metoda se stala předchůdcem moderních plánovacích technik - metod síťové analýzy (např. CPM, PERT apod.). (Koontz, Wehrich s. 44)

Frank a Lilian Gilberthovi (fránk end líl' n gilberθ)

Frank B. Gilbreth (1868 - 1924), Lilian M. Gilbrethová (1878 - 1972). Tato manželská dvojice podporovala a významně rozvíjela myšlenky F. W. Taylora.

Frank je znám především časovými a pohybovými studii ke zvýšení produktivity práce (např. snížení počtu pohybů z 18 na 5 při kladení cihel, což se promítlo do dvojnásobného zvýšení produktivity práce, aniž bylo nutné zvýšit pracovní úsilí). Jeho firma poskytovala v oblasti zvyšování produktivity práce rozsáhlé poradenské služby.

Lilian získala doktorský diplom v oblasti průmyslové psychologie v roce 1915. Svoji odbornou činnost zaměřila na lidské aspekty práce a na poznání osobnosti a potřeb pracovníků. Ve své knize "Psychology of Management" ("Psychologie řízení"), vydané v roce 1914, aplikovala, mimo jiné, do praxe vědeckého řízení myšlenky H. Münsterberga. Po předčasně smrti svého manžela převzala jeho poradenskou firmu. Vychovala 6 dětí a dožila se úctyhodného věku 93 let. (Koontz, Wehrich s.44, s.49)

Škola lidských vztahů

Elton Mayo (eltən meiu)

Elton Mayo (1880 - 1949), původem Australan, byl absolventem Harwardovy univerzity. Je znám spíše svým experimentálním výzkumem než publikovanými pracemi.

Navázal na experimenty v Hawthornově továrně společnosti Western Electric, prováděné National Research Council. Původní předpoklad, že produktivita práce je ovlivňována především osvětlením, dobou odpočinku, délkou pracovní doby a stimulačními mzdovými systémy, se nepotvrdil. Mayo při analýze zmíněných experimentů naopak prokázal, že významnější jsou takové faktory jako morálka, vzájemný vztah mezi členy skupiny (pocit sounáležitosti) a takový způsob řízení, který chápe lidské chování, podporuje mezilidské vztahy motivací, udělováním rad a vedením.

Mayovy názory vedly k hlubšímu pochopení sociálních a behavioristických aspektů managementu, k respektování toho, že manažeři operují v sociálním systému. Tyto myšlenky jsou obsaženy v Mayově knize "The Human Problems of an Industrial Civilization" ("Lidské problémy průmyslové civilizace") vydané v roce 1933. (Vodáček s. 29, Koontz, Wehrich s. 50, Crainer s.179)

Mary Parker Folletová (móri filit)

Mary P. Folletová (1868 - 1933) studovala na Harward University a určitou dobu též na Cambridge University v Anglii a rovněž v Paříži. Po roce 1926 žila v Londýně.

Dílo Mary Folletové tvoří humánní protipól názorům Fredericka Taylora a dalších zastánců tzv. vědeckého řízení. Folletová se zabývala především lidskou stránkou řízení, jeho podstatou viděnou jako sociální proces, který je hluboce založen na lidských emocích a na vzájemných vztazích, ke kterým musí v každodenním pracovním prostředí nutně docházet. Zaměřovala se zejména na studium konfliktů. Obhajovala myšlenku rozšiřování odpovědnosti lidí v organizacích.

Důrazem na lidské vztahy předběhla Folletová svou dobu. Na Západě byla její práce zprvu opomíjena. V pozdějších letech její kariéry však zájem o její přednášky výrazně vzrostl. Velkého uznání se dočkala v Japonsku, kde působí dokonce sdružení Follet Society.

Z jejich publikací je třeba uvést "Creative Experience" ("Tvořivá zkušenost") z roku 1924 - první její knihu orientovanou na problematiku managementu, dále pak "Dynamic Administration" ("Dynamické řízení") vydanou v roce 1941. Jde o sbírku jejích přednášek, obsahující velké množství odvážných a velmi současně znějících myšlenek. (Crainer KM s. 56)

Hugo Münsterberg (hugo münstəberg)

Němec Hugo Münsterberg (1863 - 1916) je označován za "otce průmyslové psychologie". Studoval v Lipsku a Heidelbergu. V roce 1892 přešel na Harvardovu univerzitu jako profesor experimentální psychologie. Od roku 1910 se jeho zájem zaměřil na aplikace psychologie v průmyslu. Mezník v jeho práci představuje publikace "Psychology and Industrial Efficiency" ("Psychologie a efektivnost průmyslu", která poprvé vyšla v roce 1912.

Münsterberg ovlivnil jak školu vědeckého řízení (z jeho prací čerpala Lilian M. Gilbrethová), tak především školu lidských vztahů. (Koontz, Wehrich s. 49)

Škola správního řízení

Henri Fayol (a:nri faiol)

Henri Fayol (1841 - 1925) získal vzdělání v Lyonu a na National School of Mines v St. Etienne. Po absolvování vysokoškolského studia nastoupil v roce 1860 k francouzské uhelné a hutnické společnosti Comambault. Zde pracoval po celou svoji pracovní kariéru. V roce 1888 se stal jejím generálním ředitelem a v průběhu třiceti let dovedl tuto firmu od úpadku k rozkvětu.

Fayol byl prvním evropským guru řízení. V době, kdy na druhé straně Atlantického oceánu F. Taylor zkoumal práci ocelářských dělníků, H. Fayol vytvořil na základě svých mnohaletých zkušeností z funkce vrcholového řídicího pracovníka systém řízení podniku jako celku, kde umístil management do centra organizace takovým způsobem, o kterém Taylor nikdy neuvažoval. Význam Fayolova přínosu lze spatřovat zejména v tom, že provedl systematickou analýzu procesu řízení a dále v myšlence, že řízení lze a také by se mělo vyučovat.

V roce 1916 ve Francii vyšla jeho kniha "Administration industrielle et générale" ("Správa podniků a správa všeobecná"). V ní definoval 6 základních činností podniku, 5 funkcí správy a 14 principů správních činností. Dané myšlenky se staly východiskem pro řadu pozdějších autorů. Stojí za povšimnutí, že ačkoliv se tato publikace dočkala v samotné Francii i dalších evropských zemích (včetně Československa) v poměrně krátké době řady vydání, v USA byla po dlouhou dobu dílem prakticky neznámým. Zde k prvnímu vydání došlo až po druhé světové válce. (Koontz, Wehrich s. 45, Crainer KM s.53, Vodáček, Dvořák s.17)

Škola byrokratického řízení

Max Weber (maks ve:bə)

Max Weber (1864 - 1920) se narodil v Erfurtu. Od roku 1894 byl profesorem na univerzitě ve Freiburgu, působil též na heidelbergské univerzitě a na univerzitě ve Vídni a Mnichově.

Jeho práce v oblasti řízení podniku tvoří pouze část jeho širokého odborného zaměření. Weber je považován za významnou postavu mezi novodobými sociálními mysliteli a badateli. Ve své době, na přelomu dvacátého století, byl kapacitou výjimečnou; jeho přínos je i dnes nesporný a trvale podnětný. Patří k zakladatelským postavám moderní, badatelsky pojaté historiografie, politologie, sociologie a ekonomie.

Kromě mnoha publicistických článků, statí a časopiseckých studií vyšly knižně (zpravidla v mnoha vydáních) především jeho četné práce z hospodářských a sociálních dějin, ze sociologie politiky, sociologie práva, sociologie náboženství a rovněž sociologie hospodářství. Vyvrcholením jeho životní práce mělo být dílo "Wirtschaft und Gessellschaft" ("Hospodářství a společnost"), pro které bylo rezervováno místo v mnohosvazkovém kompendiu "Grundrisse der Sozialökonomik" ("Přehled sociální ekonomie"), jež začalo postupně vycházet v Tübingenu od roku 1914. Dokončení daného díla však znemožnila Weberova náhlá smrt. I torzo, sestavené z rukopisné pozůstalosti, vydalo na dva objemné svazky.

Ve vztahu k managementu stojí za povšimnutí Weberovy myšlenky z knihy "The Theory of Social and Economic Organization" ("Teorie sociální a hospodářské organizace") - anglický překlad z roku 1947. Zde Weber uvádí: "Ze zkušenosti obecně vyplývá, že čistě byrokratický typ administrativní organizace - to znamená monokratický druh byrokracie - je z technického hlediska schopen zajistit nejvyšší stupeň efektivity a v tomto smyslu je formálně nejracionálnější prostředkem výkonu imperativního řízení lidských bytostí". (Weber s.7, s. 13, Crainer KM s.166)

Procesní přístupy

Lyndall F. Urwick, Luther Gulick (lindo:l ef ə:vík, luter galik)

Angličan Lyndall F. Urwick (1891 - 1983) a američan Luther Gulick byli významnými propagátory manažerského myšlení a vzdělávání a horlivými stoupenci myšlenek Taylora a Fayola.

V roce 1937 Gulick a Urwick společně redigovali přednášky o problematice správních vědy. V třicátých letech rovněž společně vypracovali systém s označením POSTCORB, což je zkratka, která vznikla z počátečních písmen procesů, které ve svém celku tvoří manažerskou práci. Jde o plánování (Planning), organizování (Organizing), personální zajištění (Staffing), přikazování (Directing), koordinaci (Coordinating), evidenci (Reporting) a rozpočtování (Budgeting).

L. F. Urwick založil v roce 1934 jednu z největších poradenských firem v Anglii. Po dlouhá léta byl ředitelem Mezinárodního institutu řízení v Ženevě a viceprezidentem Britského institutu řízení. Je autorem asi 40 knih a brožur a rovněž velkého počtu článků. L. Gulick se podílel na práci Výboru pro správné řízení, vytvořeného prezidentem F. D. Rooseveltem na konci 30. let. (*Gvišiani s.40, s.172, Vodáček, Dvořák s.28, Cramer MM s.240*)

Psychologicko-sociální přístupy

Douglas McGregor (dagləs mə'gregə)

Douglas McGregor (1906 - 1964) získal vysokoškolské vzdělání na City College of Detroit a na Harvardově univerzitě. Z hlediska odborného zaměření byl sociálním psychologem. Působil jako prezident Antioch College a jako profesor řízení na Massachusetts Institute of Technology.

Jeho nejvýznamnější publikací je kniha "The Human Side of Enterprise" ("Lidská stránka podniku"), která vyšla v roce 1960 jako reakce na poměry ve velkých monolitických korporacích, jež v té době získávaly dominantní postavení. V této publikaci je prezentována známá teorie X a Y, představující dva extrémní názory na vztah člověka k práci a tomu odpovídající formy řízení. McGregor zpochybňuje tehdy převládající názor, že ústředním a nepostradatelným prostředkem řízení je moc. Upozorňuje, že člověk nemá přirozený odpor k práci a nepotřebuje být neustále kontrolován a vystaven hrozbě trestu. Pokud se nechutí k práci u lidí vyskytuje, není to důsledek lidské přirozenosti, ale spíše výslednice poměrů panujících v podnicích. Ve vhodných podmínkách člověk pracuje rád, je ochoten přijímat zodpovědnost. Je schopen dosáhnout značného stupně imaginace a tvořivosti. V podnicích je proto třeba klást mnohem větší důraz na lidskou stránku. Manažeři musí zdokonalovat řízení především cestou rozvoje sociální interakce.

Publikační činnost McGregora nebyla příliš rozsáhlá. Přesto za sebou zanechal myšlenky, jež ho řadí k nejnámějším protagonistům psychologicko-sociálních přístupů.

Abraham Maslow (eibrəhəm ma zləu)

Abraham Maslow (1908-1970) byl americkým behaviouristickým psychologem. Narodil se v Brooklynu a studoval na University of Wisconsin. Ve své akademické dráze se původně zabýval sociálním chováním primátů. Pracoval na Columbia University, dále na Brooklyn College, Western Behavioral Sciences Institute a na Brandeis University v Massachusetts. Působil také v průmyslové praxi. Koncem čtyřicátých let pracoval jako manažer u Maslow Cooperage Corporation v Pleasantonu v Kalifornii a později u společnosti Southern Californian, zabývající se výrobou elektroniky.

Maslowovou nejznámější prací je kniha "Motivation and Personality" ("Motivace a osobnost"), která byla vydána v roce 1954, v době jeho působení na Brandeis University. V ní je uvedena motivační teorie založená na hierarchii potřeb. Dle této teorie jsou lidské potřeby rozděleny do pěti hierarchicky uspořádaných skupin, a to na potřeby fyziologické, potřeby jistoty a bezpečí, potřeby přátelství a přijetí, potřeby požívání vážnosti a potřeby seberealizace. Zmíněná teorie doznala značnou oblibu a věhlas v psychologii práce, ačkoli jejím východiskem jsou klinicko-psychologické zkušenosti.

K dalším Maslowovým publikacím patří "Towards a Psychology of Being" ("Psychologie bytí") z roku 1962, "Eupsychian Management" ("Eupsychický management"), vydaná v roce 1965, "The Psychology of Science" ("Psychologie vědy") z roku 1967 a "The Farther Reaches of Human Nature" ("Další obzory lidské podstaty"), zveřejněná v roce 1971. (*Cramer KM s. 93, Nakonečný s.71*)

Frederick Herzberg [fredrik hɜ:zbɜ:g]

Frederick Herzberg (nar. 1923) studoval na University of Pittsburgh a pracoval pro americkou Public Health Service v oblasti klinické psychologie. Nyní působí jako profesor řízení na University of Utah.

Herzbergovou nejvlivnější publikací se stal článek v Harvard Business Review v roce 1968 s názvem "One More Time: How Do You Motivate Employess?" ("Ještě jednou: Jak motivujete zaměstnance?"), který byl v přetiscích vydán ve více než milionu exemplářích.

Spolu s Mausnerem a Snydermanem vydal v roce 1959 publikaci "The Motivation to Work" ("Motivace k práci"). Herzberg v ní prezentuje svou motivační teorii dvou faktorů. Rozlišuje tzv. hygienické vlivy, které musí být splněny, aby pracovník nebyl nespokojen a motivátory, spočívající v možnostech seberealizace, jež jsou obsaženy v práci samé. Tyto myšlenky jsou dále rozvíjeny v knize "Work and the Nature of Man" ("Práce a přirozenost člověka"). (*Cramer KM s. 72, Nakonečný s. 66*)

Rensis Likert

Rensis Likert (1903 - 1981) byl profesorem Michigenské university. Výsledky své téměř třicetileté výzkumné a ověřovací práce prezentoval zejména v knihách "New Patterns of Management" ("Nové modely managementu") z roku 1963, "The Human Organization: Its Management and Value" ("Lidská organizace: Její management a hodnota") vydaná v roce 1967 a "New Ways of Managing Conflict" ("Nové cesty zvládnutí konfliktu") z roku 1976.

Na základě rozborů řídicí práce Likert formuloval čtyři typy stylů vedení - systémy 1 až 4. Systém 1 představuje vykořisťovatelsko-autoritativní styl, systém 2 benevolentně-autoritativní styl, systém 3 je konzultační styl a pod systémem 4 se rozumí participační styl vedení. Rutinní manažeři mají tendenci využívat první dva z uvedených stylů vedení, naproti tomu "lídi" preferují vyšší systémy.

Likertova klasifikace stylů vedení, která je v manažerské literatuře označována jako "Systém 4", získala značnou popularitu a je dodnes

rozvíjena jeho žáky.
(*Vodáček s. 153*)

Jane Moutonová

Jane Moutonová (1930 - 1987), americká socioložka, vyvinula spolu s Robertem Blakem koncept manažerské mřížky. Tento koncept je prvně publikován v knize "The Managerial Grid" ("Manažerská klasifikační síť") z roku 1964, následně pak v inovované podobě v knize "The New Managerial Grid" ("Nová manažerská klasifikační síť") zveřejněné v roce 1978.

V rámci zmíněného konceptu Moutonová a Blake vytvořili matici 9 x 9 polí. Horizontální uspořádání polí od 1 do 9 vyjadřuje rostoucí intenzitu zájmu o věcné problémy prováděných prací. Vertikální uspořádání polí od 1 do 9 vyjadřuje rostoucí intenzitu zájmu o pracovníky. Toto maticové uspořádání umožňuje klasifikovat vedoucí pracovníky podle proporce jejich zájmu o "výrobu" a o "lidi".
(*Vodáček s. 154, Crainer MM s. 237, Crainer KM s. 170*)

Dale Carnegie

Dale Carnegie (1888 - 1955) začal svou pracovní kariéru jako obchodník. Později odešel studovat na American Academy of Dramatic Arts. Časem se však vrátil k obchodu a začal prodávat automobily. Podařilo se mu přesvědčit školy YMCA v New Yorku, aby mu umožnily pořádat kurzy řečnictví, ve kterých by zúročoval svůj talent a praktické zkušenosti.

Založil "Dale Carnegie Institute of Effective Speaking and Human Relations" ("Ústav řečnického umění a vztahů mezi lidmi Dale Carnegieho"). Na bázi aplikované psychologie vytvořil originální metodu výcviku založenou na kombinaci umění mluvit, prodávat a jednat s lidmi. Jeho kurzy měly obrovský úspěch. Absolvovaly je desetitisíce manažerů, obchodníků, příslušníků svobodných povolání a lidí dalších profesí. Jeho následníci pokračují v kurzech tohoto typu dodnes.

Z jeho knih je velmi známou publikace "How to Stop Worrying and Start Living". Od jejího prvního vydání v roce 1948 se prodalo více než 6 milionů výtisků v 36 jazycích. U nás vyšla v roce 1993 pod názvem "Jak se zbavit starostí a začít žít". Největšího věhlasu však dosáhla Carnegieho kniha "How to Win Friends and Influence People" z roku 1937, která vyšla v desítkách vydání a které se prodalo přes 15 milionů výtisků. U nás byla naposledy vydaná v roce 1991 pod názvem "Jak získávat přátele a působit na lidi". (*Crainer KM s. 32, Carnegie obě uvedené publikace, předmluva*)

Systémové přístupy

Chester Barnard (čestɛə ba:nəd)

Chester Barnard (1886 - 1961) spojoval ve své osobě jak úspěšného řídicího pracovníka, tak i přemýšlivého teoretika se širokými zájmy i mimo oblast managementu. Po období stráveném na Harvardu nastoupil k American Telephone and Telegraph. V roce 1927 se stal prezidentem New Jersey Bell a u této společnosti zůstal až do svého odchodu do důchodu v roce 1952.

Pod vlivem rozvíjejícího se systémového přístupu se Barnard snažil vytvořit ucelenou teorii organizace řízení. V jeho přístupu je respektován princip celistvosti. Klade přitom důraz na význam lidského faktoru, uspořádanost vzájemných vztahů mezi lidmi a na nutnost koordinace jednotlivých činností pro zabezpečení celkových cílů organizace. Rozeznává dva typy organizací: skalární a laterální. Pro skalární typ platí, že celková koordinace se dosahuje podřízením jednotlivých částí centrální moci. Pro laterální typ je celková koordinace především záležitostí dohody.

K Barnardovým nejnámějším dílům patří "The Functions of the Executive" ("Funkce exekutivy") z roku 1938 a "Organization and Management" ("Organizace a management") z roku 1948. (*Crainer KM s. 17, Crainer MM s. 230, Vodáček, Dvořák s.39*)

Herbert A. Simon [hɜ:bət ei saimən nebo sí'mən]

Herbert A. Simon, nositel Nobelovy ceny za ekonomii z roku 1978, se narodil v roce 1916 ve Wisconsinu. Po absolvování Chicagské univerzity v roce 1936 se krátce zabýval výzkumem městské správy, poté působil na Kalifornské univerzitě v Berkeley, na Illinoiském technologickém institutu a na Carnegieově technologickém institutu.

Simon navazuje na myšlenky Barnarda. Organizaci vnímá jako dynamicky se rozvíjející systém, ve kterém jsou klíčovou hybnou silou rozvoje lidé. Pozornost věnuje komunikaci v organizaci, kterou chápe jako zdrojové zázemí rozhodovacích procesů. Významným Simonovým přínosem je jeho koncepce "omezené racionality". Narušil tím do té doby vládoucí představu manažerských teorií, že člověk jako tvor racionální se snaží při rozhodování vybrat nejlepší, tj. neracionálnější variantu. Simon naproti tomu tvrdí, že člověk toho není schopen a směřuje se s tzv. satisfakčním rozhodováním, které uspokojuje jeho subjektivní potřebu a jehož příprava je v mezích jeho časových možností, ambicí a očekávání.

Ze Simonových monografií je třeba připomenout "Administrative Behaviour" ("Administrativní chování") z roku 1947, "Organizations" ("Organizace") z roku 1958, napsanou společně s J. G. Marchem a "The New Science of Management Decision" ("Nová věda o manažerském rozhodování") z roku 1960.
(*Vodáček, Dvořák s. 42, Jonáš s. 325 a n.*)

Russell L. Ackoff (a: el eikof)

Russell L. Ackoff vypracoval ve vazbě na systémový přístup a teorii rozhodování přístupy, které tvoří základ metod strategického řízení. Ve svých publikacích "A Concept of Corporate Planning" ("Pojetí plánování korporace") z roku 1970 a zejména "Creating the

Corporate Future" ("Vytváření budoucnosti korporace") z roku 1981 analyzoval problémy strategického rozhodování firem. Prokázal, že praktická náročnost řešení těchto problémů je objektivně založena na tom, že roste komplexnost obsahové náplně strategických rozhodovacích úloh, řešení stále více komplikuje faktor času a strategické rozhodnutí vyžaduje brát v úvahu stále větší náklady a také rizika řešení.

I když práce R. L. Ackoffa v oblasti strategického řízení mají především metodologický charakter, významně ovlivnily systémové myšlení v dané oblasti a obohatily přístupy empiriků strategického řízení, jako například Ansoffa, Portera a dalších. (Vodáček, Dvořák s. 45)

Kvantitativní přístupy

George B. Dantzig (dži: bi: daencig)

George B. Dantzig získal doktorát z matematiky v Berkley v roce 1946. Pracoval pro Statistický úřad práce, dále jako výzkumný matematik pro RAND Corporation, profesor operačního výzkumu a vedoucí Operations Research Center na Kalifornské univerzitě v Berkley. V současnosti působí jako profesor operačního výzkumu a informatiky. Je ředitelem Systems Optimization Laboratory a PILOT Energy-Economic Model Project. Práce profesora Dantziga položila základy pro vznik systémového inženýrství.

Thomas L. Saaty (ti: el sa:ti)

Thomas L. Saaty působil na univerzitě v Pennsylvánii a rovněž na federálním úřadě ve Washingtonu. V současnosti je profesorem na University of Pittsburgh. Do okruhu jeho vědeckého zájmu patří rozhodování, plánování a analýza neurálních funkcí. Zabývá se komplexním rozhodovacím procesem a alokací zdrojů. Je autorem řady knih věnovaných tématu analýzy hierarchických procesů.

Empirické přístupy

P.F. Drucker (pi:ɔ ef drakɔ)

Peter Ferdinand Drucker se narodil v roce 1909 ve Vídni. Vzdělání získal v Rakousku, Anglii a Německu. Po novinářském působení v Londýně se v roce 1937 přestěhoval do Ameriky, kde se záhy uplatnil jako vyhledávaný poradce v oblasti managementu a znamenitý pedagog a lektor.

Již více než pět desetiletí se soustředěně zabývá tím, čemu sám říká sociální ekologie. Stal se vnímavým analytikem, se schopností dříve než kdokoliv jiný rozpoznávat nově nastupující společenské trendy. Jako první identifikoval management jako nový sociální fenomén konstituující se společností organizací. O něco později rozpoznal proměnu vědění a znalostí v rozhodující ekonomický zdroj, stejně jako formování nové společenské skupiny - odborníků, kteří při své práci využívají specializovaných znalostí.

Světový věhlas Drucker získal zejména jako autor celé řady vynikajících publikací o managementu a ekonomických, politologických a sociologických studiích. Jeho knihy byly přeloženy do více než 20 jazyků. Z jeho mimořádně bohaté publikační činnosti lze například uvést knihy "The Practice of Management" ("Řídící praxe") z roku 1954, "The Age of Discontinuity" ("Věk diskontinuity") z roku 1969, "Managing in Turbulent Times" ("Řízení v turbulentní době") z roku 1980, či "Post-capitalist Society" ("Postkapitalistická společnost") publikovanou v roce 1993.

Drucker je žijícím klasikem nauky o managementu. Jeho dílo bylo oceněno více než dvaceti čestnými univerzitními doktoráty. (Drucker *Postkapitalistická společnost - přebal, Drucker Cestou k zítřku s. 7*)

Alfred D. Chandler (člfrid di: ččndlɔ)

Alfred D. Chandler (nar. 1918) je historikem podnikání, který za svoji odbornou práci obdržel Pulitzerovu cenu. Je absolventem Harvardovy univerzity. Od roku 1950 působil jako historik na Massachusetts Institut of Technology. Později pracoval jako profesor historie na Johns Hopkins University. Od roku 1971 působí jako profesor historie podnikání na Harvardu. Základem jeho práce se stal podrobný výzkum amerických firem z období 1850 - 1920.

Chandlerova kniha "Strategy and Structure" ("Strategie a struktura") vydaná v roce 1962 měla na odbornou veřejnost značný vliv. Na základě výzkumu významných amerických korporací Chandler dochází k závěru, že struktura podniku je ovlivněna podnikovou strategií. (Crainer s. 39)

Henry Mintzberg (henri mincbɔ:g)

Kanaďan Henry Mintzberg získal doktorský titul v managementu na Massachusetts Institut of Technology v Bostnu. V současné době je profesorem řízení na McGill University v Montrealu.

Analyzoval celou řadou prací podstatu řídicí činnosti v amerických firmách. Tyto empirické studie ujasnily úlohu manažerů jako rozhodujících integrujících činitelů řízených kolektivů. Prokázaly, že integrační vazby jsou silně závislé na informačních procesech a mezilidských vztazích.

Mintzberg má charakteristický, občas poněkud excentrický, ale vždy zajímavý pohled na v podstatě všechny aspekty manažerské činnosti. Z jeho prací je možno například uvést "The Nature of Managerial Work" ("Povaha manažerské práce") z roku 1973, "The Structuring of Organizations" ("Strukturování organizací") z roku 1979, či "The Rise and Fall of Strategic Planning" ("Vzestup a pád

strategického plánování") publikovanou v roce 1994.

Philip Kotler (filip kotlɛ)

Philip Kotler promoval na University of Chicago, doktorát ekonomických věd získal na Massachusetts Institut of Technology. Působil na Harvardu, kde jako doktorand studoval matematiku. Na University of Chicago se zabýval behaviorismem. V současné době je profesorem mezinárodního marketingu na J. L. Kellogg Graduate School of Management Northwest University v Illinois.

Kotler je jedním z předních světových odborníků v oblasti marketingu. Během své velmi úspěšné kariéry získal četné prestižní ceny. Pracuje jako konzultant mnoha významných podniků. Je autorem 15 knih. Nejvýznamnější publikací je "Marketing Management" ("Řízení marketingu") z roku 1967, která se dočkala již devátého vydání a je nejčastěji používanou učebnicí marketingu v postgraduálních podnikatelských školách celého světa. (*Crainer s.80, Gibson s.206*)

Michael E. Porter (maikl i: po:tɛ)

Michael E. Porter (nar. 1947) studoval na Princetonu a Harvardu, kde jeho doktorská práce na téma podnikové ekonomiky získala prestižní Wellsovu cenu. V současné době je profesorem podnikového řízení na Harvard Business School a jedním z významných odborníků v oboru konkurenční strategie a mezinárodní konkurenceschopnosti. Je členem správních rad několika podniků a ve strategických otázkách konzultantem a mezinárodně uznávaným lektorem předních podniků a vládních orgánů.

Jeho články se pravidelně objevují v odborných časopisech o podnikání a ekonomice. Porter též příležitostně píše sloupky pro Wall Street Journal. Je autorem dvanácti knih. Mezi jeho nejvlivnější monografie patří "Competitive Strategy" ("Konkurenční strategie") z roku 1980, "Competitive Advantage" ("Konkurenční výhoda") vydaná v roce 1985, "Competition in Global Industries" ("Konkurence v globálních průmyslových odvětvích") z roku 1986 a "The Competitive Advantage of Nations" ("Konkurenční výhoda národů"), publikovaná v roce 1990. (*Crainer s.124, Gibson s.73*)

Igor Ansoff (i:go: čnsɔf)

Igor Ansoff se narodil v roce 1918 ve Vladivostoku. Studoval technické vědy a matematiku. Po absolvování Brown University pracoval pro RAND Corporation a poté pro Lockheed Corporation, kde se stal viceprezidentem. Později přešel do akademické sféry. Pracoval na Carnegie-Melons Graduate School of Business Administration, byl zakládajícím děkanem a profesorem řízení na Vanderbilt University Graduate School of Management, působil na European Institute for Advanced Studies in Management v Belgii a na Stockholm School of Economics. V roce 1983 nastoupil na US International University v San Diegu, kde je profesorem strategického řízení.

Ansoffovou první knižní publikací byla "Corporate Strategy" ("Strategie podniku") vydaná v roce 1963. Následovala řada dalších prací, jako "Strategic Management" ("Strategické řízení") z roku 1979 a "Implanting Strategic Management" ("Zavádění strategického řízení"). V roce 1988 byla publikována přepracovaná verze knihy "Corporate Strategy", nazvaná nyní "New Corporate Strategy". (*Crainer s.11*)

Thomas J. Peters a Robert H. Waterman (tomas džei pi:tɛs, robɛt eič wo:tɛmɛa)

Thomas J. Peters se narodil roku 1942 v Baltimoru. Vystudoval Cornelovu univerzitu, doktorát ekonomických věd a filozofie získal na Standfordské univerzitě.

Robert H. Waterman se narodil roku 1936 v Denveru. Vystudoval Vysokou školu baňskou v Coloradu, doktorát ekonomických věd získal stejně jako Peters na Standfordské univerzitě.

Při společném působení v poradenské firmě McKinsey napsali bestseller "In Search of Excellence" ("Hledání dokonalosti") vydaný v roce 1982. Kniha, ve které jsou shrnuty závěry analýzy 62 velkých amerických společností, se stala velmi populární a prodalo se jí téměř 6 milionů výtisků. Od napsání této knihy se jejich životní dráhy rozcházejí. Peters poradenskou firmu opustil ještě před publikací tohoto díla, Waterman o dva roky později.

Peters se stal guruem cestujícím po celém světě, pišícími knihy, které bývají charakterizovány jako "charismatické trháky". Je autorem knih "A Passion for Excellence" ("Nadšení dokonalostí") z roku 1985, "Thriving on Chaos" ("Mít úspěch z chaosu") z roku 1987 a "Liberation Management" ("Management osvobození") vydaný v roce 1992. Z poslední doby pak "Tom Peters Seminar" ("Seminář Toma Peterse") z roku 1994 a "The Pursuit of Wow" ("Honba za senzací"), která byla publikovaná rovněž v roce 1994.

Waterman nemá tak pestrý životopis. Občas píše knihy, ale dává přednost spíše malování než pořádání seminářů. Napsal ještě "The Renewal Factor" ("Faktor obnovy"), publikován v roce 1987 a "The Frontiers of Excellence" ("Hranice dokonalosti") z roku 1994. (*Crainer s.117*)

John P. Kotter (džon pi: kɔtɛ)

John P. Kotter je absolventem Massachusetts Institut of Technology a Harvard University. Byl jedním z nejmladších v historii Harvardu, který získal na Business School plnou profesuru.

Kotterovi byla za jeho články pro Harvard Business Review udělena prestižní McKinseyova cena. Je autorem sedmi knih. V knize "A Force for Change" ("Síla ke změně") vydané v roce 1990 zkoumá roli vedení při provádění organizační změny. (*Gibson s.176, Crainer s.178*)

Michael Hammer, James Champy (майл хэмэ, джей чэмпй)

Michael Hammer (nar. 1948) je bývalým profesorem informatiky na Massachusettském technologickém institutu a prezidentem poradenské společnosti Hammer and Company. Je všeobecně uznáván jako původce myšlenky reengineeringu. Jeho semináře ročně navštěvují tisíce lidí.

James Champy je spoluzakladatelem a předsedou představenstva poradenské firmy CSC Index, která se stala jednou z největších poradenských společností na světě s příjmy přes 500 mil USD a s více než 2000 konzultanty.

Hammer a Champy napsali společně knihu "Reengineering the Corporation" ("Reengineering společnosti") vydanou v roce 1993. Hlavní myšlenkou publikace je, že podnik potřebuje určit své klíčové procesy a učinit je co možná nejjednoduššími a neefektivnějšími. (*Crainer s.35, Gibson s.111*)

Rosabeth M. Kanterová (розэбел эм кантэ)

Rosabeth M. Kanterová se narodila v roce 1943. Doktorát získala na University of Michigan. Po období, kdy působila jako mimořádná profesorka na Brandeis University, se v roce 1978 připojila k Harvardskému programu organizačního chování. Pracovala rovněž na Yale a Massachusettském technologickém institutu. Nyní je profesorkou na Harvardu. V letech 1989 až 1992 byla editorkou Harvard Business Review. Je spoluzakladatelkou bostonské poradenské firmy Goodmeasure.

Mezi její knihy patří "Change Masters" ("Mistři změny") z roku 1983, "When Giants Learn to Dance" ("Když se obři učí tancovat") z roku 1989 a "World Class: Thriving Locally in the Global Economy" ("Světová třída: Lokální úspěch v globální ekonomice"), vydaná v roce 1995. (*Crainer s. 77*)

John Naisbitt

John Naisbitt je jedním z nejznámějších prognostiků trendů. Jeho bestsellery již od počátku osmdesátých let přinášejí předpovědi významných změn, které ovlivňují svět.

Naisbitt je bývalým vedoucím pracovníkem firem IBM a Eastman Kodak. Nyní je hostujícím profesorem Harvardovy univerzity, Moskevské státní univerzity a čestným mezinárodním profesorem Institutu strategických a mezinárodních studií v Malajsi. Je renomovaným mezinárodním lektorem a poradcem předních světových korporací.

Z řady jeho knih uvedme "Re-inventing the Corporation - Transforming Your Job and Your Company for the New Information Society" ("Znovuobrození korporace - Přeměna vašeho zaměstnání a vašeho podniku pro novou informační společnost"), kterou vydal v roce 1989 spolu s P. Aburdenovou. (*Gibson s. 220*)

Peter M. Senge

Peter Senge (nar. 1947) získal titul bakaláře na strojínské fakultě Standfordovy univerzity, titul magistra (modelování sociálních systémů) a doktorát (management) na Massachusettském technologickém institutu. V současné době je profesorem na tomto institutu a ředitelem Střediska organizačního učení při Sloanově fakultě řízení. Je zakládajícím členem konzultantské a vzdělávací firmy Innovation Associates.

Sengeho poznatky o tom, jak se organizace učí a sdílí znalosti, pomohly mnoha předním firmám využít nového zdroje konkurenční výhody. K jeho nejznámějším publikacím patří kniha "The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization" ("Pátá disciplína: umění a praxe učící se organizace") z roku 1990. (*Gibson s. 147, Crainer s. 137*)

Blažek: konec citace

Položme si otázku: Jakou kvalifikaci měli zakladatelé vědeckého přístupu k řízení výroby?

Velmi často se zde objevuje matematik a psycholog, ekonom, vynálezce, selfmademan. Méně často je, že je jím praktik – manažer přicházející přímo z výroby.

1.2 Klíčové trendy a problémy v podnikání

Cíle:

Po prostudování tohoto článku budete mít povědomí o tom, kde jsou současné základní problémy v plánování a řízení průmyslové výroby.

Klíčová slova:

Technologické inovace;

Hlavní trendy

Položme si otázku, kam směřují trendy v řízení podniků (obr 1-2-1).



Obrázek 1.2-1 Otazník

Podniky musí znát současné trendy a zároveň s nimi počítat ve strategickém plánování. Rozvoj automatizace a produktivity práce **změnil poměr mezi výrobcem a zákazníkem ve prospěch zákazníka** (od standardních výrobků k plnění zákaznických přání, od rezervy v termínech ke zkracování průběžných dob a rezervě v kapacitách).

Pokrok ve výpočetní technice a globální soutěž ovlivnily hlavní trendy. Ačkoliv mají různé organizace různé priority, a tím jsou různě ovlivňovány různými trendy, zahrnuje reprezentativní seznam hlavních trendů:

- internet, e-commerce a e-business,
- technologické inovace,
- globalizace,
- management dodavatelských řetězců,
- outsourcing,
- flexibilita,
- etické chování.

Technologické inovace

Technologické inovace lze dále rozdělit na:

- **inovace výrobků a služeb**, zahrnující objevy a vývoj nových výrobků a služeb,
- **inovace výrobní základny**, zahrnující metody, postupy a zařízení využívané pro výrobu zboží a poskytování služeb,
- **informační technologie**, zahrnující vědu a užití výpočetní techniky a dalších elektronických a zařízení pro ukládání, zpracování a zasílání informací.

Potřeba řídit dodavatelské řetězce

V minulosti činila většina podniků málo pro to, aby byl řízen celý dodavatelský řetězen. Řízení zásob se provádělo v podnicích odděleně. Vzniklé problémy vedly k oscilacím v zásobách, nedostatku materiálu, pozdních dodávkách a problémům s kvalitou.

Tyto a další problémy nyní ukazují, že řízení dodavatelských řetězců je základem pro podnikatelský úspěch.

Etické chování

Trvale udržitelný rozvoj znamená takové využívání zdrojů, které nepoškozují ekologický systém, které zároveň podporují lidskou existenci. Patří sem procesy související bezprostředně s výrobou a službami:

- globální oteplování,
- znečišťování životního prostředí.
- zbytečná globální logistika

Měřítko trvalé udržitelnosti jsou často daleko za tradičními měřítky pro životní prostředí a ekonomiku. Ve stále větší míře se klade důraz na morální chování podniků a jistou "dobrovolnost", se kterou přistupují k životnímu prostředí, péči o své zaměstnance, neobtěžování dalších lidí jejich činnostmi a obecně k principu trvalé udržitelnosti.

Další problémy

- práce s omezenými zdroji,
- řízení odpadů,
- analýza a zlepšování procesů,
- problémy se stoupajícími zákonnými překážkami a odpovědnostmi za výrobek,
- štlá výroba.

Stará a nová ekonomika

Oblast	Stará ekonomika	Nová ekonomika
Ekonomické charakteristiky		
Trhy	Stabilní	Dynamické
Konkurence	Národní	Globální
Forma organizace	Hierarchická, byrokratická	Propojená, síťová
Průmysl		
Organizace výroby	Masová výroba	Flexibilní produkce
Klíčové motory růstu	Kapitál/práce	Inovace/znalosti
Klíčová technologie	Mechanizace	Digitalizace
Zdroj konkurenční výhody	Snižování nákladů formou úspor z rozsahu	Inovace, kvalita, doba dodání na trh, náklady
Význam výzkumu/inovací	Nízký - střední	Vysoký
Vztahy s ostatními firmami	Jít za cílem sám	Aliance a spolupráce
Pracovní síla		
Cíl politiky	Plná zaměstnanost	Vyšší skutečné mzdy
Schopnosti	Odvozené od povolání	Široce orientované, napříč odvětvím
Požadované vzdělání	Vyučení nebo VŠ titul	Celoživotní vzdělávání
Vztahy zaměstnanci - management	Odporující si	Spolupráce
Povaha zaměstnání	Stabilní	Poznamenaná rizikem a příležitostmi
Vláda		
Vztahy firmy - vláda	Uvalení požadavků	Podporovat příležitosti růstu
Regulace	Přikazuj a kontroluj	Tržní nástroje, flexibilita

Obrázek 1.2-2 Stará a nová ekonomika

Zdroj [27]

Doc. Pour uvádí v [27] velmi zajímavé srovnání staré a nové ekonomiky. Podívejme se na tabulku (obr. 1.2-2). I když určitá bublina spojovaná s pojmem "Nová ekonomika", která byla vztažena především na internetové firmy, již splaskla, tabulka uvádí přehledné shrnutí nových přístupů podle platných a objektivních kritérií.

1.3 Paradigma moderního přístupu k řízení výroby

Paradigma je způsob chápání okolního světa, způsob řešení problému či výrobní přístup nebo filosofie.

Cíle:

V tomto článku se naučíte, jak se změnila kritéria řízení výroby a organizace práce.

Klíčová slova:

Cíle podniku; Náklady; Zisk; Skryté problémy;

Základní konflikt v řízení podniku Rozhodování v podnicích

Podniky jsou ve zcela jiné situaci, než ve které se nacházely před sto lety.

Cíle podniku:

- zvýšení prodeje,
- zvýšení podílu na trhu,
- vývoj a nabídka nových výrobků a služeb,
- snížení nákladů,
- zvýšení kvality,
- přesnější plnění termínů,
- zkrácení průběžného času výroby,
- vyrovnané peněžní toky.

Problémy:

- zpoždování termínů zakázek,
- překračování plánovaných rozpočtů,
- existence velkého množství změn,
- střet priorit, pokud potřebné zdroje nejsou k dispozici v době, kdy je potřebujeme,
- nedostatek hotovosti.

Změny vyvolané informačními technologiemi

Informační systém **není samospasitelný**.

Kritika

- značné investice na informační systém
- přesto se zásoby nezmenšily,
- nezkrátila se průběžná doba výroby,
- pozice na trhu se nezlepšila,
- implementace neodpovídá našim podmínkám přes vynaložené náklady.

Obhajoba

- bez informačního systému ještě větší komplikace,
- bez informačního systému zaostávání za konkurencí,
- investice do informačního systému přináší výhody až v dlouhodobém horizontu,

- informační systém zlepšuje komunikaci, mění firemní kulturu.

Vlivy prostředí

- zákazníci trvale mění své požadavky,
- předpovědi prodeje jsou nespolehlivé,
- nespolehlivost se projevuje i u dodavatelů,
- ani vlastní pracovníci nemusí být zcela ideální,
- protichůdné požadavky na chování podniku (minimalizovat náklady a současně maximalizovat průtok).

Náklady, cena a zisk

Položme si otázku, jak souvisí tyto tři parametry.

Klasická kalkulace vychází z toho, že se stanoví **náklady** na výrobu a připočítáním přiměřeného **zisku** se stanoví **prodejní cena**. Symbolicky to můžeme vyjádřit rovnicí:

$$\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena}$$

Náklady jsou dány technickou přípravou výroby, nákupem, vlastní výrobou a předvýrobní, výrobní a povýrobní logistikou. V tradičním modelu vedoucí každého příslušného útvaru namítal, že tyto **náklady jsou objektivní a neredukovatelné**. Všeobecně se mělo za to, že když dochází k problémům v prodeji, bývá vina na **nedostatečné aktivitě obchodníků**.

Moderní nahlížení na tyto tři parametry vychází z toho, že cenu netvoří výrobce, ale trh a **konkurenční prostředí**. Tradiční vztah lze symbolicky změnit na:

$$\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}$$

Změna rovnice dle filozofie této metodiky by měla způsobit, že **zákazník neplatí chyby a náklady firmy**, jako v první rovnici, ale užítinou hodnotu výrobku. Je **společným zájmem** všech útvarů podniku, jeho zaměstnanců a majitelů, aby rozdíl mezi cenou (objektivní podle situace na trhu) a náklady (objektivní nebo subjektivní) byl kladný, v opačném případě podnik zanikne, což se dotkne jako **majitelů**, tak **zaměstnanců**.

Následně nebo souběžně

Klasický model technické přípravy výroby předpokládal **dávkový přenos dokumentace** mezi útvary. Po dokončení vyjasnění zakázky v odbytu bylo provedeno zpracování podkladů v konstrukci. Po dokončení konstrukčního zpracování byla zakázka přesunuta do technologie. Po kompletaci technologických údajů byly generovány požadavky na nákup a provedeno rozplánování výroby. Po příchodu materiálu byla zahájena výroba. Tzv. řídicí díly a montážní plochy byly podrobně sledovány, drobné a ostatní díly se řídily podle skluzu termínů. Průběžná doba od přijetí zakázky až k expedici byla tudíž velmi dlouhá.

Prvým krokem pro urychlení bylo objednávání materiálu a subdodávek s **dlouhou dobou předstihu v předstihu** ještě v průběhu zpracování technické přípravy výroby. Dalším krokem byla **identifikace zakázkově neutrálních dílů** s dlouhou dobou výroby (odlitky, výkovky) a jejich objednání a dále pak výroba ještě před úplným vyjasněním odbytové zakázky.

Moderní přístup spočívá v **úplném odstranění hranic (zdí)** mezi útvary, souběžná (concurrent) práce na již vyjasněných částech výrobku, úzká spolupráce odbytu, nákupu, konstrukce a technologie. Do technické přípravy výroby i do samotné výroby jsou zadávány pouze požadavky, které jsou termínově na řadě. Tím se předejde zahlcování pracovišť a skluzům ve výrobě.

Funkčně nebo procesně

Klasická dělba práce při zpracování zakázky předpokládala předávání dat mezi útvary **dávkově**.

Procesní dělba práce je založena na **tvorbě týmů** specialistů z jednotlivých útvarů společně řešících jednu zakázku. Jedná se vlastně o dotažení myšlenky maticové funkční struktury. Veškerá činnost je optimalizovaná z hlediska průchodu zakázky podnikem nikoliv podle útvarové specializace.

V **procesním** chápání podniku se neprovádí dekompozice na útvary, ale na **procesy**, přičemž proces se chápe jako posloupnost činností, jež transformuje vstupy na výstupy a přidává hodnotu, která má význam pro zákazníka procesu.

Zákazníkem hlavního procesu je skutečný zákazník procesu. Při dekompozici procesu na podprocesy je zákazníkem podprocesu "majitel" dalšího podprocesu.

Proces má přiřazen své zdroje a měří se jeho efektivnost.

Využití kapacit nebo dodržení krátkých dodacích dob

Tradiční uvažování výrobního managementu vycházelo z představy, že čím lépe budou využívána výrobní zařízení, tím více se vyrobí výrobků, a tudíž obrát bude co možná nejvyšší.

Tento názor funguje v dobách, kdy **poptávka značně převažuje nabídku** (extenzivní rozvoj, válečná výroba).

Dnes lze uvést řadu argumentů, proč maximální využití výrobních zařízení není primárním cílem řízení výroby, ale jen určitým dalším hlediskem při rozhodování.

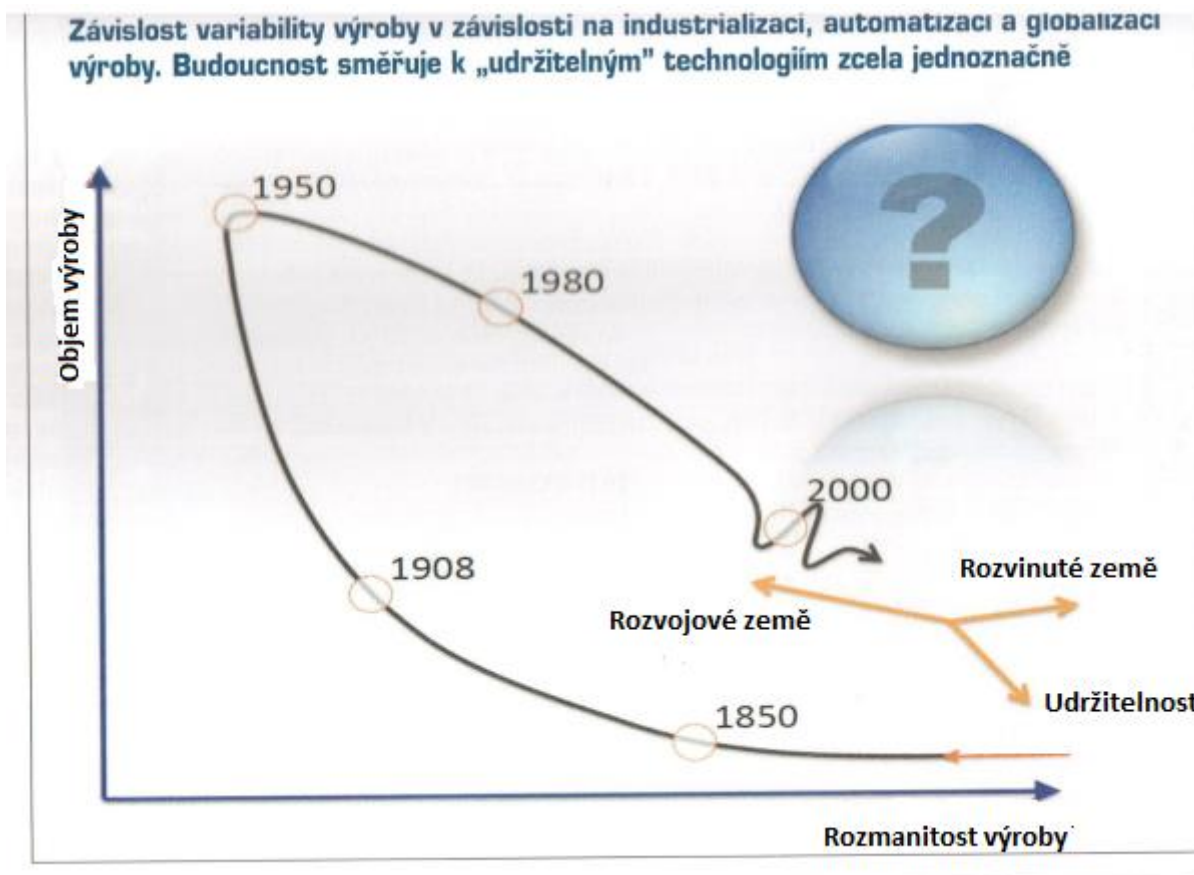
1. Usilovat o vysoké využití zařízení, které je dlouhodobě **kapacitně nevytiženo**, pro které nelze získat ani externí úkoly, ale je nutné z hlediska výrobní technologie, **nemá smysl**.
2. Z teorie omezení vyplývá, že každý výrobní systém obsahuje alespoň jedno určité omezení. Zvyšovat využití zařízení, které **není omezením**, nepřináší **žádný pozitivní efekt**, stejně jako nemá smysl za účelem zvýšení pevnosti zesílovat článek řetězu, který není nejslabší.
3. Zvýšení využití výrobních zařízení je často spojováno s **uvolněním většího množství** výrobních zakázek do systému. To má za důsledek **prodloužení průběžných dob** výroby, zvýšení rozpracovanosti a ohrožení termínové kázně.

Současné paradigma řízení výroby upřednostňuje **nízkou rozpracovanost, krátké průběžné doby, dodržování termínů**. Je třeba oddělit sledování využití výrobních zařízení od využití lidských zdrojů. Vysoké využití lidských zdrojů vyžaduje jak **novou dělbu práce** (vysoce kvalifikovaní seřizovači, zruční operátoři), tak univerzálnější dělníky schopné přejít z jednoho pracoviště na druhé.

Kritériem úspěšné výroby je ekonomický prospěch firmy, zisk, nízké výrobní náklady, kvalita výrobku, krátké průběžné doby, dodržování termínů a pružnost při plnění konkrétního přání zákazníka. V současné době **převažuje nabídka nad poptávkou**, výrobní kapacity jsou v řadě případů (automobilový a spotřební průmysl) naddimenzovány (překročeny).

Objem nebo rozmanitost

Během průmyslové revoluce docházelo k zužování rozmanitosti výrobků a současně pro užší sortiment vzrůstal objem jednotlivých vyráběných typů výrobků. Tento trend se zlomil v padesátých letech minulého století po zacelení válečných škod a zvýšení důrazu na zákazníka. V současné době opět v průmyslově vyspělých zemích tento trend pokračuje, zatímco v rozvojových zemích se ještě projevuje opačná tendence (obr- 1.3-1).



Obrázek 1.3-1 Objem nebo rozmanitost
Zdroj [Technický týdeník 14/2011]

Plánovat zakázkově nebo neutrálně

Pokud uvažujeme, že jednotlivé díly jsou **zakázkově neutrální**, tzn., že díl je **jednoznačně technicky specifikován svým číslem** a připouštíme, že se při plánování mohou slučovat díly z různých zakázek do výrobních dávek, dochází ke zjednodušení při změnách a sledování termínů, řešení náhrad za zmetky a možnost výroby dílů na sklad za účelem zkrácení průběžných dob a zlepšení ekonomie výroby (optimální výrobní dávka). Během výroby se může přiřazení výrobní dávky k odbytové zakázce měnit, rovnováha mezi výrobní dávkou a odbytovou zakázkou je **dynamická**. Na výrobní dokumentaci je jako identifikace pouze číslo dílu.

Při **zakázkově** orientované výrobě se lépe sleduje termínové a nákladové plnění zakázky, lze provádět technické úpravy dílů v závislosti na zakázce. Rovnováha je **statická**. Nelze vyrábět díly na sklad. Slučují se pouze požadavky na stejné díly v rámci jedné zakázky. V případě zmetku je třeba vydat zakázkově orientovanou náhradu za zmetky nebo poněkud složitějším způsobem provádět nutná zapůjčení dílů ze zakázky na zakázku. Na výrobní dokumentaci je jako identifikace číslo zakázky a číslo dílu.

Doma nebo venku

Rostoucí spolupráce a kooperace mezi podniky vede k častějším nákupům zboží a služeb. Dnes prakticky žádný podnik nepokrývá celý řetězec činností od těžby surovin a jejich zpracování, výroby dílů, předmontáže, montáže, expedice, uvedení do provozu, servisu a likvidace.

Proč se rozhodovat, zda **vyrábět**, či **nakoupit**:

a) **nakoupit**:

- nevhodnost výrobku vzhledem k našemu oboru,
- výrobek či služba není předmětem hlavní činnosti,
- žádná zkušenost – náklady na vývoj jsou velké,
- nedostatečná kapacita – nelze ji zvýšit, nebo se to nevyplatí,
- nelze snížit náklady – avšak jiný podnik to zvládne (má např. nižší personální náklady, nižší požadavky na ochranu životního prostředí),
- menší specializovaný podnik je užší a pružnější,
- vyskytují se množstevní slevy,
- dobrá zkušenost s dodavateli.

b) **vyrábět**:

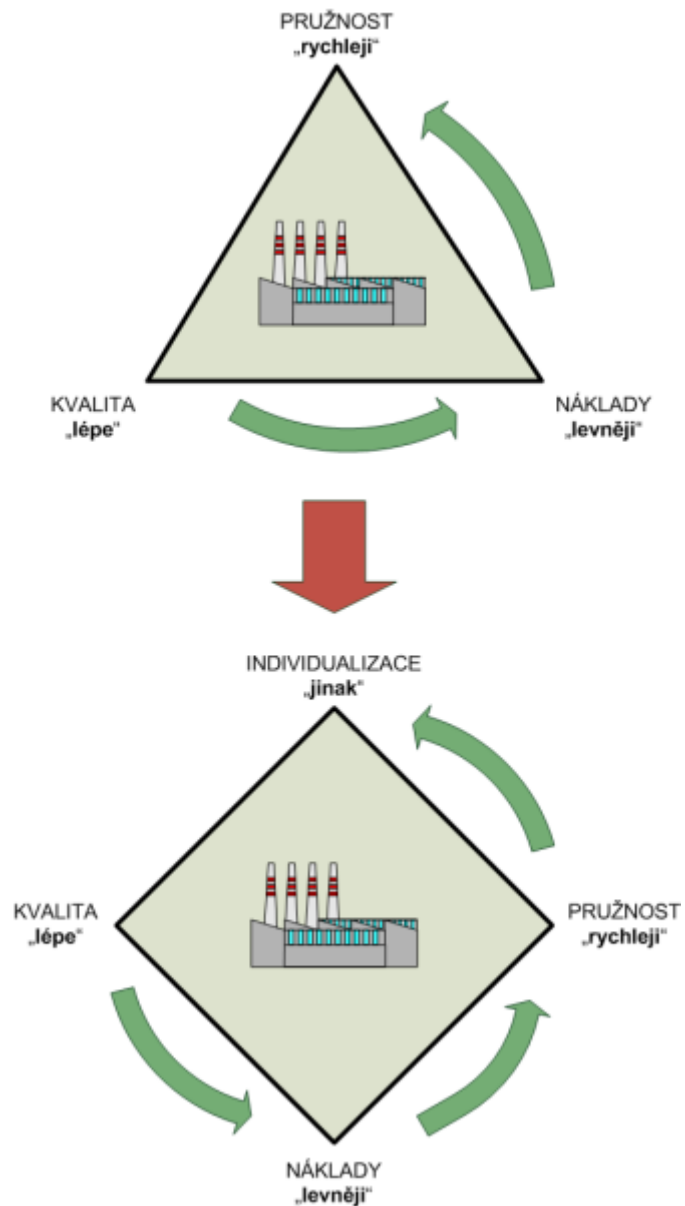
- dostatečný přehled – lze přijmout interní opatření,
- zabránění úniku know-how,
- zmenšení logistických nákladů,
- výrazně levnější výroba,
- snížení rizika z nespolehlivosti dodávky.

"Trojúhelník" nebo "Čtyřúhelník"

Podívejme se na obrázek 1.3-2. Dlouhou dobu byly považovány **nízké náklady** za kritérium úspěšnosti výroby (Japonsko mezi světovými válkami, státy jihovýchodní Asie dosud, státy východní Evropy před rokem 1989). S ohledem na nároky zákazníka se stále zvyšovaly požadavky na **kvalitu, dodací lhůty**) a rychlou pružnost na požadavky zákazníků. Díky tomu se v rozvinutém poválečném světě ustavil jakýsi "**Magický trojúhelník**" neboli **Kvalita – Náklady – Pružnost**.

Položíme-li si otázku, co tedy může být další konkurenční výhodou v globalizovaném světě, můžeme si odpovědět, že to je **individualizace** požadavků zákazníka. Již v 70. letech minulého století začaly automobily v hromadné výrobě aut vyrábět podle "**zaškrťavacích**" **seznamů zákazníka** (barva, střešní okno, výrobce rádia, klimatizace, druh motoru, převodovky...).

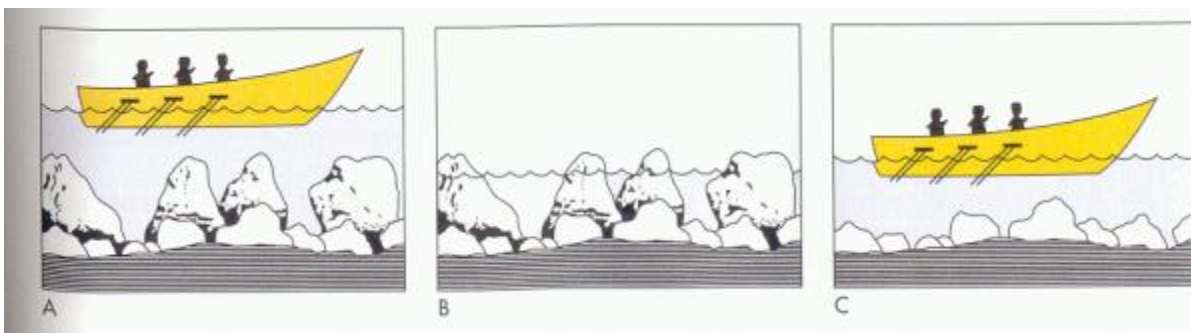
Od "Magického trojúhelníku" jsme se tedy dostali k "**Magickému čtyřúhelníku**" neboli **Kvalita – Náklady – Pružnost – Individualizace** s vyváženým důrazem na **všechny jeho vrcholy**.



Obrázek 1.3-2 Trojúhelník nebo čtyřúhelník
Zdroj [21]

Pracovat s rezervou nebo odstranit problémy předem

Na obr. 1.3-3 je velmi hezké podobenství, které ukazuje, proč se používají velké rezervy.



Obrázek 1.3-3 Skryté problémy
Zdroj [6]

Standardní přístup k řízení výroby považuje výrobní nepředvídatelné problémy za obvyklou součást denních problémů. Proti těmto nepředvídatelným problémům se bráníme:

- rezervami ve **výkonu**,
- rezervami v **množství**,
- rezervami v **termínech**.

Při bližší analýze se ukazuje, že řada **problémů** není tak docela nepředvídatelná, že problémy je třeba roztřídit, analyzovat a postupně **odstraňovat** největší z nich. Po jejich eliminaci (ve statistickém smyslu) lze všechny druhy **rezerv snížit**. To vede k principu, který je znám pod jménem "štíhlá výroba".

Účtovat nákladově nebo průtokově

Teorie omezení zavádí nové principy v rozhodování o přínosech přijaté odbytové zakázky.

Představme si příklad: Máte firmu, jednoho zaměstnance, jeden soustruh. Zaměstnanec má mzdové náklady včetně zdravotního a sociálního pojištění 200 Kč/hod. V nákladovém účetnictví je stanovena režie pracoviště 300 %. Zahrnuje odpisy, energie a další náklady firmy. Tedy hranice ekonomické výhodnosti zakázky je 800 Kč/hod. Pracovník je plně vytížen dlouhodobými závazky.

Nyní se objeví možnost získat další zakázky v rozsahu využití další směny. Je tedy třeba přijmout nového pracovníka za 200 Kč/hod. Problém je v tom, že doplňující zakázka je jen za 600 Kč/hod. Podíváte se na strukturu režie. Kromě mzdy dalšího pracovníka stoupnou další přímé náklady na zakázku (např. energie). Tento nárůst odhadnete na 100 Kč/hod.

Přijmete zakázku a najmete dalšího soustružníka nebo odmítnete další zakázku?

Nákladové účetnictví říká, že se jedná o ztrátovou zakázku (-200 Kč/hod).

Průtokové účetnictví říká, že se jedná o ziskovou zakázku (+300 Kč/hod).

Jak se rozhodnete Vy?

Staré a nové pojetí výroby

(upraveno podle [23])

V následující tabulce můžeme vidět, jak se změnil pohled na oblast výroby a prodeje.

Kritérium	Staré pojetí	Nové pojetí
Trh	Trh prodávajícího, nízká konkurence, vývozní omezení	Trh kupujícího, silná konkurence, globalizace trhu
Výrobky	Nízký sortiment, dlouhý životní cyklus, nízká úroveň technologie	Široký sortiment, krátký životní cyklus, vysoká úroveň technologie
Výroba	Plné využití výrobních kapacit, nízká pružnost, dlouhé celkové doby doby dodání, převyšuje výroba vlastními silami (nikoliv nákup z externích zdrojů)	Rezervy ve výkonu, vysoká pružnost, malé výrobní série (nízké objemy výroby), převažuje nákup z externích zdrojů
Úroveň servisu	Vysoké stavy zásob, pomalý logistický proces, dlouhé doby přepravy	Nízké stavy zásob, rychlý logistický proces, krátké doby přepravy
Informační technologie	Ruční zpracování dat, papírová administrativa	Elektronické zpracování dat, bezpapírový provoz
Podniková strategie	Orientace na výrobu	Orientace na trh

Staré a nové pojetí výroby a prodeje

Tradiční a moderně řízený podnik

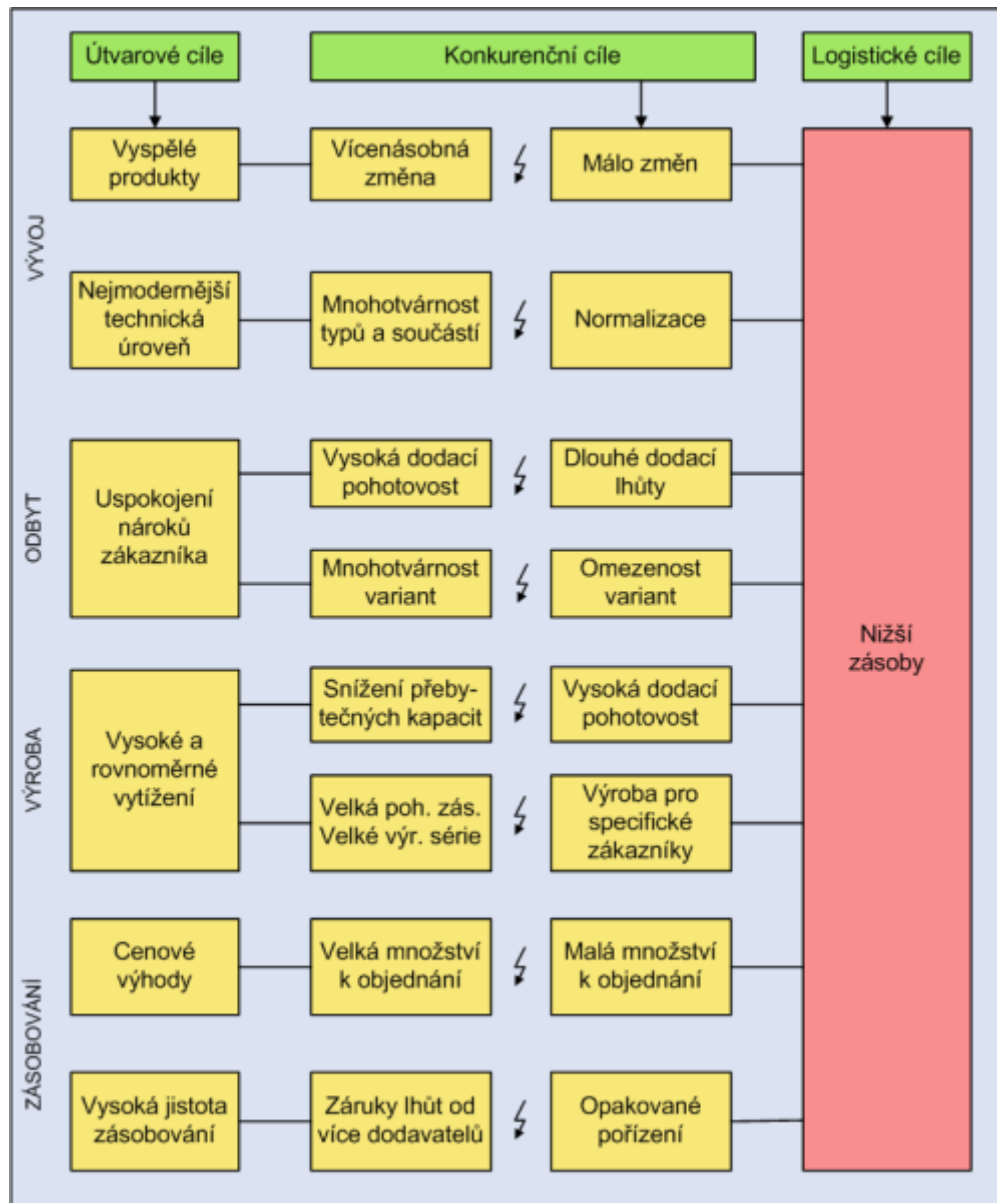
V práci [31] je uvedena zajímavá tabulka, která ukazuje, jak se je třeba měnit chování podniku.

Vlastnost	Tradiční podnik	Logisticky řízený podnik
Podnikatelská strategie	orientace na produkt	orientace na zákazníka
	orientace na cenu a kvalitu produktu	orientace na přidanou hodnotu a totální kvalitu
	sledující finanční kritéria	sledující čas
	efektivní a stabilní	inovativní, podnikatelská
Organizační architektura	funkční	integrovaná
	hierarchická	plochá s vyššími pravomocemi
	místní, regionální	globální
	autonomní, vertikálně integrovaná	síťová
	založená na tech. Vybavení	založená na informační technice
	respektující zájmy majitele (akcionářů)	respektující zájmy různých skupin
	rigidní a pevná	pružná, přizpůsobivá, učící se
Role managementu	podrobné analýzy a rozhodování o každém detailu; stále v jednom kole	určovat směr: dosáhnout pocitu odpovědnosti u všech pracovníků, přímé zasahování jen zřídka
Role mistrů	určovatelé toho, co se má udělat; vymahatelé tvrdé kázně	poradci, koučové, pracovníci týmu
Role štábu	sběr a analýza dat; přímá odpovědnost za kontrolu	starost o technickou dokonalost
Vztah linie a štábu	štáb nad linií	linie nad štábem
Uplatnění faktorů řízení	uplatňuje tvrdé faktory řízení (předpisy, výkazy, kontroly)	uplatňuje měkké faktory řízení (sociokulturní regulátory, vnitřní motivaci, sebekontrolu, podnikovou kulturu)
Zaměření kontroly	na kontrolu lidí, zda se řídí pokyny	na kontrolu výrobního procesu, na zdroje jakosti
Řízení, plánování	centralizované	spíše decentralizované
Jakost produkce	vyšší % vad, opravy	nízké % vad
Výrobní proces		
- výrobní cyklus	dlouhý	krátký
- výrobní série	velké	malé
- rozmístění vyr. zař.	podle procesů, v dílnách	podle výrobků, v buňkách
- práce dělníků	dekvalifikovaná k dosažení nízkých mzdových nákladů	jejich kvalifikace se zvyšuje a využívá ke zlepšení výrobního procesu
- zainteresovanost pracovníků	nízká	vyšší
- automatizace	automatizován neracionalizovaný proces; ostrůvky automatizace, izolované roboty	automatizace po zjednodušení výrobního procesu, integrované systémy
Sběr dat	mnoho podrobných hlášení; data sbírají štábní útvary, velká zpoždění při reagování na informace	sleduje se několik klíčových proměnných na místní úrovni; dělníci jsou přímo odpovědní
Zdroje informací a akcí	centralizované zpracování dat; minimální zapojení dělníků z provozů	decentralizované zpracování dat; rozhoduje se především v provozech
Měřítka pro porovnání	srovnání s rozpočty a tech. normami	srovnání s potřebami zákazníků, s konkurenty, s vlastní historií
Vztah k dodavatelům	na základě smluv, bez spolupráce, slabá koordinace	úzká spolupráce, partnerství
Hodnocení pracovníků	podle individuální výkonnosti	podle přínosu k práci celého týmu

Tradiční a logistický podnik Zdroj [31]

Konflikty v cílech podniku

Každý podnik je nucen nalézat kompromis mezi různými kritérii svého chování (obr.1.3-4).



Obrázek 1.3-4 Konflikt kritérií chování

Zdroj [31]

Simultánní inženýrství

Tradiční přístup	Přístup v metodě simultánního inženýrství
Členění úloh podle funkcí	Funkční hranice se překrývají, paralelní řešení úloh
Oddělený vývoj výrobku a výrobního procesu	Paralelní vývoj výrobku a výrobního procesu
Priorita managementu – náklady	Priorita managementu – čas
Současný postup na více projektech	Koncentrace na jeden projekt
Úzká místa – řešení zvětšením mezioperačních zásob	Úzká místa – odkrytí a zvětšení výrobní kapacity

2 Klasický přístup k řízení výroby

Cíle:

Cílem kapitoly je seznámení se základními pojmy plánování a řízení výroby. Jsou probrány některé tradiční metody předpovědi odbytu, plánování výroby a nákupu či funkce a metody dílenského řízení.

2.1 Základní pojmy

Pro zvládnutí metod plánování a řízení výroby je třeba zvládnout základní pojmy.

Cíle:

V článku se naučíte vymezit základní pojmy plánování a řízení výroby. Dozvíte se, jak se dělí výroby podle množství vyráběných výrobků a opakovatelnosti výroby.

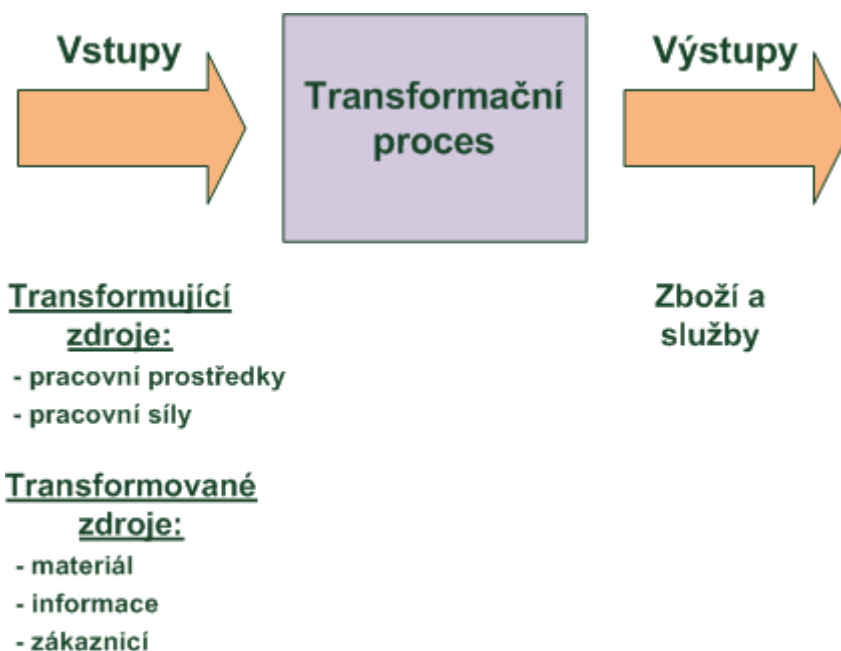
Klíčová slova:

Výroba; Typy výroby; Pracovní síla; Pracovní prostředek; Pracovní předmět;

Výroba

Základním termínem je pojem **výroba**. Existuje řada různých definic výroby, avšak jednoduše a výstižně lze výrobu definovat takto:

Výroba je technologická transformace činitelů výroby na výrobky a služby (obr. 2.1-1).



Obr.: Výroba jako transformace vstupů na výstupy
Obrázek 2.1-1 Výroba jako transformace
Zdroj [7]

Existují samozřejmě také jiné definice výroby:

- **Výroba** je proces vytváření nových užitných hodnot účelným **spotřebováním** základních **činitelů výroby** – pracovní síly, pracovních prostředků a pracovního předmětu.
- **Výroba** je proces vytváření materiálních nositelů hodnoty pro zákazníka.
- **Výroba** je podnikatelský proces zhodnocování kapitálu.

Činiteli výroby jsou **transformující zdroje** a **transformované zdroje**.

a) **Transformující zdroje** jsou **pracovní síly** a **pracovní prostředky**.

- **Pracovní síly** se označují jako lidé – pracovníci, kteří jsou zapojeni do výrobního procesu.
- **Pracovní prostředky** – řadíme sem např. stroje, zařízení, budovy.

b) **Transformovanými zdroji** jsou:

- **pracovní předmět** – materiál, suroviny,
- **informace**,
- **zákazníci**.

Pozn. Informace a zákazníci jakožto transformované činitele jsou společně se službami neboli výstupy z transformačního procesu uvažovány až v moderních publikacích.

Cíle a prostředky výroby

Položme si otázku, co je **úspěšná** výroba. Zde opět nalezneme řadu definicí. V tržním hospodářství lze za úspěšnou výrobu považovat výrobu se **ziskem**, tj. transformaci kdy výsledná prodejní cena je vyšší než náklady.

Prostředky pro splnění hlavního cíle, tj. úspěšné výroby se ziskem, jsou:

- vyrábět výrobky,
- hospodárně využívat výrobní zdroje – výrobní zařízení a lidi,
- dosahovat vysokou jakost výrobků a služeb,
- uspokojovat zákazníky,
- snižovat náklady,
- zkracovat dodací lhůtu,
- sdílet místo na trhu,
- zavádět nové technologie.

Řízení výroby

Řízení výroby je uspořádání činitelů výroby do výrobního systému vhodného pro realizaci určité výroby a dále ovlivňování a zásahy do průběhu výroby, aby byla úspěšná.

Základní cíle výroby jsou [3]:

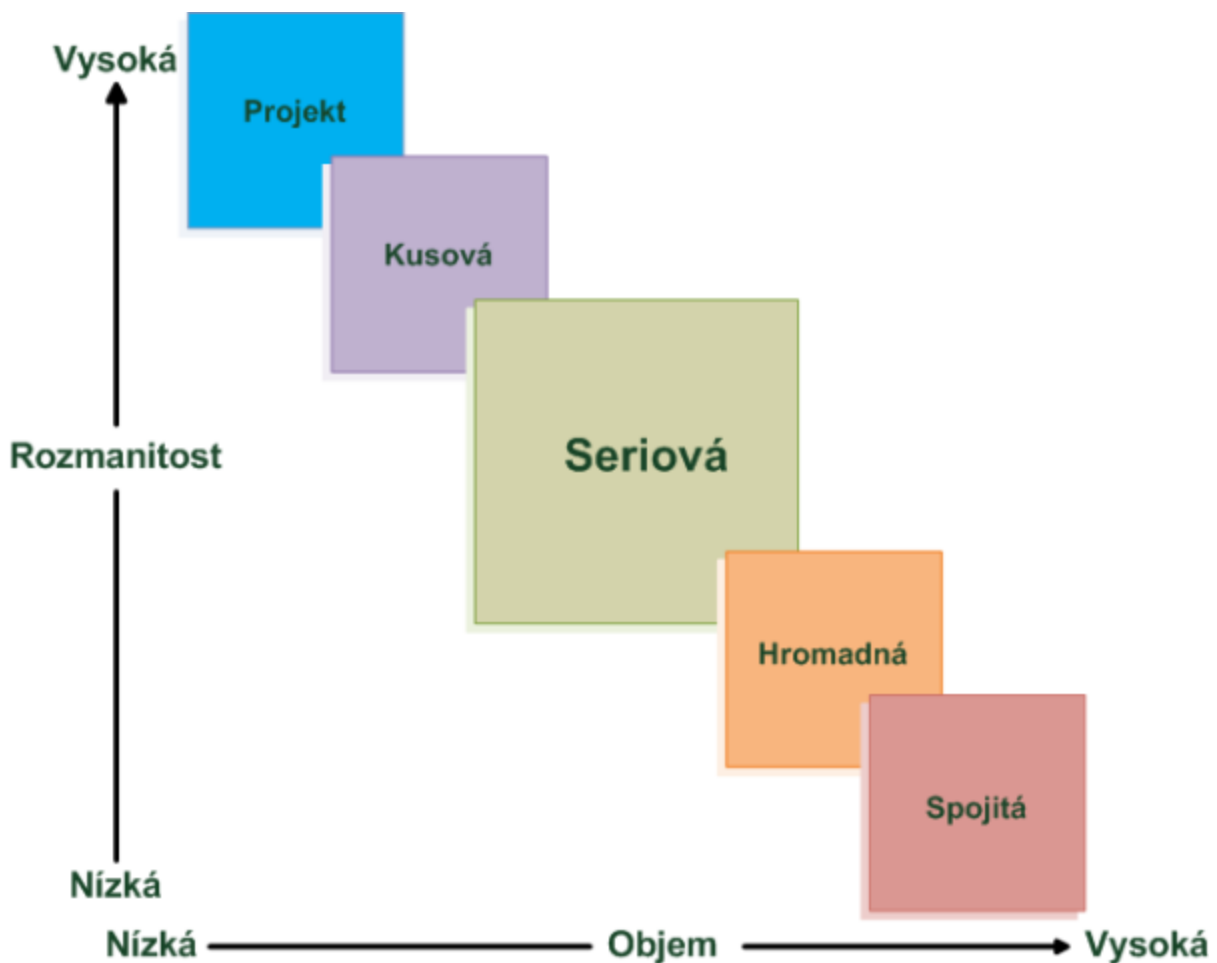
- zabezpečení výroby výrobku nebo služeb na vysoké technickoekonomické a kvalitativní úrovni v souladu s požadavky zákazníků,
- včasné zavádění výrobních a technologických inovací,
- zabezpečení vysoké pružnosti výroby,
- zdokonalování informačních systémů řízení výroby,
- optimalizace spotřeby výrobních činitelů a snižování nákladů,
- zkracování průběžné doby přípravy a výroby výrobků a v důsledku toho minimalizace výrobních zásob a zásob rozpracované výroby, zkrácení materiálových toků,
- zabezpečení vysoké produktivity všech procesů jako předpoklad konkurenceschopnosti firmy.

Typy výroby

Podle míry plynulosti technologické transformace rozlišujeme výrobu **plynulou** (hutní, chemickou) a výrobu **diskrétní**. V plynulé výrobě jsou technologické a manipulační procesy na sebe bezprostředně navázány, v diskrétní výrobě se pravidelně střídají a mohou být proloženy čekáním.

Podle množství a rozmanitosti vyráběných výrobků rozlišujeme tyto **typy** diskrétní výroby (obr. 2.1-2):

- Hromadná
- Velkosériová
- Středně sériová
- Malosériová
- Kusová
- Projekt



Obrázek 2.1-2 Typy výrobních procesů
Zdroj [7]

Směrem od hromadné ke kusové výrobě klesá množství jednotlivých vyráběných typů a stoupá počet typů (obr. 2.1-3).

Ukazatel	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Množství výrobku jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké (desetitísíce)
Počet druhů výrobku	Velký (stovky)	Menší (desítky)	Malý
Počet typů výrobků	Velký (desítky)	Malý (3 až 10)	Velmi malý (1 až 3)
Opakování výroby výrobku téhož typu	Nepřavidelné, příp. žádné	Pravidelné (např. měsíční)	Nepřetržitá výroba
Uspořádání dílen	Technologické, vyjím. <u>předmětné</u>	Předmětné, někdy technologické	Předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	Univerzální, unikátní	Univerzální, některé součásti na linkách	Specializované, jednoúčelové linky
Kvalifikace dělníků	Multikvalifikovanost	Dobrá	Nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	Dlouhá (měsíc až rok)	Kratší (týdny, měsíce)	Krátká (dny, týdny)
Specializace pracovišť	Malá	Částečná	Úplná
Možnost změny výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Plánování a řízení	Náročné	Středně obtížné	Snadné
Využití výrobního zařízení	Nízké	Dobré	Vysoké

Obrázek 2.1-3 Ukazatele výroby podle množství a rozmanitosti
Zdroj: [1]

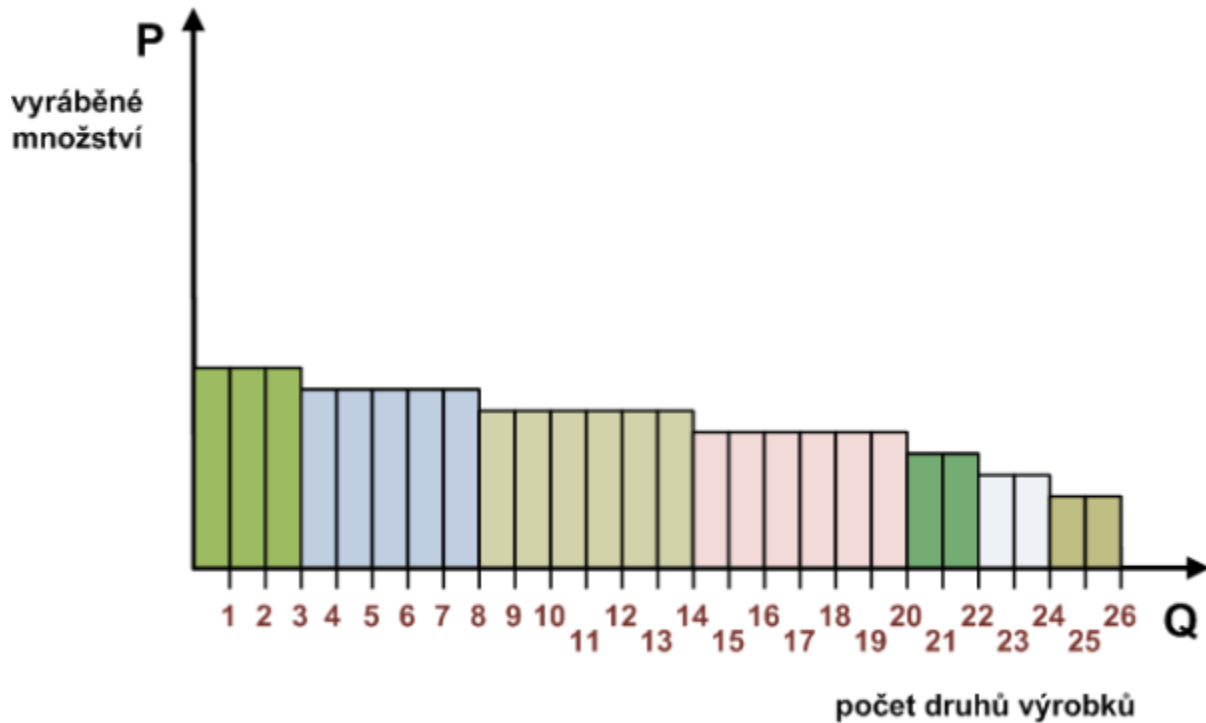
Kusová výroba – za tuto výrobu je označován individuální produkt zpravidla na základě individuální zákaznické zakázky, výrobní zařízení vykazuje vysoký stupeň flexibility. Problémem řízení výroby je především malá možnost předpovědi požadavků, dlouhé dodací lhůty, pokud nejsou na skladě k dispozici díly a sestavy jako výsledek stavebnicovosti.

Sériová výroba (malo-, středně – a velkosériová) - jedná se o výrobu, kdy se na připraveném výrobním zařízení vyrobí omezený počet stejných výrobků. Problémem však je změna seřízení výrobních zařízení před novou sérií, vyžaduje se určitá flexibilita zařízení. Plánování se zaměřuje na velikost zakázky, výrobní dávky, termíny a zásoby na meziskladech.

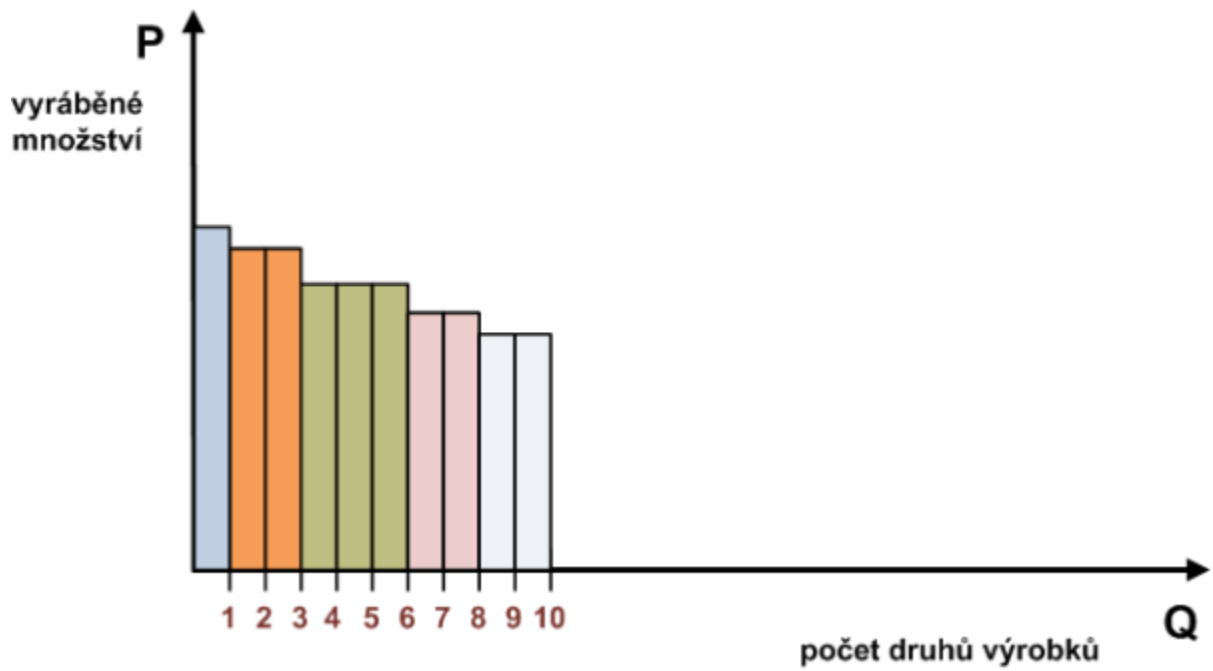
Hromadná výroba – stálá, časově neomezená výroba jednoho výrobku v masové míře. Jde zpravidla o výrobu s vysokým stupněm mechanizace a automatizace. Výrobní faktory jsou vysoce specializované. Problémem u tohoto typu výroby je řízení, při kterém jsou ve větší míře akcentovány otázky humánní, jako

odstranění monotónnosti práce či zajištění udržení kvalifikovaných pracovníků.

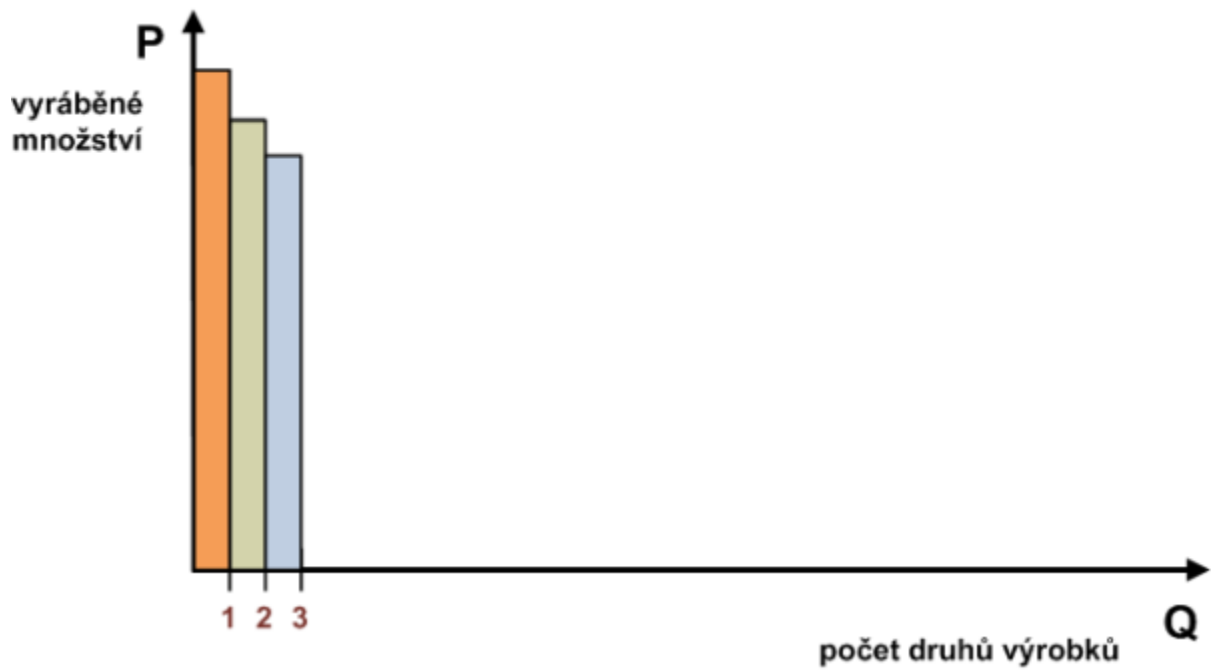
Rozdíl mezi kusovou, sériovou a hromadnou výrobou si nejlépe uvědomíme na grafech, kde na vodorovnou osu vynášíme druhy výrobků seřazené sestupně podle množství druhů výrobků za rok a na svislou osu toto množství (obr. 2.1–4, 5 a 6).



Obrázek 2.1-4 Kusová výroba



Obrázek 2.1-5 Sériová výroba



Obrázek 2.1-6 Hromadná výroba

Další dělení typů výroby

V poslední době se začíná prosazovat rozlišení podle vztahu vstupní materiál versus výrobek, kde označení písmena mnemotechnicky naznačuje tuto vazbu:

Výroba typu V

- počet finálních výrobků je mnohem větší než počet nakupovaných materiálů,
- charakteristický je totožný technologický postup,
- typickým oborem je ocelářství, textilní průmysl, produkce léčiv.

Výroba typu A

- počet materiálů výrazně převyšuje počet výrobků,
- příznačné jsou zde různé technologické postupy pro různé díly finálního výrobku,
- typickým oborem je těžké strojírenství, letecký průmysl.

Výroba typu T

- výrobek se skládá z omezené množiny součástí,
- obsahuje zcela odlišné technologické postupy,
- typickým oborem je elektrotechnika a výroba spotřebního zboží.

2.2 Výrobní program, dávka a série

Stanovení správné velikosti výrobních dávek ovlivňuje ekonomii výroby. Dříve se kladl důraz na velké výrobní dávky, nyní se v souvislosti se štíhlou výrobou doporučují spíše malé dávky. Vy se nyní seznámíte s klasickým přístupem.

Cíle:

Po prostudování článku budete vědět, jak stanovit minimální a optimální velikost výrobní dávky.

Klíčová slova:

Výrobní dávka; Transportní dávka; Technologická dávka; Optimální dávka; Minimální dávka;

Výrobní program

Výrobní program podniku je pojem, který vyjadřuje množinu všech druhů výrobků, jež je podnik potenciálně schopen vyrábět podle požadavků zákazníků.

Výrobní dávka a série

Výrobky se obvykle nevyrábějí samostatně (s výjimkou projektů a čistě kusové výroby). Z hlediska množství společně vyráběných výrobků hovoříme o **sériích a výrobních dávkách**.

Série je množina stejných kompletních výrobků určitého druhu a provedení, které jsou současně zadány do výroby (jako jeden kompletní úkol) a jejichž výroba probíhá souvisle v časově omezeném období.

Výrobní dávka – množství stejných částí výrobku, které jsou najednou zadány do výroby jako dílčí výrobní úkol.

Velikost výrobní dávky je:

A) daná minimální velikostí – poměrem času přípravy a zakončení a kusového času a volitelně nastavitelného koeficientu přípustných prostojů, daného charakterem výroby

$d_{\min} = \Sigma t_b / (\Sigma t_a \cdot a)$ t_b ... čas dávkový, t_a ... čas jednotkový, a ... koeficient přípustných prostojů 0.02 (sériová výroba) - 0.12 (kusová výroba).

B) daná náklady na přípravu a zakončení, jednotkovými náklady a náklady na skladování a vázanost oběžných prostředků.

Uvažujme celkové roční náklady na výrobu

$$N = Q \cdot N_a + N_b \cdot Q/d + 0.5 \cdot d \cdot n_s \cdot N_a / 100$$

Q ... roční spotřeba, d ... velikost výrobní dávky, n_s ... % podíl nákladů na skladování a vázanost z nákladů na výrobu,

N_b ... náklady na přípravu a zakončení, N_a ... jednotkové náklady na součást

Funkce udává závislost ročních nákladů na velikosti výrobní dávky. Skládá se z konstantní hodnoty součinu velikosti roční produkce a jednotkových nákladů, lineárně rostoucích nákladů na skladování a vázanost oběžných prostředků a nepřímé úměrnosti dané náklady dávkovým časem (na přípravu a zakončení) a velikosti roční produkce dělené velikostí dávky.

Tato funkce nabývá minima, které zjistíme jako hodnotu, kde derivace nabývá nulové hodnoty.

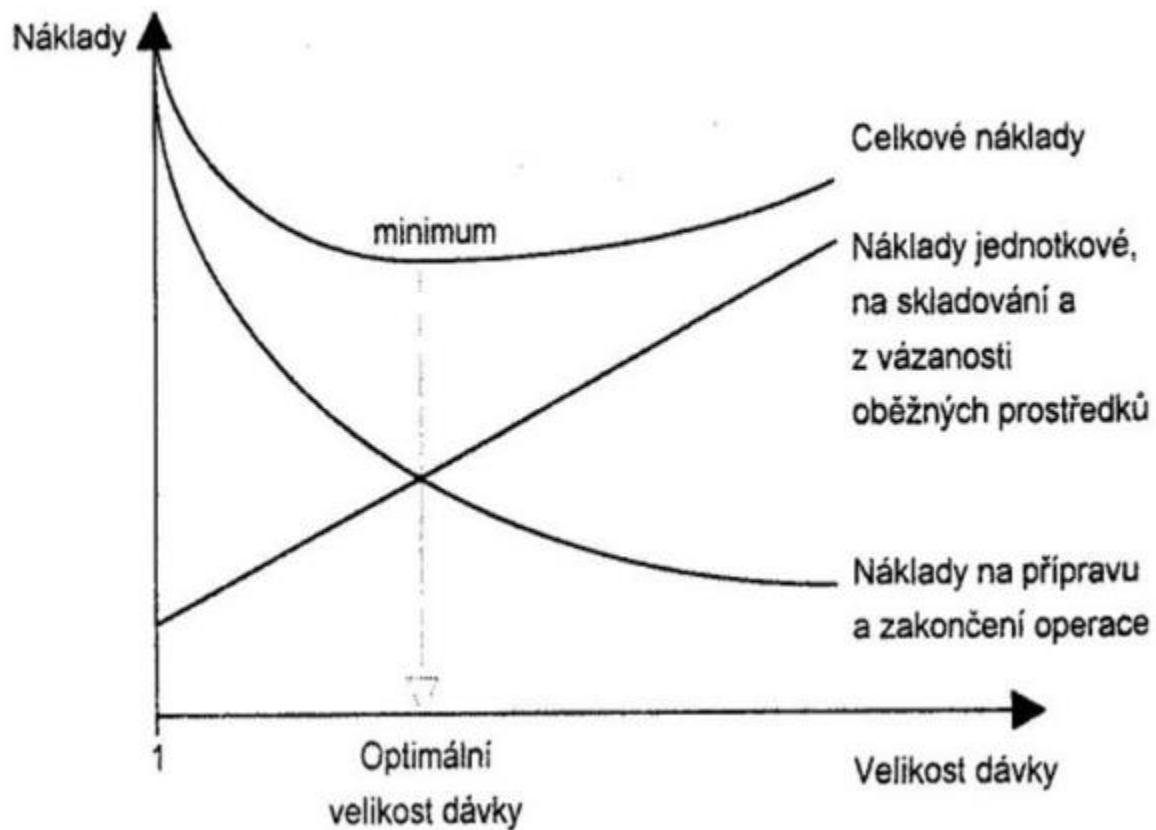
$$d_{opt} = \sqrt{(200 \cdot Q \cdot N_b) / (n_s \cdot N_a)}$$

Označíme-li $N_s = n_s \cdot N_a / 100$ jako náklady na skladování a vázanost z nákladů na výrobu, můžeme vzorec upravit na:

$$d_{opt} = \sqrt{2 \cdot Q \cdot N_b / N_s}$$

Optimální roční celkové náklady na výrobu jsou:

$$N_{opt} = Q \cdot N_a + N_b \cdot Q / d_{opt} + 0.5 \cdot d_{opt} \cdot n_s \cdot N_a / 100$$



Obrázek 2.2-1 Optimální velikost dávky

Zdroj: [1]

Dopravní dávka

Dopravní dávka (transportní dávka) je počet stejných součástí, které manipulační systém přepravující součásti mezi jednotlivými technologickými pracovišti může přepravovat současně. Například počet součástí, které se vejdou do přepravky, kontejneru, na paletu atd. Výrobní dávka se zpravidla skládá z jedné (snazší řízení) nebo několika dopravních dávek.

Technologická dávka

Technologická dávka je počet stejných součástí, které konkrétní technologický proces (výrobní zařízení) umožňuje zpracovávat současně. Velmi často se jedná o povrchové úpravy (pece, moření, kalení). Výrobní dávka se s výhodou volí jako násobek technologické dávky.

Skutečná velikost výrobní dávky je věcí volby, která by měla zohlednit několik faktorů:

- **Množství potřebné pro zakázku**, případně další zakázky v uvažovaném časovém horizontu,
- **Velikost nákladů** (viz pojmy minimální a optimální výrobní dávka),
- **Velikost technologické dávky** (Je racionální volit velikost výrobní dávky tak, aby byla celočíselným násobkem technologické dávky.),
- **Velikost dopravní dávky** (Je racionální volit velikost výrobní dávky tak, aby byla celočíselným násobkem dopravní dávky.).

2.3 Příklad: Velikost minimální dávky

Velikost minimální dávky nám udává hospodárnost výroby. Je jakýmsi dolním odhadem.

Cíle:

V tomto cvičení získáte praktické dovedností při stanovení velikosti výrobní dávky.

Klíčová slova:

Minimální dávka;

Zadání:

Případ 1 - návrh velikosti výrobní dávky (minimální dávka)

V podniku, který realizuje kusovou výrobu, se pravidelně vyskytuje požadavek zákazníků na dodání výrobku, k jehož zhotovení se musí nejprve vyrobit konkrétní součást. Technologický postup výroby této součásti předepisuje zpracování výchozího polotovaru postupně na 3 pracovištích. Údaje o charakteru operací na součásti, o časech jednotkových a dávkových jsou uvedeny v tabulce.

Operace	Čas jednotkový t_A [Nmin./ks]	Čas dávkový t_B [Nmin./dv]
1 Frézování	9	45
2 Vyvrtávání	16	55
3 Broušení	22	120

Úkol: Navrhnout velikost výrobní dávky.

Případ 2 - návrh velikosti výrobní dávky (minimální dávka)

Strojírenský podnik získal objednávku na pravidelnou dodávku žacího bubnu do sekačky na trávu. Předmětem objednávky je celkem 12 000 ks žacích bubnů, které mají být dodány v průběhu prvního pololetí roku 2001 v šesti dodávkách - 2000 ks ke konci každého měsíce. Z technologického postupu výroby žacího bubnu a z norem spotřeby času na jednotlivé operace a na seřízení jednotlivých technologických pracovišť byla sestavena tabulka údajů.

Operace	Čas jednotkový t_A [Nmin./ks]	Čas dávkový t_B [Nmin./dv]
1 Soustružení	12	60
2 Lisování	6	120
3 Svařování	9	90
4 Soustružení	15	60

Úkol: Navrhnout velikost výrobní dávky při uvažování hodnoty koeficientu přípustných ztrát $a=0,1$.

Případ 3 - návrh velikosti výrobní dávky (minimální dávka)

Strojírenský podnik má zajištěný pravidelný odbyt na jeden typ svého finálního výrobku v množství 4 800 ks za rok. Ke kompletaci tohoto výrobku je zapotřebí vyrobit hřídel, z jehož technologického postupu a norem spotřeby času byla sestavena tabulka údajů.

Operace	Čas dávkový t_B [Nmin./dv]	Čas jednotkový t_A [Nmin./ks]
1. Hrubování	30	4
2. Soustružení na čisto	90	10
3. Frézování drážek	120	16
4. Broušení	120	20

Úkol: Navrhněte velikost výrobní dávky těchto hřídelí, při uvažování velikosti koeficientu přípustných ztrát $a = 0,02$ a pro manipulaci mezi pracovišti se používají přepravky, které mohou pojmout 20 ks hřídelí.

Tipy pro řešení:

Použijte vzorec:

$d_{\min} = \Sigma t_B / (\Sigma t_A \cdot a)$ t_B ... čas dávkový, t_A ... čas jednotkový, a ... koeficient přípustných prostojů 0.02 (sériová výroba) - 0.12 (kusová výroba)

Návrh řešení:

Dosadíme do vzorce:

$d_{\min} = \Sigma t_B / (\Sigma t_A \cdot a)$ t_B ... čas dávkový, t_A ... čas jednotkový, a ... koeficient přípustných prostojů 0.02 (sériová výroba) - 0.12 (kusová výroba)

1. případ

$$\Sigma t_B = 220 \text{ Nmin.}$$

$$\Sigma t_A = 47 \text{ Nmin.}$$

Vzhledem ke kusovému charakteru výroby volíme velikost koeficientu přípustných prostojů: $a=0,12$

Dosadíme číselné hodnoty:

$$d_{v\min} = 220 / (47 \cdot 0,12) = 39$$

Výsledek interpretujeme následovně: Volíme velikost výrobní dávky 40 ks.

2. případ

$$\Sigma t_B = 330 \text{ Nmin.}$$

$$\Sigma t_A = 42 \text{ Nmin.}$$

Dosadíme číselné hodnoty:

$$d_{v\min} = 330 / (42 \cdot 0,1) = 78,57$$

Výsledek interpretujeme následovně: Volíme velikost výrobní dávky 100 ks. Výrobní příkaz bude vystaven

na výrobu 100 ks žacích bubnů každý pracovní den, tj. za týden bude vyrobeno 500 ks a za měsíc 2000 ks. Tím bude zajištěna výroba požadovaného množství.

3. případ

$$\Sigma t_B = 360 \text{ Nmin.}$$

$$\Sigma t_A = 50 \text{ Nmin.}$$

Dosadíme číselné hodnoty:

$$d_{vmin} = 360 / (0,02 * 50) = 360$$

Výsledek interpretujeme následovně: Vzhledem k podmínkám navrhujeme velikost výrobní dávky 400 ks, tj. každý měsíc vydat výrobní příkaz na výrobu jedné výrobní dávky hřídelí o velikosti dávky 400 ks.

2.4 Příklad: Velikost optimální dávky

Stanovení ekonomické dávky vyžaduje více vstupních parametrů než stanovení minimální dávky.

Cíle:

Během cvičení získáte praktické dovednosti při stanovení ekonomické dávky.

Klíčová slova:

Optimální dávka;

Zadání:

Případ 4 - návrh velikosti výrobní dávky (optimální dávka)

Podnik má zajištěn pravidelný odbyt svého výrobku, pro který je potřebné zajistit výrobu konkrétní součásti. O této výrobě jsou známy ještě následující skutečnosti:

Roční potřeba konkrétní součásti - Q [ks]	24000
Náklady na přípravu a zakončení operací pro jednu dávku - NB [Kč]	1500
Jednotkové náklady na součást N_A [Kč]	25
Velikost dopravní dávky dD [ks]	100

Úkol:

- Vypočítejte optimální velikost výrobní dávky zmíněných součástí, tj. takovou, která zajistí minimální velikost celkových nákladů spojených s realizací pravidelné dávkové výroby těchto součástí
- Vypočítejte velikost celkových ročních nákladů v případě volby vypočtené optimální velikosti výrobní dávky (bez nákladů na výrobu jednoho kusu)
- Navrhněte praktickou velikost výrobní dávky, která bude respektovat podmínky výroby a současně bude co nejbližší k velikosti vypočtené optimální výrobní dávky.
- Vypočítejte velikost celkových ročních nákladů (bez variabilních nákladů – nejsou zadány náklady na kus) spojených s realizací pravidelné dávkové výroby těchto součástí při volbě navržené praktické velikosti výrobní dávky.
- Zjistěte průběh hodnot nákladů v závislosti na velikosti dávky a výsledky zobrazte v tabulce a grafu.

Případ 5 - návrh velikosti výrobní dávky (optimální dávka)

Podnik má zajištěn pravidelný odbyt svého výrobku, pro který je potřebné zajistit výrobu konkrétní součásti. O této výrobě jsou známy ještě následující skutečnosti:

Roční potřeba konkrétní součásti - Q [ks]	24000
Jednotkové náklady na součást N_A [Kč]	200
Náklady na přípravu a zakončení operací pro jednu dávku - N_B [Kč]	1500
Náklady na roční skladování jedné součásti a ztráta z vázanosti jednotkových nákladů na součást za rok, vyjádřené jako procento jednotkových nákladů na součást n_S [%]	12
Velikost dopravní dávky - d_D [ks]	25

Úkol:

- Vypočítejte optimální velikost výrobní dávky zmíněných součástí, tj. takovou, která zajistí minimální velikost celkových nákladů spojených s realizací pravidelné dávkové výroby těchto součástí
- Navrhněte praktickou velikost výrobní dávky, která bude respektovat podmínky výroby a současně bude co nejbližší k velikosti vypočtené optimální výrobní dávky.

Tipy pro řešení:

$d_{opt} = \sqrt{(200 \cdot Q \cdot N_B) / (n_S \cdot N_A)}$ Q... roční spotřeba, n_S ... % podíl nákladů na skladování a vázanost z nákladů na výrobu, N_B ... náklady

na přípravu a zakončení, N_A ... jednotkové náklady na součást

nebo

$$d_{opt} = \sqrt{2 \cdot Q \cdot N_B / N_S}$$

Optimální roční celkové náklady na výrobu jsou:

$$N_{opt} = Q \cdot N_A + N_B \cdot Q / d_{opt} + 0.5 \cdot d_{opt} \cdot n_S \cdot N_A / 100$$

Návrh řešení:

Případ 4:

Použijeme druhý vzorec a dosadíme

$$d_{opt} = \sqrt{2 \cdot 24000 \cdot 1500 / 25} = 1557$$

Celkové optimální roční náklady jsou:

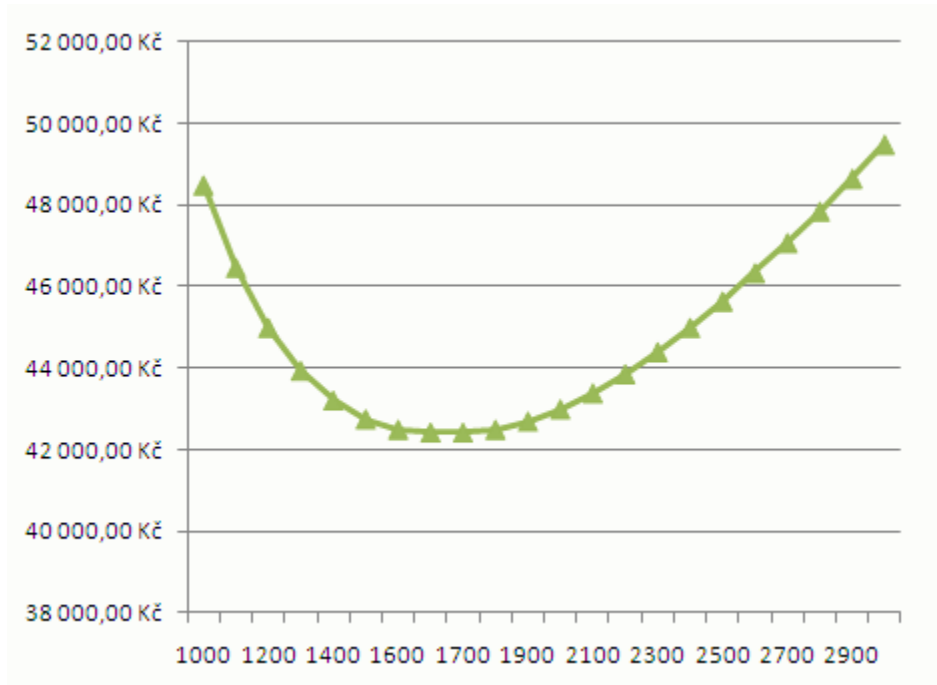
$$N_{copt} = 24000 / 1557 \cdot 1500 + 1/2 \cdot 1557 \cdot 25 = 42426,40 \text{ Kč}$$

S ohledem na velikost roční potřeby, v zájmu pravidelnosti výroby a v souladu s velikostí dopravní dávky navrhujeme velikost výrobní dávky 2000 ks. Velikost celkových nákladů bude v tomto případě:

$$N_C = 24000 / 2000 \cdot 1500 + 1/2 \cdot 2000 \cdot 25 = 43000$$

Závěr: Odchylka skutečné velikosti výrobní dávky od vypočtené optimální velikosti o 18 % způsobí nárůst celkových nákladů oproti minimálním o 1,4 %. Tato hodnota je zanedbatelná, a proto zvolíme výrobní dávku o velikosti 2000 ks, kterou zadáme do výroby pravidelně 12krát do roka.

Průběh nákladů v závislosti na velikosti dávky v rozsahu 1000–3000 ks je na obrázku a v tabulce.



Obrázek 2.4-1 Průběh nákladů podle velikosti dávky

Dávka	Náklady	Nákl/Optimální
100	361 250,00 Kč	751,47%
500	78 250,00 Kč	84,44%
1000	48 500,00 Kč	14,32%
1100	46 477,27 Kč	9,55%
1200	45 000,00 Kč	6,07%
1300	43 942,31 Kč	3,57%
1400	43 214,29 Kč	1,86%
1500	42 750,00 Kč	0,76%
1600	42 500,00 Kč	0,17%
1697	42 426,41 Kč	0,00%
1700	42 426,47 Kč	0,00%
1800	42 500,00 Kč	0,17%
1900	42 697,37 Kč	0,64%
2000	43 000,00 Kč	1,35%
2100	43 392,86 Kč	2,28%
2200	43 863,64 Kč	3,39%
2300	44 402,17 Kč	4,66%
2400	45 000,00 Kč	6,07%
2500	45 650,00 Kč	7,60%
2600	46 346,15 Kč	9,24%
2700	47 083,33 Kč	10,98%
2800	47 857,14 Kč	12,80%
2900	48 663,79 Kč	14,70%
3000	49 500,00 Kč	16,67%
5000	69 700,00 Kč	64,28%
10000	128 600,00 Kč	203,11%
24000	301 500,00 Kč	610,64%

Obrázek 2.4-2 Tabulka průběhu nákladů

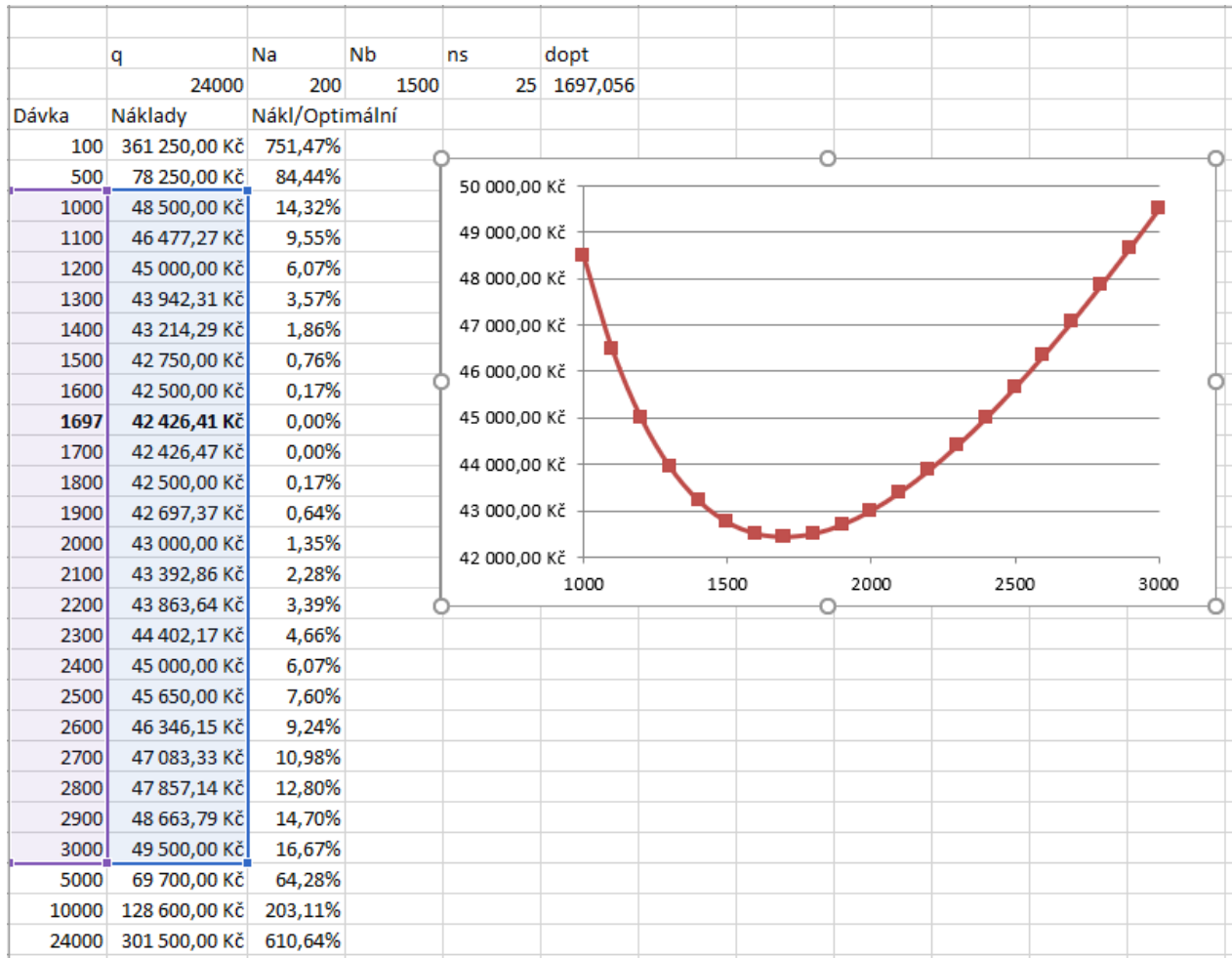
Případ 5:

Použijeme první vzorec a dosadíme:

$$d_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{(200 * 24000 * 1500)}{12 * 200}} = 1732 \text{ ks}$$

Volíme výrobní dávku o velikosti 2000 ks, kterou zadáme do výroby pravidelně 12krát do roka.

Řešení v Excelu můžete vidět graficky:



2.5 Časová struktura výrobního procesu

Odhad časového průběhu výroby je velmi důležitý pro uzavírání obchodních případů s reálnými termíny. Opírá se konstrukční a technologické údaje, způsob organizace výroby a lze jej ovlivňovat různými opatřeními v průběhu výroby.

Cíle:

Cílem článku je získání představy o časové struktuře výroby. Naučíte se, co jsou etapy výroby, jak se člení pracovní proces v čase a jak probíhá předávání výrobku z operace na operaci.

Klíčová slova:

Etapy výroby; Předávání dávky mezi operacemi;

Etapy výroby

Předvýrobní etapa

Předvýrobní etapa zahrnuje konstrukční, technologickou a organizační přípravu výroby, V rámci **konstrukční** přípravy výroby je dána struktura a vlastnosti výrobku a jeho částí. Tvoří se výkresy dílů a sestav a kusovníky. Provádí se potřebné výpočty a určují se požadavky na vlastnosti materiálu.

Technologická přípravy výroby zahrnuje upřesnění materiálu a polotovarů, postup při zhotovení výrobku a jeho částí a projektování výrobní základny. Tvoří se technologické postupy, návodky, speciální nářadí, výkonové normy, materiálové normy. Konstrukční a technologická příprava výroby jsou společně označovány jako **technická příprava výroby**. Do předvýrobní etapy patří i zajišťování materiálů a polotovarů pro výrobu.

V technické přípravě výroby se rozlišuje, zda se jedná o opakovanou výrobu s případnými drobnými modifikacemi nebo se jedná o vývoj nového výrobku (výzkum, vývoj, projekce, vývojová konstrukce, vývojová technologie, prototypová dílny, zkušebna).

Organizační příprava výroby zahrnuje technickoorganizační projekt výroby, zajištění výroby materiálem a nářadím, záběh nové výroby.

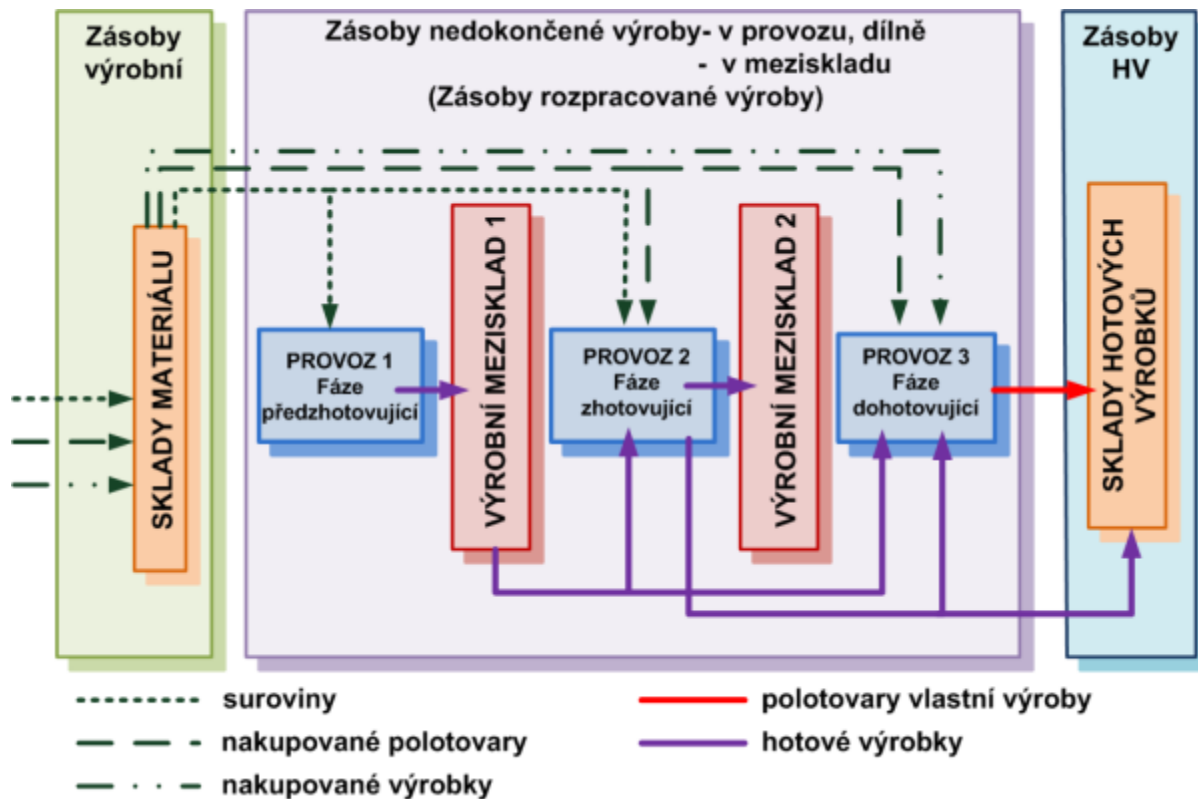
Výrobní etapa

V rámci výrobní etapy probíhá samotný výrobní proces. Výrobní etapa se dále dělí do tří fází:

- **předzhotovující fáze** představuje výrobu polotovarů, dělení materiálu,
- **zhotovující fáze** představuje výrobu dílů obráběním, tváření, předmontáž a montáž podskupin,
- **dohotovující fáze** představuje montáž skupin a vrchového výrobku.

Povýrobní etapa

Povýrobní etapa zahrnuje expedici, předání zákazníkovi, zaškolení a servis (obr. 2.5-1).



Obrázek 2.5-1 Schéma výrobních fází
Zdroj: [1]

Členění pracovního procesu v čase

Pracovní proces – transformující proces – lze dále dělit na:

- **Pracovní operace** – souvislá činnost na jednom pracovišti na určitém pracovním předmětu,
- **Pracovní úkon** – ohraničená, dílčí pracovní činnost,
- **Pracovní pohyb** – nedělitelná část pracovního úkonu.

Operace lze podle stupně mechanizace dělit na:

- **Ruční operace** – pracovník vykonává práci s použitím jednoduchého nářadí působením své fyzické síly,
- **Strojní operace** – přímé působení mechanismu stroje na pracovní předmět, přičemž pracovník usměrňuje činnost mechanismu,
- **Strojně ruční operace** – pracovník provádí práci pomocí strojů, ale současně při trvalém a přímém působení své fyzické síly (kovotlačitelé),
- **Automatické operace** jsou charakterizovány podobně jako strojní operace, navíc zde i usměrňování činnosti mechanismu přebírá řídicí jednotka (informační stroj) mechanismu (automatu). Úloha pracovníka spočívá v zajištění podmínek pro práci automatu (seřízení, nastavení, naprogramování) a kontrola jeho činnosti.

Dále lze dělit operace podle typu na:

- **Technologická operace,**
- **Netechnologická operace.**

V časové struktuře výroby rozlišit 4 druhy dob:

- Doba **technologická**, určená výkonovou normou (čas jednotkový a čas dávkový),
- Doba technické **kontroly**,
- Doba **dopravy a manipulace**,
- Doba **klidu**.

Předávání výrobků mezi operacemi

V rámci operace se rozlišuje doba, která nezávisí na vyráběném množství (obvykle označovaná za čas přípravy a zakončení, resp. dávkový čas), a doba, která je násobkem času potřebné pro výrobu jednoho kusu (kusový čas, resp. jednotkový čas).

Průběžná doba výroby výrobní dávky je celková doba od zahájení výroby (výdeje materiálu) do dokončení výroby (zaskladnění). Průběžná doba je závislá na způsobu předávání. Rozlišují se tři základní způsoby předávání výrobků mezi pracovišti:

- **postupný**,
- **souběžný**,
- **smíšený**.

Postupný způsob předávání

Na obr. 2.5-2 je znázorněn ideální postupný způsob předávání. V daném případě se vyrábí 4 kusy. Na prvním pracovišti je provedeno seřízení a výroba všech dílů. Po dokončení výroby na prvním pracovišti jsou všechny kusy společně převezeny na další pracoviště atd.

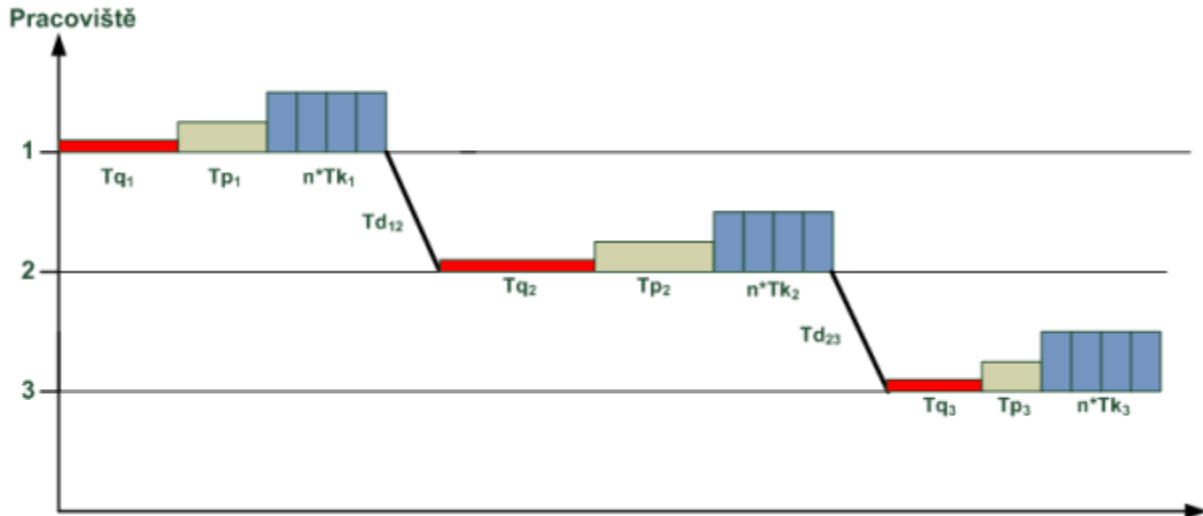


Obrázek 2.5-2 Ideální postupný způsob předávání

Průběžnou dobu lze symbolicky vyjádřit vzorcem:

$$T_{VP} = \sum_{i=1}^q t_{Bi} + d_v \cdot \sum_{i=1}^q t_{Ai} + \sum_{i=1}^q t_{Pi}$$

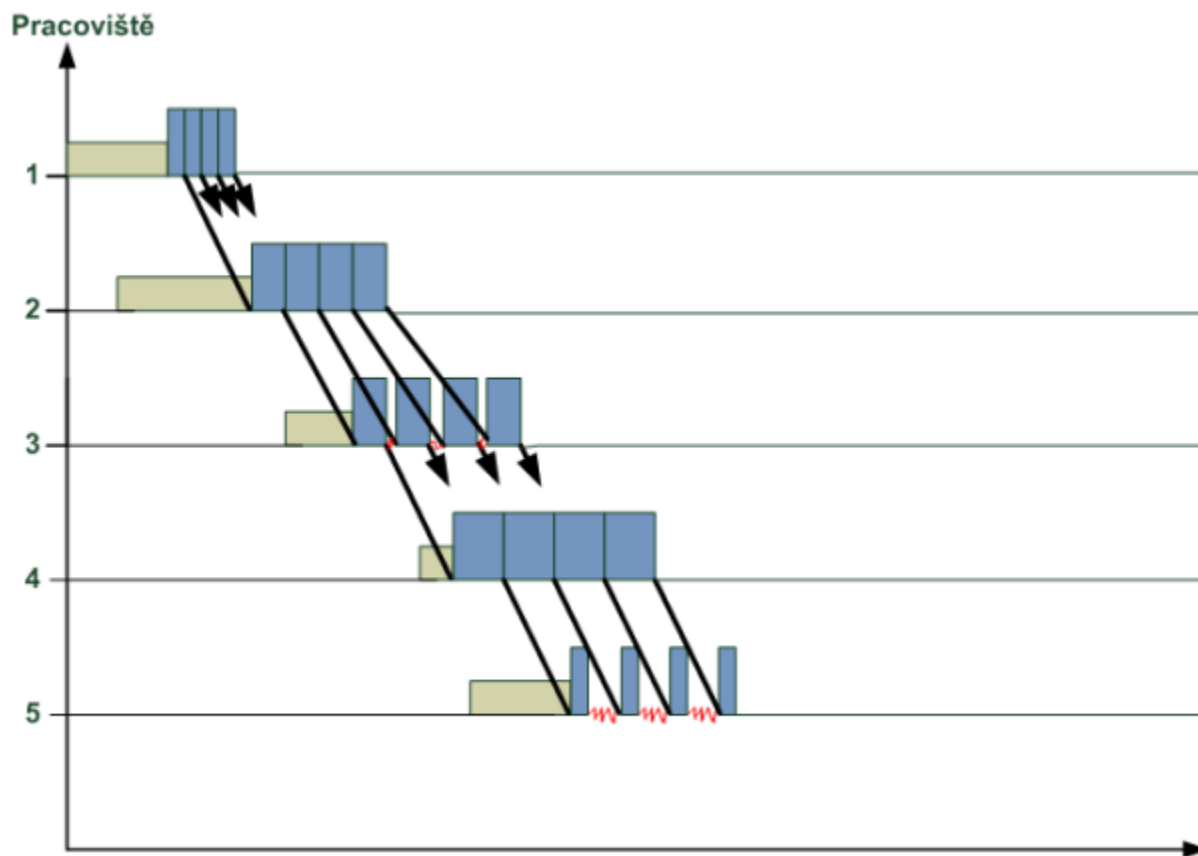
Ideální postupný způsob předávání vyžaduje volné následující pracoviště. Ve skutečnosti probíhá po převezení ještě čekání na uvolnění následujícího pracoviště (obr.2.5-3).



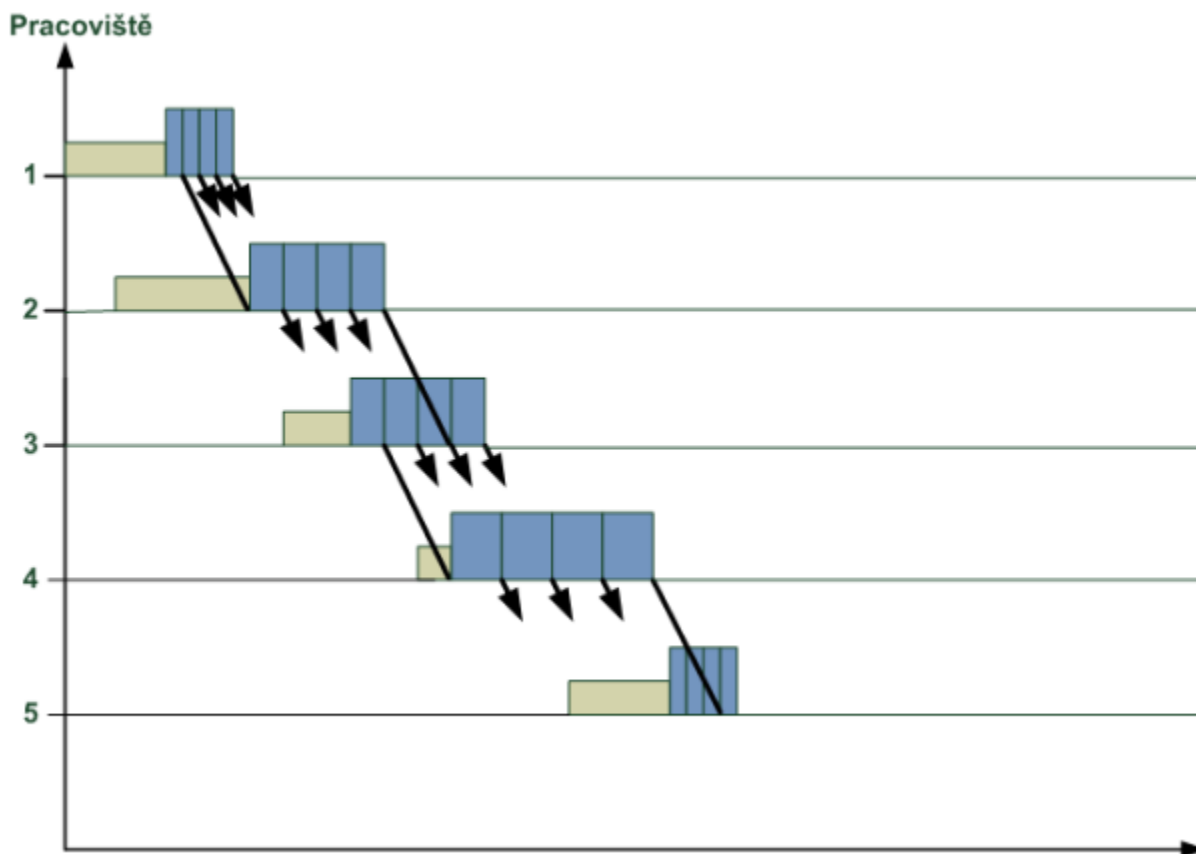
Obrázek 2.5-3 Skutečný postupný způsob předávání

Za mezioperační čas (označovaný také jako čas přechodu) bývá často chybně považován pouze čas dopravy mezi pracovišti. V praxi se však jedná o čekací dobu, která na uvolnění pracoviště několikanásobně překračuje jak dobu převozu, tak vlastní čas operace.

V případě, že je třeba průběžný čas výroby zkrátit, lze použít souběžný (obr-2.5-4) nebo smíšený (obr-2.5-5) způsob předávání.



Obrázek 2.5-4 Souběžný způsob předávání



Obrázek 2.5-5 Smíšený způsob předávání

Při souběžném způsobu se předpokládá, že následující pracoviště je vždy volné. Celá výrobní dávka se přepravuje nikoliv pohromadě po dokončení operace, ale rozdělí se na menší transportní dávky, v krajním případě se přepravuje po jednotlivých kusech. Seřízení následujícího stroje se provádí s předstihem. Obtíž nastává, pokud po operaci s delším kusovým časem následuje operace s kratším časem. Tím vznikají prostoje pracoviště v průběhu operace. Tyto prostoje lze odstranit smíšeným způsobem předávání, kdy jsou obě pracoviště synchronizována střídavě podle zahájení práce na prvním kusu v případě, že následující operace má delší kusové časy, nebo podle zahájení práce na posledním kusu v případě, že následující operace má kratší kusový čas než předchozí. Další obtíž vznikne, pokud má další operace v postupu řádově vyšší dávkový čas, než je dávkový a jednotkový čas předchozí operace. V tomto případě je při souběžném i smíšeném způsobu nutné zahájit přípravu další operace ještě dříve než první, resp. předchozí operaci.

Průběžnou dobu v souběžném způsobu lze vyjádřit vzorcem:

$$T_{VS} = t_{B1} + d_d \cdot \sum_{i=1}^q t_{Ai} + (k - 1) \cdot d_d \cdot t_{A \max} + \sum_{i=1}^q t_{Pi}$$

Průběžnou dobu ve smíšeném způsobu lze vyjádřit vzorcem:

$$T_{VK} = t_{B1} + d_d \cdot \sum_{i=1}^q t_{Ai} + (k-1) \cdot d_d \cdot (t_{Aq} + \Delta t_k) + \sum_{i=1}^q t_{Pi}$$

$$\Delta t_k = \sum_{i=1}^{q-1} (t_{Ai} - t_{Ai+1}) \text{ pouze pro které platí: } t_{Ai} - t_{Ai+1} > 0$$

Při souběžném a smíšeném způsobu předávání může dojít k situaci, kdy je přípravný čas některé následující operace delší než součet přípravného času 1. operace, času kusového násobeného počtem kusů transportní dávky a času přechodu. To znamená, že příprava některé z následujících operací musí být zahájena před zahájením přípravy 1. operace. To se symbolicky vyjadřuje výrazem:

$$\Delta = t_{B2} - (t_{B1} + d_d \cdot t_{A1} + t_{P1}) \geq 0$$

Pokud je kladný, pak je nutno zmiňovanou situaci zohlednit ve výpočtu průběžné doby přičtením této kladné hodnoty.

V praxi je obtížné provedení souběžného nebo smíšeného způsobu předávání, neboť jsou ve hře ještě další výrobní dávky a ideální souběžný nebo smíšený způsob vyžaduje nekompromisní uvolňování pracovišť. Pokud je třeba zkrátit průběžnou dobu výroby dílu v případě, že je ohrožena montáž a nepotřebuje se celé množství vyráběné ve výrobní dávce, lze v průběhu výroby rozdělit vyráběnou dávku a prioritně dokončit jen skutečně požadované množství.

Problém spojitého a nespojitého času

Termínování z postupu a kusovníku určuje doby trvání výroby – montáže ve dnech, v hodinách nebo minutách, nejčastěji jako předstih před dohotovením dílu a výrobku. V reálu existuje na různých pracovištích různá směnnost, výrobní klid o víkendech, svátcích a hromadné dovolené. V reálu existuje na různých pracovištích různá směnnost, výrobní klid o víkendech, svátcích a hromadné dovolené. Tedy např. pokud je z technologického postupu vypočtena doba průběhu 500 minut, může to ve dvousměnném nebo třisměnném provozu znamenat jeden až dva dny, při jednosměnném dva nebo tři dny, neboť délka směny je obvykle 480 minut.

Řešit to lze:

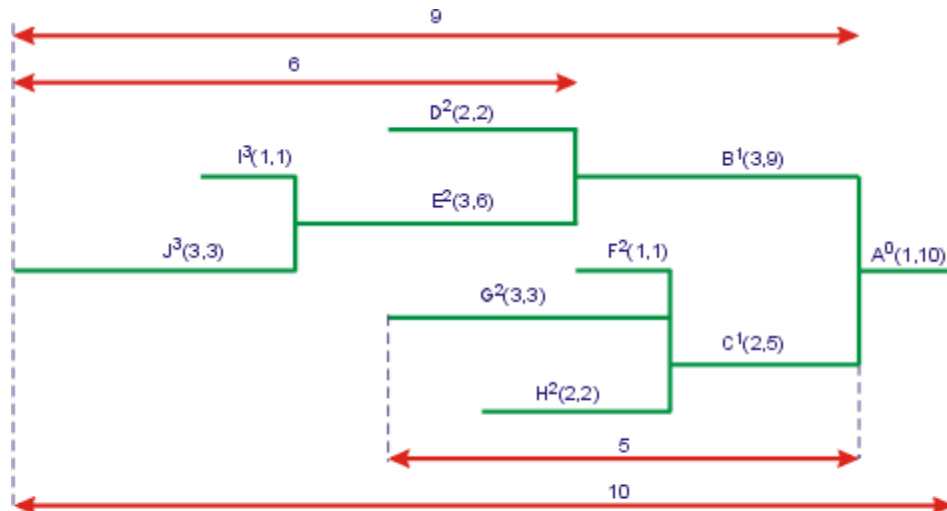
- Odhadem – předpokládá se pětidenní týden a dva dny volna a pracuje se s průměrnou směnností. Normohodiny se převedou na dny podle průměrné směnnosti a průběžná doba se kvůli víkendům vynásobí 7/5, ostatní vlivy se zanedbají.
- S využitím kapacitního kalendáře simulací – současně se provádí rozpad kusovníku v čase, na každé úrovni se provádí propočet podle kapacitního kalendáře jednotlivých pracovišť bez ohledu na kapacitní zatížení – řešení je poměrně složité s řadou uživatelských parametrů zohledňujících konkrétní výrobu.

Velmi často, zejména u kusové výroby s delší průběžnou dobou, je výpočet průběžné doby z technologického postupu brán jako orientační a technolog zapíše k položce svůj odhad.

Časový průběh výroby dílů, podskupin, skupin a výrobku

Návaznost výroby jednotlivých komponent a celku výrobku lze znázornit stromečkovým diagramem (obr.2.5-6). Stromečkový diagram vznikne otočením znázornění struktury výrobku o 90° tak, aby orientace stromečku směřovala doprava v souladu s plynutím času.

Pozn. Stromečkový diagram nepřesně vyjadřuje situace, kdy se určitá komponenta opakuje na různých místech struktury výrobku. Pak se totiž části výrobku, ze kterých se opakující komponenta skládá, také opakují. Ve výrobě a nákupu se obvykle vyrábí nebo nakupují společně v jedné výrobní dávce nebo jedné objednávce.



$X^k(i, j)$: ... i - doba zhotovení/nákupu součásti
 j - celková průběžná doba součásti
 k - úroveň rozpadu kusovníku

Obrázek 2.5-6 Termínování kusovníku

2.6 Příklad: Výpočet průběžné doby dávky

Cíle:

Cílem cvičení je praktické prověření výpočtu průběžných dob.

Klíčová slova:

Průběžná doba dávky;

Zadání:

Výpočet průběžné doby výroby jedné výrobní dávky součástí při různých způsobech předávání dopravních dávek mezi pracovišti

Na součásti je nutné vykonat operace na 8 pracovištích. Operace jsou charakterizovány údaji v tabulce. Výrobní dávka je určena o velikosti $d_V = 40$ ks a dopravní dávka $d_D = 10$ ks.

Pořadí operace	Jednotkový čas t_{xi} [Nmin./ks]	Dávkový čas [Nmin./ d_D]	Čas přechodu [Nmin./ d_V]
1	1,9	3,3	5
2	3,2	80	10
3	2,3	73,4	5
4	5,6	40	5
5	7,8	53,4	10
6	4,5	46,6	5
7	3,9	53,3	10
8	6,9	40	40
Σ	36,1	390	90

Úkol: Určete průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky součástí pro tyto varianty organizace předávání dopravních dávek mezi pracovišti:

- Postupná
- Souběžná
- Kombinovaná.

Porovnejte získané výsledky mezi sebou.

Návrh řešení:

a) Postupný způsob

Průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky součástí o velikosti d_V , vyráběné na q pracovištích, lze vyjádřit následujícím výrazem:

$$T_{VP} = \sum_{i=1}^q t_{Bi} + d_V \cdot \sum_{i=1}^q t_{Ai} + \sum_{i=1}^q t_{Pi}$$

Význam použitých symbolů:

- T_{VP} průběžná doba výroby jedné výrobní dávky součástí při postupném předávání součástí mezi pracovišti.
- d_V velikost výrobní dávky součástí.
- i číslo pracoviště.
- q celkový počet pracovišť, na kterých se zpracovávají součásti.
- t_{Ai} čas jednotkový (součet jednotkových časů) na i -tém pracovišti.
- t_{Bi} čas dávkový (součet dávkových časů) na i -tém pracovišti.
- t_{Pi} čas přechodu (dopravy a manipulace mezi pracovišti) z i -tého pracoviště na $i+1$ pracoviště.

Vyčíslíme:

$$T_{VP} = (390 + 40 \cdot 36,1 + 90) / 60 = 32,1 \text{ Nhod.}$$

b) Souběžný způsob

Průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky součástí o velikosti d_V , vyráběné na q pracovištích, lze vyjádřit následujícím výrazem:

$$T_{VS} = t_{B1} + d_d \cdot \sum_{i=1}^q t_{Ai} + (k - 1) \cdot d_d \cdot t_{A \max} + \sum_{i=1}^q t_{Pi}$$

Význam použitých symbolů:

- T_{VS} průběžná doba výroby jedné výrobní dávky součástí při souběžném předávání součástí mezi pracovišti.
- d_V velikost výrobní dávky součástí.
- d_d velikost dopravní dávky.
- k počet dopravních dávek tvořících výrobní dávku.
- $k = d_V / d_d$
- i číslo pracoviště
- q celkový počet pracovišť, na kterých se zpracovávají součásti.
- t_{Ai} čas jednotkový (součet jednotkových časů) na i -tém pracovišti.
- $t_{A \max}$ nejdelší jednotkový čas (součet jednotkových časů na příslušném pracovišti) ze všech časů t_{Ai} .

- t_{B_i} čas dávkový (součet dávkových časů) na i -tém pracovišti.
- t_{p_i} čas přechodu (dopravy a manipulace mezi pracovišti) z i -tého pracoviště na $i+1$ pracoviště.

Vyčíslíme:

Při pozorném zkoumání číselných hodnot v zadávací tabulce zjistíme, že čas t_{B_1} je řádově menší než čas t_{B_2} . Z toho plyne, že je třeba prověřit, zda je hodnota $\Delta = t_{B_2} - (t_{B_1} + d_d \cdot t_{A_1} + t_{P_1}) \geq 0$. Pokud se prokáže, že je hodnota Δ vyčíslená podle následujícího vztahu kladná, je třeba ji připočíst k výše uvedenému vzorci pro průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky součástí.

Jaký je věcný význam předchozího odstavce. V podstatě říká, že nelze zahájit přípravu 2. operace v záporném čase. Pokud bychom neuvažovali tento fakt, pak by příprava první operace musela začít až po zahájení přípravy druhé operace.

$$\Delta = t_{B_2} - (t_{B_1} + d_d \cdot t_{A_1} + t_{P_1})$$

$$\Delta = 80 - (3,3 + 10 \cdot 1,9 + 5) = 52,7$$

$$TVS = 3,3 + 10 \cdot 36,1 + (4 - 1) \cdot 10 \cdot 7,8 + 90 + 52,7 \text{ minut} = 12,4 \text{ Nhod.}$$

c) Kombinovaný způsob

Průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky součásti o velikosti d_V , vyráběné na q pracovištích, lze vyjádřit následujícím výrazem:

$$T_{VK} = t_{B_1} + d_d \cdot \sum_{i=1}^q t_{A_i} + (k - 1) \cdot d_d \cdot (t_{A_q} + \Delta t_k) + \sum_{i=1}^q t_{P_i}$$

$$\Delta t_k = \sum_{i=1}^{q-1} (t_{A_i} - t_{A_{i+1}}) \text{ pouze pro které platí: } t_{A_i} - t_{A_{i+1}} > 0$$

Význam použitých symbolů:

- T_{VK} ... průběžná doba výroby jedné výrobní dávky součásti při kombinovaném předávání součástí mezi pracovišti.
- d_V ... velikost výrobní dávky součástí.
- d_d ... velikost dopravní dávky.
- k ... počet dopravních dávek tvořících výrobní dávku $k = d_V / d_d$.
- i ... číslo pracoviště.
- q ... celkový počet pracovišť, na kterých se zpracovávají součásti.
- t_{A_i} ... čas jednotkový (součet jednotkových časů) na i -tém pracovišti.
- t_{A_q} ... jednotkový čas (součet jednotkových časů) na posledním pracovišti.
- t_{B_i} ... čas dávkový (součet dávkových časů) na i -tém pracovišti.
- t_{p_i} ... čas přechodu (dopravy a manipulace mezi pracovišti) z i -tého pracoviště na $i+1$ pracoviště.

- Δt_k ... časové posunutí, které je dáno součtem všech kladných rozdílů jednotkového času na následujícím pracovišti a jednotkového času na daném pracovišti. Týká se případů, kdy na následujícím pracovišti je jednotkový čas delší než na daném pracovišti.

Vyčíslíme:

I v tomto případě platí jako v předcházejícím, že při pozorném zkoumání číselných hodnot v zadávací tabulce zjistíme, že čas t_{B1} je řádově menší než čas t_{B2} . Z toho plyne, že je třeba prověřit, zda je hodnota $\Delta \geq 0$. Pokud se prokáže, že je hodnota Δ vyčíslená podle následujícího vztahu kladná, je třeba ji připočíst k výše uvedenému vzorci pro průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky součástí.

$$\Delta = t_{B2} - (t_{B1} + d_d \cdot t_{A1} + t_{P1})$$

$$\Delta = 80 - (3,3 + 10 \cdot 1,9 + 5) = 52,7$$

Nyní vypočteme hodnotu Δt_k , pouze pro které platí: $t_{Ai} - t_{Ai+1} > 0$

$$\Delta t_k = [(3,2 - 2,3) + (7,8 - 4,5) + (4,5 - 3,9)] = 4,8$$

$$T_{VK} = 3,3 + 10 \cdot 36,1 + (4 - 1) \cdot 10 \cdot (6,9 + 4,8) + 90 + 52,7 = 14,3 \text{ Nhod.}$$

d) Vyhodnocení výsledků

Nyní porovnáme získané výsledky:

Vyjdeme z průběžné doby postupného způsobu předávání výrobní dávky mezi pracovišti a její velikost položíme rovnou 100 %. Pak platí:

$$T_{VP} = 100,0 \%$$

$$T_{VS} = 38,5 \%$$

$$T_{VK} = 44,5 \%$$

Vidíme, že průběžnou dobu lze zkrátit souběžným nebo kombinovaným způsobem na třetinu až polovinu, ovšem za cenu, že další pracoviště bude připraveno přijmout okamžitě část dílů z předchozího pracoviště. To může způsobit kapacitní obtíže. Je otázka, zda je to v praxi dobrý způsob.

Pokud budu předpokládat, že následující pracoviště může být obsazeno jinou prací, prodlouží se průběžná doba průměrně o polovinu. Obvykle se uvažuje v kusové a malosériové výrobě určitá rozpracovanost, dejme tomu, že v průměru čekají na pracovišti další 4 práce, pak se průběžná doba zhruba prodlouží 4–5 krát. To je v praxi reálná hodnota, při které nedochází k velkým problémům s vyrovnáním kapacit. To by znamenalo místo 4 směn průběžnou dobu cca týden ve dvousměnném provozu. V sériové výrobě by bylo vhodné uvažovat alespoň dvojnásobnou průběžnou dobu. Minimální průběžnou dobu lze uvažovat jen ve velmi dobře vyvážené velkosériové výrobě s paralelními pracovišti.

2.7 Prostorová struktura výrobního procesu

Prostorová struktura je náplní jiného kurzu, proto je zde jen stručná zmínka.

Cíle:

Cílem tohoto článku je získat představu o pracovištích, jejich základním rozdělení a uspořádání pracovišť v rámci dílny.

Klíčová slova:

Pracoviště; Technologické uspořádání; Předmětné uspořádání; Kooperace;

Pracoviště

Základním pojmem prostorové struktury výrobního procesu je **pracoviště**.

Pracoviště je vyčleněná část výrobního prostoru zpravidla určená pro provedení **jedné technologické operace** (soustružení, lisování, vrtání, sražení hran). Pracoviště lze rozdělit na strojní, ruční a pomocná. Strojní pracoviště tvoří zpravidla stroj, jeho příslušenství, prostor pro obsluhu, zpracovávaný výrobek, případně další výrobky čekající na zpracování (např. další paleta s materiálem), hotové výrobky, skříňky na výrobní pomůcky a prostředky přidělené obsluze. Ruční pracoviště nejsou vybavena žádným strojem, místo něho je k dispozici pracovní stůl a ruční nářadí. Speciálními pracovišti jsou pracoviště kontrolní, která jsou vybavena měřicími přístroji a měřidly.

Uspořádání pracovišť

Uspořádání pracovišť ve výrobní jednotce je dáno zejména:

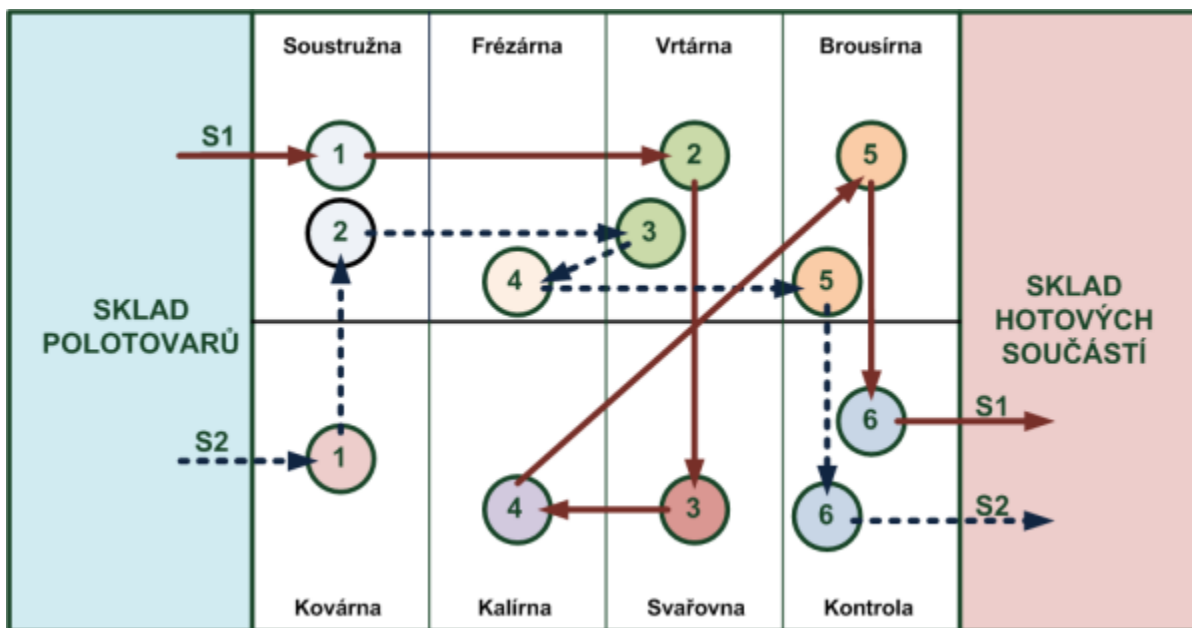
- technologickým postupem,
- typem a úrovní výroby,
- vnitropodnikovou specializací, stupněm standardizace,
- celkovým materiálovým tokem (jeho směrem, intenzitou, délkou, frekvencí a rychlostí pohybu, použitými dopravními prostředky).

Uspořádání pracovišť může být:

- a) **náhodné** (dané historií rozvoje výroby a využitím plochy, využívá se v jednoduché výrobě, opravách, prototypové dílně). Toto uspořádání se také nazývá **individuální**.
- b) **skupinové** (odrážejících dělbu práce ve vyšších typech výroby). Základní rozdělení skupinového uspořádání je na:
 - **technologické** uspořádání,
 - **předmětné** uspořádání.

Technologické uspořádání

V tomto případě jsou pracoviště uspořádána podle technologické příbuznosti (lisy, soustruhy, frézky, pece, lázně povrchových úprav, lakovací pracoviště - obr. 2.7-1). Toto uspořádání se používá zejména v kusové a malosériové výrobě.



Obrázek 2.7-1 Technologické uspořádání
Zdroj: [1]

Výhody tohoto uspořádání jsou:

- možnost vícestrojové obsluhy, zejména NC strojů a automatů,
- snadná zaměnitelnost pracovišť a odolnost při poruchách strojů, absenci obsluh,
- lepší kapacitní využití,
- snadnější údržba,
- snazší změny výrobního programu,
- podpora růstu kvalifikace pracovníků.

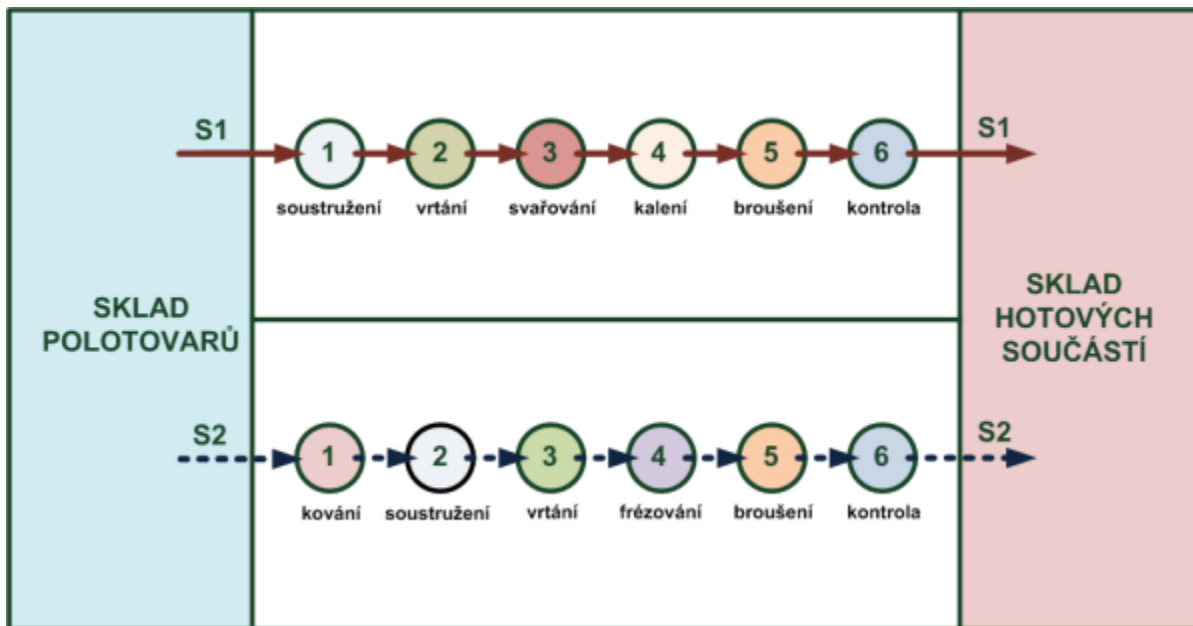
Nevýhodami jsou:

- složitější řízení výroby,
- dlouhé dopravné trasy,
- vyšší rozpracovaná výroba,
- prodloužení průběžných dob výroby,
- vyšší nároky na plochy,
- vyšší nároky na mezisklady.

Mezioperační doprava obvykle využívá centrální mezisklad, nebo mezisklady rozmístěné mezi skupinami pracovišť.

Předmětné uspořádání

V tomto případě je uspořádání pracovišť podřízeno plánovanému materiálovému toku. Pracoviště jsou řazena podle technologického postupu výroby (obr. 2.7-2). Toto uspořádání se používá zejména ve velkosériové a hromadné výrobě.



Obrázek 2.7-2 Předmětné uspořádání
Zdroj: [1]

Výhodami tohoto uspořádání jsou:

- zkrácení dopravních cest,
- zkrácení průběžných dob,
- nižší nároky na plochy,
- snížení objemu rozpracované výroby.

Nevýhodami jsou:

- obtížnější řešení výpadku zařízení a řešení kapacitních obtíží,
- obtížnější vícestrojová obsluha, případně vyšší nároky na univerzální kvalifikaci obsluhy,
- obtížná změna výrobního programu,
- obtížnější přijímání doplňkového programu (kooperace),
- obtížnější údržba.

Speciálním případem předmětného uspořádání je **linková** výroba s automatickou mezioperační manipulací bez využití meziskladů.

Kooperace

Velmi často se všechny operace neprovádí v jednom podniku. Operace prováděná externě se nazývá **kooperace**. Rozlišuje se:

- kooperace **technologicky** nutná – provedení operace na pracovišti, které nemá podnik k dispozici. Důvodem může být vysoká pořizovací cena, nízké využití případného pracoviště nebo změna ve výrobě,
- kooperace **kapacitně** nutná – provedení operace, která se obvykle provádí v podniku, avšak v určitém okamžiku je dané pracoviště přetíženo a nelze provést kapacitní vyrovnání, které by zohledňovalo termín splnění zakázky.

Automatizované výrobní systémy

Jistým vyšším vývojovým stupněm uspořádání pracovišť jsou **integrované výrobní úseky (IVÚ)**. Integrovaným prvkem je tedy automatizovaný dopravní systém realizující dopravu mezi pracovišti, s možností variability posloupnosti pracovišť, podílejících se na výrobě konkrétního dílu. Moderním vývojovým stupněm uspořádání pracovišť jsou **pružné výrobní systémy (PVS)**. Pružnost výrobního systému je chápána, jako schopnost rychlého a snadného (málo času a nákladů vyžadujícího) přizpůsobení se změně výrobního programu. Tato pružnost je zajišťována především aplikací výpočetní a komunikační techniky v řízení jednotlivých pracovišť (CNC), dopravního systému, i výrobního systému jako celku. Kromě toho jsou v koncepci všech pracovišť, které tvoří pružný výrobní systém plně uplatněny principy mechanizace a automatizace činností. Pružné výrobní systémy jsou investičně náročné a uplatňují se v intenzivní kusové a malosériové výrobě při plném využití jejich kapacit.

Další pracovní prostředky

- **Nářadím** nazýváme ty pracovní prostředky, kterými se upínají, formují, opracovávají či měří obrobky.
- **Nástroj** je souhrnný název aktivní části náradí, jehož prostřednictvím pracovník nebo stroj působí v přímém kontaktu na obrobek za účelem změny jeho tvaru a rozměrů.
- **Přípravek** je pomocné zařízení, které slouží k nastavení a upnutí obrobku a nástroje, k vedení nástroje, k vzájemnému přidržování obrobků při jejich sestavování do větších celků a ke kontrole rozměrů a geometrických tvarů.

2.8 Pracovní doba

Cíle:

V článku se dozvíte, jaký je fond pracovní doby a jaké je její rozdělení. Dále si ukážeme, jak málo jsou využívány výrobní prostředky.

Klíčová slova:

Pracovní doba; Čas jednotkový; Čas dávkový; Čas směnový;

Rozdělení pracovní doby

Pracovní dobu lze obecně rozdělit na **čas nutný** a **čas ztrátový** (obr. 2.8-1).

ČAS SMĚNY			
čas normovaný		čas nenormovaný	
čas práce	<ul style="list-style-type: none">• kusový• přípravy• manipulace	ztráty osobní	<ul style="list-style-type: none">• zaviněné• nezaviněné
čas přestávek obecně nutných	<ul style="list-style-type: none">• na oddech• na přirozené potřeby• ze zákona	ztráty technicko-organizační	<ul style="list-style-type: none">• způsobené čekáním• způsobené víceprací
čas přestávek podmíněně nutných	<ul style="list-style-type: none">• daný stávající organizací práce	ztráty zaviněné „vyšší mocí“	

Obrázek 2.8-1 Rozdělení času směny

Zdroj: [1]

Čas nutný lze dále dělit na:

- **Čas práce**
- **Čas všeobecně nutných přestávek** (jídlo, přirozené potřeby a odpočinek)
- **Čas podmíněně nutných přestávek** (technologický proces a organizace práce).

Při stanovení norem se čas nutný dělí na:

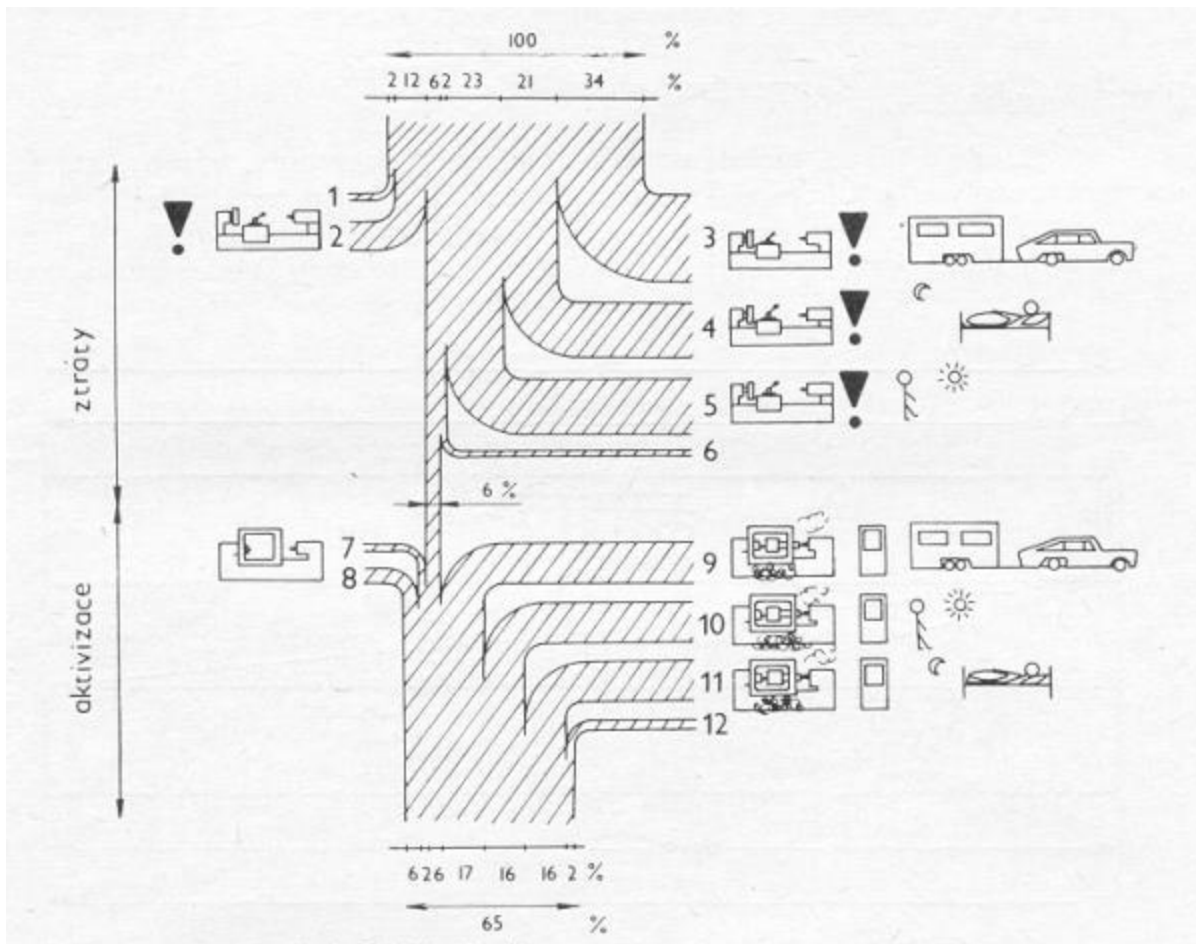
- **Čas jednotkový** (označuje se t_A) je čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu jednotek produkce (například počtu vyráběných kusů součástek).
- **Čas dávkový** (označuje se t_B) je čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu vyráběných dávek a není závislá na velikosti těchto dávek. Je to čas na přípravu a zakončení operací na dávce jednotek produkce (vyráběných součástí).
- **Čas směnový** (označuje se t_C) je čas, jehož spotřeba je přímo úměrná počtu odpracovaných směn, a to bez ohledu na množství produkce vyrobené v průběhu směny. Patří sem čas potřebný k přípravě pracoviště na začátku směny, čas potřebný k úklidu pracoviště na konci směny, čas na denní údržbu strojů atd.

Pro účely řízení výroby je ve většině případů postačující členění pracovní směny na **dobu skutečné práce** a na **zbytek pracovní směny**, ve kterém není vykonávána práce. Zavádí se pojem **koeficient využití pracovní doby** (označuje se symbolem τ , který vyjadřuje poměr mezi dobou skutečné práce (označuje se t_s) a dobou trvání směny (označuje se t_0), tj. časem, který stráví pracovník na pracovišti.

$$\tau = t_s / t_0$$

Velikost koeficientu využití pracovní doby je závislá na charakteru výrobního systému a na charakteru výroby v něm realizované a obvykle nabývá hodnoty v rozmezí 0.7 - 0.9.

Zajímavý pohled na využití fondu pracovní doby je uveden v práci [17].



Obrázek 2.8-2 Využití ročního časového fondu stroje

Zdroj: [17]

Začátek citace [17]

Je známa řada rozborů časových a technických rezerv, z nichž velmi přehledně tuto problematiku zobrazuje Senkeyův diagram na obr. 2.8-2.

Legenda k obrázku:

- 1) nevyužití technických možností výrobních prostředků,
- 2) nedokonalá konstrukční koncepce,
- 3) nevyužití výrobních prostředků ve dnech pracovního klidu,
- 4) práce pouze na dvě směny,

- 5) práce pouze v jedné směně,
- 6) nedostatečná organizace práce,
- 7) aktivace rezerv zkrácením řezných časů,
- 8) zkrácením vedlejších časů,
- 9) práce ve dnech pracovního klidu,
- 10) dvousměnný provoz,
- 11) třisměnný provoz,
- 12) zlepšení organizace práce.

Tedy skutečné využití stroje je 6 %.

Tuto hodnotu můžeme zvýšit aktivací rezerv, dvousměnným, třisměnným nebo nepřetržitým provozem, zlepšením organizace práce, zkrácením jednotkových a dávkových časů podle [17] až na 65 % zvýšením podílu vícestrojové obsluhy, automatizací, bezobslužnými stroji, roboty a automatizovanou mezioperační dopravou. **Zvýšení využití strojů je tedy možné desetinásobně zvýšit.**

Konec citace.

Dále se v práci [17] uvádí, že výrobky v kusové výrobě stráví na pracovišti cca 5 % času a 95 % stráví mezioperačním čekáním. Z doby strávené na pracovišti cca 20 % probíhají transformační procesy, zbytek je operační manipulace s obrobkem a nástrojem, ustavování, seřizování a měření.

2.9 Pracovní síla, dělba práce a normy spotřeby práce

Měření, normování práce a kapacitní propočty jsou základem pro úspěšné řízení výroby.

Cíle:

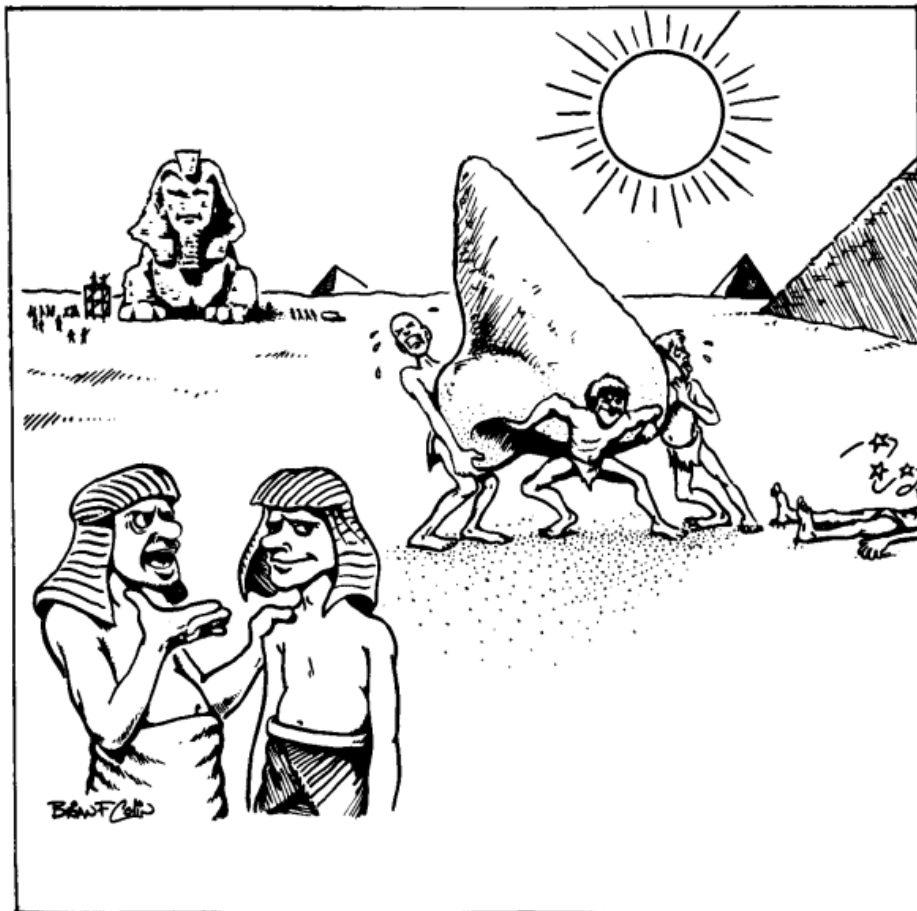
Cílem práce je analýza lidské práce a určení různých způsobů odměňování. Naučíte se, co se rozumí pojmem pracovní síla, jaké jsou normy práce a jaké rozlišujeme formy mzdy, dále pak vysvětlíme, co je dělba práce.

Klíčová slova:

Pracovní doba; Pracovní síla; Normy; Mzdy;

Pracovní síla

Lidská práce je spotřebovávání fyzických a duševních schopností člověka za účelem splnění určitého pracovního **úkolů**. Pracovník provádí práci za odměnu. Jeho zájem je optimalizace poměru získané odměny a vynaloženého úsilí. Zájem firmy je obrácený. Společným zájmem pracovníka i firmy je nalezení přijatelného kompromisu. Prostředkem k objektivizaci tohoto kompromisu jsou analýza a měření spotřeby práce.



Obrázek 2.9-1 Zvyšování produktivity

Zdroj [6]

Za zakladatele metod studia práce je považován americký inženýr Frederic Winslow Taylor (1856-1915),

který je nazývaný otcem vědeckého řízení. Řízení chápal jako přesnou znalost toho, čeho chceme dosáhnout, a zároveň učinil opatření, aby lidé svou práci vykonali co nejlépe a nejlevněji. Taylor si dal za cíl vytvořit pro řízení práce dělníků takový nástroj, aby výkon práce dělníka mohl být určen zaměstnavatelem. Tvrdil, že je nutné přesně stanovit výkon, který mají dělníci podávat a který je základem pro jejich mzdu. Pro stanovení tohoto výkonu zavedl nový způsob zjišťování času potřebného k provedení práce – časové studie.

Taylor rozložil pracovní operaci dělníka na úkony a úkony na jednotlivé pracovní prvky – pohyby. Doba trvání se zjišťovala u každého prvku, a to na setiny minuty pomocí stopek. Výsledkem časových studií byly tzv. jednotkové časy, zjištěné součtem časů potřebných pro jednotlivé úkony. Jednotkové časy byly základem pro stanovení normy denního pracovního výkonu dělníka.

Ve své knize **Řízení dílen** z roku 1903, uvádí Taylor své hlavní zásady řízení takto:

- **Přidělování velkého denního úkolu.** Každý pracovník podniku by měl dostat jasně vymezený denní úkol.
- **Standardizování podmínek.** Každému pracovníkovi by měl být přidělen úkol zaměstnavající jej na celý den a současně by se dělníkovi mělo dostat standardních podmínek a pomůcek.
- **Vysoká odměna za úspěšnou práci.** Pracovník musí mít jistotu, že dostane sjednanou mzdu, vykoná-li svůj úkol.
- **Prodělek v případě nesplnění úkolu.** Nevykoná-li pracovník přidělený úkol, musí na to doplatit.

Intenzita a zručnost

Množství vykonané práce je závislé na použitých pracovních metodách, pracovní intenzitě a pracovní zručnosti.

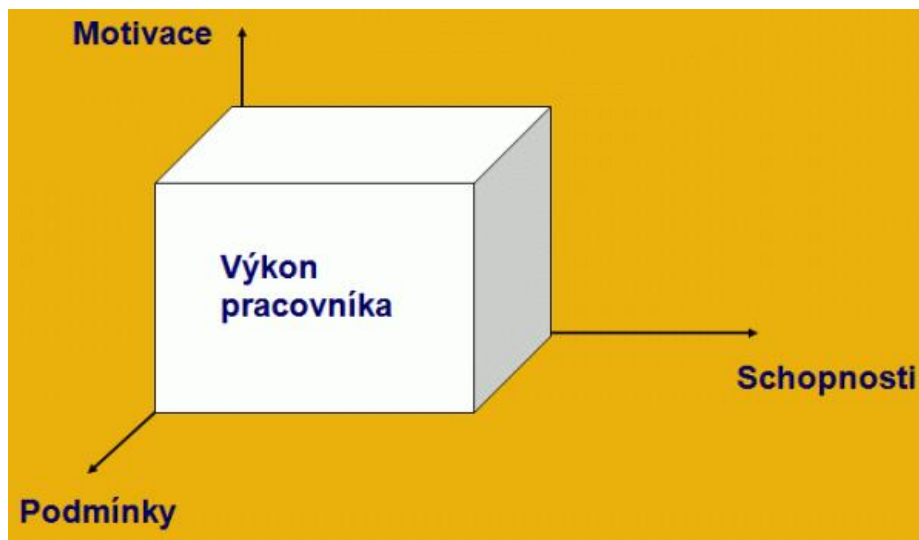
- **Normální intenzita práce** je namáhání, která může dělník vydržet při normální tělesné konstituci plynule, a to, aniž odčerpává své rezervní síly.
- **Normální zručnost** je zručnost dělníka, který dostatečně dlouho vykonával stejnou práci, takže ji může provádět bez zbytečného otálení, aniž se dopouští chyb.
- **Normální výkon** je výkon, který je od dělníka očekáván jako protihodnota za mzdu obvyklou v místě konání práce.

Tyto parametry mají u různých pracovníků velký rozptyl. V dělnických profesích se uvádí, že dochází k výkyvům:

- Pracovní zručnost (7–115 %),
- Intenzita práce (83–130 %),
- Nejvyšší dosažitelný výkon (až 145 %) - tento výkon je závislý na vhodné pracovní metodě.

Rozptyl těchto parametrů u duševní činnosti je mnohonásobně vyšší než u fyzické práce.

Pro manažery je důležité znát souvislosti mezi motivací pracovníků a jejich výkonem (obr-2.9-2).



Obrázek 2.9-2 Výkon pracovníka

Klíčovými motivačními faktory jsou úspěch, uznání, práce sama, zodpovědnost, pracovní povýšení a růst. Úspěch a uznání působí krátkodobě, ostatní faktory mají dlouhodobý vliv. Proto je důležité, aby se pracovníkům často (ale ne rutinně) projevovalo uznání za významné výkony. Při úvahách o výkonnosti lidí se mnohdy prosazují zjednodušené představy, že výkon jednotlivce je výrazem jeho odborné připravenosti a správného příkazu ze strany manažera. Stimulování se pak redukuje na hmotné odměňování. V případě tohoto hmotného stimulatoru existuje tzv. kulminační bod, od kterého výše mzdy přestává působit jako stimulační faktor. Výše tohoto bodu je závislá na osobnosti každého jednotlivce, na jeho motivační struktuře, dále na životní úrovni pracovníka a na jeho subjektivním hodnocení této úrovně.

Normy

Pojem norma v nejobecnějším smyslu je konvence týkající se nějakého předmětu, nebo činnosti, které mohou mít různé varianty, ale společensky přijatelná je pouze jedna, normou určená varianta. Podmínkou vzniku normy je měřitelnost předmětu normy, anebo porovnatelnost předmětu normy s vytvořeným vzorem (etalonem). V případě práce, norma určuje společensky přijatelný způsob vykonání určitého pracovního úkolu.

- Normy **spotřeby práce** – určují, kolik živé práce je zapotřebí k vykonání určitého pracovního úkolu.
- **Výkonové** normy – množství času potřebného k provedení daného pracovního úkolu.
- Normy **obsluhy** – počty pracovníků, které obsluhují určitý stroj nebo množství strojů, které obsluhuje jeden pracovník.

Výkonové normy (normy výkonu) se vztahují k provedení určitého pracovního úkolu (části výrobku), mohou být vyjádřeny jako normy času, poté stanovují množství času potřebného k provedení daného pracovního úkolu, nebo jako normy množství, které stanovují počet stejných pracovních úkolů, které je potřebné vyrobit za jednotku času.

Určitou variantou výkonové normy je **norma pracnosti**, která se vztahuje k provedení celého výrobku. Norma pracnosti stanovuje množství času potřebného k provedení jednoho kompletního výrobku. Jednotkou norem času jsou normominy (Nmin.) a jednotkou norem pracnosti jsou normohodiny (Nh.).

Normy obsluhy stanovují počet pracovníků, kteří obsluhují určitý stroj nebo zařízení (kolektivní obsluha při práci v četě), anebo stanovují počet zařízení, která obsluhuje jeden pracovník (individuální obsluha, více strojová obsluha).

Normy stavů udávají počet pracovníků potřebných k zajištění činnosti (funkcí) určitého organizačního útvaru.

Normovaný čas se v reálném světě může lišit od skutečného času. Poměr normovaného (t_i) a skutečného času (t_s) se nazývá **koeficient plnění norem**.

$$\alpha = t_i / t_s$$

Metody tvorby výkonových norem

Stanovení výkonových norem je součástí technologické přípravy výroby. Zodpovědným pracovníkem je normovač.

Metody tvorby výkonových norem se dělí na:

- analytické,
- sumární,
- statistické,
- odhadové.

Analytické metody se dále dělí na:

- analyticko-výpočtová metoda (normativy časů na úkony a pohyby),
- analyticko-průzkumné metody (základem jsou časové snímky),
- analyticko-porovnávací metody (porovnávání norem).

Dělbá práce a profese Dělníci

- **Výrobní**, nebo **jednicoví** dělníci – svou prací se bezprostředně podílejí na výrobě výrobků. Profese výrobních dělníků dělíme ještě na strojní (např. soustružník, frézař, brusič atd.) a na ruční (např. zámečnický, elektromontér, kalič atd.).
- **Režijní** dělníci – svou prací vytváří podmínky pro efektivní práci výrobních dělníků. Patří sem profese vykonávající obslužné práce (např. jeřábník, vazač, seřizovač, skladový manipulát atd.).

Technickohospodářští pracovníci – THP

- Tvůrčí technici (projektanti, konstruktéři, technologové)
- Administrativní pracovníci, jejichž hlavním úkolem je zpracovávání informací tvořících podklady pro řídicí činnost managementu průmyslového podniku.
- Management průmyslového podniku (vedoucí pracovníci průmyslového podniku na všech hierarchických úrovních).

Dělbá práce

- **Předmětná** dělbá práce se vyznačuje tím, že dělník se specializuje na výrobu jednoho výrobku, na kterém vykonává postupně všechny operace, nutné ke zhotovení výrobku.
- **Profesní** dělbá práce se vyznačuje tím, že dělník vykonává pomocí univerzálního stroje určitý typ technologicky stejnorodých operací, které určují jeho profesi.
- **Operační** dělbá práce se vyznačuje použitím specializovaných strojů. Univerzální dělník je nahrazen dvěma kategoriemi dělníků – vysoce kvalifikovanými seřizovači a méně kvalifikovanými operátory. Původní dělnické profese se člení na řadu úzce vymezených specializací. Současně se od základních technologických operací oddělují pomocné a obslužné práce.

- Dělní práce v **automatizované** výrobě se vyznačuje tím, že činnosti spojené s působením na pracovní předmět a také část činností spojených s řízením tohoto působení převzaly automatické stroje. Úloha lidí ve výrobním procesu spočívá ve výkonu některých řídicích a kontrolních prací. Tento stav umožňuje slučování profesí a specializací.

Mzdy

Základními způsoby stanovení mezd ve výrobě jsou časová a úkolová mzda.

Úkolová mzda

Pokud je dělník odměňován v **úkolové** mzdě, pak jeho mzda přímo souvisí s množstvím vykonané práce oceněné normou. Je tedy přímo závislý na množství vykonané práce. Vztah mezi provedenou prací a odměnou je jednoduchý.

Časová mzda

V **časové** mzdě je výkonová norma použita jen pro výpočet potřebných výrobních kapacit. V praxi je potom plnění norem zohledněno prémiovým odměňováním. V moderních automatizovaných provozech, kde je výkon výrobního střediska závislý nejen na přímé obsluze stroje, ale i na seřizovačích, údržbářích a programátorech NC strojů, je to vhodná forma odměňování.

Mzda akordní

Mzda akordní se obvykle používá pro skupinu pracovníků pracujících společně na určitém velkém komplexním pracovním úkolu. Jmenovaná mzda je stanovena pro tuto skupinu pracovníků za předpokladu, že pracovní úkol vykonají ve stanovené lhůtě.

2.10 Příklady: Určení kapacity dělníků

Cíle:

Cílem cvičení je procvičení výpočtů fondu pracovní doby a potřebných kapacit.

Klíčová slova:

Pracovní doba; Pracovní síla;

Zadání:

1. Určení kapacity malého výrobního podniku

Podnikatel zaměstnává ve svém podniku 6 soustružníků. Výrobní program podniku je tvořen náhradními díly pro automobily. Velkoobchod s náhradními díly pro automobily oslovil podnikatele poptávkou na dodání jednoho konkrétního soustruženého náhradního dílu s normou spotřeby času $t_A = 27$ Nmin. v roce 2011.

Pracovní režim podniku lze charakterizovat takto:

- Délka pracovní směny 8 hodin
- Dovolena pracovníků má délku 4 týdny
- Nemocnost je 9%
- Koeficient využití pracovní doby je 0,85
- Koeficient plnění normy má hodnotu 1.1

Úkol: Určete, kolik těchto náhradních dílů může podnikatel přislíbit ve své nabídce pro velkoobchod, že dodá v roce 2011, při plném využití kapacity svého podniku.

2. Určení kapacity malého výrobního podniku

Podnikatel má na rok 2011 zakázky, jejichž celková pracnost na frézkách má hodnotu 15000 N_{hod}. V podniku je zaměstnáno 5 dělníků pracujících na frézkách.

Délka směny je 8 hodin, koeficient využití pracovní doby má hodnotu $\tau = 0,85$, koeficient plnění norem má hodnotu $k_{PN} = 1,15$, dovolená má délku 4 týdny a průměrná nemocnost je 10%.

Úkol:

1. Určete, zda je stávající kapacita 5 frézařů dostatečná ke splnění zakázek v roce 2011.
2. Pokud by kapacity nebyla dostatečná, určete, kolik frézařů by měl podnikatel přijmout, aby zakázky v roce 2011 mohl splnit.

Návrh řešení:

1. Určení kapacity malého výrobního podniku

Nejprve vyjádříme efektivní roční kapacitu podniku – efektivní **fond pracovní doby**:

$$F_{ef} = (D_P - D_D) \cdot (1 - K_N) \cdot H_P \cdot K_{VPD} \cdot P_D$$

D_P ... počet pracovních dnů v roce – z pracovního kalendáře roku 2010 lze zjistit, že v roce 2011 je 252 pracovních dnů

D_D ... délka dovolené vyjádřená počtem pracovních dnů - 4 týdny, tj. 20 pracovních dnů

K_N ... koeficient nemocnosti – ze zadání 0,09

H_P ... počet pracovních hodin za jeden pracovní den – podle zadání 8 hod.

K_{VPD} ... koeficient využití pracovní doby – podle zadání 0,85

P_D ... počet pracovníků v podniku, kteří plní výrobní úkoly – počet dělníků, podle zadání 6

Vyčíslíme:

$$F_{ef} = (252 - 20) \cdot (1 - 0,09) \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 6 = 8613,7 \text{ Nhod. / rok}$$

Nyní vypočteme **kapacitu podniku** v počtu výrobků dané pracnosti:

$$K = F_{ef} / T_A \cdot K_{PN}$$

K_{PN} koeficient plnění norem – podle zadání 1,1

$$K = 8613,7 \cdot 60 / 27 \cdot 1,1 = 21056 \text{ ks / rok}$$

Interpretace výsledku:

Podnikatel může slíbit dodání 21000 ks předmětných náhradních dílů v roce 2011.

2. Určení kapacity malého výrobního podniku

Vypočteme **efektivní fond pracovní doby** jednoho frézaře:

$$F_{ef} = (252 - 4 \cdot 5) \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 8 = 1420 \text{ hodin}$$

Přepočteme normohodiny koeficientem pracovní doby.

$$H_{skut} = 15000 / 1,15 = 13044$$

Potřebný počet dělníků:

$$P = 13044 / 1420 = 9,2$$

Kapacita 5 frézařů tedy nestačí, je třeba přijmout 4 frézaře. Zbytek 0,2 bude řešen přesčasů. Potřebná velikost přesčasů je:

$$0,2 / 9 \cdot 100 = 2,22\%$$

V případě přijetí jen 3 frézařů je potřeba přesčasů:

$$1,2 / 8 \cdot 100 = 15\%$$

což je ještě přijatelné.

2.11 Příklad: Výpočet základu dělnické mzdy

Cíle:

V tomto cvičení se naučíte počítat mzdy za technologické postupy a zakázky.

Klíčová slova:

Mzdy;

Zadání:

1. výpočet základu dělnické mzdy a koeficientu plnění normy

Dělník, který je odměňován úkolovou formou mzdy, odvedl za výplatní období – měsíc s 21 směnami s pracovní dobou jedné směny 8 hodin, tři úkolované práce:

Úkol č.	Normovaný jednotkový čas operace t_A [Nmin./ks]	Počet kusů ve výrobní dávce [ks]
1	55	80
2	40	120
3	50	20

Směnový čas je stanoven na $t_C = 55$ Nmin./směnu.

Mzdový tarif dělníka je $T_M = 62$.- Kč/Nhod.

Úkol: Vypočítejte základ mzdy dělníka za výplatní období a průměrnou hodnotu koeficientu plnění norem u tohoto dělníka.

2. výpočet objemu mzdových prostředků potřebných k zabezpečení zakázek

Podnik má na čtvrtletí podepsanou smlouvu na dodání 3 zakázek, které jsou charakterizovány celkovou pracností:

Zakázka č.	Celková pracnost zakázky [Nhod.]
1	2250
2	1870
3	1640

Dělníci, kteří budou zakázky zpracovávat, mají průměrnou hodnotu mzdového tarifu: 50.- Kč/Nhod.

Práce na každé zakázce jsou rovnoměrně rozděleny mezi 10 jednicových dělníků, kteří pracují současně postupně na jednotlivých zakázkách v jednosměnném režimu.

Délka směny je 8 hodin a směnový čas je $t_C = 50$ Nmin./směnu.

Koeficient plnění norem je $k_{PN} = 1,18$.

Úkol:

1. Určete, kolik směn je za potřebí ke zpracování jednotlivých zakázek.
2. Určete celkovou hodnotu mzdových prostředků, které budou vyplaceny dělníkům za práci na jednotlivých zakázkách.

Návrh řešení:

Řešení 1

Nejprve vypočítáme objem práce odvedené dělníkem za výplatní období vyjádřené v Nhod.

$$P = (55 \cdot 80 + 40 \cdot 120 + 50 \cdot 20) / 60 = 170 \text{ Nhod.}$$

Celkový objem směnového času za výplatní období:

$$T_C = 21 \cdot 55 / 60 = 19,25 \text{ Nhod.}$$

Celková délka pracovní doby za výplatní období, kterou mohl dělník využít k plnění úkolovaných prací:

$$T_P = 21 \cdot (8 - 55/60) = 148,75 \text{ hod.}$$

Základ mzdy dělníka za výplatní období:

$$M = (P + T_C) \cdot T_M$$

Vyčíslíme:

$$M = (170 + 19,25) \cdot 62 = 11733,50 \text{ Kč}$$

Průměrná hodnota koeficientu plnění norem se vypočte:

$$K_{PN} = P / T_P$$

Vyčíslíme:

$$K_{PN} = 170 / 148,75 = 1,14$$

Řešení 2

Použijeme Excel. Data uspořádáme do tabulky.

Zakázka č.	Celková pracnost zakázky [Nhod.]	Koef.plnění norem	Redukovaná pracnost	Počet směn
1	2250	1,18	1906,78	266
2	1870	1,18	1584,75	221
3	1640	1,18	1389,83	194
Σ	5760		Celkem směn	681
			Počet dělníků	10
			Směn/dělníci	68

Celkem mzdové prostředky = 316379,976 Kč
(součet pracností na zakázkách + celkem směn * 5/6) * 50

Obrázek 2.11-1 Objem mzdových prostředků

Potřebujeme cca 68 směn s deseti dělníky a 316 380 Kč.

2.12 Plánování výroby

Reálný plán je předpokladem úspěšného řízení podniku. Plány jsou postupně zpřesňovány, jak se blíží skutečné provedení výroby, a jsou zpřesňovány jak podklady TPV, tak kapacity ve výrobě a zpětná vazba o provedených úkolech.

Cíle:

V článku poznáte základní pojmy plánování, zásady plánování a hierarchii plánů.

Klíčová slova:

Plánování výroby; Dlouhodobé plánování; Střednědobé plánování; Krátkodobé plánování; Denní plánování; Agregované plánování;

Plány výroby a jejich vlastnosti

Plánováním výroby se rozumí stanovení **kvalitativního** a **kvantitativního** obsahu budoucích rozhodnutí o činitelích výroby.

Existuje řada definic plánování:

- Plánování je **koordinovaný postup** zahrnující úkoly, činnosti a aktivity, které vedou ke splnění předem stanovených cílů.

- Plánování je proces **nastavení postupných cílů a pravidel**, shromažďování a vyhodnocování informací a vyvíjení alternativ budoucích činností na základě jejich vyhodnocení.

- Plánování je **základní funkcí** managementu. Obsahuje výběr z možných postupných kroků, jak pro podnik jako celek, tak pro každé oddělení. Plánování je ve výsledném efektu vždy chápáno jako rozhodnutí směrem do budoucna:

- co vykonávat,
- jakým způsobem to vykonávat,
- kdy to vykonávat
- kdo bude vykonávat.

Plánování stanovuje, jaké logické postupy můžeme použít k určení zdrojů, a zároveň definuje příslušné budoucí kroky, které vyprodukují odpovídající výstupy.

Plán výroby lze stanovit na různě dlouhé období, dosah plánu se nazývá **plánovací horizont**. Proto je plánování prováděno opakovaně, hovoříme o **aktualizačním období** plánu. Na nejbližší období je stanoven přesný plán, do budoucna se jeho přesnost snižuje. Při dalším plánování se již nepočítá s provedenými operacemi, ale do plánování vstupují další zakázky a operace. Tomuto způsobu se říká **klouzavý plán**.

Z hlediska délky plánovacího období, přesnosti a detailnosti plánu lze plány rozdělit na:

- strategické
- taktické
- operativní

Zásady plánování

Postupné zpřesňování plánu

Čím je plánovací horizont delší, tím je **méně přesný** plán. V dlouhodobých plánech pracujeme spíše s agregovanými hodnotami a odhady, neboť detailní podklady pro plán (detailní zakázky, jejich termíny a množství či přesná technická specifikace výrobku) nemusí být známy.

Paradigma plánování

Při procesu plánování lze sledovat obvykle rozporuplné cíle:

- plné vytížení pracovišť – cílem je maximální produkce (válečné hospodářství, trvalý nedostatek produktů na trhu)
- splnění termínů – orientace na potřeby zákazníka
- minimalizace zásob – snížení umrtveného kapitálu
- minimalizace průběžných dob
- řízení úzkých míst – zvýšení průtoku výrobou

Úplnost plánu

- Plán musí kompletně pokrývat veškerou činnost podniku. Činnosti nezahrnuté do plánu mohou způsobit značné zkresení. Plán je posuzován z následujících hledisek:
- věcný obsah budoucí výroby
- zajištěnost etapy přípravy výroby
- zajištěnost výroby výrobními činiteli
- časová struktura výroby

Konkrétnost plánu

Úkoly v plánu musí být kontrolovatelné, s určením odpovědného útvaru (pracovníka).

Soulad formy plánu s formou řídicích aktů (dělbá práce, formulace úkolů a zodpovědnost za jejich plnění)

Výrobní systém musí být říditelný v tom smyslu, aby bylo reálné řídicími akty zajistit plnění plánu. Plán je zpracován v souladu s dělbou práce mezi pracovišti a stanovením zodpovědnosti za jeho dílčí i celkové plnění.

Reálnost plánu

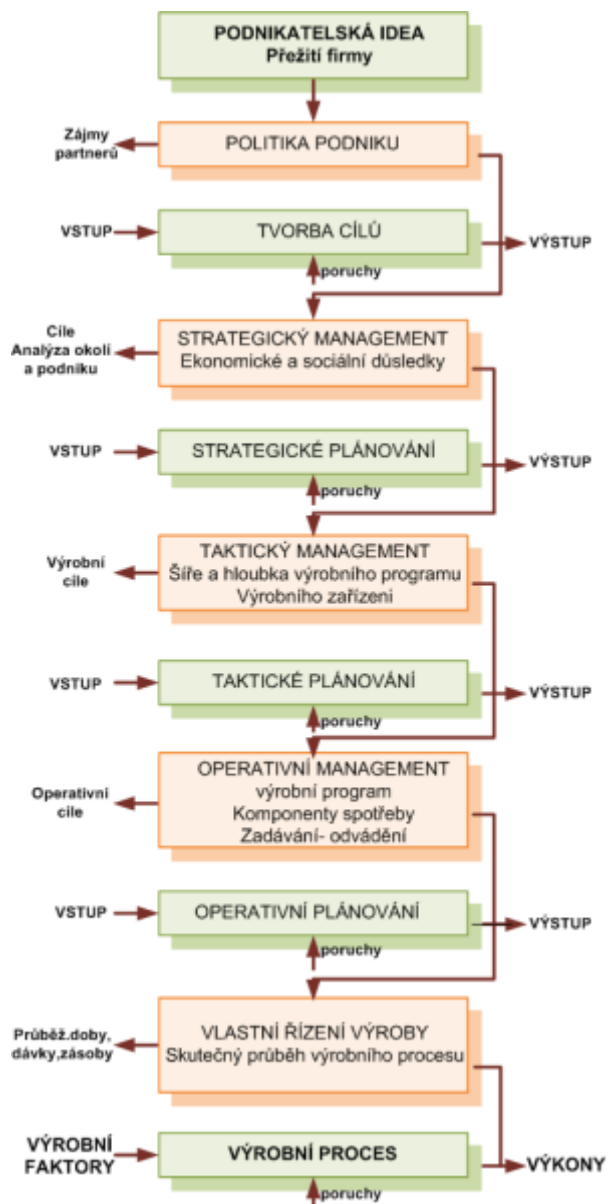
Plán musí být uskutečnitelný, tudíž materiállově, termínově i kapacitně vyvážený a zajištěný potřebnou dokumentací.

Soulad plánu se skutečností na počátku plánovacího období

Největší problém plánování je zjištění skutečnosti na začátku plánovacího období. Informace o skutečném stavu je vždy získávána s jistým zpožděním a plánovací proces probíhá jistou nezanedbatelnou dobu. V okamžiku zpracování plánu jsou již určité úkoly splněny a kapacity uvolněny. Reálnost a aktuálnost zpětné vazby a rychlost zpracování plánu je základním předpokladem kvality plánu.

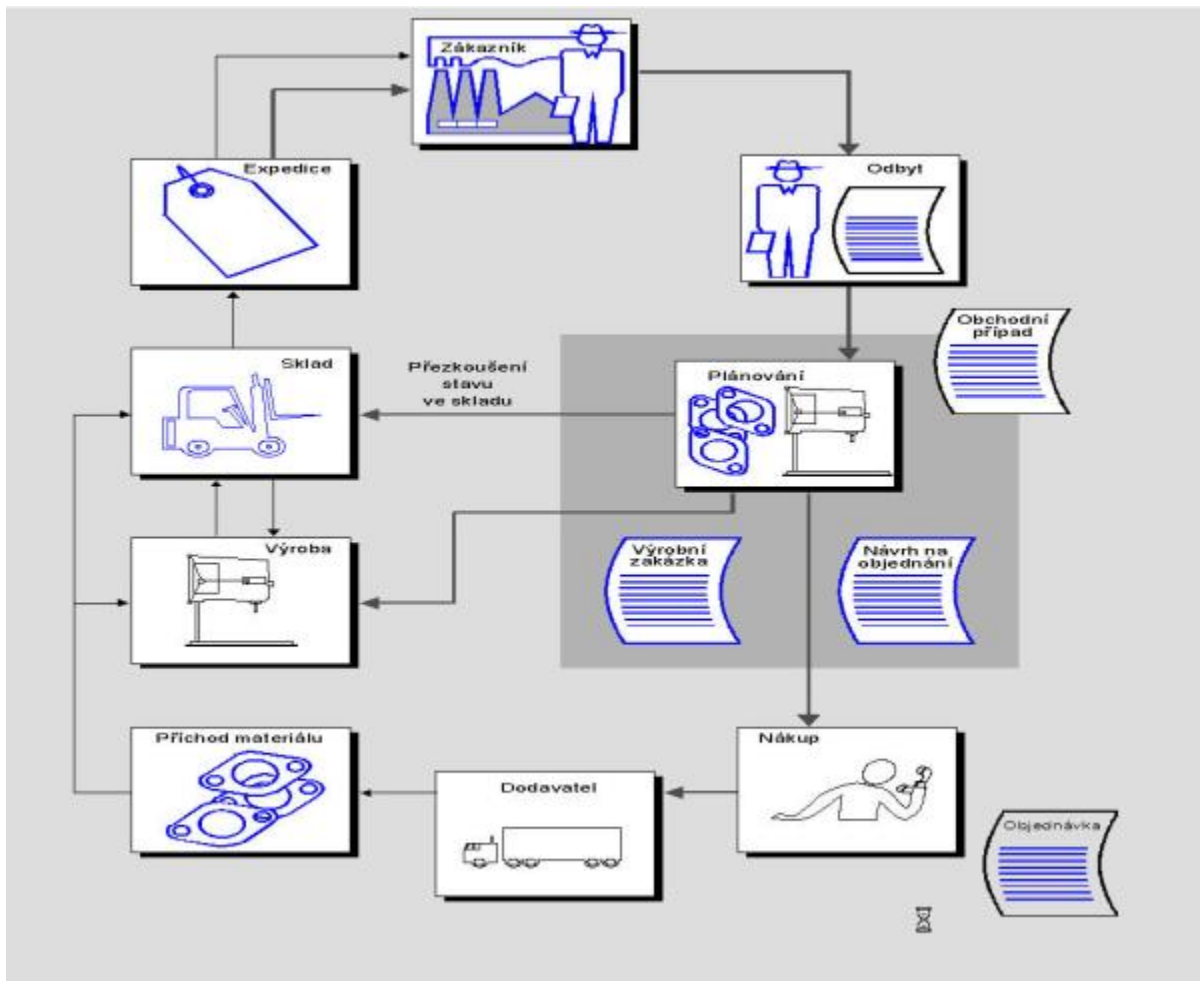
Vazby výrobního managementu na cíle podniku

Na obr. 2.12-1 můžeme vidět jednotlivé úrovně pohledu na plánování z hlediska jednotlivých řídicích úrovní podniku.



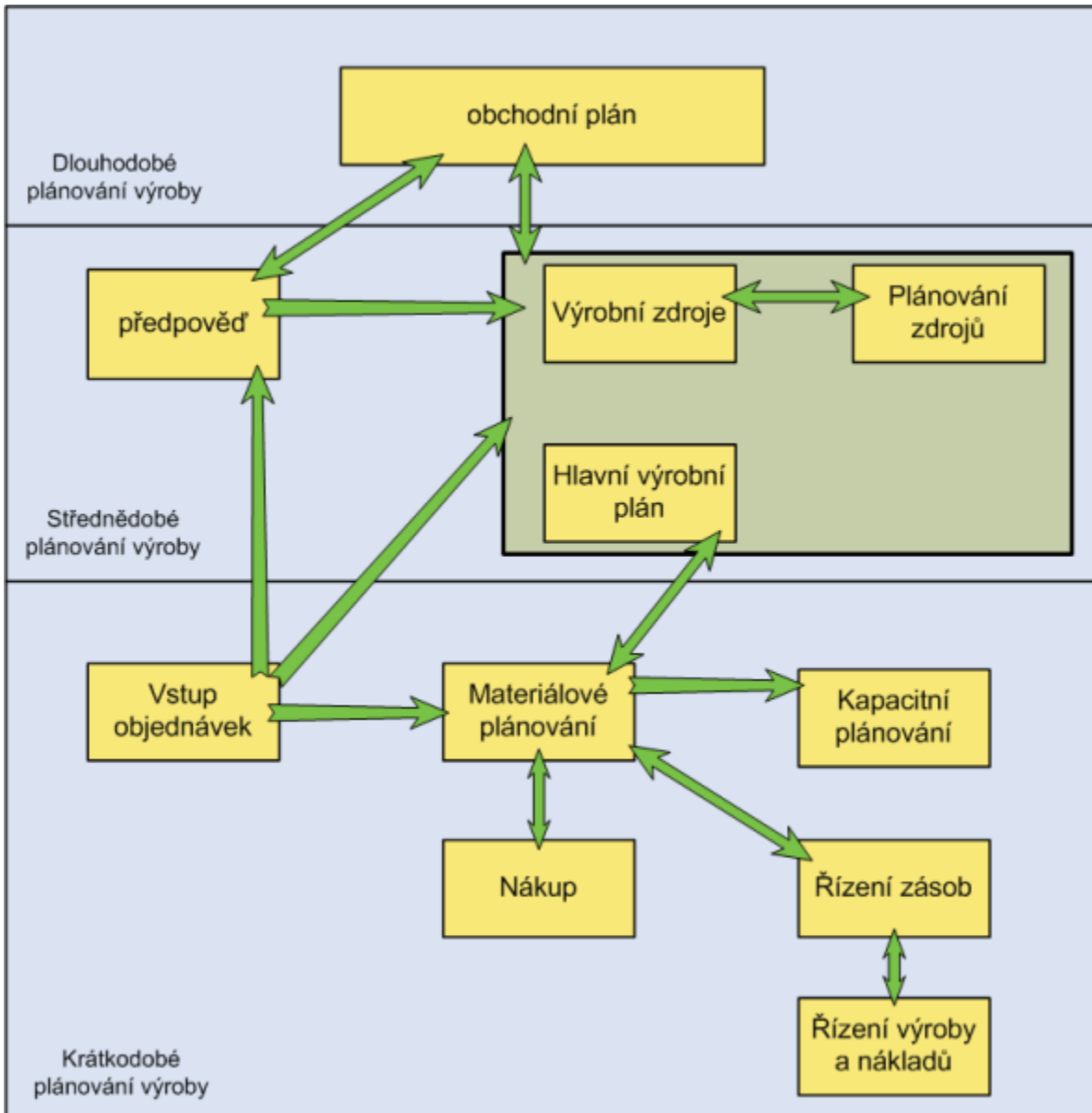
Obrázek 2.12-1 Vazby managementu na cíle podniku
Zdroj: [1]

Hrubé schéma hmotných a informačních toků při plánování a řízení výroby můžeme vidět na obr. 2.12-2.



Obrázek 2.12-2 Informační a hmotné toky
Zdroj: PSI Berlin

Hierarchii plánování výroby můžeme vidět na obr. 2.12-3. Na vrcholu je obchodní plán, který představuje dlouhodobou strategii odbytu výrobků. Tento plán má vazby na dlouhodobé prognózy potřeb zákazníků. Obchodní plán je porovnáván s výrobními zdroji a je prováděna jejich koordinace. Reálné obchodní případy (zakázky, objednávky) jsou spolu s prognózami základem pro stanovení hlavního plánu výroby a jeho hrubé prověření (rámcové zajištění materiálu a hrubé zajištění kapacit). Na operativní úrovni se na základě kompletní technické dokumentace (specifikace materiálu, dílů, podskupin a skupin, kusovníkových vazeb a technologických postupů) provádí vlastní výpočet zajištění materiálových požadavků (výrobní příkazy a nákupní objednávky) a potřebných výrobních kapacit.



Obrázek 2.12-3 Hierarchie plánování
Zdroj: [2]

V tabulce můžeme vidět charakteristiku jednotlivých úrovní hierarchie:

Úroveň	Horizont	Stroje	Lidé	Materiál	Energie
Dlouhodobá (strategická)	Roky	Nové budovy, plochy, hlavní rozvoj	Hlavní smlouvy	Dlouhodobé kontrakty	Hlavní plány na dodávky
Střednědobá (taktická)	6-12 měsíců	Nové stroje, menší rozvoj	Klíčová zkušenost pracovníci, hlavní změny pracovních sil	Většina smluv, některé objednávky od dodavatelů	Vedlejší plány na dodávky
Krátkodobá (operativní) - zatěžování	3-6 měsíců	Velmi malé změny, kooperace	Běžné přijímání, dočasné propouštění	Většina objednávek od dodavatelů	
Denní (rozvrhování)	dny	Řešení poruch	Týdenní rozvrhy, přesčas	Vlastní výroba	

Charakteristika plánovací hierarchie

Zdroj [24] - upraveno

Dlouhodobé plánování

Horizont dlouhodobého plánování je delší než 1 rok (běžně 2-10 let). Jedná se o strategické plánování, kdy je odhadována poptávka, možnost prosazení výrobku na trhu, kdy jsou plánovány finance a výrobní zdroje.

Dlouhodobé plánování má podle [2] tyto hlavní součásti:

- **Strategické plánování** – posuzuje perspektivní schopnosti firmy a určuje, jak je možné dosáhnout hlavní cíle firmy.
- **Management poptávky** – tvorba předpovědí pro dané ekonomické, sociální a politické prostředí, určování plánu požadavků na distribuci a přehledu očekávaných vstupů zákaznických objednávek.
- **Plánování výrobek – trh** – určuje cíle pro individuální výrobky a trhy (kvalita, cena, cíle obsazení trhu).
- **Finanční plánování** – porovnává požadavky na finanční zdroje potřebné pro splnění hlavních cílů firmy s dostupnými finančními zdroji a ověřuje realizovatelnost dlouhodobého plánu.
- **Plánování zdrojů** – určuje kapacitní požadavky na stroje, zařízení a personál, které budou potřebné na splnění dlouhodobého plánu.
- **Vytváření konkurenční pozice** [23] - určení strategických záměrů z hlediska konkurenční výhody, její vazby na tržní segment.

Střednědobé plánování

Horizont střednědobého plánování je 6-18 měsíců. Většinou se **neprovádí detailní plánování** materiálových a kapacitních potřeb (nemusí být ani k dispozici detailní technická specifikace. Požadavky na výrobu jsou většinou ještě stanoveny na úrovni prognóz. Plán pracuje s agregovanými požadavky na materiál a

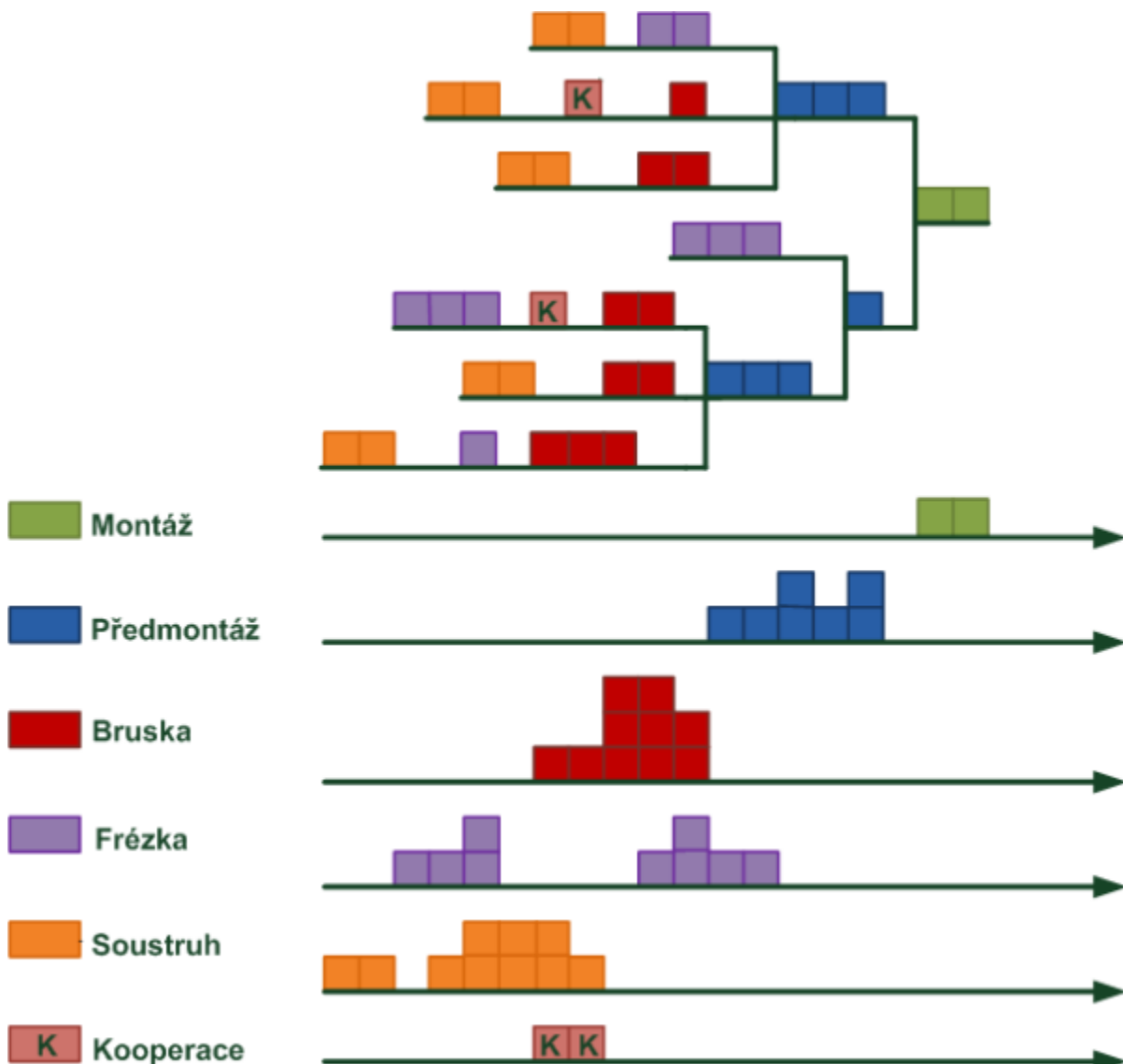
výrobní kapacity.

Příkladem agregovaných kapacitních požadavků jsou **náběhové křivky** (obr. 2.12-4). Ty nepracují s detailními kapacitními požadavky na úrovni výrobních operací, nýbrž sdružují požadavky na daný výrobek (sérii) na úrovni dekád a měsíců pro skupiny pracovišť a montážních ploch.

Součástí střednědobého plánování jsou:

- **Agregované plánování** – určení a vyvážení skladby výroby a její sladění se zdroji
- **Prognózy** – tvorba hlavního plánu výroby na základě skutečných objednávek a odhadů budoucího vývoje
- **Hrubé operativní plánování** – rozhodování o strategii *vyráběj/nakupuj*, disagregace plánu na úrovni kritických dílů a kritických pracovišť

Výsledkem střednědobého plánování je **plán odbytu**, někdy se hovoří o **hlavním výrobním plánu (MPS)**.



Obrázek 2.12-4 Náběhové křivky

Krátkodobé plánování – operativní plánování (zatěžování)

Základní funkcí operativního plánování a řízení výroby je pomáhat při vytváření souladu mezi kapacitními nároky, které vyplývají z přijatých výrobních úkolů, a kapacitními možnostmi daných výrobních zdrojů podniku.

Plány jsou rozpisovány na **skupiny** (zaměnitelných) pracovišť, časový horizont jsou **týdny až měsíce**, přesnost plánu **dny až dekády**. Plánuje se na základě **kusovníku a technologického postupu** až na **úroveň operace**. Výsledkem je plán **materiálových požadavků** na výrobu a nákup, plán **kapacitních požadavků** a plán **finální montáže**.

Obecně se jedná o následující úkoly [25]:

- určení ekonomicky vhodných zakázek pro výrobu,
- určení potřeby kapacit pro tyto zakázky podle jednotlivých produktivních jednotek,
- odsouhlasené kapacitní nabídky a poptávky,
- stanovení pořadí prováděných operací,
- inicializace, kontrola a zajištění průběhu zakázky.

Operativní plánování je závislé na typu výroby (2.12-5)

Specifikace	Soustava plánování				
	v periodických dávkách podle standardního plánu	podle rytmu odvádění	podle norem zásob nedokončené výroby (na sklad)	podle předstihu	podle zakázek
Používané standardní normativy	standardní plán práce linky, rytmus, výrobní dávka, průběžná doba výroby, norma zásob nedokončené výroby, standardní lhůty zadávání a odvádění	takt, rytmus, norma zásob nedokončené výroby	rytmus, výrobní dávka, průběžná doba výroby, norma zásob nedokončené výroby (pojistná zásoba na meziskladu či dílně)	výrobní dávka, průběžná doba výroby, předstih, pojistná zásoba v meziskladu (dílně)	průběžná doba výroby, předstih
Podmínky použití	hromadná, popř. sériová výroba periodicky opakovaná v sériích či dávkách s hromadnou nebo sériově rytmickou montáží finálních výrobků	hromadná či sériová plynulá výroba, výroba na linkách se stabilním výrobním programem	sériové výroby v dávkách, rytmická i nerytmická	sérivá až malosériová výroba v dávkách	kusová, popř. malosériová výroba nerytmická - neopakovaná
Další modifikace soustavy	standardní plán práce: proudové linky, střídavé proudové linky, operací, součástí nebo skupinový			- podle cyklových souborů - soubor součástí dodávaných k montáži najednou, - podle čísel souborů - předstih jako objem měsíčního odvádění	

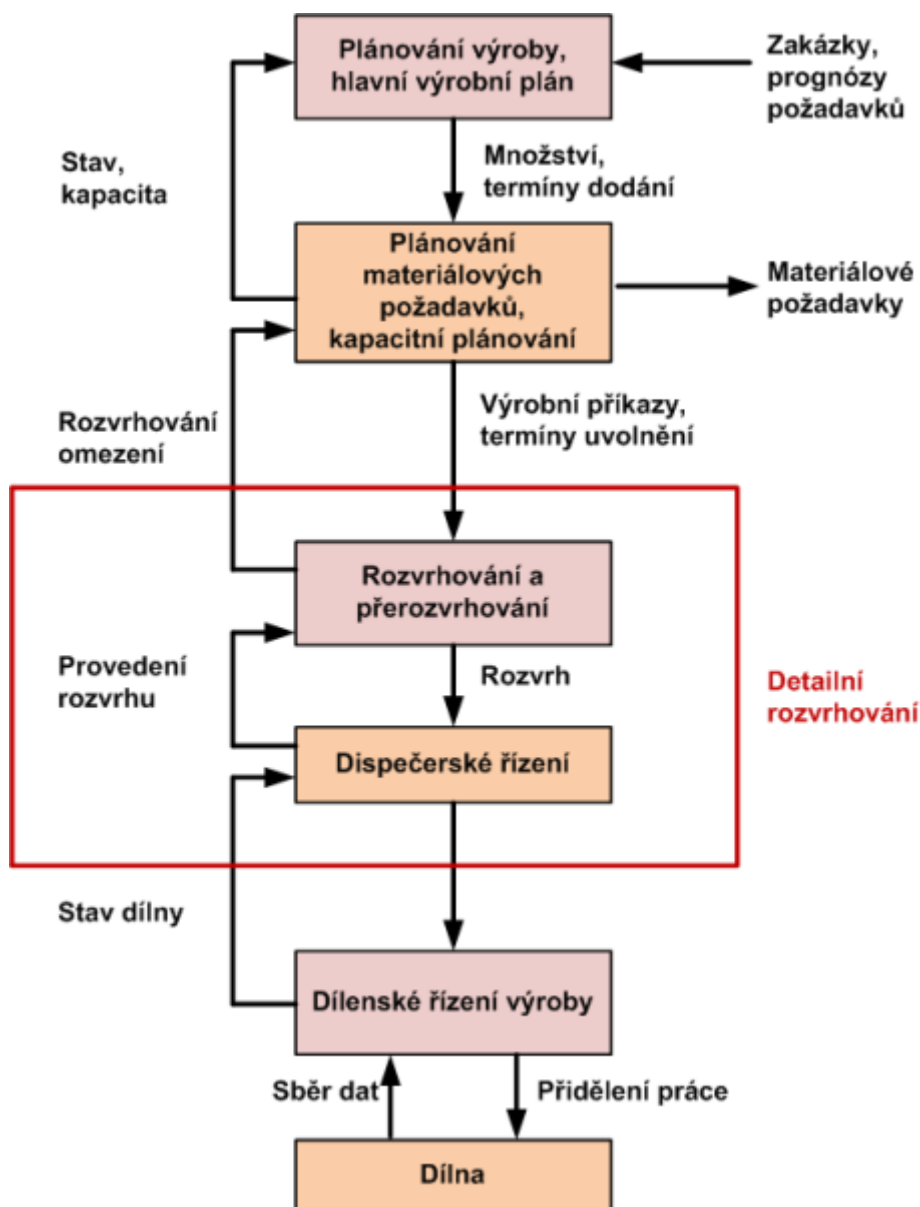
Obrázek 2.12-5 Soustava plánování

Denní plánování (rozvrhování)

Krátkodobý plán rozvrhuje na skupiny zaměnitelných pracovišť bez přesného stanovení pořadí. Tvoří tedy množinu operací, která má být v zadaném období provedena touto skupinou pracovišť. Úkolem rozvrhování je vytvoření **front práce** na konkrétní pracoviště se závazným pořadím. Pořadí operací je závazné, přesnost plánu je na hodiny. Na rozdíl od vyšších úrovní plánování, kdy se provádí zpracování dat metodami databázových systémů, se při rozvrhování používají algoritmy z operační analýzy a simulace.

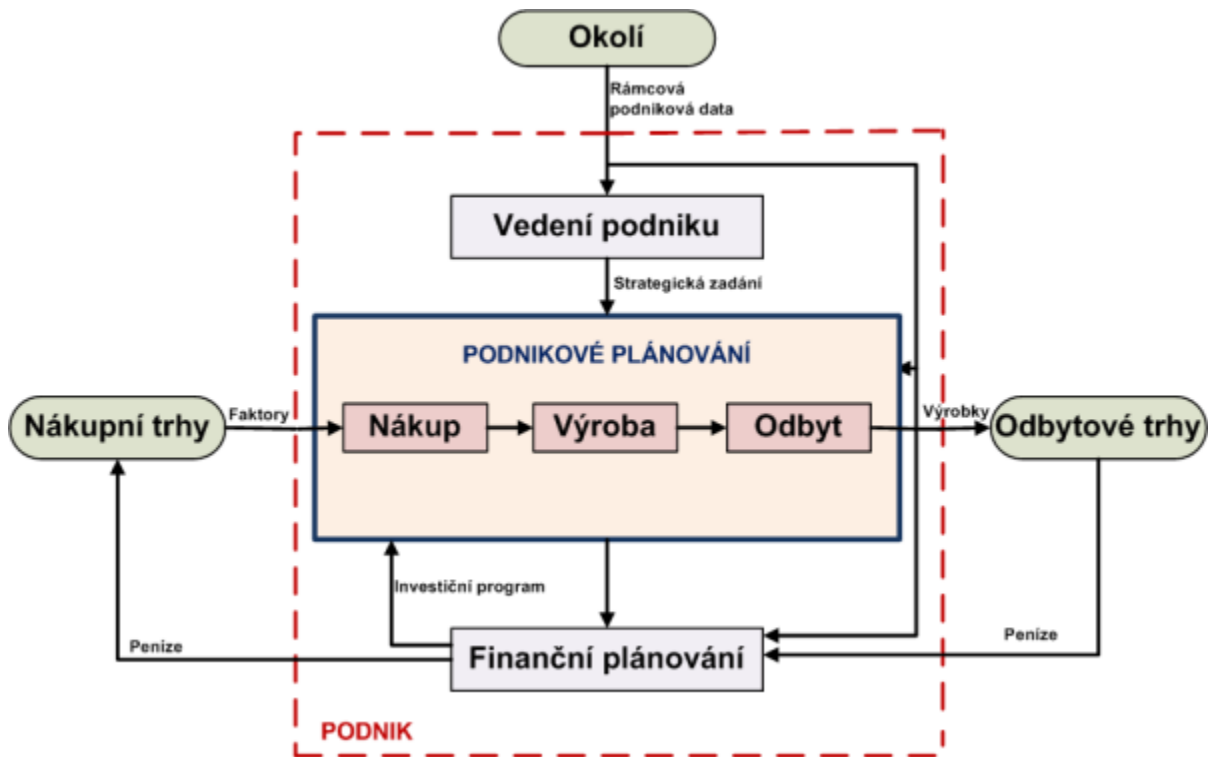
Hmotné, informační a peněžní toky

Tok informací mezi jednotlivými úrovněmi výrobního systému můžeme vidět přehledně na obr. 2.12-6.



Obrázek 2.12-6 Tok informací ve výrobním systému
Zdroj [6]

Velmi zajímavý pohled na uzavřenou smyčku s hmotnými, informačními a peněžními toky uvádí literatura [9] (obr. 2.12-7).



Obrázek 2.12-7 Uzavřená smyčka toků

Zdroj [9]

Rozdělení podnikových procesů podle časového rámce

Plánovací procesy, jejich hierarchie a rozdělení v čase je na obr. 2.12-8.



Obrázek 2.12-8 Procesy v čase
Zdroj [30]

2.13 Předpovědi a prognózy požadavků na výrobu

Pokud ještě nemáme uzavřeny reálné obchodní případy a jedná se o výrobu s dlouhou průběžnou dobou nebo o projektování a plánování velkosériové výroby v budoucnosti, musíme se opírat o předpovědi na základě minulosti, marketingu a intuice manažerů.

Cíle:

V tomto článku se dozvíte, co jsou předpovědi a prognózy a jak lze tyto předpovědi a prognózy rozdělit.

Klíčová slova:

Prognózy; Dlouhodobé plánování;

Základy předvídání a stanovení prognóz Rozdělení

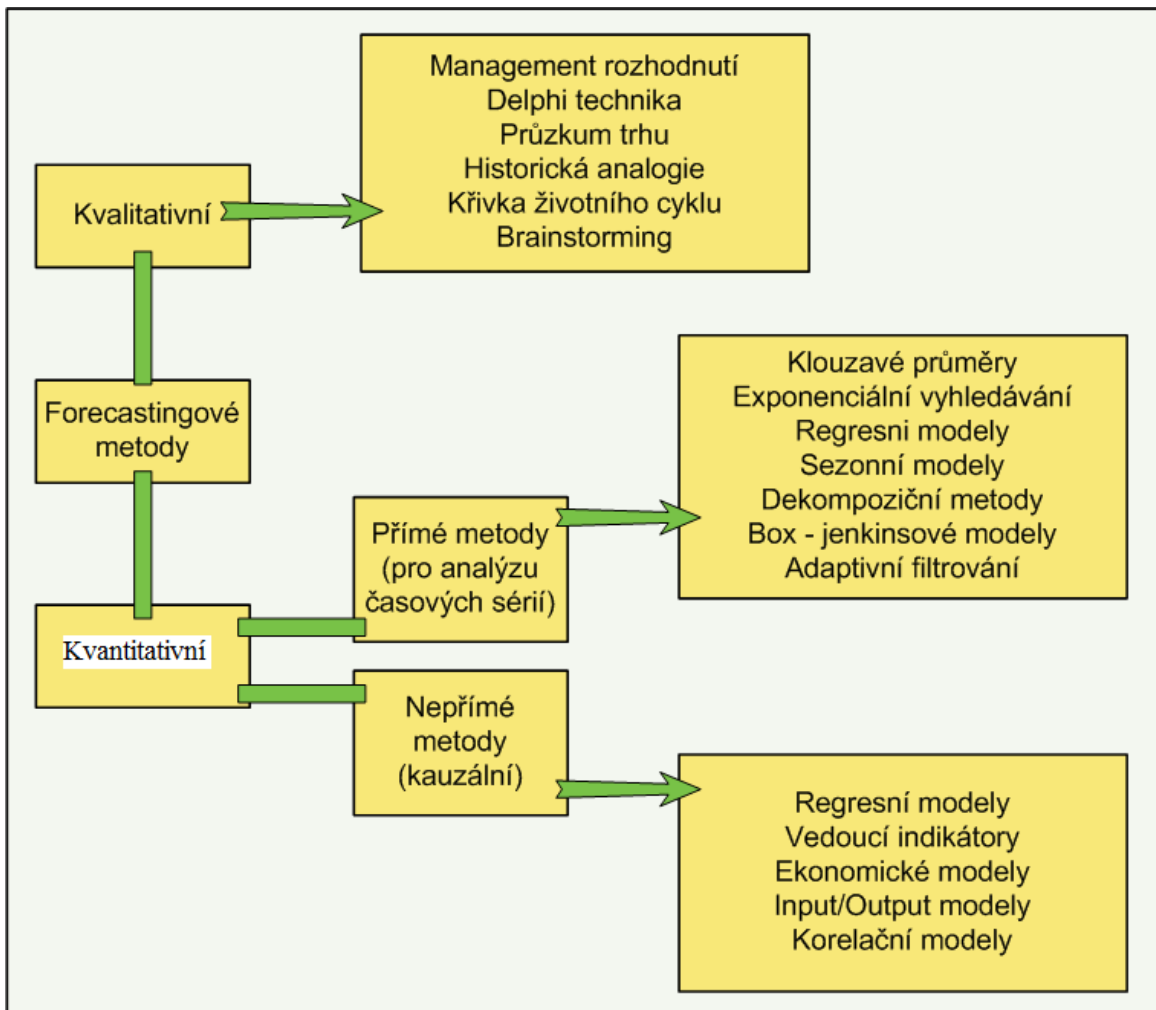
Obecně přijatým faktem je, že současná ekonomika se vyvíjí mnohem rychleji a dynamičtěji než kdykoliv předtím. Navzdory tomu, že pro plánování a řízení výroby je v široké míře používána výpočetní technika a procesy plánování a rozhodování se zkracují, odhadnout budoucnost je velmi obtížné. V řadě případů jsou průběžné doby výroby relativně dlouhé, ale požadavky zákazníků dávají důraz na krátké dodací lhůty. Na druhé straně velkosériová a hromadná výroba mají sice velmi krátké průběžné doby, ale jejich vyprojektování a zajištění výrobních kapacit trvá relativně dlouho. Výrobu tedy nelze zajišťovat na bázi jistoty zaručených obchodních případů, ale na jistých odhadech.

Odhady a předpovědi lze rozdělit na **kvalitativní** a **kvantitativní**.

Zatímco kvalitativní metody využívají zkušenosti a odhady pracovníků, kvantitativní metody jsou založené na matematických modelech a historických datech (2.13-2).

Jiný způsob rozdělení předpovědí je na **přímé** a **nepřímé**.

Hlavní (přímé) metody vycházejí z historie poptávek. Vedlejší (nepřímé) metody uvažují externí faktory.



Obrázek 2.13-1 Rozdělení prognóz

Zdroj: [2]

Základní otázky předpovědi

- Co se má předpovídat a proč?
- Do jakých podrobností?
- Do jak daleké budoucnosti se má předpovídat a s jakou přesností?
- Jaké metody jsou možné v této souvislosti?
- Jaké informace jsou k dispozici, do jaké míry jsou spolehlivé, kdy jsou dostupné?
- Jak často je nová informace k dispozici?
- Jaké jsou vnější činitele, jak je možné je předpovídat?
- Jaké jsou náklady na stanovení a použití různých metod předpovídání?
- Jaké náklady vznikají různě velkými chybami při předpovědích?
- Jak se předpověď dotkne jiných částí systému?

Požadavky na dobře připravenou předpověď

- **včasnost, aktuálnost – horizont** předpovědi musí pokrýt čas nutný pro implementaci potřebných změn,
- **přesnost** – stupeň přesnosti musí být zadán,

- **spolehlivost** – musí pracovat konsistentně,
- **vyčíslitelnost** – výsledek musí být ve smysluplných jednotkách,
- **dokumentovatelnost** – musí být zapsána písemně,
- **jednoduchost pro porozumění, názornost** – sofistikované předpovědi musí být převedeny do srozumitelné formy,
- **nákladová přiměřenost** – přínosy musí být větší než náklady.

Kroky v procesu prognózování

1. Stanovení účelu prognózy
2. Stanovení časového horizontu
3. Výběr vhodných technik pro předpovědi
4. Získání, čištění a analýza příslušných dat
5. Vytvoření předpovědi
6. Monitorování předpovědi

Trendy historických údajů

Pokud se na změny veličiny v čase díváme jako na řady náhodných čísel, můžeme se snažit oddělit deterministickou a náhodnou složku. Na tomto základě potom můžeme odhadovat další vývoj této veličiny. Na obr. 2.13-2 vidíme různé základní trendy:

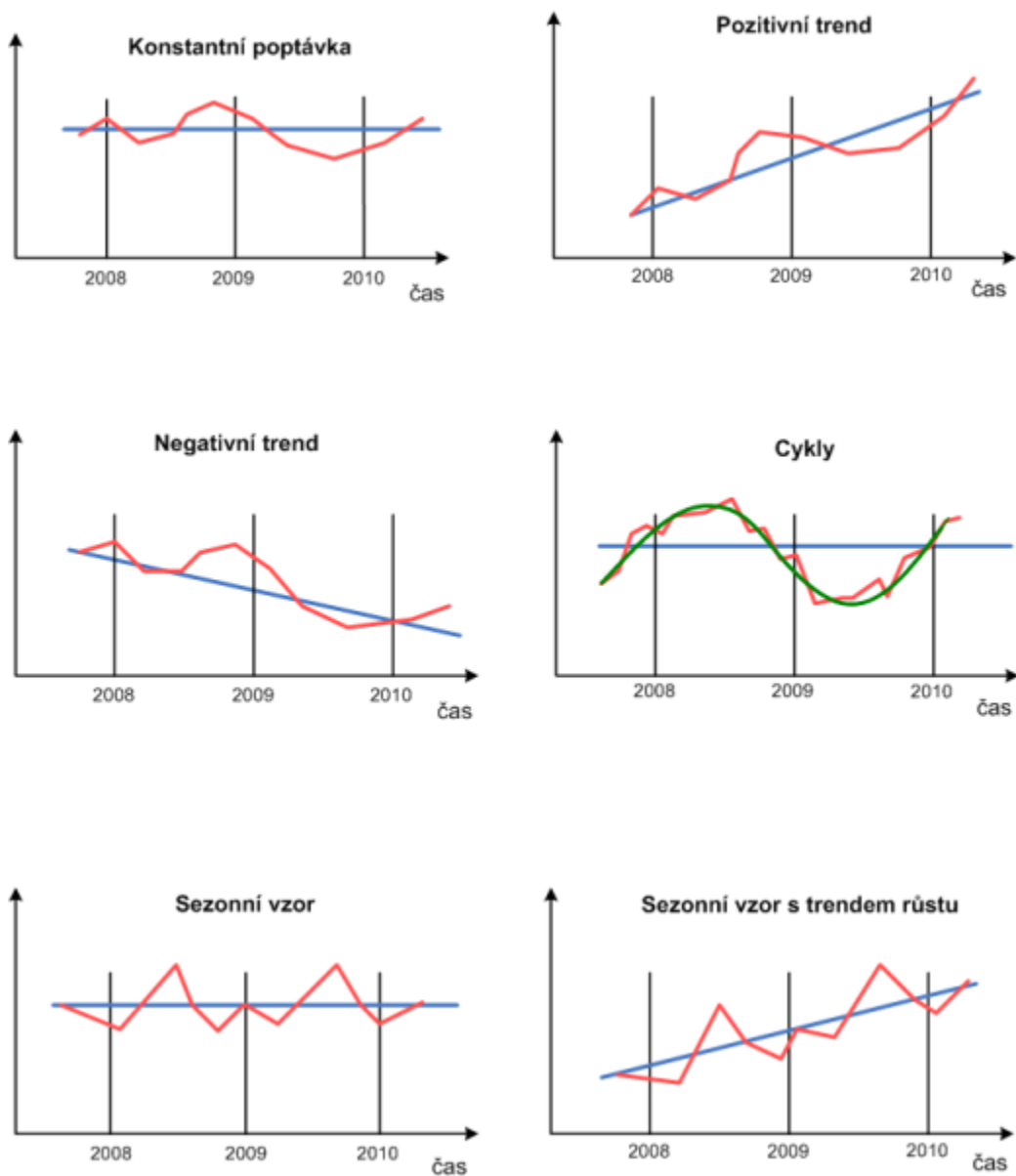
- konstantní,
- lineárně rostoucí nebo klesající,
- cyklický nebo sezónní,
- kombinaci různých trendů.

Velmi často se projevují další trendy:

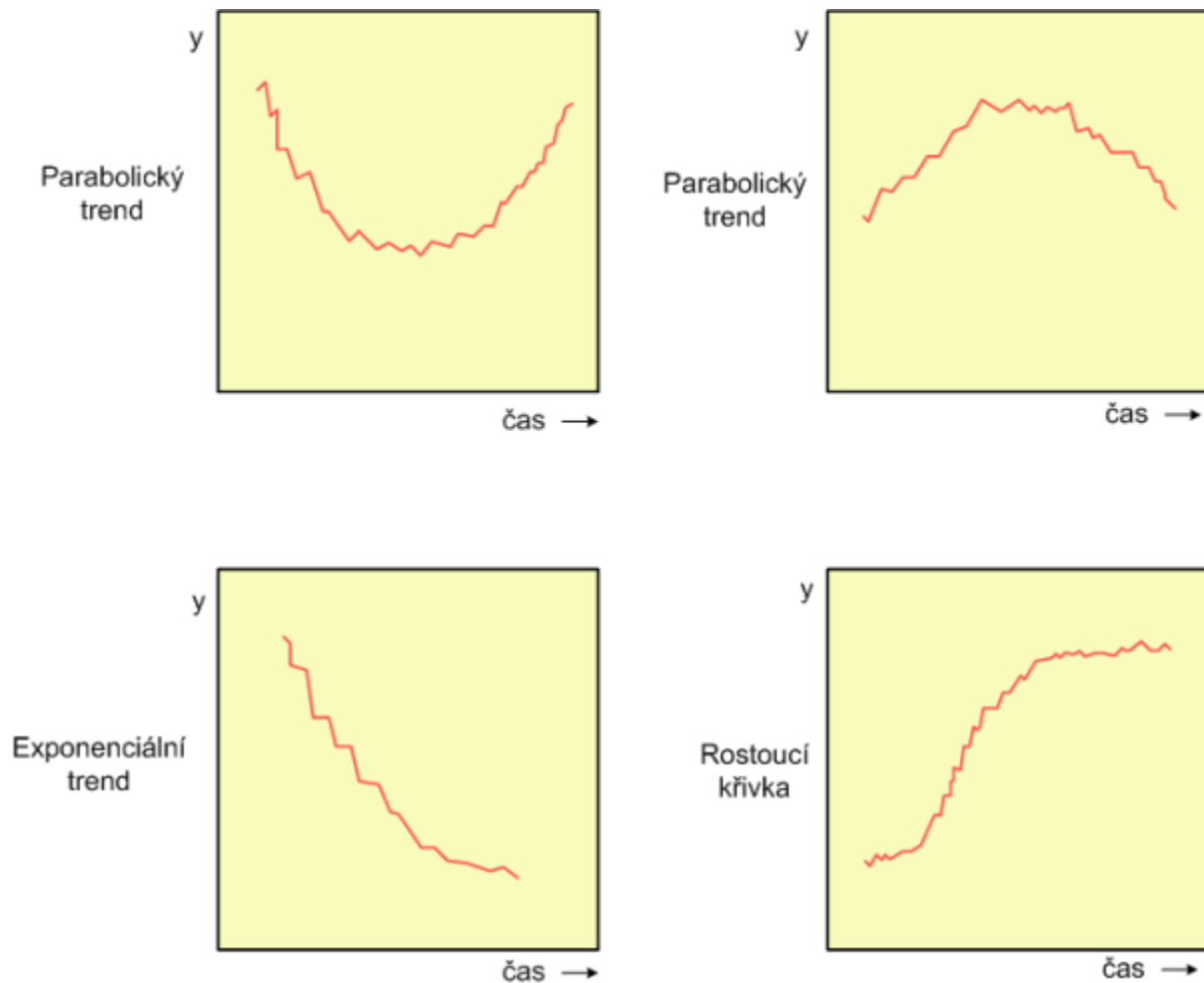
- exponenciální (rostoucí nebo klesající – obr. 2.13-3),
- parabolický trend,
- růstová křivka.

Mezi další jevy patří:

- nepravidelné odchylky,
- náhodné odchylky,
- skokové změny,
- čistě náhodné změny bez jakékoliv závislosti.



Obrázek 2.13-2 Trendy historických údajů

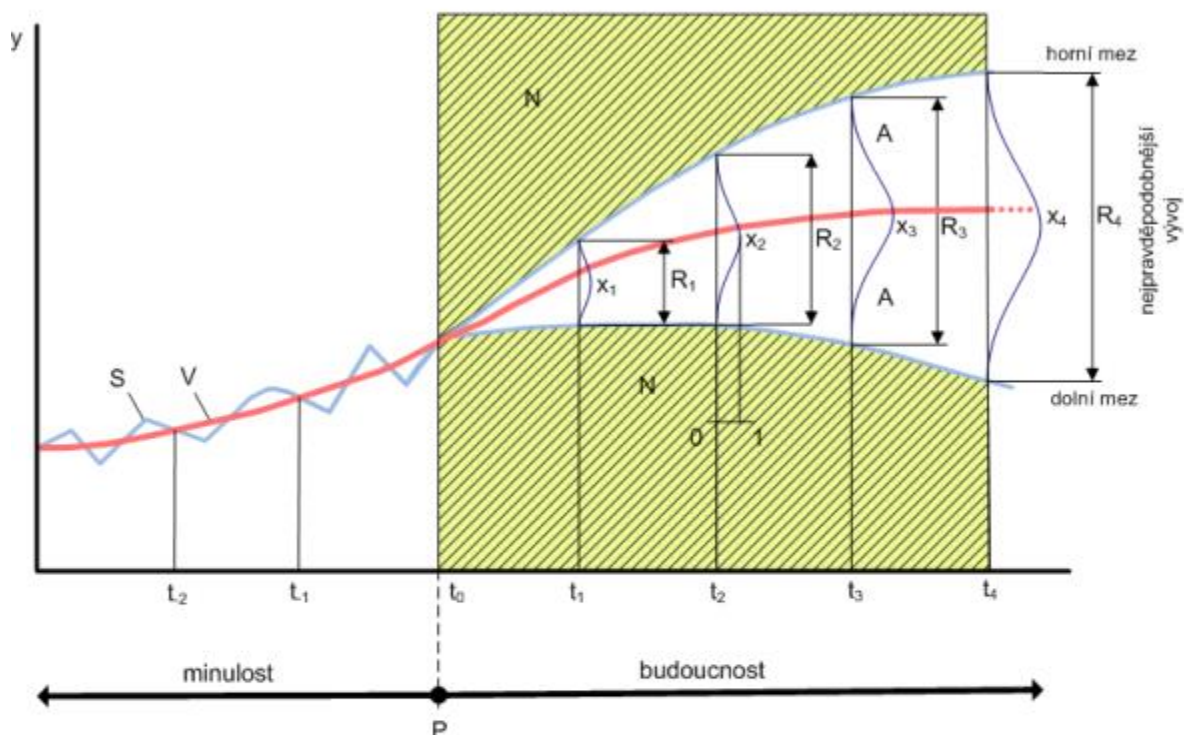


Obrázek 2.13-3 Parabolický, exponenciální a růstový trend
Zdroj [11]

Pravděpodobnost prognózy

Prognóza odvozená z historických dat nedává zcela jednoznačné řešení. Tato data jistým způsobem fluktuují (kolísají) a v budoucnosti se mohou vyskytnout další vlivy, které způsobí odchylku od předvídaného vývoje. Často se proto prognóza chápe statisticky s jistým pravděpodobnostním rozložením, nejlépe jako interval mezi horní mezí a dolní mezí odhadu. Podívejte se na obr. 2.13-4. Vidíte, že horní a dolní mez se do budoucnosti vzdalují, dlouhodobé prognózy jsou méně jisté.

Vývoj prognózovaného jevu z hlediska pravděpodobnosti



- P - rok zpracování prognózy
- N - nežádoucí oblast možného vývoje
- A - žádoucí oblast možného vývoje
- S - skutečný průběh
- V - vyrovnaní křivkou
- x_i - rozložení pravděpodobnosti budoucích stavů prognózovaného jevu v roce t_i
- R_i - rozpětí prognózy, tj. mezní vzdálenost mezi minimálním a maximálním budoucím stavem prognózovaného jevu v roce t_i – bude-li se vývoj odehrávat v takto vymezené oblasti, nedojde k nežádoucím následkům

Obrázek 2.13-4 Prognóza s pravděpodobností

Zdroj [21]

2.14 Řízení nákupu a skladů

V nákupu existují nemalé rezervy a ztráty. Pro jejich snížení, případně úplné odstranění je třeba správně položky klasifikovat a zacházet s nimi podle příslušného klasifikačního zařazení.

Cíle:

V článku se naučíte, jak se řídí nákup podle potřeby a podle spotřeby. Ukážeme si, co je ideální a co skutečný dodací cyklus, dále si představíme řízení dodávek s pevnými termíny objednání. Zároveň se naučíte klasifikovat nakupované položky podle tří různých kritérií.

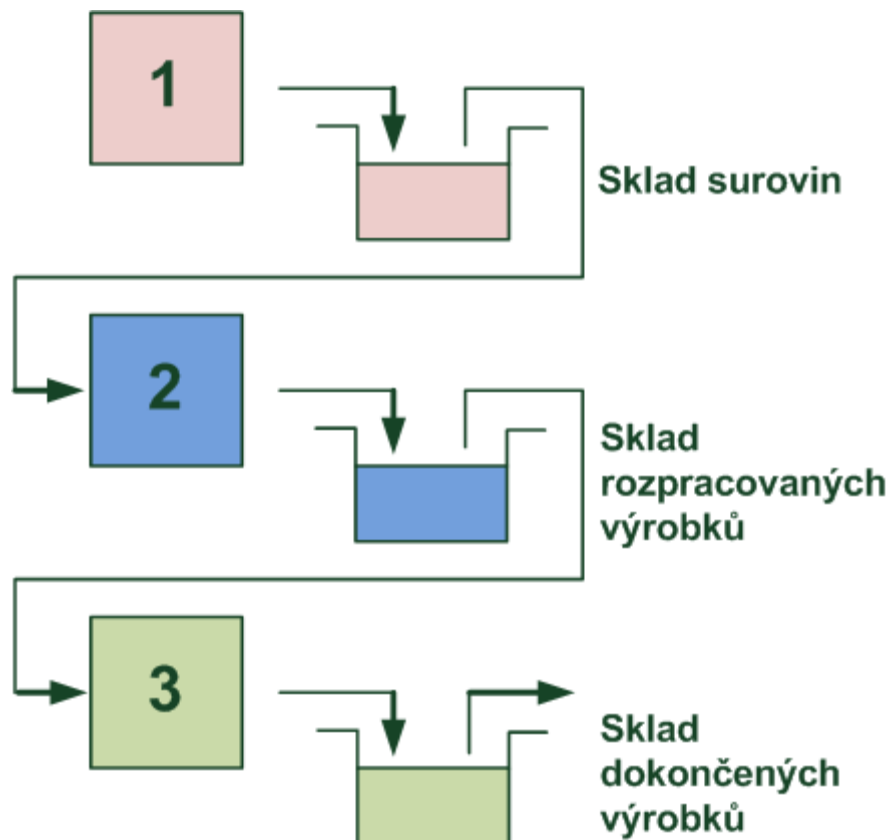
Klíčová slova:

Nakupované položky; Sklad; Zásoby; Pojistná zásoba; XYZ analýza; GMK analýza; ABC analýza;

Typy zásob v podniku

V podniku existují různé typy skladů (obr. 2.14-1); můžeme je rozdělit na:

- Sklady **surovin**, kde jsou skladovány materiály před zpracováním.
- Sklady **rozpracovaných výrobků**, v nichž se skladují materiály, které se ještě zpracovávají (výroba není dokončena), nazývané rovněž výrobními sklady.
- Sklady **dokončených výrobků**, v nichž se ukládají dokončené výrobky před jejich expedicí zákazníkům,
- Sklady nářadí, náhradních dílů, provozních prostředků.



Obrázek 2.14-1 Druhy zásob

Zásoby v podniku **snižují závislost na poruchy v dodávkách** materiálu a polotovaru, umožňují **množstevní slevy** při nákupu a chránit před **nárůstem cen** nakupovaných položek, **snižují kapacitní výkyvy**, vyrovnávají **cyklický a sezónní** poptávku, **snižují podíl přípravných časů**, umožňují **zkrátit dodací lhůty** a rychle **reagovat na předpokládané požadavky** zákazníka.

Na druhé straně představují **umrtvený kapitál**, **zvyšují náklady výroby**, vyžadují **skladovací plochy a mechanismy**.

Správně nastavit **velikost zásob** je jedním faktorů, které mají vliv na **úspěšnost** podniku.

Řízení nákupu

Efektivní zásobování **materiálem, surovinami, polotovary, díly** a dílčími **skupinami a podskupinami** má velký vliv na plynulost výroby a její ekonomickou úspěšnost. V principu je třeba řešit tyto úlohy:

- **co** nakoupit,
- **kolik** nakoupit,
- **kdy** nakoupit,
- **od koho** nakoupit.

Řízení nákupu musí:

- **sledovat** stav zásob k dispozici a na objednávkách,
- mít spolehlivou **předpověď** o požadavcích zahrnující odhad chyby předpovědi,
- znát **dodací doby** a odchylky od nich,
- rozumně odhadnout **skladovací náklady, objednávací náklady** a náklady plynoucí z **nedostupnosti materiálu**,
- umět klasifikovat položky na skladu.

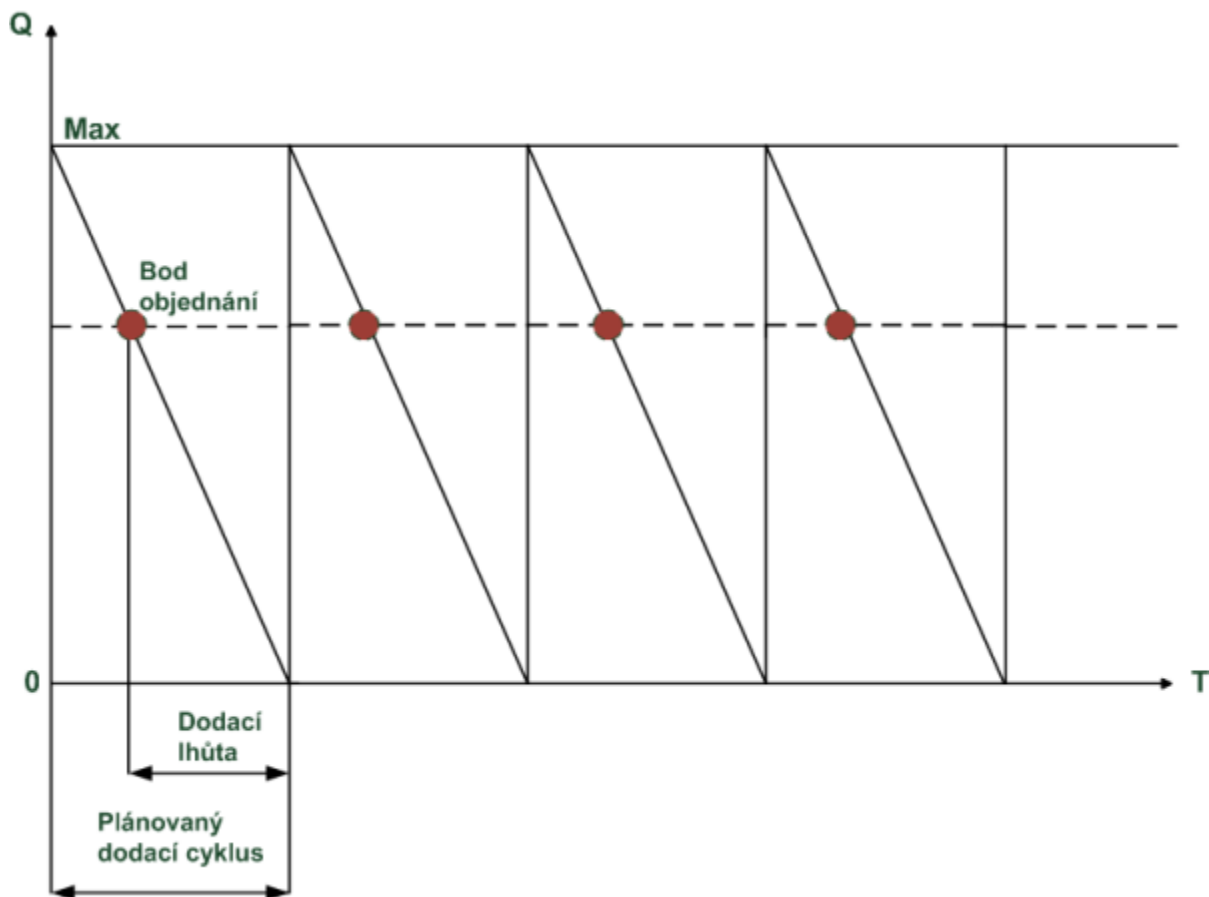
Plánování nákupu lze provádět dvěma základními metodami:

- podle **potřeby** (z kusovníku),
- podle **spotřeby** (extrapolací předchozího období).

Při plánování podle **potřeby** se na základě požadavku na odbytu (plánované a potvrzené konkrétní obchodní případy a předpovědi prodeje) a výrobních parametrů výrobků (strukturních kusovníků a technologických postupů) provádí výpočet potřebného množství vyráběných a nakupovaných položek. Takto určená tzv. **brutto** potřeba se porovná s aktuálním stavem skladu a potvrzenými objednávkami a vypočte se skutečná, tzv. **netto** potřeba. Tento způsob je vhodný pro kusovou a malosériovou výrobu a pro větší a dražší díly. Tento způsob si ukážeme při popisu MRP algoritmu.

Pro drobné a levné díly a ve velkosériové a hromadné výrobě se provádí nákup podle **spotřeby**. V principu lze provádět nákup pevného množství v různém čase nebo různého množství v zadávaných časových intervalech.

Na obr. 2.14-2 můžeme vidět ideální nákup **pevného množství** (tzv. Q systém). Předpokládáme pravidelnou **cyklickou** spotřebu. Celý diagram je pilového charakteru. Bod objednání je zvolen tak, aby při známé dodací lhůtě byl proveden příjem zboží v okamžiku, kdy jeho hodnota poklesne na nulu. V ideálním případě je plánovaný dodací cyklus konstantní.



Obrázek 2.14-2 Ideální dodací cyklus

Optimální velikost velikosti pevného množství:

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{2 \cdot D \cdot S / H}$$

D ...spotřeba za rok

S ... náklady na objednání

H ... náklady na skladování a vázané prostředky

Skutečný dodací cyklus se může od ideálního poněkud lišit. Spotřeba může **kolísat**. Je třeba, aby i při mírně zvýšené spotřebě nepokleslo dodané množství pod nulu. Je vždy nutné počítat s určitým **pojistným** množstvím, které je ochranou plynulosti výroby v případě mírně zvýšené spotřeby nebo při mírných skluzem dodání. Pro určení velikosti potřebného pojistného množství existují metody, které zahrnují vliv spolehlivosti dodavatele a dopravy, vliv fluktuační výrobní spotřeby a další vlivy.

Dalším parametrem, který je třeba zohlednit, je maximální **skladová kapacita**.

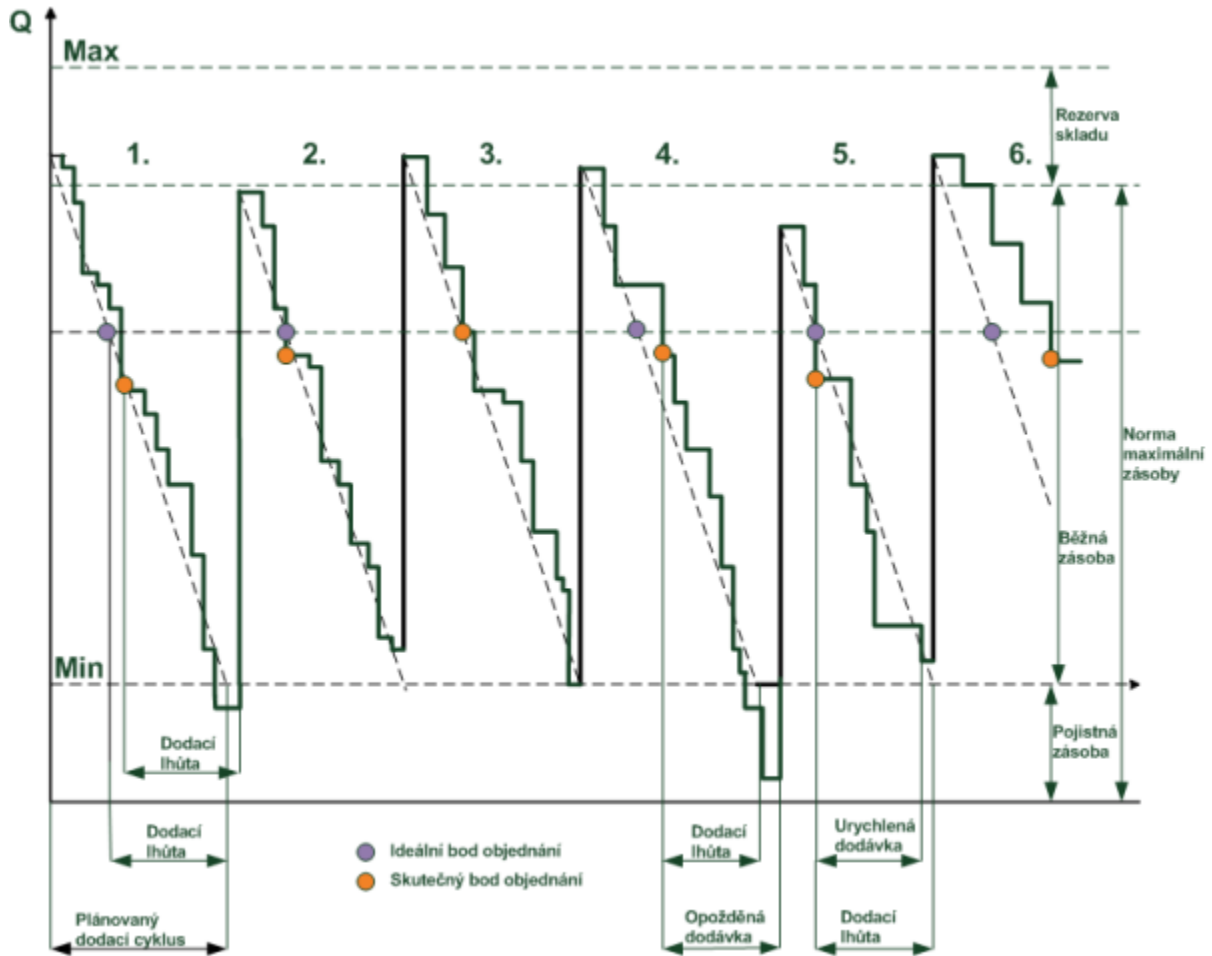
Normou zásob se rozumí průměrná hodnota na skladu, při ideálním dodacím cyklu je to polovina dodacího množství. Pokud se uvažuje pojistná zásoba, pak se připočítává do normy zásob.

Časová norma zásob je doba, po kterou vystačí při očekávané spotřebě norma zásob.

Norma zásob v peněžním vyjádření je násobek normy zásob a ceny za jednotku.

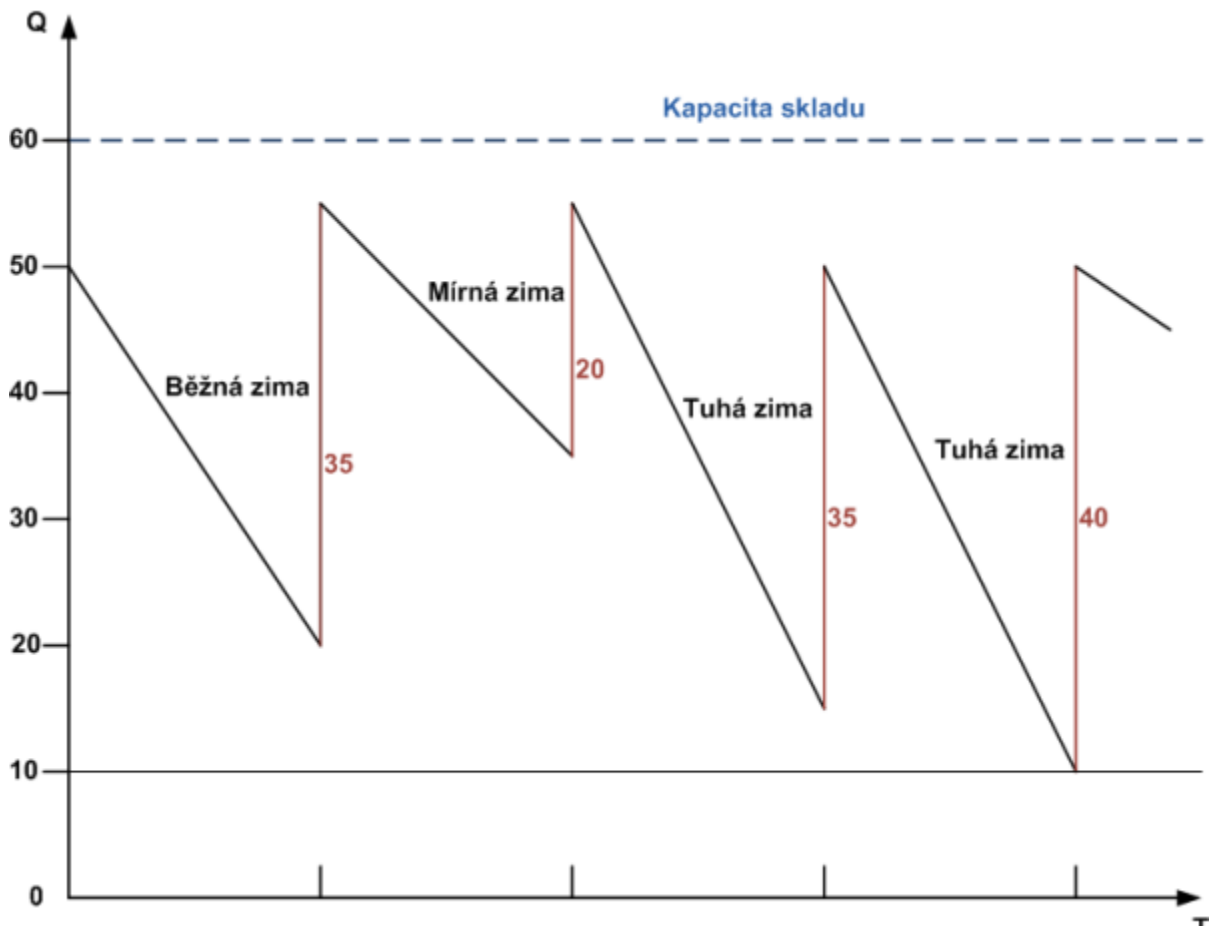
Na obr. obr. 2.14-3 vidíme skutečný průběh dodacího cyklu. Od ideálního se liší:

- kolísáním odběru kolem ideálního průběhu,
- kolísáním dodací doby,
- kolísáním velikosti dodávky.



Obrázek 2.14-3 Skutečný dodací cyklus

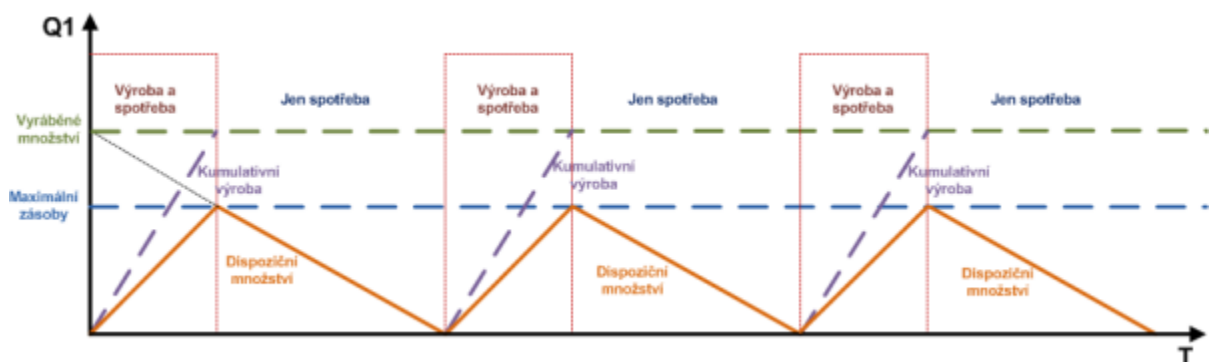
Na obr. obr. 2.14-4 můžeme vidět příklad dodacího cyklu s **pevnými termíny** objednání (tzv. P systém). Jedná se např. o dodávku paliva. Objednává se vždy na jaře podle spotřeby v minulém období. Opět je třeba respektovat maximální kapacitu skladu a určitou pojistnou zásobu pro případ extrémní zimy.



Obrázek 2.14-4 Nákup paliva

Souběh doplnění a odběru

Zatím jsme předpokládali dodávku v jednom okamžiku. Pokud **současně vyrábíme a spotřebováváme**, můžeme průběh velikosti zásob vidět na obr. obr. 2.14-5.



Obrázek 2.14-5 Souběh doplnění a odběru
Zdroj [6]

Rychlost doplňování je p a rychlost odběru je u ($p > u$).

Pokud by doplňování proběhlo bez současného odběru, pak by bylo na obrázku znázorněno přerušovanou modrou čarou (kumulativní výroba) se stoupáním p . Odběr bez doplňování by probíhal s klesáním u . Skutečný průběh je znázorněn hnědou lomenou čarou.

Velikost ekonomické dávky je potom upravena na:

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{2 \cdot D \cdot S / H} \cdot \sqrt{p / (p - u)}$$

Cyklus doplňování a spotřeby je Q_{opt} / u .

Čas doplňování (výroba a spotřeba) je Q_{opt} / p .

Maximální úroveň zásob je:

$$I_{\text{max}} = Q_{\text{opt}} / p \cdot (p - u)$$

Průměrná úroveň zásob je:

$$I_{\text{prům}} = I_{\text{max}} / 2$$

Pojistná zásoba

Položme si otázku, jak správně stanovit velikost pojistné zásoby.

Jak již bylo řečeno, pojistná zásoba ochraňuje výrobu před kolísáním spotřeby a nepravidelností dodávek, přičemž z ekonomického hlediska představuje vázaný neproduktivní kapitál. Stanovení její velikosti lze provést:

- **odhadem** ze zkušenosti,
- **simulací** na základě historických dat,
- **vzorcem** na základě historických dat na základě statistického modelu.

Vždy by se měli porovnávat náklady na vázané prostředky s případnými ztrátami způsobenými nedostatkem. Pojistná zásoba nepřepokládá zcela neobvyklé události (zemětřesení mimo seizmické aktivní oblasti, stoletou vodu, mimořádné mrazy a přívaly sněhu, teroristické útoky a válečný stav ve stabilních státech).

Odhad

Odhad na základě zkušenosti je nejobvyklejší formou stanovení pojistné zásoby. Obvykle je stanoven díky opatrnosti příliš vysoko, v provozu systému se sledují příslušná minima v různých obdobích. V případě, že je pojistná zásoba stanovena zbytečně vysoko, provádí se snížení. V případě, že zásoby vlivem obvyklých událostí dojdou, vyhodnotí se ztráty a pro budoucnost se pojistná zásoba zvýší.

Simulace

Přepokládejme, že máme agregované hodnoty spotřeby za uplynulá období (např. dny, týdny a měsíce) a známe skutečné velikosti a okamžiky dodávek. Většinou nás zajímá přesnější průběh stavu zásob – máme-li k dispozici agregované údaje za měsíce, pak nás zajímá, jak se vyvíjel stav zásob během dní, máme-li údaje za dny, zajímají nás hodiny.

Můžeme předpokládat, že v průběhu jednoho období, za něž máme spotřebu, byla spotřeba konstantní. Tím převedeme spotřebu z měsíce na dny (zanedbáme přitom volné dny) nebo na pracovní dny. Spotřeba

za dny převedeme na pracovní hodiny (např. dvousměnný provoz). Z výchozího stavu simulujeme přírůstky (příjmy na sklad) a úbytky (výdeje ze skladu) zásob a posléze odhadneme výchozí pojistnou zásobu. Výsledek simulace na závěr analyzujeme. Pokud se nebezpečně přiblížíme nule nebo se dokonce v simulaci dostaneme do záporných hodnot, je třeba zvýšit pojistnou zásobu, v případě zbytečně vysoké zásoby ji naopak snížíme.

Statistické vzorce

Uvažujeme statistický model. Pokusíme se odhadnout charakter rozložení odchylek od spotřeby a nepravidelnosti v zásobování. Pokud si nic vhodného nepředstavíme, můžeme uvažovat o Gaussovo rozložení. Výsledný vzorec nám udává, že s určitou pravděpodobností nedojde k vyčerpání zásob. Absolutní jistotu však v tomto případě nemáme nikdy.

Literatura [14] udává poměrně jednoduchý vzorec pro stanovení velikosti pojistné zásoby za předpokladu, že známe měsíční spotřebu v minulém roce, cyklus dodávek ve dnech a stejnou velikost všech dodávek. Přepokládá se, že roční spotřeba je rovna součtu dodávek za rok.

*Pojistná zásoba = (maximální cyklus dodávky – průměrný cyklus dodávky) * průměrná denní spotřeba + (maximální měsíční spotřeba – průměrná měsíční spotřeba) * průměrný cyklus dodávky/30*

První sčítanec je ochranou proti skluzu v dodání druhý sčítanec je ochranou proti fluktuaci spotřeby. Případně by bylo možné uvažovat ještě třetí člen, a to pravděpodobné zkrácení dodávky ze strany dodavatele.

Literatura [15] udává komplikovaný vzorec na základě směrodatných odchylek.

*Pojistná zásoba = SQRT(průměrný cyklus dodávky * SQR(směrodatná odchylka spotřeby) + SQR(průměrná spotřeba) * SQR(směrodatná odchylka cyklu dodávky))*

Současně se udává, že tato pojistná zásoba zajišťuje spotřebu pouze s pravděpodobností 84 %. Pro zajištění spotřeby s pravděpodobností 99 % je třeba pojistná zásoba zhruba 2.3 krát vyšší.

ABC analýza

Pro orientaci v širokém sortimentu materiálů a nakupovaných dílů, potřebných k zabezpečení strojírenské výroby, slouží metoda **ABC analýza** (obr. 2.14-6)

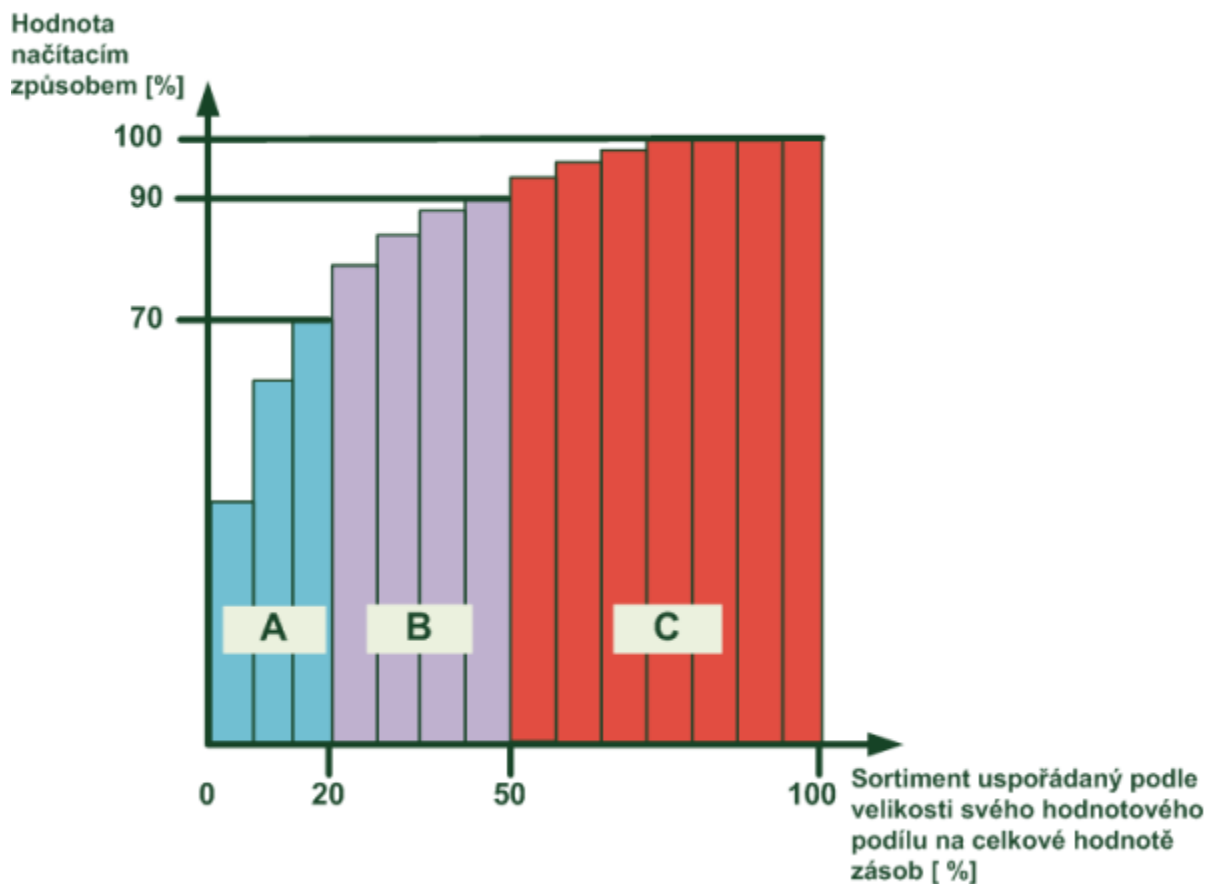
Tato metoda umožňuje rozřadit jednotlivé druhy materiálu a nakupovaných dílů na tři skupiny podle jejich významu pro ekonomiku podniku.

Materiály se seřadí sestupně podle hodnoty ve skladu nebo podle ročního obratu a posléze se provede kumulativní součet. Ukazuje se z praxe, že cca 20 % materiálů s nejvyšší hodnotou, popř. obratem představuje 80 % celkové ceny. Tyto materiály zařadíme do skupiny A.

Dalších 30 % doplní hodnotu na 95 %. Tyto materiály zařadíme do skupiny B.

Zbývajících 50 % materiálů se na celkové hodnotě podílí jen asi 5 %. Ty zařadíme do skupiny C.

Pro zásobování z toho plyne, že nejvýznamnější sortimentní skupině A je třeba věnovat největší pozornost z hlediska určení velikosti a frekvence dodávek a také z hlediska velikosti pojistné zásoby. Menší pozornost je možné věnovat skupině B a nejméně náročná na přesnost určení je skupina C.



Obrázek 2.14-6 ABC Analýza

Možná opatření pro položky A jsou:

- podrobnější pozorování a analýza trhu,
- přesné stanovení množství a kvality,
- systematické prověřování pořizovací ceny a kvality,
- volba spolehlivých a výkonných dodavatelů,
- rychlé vyrovnání účtů kvůli využití rabatu,
- přednostní sledování materiálů,
- neodkladná evidence příchodů a odchodů materiálů.

Pozorné sledování položek A prostřednictvím přesné analýzy a pozorování trhu vede k:

- vysokým materiálovým úsporám,
- minimalizaci skladovacích časů,
- optimalizaci průběžných dob.

Zjednodušené zacházení s položkami C vede k:

- velkorysému stanovení pojistných zásob,
- dohodám o souhrnných fakturách s dodavatelem,
- zjednodušení objednacích činností.

XYZ analýza

ABC analýza prováděla rozdělení materiálu a nakupovaných dílů podle jejich objemu nebo obratu.

XYZ analýza provádí rozdělení nakupovaných položek z hlediska možnosti předvídání jejich spotřeby.

X položky jsou položky s rovnoměrnou spotřebou a přesnou předpovědí jen s výjimečnými výkyvy (cca 50 %)

Y položky vykazují velké výkyvy ve spotřebě a střední přesnost předpovědi (cca 20 %)

Z položky jsou položky se zcela nepředvídanou spotřebou a nízkou přesností předpovědi (cca. 30 %)

X položky lze objednávat na přesné termíny (JIT), Y položky je možno objednávat s jistým odhadem také podle spotřeby a Z položky lze objednávat jen podle potřeby.

Kombinace ABC a XYZ analýzy

Kombinací ABC a XYZ analýzy vznikne celkem 9 klasifikačních skupin.

XA

- vysoká hodnota,
- vysoká přesnost předpovědi,
- rovnoměrná spotřeba.

XB

- střední hodnota,
- vysoká přesnost předpovědi,
- rovnoměrná spotřeba.

XC

- nízká hodnota,
- vysoká přesnost předpovědi,
- rovnoměrná spotřeba.

YA

- vysoká hodnota,
- střední přesnost předpovědi,
- kolísající spotřeba.

YB

- střední hodnota,
- střední přesnost předpovědi,
- kolísající spotřeba.

YC

- nízká hodnota,
- střední přesnost předpovědi,
- kolísající spotřeba.

ZA

- vysoká hodnota,
- nízká přesnost předpovědi,

- nepravidelná spotřeba.

ZB

- střední hodnota,
- nízká přesnost předpovědi,
- nepravidelná spotřeba.

ZC

- nízká hodnota,
- nízká přesnost předpovědi,
- nepravidelná spotřeba.

Zásadně se hodí položky AX, BX a AY pro synchronní objednávání (JIT). Naproti tomu musí být minimalizován rozsah objednávek pro malou hodnotu a nízkou přesnost předpovědi (položky CZ). Položky ležící mimo tyto skupiny by měly být posuzovány podle jednotlivých případů.

GMK analýza

GMK analýza se věnuje zejména logistickým aspektům. Klasifikuje dodávané objekty v závislosti na jejich objemech, popř. obtížné manipulovatelnosti a skladovatelnosti.

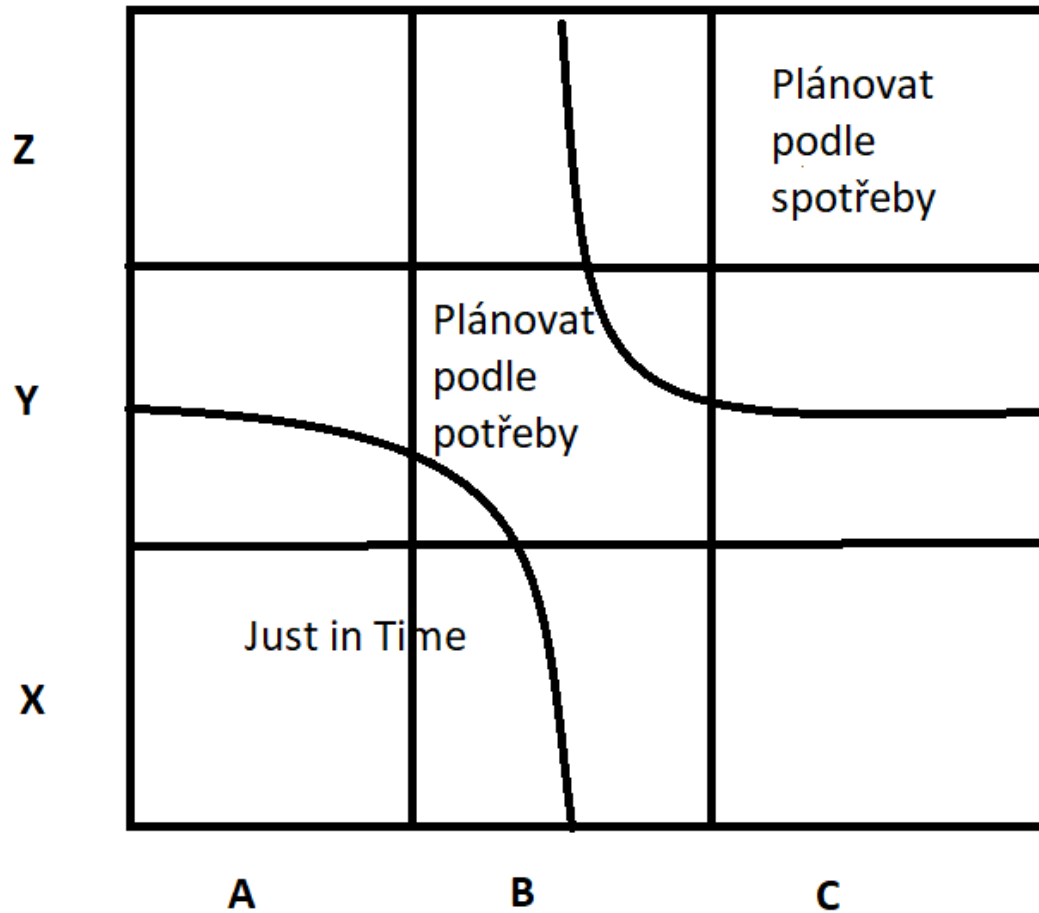
G-položky – velkoobjemové

M-položky – středně **objemové**

K-položky – maloobjemové

Nakupované G-položky vyžadují velkoobjemové transportní kapacity, zároveň však nízké náklady z nevyužitých transportních kapacit, takže jsou vhodné pro synchronní dodávky. Pokud ale vznikají kvůli omezené velikosti nákladů z nevyužitých transportních kapacit, snažíme se změnit snížení dodávané frekvence, tedy dodávat v cenově příznivějších transportních množstvích.

Kombinací všech tří analýz (ABC, XYZ a GMK) vznikne celkem 27 kategorií se specifickými požadavky na strategii jejich obsluhy.



Obrázek 2.14-7 Strategie plánování v analýze ABC-XYZ

Průběh nákupu

1. Zjištění potřeby plánovačem
2. Hlášení potřeby nákupčím
3. Zhromadnění potřeb nákupčím
4. Výběr dodavatelů
5. Poptávka
6. Srovnání nabídek
7. Volba nabídky
8. Objednávka – smlouva
9. Sledování objednávky na dodržení termínu a množství
10. Vyhodnocení dodavatele

2.15 Příklad: Určení parametrů zásobování pravidelné výroby

Stanovení správné normy zásob může podstatně snížit náklady výroby.

Cíle:

V tomto cvičení se naučíte stanovit normy zásob.

Klíčová slova:

Pojistná zásoba; Sklad; Zásoby;

Zadání:

Příklad 1.

Velikost pravidelné dodávky polotovaru A je 1400 ks. Dodávkový cyklus je 7 dnů a odpovídá výrobní spotřebě. Pojistná zásoba byla stanovena na 200 ks. Cena 1 ks je 30.- Kč.

Úkol:

1. Jaká je velikost průměrné denní výrobní spotřeby polotovaru A?
2. Jaká je norma zásob v ks?
3. Jaká je časová norma zásob?
4. Jaká je norma zásoby polotovaru A v peněžním vyjádření?

Příklad 2

Dodávky plechu tloušťky 5 mm používaných při výrobě chemických zařízení se pravidelně opakují ve 30denních intervalech. Velikost dodávky tohoto materiálu odpovídá jeho spotřebě výrobou za 30 dnů. Pojistná zásoba tohoto materiálu byla stanovena ve velikosti odpovídající spotřebě výroby za 10 dnů. Průměrná denní spotřeba tohoto materiálu ve výrobě je 2,3 t.

Úkol:

1. Vypočítejte maximální a minimální hodnotu zásob tohoto materiálu
2. Vypočítejte normu zásob tohoto materiálu v tunách
3. Vypočítejte časovou normu zásob tohoto materiálu
4. Nakreslete diagram průběhu stavu zásob tohoto materiálu s vyznačením charakteristických parametrů

Příklad 3.

Podnik pro svou pravidelnou výrobu potřebuje elektronickou součást označenou TZ12 v počtu 2500 ks za rok. Náklady na vyřízení jedné dodávky byly vyčísleny na 100.- Kč. Náklady spojené se skladováním 1 ks této součásti po dobu 1 roku a ztracený úrok z ceny této součásti vázané v zásobách po dobu 1 roku, byly vyčísleny na hodnotu 2.- Kč.

Úkol:

Navrhnete velikost pravidelné dodávky uvažovaných součástí, při které budou celkové roční náklady spojené se zásobováním a udržováním skladové zásoby součástí minimální.

Tipy pro řešení:

Příklad 3: Použijte obdobu Andlerova vzorce pro určení velikosti výrobní dávky.

Návrh řešení:

Příklad 1

Vydeme údaje uvedeného v zadání, že velikost pravidelné dodávky odpovídá výrobní spotřebě za dobu dodávkového cyklu. Průměrná denní spotřeba se pak dá vyjádřit:

$s = q/t_D$... q velikost jedné dodávky polotovaru, v našem případě je to 1400 ks, t_D velikost dodávkového cyklu, v našem případě je to 7 dnů

Vyčíslíme:

$$s = 1400/7 = 200 \text{ ks / den}$$

Normou zásob nazýváme průměrnou hodnotu stavu zásob daného polotovaru. Ta se dá vyjádřit takto:

$$N_N = Z_P + 1/2 * q \dots Z_P \text{ velikost pojistné zásoby, v našem případě je to 200 ks}$$

Vyčíslíme:

$$N_N = 200 + 1/2 * 1400 = 900$$

Časová norma zásob je časový interval, za který se při průměrné výrobní spotřebě úplně spotřebuje norma zásob.

$$N_T = N_N / s$$

Vyčíslíme:

$$N_T = 900 / 200 = 4,5 \text{ dne}$$

Norma zásob v peněžním vyjádření představuje celkovou cenu toho množství polotovaru, který představuje normu zásob v kusech.

$$N_P = N_N * c \dots c \text{ jednotková cena sledovaného polotovaru, našem případě je to 30.- Kč}$$

$$N_P = 900 * 30 = 27000. - \text{ Kč}$$

Interpretace:

Při uvedeném způsobu zásobování je velikost vázaných peněžních prostředků v zásobách polotovaru A 27 000,- Kč.

Příklad 2.

Řešení je obdobné jako v příkladu 1.

Příklad 3.

Úkol lze řešit výpočtem optimální velikosti dodávky podle Andlerova vzorce.

$$q_{opt} = \sqrt{2 * n_O * Q / n_S}$$

q_{opt} – optimální velikost dodávky,

n_0 – náklady na vyřízení jedné dodávky, v našem případě je to 100.- Kč.

Q – roční hodnota spotřeby součástí, v našem případě 2500 ks

n_s – náklady spojené se skladováním 1 ks součásti po dobu 1 roku a ztracený úrok z ceny součásti vázané v zásobách po dobu 1 roku, v našem případě 2.- Kč.

Vyčíslíme:

$$q_{opt} = \sqrt{2 \cdot 100 \cdot 2500 / 2} = 500 \text{ ks}$$

Počet dodávek za rok:

$$n = Q/q_{opt} = 2500/500 = 5$$

Optimální dodávkový cyklus:

$$t_0 = T/n = 265/5 = 73 \text{ dnů}$$

Interpretace:

Navrhujeme odesílat objednávky součástí TZ12 na 500 ks pravidelně po 73 dnech, celkem pětkrát do roka.

2.16 Příklad: Výpočet pojistné zásoby

Správná pojistná zásoba ochraňuje výrobu před:

- kolísáním spotřeby
- kolísáním dodacích lhůt
- a kolísáním dodacího množství.

Cíle:

V tomto cvičení se naučíte, jak stanovit pojistnou zásobu při fluktuující spotřebě i fluktuujícím termínu dodávky.

Klíčová slova:

Pojistná zásoba; Sklad; Zásoby;

Zadání:

Výpočet pojistné zásoby

Vypočtete pojistnou zásobu pro zadaný příklad. Předpokládáme celkem 9 dodávek materiálu za rok. Kolísá jak spotřeba, tak termíny dodávek. Velikost dodávky je konstantní.

Pojistná zásoba												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Spotřeba	36	40	40	40	30	44	32	40	40	30	40	32
Den v roce:	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334	365
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Cyklus dodávky	40	50	37	45	36	51	31	38	37			
	40	90	127	172	208	259	290	328	365			

Obrázek 2.16-1 Pojistná zásoba – zadání

Návrh řešení:

Odhad

Celkem za minulý rok se potřebovalo 444 tun materiálu. Můžeme přepokládat 9 dodávek, tedy dodávku po 50 tunách. Spotřeba překračuje průměr max. o asi 20 %, termíny dodávek asi max. 15 procent. Nezdá se, že by se kumulovaly skluzy dodávek a spotřeba do jednoho období, tedy se budou asi vzájemně eliminovat. Volíme pojistnou zásobu ve výši poloviční dodávky, což je cca 5–6 % roční spotřeby.

Simulace

Napíšeme jednoduchý simulační program za předpokladu, že v každém měsíci je jiná, ale rovnoměrná spotřeba. Jako výchozí stav vezmeme hodnotu 75 (velikost dodávky + odhadnutá pojistná zásoba).

```
program sklady;

{$APPTYPE CONSOLE}

uses
  SysUtils;
type
  TStav      = array[0..365] of real;
  TSpotreba  = array[1..12] of integer;
  TInterval  = array[1..9] of integer;
  TMesice    = array[1..12] of integer;
var
  Stav, Celkem: TStav;
  Spotreba: TSpotreba;
  Interval: TInterval;
  Mesice : TMesice;
  uk,mes,i:integer;
  t:textfile;
begin
  Spotreba[1] := 36;
  Spotreba[2] := 40;
  Spotreba[3] := 40;
  Spotreba[4] := 40;
  Spotreba[5] := 30;
  Spotreba[6] := 44;
  Spotreba[7] := 32;
  Spotreba[8] := 40;
  Spotreba[9] := 40;
  Spotreba[10] := 30;
  Spotreba[11] := 40;
  Spotreba[12] := 32;
  Interval[1] := 40;
  Interval[2] := 50;
  Interval[3] := 37;
  Interval[4] := 45;
  Interval[5] := 36;
  Interval[6] := 51;
  Interval[7] := 31;
  Interval[8] := 38;
  Interval[9] := 37;
  Mesice[1] := 31;
  Mesice[2] := 28;
  Mesice[3] := 31;
  Mesice[4] := 30;
  Mesice[5] := 31;
```

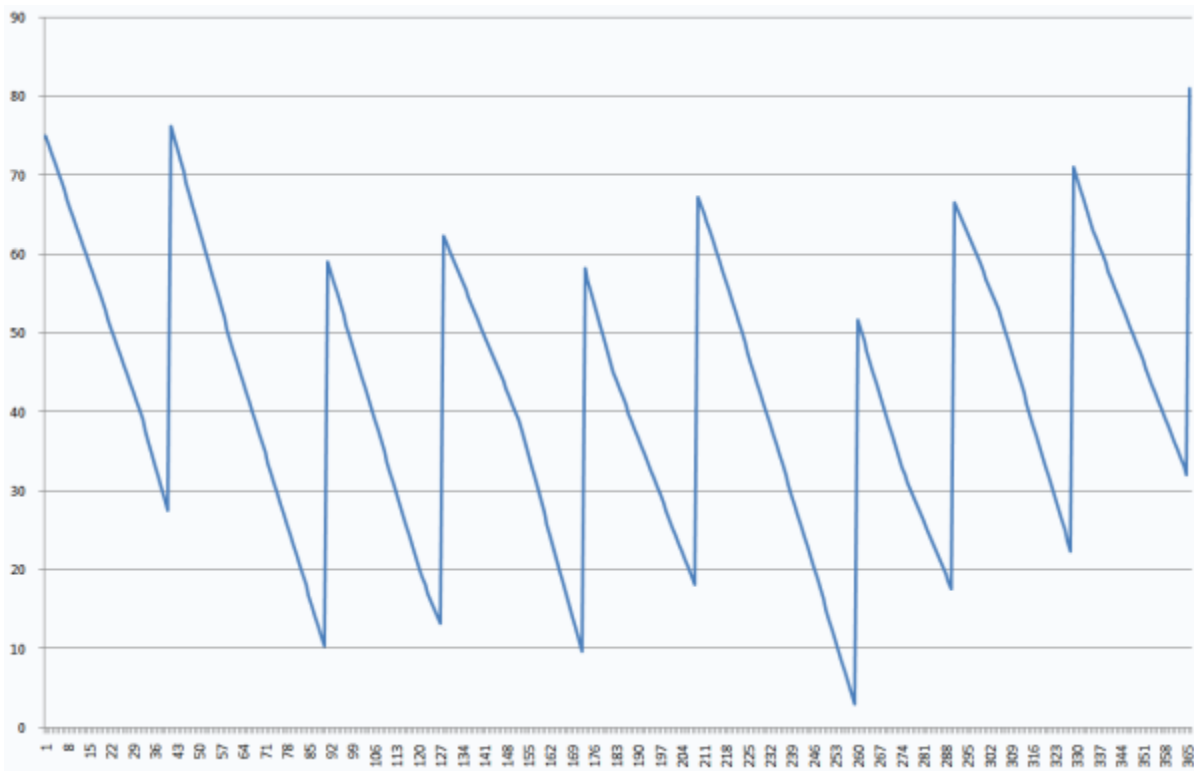
```

Mesice[6]      := 30;
Mesice[7]      := 31;
Mesice[8]      := 31;
Mesice[9]      := 30;
Mesice[10]     := 31;
Mesice[11]     := 30;
Mesice[12]     := 31;

uk := 0;
Stav[0] := 75;
for mes := 1 to 12 do
  for I := 1 to Mesice[mes] do begin
    inc(uk);
    Stav[uk] := - spotreba[mes]/Mesice[mes];
  end;
uk := 0;
for i := 1 to 9 do begin
  uk := uk + interval[i];
  Stav[uk] := stav[uk] + 50;
end;
celkem[0] := stav[0];
for uk := 1 to 365 do
  celkem[uk] := celkem[uk-1] + stav[uk];
assign(t,'sklady.prn');
rewrite(t);
for I := 0 to 365 do
  writeln(t, i:3,',',stav[i]:8:3,',', celkem[i]:8:3);
closefile(t);
end.

```

Výsledky převedeme do Excelu a zobrazíme do grafu.



Obrázek 2.16-2 Simulace pojistné zásoby

Vidíme, že pojistná zásoba 25 tun je dostačující, při pojistné zásobě cca 16 tun asi jednou nastane nedostatek materiálu.

Statistické vzorce

Dosažením do statistických vzorců obdržíme:

1. Pojistnou zásobu 22.17 tun
2. Pojistnou zásobu 22.77 tun

což je ve shodě se simulací.

Pojistná zásoba												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Spotřeba	36	40	40	40	30	44	32	40	40	30	40	32
Den v roce:	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334	365
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Cyklus dodávky	40	50	37	45	36	51	31	38	37			
	40	90	127	172	208	259	290	328	365			
Celková spotřeba za rok:	444											
Průměrná spotřeba za měsíc:	37											
Průměrná spotřeba za den:	1,22											
Maximální spotřeba za měsíc:	44											
Průměrný cyklus dodávky:	40,56 dní tj. 1,351852 měsíců											
Maximální cyklus dodávky:	51											
Pojistná zásoba podle [14]												
Odhad pojistné zásoby:	$(\text{maximální cyklus dodávky} - \text{průměrný cyklus dodávky}) * \text{průměrná denní spotřeba} +$ $(\text{maximální měsíční spotřeba} - \text{průměrná měsíční spotřeba}) * \text{průměrný cyklus dodávky}/30$											
Dosadíme:	22,17											
Pojistná zásoba podle [15]												
Odhad pojistné zásoby:	$2,3 * \text{SQRT}(\text{průměrný cyklus dodávky} * \text{SQR}(\text{směrodatná odchylka spotřeba}) +$ $\text{SQR}(\text{průměrná spotřeba}) * \text{SQR}(\text{směrodatná odchylka cyklu dodávky}))$											
(99% pravděpodobnost)												
Směrodatná odchylka spotřeba:	4,58											
Směrodatná odchylka cyklu:	0,21											
	// převádíme ze dní na měsíce, proto /30											
	// koeficient 2,3 určen z tabulek pro dosažení 99 % spolehlivosti (Gauss rozdělení)											
Dosadíme:	21,77											
Poj zásoba ze simulace:	22											

Obrázek 2.16-3 Pojistná zásoba – výsledky v Excelu

Celkové výpočty a průběh simulace bez pojistné zásoby jsou v Excelu.

2.17 Náběhové křivky výroby

Náběhové křivky patří mezi základní klasické způsoby zjišťování kapacitní a termínové průchodnosti obchodních případů.

Cíle:

V tomto článku se dozvíte, co jsou náběhové křivky zakázky a jak pomocí nich lze rychle zjistit její kapacitní průchodnost.

Klíčová slova:

Plánování výroby; Střednědobé plánování; Krátkodobé plánování; Náběhové křivky;

Určení kapacitní průchodnosti zakázky

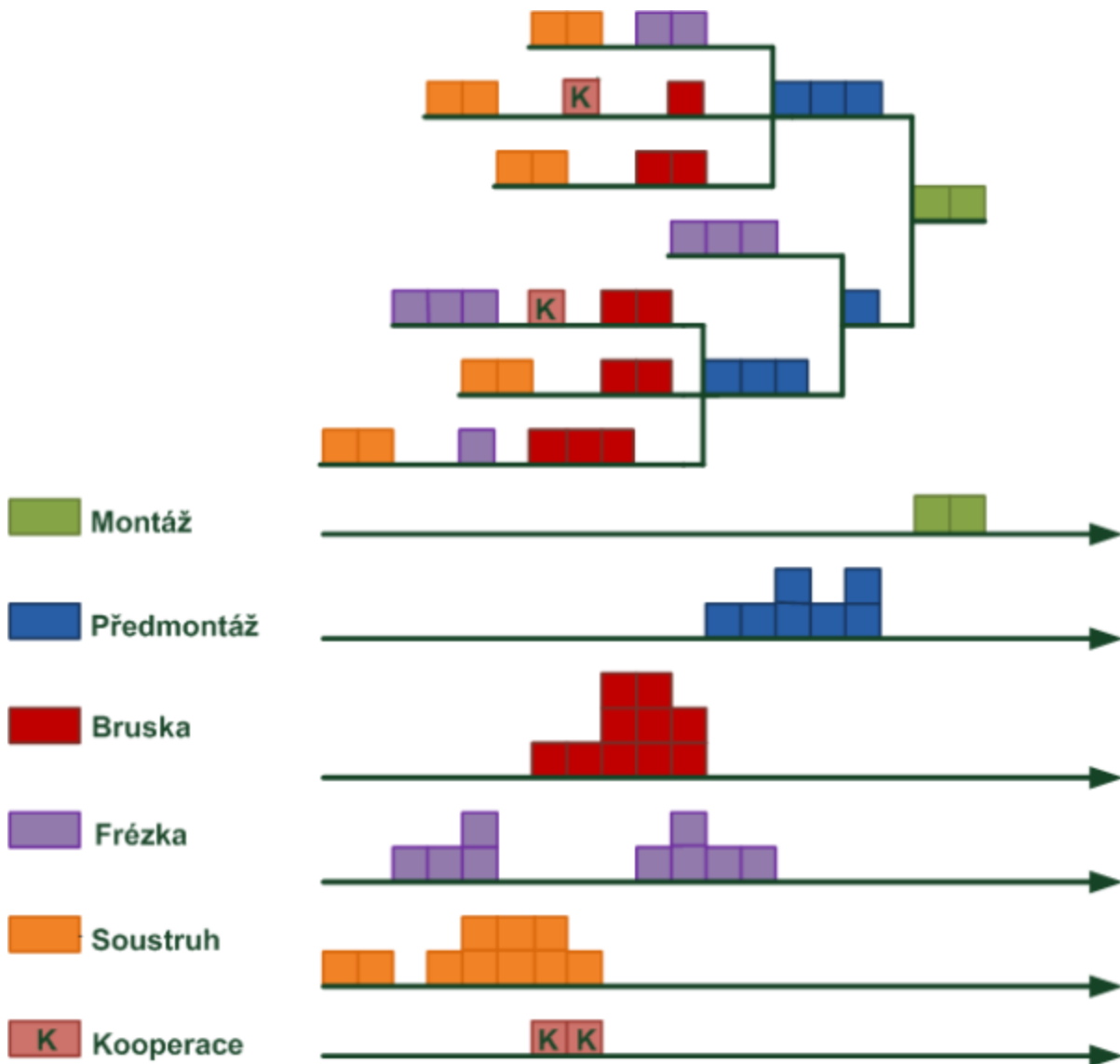
Určitou metodou, jak zjistit kapacitní průchodnost zakázky podnikem, jsou **náběhové křivky** (obr. 2.17-1). Tato metoda patří mezi metody **agregovaného plánování**. V agregovaném plánování nejde o jednotlivé operace, nýbrž o celé skupiny operací rozdělených na skupiny výrobních zdrojů v hrubém časovém předstihu. Podstatou agregovaného plánování je **hrubý kapacitní propoččet** na kritická pracoviště (skupiny pracovišť).

Z představy kusovníkového rozpadu a rozdělení termínu jednotlivých operací v čase lze prostým součtem zjistit, jak budou kapacitně zatíženy skupiny pracovišť. Pro každou skupinu pracovišť lze vytvořit křivku kapacitních potřeb. V praxi jsou takto plánovány jen nejdůležitější, tzv. **řídící díly**. Ostatní, tzv. **drobné díly**, a nakupované položky nejsou touto metodou plánovány.

Z náběhových křivek jsou zřetelné požadavky na kapacity v předstihu před termínem dokončením zakázky. Posouváním konečných termínů vůči sobě lze provádět hrubé kapacitní srovnání.

Kapacitní křivky lze pro zjednodušení výpočtu modelovat převodem grafického vyjádření kapacit, např. počtem požadovaných normohodin v určité dekádě nebo týdnu. V případě, že požadavek na dílčí operaci (např. na montáž), překročí jednu dekádu nebo týden, je rozdělen do více částí.

Výhodou práce s výše popsanou představou náběhových křivek je, že ani kusovník ani technologické postupy nemusí být úplné, ani přesné, pouze stačí, aby obsahovaly podstatné části výrobku a kritické operace v technologických postupech.



Obrázek 2.17-1 Náběhové křivky

2.18 Vyrovnání zakázkových požadavků a kapacit

Požadavky obchodního oddělení a výroby se obvykle neshodují. Ukážeme si, jak je možné je hrubě vyladit za použití řízení poptávky a zásob.

Cíle:

V článku se naučíte, jak přesouvat kapacity v čase, jak podporovat jejich využití prostřednictvím vhodně rozpracované výroby, stimulací poptávky a plánem údržby.

Klíčová slova:

Plánování výroby; Střednědobé plánování;

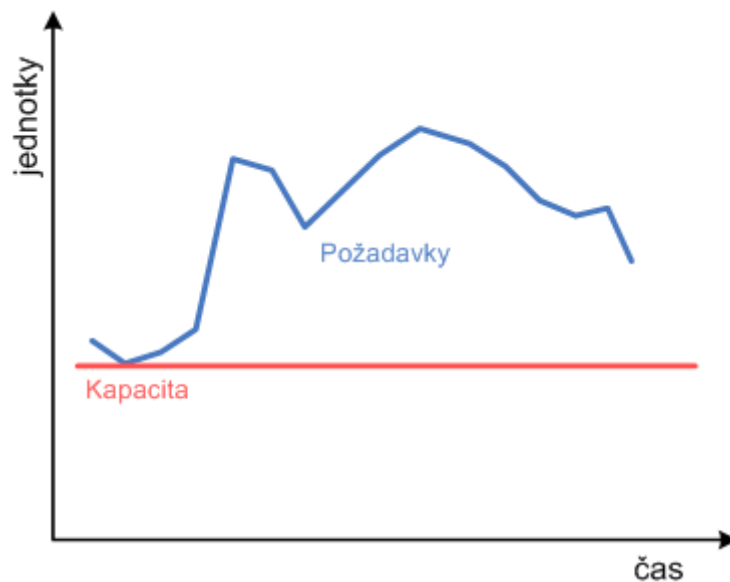
Extrémní přístup

Kolísání požadavků na kapacity v čase lze vyrovnat navýšením kapacity na předpokládané maximum požadavků (obr. 2.18-1).



Obrázek 2.18-1 Kapacitní plán 1

To je ovšem značně nevhodný přístup, nevyužité kapacity představují ztráty. Druhou extrémní možností je stanovení kapacit na minimální požadavky a odmítání dalších požadavků obchodního úseku (obr. 2.18-2). V tomto případě se jedná o hospodářství řízeného nedostatkem (např. válečné).



Obrázek 2.18-2 Kapacitní plán 2

Vyrovnění kapacit na průměrné požadavky

Podívejme se na obr. 2.18-3.

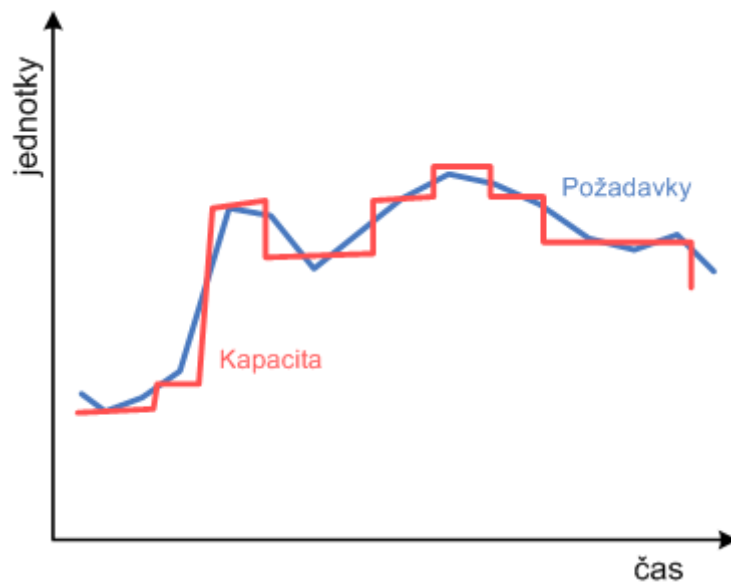


Obrázek 2.18-3 Kapacitní plán 3

V tomto případě můžeme v době nedostatku požadavků zvyšovat rozpracovanou výrobu.

Kapacitní plán sledující předpokládané požadavky

Na obr. 2.18-4. je situace, kdy lze požadavku na kapacity dopředu odhadnout (například v případě sezónních požadavků) a současně lze kapacity pružně přizpůsobovat.



Obrázek 2.18-4 Kapacitní plán 4

Další možnosti hrubého vyrovnání kapacit

Regulací poptávky

- kolísáním ceny – tímto způsobem se řeší například sezónní poptávky (výprodej, kolo štěstí)
- reklamní kampaně

Alternativními výrobky

Doplňkovou výrobou lze řešit sezónní kolísání (zahradní nábytek, hrabla a zábrany na sněh) nebo mezinárodní situaci (např. *Tři kamarádi* – změna výroby písmen na kulky a obráceně).

Plánovanou údržbou

Využití dovolených, svátků a víkendů.

Řízením objednávek na čas

Jedná se o princip uplatňovaných ve službách (autoservisy, lékaři, holiči).

Přesunem ze špičkového období na mimošpičkové

Opatření je velmi účinné v energetice (noční proud) a komunikacích (večerní a nedělní hovory na nízký paušál).

Zpožděním dodávek

Jedná se o nepopulární opatření, které může být pro podnik do budoucna nepříznivé.

2.19 Dílenské řízení výroby

Operativní plán je plněn ve výrobním systému – v oddělení, v dílně nebo v provozu. Dílenský management provádí opatření k jeho provedení.

Cíle:

V tomto článku se dozvíte, co je předmětem dílenského řízení a jaké jsou role dílenského managementu.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování; Plánování výroby;

Vymezení dílenského řízení výroby

Dílenské řízení výroby začíná **uvolněním** výrobních dávek a operací z operativního plánu, pokračuje **přidělením práce** na konkrétní uvolněné pracoviště, **registrací ukončení práce** (odepisování operací, uvolnění pracoviště), řízením **mezioperační dopravy**, předáním výrobní dávky na **kontrolu**, potvrzením dobrých kusů a zmetků, **kontrolou plnění úkolů** na pracovištích.

Z výroby se pořizují do informačního systému data (obr. 2.19-1).

OBJEKT DAT	DRUH DAT		
	kmenová data	zjišťovaná běžná	vznikající informace
personál	<ul style="list-style-type: none"> osobní číslo jméno středisko zaměstnanecký vztah mzdová skupina druh mzdy pracovní doba obsluha jednoho/ více strojů 	<ul style="list-style-type: none"> příchod, odchod začátek a konec nepřítomnosti údaje pro vyplacení prémie 	<ul style="list-style-type: none"> přehled osob přehled o přítomnosti/nepřítomnosti přehled o činnosti přehled hodin analýza nepřítomnosti stupeň využití času
stroje	<ul style="list-style-type: none"> číslo stroje označení stroje středisko kapacitní nabídka 	<ul style="list-style-type: none"> obsazení stroje začátek a konec poruch 	<ul style="list-style-type: none"> přehled o strojích přehledy o obsazení strojů
výrobní zakázky	<ul style="list-style-type: none"> číslo zakázky označení zakázky číslo dílů, které mají být vyrobeny počet kusů počet a číslo naplánovaných pracovních postupů popis postupů 	<ul style="list-style-type: none"> začátek, přerušení a konec postupů počet dobrých kusů data o jakosti uvolnění a hlášení dohotovení výrobních zakázek začátek a konec režijních zakázek 	<ul style="list-style-type: none"> přehledy o výrobních zakázkách přehled o průběhu zakázek
sklad	<ul style="list-style-type: none"> číslo skladové pozice skladované místo pojistná zásoba 	<ul style="list-style-type: none"> příchod a odchod ze skladu rezervace 	<ul style="list-style-type: none"> přehled o zásobách přehled o pohybu skladovaných položek

Obrázek 2.19-1 Pořizování dat z výroby

Role dílenského managementu

Plánovač

Plánovači jsou součástí plánování výroby v procesu tvorby operativního plánu výroby. Jen v nejsložitějších výroбах jsou plánovači zároveň součástí dílenského managementu.

Mistr

Mistr ve výrobě má dva úkoly:

- personální a technické vedení dělníků,
- výběr a přidělování práce na pracoviště.

Funkce mistra řídicího výrobu se projevuje v zadávání dílčích výrobních úkolů (výroba konkrétních součástí, montáž určitých skupin, celková montáž jednotlivých výrobků) dělníkům na příslušných pracovištích, a sice s takovými termíny zahájení a ukončení příslušných dílčích výrobních úkolů, jejichž splnění zabezpečí:

- splnění komplexního výrobního úkolu (zakázky) v kvalitě a termínu slíbeném zákazníkovi,
- rytmičnost (pravidelnost) výrobního procesu s racionálním využitím výrobních kapacit,
- nízké výrobní náklady.

Před vydáním výrobního příkazu, by měl mistr zkontrolovat a ve svém rozhodnutí respektovat kontrolou zjištěné skutečnosti v těchto oblastech:

- Připravenost výroby z hlediska **kompletnosti technické dokumentace** a výrobních dokladů.
- Zajištěnost výroby **výrobními činiteli** - tj. především:
 - kapacitami pracovníků příslušných profesí,
 - materiálem a nakupovanými díly,
 - kapacitami strojů a zařízení,
 - nářadím a výrobními pomůckami.
- Ostatní podmínky nutné ke splnění výrobního úkolu tak, aby za jeho splnění mohli pracovníci nést odpovědnost.

Dispečer

Výrobní dispečer se vyskytují ve složitějších výroбах. Zatímco role mistra spočívá především ve výběru a zajištění provedení operací v rámci svého výrobního střediska, role dispečera spočívá zejména ve sledování zajištění výroby materiálem, dodržení termínů a stanovení priorit jednotlivých výrobních dávek a společně s mistrem přidělování operací na skupiny strojů a konkrétní pracoviště.

Dispečerské řízení výroby spočívá především v zadávání dílčích výrobních úkolů v souladu s operativním plánem výroby, který je zpracován tak, že přesně určuje každému technologickému pracovišti obsahově i časově určené úkoly. Dispečer pak porovnává skutečný průběh výrobního procesu s plánovaným průběhem a zároveň přijímá rozhodnutí k odstraňování zjištěných odchylek od plánu – k obnově souladu skutečnosti s plánem.

Dispečer kooperací zajišťuje odchod na kooperace, sleduje termíny jejich plnění a návrat z kooperace.

Mistři s dispečery řeší společně kapacitní, termínové a poruchové problémy v rámci možností na jejich úrovni.

Na čele dílny stojí **vedoucí dílny** jako odpovědný pracovník za výrobní činnost dílny.

Výrobně dispečerský odbor

Výrobně dispečerský odbor se vnitřně člení na tato oddělení:

Oddělení operativního plánování výroby

Spolupracuje při zakázkovém řízení s ostatními odbornými útvary podniku, tj. s obchodním oddělením, oddělením technické přípravy výroby, oddělením zásobování atd. Zpracovává plán výroby a provádí rozpis tohoto plánu na výrobní úseky. Prověřuje plán výroby z hlediska kapacit, zajištěnosti materiálem a z hlediska ekonomických ukazatelů. Vydává příslušné výrobní příkazy.

Dispečerské oddělení

Zajišťuje úkoly určené operativním plánem výroby kontrolou připravenosti materiálu, nakupovaných dílů, polotovarů vlastní výroby, připravenosti nářadí atd. Sleduje využití kapacit strojů, zařízení a dělníků. Kontroluje časový průběh zakázek a sleduje splnění termínu jejich zakončení.

Oddělení kooperace

Zabezpečuje práci ve mzdě u externích výrobních podniků, tj. práci, kterou podnik nemůže provést vlastními silami z technologických, nebo kapacitních důvodů. Dále zajišťuje práce v kooperaci pro cizí výrobní podniky ve vlastním podniku v zájmu lepšího využití volných kapacit.

Oddělení řízení meziskladů

Zabezpečuje skladování rozpracovaných výrobků. Zajišťuje operativní evidenci nedokončené výroby. Plní funkci vyrovnávacího článku mezi útvary operativního řízení výroby a zásobování. Ve všeobecnosti lze říci, že náročnost a složitost operativního řízení výroby je závislá významnou měrou na typu výroby. Tato závislost se dá jednoduše vyjádřit takto: Nejmenší složitost v řízení vykazuje hromadná a velkosériová výroba. Nejnáročnější a nejsložitější je řízení kusové výroby.

3 Moderní přístupy k plánování a řízení výroby

Výroba se mění z nadbytku poptávky a nadbytek nabídky. Řízení výroby se stále více opírá o výpočetní techniku.

Cíle:

Cílem kapitoly je ukázat některé moderní metody plánování a řízení výroby. Naučíme se, jak se změnilo paradigma organizace, plánování a řízení výroby, ukážeme si podrobně, jak se provádí výpočet materiálových potřeb, řešení skluzů a kapacitních problémů.

Klíčová slova:

Japonské výrazy;

3.1 Logistické Y a typy výrob

Vztah mezi požadavky zákazníka a požadavky na efektivní výrobu není jednoznačný, závisí případ od případu.

Cíle:

V tomto článku se dozvíte, jak řešit rozpor mezi krátkou průběžnou dobou a specifickými požadavky zákazníka.

Klíčová slova:

Bod rozpojení; Logistické Y;

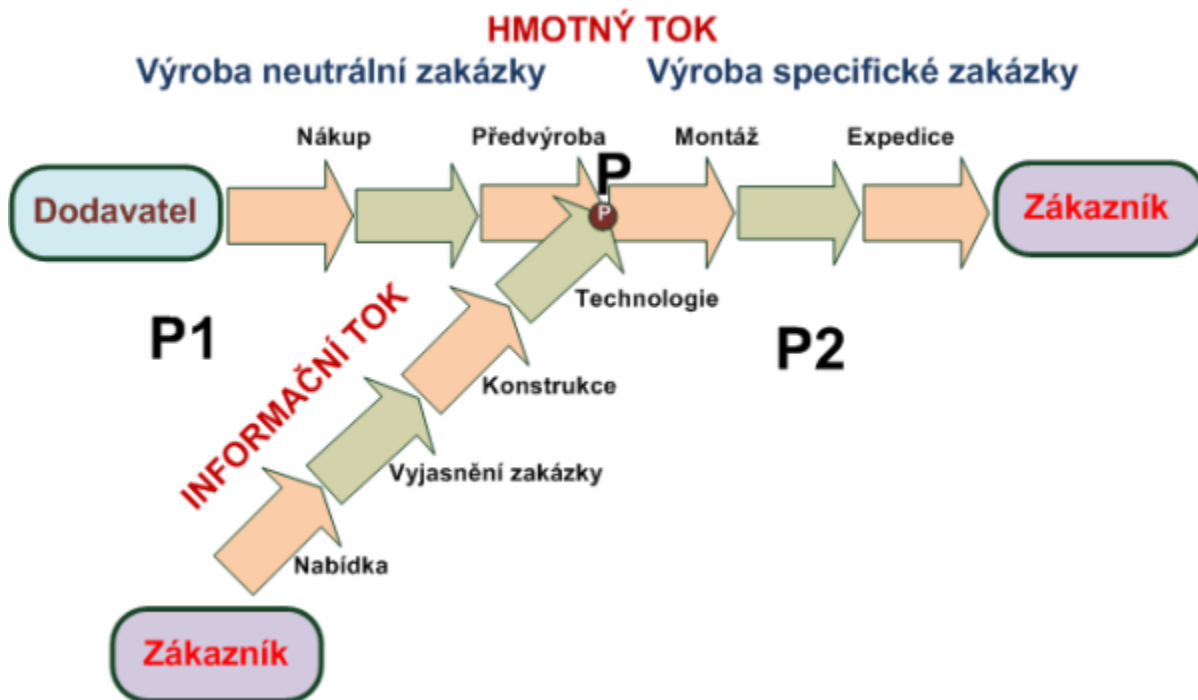
Logistické Y

Zákazník očekává ideální plnění svých rozporuplných požadavků:

- krátká dodací lhůta,
- bohatá specifikace jeho požadavků a přizpůsobení výrobku jeho konkrétním podmínkám.

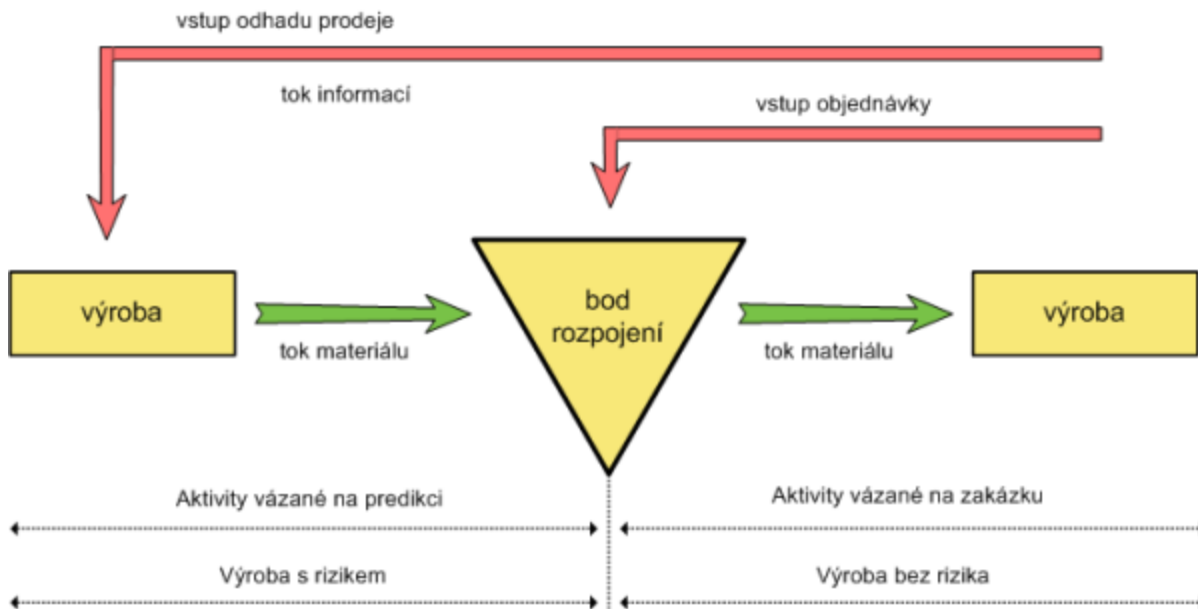
Je proto třeba pokud možno s předstihem nakupovat a vyrábět universálně použitelná díla a podskupiny a zákaznický specifické položky nakupovat a vyrábět s vysokou prioritou.

Logistické Y (obr. 3.1-1) je vyjádřením vztahu při utváření výrobního programu, kdy může jít zásadně o čistou orientaci na zákaznické objednávky nebo naopak na očekávání a předpoklady, event. smíšenou. Logistické Y svým tvarem právě ukazuje rozdělení hmotného toku na část výroby dle obecných předpokladů a část podle požadavků zákazníků. Pohyb bodu P (bod rozpojení objednávky) v logistickém Y vlevo znamená vyšší orientaci na zákazníka a vpravo vyšší univerzálnost výrobku.



Obrázek 3.1-1 Logistické Y
Zdroj: [1]

Bod rozpojení odděluje výrobu na základě předpovědi od výroby na základě objednávky (obr. 3.1-2).



Obrázek 3.1-2 Bod rozpojení
Zdroj [23]

Z tohoto pohledu rozlišujeme tyto typy výrob [27]:

MTS – Manufacturing to Stock – Výroba na sklad

MTS je **výroba na sklad**, včetně montáže, při které jsou v okamžiku přijímání rozhodnutí o zařazení výrobního plánu známy veškeré údaje o výrobku.

Tento model je vyvinut pro společnosti s nespojitou výrobou, které vyrábějí určité standardní výrobky na sklad. Může se jednat jak o výrobu malých, tak velkých objemů výrobků, např. výrobu oděvů, spotřební elektroniky, jízdních kol, kancelářských potřeb apod.

Znaky výrobce MTS jsou tyto:

- nespojitá výroba,
- výroba a prodej probíhá podle dlouhodobých plánů a prodejních předpovědí,
- plánování má svou hierarchii (hlavní plán, plán potřeb a plán výroby),
- plánovací funkce jsou orientovány hlavně na materiál při malých objemech výroby a na kapacity při velkých objemech výroby,
- úzké vztahy s dodavateli, JIT,
- výběr sortimentu je velmi provázán s vývojem a marketingem,
- klíčové jsou předpovědi prodeje a plánování strategické úrovně zásob.

ATO – Assembly to Order – Montáž na zakázku

ATO je **montáž na zakázku** a představuje využití stávajících jednoúrovňových kusovníků pro zajištění plánování a řízení.

Tento model je určen především podnikům působícím v elektronickém průmyslu. Mezi základní vlastnosti tohoto průmyslu patří jeho enormní dynamičnost, krátké životní cykly výrobků, vysoká konkurence, silná míra inovace, krátký čas existence výrobku na trhu, výrazná globalizace trhu, rostoucí složitost výrobků, vysoká míra služeb zákazníkům.

Výrobce ATO lze popsat následujícími znaky, které také podporuje model:

- krátká doba potřebná k realizaci finální montáže,
- modul arita výrobků, výroba se orientuje podle potřeb a požadavků zákazníků,
- standardizace součástí,
- hierarchie v plánování, podpora hlavního plánu, plánu potřeb a produkčního plánu,
- plánovací funkce jsou zaměřeny spíše na materiál než na kapacity,
- větší závislost na dodavatelích a užší vztahy s dodavateli, důraz na JIT (Just in Time),
- důraz na řízení kvality, servis a zákaznickou podporu.

ETO – Engineer to Order – Vývoj na zakázku

ETO je **vývoj a výroba na zakázku**. Jedná se o jeden z nejobtížnějších aplikací, protože výroba je plánována a řízena na základě dokumentace, která vzniká na základě postupné specifikace, tzn. souběžné je dokončována datová podoba kusovníku i technologického postupu.

Tento model je určen podnikům ve strojírenském a těžkém průmyslu, které vyvíjejí produkty podle požadavků zákazníků, které mají vlastní vývojové oddělení, výrobu, instalační oddělení a oddělení údržby. Tento model je ještě rozšířen o tzv. PDM (Product Data Management) modul. Toto rozšíření podporuje firmu při vývojové činnosti.

Znaky výrobce ETO:

- čas potřebný na uskutečnění projektu není předem daný,
- nutnost reagovat na průběžně se měnící specifikace produktu v průběhu definice projektu,
- plánovací funkce jsou zaměřeny na materiál i na kapacity,

- využití rozhodovacích procedur vyráběj/nakupuj (make/buy),
- trend k outsourcingu částí projektu,
- časté výkyvy disponibilních peněžních prostředků,
- téměř všechny materiál se nakupuje podle specifikací a požadavků zákazníka.

MTO – Manufacturing to Order – Výroba na zakázku

MTO je **výroba na zakázku** již realizuje výrobu dle víceúrovňové struktury výrobku. Jejich finální tvar může být generován dle přání zákazníka případně za jeho přímé účasti pomocí tzv. konfigurátorů produktů. Tento model je kompromisem mezi ETO a ATO.

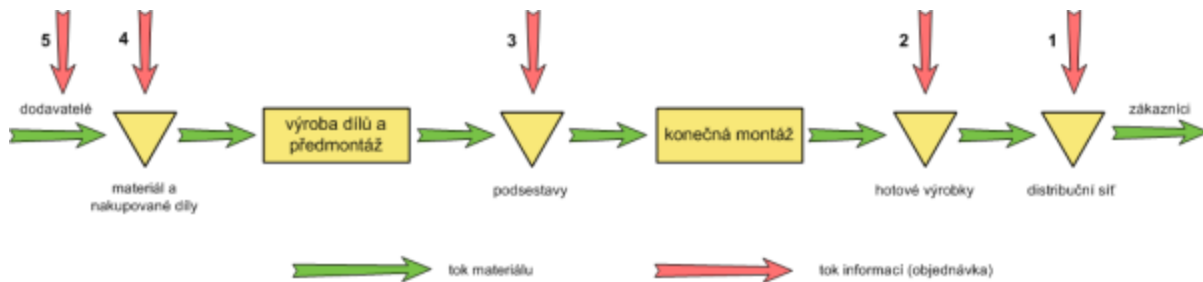
BPM – Batch Process Manufacturing – Dávková procesní výroba

Model byl vyvinut pro podniky vyrábějící dávkovou procesní výrobou, tedy velké série výrobků ve výrobních dávkách. Jedná se o výrobky denní potřeby, např. nápoje, jídlo, kosmetika, drogistické zboží.

Hlavními znaky tohoto druhu výroby jsou:

- krátké výrobní cykly výrobku, množství produkce přímo závisí na marketingu,
- suroviny, meziprodukt a konečný produkt musí být často kontrolovány pro svou omezenou dobu trvanlivosti,
- vstupující materiál je často velmi levný,
- výroba a balení probíhají v řízené výrobní lince,
- plánování produkce je zaměřeno především na kapacity,
- velké nároky na výstupní kvalitu jsou důvodem pro časté inspekce kvality,
- úzké vztahy celého produkčního řetězce podmíněné krátkou dobou použitelnosti surovin a výrobků.

Tyto jednotlivé typy výrob a jejich vztah k bodu rozpojení můžete vidět na obr. 3.1-3.



Označení	Poloha bodu rozpojení	Základní logistická struktura
BR1	Ve skladech distribuční sítě	Výroba a expedice na sklad
BR2	Ve skladu hotových výrobků	Výroba na sklad
BR3	Ve skladu montážních komponent	Montáž na zakázku
BR4	Ve skladu surovin a nakupovaných dílů	Výroba na zakázku
BR5	Mimo podnik (u dodavatelů)	Nákup a výroba na zakázku

Obrázek 3.1-3 Základní polohy bodu rozpojení

3.2 Plánování materiálových požadavků (MRP)

MRP je spojováno s výpočetní technikou a složitými informačními systémy, nicméně jednoduchý výrobek můžeme v požadovaném čase a množství plánovat i ručně nebo s použitím Excelu. Plánování je založeno na dispozičním stupni výroby, postupujeme od vrcholového výrobku k nakupovaným dílům.

Cíle:

V tomto článku se naučíte princip plánování materiálových požadavků. Pochopíte rozdíl mezi dispozičním a výrobním (montážním) stupněm výroby.

Klíčová slova:

Plánování výroby; Plánování zakázky; Plánování materiálových požadavků; Krátkodobé plánování;

Princip plánování materiálových požadavků

Princip automatického plánování materiálových požadavků pochází ze šedesátých let minulého století. Je rozdíl, zda se jedná o kusovou nebo sériovou výrobu. Zatímco u kusové výroby jsou obvykle vstupem do plánování konkrétní obchodní případy, u sériové výroby jsou to obecně prognózy a marketingové požadavky. Konkrétní obchodní případy a prognózy tvoří **hlavní plán výroby (MPS)**.

Definice MRP

Plánování materiálových požadavků (MRP) je metodika plánování materiálů vyvinutá v roce 1970 s využitím výpočetní techniky. Hlavní rysy MRP je vytvoření požadavků na materiál prostřednictvím rozpadu kusovníků, a časového posunu požadavků pomocí průměrné lhůty dodání. MRP II byl vyvinut jako druhá generace MRP, a to představuje systém uzavřené smyčky: plánování výroby odvozené z **hlavního plánu výroby (MPS)**, který řídí plán materiálu, který je vstupem do kapacitního plánu.

Zpětnovazební smyčky zajišťují vstup do nižší úrovně jako **rekurzivní** proces. MRP techniky v podstatě řídily rozvoj standardního softwarových balíčků řízení výroby s využitím integrované databáze. Tyto systémy se vyvinuly do toho, co je nyní známo jako systémy **Plánování podnikových zdrojů (ERP)**.

V **Plánování výrobních zdrojů (MRP II)** jsou prognózy kombinovány a přizpůsobeny objednávkám zákazníků a jsou zdrojem modulu hlavního plánu. Jakmile je nastaven hlavní plán, proces MRP rozpadá kusovníky, obvykle přes noc nebo o víkendech, a vytváří požadavky na materiály. Požadavky na materiál jsou zdrojem pro modul **plánování kapacit**, který testuje plán vytvořený MRP proti současným kapacitám. Tato zpětná vazba smyčka vytvoří dvě alternativy: **zvýšení kapacity** nebo **úpravu hlavního plánu**. Započtení disponibilních zásob a rozpracované výroby je zahrnuto jako regenerativní proces.

Problémy

Plánování potřeb materiálu jakékoliv generace předpokládá **jemně vyladěný systém dat**, což se stává zřídka. Funguje také na základě průběžné (dodací) lhůty, což je chybný předpoklad, protože jak vnější, tak vnitřní dodací lhůty jsou dynamické a mění denně. MRP také předpokládá nekonečnou kapacitu, což je nereálné a obtížně se zajistí. Konečným výsledkem je obvykle **zvýšení zásob**, způsobené výrobou nesprávných dílů, což mělo být právě pomocí MRP řešeno. Jedním z důvodů vytváření nadměrných zásob je, že **systém dat** a jejich přesnost vyžadovaná pro správné spuštění MRP je **obtížné dodržet**, a systém MRP přehledů notoricky vede k tisku tun nepoužitelných přehledů materiálových požadavků.

To také vyžaduje odkládání (snížení priority) požadavků, aby se zabránilo nadměrnému množství zásob, což se málokdy podaří, neboť se to provádí s malou prioritou.

Konečně MRP, využívající metodiku posunutého bodu objednávky, je **tlakový systém**, který spíše

předpokládá požadavky, než reaguje na skutečné požadavky, jak je to v technologii toku požadavků.

Pokud je MRP spouštěn předpovědí, jak se předpokládá, reaguje na nejistotu prognózy a produkuje díly, které snad někdo bude potřebovat.

Pragmatické používání

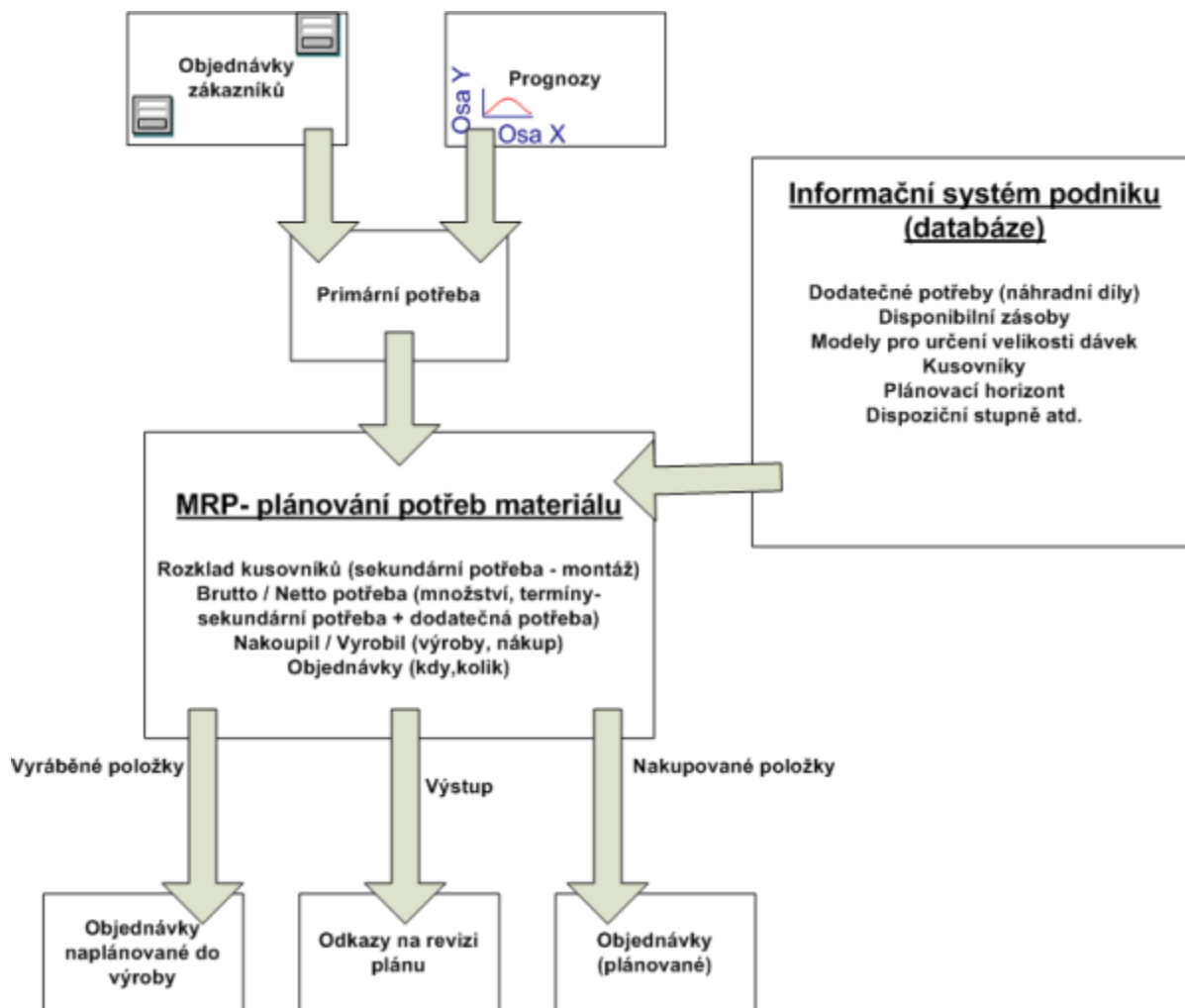
Techniky plánování materiálových požadavků se ukázaly jako **neefektivní na mikroúrovni**. Pokud je však oddělena od exekutivního systému, poskytuje dobrou metodiku pro prognózování jak vnitřních, tak i dodavatelských požadavků na kapacitu. Je třeba provádět "ostrý řez" mezi plánováním a prováděním. To znamená užívat MRP pro předpověď požadavků na vyšší úrovni, ale používat technologii toku požadavků s omezenými kapacitami a skutečnými tahovými systémy, jako je Kanban, pro potřeby denní výroby.

Základní schéma

Na obr. 3.2-1 můžeme vidět základní schéma MRP.

Plánování materiálových požadavků vychází z reálných obchodních příkladů a prognóz prodeje v budoucnosti (primární požadavky). Primární požadavky se týkají jak vrcholových výrobků, tak náhradních dílů a předem naplánovaných skupin a podskupin (výroba v předstihu bez uzavření obchodního případu).

Využívají se kusovníková data s vazbami vyšší – nižší úroveň, množství ve vazbě a průběžné doby jednotlivých stupňů výroby. Plánuje se do **neomezených kapacit**, zohlednění kapacitního zatížení v čase se provádí až **následně**.



Obrázek 3.2-1 Základní prvky MRP
Zdroj: [2]

Plánování může nebo nemusí zohledňovat konkrétní odbytové zakázky, tj. plánovat zakázkově nebo neutrálně.

Dispoziční a výrobní stupeň výroby

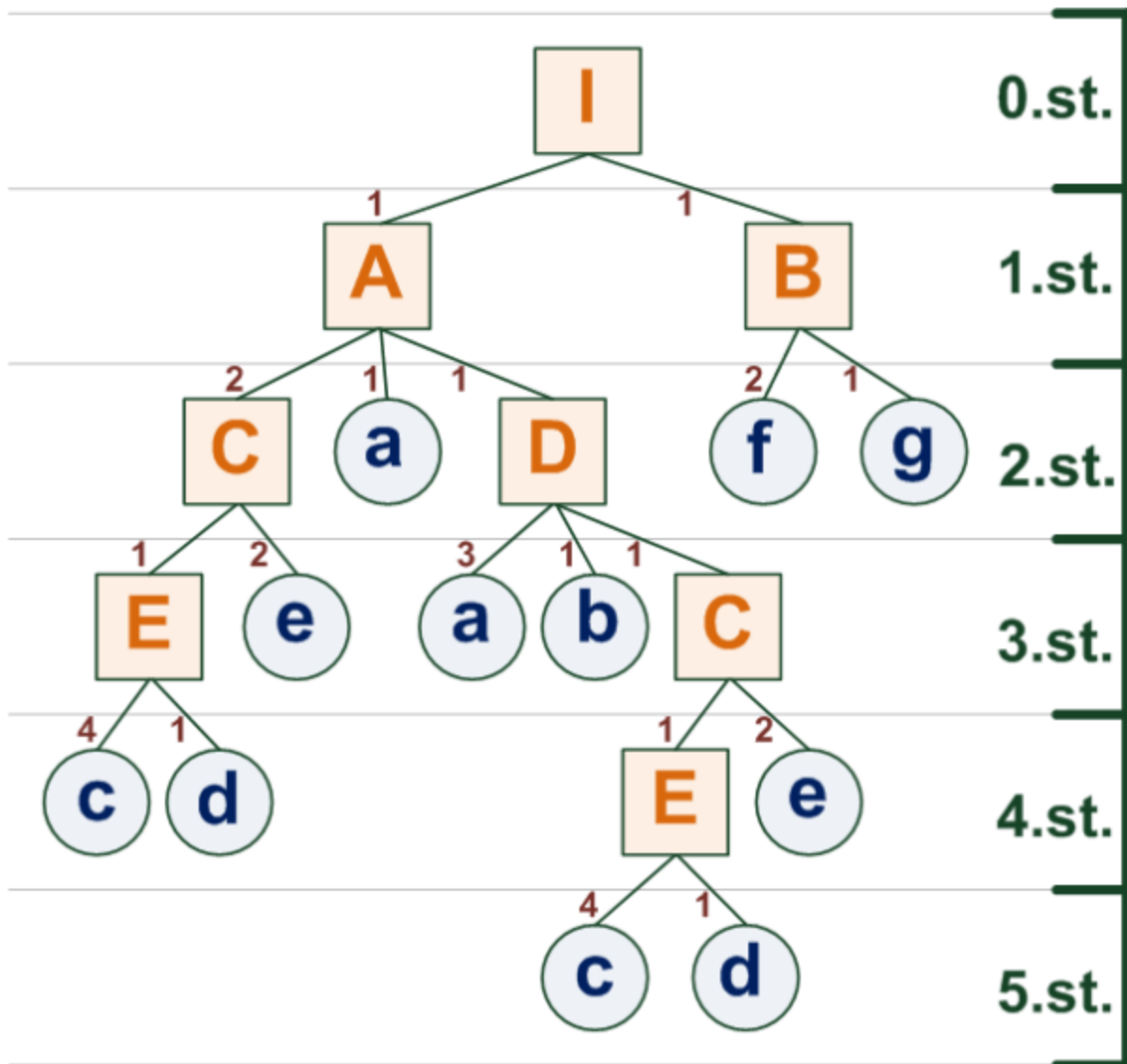
V rámci kusovníku se může součást, díl nebo montážní podskupina a skupina vyskytnout na různých místech a úrovních. Při plánování se požadavky z těchto stupňů sčítají.

Na obr. 3.2-2 a 3.2-3 můžeme vidět příklad různého uvažování **stupňů** ve výrobě. Nakupované díly jsou značeny kolečky, vyráběné díly, podskupiny a skupiny jsou značeny čtverečky.

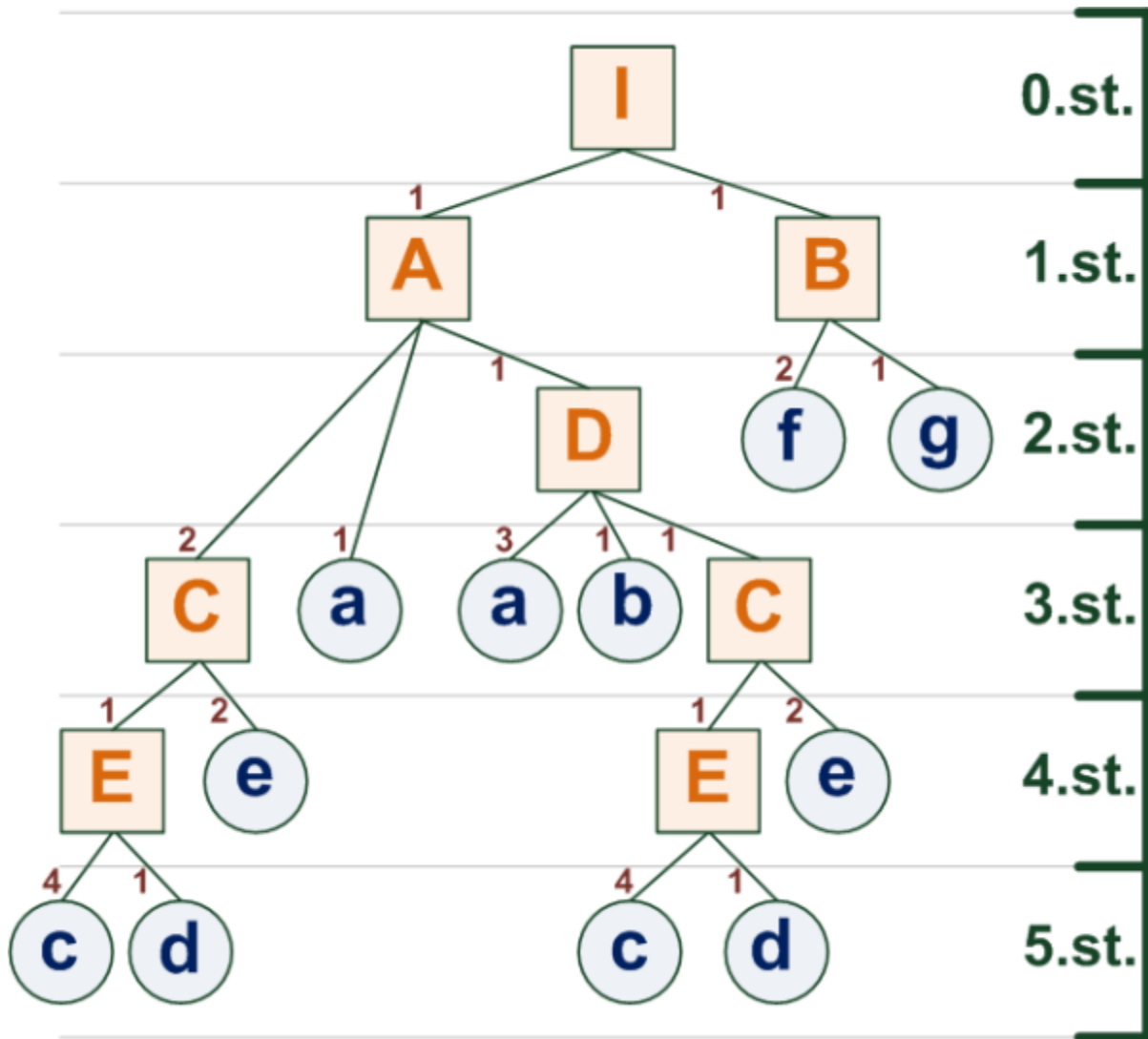
Výrobní stupně (montážní úroveň) představují takový model, který ukazuje, na jaké se ve struktuře výrobku vyskytuje daný díl, podskupina, skupina. Obvyklá představa výrobku je ve formě stromčkového grafu, vidíme ovšem, že pokud se určitá skupina nebo podskupina opakuje ve struktuře výrobku, tak se opakuje i její podřazená struktura. Strukturu výrobku lze bez opakování znázornit z pohledu **dispozičních stupňů** (kód nízké úrovně – low level code) i ve formě acyklického orientovaného grafu 3.2-4.

Pokud nás zajímá jen spotřeba položek, bez ohledu na jejich umístění v kusovníku, použijeme pro jeho

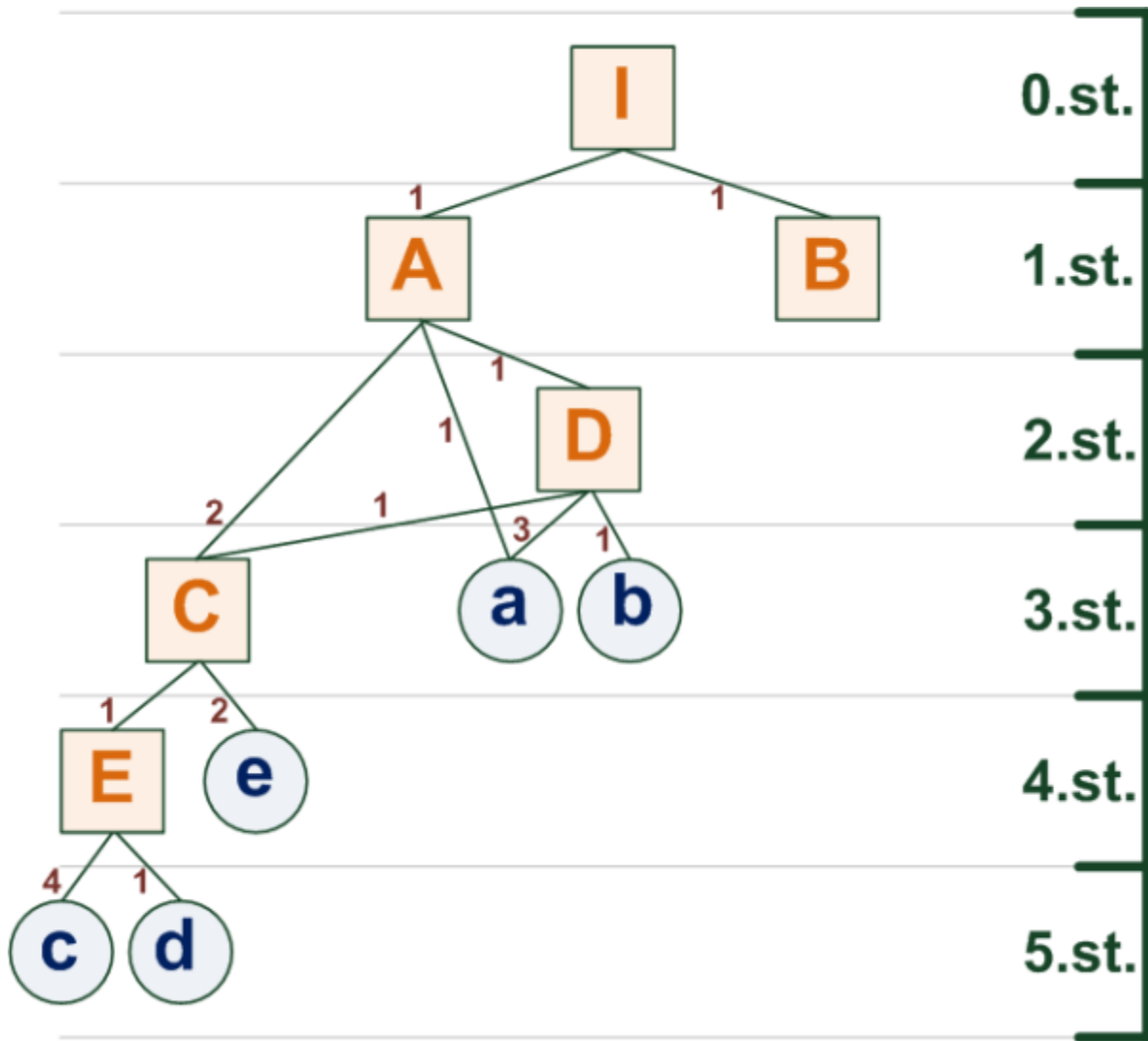
zobrazení tzv. **souhrnný kusovník** (obr. 3.2-5).



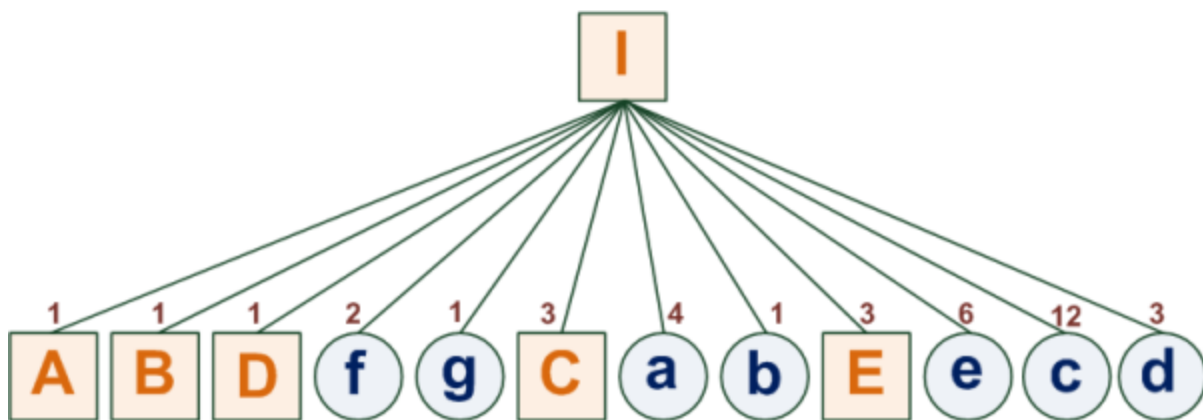
Obrázek 3.2-2 Výrobní stupně
Zdroj: [1]



Obrázek 3.2-3 Dispoziční stupně
Zdroj: [1]

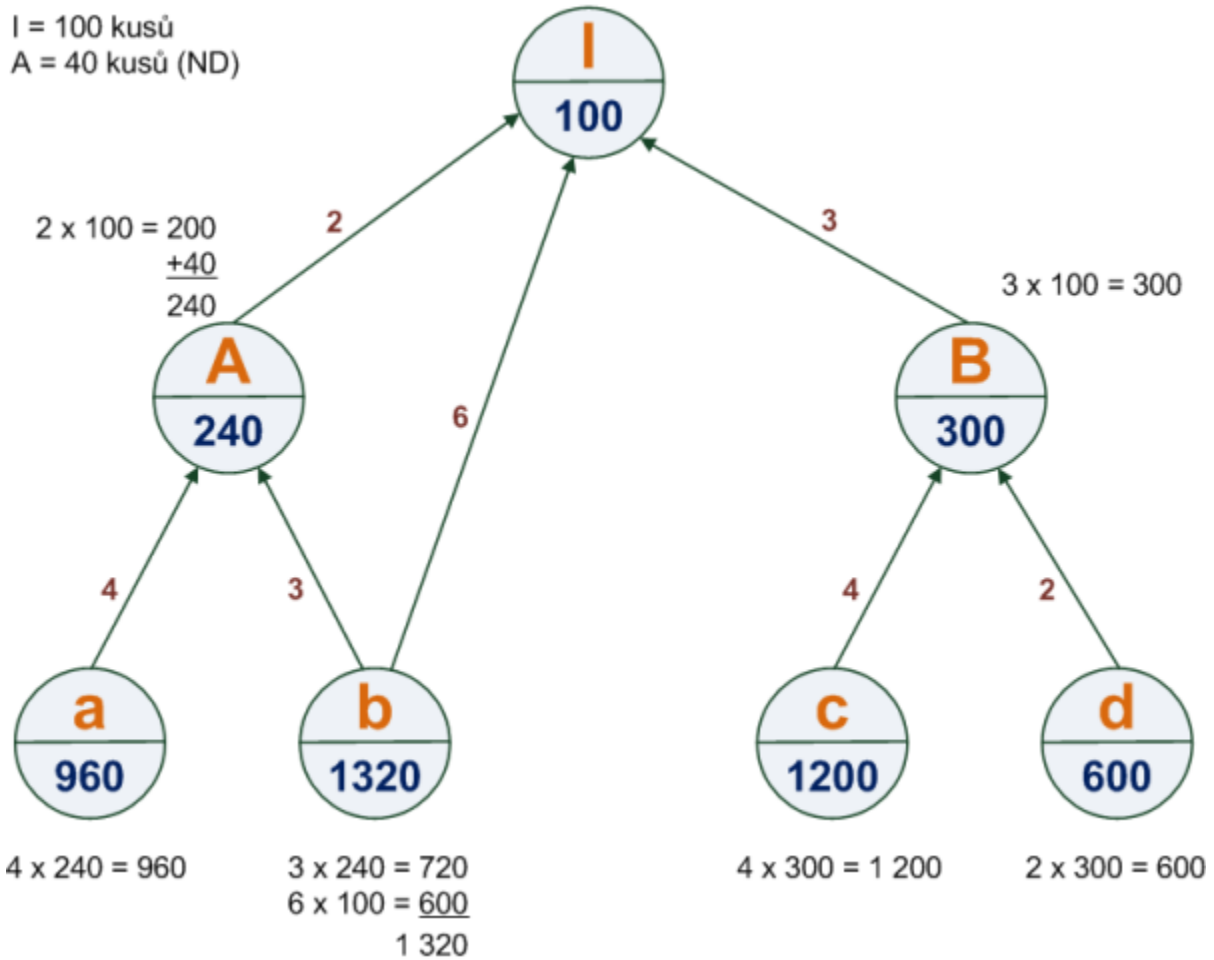


Obrázek 3.2-4 Dispoziční stupně jako graf



Obrázek 3.2-5 Souhrnný kusovník
Zdroj [25]

Pro plánování materiálových potřeb se používá speciální formy kusovníku tzv. **Gozinto** graf (obr. 3.2-6). Na obrázku vidíme strukturu výrobku a rozplánování jeho materiálových potřeb. Hrany jsou ohodnoceny množstvím, vrcholy obsahují jména položek a plánované hodnoty množství, v našem případě na základě požadavku na 100 ks I a 40 ks A.

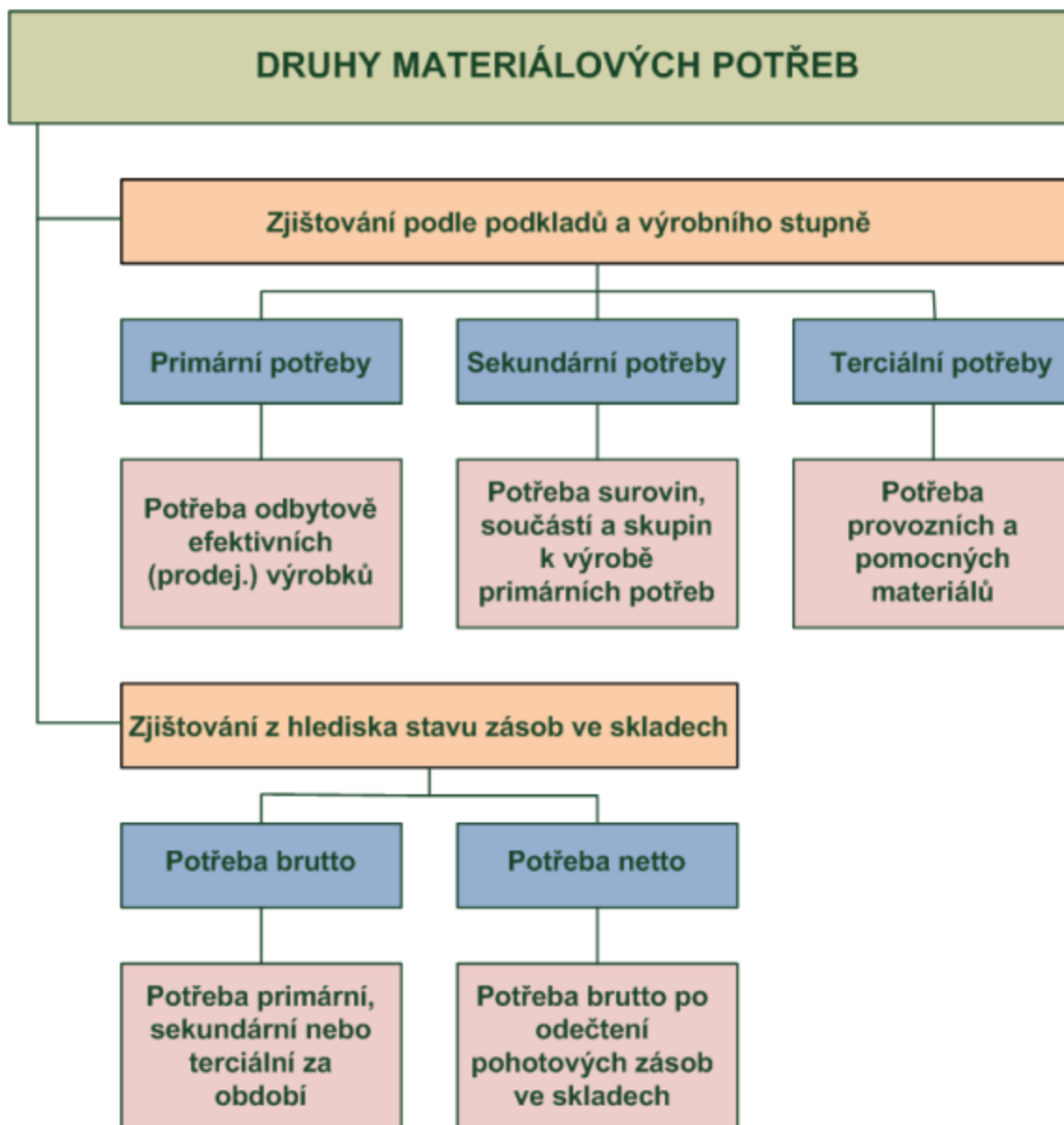


Obrázek 3.2-6 Gozinto graf

Pozn.: Gozinto graf je pojmenován na počest geniálního fiktivního italského matematika, současníka našeho génia Járy da Cimrmana, který se jmenoval Zepartzet Gozinto (The part that goes into).

Generování sekundárních potřeb a tvorba výrobních a nákupních objednávek

Při běhu MRP jsou postupně na jednotlivých úrovních sčítány **primární** potřeby s již vygenerovanými **sekundárními** potřebami (obr.3.2-7). Vznikne tak hrubý požadavek. Pokud je tento hrubý požadavek menší než součet položek na skladě, potvrzených a generovaných výrobních a nákupních objednávek, jsou generovány další návrhy nákupních objednávek a návrhy výrobních příkazů. Z návrhů výrobních příkazů jsou vypočítávány na základě kusovníkových vazeb a průběžných dob výroby další sekundární potřeby. Začíná se všemi položkami na dispoziční úrovni 0 a postupuje se až na maximální úroveň.



Obrázek 3.2-7 Druhy materiálových potřeb

Zdroj: [1]

Každá plánovaná položka (nakupovaná nebo vyráběná) má stanovenou **průběžnou dobu** výroby (zadanou nebo stanovenou na základě technologického postupu a přechodových časů mezi pracovišti).

Je-li potřeba pro krytí primárních a sekundárních požadavků položky A v čase T s průběžnou dobou výroby P X jednotek položky B , potom je těchto X jednotek potřebných v čase $T - P$. Tento kusovníkový rozpad v čase si lze modelovat třírozměrným grafem (s nezávislými proměnnými *čas* a *číslo položky* a závislou proměnnou *množství*) nebo soustavou dvourozměrných grafů pro každou položku (závislost množství požadavků na čase). Požadavky na **odběr a rezervované zásoby** jsou zobrazeny jako **záporné** množství, skladová **zásoba**, potvrzené a naplánované **požadavky na nákup a výrobu** (nákupní a výrobní příkazy) jako **kladné** množství.

Výsledkem plánování je doplnění plánovaných požadavků do grafu tak, aby kumulativní součet všech požadavků na odběr, skladových zásob, plánovaných a potvrzených nákupních a výrobních příkazů nebyl v žádném okamžiku záporný.

Plánovací úloha **má řešení** jen pokud lze všechny nákupní a výrobní příkazy zadat v **budoucím čase** (po okamžiku rozvrhování). Pokud tomu tak není, plánovací úloha nemá řešení a musí se provést korekce plánu:

- posunutím **termínu primárních** požadavků do budoucnosti
- změnou **vyráběných** položek na **nakupované** s průběžnou dobou nákupu kratší, než je průběžná doba výroby
- zkrácením **průběžných** dob výroby
- změnou **dodavatele** (výběr podle doby dodání)

Zkrácení průběžných dob výroby lze provést **zkrácením přechodových časů** mezi pracovišti (při postupném způsobu předávání mezi pracovišti až na dobu převozu nebo změnou postupného předávání na souběžný nebo smíšený). Toto plánované zkrácení může způsobit obtíže při kapacitním vyvažování a zvýší nároky na dílenské řízení (zvýšení priorit vyráběných položek s takto zkrácenou průběžnou dobou).

Pozn.: Kromě primárních požadavků (z obchodního případu) a sekundárních požadavků (vzniklých jednostupňovým kusovníkovým rozpadem) se někde uvažují i tzv. terciární požadavky daných jako interní potřeba provozních a pomocných materiálů. Tyto požadavky lze plánovat stejně jako primární nebo sekundární.

3.3 Tvorba nákupních objednávek a výrobních příkazů z primárních a sekundárních potřeb

Vygenerované požadavky na jednotlivé nakupované a vyráběné položky seskupujeme nebo dělíme do výrobních dávek podle strategie příslušné k dané položce.

Cíle:

V tomto článku se naučíte, jak pokrývat primární a sekundární potřeby výrobními příkazy, nákupními objednávkami, položkami na skladu a fixními příkazy v rámci různých plánovacích strategií.

Klíčová slova:

Plánování materiálových požadavků;

Strategie dávkování

V předchozí kapitole jsme si ukázali, že výrobní příkazy a nákupní objednávky se tvoří součtem primárních a sekundárních požadavků, sníženým o skladovou zásobu a potvrzené objednávky. Tato tvorba však může být ovlivněna **způsobem dávkování**, eventuálně zhrumňování. Při vytváření návrhů nákupních objednávek a výrobních příkazů je třeba uvažovat potvrzené nákupní objednávky a výrobní příkazy z předchozích běhů plánování a výchozí stav skladu. Plánuje se v množství a v čase, takže pro krytí primárních a sekundárních požadavků lze použít výchozí stav skladu a ty potvrzené příkazy a objednávky, které se nacházejí

před termínem požadavku (případně v jeho termínu).

Poznámka:

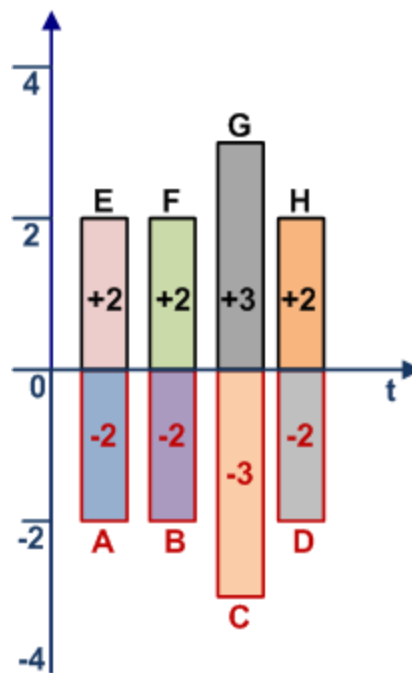
1. Obdobně jako potvrzené příkazy a objednávky (vzniklé potvrzením návrhů) se chovají ručně zadané příkazy a objednávky. Nadále budeme v příkazech označovat potvrzené i ručně zadané příkazy a objednávky označovat jako **fixní**.

2. Pro výrobní příkazy se v klasickém plánování používá pojem výrobní dávky.

Strategie výpočtu potřeb bez zhromadnění (lot for lot)

Bez uvažování výchozího stavu skladu

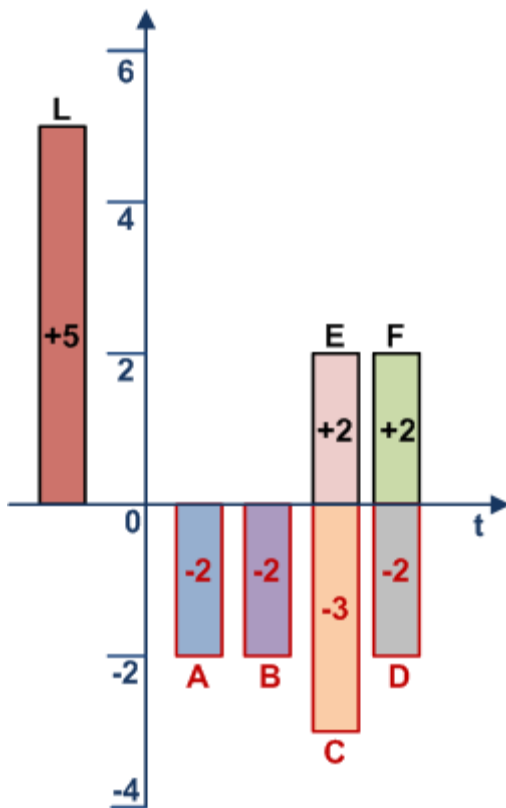
Na obr. 3.3-1 vidíme generování návrhů v této strategii bez zahrnutí skladů. Požadavek A (2 ks) je kryt příkazem E (2 ks), B (2 ks) je kryt F, C (3 ks) příkazem G a D (2 ks) je kryt H.



Obrázek 3.3-1 Výpočet bez zhromadnění a skladu

S uvažováním výchozího stavu skladu

Na obr. 3.3-2 vidíme generování návrhů v této strategii s uvažováním výchozího stavu ve skladu. Na začátku plánovacího období je ve skladu L (5 ks), Požadavky A (2 ks) a B (2 ks) jsou kryty ze skladu, C (3 ks) je částečně kryt ze skladu a zbytek kryt návrhem E, požadavek D (2 ks) je kryt návrhem F.

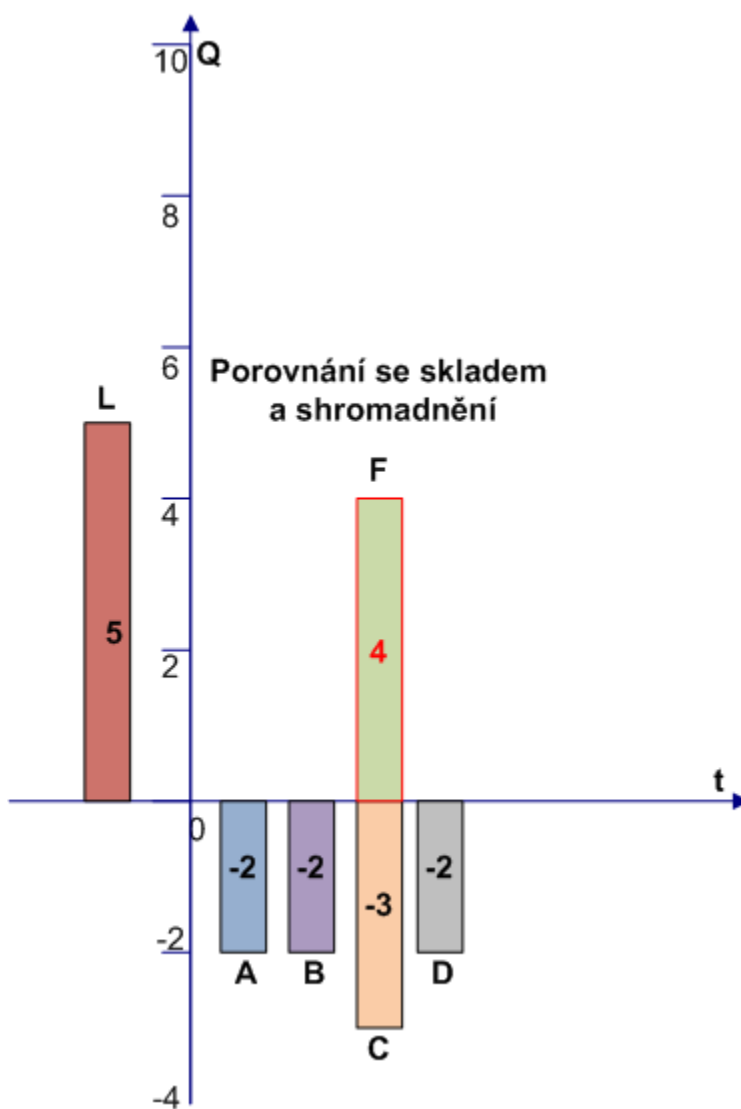


Obrázek 3.3-2 Výpočet bez zhromadnění a se skladem

Strategie výpočtu se zhromadněním

Zhromadnění bez omezení velikosti dávky

Na obr.3.3-3 máme na skladu 5 kusů, na základě rozpadu kusovníku byly vygenerovány v čase požadavky A, B, C a D. Požadavky A a B jsou kryty skladem, zůstává jeden kus k dispozici, ten kryje částečně požadavek C (1 kus), pro zbylé dva kusy požadavku C a požadavek D je vytvořen výrobní příkaz F s termínem splnění v čase požadavku C.

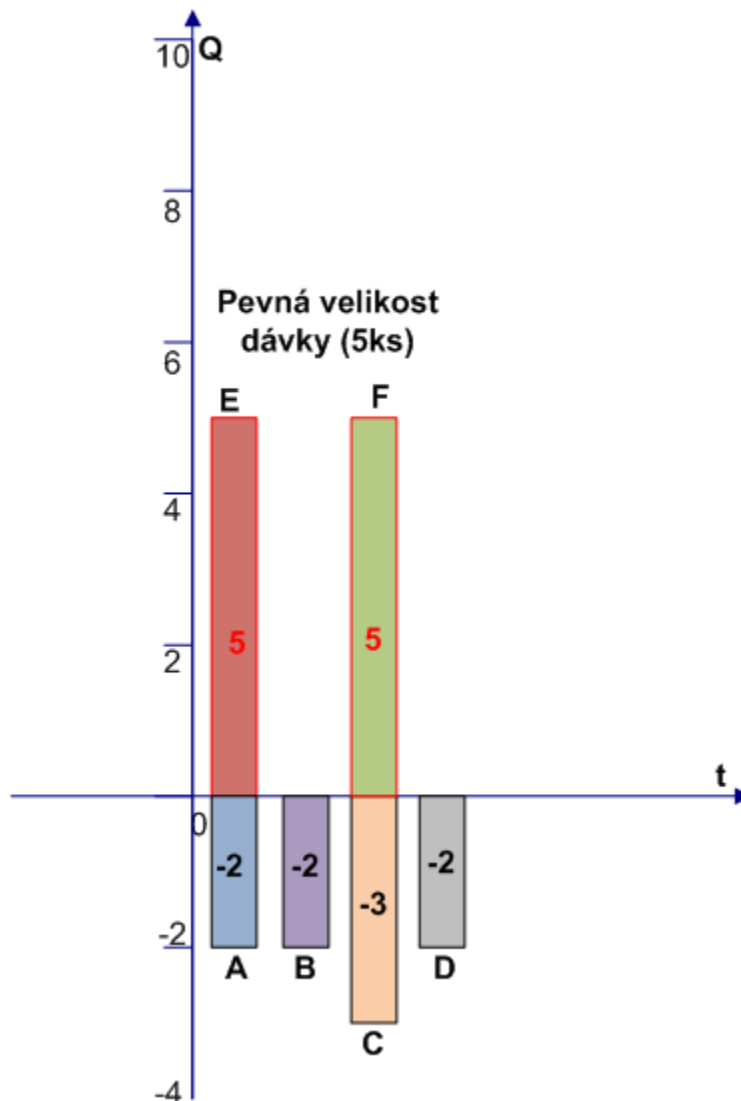


Obrázek 3.3-3 Porovnání se skladem a zhromadnění

Zhromadnění s pevnou velikostí dávky

Na obr. 3.3-4 existují požadavky A, B, C a D. Pro generování nového výrobního příkazu je stanoveno, že velikost výrobních příkazů bude pevná - 5 kusů. Jsou vygenerovány dva příkazy, příkaz E kryje požadavky A, B a jeden kus z C. Zbylé dva kusy z C a požadavek D je kryt vygenerovaným příkazem F. Jeden kus se vyrábí na sklad.

Tento způsob odpovídá strategii pevného technologického násobku (např. velikosti pece, dělení materiálu na pevný počet dílů) nebo výpočtu optimální dávky podle Andlerova vzorce. Obdobná strategie je strategie maximálního počtu kusů, kdy je součet požadavků rozdělen na několik příkazů (zabraňuje zablokování kapacitně přetíženého pracoviště pro požadavky vyšší priority). Při strategii maximálního počtu kusů nezbyvá nic na skladu. Jiná strategie vyžaduje minimální počet kusů – většinou vždy něco zůstane na skladu. Strategie s technickými násobky v jedné dávce umožňuje generovat dávky např. v násobcích 5, 10, 50, 100, ...

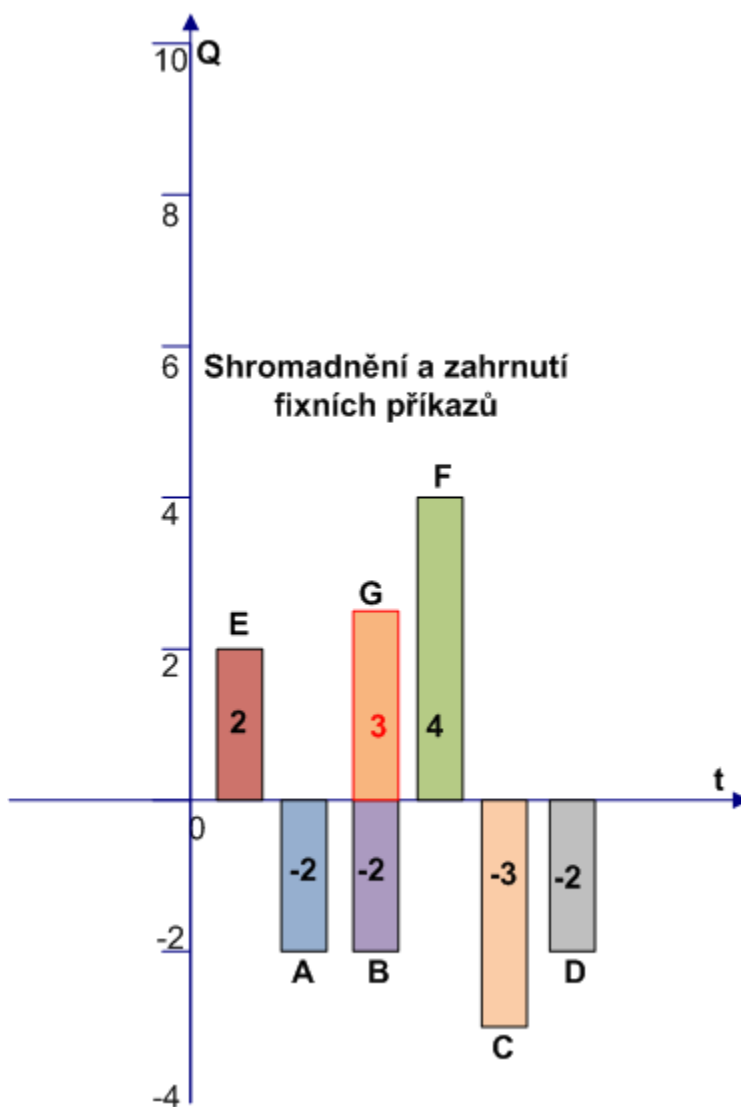


Obrázek 3.3-4 Zhromadnění s pevnou velikostí dávky

Zahrnutí fixních příkazů

Zahrnutí všech fixních příkazů

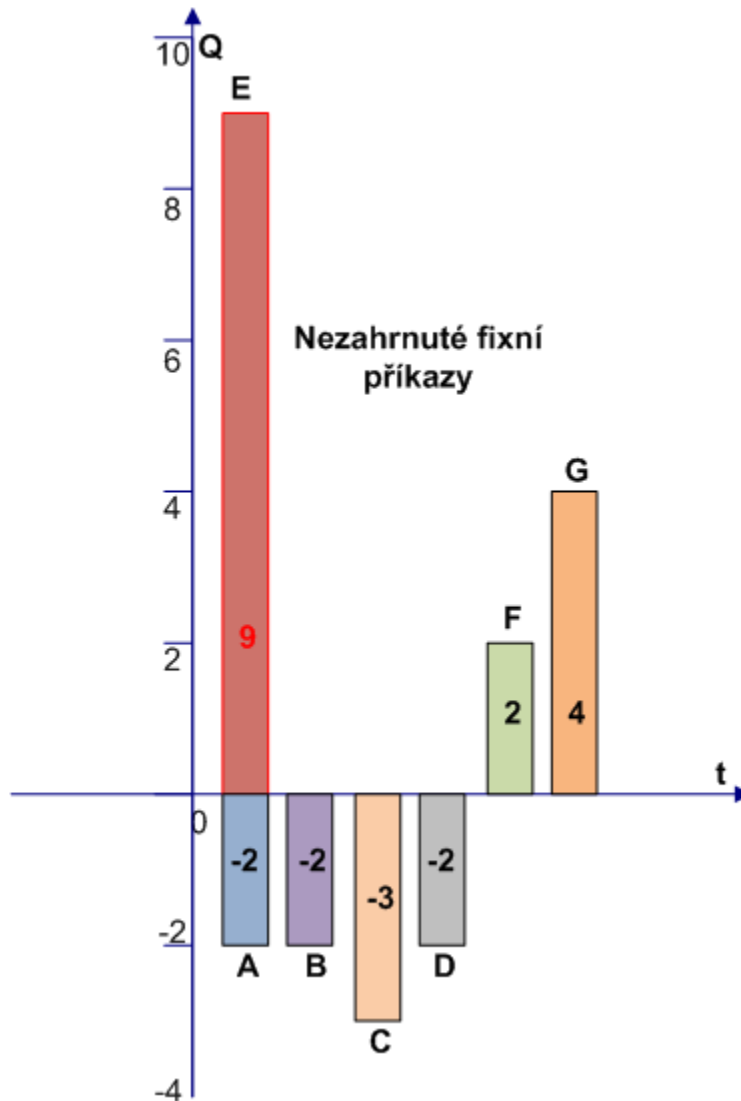
Na obr. 3.3-5 existují požadavky A, B, C a D. Dále dva fixní výrobní příkazy E a F. Příkaz E kryje požadavek A. Příkaz F kryje požadavek D a dva kusy požadavku C. Pro zbývající jeden kus požadavku C a požadavek B je vygenerován příkaz G o velikosti 3 kusy. Na konci plánovacího období nic nezbude.



Obrázek 3.3-5 Zhrnutí a zahrnutí fixních příkazů

Nezahrnutí všech fixních příkazů

Na obr. 3.3-6 existují požadavky A, B, C a D. Dále dva fixní výrobní příkazy E a F. Fixní příkazy E a F nelze použít pro krytí žádného z požadavků A, B, C a D. Pro jejich krytí je vygenerován návrh G a plánovače je vydáno varování, že fixní příkazy nejsou zahrnuty do krytí. Na konci plánovacího období zbude na skladu 6 kusů.



Obrázek 3.3-6 Zhromadnění a nezahrnutí fixních příkazů

Další možné strategie tvorby dávek

V informačních systémech existuje řada parametrů, kterými se může řídit stanovení výrobních příkazů a velikost dávky. Z těchto parametrů mohou dále vyplývat např. následující strategie dávkování:

- minimální velikost dávky,
- násobek minimální velikosti dávky,
- maximální velikost dávky,
- ekonomická velikost dávky (Andlerův vzorec).

3.4 Řešení termínových skluzů

Termínové skluzy jsou zcela přirozenou součástí plánování a realizace výroby. Existují různé strategie, jak je eliminovat nebo omezit.

Cíle:

V tomto článku si ukážeme, jak řešit termínové problémy.

Klíčová slova:

Plánování materiálových požadavků; Plánování kapacit;

Zkrácení průběžných dob

Při běhu MRP se vychází z průběžných dob jednotlivých rozvrhovaných položek. Tyto průběžné doby se skládají z **dob operace**, které **nelze** většinou podstatně **zkrátit**, a mezioperačních časů, skládajících se z dob přesunu a dob čekání (vytváření plánované rozpracovanosti). **Doby čekání zkrátit jdou** za cenu možných **obtíží při kapacitní bilanci**. Další rezerva je ve směnnosti, většinou se pracuje na jednu nebo dvě směny. Průběžné doby lze vypočítat na základě technologických postupů a kusovníků. Velmi často se také odhadují (pokud není TPV kompletní a kvalitní).

Krátkodobá a dlouhodobá opatření

V případě, že při běhu MRP není dodržen termín dokončení zakázky, lze přijmou určitá opatření na dlouhodobější i krátkodobější úrovni:

- **navýšení kapacit** (zvýšení směnnosti, kooperace pro kritické operace),
- volba **jiných** (patrně dražších) **technologických postupů**,
- změna některých **vyráběných** komponent na **nakupované**,
- **snížení velikosti dávek** s dlouhou průběžnou dobou,
- změna **předávání** z operace na operaci z **postupného** na **smíšený** nebo **souběžný**.

Tyto změny obvykle prodraží výrobu a je třeba rozhodnout na příslušné úrovni managementu, zda je prvořadě dodržení termínu nebo zvýšení nákladů.

Prakticky lze **opakovat běh MRP** s nastavením **parametru zkrácení průběžných dob** pro všechny položky zakázky nebo jen pro položky na **kritické cestě** výroby.

Další možnosti

Další možnost je před novým během MRP zadat **ručně** určité výrobní příkazy s **předstihem** (fixní příkazy). Při běhu MRP se tyto ruční příkazy zahrnou do bilance a může dojít ke zkrácení průběhu.

Je třeba si uvědomit, že jakákoliv metoda **zkracování termínů** může způsobit komplikace s **vyrovnáním kapacit**. Zde je nutná zkušenost a vhodné rozhodnutí na úrovni managementu (vedení podniku, obchodníků, vedoucích výroby, plánovačů a mistrů). Řízení výroby je **mnohparametrická optimalizační** činnost a lze konstatovat, že v řadě případů se nejedná o ryze **deterministicky** inženýrskou, ale o **náhodně kreativní** činnost s **intuitivními, uměleckými a zkušenostními** prvky.

3.5 Ruční MRP rozplánování výroby

V tomto cvičení poznáte, jak je ruční MRP obtížné a oceníte možnosti Excelu.

Cíle:

Cílem cvičení je naplánovat výrobu jednoduchého výrobku včetně jeho komponent.

Klíčová slova:

Plánování materiálových požadavků;

Zadání:

MRP rozpad výrobku CASE

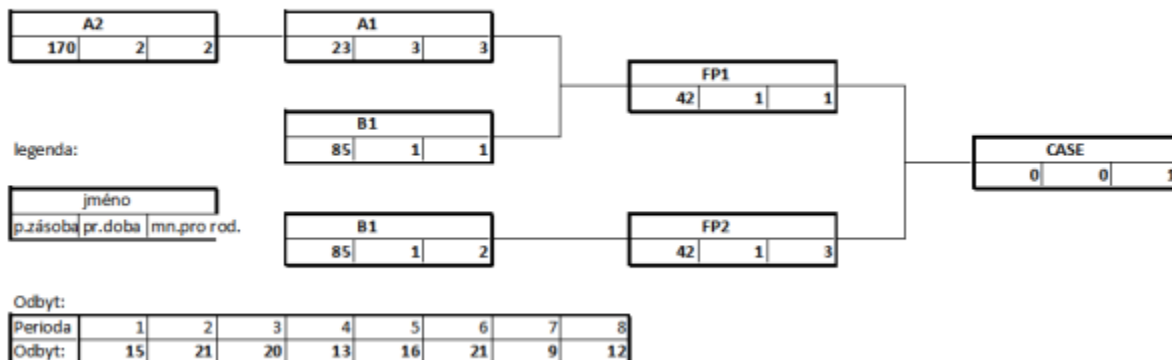
Pozn. Zadání je upraveno podle [2]

Máme výrobek nazvaný CASE a jeho strukturu. Pro každou položku v této struktuře je zapsáno:

- Vstupní počet položek na skladu
- Průběžná doba (v plánovacích periodách)
- Množství nižší položky vstupující do vyšší položky

Dále je pro výrobek CASE stanoven odbytový plán (plán hlavní výroby).

Struktura výrobku CASE a požadavky na jeho odbyt



Obrázek 3.5-1 Struktura výrobku CASE

Dále jsou připraveny prázdné tabulky pro rozplánování tohoto výrobku. V těchto tabulkách jsou kromě počtu položek na skladu zaznamenány plánované dodávky rozpracovaných položek z výroby.

CASE LFL pr.doba = 0

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto								
Dod. plán.objedn.	0	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	0							
Netto								
Plánovaná dodávka								
Plánovaná kon. zás.								
Uvolnění objednáv.								

FP1 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 CASE = 1

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto								
Dod. plán.objedn.	12	4	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42							
Netto								
Plánovaná dodávka								
Plánovaná kon. zás.								
Uvolnění objednáv.								

FP2 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 CASE = 3

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto								
Dod. plán.objedn.	12	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42							
Netto								
Plánovaná dodávka								
Plánovaná kon. zás.								
Uvolnění objednáv.								

Obrázek 3.5-2 Prázdný plán výrobku CASE 1

A1 LFL pr.doba = 3 Potřeba pro 1 FP1 = 3

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto								
Dod. plán.objedn.	0	32	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	23							
Netto								
Plánovaná dodávka								
Plánovaná kon. zás.								
Uvolnění objednávk.								

B1 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 FP1 = 1
Potřeba pro 1 FP2 = 2

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto								
Dod. plán.objedn.	24	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	85							
Netto								
Plánovaná dodávka								
Plánovaná kon. zás.								
Uvolnění objednávk.								

A2 LFL pr.doba = 2 Potřeba pro 1 A1 = 2

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto								
Dod. plán.objedn.	13	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	170							
Netto								
Plánovaná dodávka								
Plánovaná kon. zás.								
Uvolnění objednávk.								

Obrázek 3.5-3 Prázdný plán výrobku CASE 2

Toto zadání je uloženo také v souboru v přílohách programových aplikací.

Přepokládá se strategie plánování "Lot For Lot" (pro každý požadavek výrobní příkaz).

Úkolem je vyplnit zadané tabulky

Tipy pro řešení:

Je třeba přenést Plán odbytu do řádky Brutto v tabulce CASE. Protože nejsou žádné hotové výrobky na skladu, ani se neočekává jejich dokončení, je řádka brutto shodná s řádkou netto. Protože je průběžná doba stanovena jako 0, je třeba uvolnit objednávky bez předstihu v téže periodě. Výsledná řádka Uvolnění objednávky bude vstupem pro FP1 (s násobkem 1) a FP2 (s násobkem 3).

Pro FP1 je třeba již zohlednit jak skladovou hodnotu a plánované dodávky, tak průběžnou dobu. Průběžná

doba 1 znamená posunutí pole Uvolnění objednávky o 1 vlevo vůči poli netto dodávka. Pole plánovaná koncová zásoba se stává Počáteční zásobou v další periodě.

Pokud by v poli Netto pro FP1 a 1 plánovací periodu bylo kladné číslo, plán by byl nerealizovatelný. Proč?

Návrh řešení:

Řešení plánu výrobku CASE

Začneme dispoziční úrovní 0. Tou je výrobek CASE.

Je třeba přenést Plán odbytu do řádky Brutto v tabulce CASE. Protože nejsou žádné hotové výrobky na skladu, ani se neočekává jejich dokončení, je řádka Brutto shodná s řádkou Netto. Protože je průběžná doba stanovena jako 0, je třeba uvolnit objednávky bez předstihu v téže periodě. Výsledná řádka Uvolnění objednávky je vstupem pro FP1 (s násobkem 1) a FP2 (s násobkem 3).

CASE LFL pr.doba = 0

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	15	21	20	13	16	21	9	12
Dod. plán.objedn.	0	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	0	0	0	0	0	0	0	0
Netto	15	21	20	13	16	21	9	12
Plánovaná dodávka	15	21	20	13	16	21	9	12
Plánovaná kon. zás.	0	0	0	0	0	0	0	0
Uvolnění objedná	15	21	20	13	16	21	9	12

Obrázek 3.5-4 Naplánovaný CASE

Pokračujeme dispoziční úrovní 1. Tou jsou skupiny FP1 a FP2.

Pro FP1 je třeba již zohlednit jak skladovou hodnotu a plánované dodávky, tak průběžnou dobu. Průběžná doba 1 znamená posunutí pole Uvolnění objednávky o 1 vlevo vůči poli Netto dodávka. Pole Plánovaná koncová zásoba se stává Počáteční zásobou v další periodě.

Přeneseme pole Uvolněné objednávky výrobku CASE do Brutto skupiny FP1 s násobkem 1. V první periodě máme skladu 42 ks a ještě 12 jich má přijít (z historie – v příkladu neřešíme). Netto potřeba bude tedy -39, tzn. že nemusíme nic objednávat (ani nemůžeme, neboť se jedná o minulost). Těchto 39 ks je Počáteční zásobou v další periodě. Postupně vyplníme Netto potřeby. Kladné hodnoty z Netto potřeb přeneseme do řádky Plánovaná dodávka, absolutní hodnotu záporných hodnot do Plánované koncové zásoby a další periody Počáteční zásoba.

Protože je průběžná doba rovna jedné, tak Plánovanou dodávku přeneseme s posunem o jednu dolevo do pole Uvolnění objednávky. Toto pole bude s násobkem 3 přeneseno do Brutto podskupiny A1 a s násobkem 1 do Brutto podskupiny B1.

Budeme pokračovat skupinou FP2. Provedeme obdobně jako FP1, ale při přenosu pole Uvolněné objednávky do pole Brutto podskupiny B1 přičteme toto pole k dosavadní hodnotě. B1 je společná pro FP1 a FP2.

Pokračujeme dispoziční úrovní 2. Tou je podskupina A1 s požadavky na díl A2 a díl B1, který se již nerozpadá.

Výsledek je na následujících obrázcích a v souboru na listu LFL.

FP1 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 CASE 1

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	15	21	20	13	16	21	9	12
Dod. plán.objedn.	12	4	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42	39	22	2	0	0	0	0
Netto	-39	-22	-2	11	16	21	9	12
Plánovaná dodávka	0	0	0	11	16	21	9	12
Plánovaná kon. zá	39	22	2	0	0	0	0	0
Uvolnění objedná	0	0	11	16	21	9	12	0

Obrázek 3.5-5 Naplánovaný FP1

FP2 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 CASE = 3

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	45	63	60	39	48	63	27	36
Dod. plán.objedn.	12	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42	9	0	0	0	0	0	0
Netto	-9	54	60	39	48	63	27	36
Plánovaná dodávka	0	54	60	39	48	63	27	36
Plánovaná kon. zá	9	0	0	0	0	0	0	0
Uvolnění objedná	54	60	39	48	63	27	36	0

Obrázek 3.5-6 Naplánovaný FP2

A1 LFL pr.doba = 3 Potřeba pro 1 FP1 3

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	0	0	33	48	63	27	36	0
Dod. plán.objedn.	0	32	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	23	23	55	22	0	0	0	0
Netto	-23	-55	-22	26	63	27	36	0
Plánovaná dodávka	0	0	0	26	63	27	36	0
Plánovaná kon. zá	23	55	22	0	0	0	0	0
Uvolnění objedná	26	63	27	36	0	0	0	0

Obrázek 3.5-7 Naplánovaný A1

Změňte v první periodě odbytu hodnotu 15 na 150. V řešení se objeví červená pole. Vysvětlíte proč?

Experiment 2.

Poved'te změnu počátečních zásob tak, aby se plán stal reálným. Postupujte od vrcholového výrobku přes skupiny, podskupiny a díly, dokud bude v plánu chyba.

Experiment 3.

Vraťte se k výchozím hodnotám. Vymažte kompletně plán odbytu. Postupně přidávejte pro 1. periodu odbytu 1 ks, periodu 2. 2 ks, ..., 8. 8 ks.

Pozorujte změny.

Bude výsledný plán reálný?

Návrh řešení:

Experiment 1

Jedná se o nesplnitelný plán. Požadované hodnoty na skladu by bylo třeba získat v minulosti.

Experiment 2

Pro FP1 je třeba počáteční zásobu v 1. periodě zvětšit o 96 ks.

Pro FP2 je třeba počáteční zásobu v 1. periodě zvětšit o 396 ks.

Pro A1 je třeba buď počáteční zásobu zvětšit o $28 + 28 + 39$ nebo dodávky plánovaných objednávek v 1. periodě o 28, ve 2. o 28 a ve 3. o 39.

Pro B1 je třeba zvětšit počáteční zásobu nebo dodávky plánovaných objednávek v 1. periodě o 34.

Pro A2 je třeba ve druhé periodě zvýšit počáteční stav nebo dodávky o 39.

Experiment 3

Ano.

CASE LFL pr.doba = 0

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	1	2	3	4	5	6	7	8
Dod. plán.objedn.	0	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	0	0	0	0	0	0	0	0
Netto	1	2	3	4	5	6	7	8
Plánovaná dodávka	1	2	3	4	5	6	7	8
Plánovaná kon. zás.	0	0	0	0	0	0	0	0
Uvolnění objedná	1	2	3	4	5	6	7	8

FP1 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 CASE 1

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	1	2	3	4	5	6	7	8
Dod. plán.objedn.	12	4	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42	53	55	52	48	43	37	30
Netto	-53	-55	-52	-48	-43	-37	-30	-22
Plánovaná dodávka	0	0	0	0	0	0	0	0
Plánovaná kon. zás.	53	55	52	48	43	37	30	22
Uvolnění objedná	0	0	0	0	0	0	0	0

FP2 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 CASE = 3

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	3	6	9	12	15	18	21	24
Dod. plán.objedn.	12	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42	51	45	36	24	9	0	0
Netto	-51	-45	-36	-24	-9	9	21	24
Plánovaná dodávka	0	0	0	0	0	9	21	24
Plánovaná kon. zás.	51	45	36	24	9	0	0	0
Uvolnění objedná	0	0	0	0	9	21	24	0

Obrázek 3.6-1 Výsledek 12345678_1

A1 LFL pr.doba = 3 Potřeba pro 1 FP1 3

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	0	0	0	0	0	0	0	0
Dod. plán.objedn.	0	32	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	23	23	55	55	55	55	55	55
Netto	-23	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55
Plánovaná dodávka	0	0	0	0	0	0	0	0
Plánovaná kon. zá	23	55	55	55	55	55	55	55
Uvolnění objedná	0	0	0	0	0	0	0	0

B1 LFL pr.doba = 1 Potřeba pro 1 FP1 1
Potřeba pro 1 FP2 2

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	0	0	0	0	18	42	48	0
Dod. plán.objedn.	24	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	85	109	109	109	109	91	49	1
Netto	-109	-109	-109	-109	-91	-49	-1	-1
Plánovaná dodávka	0	0	0	0	0	0	0	0
Plánovaná kon. zá	109	109	109	109	91	49	1	1
Uvolnění objedná	0	0	0	0	0	0	0	0

A2 LFL pr.doba = 2 Potřeba pro 1 A1 2

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	0	0	0	0	0	0	0	0
Dod. plán.objedn.	13	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	170	183	183	183	183	183	183	183
Netto	-183	-183	-183	-183	-183	-183	-183	-183
Plánovaná dodávka	0	0	0	0	0	0	0	0
Plánovaná kon. zá	183	183	183	183	183	183	183	183
Uvolnění objedná	0	0	0	0	0	0	0	0

Obrázek 3.6-2 Výsledek 12345678_2

3.7 Experimenty s násobkem množství v dávce

Cíle:

V tomto cvičení se naučíte, jak se liší strategie dávkování LFL od strategie násobku minimálního množství v dávce.

Zadání:

Zopakujete rozvržení z předchozí úlohy s tím, že budete pro každou položku objednávat násobky minimální dávky.

Položka	Násobek
CASE	5
FP1	2
FP2	3
A1	7
B1	5
A2	10

Násobky minimální dávky

Pokud se vyskytnou problémy s nereálností plánu, upravte počáteční stav skladu nebo plánované dodávky.

Návrh řešení:

Výsledky naleznete v souboru staženém v minulém cvičení na listu *Násobky*.

Upravené plánované dodávky jsou značeny zeleně.

3.8 Plánování kapacit

Řešení kapacit je odděleno od plánování termínů a množství. Jedná se v principu o kontrolu, zda je termínový a množstevní plán reálný. Pokud ne, je třeba navrhnout opatření na jeho zprůchodnění.

Cíle:

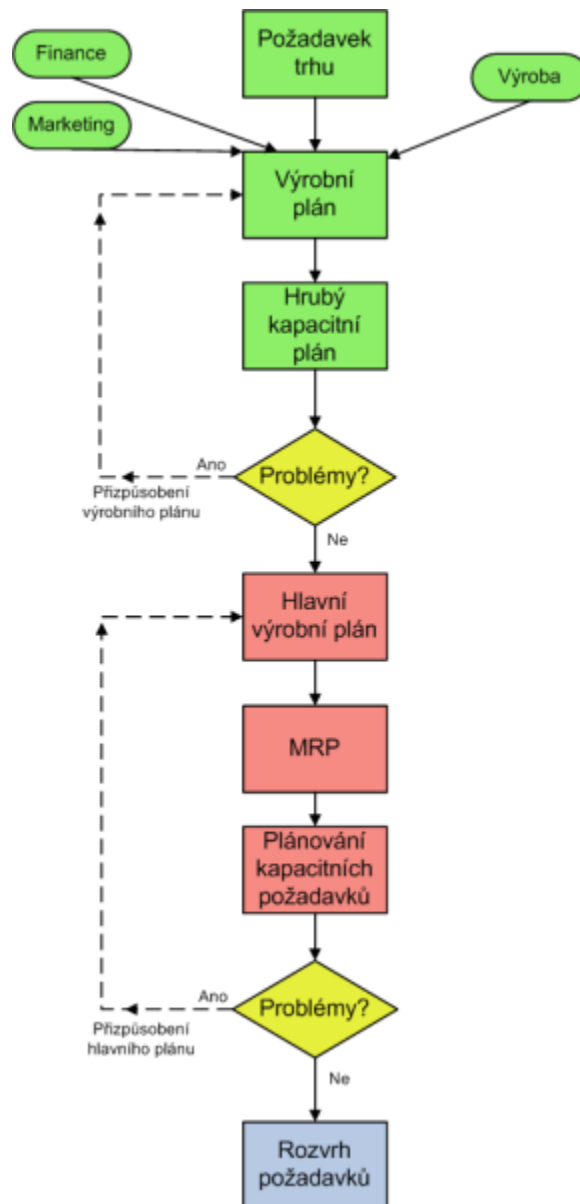
V tomto článku si ukážeme, jak řešit kapacitní problémy.

Klíčová slova:

Plánování materiálových požadavků; Plánování kapacit;

MPR II, plánování do omezených a neomezených kapacit

Standardní MPR (Material Requirement Planning) plánování **nepočítalo s operacemi ani s kapacitami**. Proto byly vyvinuty metody označované jako MRP II (obr. 3.8-1) (Manufacturing Resource Planning), které zahrnovaly i plánování technologických operací. Průběžné doby se počítají z technologických časů jednotlivých operací a mezioperačních časů. Po rozvržení termínů zahájení a dokončení nákupu a výroby jednotlivých položek zakázek se stanovily termíny i pro jednotlivé operace.



Obrázek 3.8-1 MRP II
Zdroj [6]

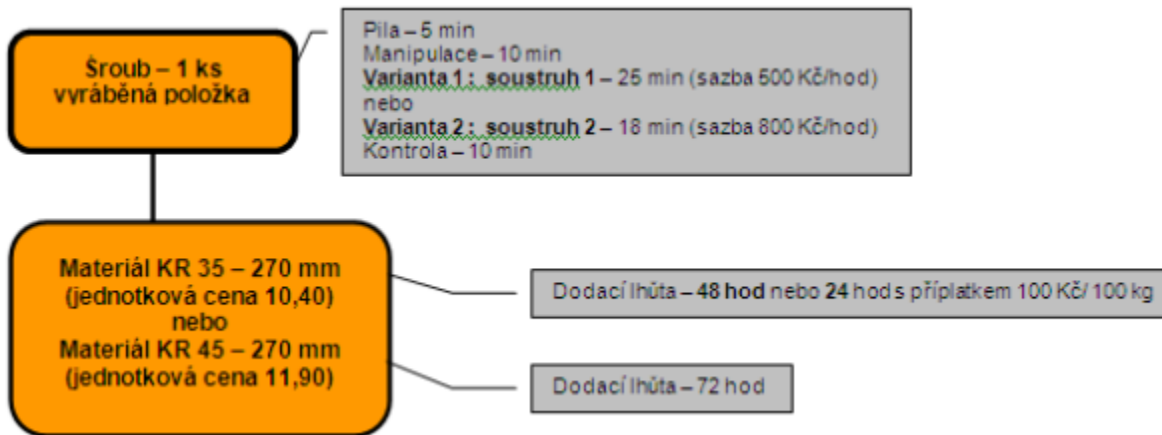
Při **běhu MRP není uvažováno kapacitní omezení**. To se nazývá metodou rozvrhování do **neomezených** kapacit. Rozvrhování do **omezených** kapacit je mnohem složitější, používají se simulační běhy:

- **dopředný**, kdy se vychází z nejdříve možného termínu zahájení a postupuje se do budoucnosti s uvažováním konečných kapacit,
- **zpětný**, kdy se vychází z termínu nejpozději nutného termínu dokončení a postupuje se zpět až k rozvržení začátku nákupu a výroby.

Pokud se uvažují konečné kapacity a nelze splnit termíny, je třeba zvýšit kapacity (přesčasy, směnnost, kooperace, změna **nakoupit/vyrábět**, nákup strojů).

Metody rozvrhování, které současně plánují materiál v množství a čase a optimalizují využití kapacit, využívají tzv. **systémy pokročilého plánování** (APS). Tyto metody současně uvažují i alternativní materiály a alternativní technologické postupy včetně ekonomických dopadů použití těchto alternativ.

Příklad upravených vstupních dat pro APS je na obr. 3.8-2.



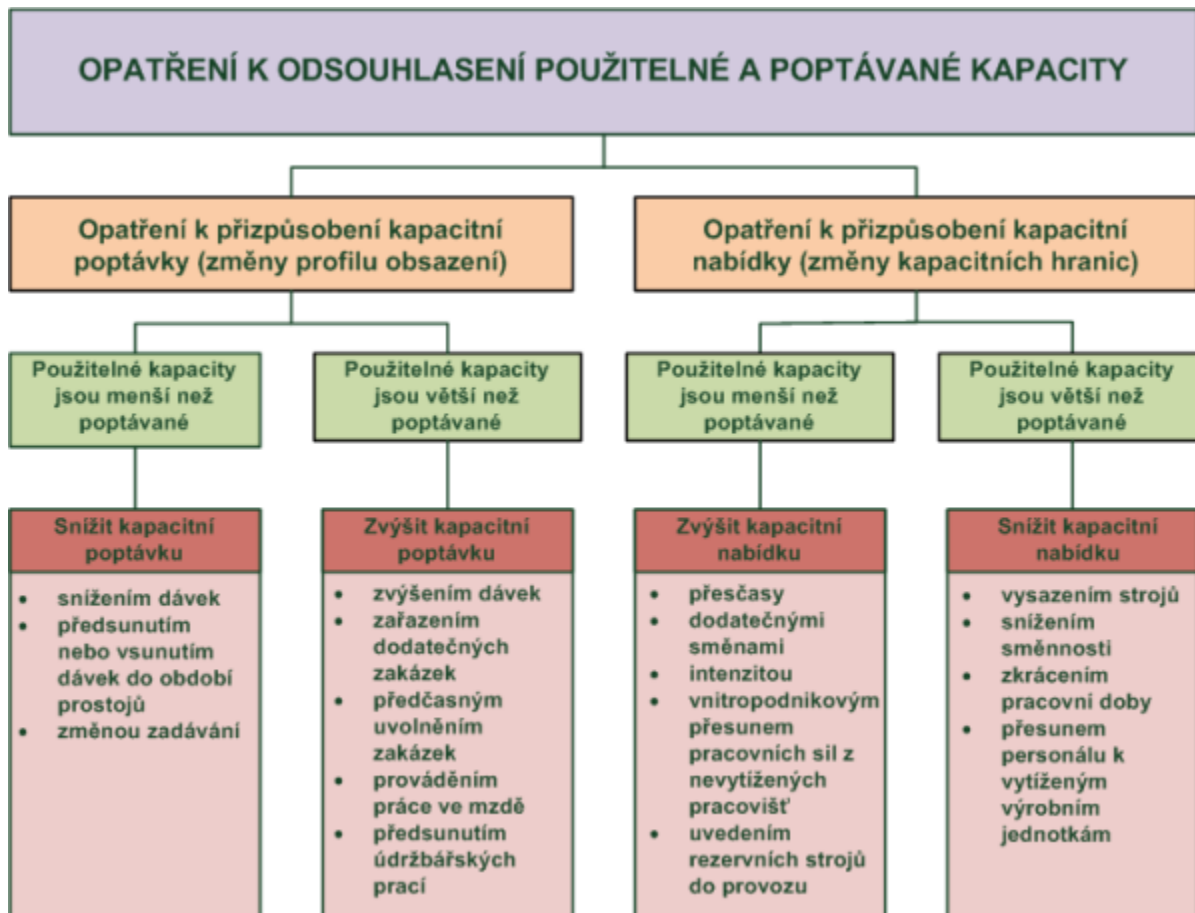
Obrázek 3.8-2 Datový popis položky pro APS systém
zdroj: Ing Löffelmann

Z uvedeného obrázku je zřejmé, jak APS pracuje. Podle zákaznických objednávek, stavu skladových zásob a kapacitních možností pracovišť vyhodnocuje tu nejlepší možnou variantu. Pokud je například pracoviště *soustruh 1* obsazené, nemusí se čekat na jeho uvolnění, ale systém sám doporučí alternativní pracoviště *soustruh 2*. Stejný postup aplikuje při nedosažitelnosti jednoho materiálu, který nahradí druhým, byť za cenu delšího času opracování. Jak je vidět z obrázku, jsou zohledňovány i náklady jednotlivých položek. Systém je schopen reagovat velmi rychle na změny vstupů a priorit a konfrontuje plánovače s možnými variantami. Je evidentní, že rozsáhlé strukturní kusovníky musí být zpracovávány adekvátním výpočetním výkonem. Pro jednodušší typy výrob může být odezva tak rychlá, že se pro tyto případy vžil termín odpověď na zavolání, tzn., že APS systém je schopen odpovědět na zadání zákazníka v průběhu jednoho telefonního hovoru.

Podobnou roli jako mají APS systémy uvnitř podniku, řeší SCM (Supply Chain Management) systémy směrem vně podniku. Je to řízení a koordinace logistických řetězců dodavatelů podniku. Principy jsou obdobné jako při řízení dodávek z vlastního skladu, ale samozřejmě je nutné kompatibilní softwarové vybavení u zákazníka a dodavatele. Pro systémy, které optimalizují plánování uvnitř i vně podniku se používá termín APS/SCM.

Implementace APS nebo APS/SCM systému je metodicky složitější než implementace MRP II. Implementační firmy obvykle používají vlastní metodologie, které jsou součástí dodávky. Nasazení APS systému je rovněž poměrně nákladnou záležitostí. Na druhou stranu je možné APS systémy nasadit poměrně rychle a okamžitě využít i nestrukturovaná a nezávislá data z různých zdrojů, na rozdíl od MRP II, které vyžaduje konzistentní a stále udržovanou datovou základnu.

Vraťme se k rozvrhování do neomezených kapacit. Získáme termíny jednotlivých operací a odtud požadavky na kapacity, obvykle na dekády, týdny nebo dny. V případě, že dojde ke značnému překročení nebo pokročení kapacit, je třeba provést kapacitní vyrovnání (3.8-3).



Obrázek 3.8-3 Kapacitní přizpůsobení
Zdroj: [1]

Dlouhodobá kapacitní opatření

- změna zařízení,
- změna kapitálového vybavení (budovy apod.),
- změna pracovních sil,
- doplňkové výrobky.

Střednědobá kapacitní opatření

- změna vyrobít/nakoupit,
- plánování alternativních výrobních postupů,
- subdodávky na dlouhé období,
- přemístění pracovníků, změna pracovníků,
- doplnění dodatečných zařízení – kooperace.

Krátkodobá kapacitní opatření

- plánování přesčasů,
- subdodávka v kratších periodách,
- výběr alternativních výrobních postupů,

- přemístění pracovníků,
- trhání (rozdělení) výrobních dávek.

3.9 Nakupovat nebo vyrábět

Rozhodnutí o vlastní výrobě, kooperaci nebo outsourcingu je jedním z klíčových okamžiků pro úspěšnou výrobu

Cíle:

V tomto článku se naučíte, za jakých podmínek volit vlastní výrobu nebo nákup.

Klíčová slova:

Nakupované položky; Vyráběné položky; Kooperace;

Nakupovat nebo vyrábět

Vlastní rozhodnutí o vlastní nebo cizí výrobě musí být podpořeno řádnou kalkulací. Při masovějšímu přechodu mezi vlastní a cizí výrobou může však dojít ke změně režijních přírážek, což je třeba při rozhodování zohlednit.

[25] (upraveno)

Pro nákup

Jaké jsou přínosy nákupu zboží nebo služeb?

- chráněné patenty a vzory,
- odpadá nutnost zajištění speciálních strojů a nářadí,
- nižší skladovací náklady,
- možné nižší dopravní náklady,
- zkušenost dodavatele,
- znalost speciálních postupů,
- odpadá potřeba na nové pracovní síly,
- odpadá potřeba investic,
- možnost pružnější reakce na vlastní odbyty,
- menší finanční zatížení,
- větší prostor pro změny.

Pro vlastní výrobu

Jaké jsou přínosy vlastní výroby?

- snaha o uzavřenost výrobního procesu,
- možné nižší dopravní náklady,
- redukce skladových nákladů,
- možnost využití koproduktů (odpadu),
- lepší možnost řízení kvality,
- speciální vlastní požadavky,
- vlastní zkušenosti,
- lepší vyrovnávání kapacit a pracovních sil,
- možnost rozdělení výroby do stupňů,
- ochrana tajemství,

- rychlejší reakce na požadavky zákazníků,
- komplexní přístup k hospodárnosti výroby.

3.10 Příklad: Nakupovat nebo vyrábět

Cíle:

V tomto příkladu se naučíte, jak se rozhodnout, zda se vyplatí nakupovat nebo vyrábět drobné díly.

Klíčová slova:

Kooperace; Nakupované položky;

Zadání:

Podnik vyrábějící stroje se rozhoduje, zda má určitý drobný díl nakupovat nebo vyrábět. V případě výroby si musí pořídit stroj s ročními fixními náklady 30000 Kč. Variabilní náklady na jeden díl jsou potom 3,50 Kč/ks.

1. Proveďte analýzu, pro jakou variantu se v závislosti na velikosti objemu vaší výroby rozhodnete, pokud v případě nákupu zaplatíte 9 Kč za kus.

2. V případě že můžete zakoupit za 9 Kč/ks po malé nákupy (do 10 000 ks) a 6 Kč/ks pro větší množství, proveďte analýzu, kdy se v závislosti na objemu vaší výroby vyplatí nakupovat a kdy vyrábět. Nakreslete průběh nákladů.

Návrh řešení:

Řešení 1.

Průběh nákladů pro variantu "vyrábět":

$$N = 30\,000 + 3,50 \cdot Q$$

Průběh nákladů pro variantu "nakupovat":

$$N = 9 \cdot Q$$

shodné náklady nastanou pro:

$$30\,000 + 3,50 \cdot Q = 9 \cdot Q \quad \Rightarrow \quad Q = 5454,55 \text{ ks, } N = 49\,091 \text{ Kč.}$$

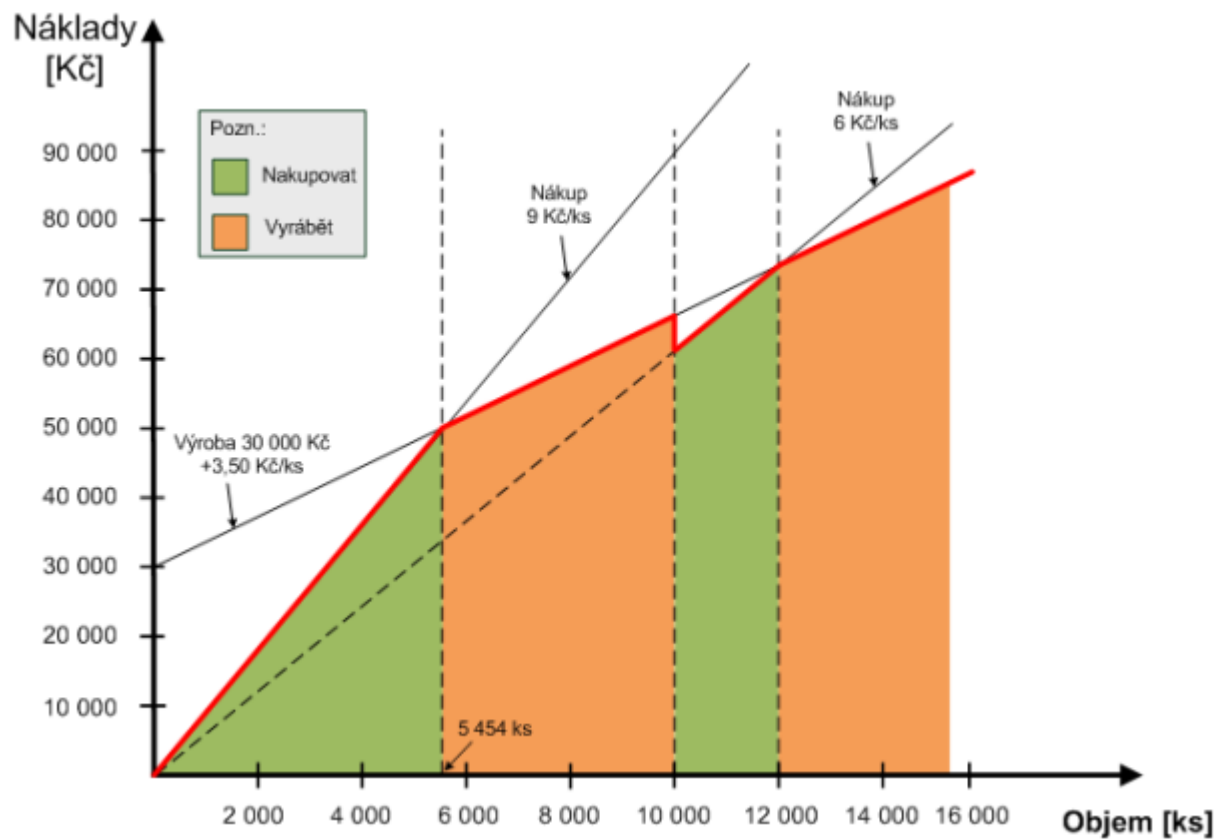
Vyplatí se nakupovat pro velikost výroby do 5454 ks, vyrábět od 5455 ks.

Řešení 2.

Průsečík varianty 6 Kč/ks s náklady na vlastní výrobu je 12 000 ks, náklady 72 000 Kč.

Objem	Rozhodnutí
1 - 5 454	nakupovat
5 455 - 9999	vyrábět
10 000 - 12 000	nakupovat
12 000 a více	vyrábět

Nakupovat/vyrábět



Obrázek 3.10-1 Vyrábět/Nakupovat

4 Nové směry a výrobní filosofie

V této kapitole poznáte spíše než jak pracovat výrobními daty, jak změnit filosofii přístupu k výrobě a jakými metodami zvýšit úspěšnost podniku.

Cíle:

Cílem kapitoly je poznat, jakými novými přístupy racionalizovat a optimalizovat výrobu, snižovat výrobní náklady, dodržovat termíny.

4.1 Štíhlá výroba, plýtvání

Klasická výroba se opírala o složité organizační struktury a výrobu ve velkém množství. Štíhlá výroba je založena na zjednodušených organizačních strukturách a pečlivém řízení výroby v přesně požadovaných množstvích.

Cíle:

V tomto článku poznáte zásady štíhlé výroby a dozvíte se, jaké jsou druhy plýtvání.

Klíčová slova:

Štíhlá výroba; Plýtvání; Zásoby; Dodavatelé; Japonské výrazy;

Štíhlá výroba

V sériové a hromadné výrobě, a jistým způsobem i kusové a malosériové výrobě, se v klasických systémech dává přednost výrobě v minimálních ekonomických nebo optimálních výrobních dávkách. To vyžaduje vyšší úroveň rozpracované výroby. Štíhlá výroba se snaží tuto rozpracovanost snížit. V tomto smyslu se stává ideálem "jednokusová výroba".

Co je předpokladem snižování výrobních dávek?

1. **automatická výkonná meziperační manipulace** – nízké transportní dávky,
2. **nízké seřizovací časy – pružná** pracoviště s automatickou výměnnou nástrojů a seřizováním výrobku na pracovišti (automatické upínání, technologické palety).

Historie pojmu štíhlá výroba

Jako první definoval plýtvání již v roce 1913 **Henry Ford**: „Obvykle peníze vložené do surovin nebo do zásob hotových výrobků jsou považovány za živé peníze. Jsou to sice peníze v obchodě, to je pravda, ale mít zásobu surovin nebo hotových výrobků přesahující požadavky je plýtvání, které jako každé jiné **plýtvání** má za následek zvýšení cen a nižší mzdy“.

Společnost Toyota pak ve svém produkčním systému – Toyota Production System (TPS) rozvinula Fordův výrobní systém, dokonale zvládla procesy a využila všechny existující „zdravé a rozumné“ přístupy. Dodnes je tento systém považovaný za nepřekonaný a dokonale propracovaný výrobní systém, jehož otcem byl výrobní ředitel Toyoty **Taiichi Ohno**.

Fordovy myšlenky rovněž dokonale uplatnil ve svých závodech i **Tomáš Baťa**. V roce 1919 se vypravil na další cestu do USA, aby se důkladně seznámil s organizací, obchodní politikou a technologiemi automobilových závodů Henryho Forda. Poučen příkladem amerických Fordových závodů a vybaven vlastními zkušenostmi prováděl od let 1923-1924 rozsáhlou přestavbu a reorganizaci výroby v celé továrně. Do nových budov instaloval nejdokonalejší stroje a s tím i od roku 1924 spojoval důslednou racionalizaci a specializaci výrobních postupů, zejména zavedením proudové výroby s gravitačním dopravníkem. Nová organizace výroby vedla k uspořádání dílen podle druhů výrobků a pracovní operace se normovaly podle Američana

Taylora.

Důstojné pokračovatele v uplatňování a rozvíjení myšlenek, metod a technik realizovaných v zlínských Bařových závodech, můžeme najít např. v Barumu Continental, s.r.o., Autopalu, s.r.o., Froniusu Česká republika spol. s r.o., ve společnosti Linet, na severní Moravě v Raškovicích ve firmě Saft - Ferak a. s. atd.

Dnes ovšem stále nejen v našich, ale i v dalších evropských firmách existují problémy a plýtvání, které v sobě skrývá obrovské rezervy a potenciál dalšího rozvoje. Proto na problémy musíme pohlížet jako na určité příležitosti. Hlavní potíž s „řešením problémů“ však spočívá v tom, že lidé začínají hledat řešení, aniž předtím jasně definují problém. Pak soustřeďují pozornost na odstraňování symptomů, místo řešení příčin problémů a plýtvání.

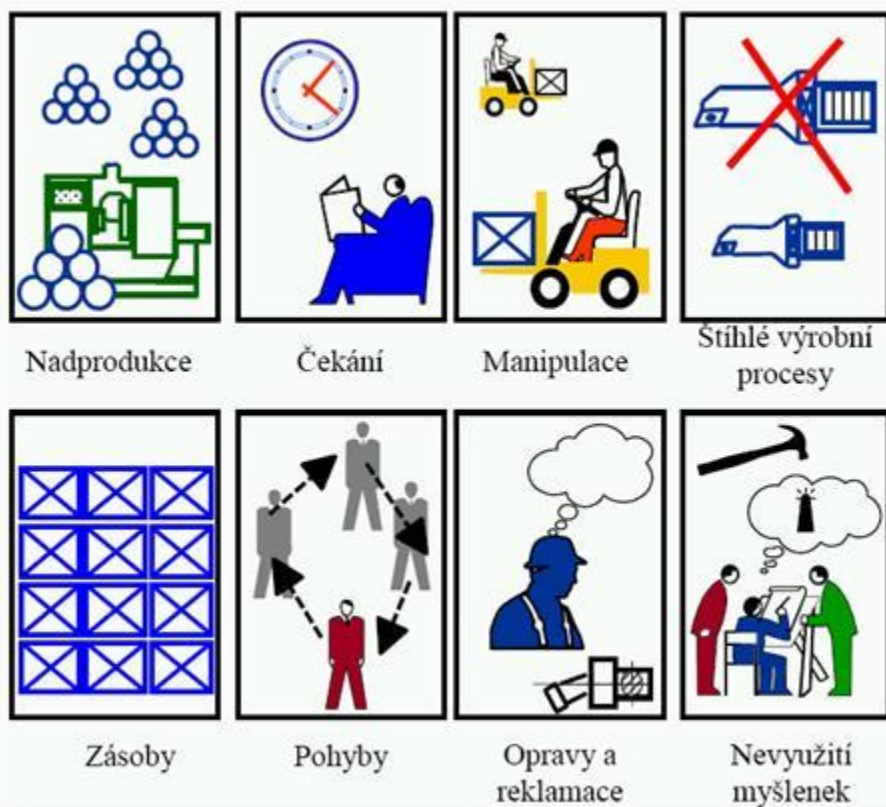
Největší ztráty jsou ztráty z nadvýroby, ztráty v zásobách a ztráty z chybných výrobků. Japonci využívají pro označení problémů, které je potřebné okamžitě řešit termín „3Mu“, který pochází ze tří japonských slov, začínajících písmeny „Mu“:

- **Muda** – ztráta, nadbytečnost, plýtvání,
- **Mura** – nerovnoměrnost, nepravidelnost,
- **Muri** – přetížení, nepřiměřenost.

Japonci přísně dodržují zásadu, že problém musí být řešený přímo na místě, kde se vyskytuje (GENBA). Základními atributy Štíhlé výroby jsou:

- eliminace všech druhů plýtvání,
- dokonalý proces,
- plynulý tok.

Plýtvání



Obrázek 4.1-1 Plýtvání

Druhy plýtvání (obr. 4.1-1), které odstraňuje štíhlá výroba:

- velké zásoby – ve skladech nebo i ve výrobě je větší množství materiálu, než je ve skutečnosti potřeba,
- čekání – doby prostojů způsobených čekáním na práci, čekání na dodání materiálu, nástrojů, ...,
- nadbytečná výroba – výroba produktů, jež nemají zákazníka = odběratele, tzn. vyrábí se na sklad,
- kontrola kvality – kvalita se musí kontrolovat na konci procesu, místo aby její tvorba byla přímo do něj zabudována,
- opravy a přepracování,
- neefektivní pohyby a manipulace – více a delších pohybů, než je pro práci na produktu potřeba,
- zbytečná manipulace s materiálem – pohyb materiálu mezi sklady a procesy,
- nevyužitá kreativita pracovníků.

Dalšími druhy plýtvání jsou:

- nevyužití konstrukčních možností stroje,
- volba nevhodných nástrojů,
- nevyužití koproduktů,
- nevhodná sekvence rozvržených operací,
- nevyužití vícestrojové obsluhy a bezobslužného chodu
- nevhodné pracovní prostředí.

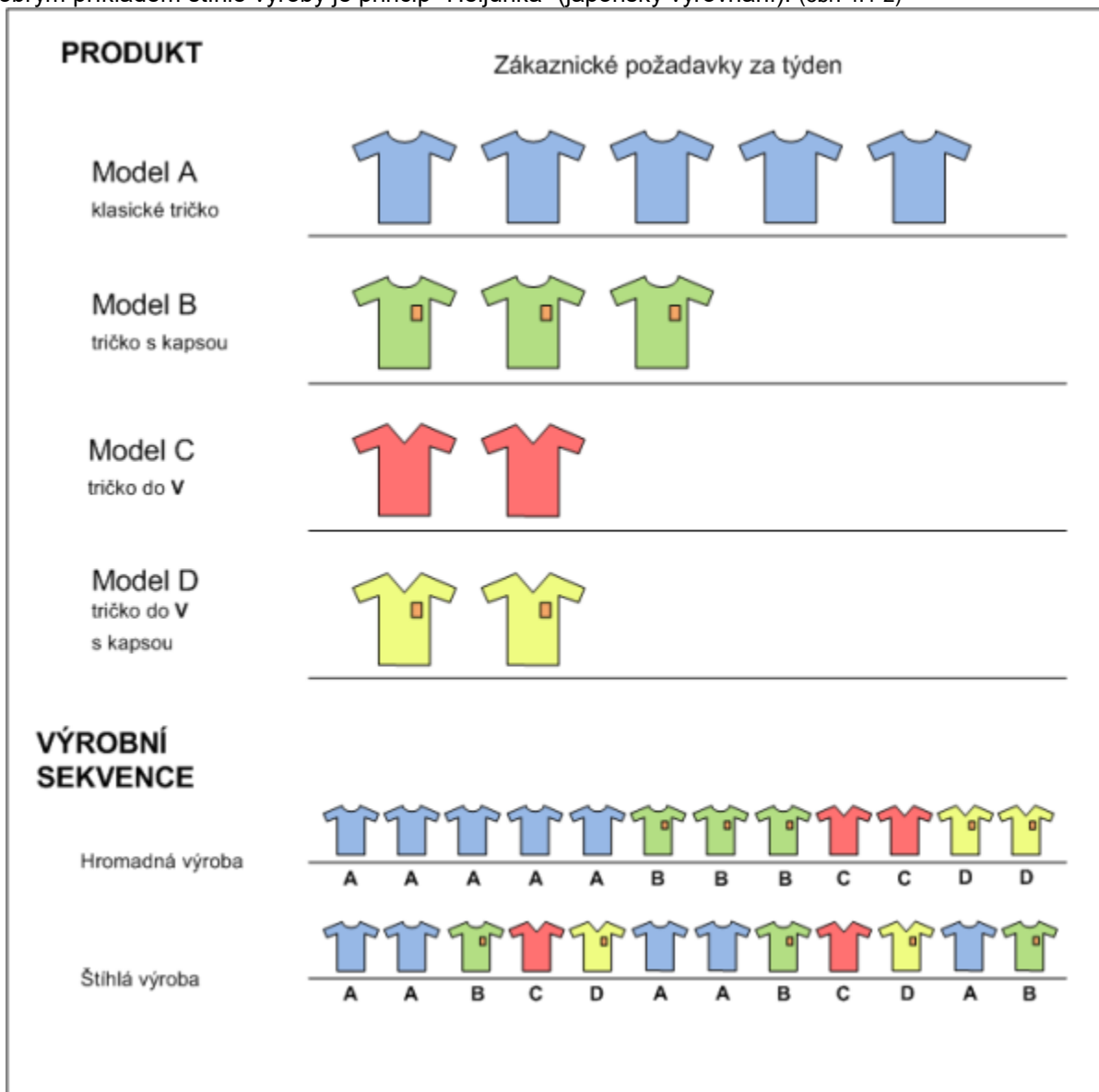
Základní principy a pilíře štíhlé výroby

Pro bližší definování bude dále představeno 5 principů Lean managementu a na nich budou přiblíženy některé základní pojmy a přístupy. Jedná se o těchto 5 principů:

1. určit **hodnotu** v očích zákazníka,
2. identifikovat **tok hodnot** a zamezit plýtvání,
3. vytvořit tok hodnot „**taženy**“ zákazníkem,
4. zapojit a zplnomocnit **zaměstnance**,
5. neustálé zlepšování ve snaze o **dokonalost**.

Heijunka

Dobrým příkladem štíhlé výroby je princip "Heijunka" (japonsky vyrovnání). (obr. 4.1-2)



Obrázek 4.1-2 Heijunka – vyrovnání

Zdroj [20]

Představme si výrobu několika podobných výrobků (*A, B, C a D*). Za určitou periodu jich máme vyrobit určité množství. V klasické výrobě seřídíme stroj na výrobek *A* a vyrobíme požadované množství, potom vyrábíme postupně *B, C a D*. Ve štíhlé výrobě provedeme vyrovnání výroby podle odběru a střídáme výrobu jednotlivých typů. Tím snížíme množství rozpracované výroby a hotových výrobků.

4.2 '5S' a '4M' – základ programu zlepšování

Cíle:

V článku se dozvíte, jaké otázky jsou součástí metod 5S a 4M.

Klíčová slova:

Štíhlá výroba; Plytvání; Japonské výrazy;

5S - 5 zásad dobrého hospodaření na pracovišti

1. Seiri (Roztřídit)

První krok, *seiri*, zahrnuje klasifikaci všech položek na pracovišti do dvou kategorií – nezbytné a zbytečné – a odstranění těch zbytečných. Jednoduchým základním pravidlem je odstranit vše, co nebude použito v nejbližších 7 dnech. V této fázi musí být určen maximální počet položek – dílů a zásob, rozpracovaných produktů, obrobků atd. - které mohou na pracovišti zůstat.

Roztřídění se vztahuje na:

- rozpracovanost
- nepotřebné nářadí
- nepotřebné stroje
- vadné díly
- papíry a dokumenty

2. Seiton (Srovnat)

Jakmile proběhl krok *seiri*, na pracovišti zůstal pouze minimální počet věcí skutečně potřebných. Ale tyto potřebné věci, jako třeba pracovní nástroje, by měli být snadno k dosažení a bez hledání. To nás přivádí k dalšímu, kroku správného hospodaření – *seiton*.

Seiton znamená věci klasifikovat podle jejich použití a seřadit tak, aby jejich nalezení vyžadovalo minimum času a úsilí. Abychom toho dosáhli, každá položka musí mít své místo určení, název a objem či počet. Nejenom místo, ale i maximální počet položek povolených na pracovišti musí být specifikováno.

3. Seiso (Vyčistit)

Seiso znamená vyčistit pracoviště, tedy stroje a nástroje, ale také podlahy, zdi a další místa. Existuje rovněž poučka "*Seiso* znamená kontrolu". Obsluha stroje může během čištění narazit na různé drobné poruchy a nedostatky. Je-li stroj pokrytý mastnotou, sazemí a prachem, je těžké odhalit jakékoli problémy, které se mohou na stroji objevit. Během čištění je však snadné zaznamenat únik oleje, prasklinu v krytu, či uvolněné matice a šrouby. Jakmile jsou tyto problémy odhaleny, je snadné je uvést do pořádku.

4. Seiketsu (Systematizovat)

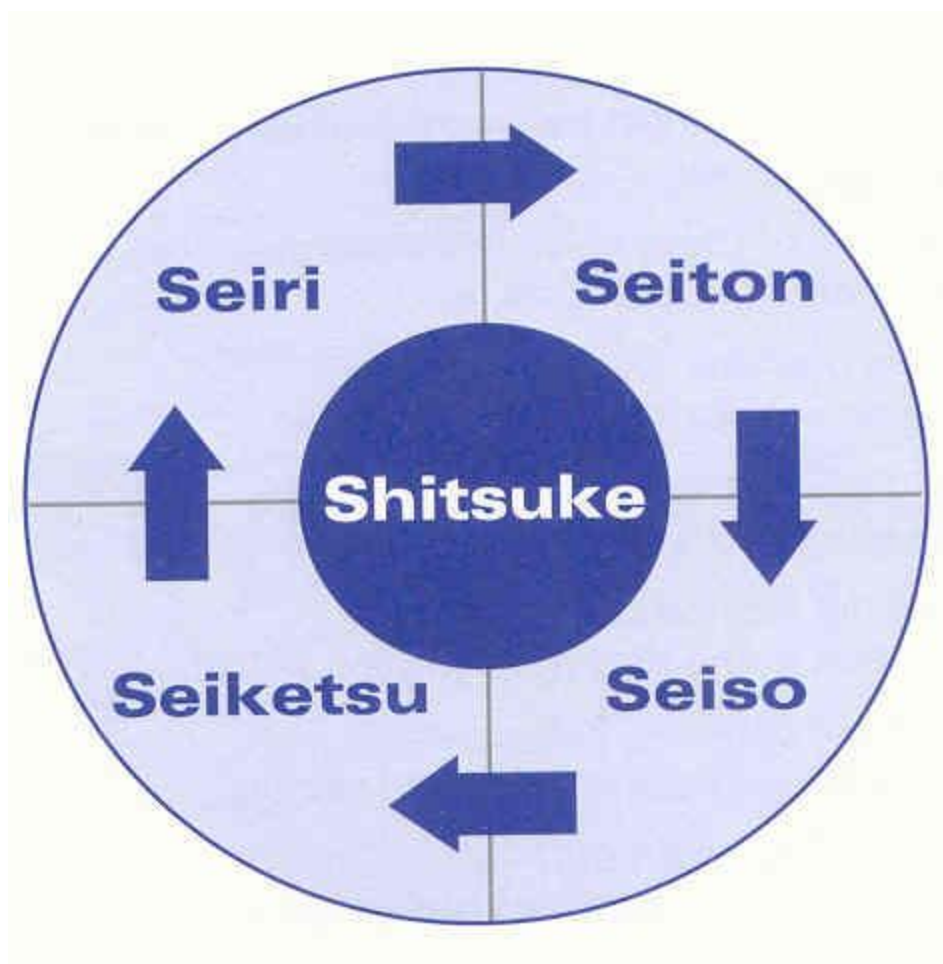
Seiketsu znamená udržovat osobní čistotu v tom smyslu, že má člověk na sobě vhodný pracovní oděv, ochranné brýle, rukavice a pracovní boty, a že je pracoviště udržováno v čistém a zdravotně nezávadném stavu. Další interpretací výrazu *seiketsu* je pokračovat neustále a každodenně v práci na *seiri*, *seiton* a *seiso*.

5. Shitsuke (Standardizovat)

Shitsuke znamená sebedisciplína. Lidé, kteří praktikují *seiri*, *seiton*, *seiso* a *seiketsu* kontinuálně – tedy lidé, u nichž jsou tyto činnosti součástí každodenní rutiny, získávají sebedisciplínu.

Těchto 5S (obr. 4.2-1) můžeme nazývat filozofií či způsobem života. Základem 5S je dodržovat to, na čem jsme se dohodli. Začíná to zbavením se všeho, co na pracovišti nepotřebujeme (*seiri*) a pokračuje uspořádáním všech nezbytných položek přehledným způsobem (*seiton*). Poté musíme pracoviště a vše na něm udržovat v naprosté čistotě, abychom snadno zaznamenali abnormality (*seiso*) a tyto tři předchozí kroky je nutné provádět kontinuálně (*shitsuke*). Zaměstnanci musí v každém z těchto kroků dodržovat zavedená a dohodnutá pravidla a než dosáhnou *shitsuke*, osvojí si sebedisciplínu potřebnou k jejich každodennímu dodržování.

Po tvrdé práci v prvních třech krocích a dosažení viditelných zlepšení na pracovišti si zaměstnanci začínají myslet "Zvládli jsme to!" a na chvíli si budou chtít odpočinout (nebo ve svých aktivitách dokonce úplně ustát). Podmínky na pracovišti se okamžitě začnou vracet do původní podoby, což pro manažery znamená nutnost vybudovat systém, jenž zajistí kontinuitu všech aktivit v rámci pěti S.



Obrázek 4.2-1 Pět S
Zdroj [20]

Analýza 5W1H

Zdroj [31]

Kdo (who)?

1. Kdo to obvykle dělá?
2. Kdo to dělá teď?
3. Kdo by to měl dělat?
4. Kdo jiný to může udělat?
5. Kdo další by to měl dělat?

Co (what)?

1. Co se má dělat?
2. Co se dělá?
3. Co by se mělo dělat?
4. Co by se ještě dalo dělat?
5. Co by se ještě mělo udělat?

Kde (where)?

1. Kde to dělat?
2. Kde je to děláno?
3. Kde by to mělo být děláno?
4. kde by to mohlo být děláno?
5. Kde ještě by to mělo být děláno?

Kdy (when)?

1. Kdy to dělat?
2. Kdy se to dělá?
3. Kdy by se to mělo dělat?
4. Kdy jindy se to dá dělat?
5. Kdy jindy by se to mělo dělat?

Proč (why)?

1. Proč to dělá?
2. Proč to dělat?
3. Proč to dělat tam?
4. Proč to dělat zrovna tehdy?
5. Proč to dělat zrovna tak?

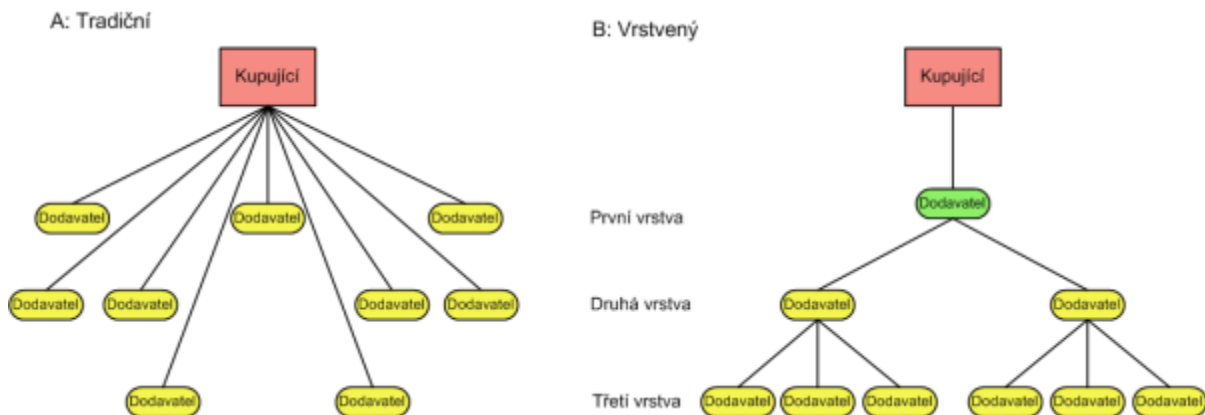
Jak (how)?

1. Jak to dělat?
2. Jak je to děláno?
3. Jak by to mělo být děláno?
4. Jak by mohla být tato metoda použita i v jiných oblastech?
5. Existuje i jiný způsob, jak to dělat?

Spolehlivost dodavatelů a jejich vrstvy

Štíhlý výrobní systém má **úzké vztahy** s dodavateli, o kterých předpokládá, že jsou schopni dodávat často malé dávky vysoké kvality. Tradičně se předpokládá, že kupujícímu je přisouzena role monitorování kvality nakupovaného zboží, kontrola dodávek jak v kvalitě, tak v kvantitě, a vrácení vadného zboží prodávajícímu k opravě. To je ale v rozporu s principy JIT, neboť vstupní kontrola nepřidává žádnou hodnotu pro zákazníka, navíc zde nejsou časové ani množstevní rezervy. Bezpodmínečným cílem kupujícího je být schopný **certifikovat** prodávajícího jako výrobce vysoce kvalitního zboží.

Tradičně neexistuje duch spolupráce mezi nakupujícím a dodávajícím, nakupující a prodávající mají něco jako protivnické vztahy. Kupující obvykle považují cenu za hlavní determinant zásobování a mají typicky vícezdrojové nákupy (obr. 4.2-2).



Obrázek 4.2-2 Vrstvy dodavatelů
Zdroj [6]

Klíčovou vlastností mnoha štíhlých výrobních systémů je relativně malé množství dodavatelů. Tito dodavatelé prostřednictvím svých dodavatelů zaručují správné zboží ve správném množství na správném místě za správnou cenu.

4 M

[20]

Jedná se o proměnné, se kterými pracuje výrobní systém, aby vytvořil hodnotu pro zákazníka. První tři jsou zdroje, čtvrtý je způsob, jak jsou zdroje užity:

1. **Materiál** – žádné zmetky nebo chybějící díly
2. **Stroj (machine)** - žádné výpadky, poruchy nebo neplánovaná zastavení
3. **Člověk (man)** - dobré pracovní návyky, potřebná kvalifikace, přesnost a neplánovaná absence
4. **Metody** – standardní procesy údržba a management

Materiál

1. Jsou chyby v množství?
2. Jsou chyby v jakosti?
3. Jsou chyby ve značce?
4. Obsahuje nečistoty?
5. Je množství zásob přiměřené?
6. Plýtvá se materiálem?
7. Je zacházení přiměřené?
8. Je vykonávaná práce naráz zanechána?
9. Je plán přiměřený?
10. Je přiměřený kvalitativní standard?

Stroj (zařízení)

1. Splňuje požadavky na produkci?
2. Vyhovuje pracovním podmínkám?
3. Je mazání adekvátní?
4. Je kontrola adekvátní?
5. Je provoz často přerušen z důvodů mechanické závady?
6. Vyhovuje požadavkům na přesnost?
7. Dělá neobvyklé zvuky?
8. Je plán přiměřený?
9. Je strojů dostatek?
10. Je vše v pořádku?

Člověk

1. Řídí se pravidly?
2. Je jeho pracovní efektivita přijatelná?
3. Je si vědom problému?
4. Je zodpovědný?
5. Je kvalifikovaný?
6. Je zkušený?
7. Je mu přidělena správná funkce?
8. Je ochoten se zlepšit?
9. Má dobré mezilidské vztahy?
10. je zdravý?

Metody práce

1. Jsou pracovní standardy přiměřené?
2. Jsou pracovní standardy obměňovány?
3. Je metoda bezpečná?
4. Zajišťuje metoda výrobu dobrého produktu?
5. Je metoda efektivní?
6. Je posloupnost práce přiměřená?
7. Je systém přiměřený?

8. Je přiměřená teplota a vlhkost?
9. Je přiměřené světlo a větrání?
10. jsou přiměřené kontakty s předchozím a následujícím procesem?

Pozn. Pernica [28] a Sixta [23] bohužel udávají, že bohužel moderní japonský a západní systém řízení jsou neslučitelné. Problém patrně spočívá v odlišné životní filosofii a může být příčinou obtíží při zavádění moderních japonských metod do výrobních systémů.

4.3 Kanban

Systém KANBAN je považován za velmi progresivní tažný systém vhodný pro automobilový průmysl a jiné typy hromadné a velkosériové výroby.

Cíle:

V tomto článku se naučíte, co je systém kanban, kdy jej možné využít a kdy ne.

Klíčová slova:

Japonské výrazy; Plýtvání; Štíhlá výroba;

Princip KANBANU

Kanban [9] je heuristika vyvinutá japonským automobilovým výrobcem Toyota pro necentrální řízení materiálového toku ve vícestupňové výrobě. Prvně byly principy metody KANBAN použity již panem Taiichi Ohno v jednom výrobním závodu Toyoty již v roce 1953 s cílem optimalizovat zásoby při opakované sériové výrobě. KANBAN vychází z myšlenky, že je možné pracoviště rozdělit na prodavače a kupující a je přesně definován okruh pracovišť, které si dodávají a odebírají materiál. O tom, jaké části budou jednotlivá pracoviště potřebovat, informují štítky (kanban), které cirkulují v rámci jednotlivých dílen.

Východiskem metody je **tažný princip** výrobních míst: Na rozdíl od tradičních PPS-systémů, ve kterých jsou dodávány díly z předchozích míst na základě centrálních pokynů nejpozději do termínu montáže (tlakový princip), musí spotřebitelská místa požadovat pro ně potřebné díly včas na předchozích místech. Dodávky se uskutečňují bezprostředně z vyrovnávacích zásobníků; při odběru se objedná na dodavatelském místě výrobní příkaz, který opět naplní meziklad.

Centrálně jsou zadávány jen **výrobní příkazy** na **konečný výrobek** a jejich požadavky na zatížení **posledních výrobních stupňů**. Ty odebírají na začátku zpracování příkazu potřebné montážní díly a materiály z **vyrovnávacích zásobníků předcházejících výrobních míst** a spouští tím výrobu. Tato místa opět dávají příkaz k vyskladnění pro ně potřebných dílů z vyrovnávacích zásobníků nižších výrobních stupňů a dávají podnět, aby se ujaly výroby a opět naplnily sklad. Výrobní příkaz na koncový stupeň řeší tím nepřímou výrobu všech výrobních stupňů a táhne tak jistým způsobem požadované výchozí výrobky celým výrobním systémem.

Pro KANBAN jsou charakteristické dva pomocné organizační prostředky:

- „KANBAN-kontejnery“ ve kterých jsou mezikladovány přepravovány díly a montážní skupiny,
- „KANBAN-štítky“, které řídí materiálový tok mezi dodavatelským a odběratelským místem.

Pro každý **meziprodukt** je stanoven **jeden typ kontejneru** s určitou kapacitou. Při odběru materiálu z vyrovnávacího skladu je zaměněn prázdný kontejner za plný, předcházející výrobní stupeň musí tedy zaplnit prázdný kontejner požadovaným množstvím. Protože je odběr přípustný pouze tehdy, když je vyprázdněn kontejner a může být naplněn jen na plnou kapacitu, je zajištěno, že ve všech výrobních stupních jsou dodrženy **pevné výrobní dávky**, jejichž velikost je stanovena na vyšší úrovni.

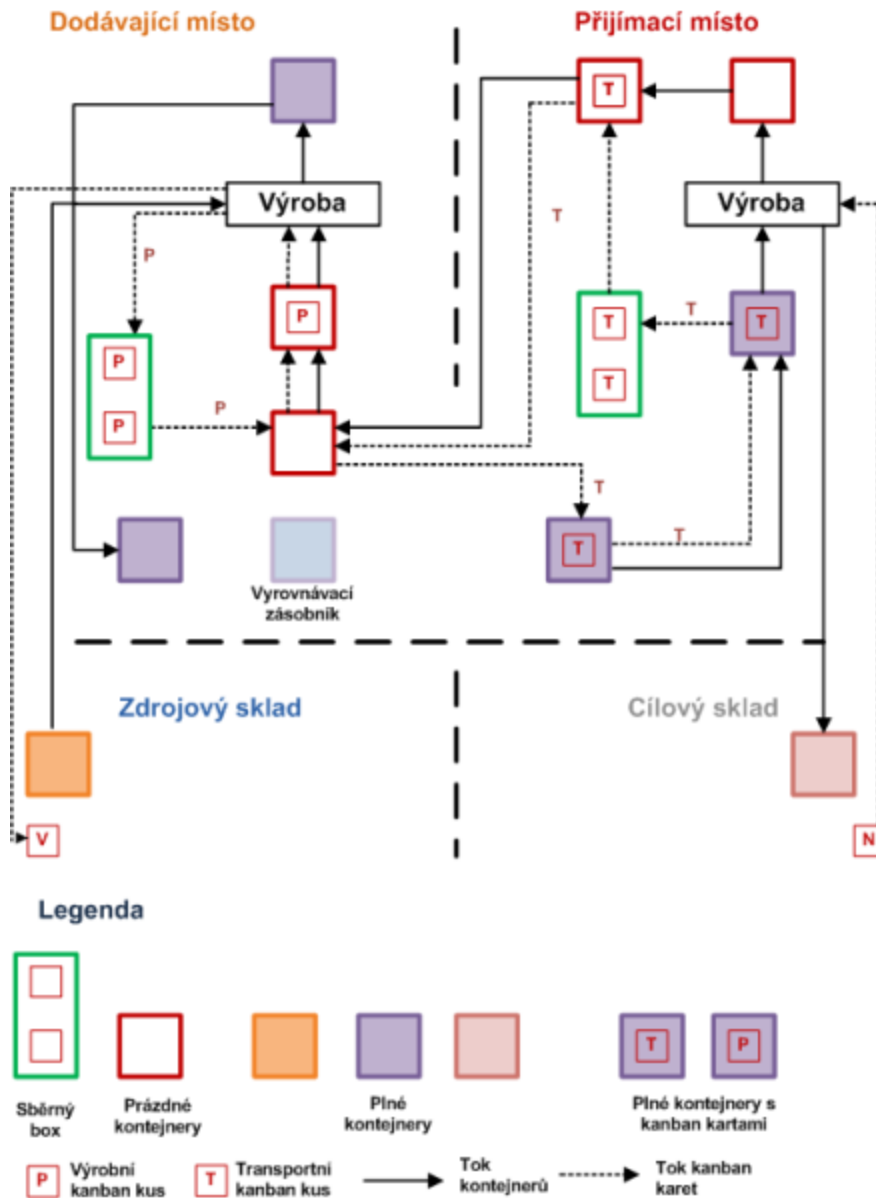
Označení kanban je třeba redukovat na druhý pomocný prostředek, KANBAN-štítek (japonsky kanban = štítek, karta). Slouží bezprostředně pro řízení a kontrole toku materiálu mezi dvěma vzájemně následujícími výrobními místy. KANBAN-štítek opravňuje odběr materiálu z vyrovnávacího zásobníku a uvolňuje vydání dávky pro doplnění tohoto vyrovnávacího zásobníku. Tím slouží tyto štítky jako nosič informací pro identifikaci a specifikaci materiálů a dílů, které mají být vyrobeny a zpracovány.

Principiálně by stačilo, kdyby obíhal jen **jeden typ štítků** mezi dodavatelským a odběratelským místem. Často jsou však použity **dva druhy karetních štítků**, **dopravní** kanban a **výrobní** kanban. Výrobní kanbany souží pro řízení materiálového toku mezi dodávacím místem a vyrovnávacím zásobníkem, dopravní kanbany pro řízení mezi dopravou mezi vyrovnávacím zásobníkem a přijímacím místem. Toto **rozlišení** dovoluje

přidat na transportní kanban **dodatečné** informace o dodávacím a přijímacím místě, jakož i dopravní cestě, na výrobní kanban údaje o potřebných operacích, zvláštní specifikace a označení kvality.

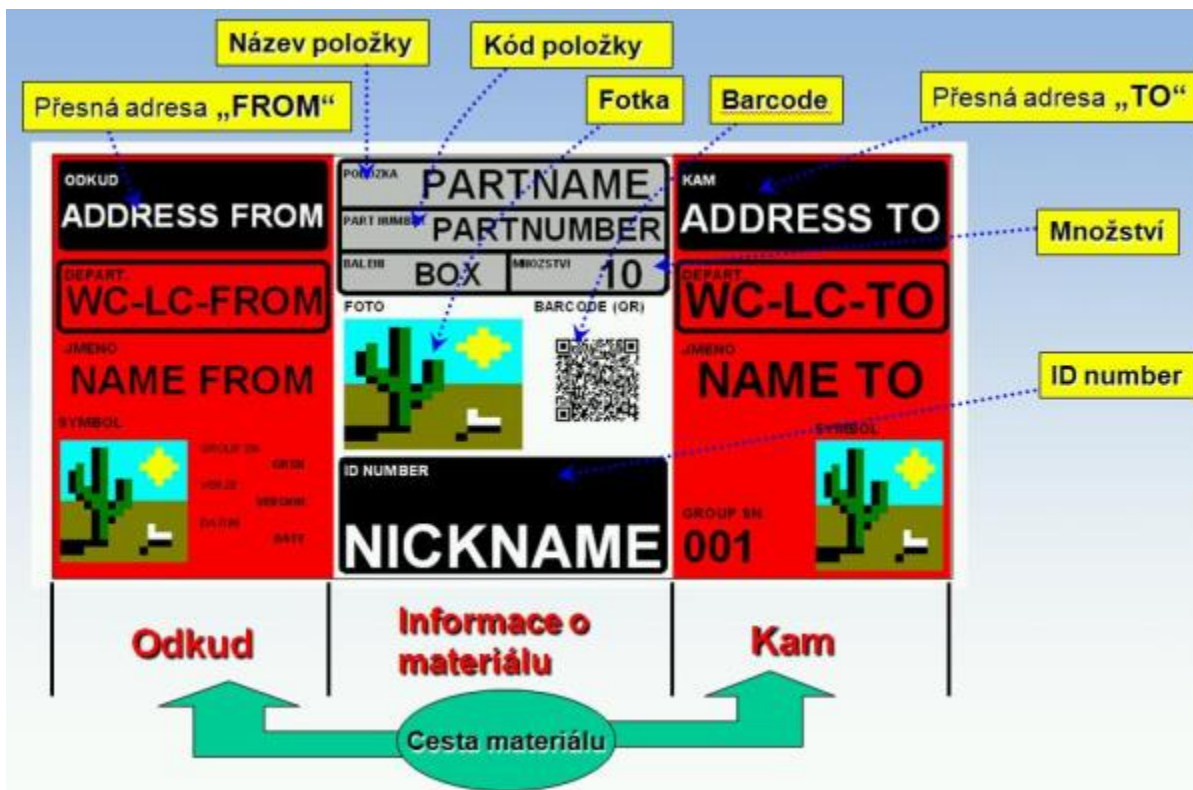
Fungování KANBANu

Funkčnost takového regulačního okruhu mezi dvěma výrobními místy je zřetelná z obr. 4.3-1.



Obrázek 4.3-1 Princip kanbanu
Zdroj [9]

Příklad kanban štítku je na obr. 4.3-2.



Obrázek 4.3-2 Kanban – štítek

Výroba přijímacího místa je spuštěna příchodem výrobního kanbanu z následného výrobního místa nebo výrobním příkazem pro výrobek. K tomu je třeba nejdříve použít disponibilní zásoby.

Pokud jsou spotřebovány, je odebrán kontejner s dalšími díly z vyrovnávacího zásobníku. S tím jsou svázány následující akce:

1. Přijímající místo **obdrží zakázku** od následujícího místa (ve formě výrobních kanbanů).
2. K výrobě se potřebuje díl, který je vyroben dodávajícím místem. Ze sběrného boxu přijímacího místa je odebrán **transportní kanban** a převezen s prázdným materiálovým kontejnerem na dodávající místo.
3. Tam je transportní kanban dále převeden do vyrovnávacího zásobníku a připevněn na **plný kontejner**. Ten je z vyrovnávacího zásobníku dopraven **na výrobní místo**. Současně je odebrán **výrobní kanban** ze sběrného boxu a připevněn na **prázdný kontejner**.
4. **Prázdný** kontejner je převezen s **výrobním** kanbanem na dodávající místo, aby tam byl naplněn.
5. Prázdným kontejnerem s výrobním kanbanem je na dodávajícím místě **spuštěn výrobní příkaz**. Z naplněného kontejneru je odebrán štítek kanban a dán do sběrného boxu.
6. Výroba na dodávajícím místě je spouští následující pohyby:
 - a) Aby se mohlo vyrábět, vyžaduje se materiál na předchozím místě. Proto se zašle kanban (kontejner a štítek) na předchozí místo.
 - b) Po výrobě od něj požadovaných dílů tyto díly zašle do vyrovnávacího skladu.

Potřeba materiálu na svázaná s výrobou dodávajícího místa vede k výrobním příkazům na předcházejících místech, které jsou řízeny obdobnými regulačními okruhy.

Kanban štítky neslouží jen k tomu, aby **spouštěly** výrobu, s jejich pomocí může být také **řízen vyrovnávací zásobník a pojistné zásoby**. Zatímco jsou velikosti dávek dané kapacitou materiálového kontejneru, stav skladu je dán počtem v systému obíhajících lístků; maximální zásoba vyrovnávacího zásobníku je rovna

součinu počtu obíhajících štítků a kapacity kontejneru. Při stanovení těchto parametrů dominují kvalitativní zvážení mezi stanovením cílů výroby JIT, která vyžaduje redukci vyrovnávacího zásobníku a zvážení bezpečnosti, které vede k jeho navýšení. Stále chybí modely, které kvantifikují tyto aspekty a určují optimálně parametry.

Na KANBAN se může hledět jako na obecné **uspořádání** pro řízení výroby ve vícestupňové výrobě. Činí explicitní kusovníkový rozpad nadbytečným; stejně se lze zříci centrálního plánování obsazení strojů. Protože tato základní jednoduchá pravidla jsou jednoznačně racionalizována a lehce kontrolována prostřednictvím kanban kontejnerů a kanban štítků, mohou být delegovány materiálové dispozice a zatěžování výrobních příkazů na podřazenou úroveň. Tím není odlehčeno jen plánování kapacit, ale i jsou motivováni i zaměstnanci ve výrobě, kterým se otevírají zdánlivé dispoziční prostory a tím je osloveno i vědomí jejich odpovědnosti.

Počet kanbanů v oběhu

Před zavedením systému Kanban je třeba zjistit počet kontejnerů v oběhu a jejich kapacitu. Přitom je třeba zajistit průběžný materiálový tok a minimální zásoby, a tím omezené kapitálové náklady. Při malém počtu kontejnerů může být výroba přerušena. Naproti tomu vede vyšší počet kanbanů k vysokým zásobám, a tím skladovým nákladům.

Literatura [8] uvádí jednoduchý vzorec pro určení počtu kanbanů v oběhu:

$$Y = D \cdot t_w \cdot (1 + \lambda) / k, \quad D = m/t$$

kde

Y ... počet kanbanů

D ... potřeba dílů za časovou jednotku

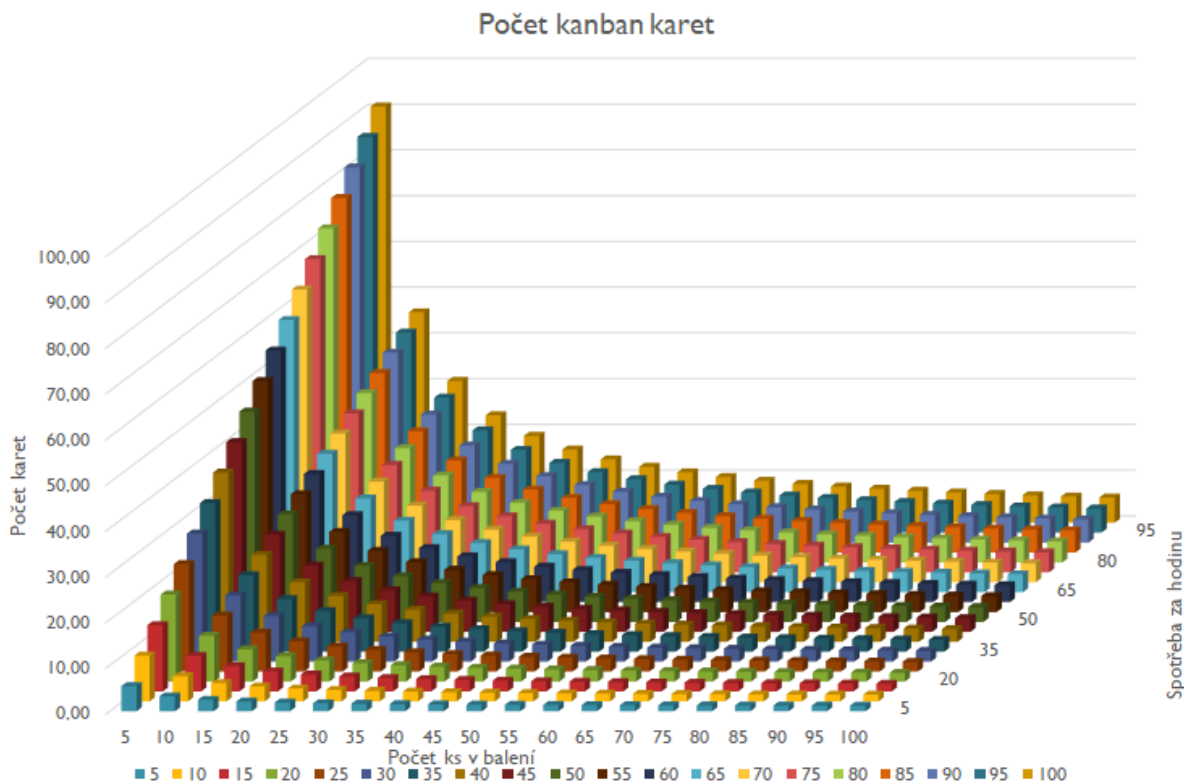
t_w ... doba dodání/výroby

λ ... bezpečnostní faktor

k ... počet dílů v kontejneru

m ... počet dílů v plánovací periodě

t ... délka plánovací periody



Obrázek 4.3-3 Počet Kanban karet

Př. Kolik potřebujeme kontejnerů při měsíční spotřebě 100 kusů, době obstarání 4 dny, délce periody 20 pracovních dní, bezpečnostnímu faktoru 0,2 (odpovídá bezpečnému času 4 dny = 4/20) a obsahu kontejneru 6 dílů?

Řešení:

$$Y = 100/20 \cdot 4 \cdot (1+0,2)/6 = 6$$

Při 4 kanbanech obíhá v tomto okruhu maximálně 24 dílů (4 kontejnery * 6 dílů).

Význam KANBANu

Význam KANBANu pro řízení materiálového toku lze vidět ve dvou důsledcích:

- **Tažný princip** a automatické spuštění výroby kanban štítky umožňuje – uvnitř rámců nastavených kapacitními mezemi – pružné přizpůsobení malého kolísání výrobního toku bez akumulace skladových zásob.
- Stanovením **počtu** kanban štítků a kapacita kanban kontejnerů může být řízena a kontrolována zásoba vyrovnávacího zásobníku; zejména je zajištěno, že zadané **maximální zásoby nebudou překročeny**.

Nasazení a omezení KANBANu

Je zřejmé, že tak jednoduchý regulační systém jako KANBAN může **fungovat** jen za velmi **speciálních podmínek**. Základním předpokladem pro nasazení KANBANu je **spojitý průběh** a trvale se **opakující výrobní sekvence**, neboť přizpůsobení regulačního systému na změněné průběhy výroby je velmi rozsáhlé. Systém je proto v první řadě určen pro **hromadnou a velkosériovou výrobu mála výrobků**. Protože neexistují žádná pravidla pro koordinaci poptávek konkurujících odběratelů, je řízení s KANBANem možné jen pro **jednoduchou zušlechťující výrobu** nebo pro **montážní struktury**, ve kterých má každé výrobní místo jen jednoho následníka. V jiných situacích se, bude-li třeba, nechají vyrábět často používané opakující se

díly v kanbanovsky řízených výrobních ostrovech, které se sladí s jinými postupy.

Použití KANBANu předpokládá široce vyrovnané výkony ve vzájemně následujících výrobních stupních, řízení úzkých míst se nedá v tomto systému uskutečňovat. Z důvodů úzkých vztahů mezi dodávajícími a přijímajícími místy není možné oddělení umístění, takže jsou výrobní místa uspořádána podle toku výroby. Aby se mohly realizovat malé výrobní dávky a krátké průběžné doby, jsou potřebné krátké seřizovací časy a nízké seřizovací náklady.

Omezené zásoby ve vyrovnávajících zásobnících předpokládají **vysokou spolehlivost výroby**, neboť nejsou k dispozici žádné pojistné zásoby, aby chybějící díly byly nahrazeny nebo vyrovnány doby výpadku předcházejících stupňů. Systém KANBAN vyžaduje **vysoký standard kvality** ve výrobě, kontrolu kvality již uvnitř jednotlivých výrobních stupňů a stabilitu výrobního procesu s málo výpadky. Oba aspekty spolehlivosti – stabilita **výrobního procesu a kvalita** – se nechají dosáhnout jen tehdy, když se shromáždí dostatek zkušeností se zavedenými výrobními postupy.; řízená výroba pomocí KANBANu není možné pro nové výrobky ani pro často se měnící sortiment.

Kolísání poptávky po konečných výrobcích a skládání zakázek se nechají zachytit jen v omezeném rozsahu, neboť množství výroby se může měnit pouze počtem dávek. Pružnost pracovní doby požadovaná pro přizpůsobení velkých kolísání zaměstnanosti není v Evropě na rozdíl od Japonska realizovatelná.

KANBAN předpokládá **velkou pružnost zaměstnanců** nejen ve vztahu k pracovní době, ale i s ohledem na obsah práce a pracoviště: Při omezených pojistných zásobách požadované seřízení pracovního taktu na jednotlivých následujících výrobních místech je zaručeno jen tehdy, když si zaměstnanci mohou **vzájemně vypomoci** při problému a poruchách a při výpadku práci kolegů krátkodobě převzít. Taková krátkodobá změna pracoviště předpokládá ale – stejně jako kontrola kvality vztahující se na pracoviště – nejen odpovídající kvalifikované vyškolení zaměstnanců, ale i **změna ve mzdovém systému**.

Speciální případ – Bezkartičkový KANBAN

Příkladem realizace může být dále uvedená případová studie aplikace systému tahu bez kanban karet:

Pracoviště „svařování“ vyrábí svařenec, který se soustruží na následujícím pracovišti „soustružení“ a na dalším pracovišti „vrtání“ se tento dílec vrtá. Část regálu na „soustružení“ byl tedy označen jako „VSTUP“ a bylo zde vyčleněno místo pouze pro 2 dílce. Jakmile „svařování“ vyrobí další svařenec, umístí ho do regálu „VSTUP“ na „soustružení“. Jakmile je regál plný (jsou v něm 2 dílce), další dílec se pro „soustružení“ nevyrábí, ale vyrábí se pro jiná pracoviště (např. „broušení“).

Ve chvíli, kdy pracovník na „soustružení“ odebere z regálu dílec na opracování, vidí pracovník na „svařování“ jedno volné místo (zadní stěna regálu byla natřena jasně žlutou barvou, aby volné místo bylo snadno viditelné) a po dokončení dílce pro „broušení“ začne opět vyrábět dílec pro „svařování“. Stejným principem zásobuje „soustružení“ následující pracoviště „vrtání“. To znamená, že když je v regálu „vrtání“ plno, nevyrábí pracoviště „soustružení“ další dílce pro „vrtání“. To vede k tomu, že ani „svařování“ nevyrábí dílce pro „soustružení“.

Když ovšem pracovník „vrtání“ odebere kus z regálu „VSTUP“, začne pro něj vyrábět „soustružení“ další dílec a tím vezme jeden kus ze svého vstupního regálu, což je signál pro „svařování“, že může vyrábět další kus pro „soustružení“. Tím je zajištěno, že mezi pracovišti je řízena zásoba rozpracovaného materiálu a může zde být maximálně 7 kusů dílců (3 dílce na strojích a 4 dílce v regálech).

Takto bylo propojeno několik pracovišť a vznikl systém tahu na základě signálu. Signálem je zde žlutá barva na pozadí regálu, která je viditelná, pokud plánovaný maximální počet dílců čekajících na zpracování na daném pracovišti není zcela naplněn.

4.4 Toyota Production System (TPS)

Výrobní filosofie Toyota je příkladem toho, jak se v rozvíjející ekonomice (poválečná léta v Japonsku) může zrodit vzor úspěšného systému řízení. Systém představuje konkurenční výzvu pro automobilky s daleko bohatší tradicí.

Cíle:

V tomto článku se seznámíte s výrobní filosofií firmy Toyota, která je dávana za vzor v automobilovém průmyslu.

Klíčová slova:

Výrobní systém Toyota; Výroba; Štíhlá výroba; Vědecké řízení; Japonské výrazy;

Výrobní systém firmy Toyota (TPS)

Zdroje systému

Výrobní filosofie firmy Toyota má kořeny v poválečném Japonsku. Tehdy docházelo k obnově japonského průmyslu za jiných podmínek než ve Spojených státech. Názorně je to vidět na srovnání historické situace firem Ford a Toyota:

Ford (F): Bez problémů v Cash Flow,
Toyota (T): Omezené finanční prostředky,

F: Důraz na velké výrobní dávky, snižování podílu časů seřízení,
T: Hledání nových cest snižování nákladů, řízení výroby jako jednokusový tok,

F: Velké mezisklady,
T: Omezování mezioperačních zásob, odstraňování ztrát,

F: Občasné velké změny ve výrobě,
T: Trvalé malé změny ve výrobě,

F: Tlakové systémy řízení výroby,
T: Tahové systémy řízení výroby,

F: Velký americký trh, hromadné poptávky,
T: Omezení japonský trh, roztříštěná poptávka,

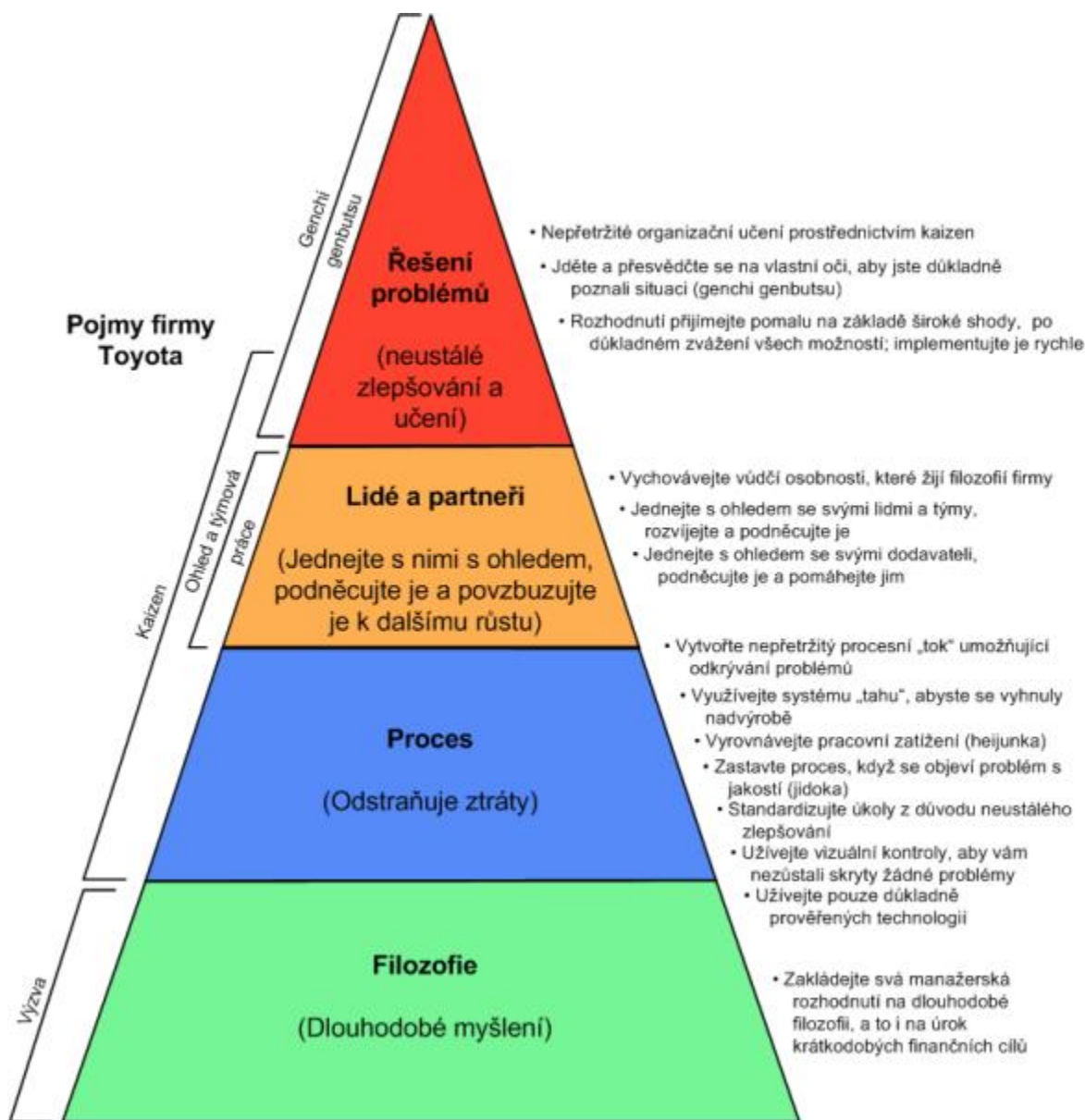
F: Silný individualismus,
T: Úcta k autoritám.

Řešením těchto rozporů je přístup a filosofie firmy Toyota, která je v současné době implementována i v amerických a evropských pobočkách firmy a s různým stupněm úspěchu uplatňována i u dalších firem.

14 zásad TPS

Pro lepší pochopení jsou tyto zásady rozděleny do čtyř oddílů, tzv. 4 P (obr. 4.4.-1):

- Philosophy – filosofie, dlouhodobé myšlení,
- Process – proces, odstranění ztrát,
- People/Partners – lidé a partneři,
- Problem solving – řešení problémů.



Zásady firmy Toyota lze shrnout do 14 bodů [doslovná citace 16]:

Oddíl I: Dlouhodobá filozofie

Zásada 1. Zakládejte svá manažerská rozhodnutí na dlouhodobé filozofii, a to i na úkor krátkodobých finančních cílů

- Měli byste si vypracovat filosofické zdůvodnění poslání, které vylučuje jakékoliv krátkodobé rozhodování. Pracujte s celou organizací, rozvíjejte a vyladujte ji s ohledem na společné poslání, které bude vyšší než vydělávání peněz. Poznejte své místo v historii firmy a pracujte na tom, abyste firmu pozvedli na nižší úroveň. Vaše filosofické poslání je základem všech ostatních zásad.
- Vytvářejte hodnotu pro zákazníka, společnost a ekonomiku – to je váš výchozí bod. Každou z funkcí v rámci své firmy vyhodnocujte vzhledem k její schopnosti vytvářet hodnotu.

- Buďte odpovědní. Usilujte o to, abyste o svém osudu rozhodovali sami. Při jednání spoléhejte sami na sebe a důvěřujte svým vlastním schopnostem. Přijměte odpovědnost za své vlastní chování a udržujte a zlepšujte své dovednosti, které vám umožňují vytvářet přidanou hodnotu.

Oddíl II: Správný proces přinese správné výsledky

Zásada 2. Vytvořte nepřetržitý procesní tok, který vám umožní odkrýt problémy.

- Změňte podobu pracovních procesů, aby tvořily nepřetržitý tok, který dosahuje vysoké přidané hodnoty. Usilujte o to, aby žádný pracovní projekt ani na vteřinu nezahálel, aby na každém pracovním projektu neustále někdo pracoval.
- Vytvořte rychlý tok materiálů a informací a procesy propojte s lidmi tak, aby mohly být okamžitě odkrýty všechny problémy.
- Tento tok musí být zřejmý v kultuře celé vaší organizace. To je klíč ke skutečnému procesu neustálého zlepšování a k rozvoji lidí.

Zásada 3. Využívejte systému tahu, abyste se vyhnuli nadvýrobě.

- Svým zákazníkům v následujících etapách výrobního procesu poskytněte to, co chtějí, a v množství, které chtějí. Doplnování materiálů, které je iniciováno potřebou, je základní zásadou přístupu just-in-time.
- Snižte na nejnižší možnou úroveň své zásoby rozpracované výroby i skladové zásoby tak, že budete udržovat na skladě jen malá množství jednotlivých výrobků a budete je doplňovat podle toho, kolik zákazníci skutečně odeberou.
- Citlivě reagujte na každodenní změny v poptávce zákazníků a při vyhledávání nadbytečných zásob se nespolehejte na počítačem podporované harmonogramy výroby a systémy.

Zásada 4. Vyrovnávejte pracovní zatížení (*heijunka*). (Pracujte jako želva, nikoli jako zajíc.)

- Odstranění ztrát je jen jednou třetinou toho, co je třeba k úspěchu koncepce "štíhlosti". Stejně tak důležité je odstraňovat přetížení lidí a výrobního zařízení a odstraňovat nevyváženosti harmonogramu výroby – přesto však obecně platí, že ve firmách, které se snaží implementovat zásady "štíhlosti", to tak většinou nechápu.
- Usilujte o vyrovnaní zátěže všech výrobních a obslužných procesů jako o alternativě dávkového, přetržitého přístupu k práci na projektech, jenž je typický pro většinu firem.

Zásada 5. Vytvářejte kulturu, která dovoluje zastavit proces, aby se řešily problémy a aby se správné jakosti dosáhlo hned napoprvé.

- Jakost pro zákazníka je určujícím faktorem vaší hodnotové nabídky.
- Využívejte všech dostupných moderních metod zajišťování jakosti.
- Vybavte svá zařízení schopností zjišťovat problémy a zastavit svůj chod. Vypracujte varovný vizuální systém, který by vedoucí týmů nebo projektů upozorňoval, že stroj nebo proces potřebuje zásah. Základem "vnášení" jakosti je koncepce *jidoka* (stroje s lidskou inteligencí).
- Začněte do své organizace podpůrné systémy, které dokážou rychle řešit problémy a zavádět nápravná opatření.
- Součástí své kultury učiňte myšlenku, že je přípustné zastavit nebo zpomalit proces, aby se dosáhlo správné jakosti hned napoprvé a aby se z dlouhodobého hlediska zvyšovala produktivita.

Zásada 6. Standardizované úkoly jsou základem neustálého zlepšování a posilování pravomoci zaměstnanců.

- Užívejte všude stálých a opakovatelných metod, abyste udrželi předvídatelnost, pravidelný časový rytmus a pravidelné výstupy svých procesů. To je základ toku a tahu.

- Včas a plně využijte nashromážděných zkušeností a znalostí o procesu díky tomu, že ze současných nejlepších ověřených postupů učiníte standard. Ponechte prostor pro tvůrčí individuální vyjádření převyšující tento standard; potom je promítněte do nového standardu, takže v případě, že příslušná osoba přejde jinam, bude možné předat nabyté znalosti a zkušenosti jejímu nástupci.

Zásada 7. Užívejte vizuální kontroly, aby vám nezůstaly skryty žádné problémy.

- Užívejte jednoduchých vizuálních znamení, která lidem pomohou okamžitě určit, zda se pohybují v rozmezí standardních podmínek nebo zda se od nich odchylují.
- Vyhněte se užívání počítačových monitorů tam, kde by mohly rozptylovat soustředění dělníka na pracoviště.
- V místě, kde se vykonává práce, vytvořte jednoduché vizuální systémy, které podporují tok a tah.
- Omezte své písemné zprávy na jeden list papíru všude tam, kde je to možné, dokonce i v případě svých nejdůležitějších finančních rozhodnutí

Zásada 8. Užívejte pouze důkladně prověřených technologií, které prospívají lidem i procesům.

- Užívejte technologií k podpoře lidí, nikoli k jejich nahrazování. Nejlepší často bývá propracovat proces manuálně, a teprve potom přidat technologii, která jej bude podporovat.
- Nová technologie je často nespolehlivá a bývá nesnadné ji standardizovat, takže ohrožuje "tok". Prověřený proces, který spolehlivě funguje, má obecně přednost před novou a neproověřenou technologií.
- Dříve, než novou technologii začleníte do podnikatelských procesů, výrobních systémů nebo výrobků, prověřte ji v provozních podmínkách.
- Odmítněte nebo pozměňte technologie, které jsou v rozporu s vaší kulturou nebo by mohly narušovat stabilitu, spolehlivost nebo předvídatelnost.

Oddíl III. Přidávejte hodnotu organizaci tím, že budete rozvíjet své lidi a partnery.

Zásada 9. Vychovávejte vůdčí osobnosti, které stoprocentně rozumějí práci, žijí filosofií firmy a učí jí druhé.

- Vůdčí osobnosti vychovávejte spíše z lidí ve firmě, než abyste je získávali z vnějšího prostředí organizace.
- Nevnímejte práci vůdčích osobností prostě jen tak, že musí dosahovat splnění úkolů a že musí umět dobře jednat s lidmi. Vůdci musí být vzorovým ztělesněním filosofie firmy a jejího přístupu k podnikání.
- Dobrý vůdce musí velice podrobně rozumět každodenní práci, takže může být tím nejlepším učitelem filosofie vaší firmy.

Zásada 10. Rozvíjejte výjimečné lidi a týmy řídicí se filosofií vaší firmy.

- Vytvářejte silnou, stabilní kulturu širokého sdílení firemních hodnot a základních přesvědčení, jimiž se budou lidé ve firmě dlouhodobě řídit a budou podle nich žít.
- Vycvičte výjimečné jednotlivce a týmy, aby pracovali v duchu filosofie firmy a aby dosahovali výjimečných výsledků. Neustále věnujte mimořádné úsilí upevňování kultury.
- Využívejte mezifunkčních týmů k zvyšování jakosti a produktivity a zlepšujte tok na základě řešení obtížných technických problémů. Posilování pravomocí se projevuje teprve tehdy, když lidé užívají nástrojů firmy k jejímu zlepšování.
- Trvalé úsilí věnujte učení lidí tomu, jak spolupracovat jako týmy, které usilují o dosažení společných cílů. Týmové práci je třeba se učit.

Zásada 11. Projevujte ohled vůči širší síti svých partnerů a dodavatelů tím, že je budete podněcovat a pomáhat jim zlepšovat se.

- Jednejte s ohledem vůči svým partnerům a dodavatelům a chovejte se k nim, jako by byli rozšiřující součástí vaší firmy.
- Podněcujte své externí partnery k růstu a k dalšímu rozvoji. Dáte jim tím najevo, že si jich ceníte. Vytýčujte náročné cíle a pomáhejte svým partnerům v jejich dosahování.

Oddíl IV: Nepřetržitě řešení nejhlubších problémů podněcuje organizační učení.

Zásada 12. Jděte a přesvědčte se na vlastní oči, abyste důkladně poznali situaci (*gentchi gebutsu*).

- Řešte problémy a zlepšujte procesy tak, že půjdete ke zdroji a osobně se seznámíte s údaji a ověříte je, a nebudete teoretizovat na základě toho, co vám říkají jiní lidé nebo obrazovka vašeho počítače.
- Přemýšlejte a vyjadřujte se jen na základě údajů, které jste si osobně ověřili.
- Dokonce i ti nejuvýše postavení manažeři a vedoucí pracovníci by se měli o věcech jít přesvědčit na vlastní oči, aby získali více než jen povrchní znalost situace.

Zásada 13. Rozhodnutí přijímejte pomalu na základě široké shody, po zvážení všech možností; implementujte je rychle.

- Nepouštějte se jediným směrem a neupínejte se na jedinou cestu, dokud důkladně nezhodnotíte alternativy. Když zvolíte určitou cestu, vydejte se po ní rychle, ale opatrně.
- *Nemawashi* je proces prodiskutování problémů a potenciálních řešení se všemi, jichž se nějak dotýkají, a jeho účelem je shromáždit náměty a dosáhnout dohody ohledně dalšího postupu. Tento časově náročný proces dosahování shody pomáhá rozšiřovat záběr hledání řešení, avšak jakmile je již jednou přijato rozhodnutí, je připravena i půda pro jeho rychlou implementaci.

Zásada 14. Staňte se učící se organizací prostřednictvím neúnavného promýšlení (*hansei*) a neustálého zlepšování (*kaizen*).

- Jakmile zavedete stabilní proces, využívejte nástrojů neustálého zlepšování k určení nejhlubších příčin případů neefektivnosti a přijímejte účinná nápravná opatření.
- Vytvářejte procesy, které nevyžadují téměř žádné zásoby. Všem lidem tak budou snadno zřejmé časové ztráty a plýtvání zdroji. V případě, že budou odhaleny ztráty, vedte zaměstnance k tomu, aby na základě využití procesu neustálého zlepšování (*kaizen*) tyto ztráty odstraňovali.
- Ochraňujte základnu znalostí organizace prostřednictvím toho, že vytvoříte systémy stabilních osazenstev, pomalého povyšování a velice pečlivě promyšleného nástupnictví ve funkcích.
- V klíčových přístupových bodech a po dokončení projektu užívejte *hansei* (reflexe, zkoumavé promýšlení) k otevřenému určení všech nedostatků projektu. Vypracujte protiopatření, abyste se vyhnuli opakování stejných chyb.
- Učte se spíše prostřednictvím toho, že budete standardně zavádět nejlepší ověřené praktické postupy, a ne že budete v případě každého nového projektu a každého nového manažera vynalézat vše od samého začátku znovu.

[Konec citace 16]

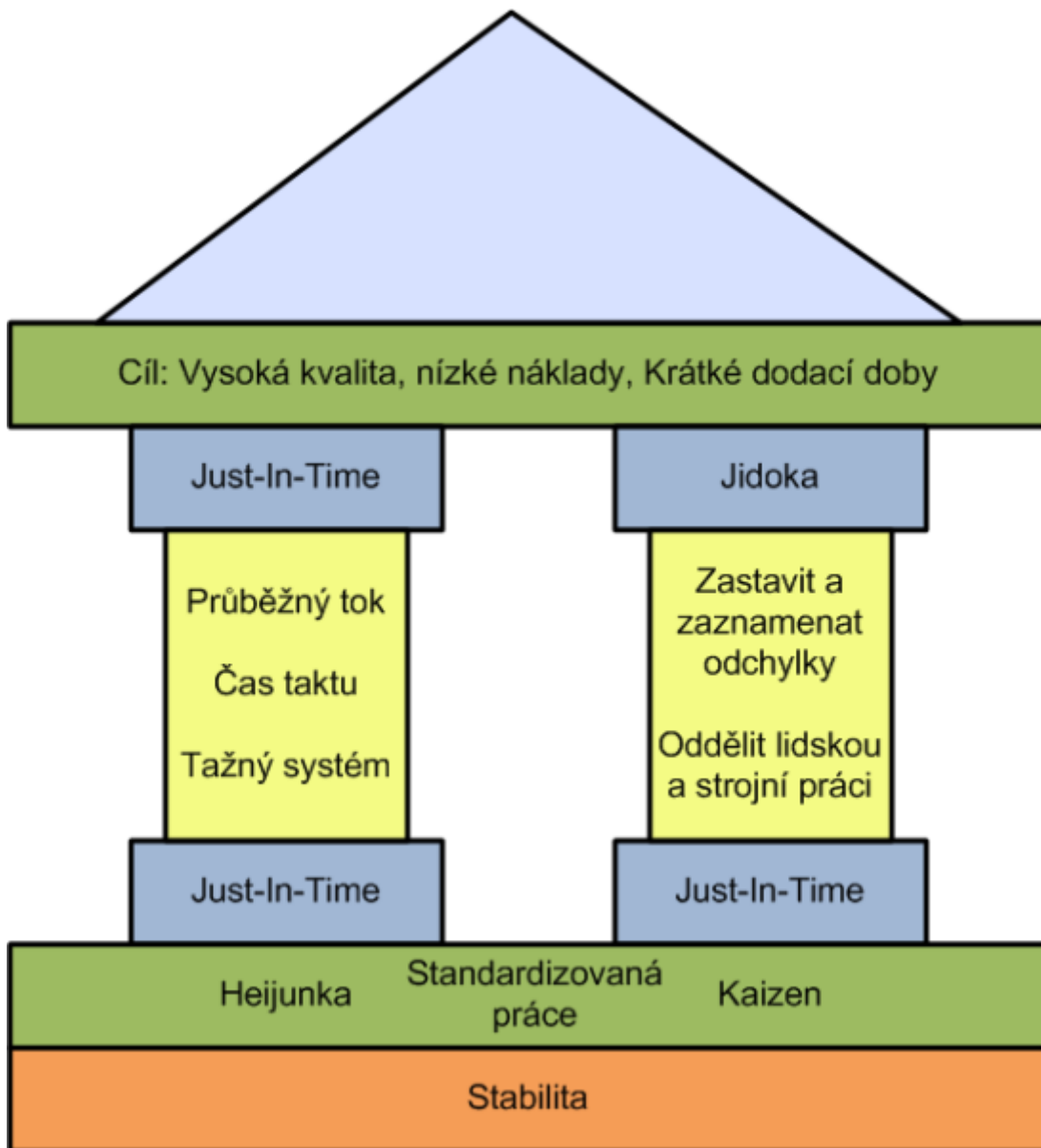
Výrobní systém Toyota jako "dům"

Velmi hezké podobenství TPS je uvedeno v [20] (Obr. 4.4-2).

Základem filosofie TPS je stabilní, vyvážená (*heijunka*), standardizovaná a stále zlepšující se výroba (*kaizen*). Důsledným uplatňováním tahových principů jsou výrobky vyráběny v pravý okamžik (*Just in time*) formou plynulého toku ve výrobě se správným výrobním taktem.

Oddělením lidské a strojové práce a přechodem k vysoké automatizaci s využitím lidského zdroje v kontrolní a kreativní činnosti se snižuje možnost poruch ve výrobě. Při poruše a odchylkách je lépe systém zastavit, než chybu lavinovitě šířit dál (jidoka).

Konečným cílem je vysoká kvalita, nízké náklady a krátké průběžné časy.



Obrázek 4.4-2 TPS jako "budova"
Zdroj [20]

Rozdíly v manažerských principech Toyoty a západního světa

	Toyota	Evropa
Základem rozhodování managementu je vždy dlouhodobá filozofie.	Práce, růst a soulad celé organizace se společným cílem je důležitější než krátkodobé vydělávání peněz. Důležité je také uvědomění si svého místa v historii firmy a práce na tom, aby se firma dostala na další úroveň svého rozvoje. Vytváření hodnoty pro zákazníka, společenství a hospodářství je základem posuzování každé funkce v organizaci. Každý musí nést zodpovědnost za svůj osud, zdokonalování schopností a dlouhodobé produkování přidané hodnoty.	Manažeři se střídají mezi jednotlivými závody a jsou orientovaní často na krátkodobé výsledky. Dlouhodobá strategie a filozofie buď neexistuje, nebo zůstává ukrytá v kancelářích vrcholového managementu.
Vytvoření kontinuálního toku, který vyplaví problémy na povrch.	Kontinuální procesy s vysokou přidanou hodnotou, ve kterých je eliminované čekání, v toku se pohybují informace a materiál rychle bez zdržení, procesy a lidé jsou úzce propojeni, problémy jsou okamžitě rozpoznány a eliminovány.	Mnoho firem je vybudovaných hierarchicky, lidé jsou "oddělení" ve svých odděleních. Místo kontinuálního toku informací a materiálu o zakázce existuje často nepřetržitý tok e-mailů, telefonátů a reportů, které zdůvodňují, proč něco nejde.
Využívání principu tahu (pull), který eliminuje nadprodukcii.	Vyrábí se jen to, co chce zákazník a následující proces. V požadovaném množství, čase a kvalitě. Princip tahu zavádí kulturu zákazník – dodavatel do celého řetězce a redukuje zásoby.	V mnoha firmách princip tahu není dostatečně uplatňovaný v celém řetězci, protože procesy jsou nedostatečně flexibilní, ale hlavně proto, že mnohé interní procesy se starají víc o sebe než o svého zákazníka, důležitější je často výkon a cíle daného útvaru než splnění požadavků "zákaznického" útvaru v množství, kvalitě a čase.

<p>Vyrovnaní pracovního zatížení, nivelizace, heijunka</p>	<p>Kromě eliminace plýtvání (muda) se úsilí orientuje také na redukci nevyrovnaného vytížení (mura) a přetížení lidí a strojů (muri). Nevyvážené požadavky zákazníků a jejich vliv na výrobní procesy (někdy nízké vytížení, někdy přesčasy) jsou eliminované systémy pro vyrovnávání pracovního zatížení – heijunka, nivelizace.</p>	<p>Mnohé podniky se stále ještě zabývají otázkami "optimálních" výrobních dávek a maximálním vytížením kapacit. Přetěžování lidí a strojů je standard, někdy "hrdinství".</p>
<p>Kultura zastavení procesu a fixace problému – kvalita u zdroje napoprvé</p>	<p>Výrobní zařízení jsou vybavena systémy na identifikaci abnormality přímo v procesu. Zastavení procesu při vzniku chyby není zločin, ale povinnost, aby se našla příčina chyby a aby se chyba neopakovala.</p>	<p>Zastavení procesu se většinou nekoná. Důležité jsou kusy, kusy a kusy. Chyby se zamestávají pod koberec a lidé je v procesu tolerují. Výsledkem je mnoho nedostatků v procesu, ale i mnoho plýtvání - repasy a nadbytečný materiál a lidé.</p>
<p>Standardizace je základem zlepšování a zapojení lidí.</p>	<p>Používání stabilních, opakovatelných metod, standardizace a učení se se nejlepších praktik – standardizované postupy, časy, výstupy z procesů.</p>	<p>V mnoha podnicích mají "nejlepší praktiky" lidé skryté v hlavách a privátních sešitech. Improvizace vítězí často nad standardizací.</p>
<p>Vizuální řízení – žádný problém nesmí být skrytý.</p>	<p>Používání jednoduchých vizuálních ukazatelů na identifikaci normálního a abnormálního stavu, eliminace rozptylování pracovníka od práce hledáním informací v dokumentech nebo v počítači, redukce reportů.</p>	<p>Na řízení procesu se často používají složité a nesrozumitelné technické dokumenty, kterým víc rozumějí manažeři a auditoři než pracovníci v procesu, kterým mají sloužit, mnohé opakované činnosti nejsou vůbec popsány ve vizuálních standardech.</p>
<p>Používání spolehlivé, důkladně ověřené technologie, která slouží lidem a procesům – ne naopak.</p>	<p>Používání technologie, která pomáhá lidem, ale nenahrazuje je. Podrobné testy a zkoušení nové technologie před její implementací do provozu, opatrné nasazování technologie, která by narušila kulturu, stabilitu nebo spolehlivost procesu.</p>	<p>Snaha o nejnovější high-tech technologii, která je často nespolehlivá a zbytečně předimenzovaná. Samotnou kapitolou jsou monstra informačních systémů, které musí obsluhovat štáby lidí a jejich podpora pro každodenní práci je minimální.</p>

<p>Výchova lídrů, kteří důkladně rozumějí práci, vyznávají podnikovou filozofii a učí ji jiné.</p>	<p>Výchova lídrů ve firmě místo jejich nakupování zvenčí. Pro lídra nestačí jen dobré vykonávání úloh a lidské vlastnosti, musí mít též schopnost osvojit si podnikovou filozofii a způsob podnikání. Lídři musí mít též detailní znalosti z každodenní práce a schopnost učit druhé.</p>	<p>Lídři se najímají zvenčí, na jejich výchovu ve firmě není čas, nemají firemní mentory, protože ani oni nemají čas, jejich schopnost učit druhé je minimální, protože sami nemají čas. Začarovaný kruh, který způsobuje, že nedostatek lídrů a jejich vysoké vytížení je příčinnou neschopnosti vychovávat nové lídry.</p>
<p>Rozvoj výjimečných lidí a týmů, které sledují podnikovou filozofii.</p>	<p>Vytvoření silné a stabilní kultury, ve které se mohou dlouhodobě rozvíjet podnikové hodnoty, výjimečné individuality a týmy, neustálé úsilí o rozvoj a učení multifunkčních týmů, které řeší problémy kvality, produktivity, ale i složité technické problémy.</p>	<p>Většina z těchto ušlechtilých cílů zůstává jen na papíře, protože jsou v každodenním životě převálcované operativou a hašením problémů.</p>
<p>Rozvoj sítě partnerů a dodavatelů.</p>	<p>Respekt k dodavatelům a partnerům a jejich zapojení do podnikání, podpora partnerů, budování důvěry a spolupráce, společné dosahování náročných cílů.</p>	<p>Dodavatelé jsou často tlačeni silou k požadovaným cenám, spolupráce s nimi, jejich výchova a rozvoj jsou spíše výjimkou.</p>
<p>Řešení problémů a zlepšování přímo v procesu s detailním pochopením reálné situace – genchi gembutsu.</p>	<p>Problémy se řeší přímo u zdroje pozorováním, analýzou a pochopením reálné situace lépe než teoretizováním na poradách nebo u počítačů. I pro top management je metoda "go and see" důležitým zdrojem poznání a odhadování potenciálů pro zlepšení procesů.</p>	<p>Na pozorování a analýzy v procesu není čas, většina problémů se řeší za obrazovkou počítače a při powerpointových prezentacích v klimatizovaných zasedáčkách, bez reálné zkušenosti a znalosti skutečné příčiny problému.</p>
<p>Rozhodnutí se přijímají pomalu, konsenzem, detailním posouzením všech možných alternativ, vlastní implementace probíhá potom rychle.</p>	<p>Nedělají se unáhlená rozhodnutí, nevybere se první varianta řešení, všechno se podrobně posuzuje v mnoha variantách, nemawashi je proces diskuze problémů a potenciálních řešení, jehož cílem je generování nápadů a hledání konsenzu při rozhodování. Pomalé a důkladné rozhodování pak umožňuje rychlou a bezproblémovou implementaci.</p>	<p>Rozhodnutí se přijímají rychle, ukvapeně bez analýzy rizik, bez zpracování a vyhodnocení vícero alternativ, bez diskuze, bez poučení se z minulých chyb.</p>

<p>Učí se organizace – zpětné vazby a reflexe po ukončení projektů, kaizen.</p>	<p>Kaizen je nástrojem zlepšování, ale též nástrojem učení se. Rozvoj znalostí probíhá také detailní analýzou ukončených projektů, chyb a omylů, nejlepší praktiky se standardizují a lidé se je učí používat, znalosti se rozšiřují i stabilizací personálu a systematickým zaváděním nejlepších výsledků do všech oblastí firmy.</p>	<p>Po ukončení projektu se dělá vyhodnocení chyb a poučení se jen minimálně, často formálně záznamem v projektové dokumentaci. Zpětné vazby a učení se z chyb nejsou standardem práce manažerů.</p>
---	--	---

Rozdíly v manažerských principech Toyoty a západního světa
Zdroj [31]

Některé mýty o systému Toyota

Mýtus	Realita
TPS funguje v Japonsku, vychází z japonské mentality a kultury	Příklad závodu GM Fremont – nejhorší závod, demotivovaní pracovníci, destrukce a rozpad. Společný podnik NUMMI – Toyota zaměstnala 85 % těchto pracovníků, investovala 3 mil. USD do jejich školení, vytvoření týmů a systému zlepšování, rok po náběhu výroby nejvyšší produktivita a kvalita mezi závody GM, zavedení 10 tisíc zlepšovacích návrhů.
Štíhlý podnik znamená redukovat režijní (indirektní) pracovníky na minimum.	Japonské firmy mají poměrně vysoký počet „režijních“ pracovníků, kteří budují systém, standardizují a zlepšují procesy, popisují nejlepší praktiky, učí, rozvíjejí znalosti.
Manažeři se musí zabývat produktivitou a efektivností výroby, musí pracovat s čísly a musí neustále vytvářet tlak na zvyšování výkonnosti.	Manažeři jsou zodpovědní za rozvoj spolupracovníků, učí je porozumět procesům, řešit problémy a samostatně pracovat. Manažeři rozumějí nejen číslům, ale i technickým detailům výrobku a výrobního procesu.
Je důležité zajistit vysoké využití zařízení a eliminovat zastavení linky.	Japonské firmy zastavují svoje linky při výskytu problémů a okamžitě řeší příčiny problémů tak, aby se neopakovaly – právě proto mají vysokou produktivitu.
Japonské firmy používají roboty, automatizaci a nejmodernější stroje.	Japonci používají techniku s rozumem, považují ji pouze za doplněk člověka ve výrobě, namísto robotů používají víc jednodušší a rychlejší automaty, upřednostňují jednodušší, modulární a technicky ověřené stroje, automatizují s rozumem.
Japoncům chybí kreativita, všechno mají standardizované a postavené na disciplíně.	TPS spojuje obrovskou kreativitu se standardizací nejlepších praktik, která umožňuje jejich rychlý přenos a další zlepšování. Spojení zlepšování a inovací s obrovským smyslem pro detail, disciplínu, perfektní dotahování věcí do konce je silnou konkurenční zbraní této firmy.
TPS a lean se dají využít jen v sériové automobilové výrobě.	Principy a metody TPS úspěšně implementovaly malé a střední firmy, firmy, které vyrábějí na zakázku, počítačové a vývojové firmy, nemocnice, dřevařské a nábytkářské firmy, potravinářské podniky, banky a jiné.
Je to jen další módní vlna, po čase přijde něco jiného.	TPS se rozvíjí 70 let, je to filozofie postavená na principech, které platí a fungují. Většina „nových“ konceptů vychází ze stejných principů, protože neexistuje jiná cesta, jak se může rozvíjet organizace – učení se, vzájemné odevzdávání si znalostí a zkušeností, překonávání paradigmat a hledání přelomových řešení, respekt a úcta k lidem, týmová spolupráce, smysl pro detail a dotahování věcí do konce.

<p>Máme štíhlý koncept, manuály a master plán, jsme na nejlepší cestě zvládnout TPS v naší firmě.</p>	<p>TPS je především o změnách v hlavách lidí v celé firmě, o kultuře otevřenosti, nespokojenosti s plýtváním, o nekompromisním zlepšování procesů a hledání nových řešení.</p>
<p>Máme kumulované funkce, zredukovali jsme všechny "neproduktivní" pozice, máme nejvyšší přidanou hodnotu na hlavu, jsme vzorem štíhlosti.</p>	<p>Štíhlost znamená rychlé obsloužení zákazníka bez plýtvání – dnes i zítra. Znamená to tedy, že musíme mít i "neproduktivní" pracovníky, kteří hledají, definují a vytvářejí přidanou hodnotu pro budoucnost – inovace, strategická flexibilita, změny podnikatelského a výrobního systému.</p>

Mýty o systému Toyota

Zdroj [30]

4.5 Kaizen

Cíle:

Po prostudování tohoto článku pochopíte, že zlepšení se dá dělat jako posloupnost malých kroků.

Klíčová slova:

Japonské výrazy; Štíhlá výroba;

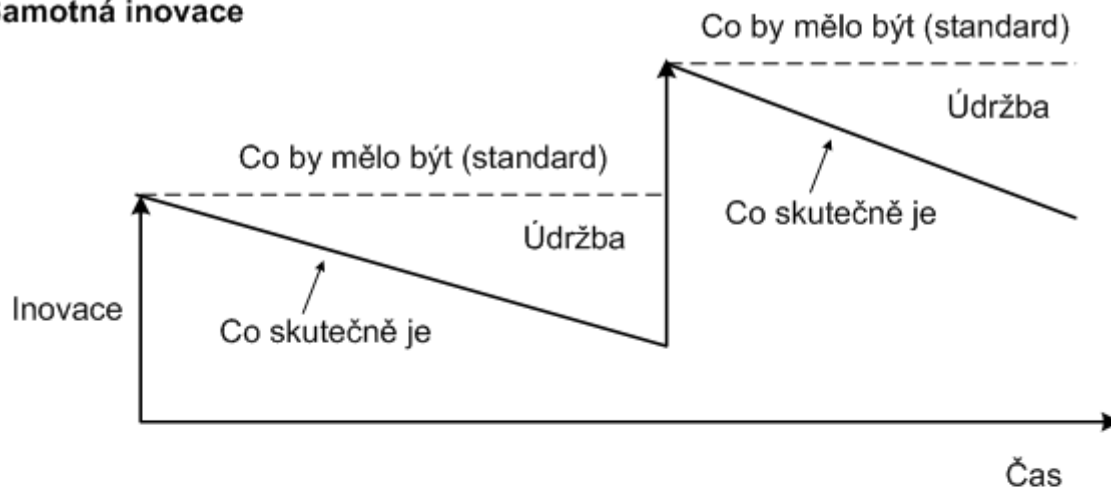
Kaizen – cílevědomé zdokonalování výrobního procesu

Z japonštiny (KAI – změna, ZEN – dobře) znamená kontinuální vylepšování „všech věcí všemi pracovníky“. Podílí se na něm většinou pracovníci z výroby, kteří jsou managementem motivováni k navrhování drobných, detailních změn ve výrobním procesu a výrobním systému. KAIZEN je tedy založen na malých krocích, je to plynulý proces, orientující se především na lidi pracující v týmu. Vychází se především z myšlenky, že pracovníci především ve výrobě většinou velmi dobře vědí, jak (výrobní) proces probíhá a jak by mohl probíhat lépe. V českých podnicích se filozofie kaizen ještě málo využívá. U nás se dělají většinou velké změny v dlouhých časových intervalech. Kaizen souvisí s 5S a s vizuálním managementem. Všeobecně platí, že kaizen souvisí s podnikovou kulturou.

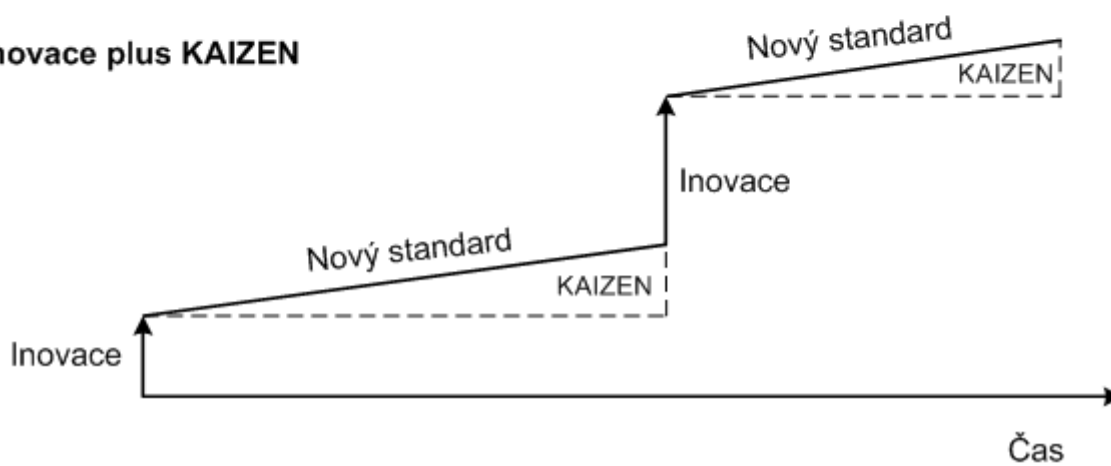
Opakem pojmu KAIZEN je KAIKATU, což lze přeložit jako velké změny neboli inovace.

Každý systém podléhá časem vlivu entropie, tedy mírného zhoršování stavu. Samotná inovace neřeší trvalé zlepšení. V době mezi jednotlivými inovacemi je třeba věnovat pozornost boji s entropií. Řešením je právě Kaizen (obr 4.5-1 a 4.5-2).

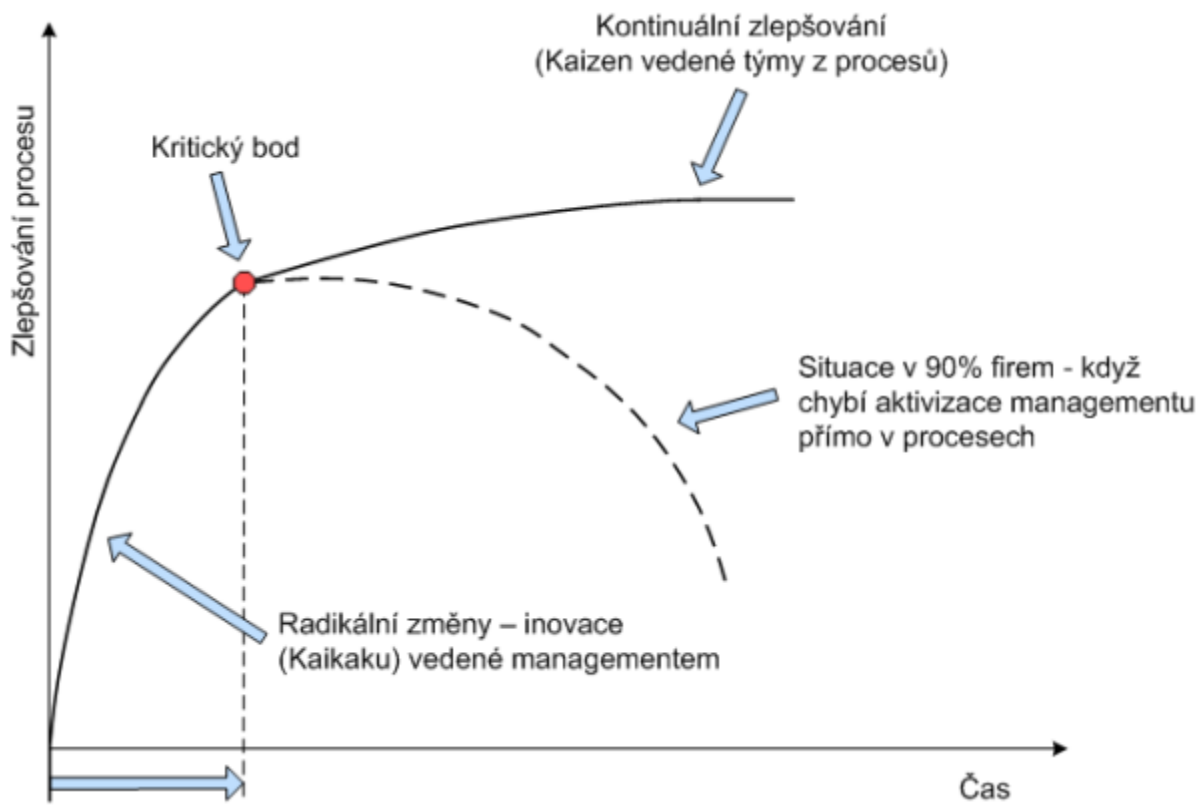
Samotná inovace



Inovace plus KAIZEN



Obrázek 4.5-1 Kaizen jako boj proti entropii
Zdroj [31]



Obrázek 4.5-2 Kaizen a Kainaku

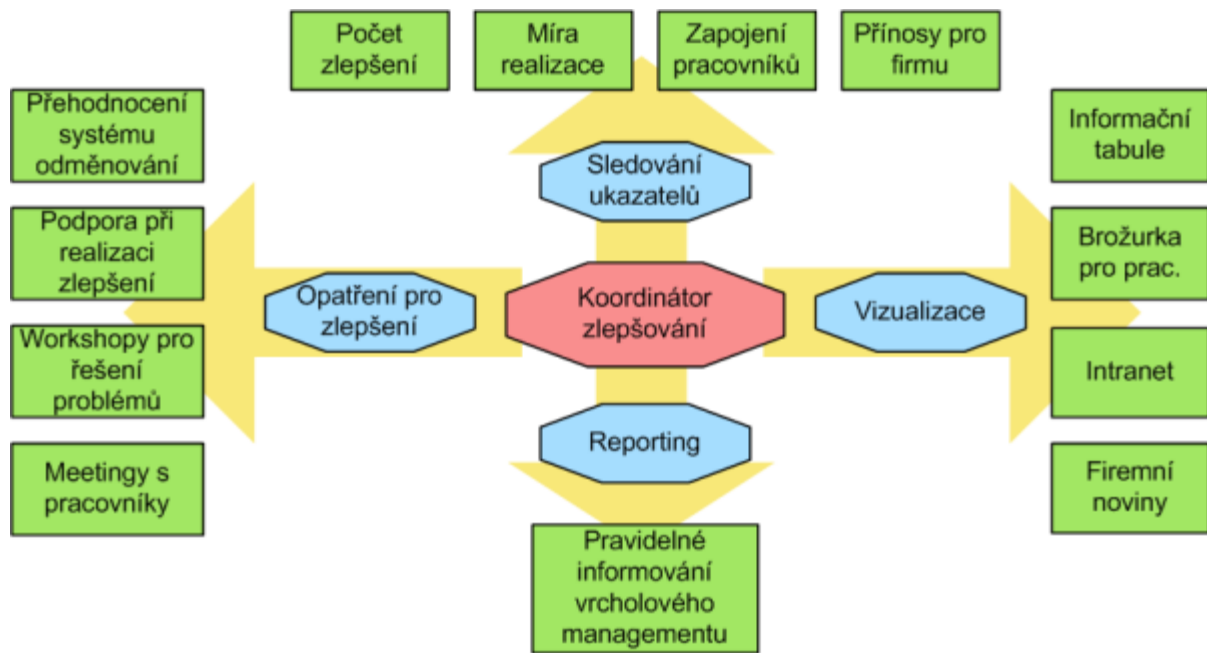
Zdroj [30]

	Kaizen	Inovace
Účinek	Dlouhodobý a dlouho trvající, ale nedramatický	Krátkodobý, ale dramatický
Tempo	Malé kroky	Velké kroky
Časový rámec	Kontinuální a přírůstkový	Přerušovaný a nepřirůstkový
Změny	Postupné a neustálé	Náhlé a přechodné
Účast	Všichni	Několik vybraných "šampiónů"
Přístup	Kolektivismus, skupinové úsilí, systémový přístup	Drsný individualismus, individuální nápady a úsilí
Typ změny	Udržování a zdokonalování	Přestavba od základů
Impuls	Konvenční know-how	Technologické průlomy, nové vynálezy, nové teorie
Praktické požadavky	Minimální investice, ale velké úsilí na udržení	Vysoké investice, ale málo úsilí na udržení
Zaměření úsilí	Lidé	Technologie
Kritéria hodnocení	Procesy a úsilí o dosažení lepších výsledků	Výsledky a zisk
Výhody	Funguje dobře v pomalu rostoucí ekonomice	Výhodnější pro rychle rostoucí ekonomiku

Kaizen a inovace

zdroj [31]

Zlepšování procesů vyžaduje i určitou formální strukturu. Základem je kvalifikovaný koordinátor zlepšování, který motivuje pracovníky podniku, podporuje je v jejich úsilí, organizuje formální setkávání a workshopy, propaguje jejich výsledky a pravidelně informuje vedení podniku na základě přehledných (nejlépe vizuálních), kvalitativních i kvantitativních ukazatelů (obr 4.5-3).

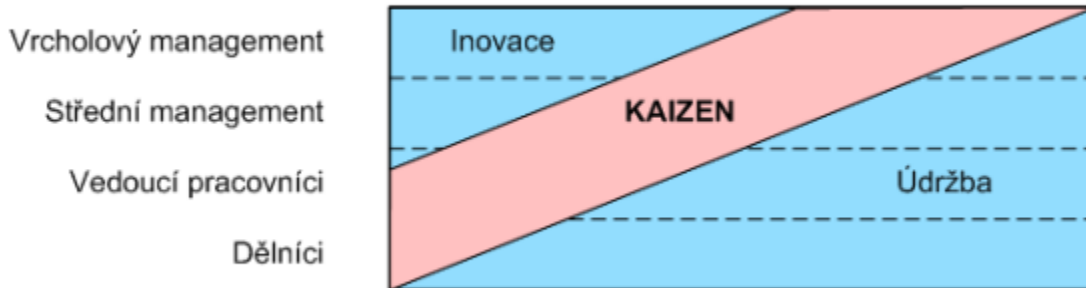


Obrázek 4.5-3 Úlohy koordinátora a základní předpoklady fungování systému zlepšování procesů
Zdroj [30]

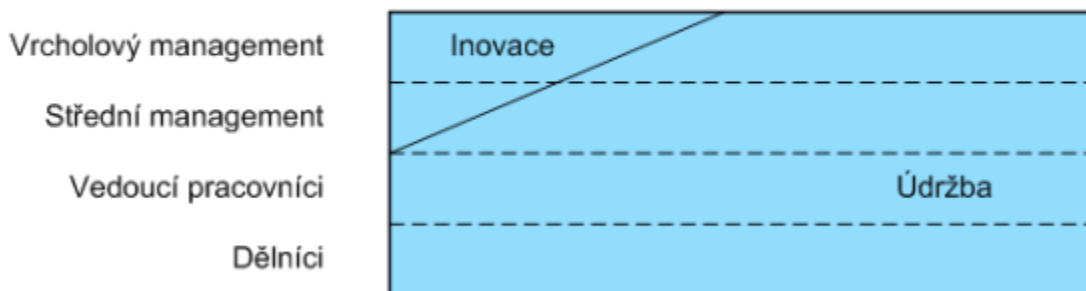
Kaizen a zaměstnanci

V euroamerickém prostoru je zvykem, že změny a inovace jsou spíše náplní práce vedoucích pracovníků. Kaizen je věcí všech zaměstnanců (obr 4.5-4).

Japonské vnímání jednotlivých pracovních pozic



Západní vnímání jednotlivých pracovních pozic



Obrázek 4.5-4 Kaizen a zaměstnanci

Zdroj [31]

Vrcholový management	Střední management	Vedoucí pracovníci	Dělníci
Rozhodně zavádět KAIZEN jako firemní strategii	Realizovat cíle KAIZEN podle direktiv vrcholového managementu prostřednictvím realizace plánů a vícefunkčního managementu	Používat KAIZEN v jednotlivých funkcích	Účastnit se KAIZEN prostřednictvím systému zlepšovacích návrhů a činností malých skupin
Poskytovat strategii KAIZEN podporu a vedení přidělováním zdrojů	Používat KAIZEN v náplni práce	Formulovat plány pro KAIZEN a poskytovat vedením dělníkům	Dodržovat disciplínu na pracovišti
Zavést plány pro KAIZEN a vícefunkční cíle	Zavádět, udržovat a zvyšovat standardy	Zlepšovat komunikaci s dělníky a udržovat vysokou pracovní morálku	Věnovat se neustálému sebezdokonalování a stát se tak lepším řešitelem problémů
Realizovat cíle KAIZEN prostřednictvím realizace příslušných plánů a auditů	Intenzivními školicími programy posilovat vědomí KAIZEN u zaměstnanců	Podporovat činnosti malých skupin (třeba kroužků kvality) a systém individuálních zlepšovacích návrhů	Posilovat dovednosti a výkony hromaděním zkušeností a vzděláváním
Budovat systémy, postupy a struktury napomáhající strategii KAIZEN	Pomáhat zaměstnancům osvojit si dovednosti a nástroje potřebné k řešení problémů	Zavádět na pracovišti disciplínu. Poskytovat návrhy na KAIZEN (zdokonalování)	

Kaizen a zaměstnanci
Zdroj [31]

Kaizen v Evropě a Americe

V Japonsku je počet zlepšovacích návrhů na pracovníka a průměrný přínos jednoho návrhu mnohonásobně vyšší než v Evropě a Americe. V Německu se často místo pojmu Kaizen používá pojem Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP), v USA CIP (Continuous Improvement Process) nebo OIP (Ongoing Improvement Process). U nás se některé myšlenky zahrnovaly pod pojem Komplexní racionalizace.

Západní svět	Japonsko
Racionální a logický svět, využívání lidí	Úcta, bázeň a strach, mnoho skrytých emocí, adaptace lidí
Projektové plány a finanční řízení, netrpělivost a orientace na krátkodobé cíle	Standardy, pravidla, experimenty, zlepšování, trpělivost a dlouhodobá orientace
Individualismus, spoléhání se na sebe, vítězové a poražení, silné ego	Komunita, partnerství, spolupráce jako základ přežití, přizpůsobení se skupině
Orientace na výsledky a konkrétní materiální svět okolo nás, filozofie nedostatku a boje o přežití na úkor druhého	Orientace na proces, intenzivní vnímání nehmotného světa a způsobu myšlení, který vytváří svět okolo nás, filozofie nadbytku a dostatku pro všechny, zákon farmy

Západní svět a Japonsko
zdroj [30]

Na internetu lze najít různé definice a popisy této výrobní filosofie, např. [<http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/kaizen/>, 29.8.2011]:

Co je to kaizen

*Kaizen je **manažerská filosofie**, která původně vznikla v USA, ale její skutečná síla byla objevena až v 60. letech 20. století, v poválečném Japonsku. Zde také vznikl tento populární název. V doslovném překladu znamená „změna k dobru“ („kai“ - změna; „zen“ - dobro).*

*Kaizen je systém procesu neustálého zlepšování pomocí **malých změn**. Ve válkou zdevastované zemi neměli japonští manažeři dostatek prostředků pro rozsáhlé inovace. Malé krůčky byly jedinou možnou cestou ke zlepšování ve firmě. Ta se však nakonec ukázala jako velmi efektivní metoda udržování **konkurenceschopné úrovně** podniku a stala se běžným doplňkem inovací. Zastánci kaizen se nikdy nespokojí se stávající situací ve firmě – vždy je prostor pro zlepšení. **I ten nejmenší krok kupředu má význam.***

*Tato metoda předpokládá zapojení do procesu co **nejvíce zaměstnanců**, a to, pokud možno ze všech úrovní řízení a všech oddělení. Zejména participace pracovníků nejnižší úrovně je velmi důležitá – to oni jsou nejbližší místu, kde se tvoří hodnota. Jejich návrhy bývají ve srovnání se zlepšováký, které jsou navrhovány „od stolu“, mnohdy praktičtější i kreativnější. Takovéto možnosti zapojení navíc zpravidla u zaměstnanců posilují pocit sounáležitosti s firmou.*

Kaizen a štíhlá výroba

Tyto dvě metody bývají často spojovány, avšak implementace jedné nepodmiňuje druhou. Kaizen ve spojení se štíhlou výrobou znamená zlepšování v oblasti plýtvání (tzv. muda) - jeho neustálá eliminace. Štíhlá výroba (lean management) udává jeden z cílů kaizen – udává směr, kterým by se snaha o zlepšování měla ubírat.

Kaizen se však neomezuje pouze na tuto sféru, akční rádius je mnohem větší – zlepšení lze uskutečnit v jakékoliv oblasti firmy: BOZP, parametry vyráběného produktu, spokojenost zaměstnanců či dokonce např. styl řízení. Plýtvání je však jedno z největších míst pro zlepšení.

nebo např. [<http://www.logio.cz/kaizen/>, 29.8.2011]

Filozofie kaizen byla v pozadí velkých úspěchů druhé největší světové automobilky Toyota a vedla také ke změně v nazírání na kvalitu a úroveň japonských výrobků po druhé světové válce. Nejen s japonskými

investory tento přístup přišel i do ČR – někdy s anglických názvem používaným především v USA – *Continuous Improvement* (nepřetržité zlepšování), nebo německý *KVP – Kontinuierlicher Verbesserung*. Systém využívají nebo jeho prvky zavádějí především firmy z automobilového průmyslu – například Škoda Auto a.s., Robert Bosch s.r.o. nebo logicky kolínská TPCA. Uplatnění ale má i v dalších odvětvích. Japonské slovo *kaizen* se dá přeložit různě. Laicky řečeno, jde o kolektivní snahu o systematické přinášení nových nápadů a možných zlepšení produkce s důrazem na kvalitu, bezpečnost práce... Výsledkem je produktivnější pracovník. V celém systému hrají velkou roli i vrcholoví manažeři, kteří chodí povinně na výrobní linky („*GEMBA*“) a snaží se od dělníků čerpat nové nápady. Výsledkem není nic jiného než tvořivá inovace, neustálé zdokonalování napříč všemi úseky, od vývoje přes výrobu až po prodej.

Co zastřešuje pojem *kaizen*:

- orientace na zákazníka,
- *kanban* (systém štítků),
- absolutní řízení kvality,
- zdokonalování kvality,
- robotika,
- *Just-in-Time* (metoda „právě včas“),
- *kroužky řízení kvality*,
- žádné vadné zboží,
- systém zlepšování,
- aktivity malých skupin,
- automatizace,
- dobré vztahy managementu – zaměstnanci,
- disciplína na pracovišti,
- zvyšování produktivity,
- absolutní údržba výrobních prostředků,
- vývoj nových produktů.

Nástroj Kaizenu – Workshop

Při zlepšování procesů v Kaizenu lze postupovat iniciativou jednotlivého pracovníka a určitých skupin.

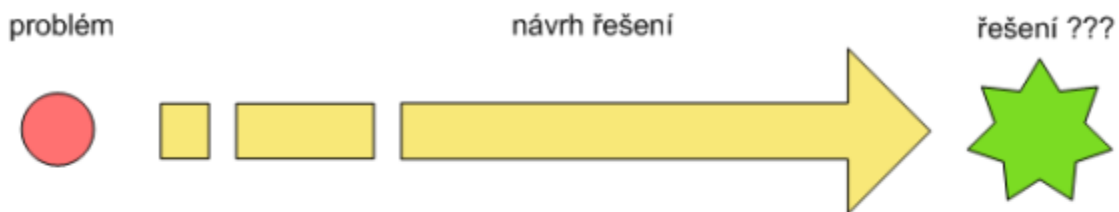
Jak je známé i z jiných oborů, např. systémového a softwarového inženýrství, při organizaci týmových prací lze postupovat chaotickým i strukturovaným přístupem.

Příkladem chaotického přístupu je *brainstorming*, kdy k danému problému diskutují členové týmu bez omezení, podávají jednotlivé nápady (někdy i velmi neortodoxní) a moderátor tyto nápady zaznamenává. Žádný nápad se dopředu ani nezavrhuje, ani dále v rámci nápadu dále nezpracovává. Později se provede výběr a rozpracování vybraných myšlenek.

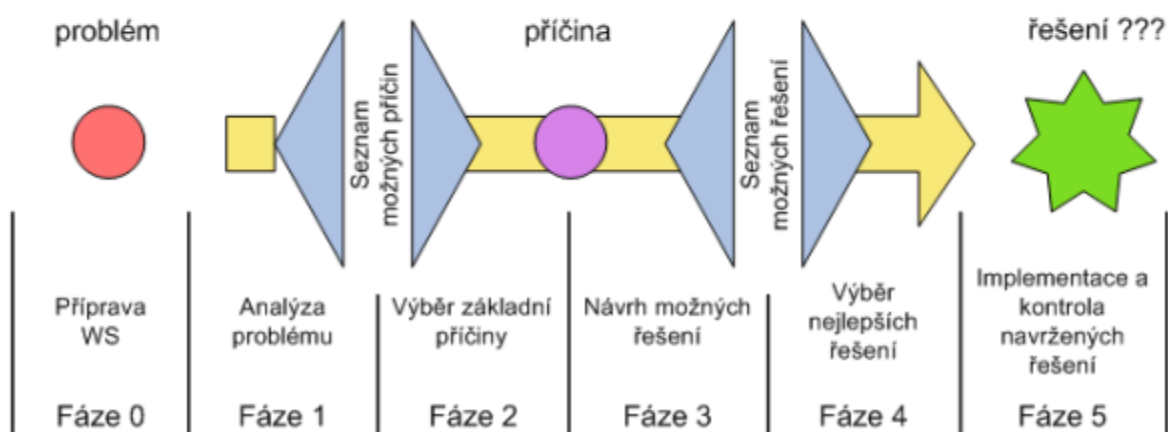
Při strukturovaném přístupu moderátor řídí diskusi, délku setkání i vystoupení. Podle charakteru přístupu (prohlížení, procházení) je určena délka setkání, aby nebyla snížena pozornost. Obvykle se nalezené problémy pouze konstatují a jejich řešení se provádí na oddělených zasedáních, někdy i v jiném složení. To eliminuje známou poučku prof. Parkinsona, že schválení přístřešku na kola trvá déle než projekt instalace jaderného reaktoru.

Kaizen nabízí strukturované řešení problémů metodou workshopu (obr 4.5-5).

Běžné řešení problému



Strukturované řešení problému metodikou workshopu



Obrázek 4.5-5 Běžné a strukturované řešení problémů

Zdroj [30]

4.6 Six sigma

Cíle:

Po přečtení tohoto článku pochopíte, jak souvisí řízení výroby s kvalitou.

Klíčová slova:

Plýtvání;

Definice Six sigma

Six sigma je strategie řízení, původně vyvinutá společností Motorola. Rozpracována byla ještě poté společnostmi Allied Signal (dnes Honeywell a GE). Dnes se používá v různých odvětvích průmyslu. Six Sigma si klade za cíl identifikovat a odstranit příčiny defektů a chyb v procesech výroby a obchodu, k čemuž používá metodiky DMAIC a DMADV (DFSS – Design for Six Sigma).

Klíčové pojmy

- DMADV - jedna z metodik Six Sigma, zaměřená proces vývoje. Jde o zkratku slov: Define (definice), Measure (měření), Analyze (analýza), Design (návrh), Verify (ověření).
- DMAIC - jedna z metodik Six Sigma, zaměřená proces řízení. Jde o zkratku slov: Define (definice), Measure (měření), Analyze (analýza), Improve (zlepšení), Control (řízení).
- DPMO - počet vad na milión příležitostí k vadě (Defects Per Milion Opportunities)
- CTQ - hraniční meze rozhodující o kvalitě (Critical To Quality)
- DOE - plánovaný experiment, metoda řízené změny vstupních parametrů, zjištění vlivu na výstupy (Design of Experiments).
- DFSS (Design for Six Sigma) - jedna z nejnovějších metodik v Six Sigma, poskytuje nástroje pro navrhování a inovaci produktů a procesů, ve kterých tyto produkty vznikají tak, aby se jejich návrh povedl hned napoprvé. (do DFSS zapadá metodicky Lean Design, SSPD,).
- DCDOC - akronym Define, Conceptualize, Design, Optimize, Control - je to obdoba základního DMAIC cyklu, využívá se v metodice DFSS (Six Sigma Process Design).
- SSPD (Six Sigma Process Design) - jedna z nejnovějších metodik v Six Sigma, poskytuje nástroje pro navrhování a inovaci procesů tak, aby se jejich návrh povedl hned napoprvé.
- CDOC - akronym Conceptualize, Design, Optimize, Control - je to obdoba základního DMAIC cyklu, využívá se v metodice SSPD (Six Sigma Process Design).

Hodnocení úrovně kvality sigma

- One Sigma = 690,000 DPMO - efektivita 31%
- Two Sigma = 308,000 DPMO - efektivita 69.2%
- Three Sigma = 66,800 DPMO - efektivita 93.32%
- Four Sigma = 6,210 DPMO - efektivita 99.379%
- Five Sigma = 230 DPMO - efektivita 99.977%
- Six Sigma = 3.4 DPMO - efektivita 99.9997%



Obrázek 4.6-1 Six sigma

5 fází implementace Six sigma

Six Sigma lze obecně implementovat v pěti fázích, které označujeme symboly DMAIC, sekvenci kroků:

- Definovat (**D**efine),
- Měřit (**M**easure),
- Analyzovat (**A**nalyze),
- Zlepšit (**I**mprove),
- Řídit (**C**ontrol).

Základním kritériem pro výběr konkrétního projektu Six Sigma je finanční přínos a spokojenost zákazníka. Právě tato kritéria tuto metodu odlišují od jiných metod zaměřených na zlepšování vnitropodnikových procesů a kvality. Předmětem aplikace pak může být kvalita procesu, výrobek a jeho parametry, úspora nákladů, nebo jiný problém.

4.7 JIT

Cíle:

V článku se dozvíte, co je řízení s filosofií "Právě včas".

Klíčová slova:

Plýtvání; Štíhlá výroba; Právě včas;

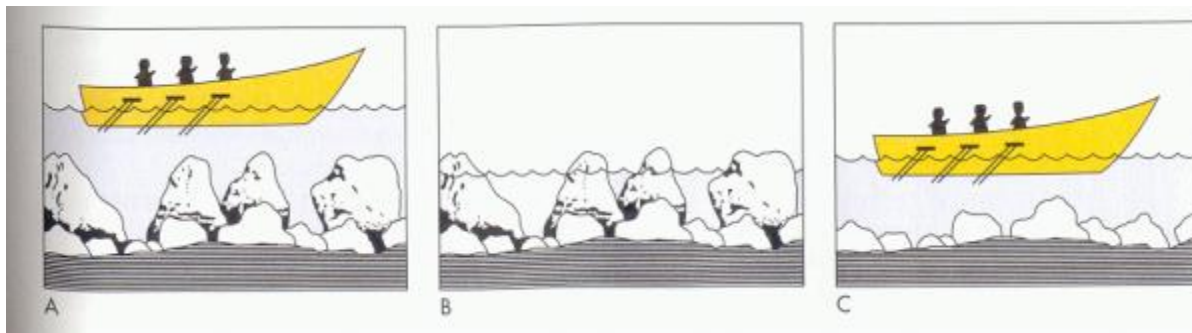
Cíle JIT

Just in Time je průmyslová manažerská technika, která dovoluje udělat a nabídnout přesně to, co se žádá v **množství, místě a čase**, několika slovy „provádět aktivity, když jsou nezbytné“. Jedná se o výrobní filosofii, při jejímž uplatňování jsou materiál, díly a výrobky vyráběny a dopravovány tehdy, kdy je výroba nebo zákazník vyžadují. Je třeba si uvědomit, že šlo o převratnou změnu až revoluci v průmyslové výrobě, kdy došlo k zavedení tahu – pull, v němž se **vyrábí tolik, kolik je nutné**.

Původní představa realizace tohoto systému je vytvoření vazeb mezi dodavatelem a odběratelem tak, aby u **odběratele nevznikaly žádné zásoby** tím, že dodavatel dodává přesně podle stanoveného harmonogramu materiál či díly v požadovaném množství a provedení tak, aby mohly být předány přímo do výroby.

Kritéria managementu skladu mohou být rozdělena do různých typů, jako jsou cyklické sklady, oddělovací sklady, bezpečné sklady a průtočné sklady. Snížit sklady znamená pochopit důvody, proč existují.

Položme si otázku, proč jsou v podniku drženy **vysoké zásoby**. Často je to proto, že tyto vysoké zásoby nám pomohou překonat určité **skryté problémy**. Podívejte na podobenství (obr 4.7-1). Velké balvany v řece představují skryté problémy, kolísání poptávky, nepravidelnost dodávek materiálu, kapacitní a personální problémy. Vysoká úroveň vody představuje předdimenzované sklady. Po odstranění největších balvanů z řečiště (odstranění zásadních problémů může dojít k plavbě za snížené hladiny (nižší úrovně zásob).



Obrázek 4.7-1 Skryté problémy

Zdroj [6]

Systém JIT musíte také plně aplikovat na každou fázi cyklu tvorby hodnoty, od výzkumu a vývoje přes marketing až po distribuci, což vede k maximalizaci té části času, která přispívá k tvorbě hodnoty a eliminaci zbytečného nebo mrtvého času. Ideálními cíli JIT jsou:

- nulová zmetkovitost,
- nízké až nulové časy seřízení,
- nulové zásoby,
- žádná manipulace,
- žádné přerušení výroby,

- nulové dodací lhůty,
- malé výrobní dávky, až o velikosti jedna.

Dalšími důležitými faktory jsou:

- ustálená úroveň výroby,
- optimální rozmístění výrobních zdrojů,
- preventivní údržba,
- pružná multifunkční pracovní síla,
- kooperativní duch,
- spolehliví dodavatelé,
- řešení problémů,
- průběžné zlepšování.

Rozpracovanost a sklady

Cyklické sklady jsou vázány na náklady a stav nastavení a pro materiál jsou vázány na objednáci a přepravní náklady. Takže snížit cyklické sklady není jen manažerským problémem, ale je to také technický problém. JIT klade velkou důležitost snížení seřizovacích časů, aby se dosáhlo mezi pro unitární dávkovou výrobu.

Typickou metodou pro **zkrácení seřizovacích časů** je přejít od vnitřních k vnějším přípravným časům. Vnějšími přípravnými časy rozumíme, že provádíme **nastavení mimo stroj**, takže není nutné, abychom ho zastavili. To se může provést tím, že přidáme na nástroj díl, jehož rozhraní na stroj je standardní. Snížení může být také dosaženo zjednodušením některých operací, takových jako upnutí kusu na stroj (dodáním návodu pro pomoc dělníkovi). Typickým akronymem vázaným na JIT je SMED (Single Minute Exchange of Dies – okamžitá výměna nástroje), která ručí za schopnost výměny nástroje v čase vyjádřené jednoduchým vzorcem.

Navíc **snížení výrobních dávek** dovoluje **omezení plánovacího horizontu**, a tak mít mnohem **přesnější předpověď**. Obvyklý důsledek je **omezení pojistných skladů**. Ty jsou užity jako pojistka pro nepředvídané události, jako je kolísání požadavků neuvažovaných procedurami předpovědi, ale také problémem strojů.

Držení rozpracované výroby mezi dvěma výrobními fázemi tyto fáze odděluje tak, že druhá fáze může pracovat také, když první nelze provádět. Alternativní strategií je zvýšení bezpečnosti procesu preventivními prohlídkami.

Snížení rozpracované výroby a zvýšení kvality jsou dva propojené cíle, jak se ukazuje v následujícím:

- V **nespolehlivém procesu** dáváme přednost vyrábět více, než je potřebné, **zvýšením skladů**. V procesu MRP rozpadu například můžeme určit pro každou položku koeficient spojený s výsledkem, který směřuje k „rozšíření“ potřeb.
- Vícepráce na vadných dílech zvýší průběžné doby a také rozpracovanou výrobu.
- Omezení rozpracované výroby omezením velikosti výrobních dávek dovoluje minimalizovat dopad zmetkové dávky, protože problém vzniká předem a postihuje menší množství dílů.

Vztah odběratel – dodavatel

Odběratel je dominujícím článkem, jemuž se **dodavatel musí přizpůsobit** tím, že svou činnost synchronizuje s jeho potřebami, že garantuje jím požadovanou kvalitu dodávaného materiálu, že mu poskytuje informace potřebné pro plánování (včetně kapacitního plánování) a pro operativní řízení, že při dodávkách vytváří takové manipulační (přepravní) jednotky, které budou hladce procházet všemi místy manipulačních operací v navazujícím toku.

Existují dvě strategie pro přizpůsobení dodavatele:

- **synchronizační** – výroba dodavatele v přesně dohodnutém množství a frekvenci, jakou vyžaduje odběratel,
- **emancipační** – dodavatel vyrábí několik dávek najednou s nižšími výrobními náklady, má vlastní vyrovnávací sklad.

Ztráty z hlediska JIT Nadprodukce

Nadprodukce je považována za nejhorší druh ztráty. Rozlišuje se:

- nadprodukce **kvantitativní**, kdy se vyrábí více výrobků, než je potřeba,
- nadprodukce **předčasná**, což je výroba výrobků v dřívějším čase, než je potřeba.

Čekání

Čekání je nejpatrnějším druhem ztráty. Může mít různé příčiny, jako je špatné zásobování, nevyváženost operací, čekání na opravu stroje.

Přepravní ztráty

Nevhodné uspořádání strojů může vyžadovat potřebu dočasných skladových míst.

Zpracovatelské ztráty

Jedná se např. o nadměrně přesné zpracování nebo zpracování nevhodně zvoleného nebo připraveného materiálu nebo vznik zmetku, jeho oprava nebo náhrada za něj.

Pět hlavních principů Just in Time

Nyní uvažujme pět hlavních principů JIT:

První princip

Just in Time správně říká: přiměřená výrobní realita “just in time” nebo “right in time” filosofii. Princip je platný pro:

- **Hotové zboží** týkající se zákazníka (výroba a dodávka);
- **Rozpracovanou** výrobu (následuje montáž);
- **Nákupy** (okamžiky užití).

Druhý princip

Bezeskladová výroba, která je takřikajíc omezením skladů na minimální hodnoty kompatibilní s objemem výroby.

Myšlenkou je **vyrábět, co chybí**, v chybějícím množství, když to chybí, aby se dramaticky **snížily sklady a rozpracovaná výroba** (WIP) a učinit výrobní systém průhlednějším, aby se našly neúčinnosti a **úzká místa**.

Třetí princip

Jakékoliv **snížení ztrát** od surovin do výroby zmetků, od rozměrů skladů do časových zpoždění kvůli neúčinnosti atd.

Čtvrtý princip

Plynulá výroba znamená, že výroba musí být organizována, aby plynula z jednoho oddělení do druhého bez zastavení, meziskladů, zbytečných převozů atd. JIT chce zvyšovat odpovídající kapacitu (ne drahým způsobem) na změny požadavků trhu průběžnou eliminací procesních vazeb.

Pátý princip

Užít **tažnou** logiku, na rozdíl od **tlačné**, to je tok materiálu, který táhne výrobu a ne výrobu, kterou tlačí tok. To znamená, že materiál není vytlačován ze skladu (tlačná logika) v souladu s technikou předvídání požadavků (jako v MRP), ale je tažena (tažná logika) od reálných požadavků koncové operace, takříkajíc trhem.

Důsledky předchozí specifikace jsou, že zákazník, v širším smyslu, požaduje na výrobním systému **průžnost**, která znamená, že je schopen vyrábět **různé typy výrobků**, a **manažerská průžnost**, která je takříkajíc schopností rychle **změnit rovnováhu výrobního mixu**.

Je důležité podtrhnout, že tato manažerská metoda se **nevztahuje jen na výrobní podnik, ale musí také zahrnovat všechny dodavatele**, to znamená, že dodavatelé jsou považováni za startovací fázi výroby v samotném podniku. Samozřejmě je zde potřeba svěřit dílčí smlouvy samotným dodavatelům.

Eventuálně, JIT směřuje k vývoji "Tržně orientovaného" výrobního systému, schopného měřit se zákaznickými rozhodnutími a pohybům trhu.

Aby pracovala účinným způsobem, JIT vyžaduje dobré plánování, nasazení všech lidí a hodně času na zdokonalení.

Uvažujme další principy, které nejlépe popisují tuto filosofii:

- **zjednodušování** – eliminace složitých a překombinovaných řešení, jestliže jednoduché přístupy a metody dokážou totéž,
- **zviditelnění** – podporuje splnění potřeby - „vidět, co se děje“ v prostředí průmyslových a obchodních procesů (prostoje, počty kusů, zmetky, extrémní stavy apod.),
- **synchronizace** – organizování rychlosti a pružnosti v rámci podnikových procesů tak, že výroba bude spíše synchronizována s aktuální potřebou než s potřebou plánovanou,
- **neustálé zlepšování** – neustálý rozvoj celého systému.

K tomu, abyste však mohli tyto základní principy v plném rozsahu využít, musíte splnit několik **podmínek**:

- plánovat a vyrábět na objednávku,
- vyrábět malé série,
- eliminovat plýtvání,
- zajistit plynulé materiálové toky,
- zajistit stabilní vysokou jakost,
- systém musí respektovat všichni pracovníci,
- eliminovat prostoje,
- udržovat jasnou strategii.

Srovnání JIT s tradičním přístupem

Srovnání tradičního přístupu k řízení výroby a JIT je velmi přehledně uvedeno v tabulce (obr. 4.7-2).

Vlastnost	Tradiční systém	JIT
Hnací síla výroby	Maximalizace produkce pomocí velkých sérií, dávek a maximální využití kapacity	Zákaznická poptávka, vysoká jakost v požadovaném čase a za ekonomicky přijatelnou cenu
Řízení výrobních procesů	Složitě, centralizované, tlakový systém, velké zásoby	Zjednodušené, decentralní, systém tahu, nízké zásoby, bezvadná kvalita
Stav pracoviště	Neuspořádaný, nepřehledné uložení materiálu i nářadí	Přehledné a funkční uspořádání, eliminovány nepotřebné předměty, bezvadná čistota pracoviště, dodržování norem a pomůcek
Kvalifikace pracovníků	Úzce zaměřená, nemožnost jejich využití i pro jiné operace	Široká, vytváření týmů multikvalifikovaných pracovníků, vysoké pracovní tempo, vzájemná pomoc a cílové zaměření
Strojně operační změny	Dlouhé doby přípravy strojů, komplikované výměny nástrojů a přípravků => velké dávky	SMED => snížení přípravných časů, snížení výrobních nákladů, vyšší výrobní kapacity, pružná reakce na změny, výroba bez zásob
Zajištění kvality	Metody kontroly jakosti, úplná nebo statistická kontrola produkce, třídění a vyřazování zmetků	Předcházení vadám, zásahy již v předvýrobních etapách
Údržba	Zajištění max. kapacity a časové využití výrobního zařízení, běžná údržba, preventivní údržba, inspekce a prohlídky, opravy provozní a generální	Úplná výrobní údržba (TPM), preference trvalé plné použitelnosti strojů před plným využitím z hlediska času a výkonu
Zaměstnanci	Nevyužití potenciálu lidské pracovní síly, pracovníci nejsou informováni o cílech podniku, průběhu výroby a racionalizačních opatřeních. Centralizace řízení i řešení problémových situací ve specializovaných útvech.	Nové formy organizace práce, decentralizace, přenesení pravomoci na nižší složky, vytvoření týmů a přístup k informacím. zaměstnanci mají možnost rozhodovat a tvořit. Trvalé zlepšování metodou Kaizen.

Obrázek 4.7-2 Porovnání tradičního přístupu a JIT
Zdroj [3]

Porovnejme tradiční výrobní přístup a JIT [6]:

Zásoby

Tradiční přístup (TP): **Aktiva**. Chrání proti chybám v předpovědi, problémům se stroji, pozdním dodávkám, výpadku obsluhy. Vyšší zásoby jsou "bezpečnější".

JIT: **Odpovědnost**. Každá činnost se musí zaměřit na jejich odstranění.

Velikost dávky

TP: **Vzorce**. Neustále upřesňujeme optimální velikost dávky určitými vzorci založenými na kompromisu

mezi náklady skladování a náklady na seřízení.

JIT: **Jen bezprostřední potřeby**. Minimální doplňovací množství se předpokládá jak pro vyráběné, tak pro nakupované díly.

Seřizovací časy

TP: **Nízká priorita**. Maximální výkon je obvyklým cílem. Zřídka je takové myšlení a úsilí zaměřené na dosažení rychlé přeseřízení.

JIT: **Učiňme je bezvýznamnými**. To vyžaduje jak extrémně rychlou dobu přeseřízení, aby se minimalizoval dopad na výrobu, tak schopnost seřízení mimo stroj. Rychlé přeseřízení umožňuje praxi malých dávek a široké spektrum dílů vyráběných střídavě.

Fronty

TP: **Nezbytná investice**. Fronty dovolují, aby následující operace pokračovaly i v případě problému na předchozích operacích. Také výběrem prací má dílenská management větší příležitost zohlednit různou zručnost obsluhy a schopnosti stroje, spojovat seřízení, a tím přispět k účinnosti operací.

JIT: **Odstraňme je**. Když se vyskytnou problémy, identifikujeme příčiny a opravte je. Opravný proces je podpořen, když jsou fronty malé.

Dodavatelé

TP: **Protivníci**. Pravidlem je mnoho dodavatelů a typické je porovnávat je mezi sebou.

JIT: **Spolupracovníci**. Jsou součástí týmu. Jsou předpokládány denně mnohočetné dodávky. Dodavatelé pečují o potřeby zákazníků a zákazník považuje dodavatele za rozšíření svého podniku.

Množství

TP: **Tolerujeme určité zmetky**. Sledujeme, jaké zmetky se vyskytly, a vyvíjíme vzorce pro jejich předvídání.

JIT: **Nulové zmetky**. Pokud není kvalita 100 %, výroba je ohrožena.

Údržba

TP: **Podle požadavků**. Není kritická, protože máme k dispozici fronty.

JIT: **Konstantní a efektivní**. Výpadky strojů musí být minimální.

Průběžné doby

TP: **Čím delší, tím lépe**. Mistři a nákupčí chtějí delší průběžné doby, ne kratší.

JIT: **Držme je krátké**. To zjednodušuje práci v marketinku, nákupu a výrobě, neboť to snižuje potřebu urychlování.

Pracovníci

TP: **Řízení příkazy**. Nové systémy jsou implementovány navzdory pracovníkům, nikoliv díky nim. Potom se koncentrujeme na měření, abychom určili, zda oni provádějí svou práci nebo nikoliv.

JIT: **Řízení shodou**. Změny nejsou provedeny, pokud není dosaženo shody. Je dosaženo důležitého přírůstku pocitu "vlastnictví".

JIT a přístup k nákupu

Na obr. (obr. 4.7-3) můžeme vidět srovnání tradičního přístupu k nákupu a přístupu v prostředí JIT. Jedná se o výraznou změnu v partnerství, důvěře a zodpovědnosti.

Nákupní činnost	Tradiční přístup	Přístup v prostředí JIT
Výběr dodavatele	Minimem jsou dva dodavatelé; ústředním kritériem výběru je cena	Často pouze jeden místní dodavatel; časté dodávky
Podávání objednávek	Objednávka specifikuje dodací dobu a kvalitu	Roční rámcová objednávka; dodávky se realizují podle potřeby
Změny objednávek	Dodací doba a kvalita se často na poslední chvíli mění	Dodací doba a kvalita je pevně daná; množství se pole potřeby upravuje v rámci předem daných
Následná kontrola objednávek	Mnoho telefonátů - nutno řešit problémy s dodávkami	Málo problémů s dodávkami díky jasně stanoveným smlouvám; nedodržení kvality nebo dodacích lhůt se nepřipouští
Kontrola dodaného zboží	Kontrola kvality i množství prakticky u všech dodávek	Počáteční namátkové kontroly; později nejsou kontroly nutné
Hodnocení dodavatelů	Kvalitní hodnocení; dodací odchylky do 10% se tolerují	Odchylky se nepřipouštějí; cena je pevně daná a vychází z jasné kalkulace
Fakturace	Platba po každé dodávce	Faktury se shromažďují a uhrazují se jednou za měsíc

Obrázek 4.7-3 JIT a nákup

Shrnutí přínosů JIT

Dle [3]:

- Zvýšení produktivity procesů 2,5krát
- Snížení nároků na výrobní plochy na 1/3
- Zkrácení průběžné doby výroby o 70–90%
- Snížení rozpracované výroby o 90%
- Snížení celkových výrobních nákladů o 40%
- Snížení nároků na počítačovou podporu výrobního plánování o 75%

4.8 Teorie omezení

Řetěz je tak silný, jak je silný jeho nejslabší článek.

Cíle:

Cílem článku je pochopení, že v každém systému se nalézá určité omezení, které brání zvyšování jeho průtoku. Naučíte se, jak tato omezení nalézt a odstranit.

Klíčová slova:

Omezení; Průtok; Zásoby; Provozní náklady; OPT;

Zřetězení podnikových procesů

Jednotlivé podnikové procesy na sebe navazují, tvoří řetěz navazujících procesů.

Tato představa ukazuje, jak lze provádět **zefektivnění** podnikových aktivit. V klasickém chápání zvyšování efektivity podnikových činností je snaha o zvyšování této efektivity na všech místech.

Teorie omezení říká, že v řetězu po sobě následujících činnostech je vždy nějaký **nejslabší článek (omezení systému)**. Při zvyšování efektivity je třeba se zaměřit na toto omezení, neboť úspory jinde ve skutečnosti neznamenaají úsporu v systému.

Příklad: nejslabší článek řetězu versus snižování hmotnosti řetězu při zachování nosnosti.

Jednotlivé útvary v podniku a v jeho okolí sledují protichůdné vlastní cíle.

Lokální zájmy:

- nákup – minimalizace zásob, nízké náklady nákupu (nezájem o kvalitu a termíny)
- odbyt – objem zakázek (nezájem o možnost realizace, na optimalizaci podniku jako celku)
- výroba – využití zařízení (hromadění rozpracované výroby, příliš velké dávky)

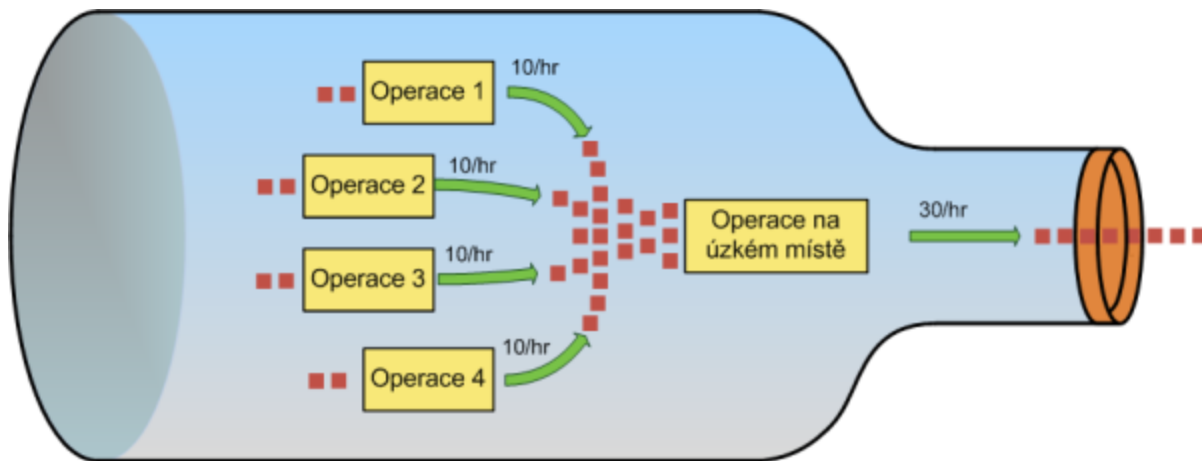
•Odlišné zájmové skupiny:

- vlastník – růst akcií, dividend, podíl na trhu
- manažer – minimální náklady a optimalizace controllingových ukazatelů
- zaměstnanec – jistota výdělku a práce, odborný růst
- zákazník – dodržení termínů, kvality a cenově přijatelná úroveň termínů

Hlavním cílem podniku je podle teorie omezení vydělávání peněz a nyní i v budoucnosti. Dosahování cíle brání omezení.

Omezení v podniku

Pokud by v podniku nebo v jeho okolí neexistovalo nějaké omezení (obr. 4.8-1), pak by se průtok zvyšoval neomezeně.



Obrázek 4.8-1 Úzké místo

Vnitřní omezení – úzké místo:

- nedostatečná **kapacita stroje**,
- **chybějící** materiál,
- nedostatečná **technická** příprava,
- nedostatečné **finanční** prostředky,
- nedostatečný **prostor**,
- nekvalifikovaný nebo chybějící **personál**,
- chybná **velikost** výrobních dávek,
- specifická podniková **kultura**.

Vnější omezení:

- konkurence na **trhu**,
- nedostatečná **poptávka**,
- **zákony** – nepříznivé pro určitý druh podnikání,
- omezení možnosti dodavatelů,
- dlouhé **dodací termíny** dodavatelů,
- **dopravní** obtíže – dlouhé trasy, rizika.

Ztracená minuta omezení je pro celý systém nenahraditelná. Ušetřená hodina neomezeného zdroje není pro systém žádným přínosem.

Základní metriky teorie omezení

Obvyklé základní ukazatele:

- **čistý zisk**,
- **návratnost** investic,
- **cashflow**.

Základní metriky teorie omezení:

- **průtok** (throughput) - peníze, které podnik obdrží za realizaci svých výrobků a služeb (peníze z prodeje minus cena nakupovaných položek),
- **investice** (zásoby, inventory) - peníze, za zboží, které se nakupuje,
- provozní **náklady** (operating expense) - peníze vydané na transformaci zásob na hotové produkty.

Základní principy teorie omezení

- Každý systém má svoje omezení (interní nebo externí). Těmto omezením se říká **úzká místa**.
- Lepší je **vyvažovat tok výrobků** a ne capacity.
- Ztráta na pracovišti, které **není úzkým** místem, není skutečnou ztrátou, je **bezvýznamná**.
- Ztráta na pracovišti, které je úzkým místem, je ztrátou celého systému.
- Úzká místa určují **takt výroby** (Drum Buffer Rope).

Pět kroků TOC



Obrázek 4.8-2 5 kroků TOC

1. identifikace omezení
2. maximální využití daného omezení
3. podřízení všeho v systému tomuto omezení
4. odstranění omezení
5. po odstranění tohoto omezení návrat do bodu 1

Koncept zlepšení v podniku podle metody TOC

- co změnit
- na co to změnit
- jak změnu provést

5 Denní rozvrhování, plánování a řízení výroby

Podrobné/jemné/denní rozvrhování výroby se provádí na dílenské úrovni. Čím je rozvrhovaných položek a pracovišť méně, a průběžné doby jsou delší, tím více je potřeba pečlivě rozvrhovat (paradox plnění batohu krabicemi).

Cíle:

Cílem kapitoly je zdůvodnit nutnost podrobného rozvrhování výroby.

5.1 Potřeba jemného plánování

Potřebujeme denně plánovat nebo nám stačí plnit operativní plán?

Cíle:

Cílem článku je zdůvodnění potřeby denního/jemného/podrobného rozvrhování výroby.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Rozvrhovat nebo jen plánovat?

Řada podniků úspěšně zavedla **informační systémy**, které pokrývají řadu oblastí jejich od nákupu, přípravy výroby, přes vlastní výrobu až po expedici. Vlastní plánování výroby končí **operativními** plány, které termínují jednotlivé operace, obvykle s přesností na týdny. Snahou je kapacitně a termínově tyto operativní plány vyvažovat.

Operativní plán tedy představuje **zatěžování skupin zaměnitelných pracovišť** jednotlivými termínovanými operacemi. Nezohledňuje jejich přesné pořadí provádění v rámci pracoviště, neřeší rozvržení na konkrétní pracoviště, a dokonce ani přesné návaznosti operací v rámci výrobního postupu.

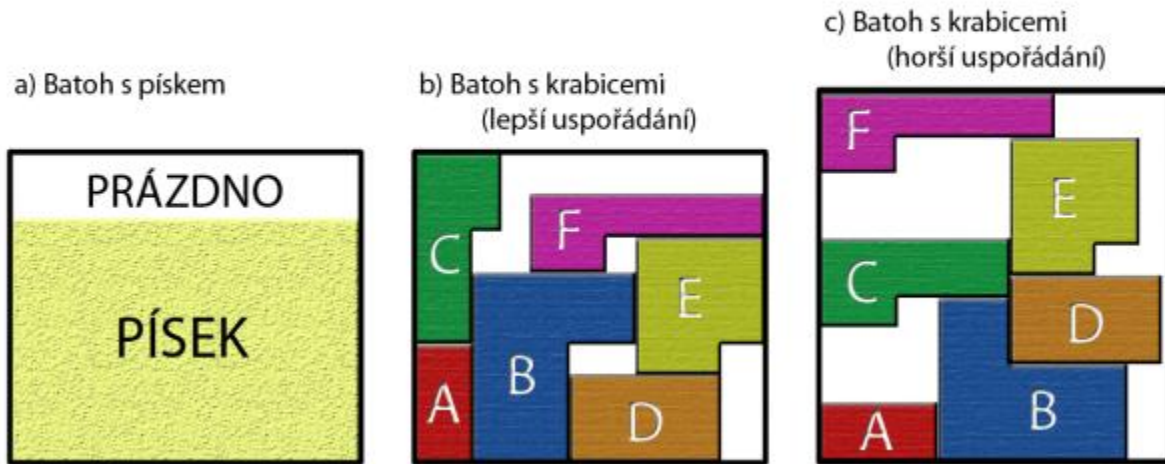
V řadě případů to pro řízení výroby stačí. Jedná se například o **velkosériovou** výrobu, kde se vyrábí malé množství druhů výrobků ve velkém množství. Dalším případem je **kusová výroba s krátkými operačními časy na malém množství pracovišť**.

Typickou úlohou, kde schází silná softwarová podpora rozhodování pracovníků ve výrobě nebo automatická tvorba řídicí veličiny pro automatizovaná střediska, je rozvrhování operací pro **malý až střední počet pracovišť s průměrnou délkou operace srovnatelnou s délkou pracovní směny** a snahou o nízkou rozpracovanost. Zde již nelze předpokládat, že zásoba rozpracovaných výrobních dávek dokáže vyrovnávat dynamické kapacitní nerovnoměrnosti. Ukažme si to na určitém podobenství.

Do **batohu** lze nasypat tolik **písku**, kolik je dáno jeho objemem. Pokud ovšem do batohu skládáme **krabice** o různých velikostech, pak zaleží na jejich pořadí. Pouze ve speciálních případech se součet objemu krabic blíží celkovému objemu batohu. Podívejte se na obr. 5.1-1. V případě:

- a) je naplněn batoh pískem,
- b) je stejný objem, tentokrát krabic, v batohu lépe uspořádán než v případě,
- c) kdy je třeba pro stejný objem pro krabice batoh o polovinu větší, než byl případě písku.

BATOH S PÍSKEM A KRABICEMI



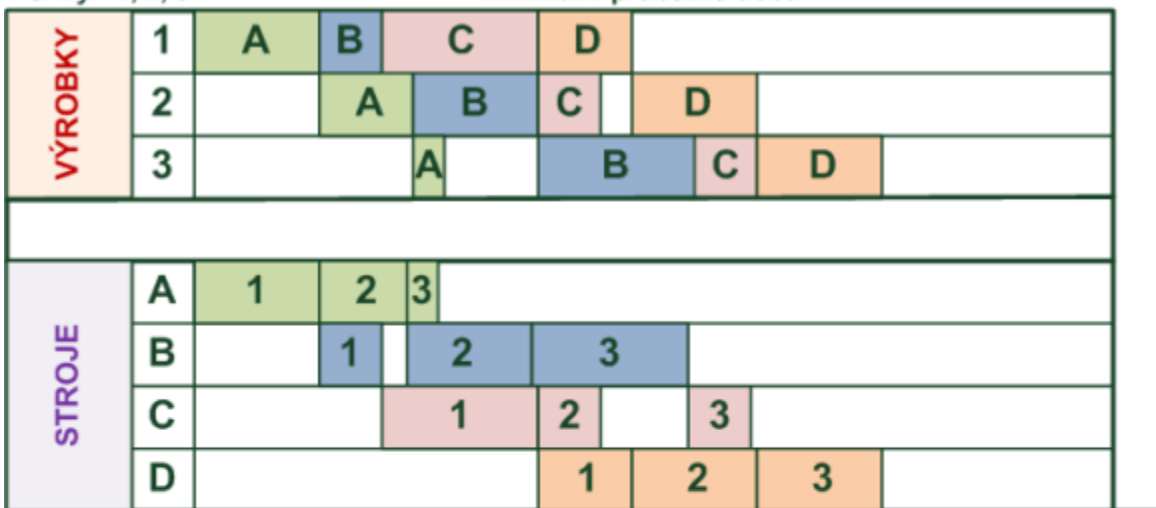
Obrázek 5.1-1 Batoh s pískem a krabicemi

Totěž se děje ve výrobních systémech. Tím, že **nezahájím** práci na určité výrobní dávce na určitém pracovišti, mohu způsobit **prostoje** jiného pracoviště. Tedy existuje určitý optimální rozvrh operací, který minimalizuje skluzy a maximalizuje využití pracovišť.

V [1] je uveden zajímavý příklad, kdy jsou rozvrhovány 3 výrobky na 4 pracoviště. Je zkoumán vliv pořadí výrobků (1,2,3) (obr. 5.1-2) a (3,2,1) (obr. 5.1-3). Pro každé pořadí je jako kritérium brán jednak minimální průběžná doba (čas dokončení poslední operace posledního výrobku), jednak plné využití strojů.

Poř.výr. 1, 2, 3

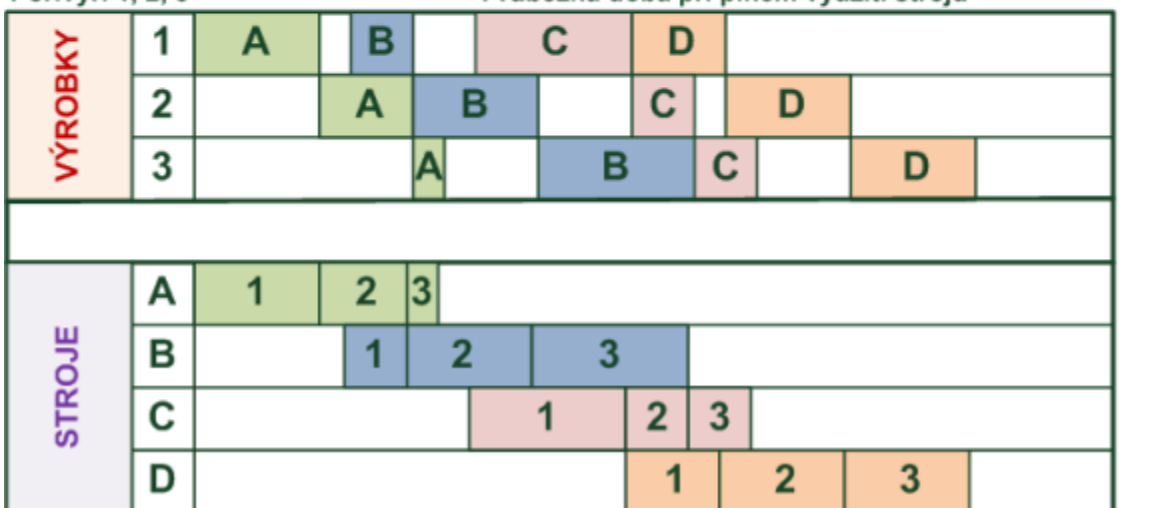
Minimální průběžná doba



čas

Poř.výr. 1, 2, 3

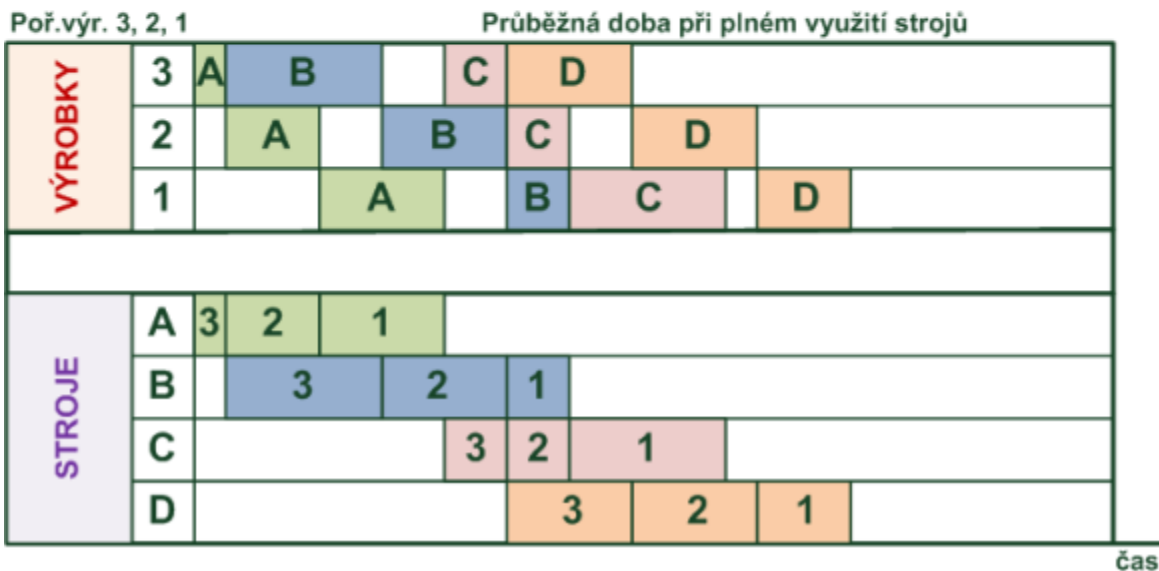
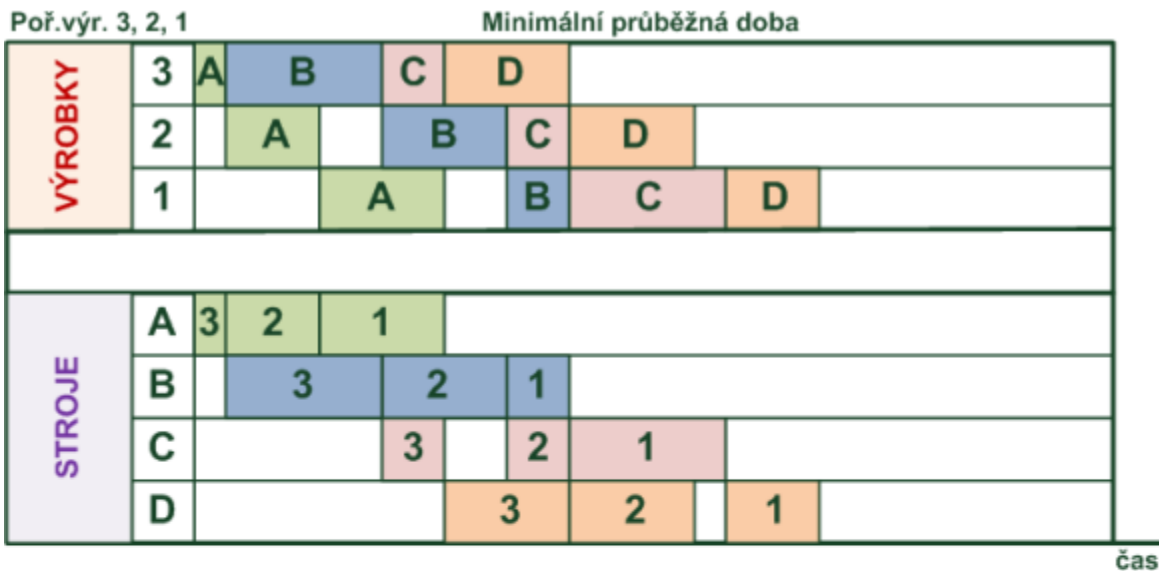
Průběžná doba při plném využití strojů



čas

Obrázek 5.1-2 Pořadí 1-2-3

Zdroj: [1]



Obrázek 5.1-3 Pořadí 3-2-1
Zdroj: [1]

Velké **informační systémy** však takové přesné denní rozvrhování **neobsahují**. Provádějí **hrubé termínování** operacím, ponechávají manažerům výroby (dispečerům a mistrům) přímé řízení výroby a požadují pouze hlášení o splnění operací.

Pokud operace požaduje připravené **výrobní pomůcky**, je třeba s předstihem sdělit seřizovačům, že je mají připravit a eventuálně mimo pracoviště seřadit tak, aby se snížily přípravné časy. Pokud je vstupem pro seřizovače jen operativní plán, pak může být nárůst potřeby náradí enormní. V ideálním případě stačí totiž připravit a seřadit náradí s předstihem doby seřízení před skutečným začátkem operace.

Obdobný plán je potřebný i pro **vyskladnění a přípravu materiálu**. Zde je navíc třeba minimální předstih přípravy materiálu v případě tyčových a plošných materiálů kombinovat s optimalizací děličích plánů.

Řídit přípravu materiálu, výdej a seřízení výrobních pomůcek jen na základě operativního plánu může buď

zvýšit **množství rezervovaného materiálu** ve výrobě, drasticky **zvýšit potřebu** komunálního i speciálního nářadí, nebo de facto učinit přípravy zodpovědnými za pořadí zpracování operací (operace s připraveným materiálem a pomůckami mají vyšší prioritu).

5.2 Vlastnosti operativního plánu

Co je předpokladem, abychom kvalitně denně rozvrhovali výrobu?

Cíle:

Cílem článku je vysvětlit vlastnosti operativního plánu a pojem klouzavého plánu jakožto zadání pro denní plán.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Dávky a operace

Operativní plán představuje co nejlépe **kapacitně vyváženou a termínovanou** množinu operací, potřebných pro zhotovení požadovaného množství výrobků. Požadované výrobky jsou vyráběny v **dávkách** s předepsaným počtem kusů a termínem zhotovení. Každá dávka má svůj výrobní postup.

Z hlediska **denního** rozvrhování je dávka popsána **identifikací** dávky, **počtem** kusů, termínem nejdříve možného **zahájení**, termínem nejpozději nutného **dokončení**, příznakem zajištění **materiálem**, skupinou **odpadu** a statickou **prioritou** dávky zadanou interaktivně.

Výrobní **postup** se skládá z **operací**. Pro účely jemného rozvrhování je operace popsána identifikací **dávky** a čísla **operace** v rámci výrobního postupu, termínem plánovaného **dokončení** operace (z nadřazeného plánovacího systému), **přípravným** časem, **kusovým** časem a statickou **prioritou** operace zadanou interaktivně.

Kapacitní vyvážení

Předpokládá se, že operativní plán je **staticky kapacitně vyvážen**. Ve skutečnosti **nelze** tuto podmínku vždy **splnit**, neboť vždy budou existovat pracoviště, která nejsou vytížena, ale jsou ve výrobním systému technologicky nutná, dále existují skluzy z reálného plnění plánu v minulosti. Podstatné přetížení pracovišť ale na druhé straně může značně negativně ovlivnit kvalitu i stabilitu řešení jemného rozvrhu.

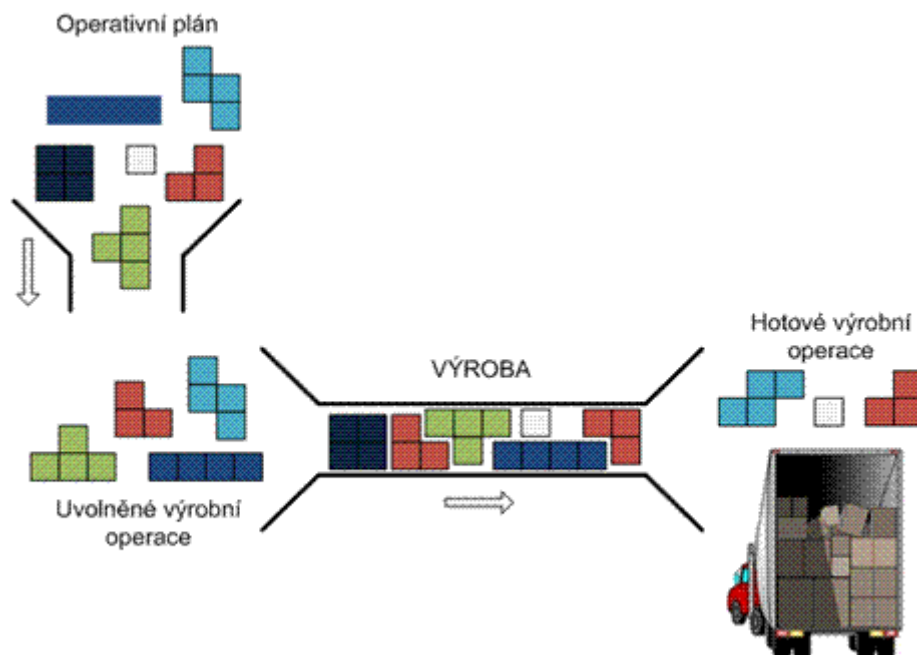
V případě silného **statického přetížení** nelze na úrovni jemného rozvrhu očekávat jakákoliv rozumná řešení, **fronty na pracoviště a skluzy narůstají** a termíny nelze splnit.

V případě silného **statického nedotížení** nezáleží na kvalitě jemného rozvrhu, neboť výrobní úkoly jsou rychle plněny pracovišti a nelze zabránit **prostojeům**.

Klouzavost a otevřenost

Důležitou vlastností, která je řadě teoretických prací opomenuta, je **klouzavost a otevřenost** operativního plánu. Nejedná se o to, jak rychle splnit **veškeré** úkoly operativního plánu, ale o to, jak provádět plnění operací **bez skluzů** vůči požadovaným termínům a **bez prostojeů** na staticky kapacitně vytížených pracovištích. Operace z operativního plánu jsou uvolňovány dávkově (jednou denně, týdně, dekadně).

Podobenstvím pro představu klouzavého plánu je potrubí (obr. 5.2-1).



Obrázek 5.2-1: Denní plán jako průchod potrubím

Z operativního plánu jsou uvolňovány v **dávkách** nové operace. Ty jsou denním plánem uspořádávány (tlačeny) do výroby (potrubí) tak, aby nevznikaly prostoje (bubliny v potrubí). Výroba je **spojitý** proces v čase. Denní rozvrhování může být **dávkové** i v **reálném čase** na základě událostí z výroby (skutečné zahájení a dokončení operace, výskyt poruchy stroje a její odstranění).

Velmi často jsou operativního plánu uvolňovány **dvě množiny operací**. První obsahuje operace, které by měly být splněny v **nejbližším plánovacím období** (např. týden). Toto plnění by mělo být pro denní rozvrhování **závazné**. Druhá ukazuje **výhledově** další operace. Přepokládá se, že tyto operace budou použity pro případ řešení konkrétních odchylných situací (výpadky pracovišť, skluzu v kooperacích, možnosti přesčasů, nemoc kvalifikovaného pracovníka, příprava materiálu a výrobních pomůcek). Takové předávání plánu se označuje např. jako "plán 5+5", "**plán závazný a doplňující**".

5.3 Rozdělení jemného plánování

Jak lze dělit denní rozvrhy?

- dávkově nebo v reálném čase
- z připravených operací nebo s operací potenciálně připravených v budoucnu, pokud vše půjde podle rozvrhu

Cíle:

V tomto článku se naučíte, jak lze denní plánování rozdělit podle okamžiku spuštění plánu a podle množiny operací, které jsou plánovány.

Klíčová slova:

Krátkodobé plánování; Denní plánování;

Dávkové a průběžné rozvrhování

Podle způsobu tvorby lze rozdělit jemné rozvrhy na:

- vytvářené v **reálném** čase,
- vytvářené **dávkově**.

Dávkově vytvářené rozvrhy jsou spouštěny jednou nebo několikrát za směnu. Zjišťují skutečný stav rozpracovanosti, rozvrhují operace a na závěr mohou tisknout sestavy rozvržených operací pro každé pracoviště, plány pro přípravu materiálu a náradí. Vytvořený rozvrh lze eventuálně ručně upravit.

Rozvrhy vytvářené v **reálném** čase předpokládají, že při vzniku libovolné **události** ovlivňující rozvrh (skutečný začátek nebo konec operace, zásah manažera výroby do priorit dávek nebo operací nebo do postupů, změna kapacit nebo porucha stroje) bude rozvrh okamžitě reagovat a vytvářen nové pořadí operací na pracoviště nejlépe odpovídající nové situaci. **Ruční** opravy mohou být jen nepřímé (zvýšení priority), jinak nelze vyloučit, že budou v dalším rozvrhu přepsány.

Aktivní a potenciálně aktivní operace

Další možné rozdělení se týká rozvrhovaných operací:

- Rozvrhují se jen **aktivní** operace, tj. operace se skončenou předchozí operací, event. připraveným materiálem a připravenými nástroji.
- Rozvrhují se **potenciálně aktivní** operace (aktivní operace a operace, pro které je předpoklad, že v okamžiku, až na ně dojde řada – s určitou tolerancí – budou aktivní).

Rozvrhování jen z **aktivních** operací je podstatně výpočetně **jednodušší**, bez složitého datového modelu, a je velmi **rychlé**. Rozvrh pro jedno pracoviště je **odolný vůči poruše** nebo nedostatku kapacit jiného pracoviště. Průběžná doba výroby, rozpracovanost a množství potřebných nástrojů se oproti rozvrhu potenciálně aktivních operací zvyšují.

Rozvrhování z **potenciálně aktivních** operací je **složitější** a je **citlivé na plnění** plánu na jiných pracovištích. Na druhé straně lépe **využívá** pracoviště, dobře řídí **připravu materiálu a výrobních pomůcek** a zkracuje **průběžnou dobu výroby**.

Rozvrhování je obecně **nepreemptivní**, tj. předpokládá se, že jednou započatá operace se dokončí a nelze ji přerušit jinou (urgentnější) operací. Takové zásahy, ale v praxi existují, např. pro zajištění dokončení chybějícího dílu pro montáž. Tyto zásahy se řeší ručně a pro rozvrhování se jeví jako poruchy.

Přehled rozdělení a jejich vlastností jsou v tabulce.

Jemný rozvrh	z aktivních operací	potenciálně aktivních operací
v reálném čase	<p>Rozvrh v reálném čase Rozvrh vyžaduje nalezení vhodného databázového modelu, zejména dobrého kódování stavů operace, zpracování je jednoduché a rychlé, ruční vstupy jsou možné, ale je třeba rozlišit, zda mohou nebo nemohou být trvalého rázu (zda v jiném okamžiku může automatický rozvrh „přebít“ ruční vstup). Výsledky jsou odolné vůči poruchám pracovišť. Nutnost odhadu doby přípravy nářadí nebo vyšší potřeba nářadí.</p>	<p>Dynamický rozvrh v reálném čase Výpočetně nejsložitější, v podstatě je třeba rozvrh spouštět automaticky po každé události, která může mít na rozvrh vliv. Lze narazit na časové omezení možnosti zpracování. Tiskové výstupy jsou informativní a rychle pozbývají platnost. Nižší potřeba nářadí.</p>
dávkový	<p>Rychlý rozvrh Rozvrh je jednoduše realizovatelný, zpracování je rychlé, tiskové výstupy jsou stabilní, ruční úpravy jsou bezproblémové. Výsledky jsou odolné vůči poruchám pracovišť, pro dobré využití pracovišť je třeba vyšší rozpracovanost a delší průběžná doba. Vyšší potřeba nářadí-</p>	<p>Dynamický rozvrh Rozvrh vyžaduje složitý a relativně dlouhý výpočet s vhodným datovým modelem. Výsledky lze tisknout a jsou až do příštího rozvrhu stabilní. Porucha nebo zpoždění na jednom pracovišti může způsobit dominový efekt (čekání). Stačí nižší rozpracovanost na průběžné doby jsou kratší. Nižší potřeba nářadí. Tiskové výstupy jsou možné a relativně dlouho platné.</p>

Klasifikace rozvrhů

5.4 Teoretické řešení rozvrhování

Vždy, když je zadána určitá úloha, máme možnost ji precisně zformulovat a pokusit se najít metodu k jejímu řešení. Pokud se nepodaří najít analytické řešení, pokoušíme se najít iterativní řešení nebo vhodnou simulační metodu, která vede k cíli. V případě neúspěchu se pokoušíme o určité heuristické řešení. V tomto případě přestaneme obvykle usilovat o dosažení optima, ale nalezení řešení, které nepatří mezi špatná a je, pokud je to možné, blízké optimálnímu.

Cíle:

V tomto článku poznáte, že teoretické řešení je velmi obtížné, zdá se, že je nemožné najít optimální rozvrh v rozumném čase.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování; Johnsonovo pravidlo;

Teoretické řešení rozvrhování Možnosti nalezení optimálního řešení

První možnost řešení je zkusit **všechny možnosti**. Řada uživatelů výpočetní techniky nekriticky věří v souladu s dosavadním trendem, že možnosti výpočetní techniky exponenciálně rostou, **zvětšují se objemy paměti a výkony procesorů**. Zatím sice nevíme, kdy tento růst **skončí** vyčerpáním fyzikálních vlastností hmoty, nicméně můžeme předpokládat, že zatím tento růst bude pokračovat.

To je dobrá zpráva. Špatná zpráva však přichází z oblasti **teorie počítačů**. Tam jsou hodnoceny algoritmy podle své **složitosti**. Bohužel rozvrhovací algoritmy patří mezi velmi složité, tzv. **NP-úplné**. Je prokázáno, že na současných počítačích by výpočet pro nepřilíš velký přesáhl stáří vesmíru – jedná se o kombinatorické algoritmy, de facto s **faktoriálními** odhady času.

Přesně jde algoritmicky řešit jen **několik málo úloh**. Všechny ostatní lze rozdělit na dvě skupiny:

- skupinu, kde detailní rozvrh **nemá smysl**, neboť velký počet rozvrhovaných úkolů a pracovišť vede ke sblížení statického a dynamického využití pracovišť (fronty jsou tak dlouhé, že je jedno, co vybereme)
- skupinu, kde detailní rozvrh smysl má, pak se pokusíme o **heuristické** řešení, které bude určitě lepší než nejhorší, v lepším případě lepší než průměrné a v nejlepším případě o **málo horší než optimální**

Speciální případ – rozvrh pro jedno pracoviště

Mějme množinu úloh a jediné pracoviště, pro každou úlohu máme termín plnění a celkový čas. Úkolem je seřadit tyto úlohy tak, aby průměr součtu všech zpoždění byl nejmenší. Předstih neuvažujeme. Alternativně můžeme za kritérium kvality uvažovat průměr součtu kvadrátů zpoždění. Tím vyloučíme případy s extrémním zpožděním.

Jedno je jasné: Pokud leží všechny požadované termíny plnění až za součtem všech celkových časů, tak na pořadí nezáleží (bereme jen skluzy).

Jinak můžeme použít následující strategie:

- FCFS (first come, first served) - požadavky vyřídíme v pořadí, jak přišly,
- DDS (customer due date) - vyřizujeme vždy požadavek, který má nejdříve požadovaný termín splnění,
- SPT (shortest process time) - vybíráme požadavku seřazené vzestupně pole celkového času,
- LPT (longest process time) - vybíráme požadavku seřazené sestupně pole celkového času,
- CR (critical ratio) - minimální poměr zbývajících dní k celkovému času operace,
- Silové řešení (prozkoumání) všech permutací požadavků (je jich bohužel $n!$),
- Náhodný výběr – pro velký počet požadavků vybereme relativně dost náhodných permutací a z nich vybereme nejlepší.

Každá strategie má své výhody na nevýhody. Kromě silového řešení v případě velkého množství úloh můžeme vždy určit více strategií a vybrat nejlepší.

Speciální případ – rozvrh pro dvě pracoviště na výrobní lince

Pro dvě pracoviště existuje algoritmus (**Johnsonovo** pravidlo), který rozvrhne úlohy tak, že nedojde k prostojům. Tento algoritmus předpokládá určitou množinu úkolů, které se v průběhu řešení nemění.

Předpoklady

1. Doba úkolu musí být známa a konstantní pro každou práci na každém pracovišti.
2. Doby úkolu musí být nezávislé na posloupnosti úloh na pracovišti.
3. Všechny úkoly musí následovat ve stejné dvoukrokové pracovní posloupnosti (pracoviště 1, potom pracoviště 2).
4. Nemohou být použity priority operací.

Určení optimální posloupnosti zahrnuje tyto kroky:

1. Sepište úlohy a jejich časy pro každé pracoviště.
2. Vyberte úlohu s nejkratším časem. Je-li nejkratší čas na prvním pracovišti, rozvrhněte tuto úlohu jako první na první pracoviště, pokud se jedná o úlohu na druhém pracovišti, rozvrhněte ji jako poslední. V případě více možností rozhodněte náhodně.
3. Vylučte tuto úlohu a její časy z dalších úvah.
4. Opakujte kroky 2 a 3, dokud nebudou všechny úlohy rozvrženy.

5.5 Rozvrh pro jedno pracoviště

Uvidíme, že ani pro jedno pracoviště není rozvrh tak jednoduchý.

Cíle:

Po vyřešení úlohy uvidíte, jak mají různé strategie vliv na kvalitu rozvrhu pro jedno pracoviště.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Zadání:

Mějme následující úlohy a termíny (seřazené podle příchodu):

Úloha	Celkový čas (dny)	Termín (dny)
A	5	7
B	4	6
C	2	5
D	2	6
E	1	3

Určete průměrné zpoždění a průměrné kvadratické zpoždění.

Tipy pro řešení:

Napište si program v Excelu na řešení úlohy a zkuste různé strategie. Pokud máte dost trpělivosti, pokuste se o silové řešení (je jich 120).

Návrh řešení:

Výsledky řešení jednoho pracoviště

Výsledek z Excelu je na následujících dvou obrázcích.

Strategie FCFS:

Úloha	Celk. čas (dny)	Termín (dny)	CR	Dokončení	Zpoždění	Kv.zpož.
				0		
A	5	7	1,4	5	0	0
B	4	6	1,5	9	3	9
C	2	5	2,5	11	6	36
D	2	6	3	13	7	49
E	1	3	3	14	11	121
Celkem	14				27	215
Průměr					5,4	6,56

Strategie DDS (volíme B před D):

Úloha	Celk. čas (dny)	Termín (dny)	CR	Dokončení	Zpoždění	Kv.zpož.
				0		
E	1	3	3	1	0	0
C	2	5	2,5	3	0	0
B	4	6	1,5	7	1	1
D	2	6	3	9	3	9
A	5	7	1,4	14	7	49
Celkem	14				11	59
Průměr					2,2	3,44

Strategie DDS (volíme D před B):

Úloha	Celk. čas (dny)	Termín (dny)	CR	Dokončení	Zpoždění	Kv.zpož.
				0		
E	1	3	3	1	0	0
C	2	5	2,5	3	0	0
D	2	6	3	5	0	0
B	4	6	1,5	9	3	9
A	5	7	1,4	14	7	49
Celkem	14				10	58
Průměr					2	3,41

Obrázek 5.5-1 Rozvrh pro 1 pracoviště 1

Strategie SPT:

Úloha	Celk. čas (dny)	Termín (dny)	CR	Dokončení	Zpoždění	Kv.zpož.
				0		
E	1	3	3	1	0	0
C	2	5	2,5	3	0	0
D	2	6	3	5	0	0
B	4	6	1,5	9	3	9
A	5	7	1,4	14	7	49
Celkem	14				10	58
Průměr					2	3,41

Strategie LPT:

Úloha	Celk. čas (dny)	Termín (dny)	CR	Dokončení	Zpoždění	Kv.zpož.
				0		
A	5	7	1,4	5	0	0
B	4	6	1,5	9	3	9
D	2	6	3	11	5	25
C	2	5	2,5	13	8	64
E	1	3	3	14	11	121
Celkem	14				27	219
Průměr					5,4	6,62

Strategie CR:

Úloha	Celk. čas (dny)	Termín (dny)	CR	Dokončení	Zpoždění	Kv.zpož.
				0		
A	5	7	1,4	5	0	0
B	4	6	1,5	9	3	9
C	2	5	2,5	11	6	36
D	2	6	3	13	7	49
E	1	3	3	14	11	121
Celkem	14				27	215
Průměr					5,4	6,56

Obrázek 5.5-2 Rozvrh pro 1 pracoviště 2

Program v Excelu si lze stáhnout:

[Rozvrh pro 1 prac](#)

Silové řešení (do 10 požadavků) si lze stáhnout:

[Silové řešení 1 prac](#)

S programem lze pracovat bez překladače Delphi tak, že po rozarchivování opravíme soubor parametrů *rozv1prac.txt* a spustíme *rozv1prac.exe*. Výsledky se objeví v souboru *rozv1prac.prn*.

Příklad výsledků silového řešení, kdy minimum podle lineárního a kvadratického kritéria se liší (zkrácený):

Zadany vektor[5]:ABCDE

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
A	14	7	0.500	14	7	49
B	4	6	1.500	18	12	144
C	10	18	1.800	28	10	100
D	8	6	0.750	36	30	900
E	1	5	5.000	37	32	1024

celkove zpozdeni: 18.200 kva. odchylka: 21.057

P[1]:ABCDE

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
A	14	7	0.500	14	7	49
B	4	6	1.500	18	12	144
C	10	18	1.800	28	10	100
D	8	6	0.750	36	30	900
E	1	5	5.000	37	32	1024

celkove zpozdeni: 18.200 kva. odchylka: 21.057

P[2]:ABCED

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
A	14	7	0.500	14	7	49
B	4	6	1.500	18	12	144
C	10	18	1.800	28	10	100
E	1	5	5.000	29	24	576
D	8	6	0.750	37	31	961

celkove zpozdeni: 16.800 kva. odchylka: 19.131

...

P[47]:BEDAC

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
B	4	6	1.500	4	0	0
E	1	5	5.000	5	0	0
D	8	6	0.750	13	7	49
A	14	7	0.500	27	20	400
C	10	18	1.800	37	19	361

celkove zpozdeni: 9.200 kva. odchylka: 12.728

P[48]:BEDCA

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
B	4	6	1.500	4	0	0
E	1	5	5.000	5	0	0
D	8	6	0.750	13	7	49
C	10	18	1.800	23	5	25
A	14	7	0.500	37	30	900

celkove zpozdeni: 8.400 kva. odchylka: 13.957

P[49]:CABDE

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
C	10	18	1.800	10	0	0
A	14	7	0.500	24	17	289
B	4	6	1.500	28	22	484
D	8	6	0.750	36	30	900
E	1	5	5.000	37	32	1024

celkove zpozdeni: 20.200 kva. odchylka: 23.225

...

P[120]:EDCBA

Uloha	Celk. cas	Termin	CR	Dokonceni	Zpozdeni	Kv.zpoz.
E	1	5	5.000	1	0	0
D	8	6	0.750	9	3	9
C	10	18	1.800	19	1	1
B	4	6	1.500	23	17	289
A	14	7	0.500	37	30	900

celkove zpozdeni: 10.200 kva. odchylka: 15.485

Min. zpozdeni: 8.400 pro 48.permutaci

Min. kv.zpozdeni: 12.728 pro 47.permutaci

5.6 Aplikace Johnsonova pravidla

Zkuste si nyní procvičit Johnsonovo pravidlo. Uvidíte, že vede k dobrým rozvrhům.

Cíle:

Po provedení tohoto úkolu budete schopni vytvářet denní rozvrhy z mnoha výrobních příkazů o dvou operacích na dvou vždy stejně navazujících pracovištích.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Zadání:

Seřadte optimálně následujících 6 výrobních příkazů (úloh) s požadavky na kapacity pracovišť.

Úloha	Prac1 (hod)	Prac2 (hod)
A	5	5
B	4	3
C	8	9
D	2	7
E	6	8
F	12	15

Tipy pro řešení:

Použijte Johnsonovo pravidlo.

Návrh řešení:

FIFO

Zkusíme nejdříve FIFO řešení ABCDEF:

```
Prac1 AAAAABBBBCCCCCCCCDEEEEEEEFFFFFFF
Prac2   AAAAABBB   CCCCCCDDDDDDDEEEEEEEFFFFFFF
012345678901234567890123456789012345678901234567
000000000001111111122222222222333333333334444444444455555555
```

Diskuse: Můžeme posunout začátek práce 2. pracoviště, abychom vyloučili prostoj, celkový konec práce je v 56. hodině.

LIFO

Zkusíme nejdříve LIFO řešení FEDCBA:

```
Prac1 FFFFFFFFEEEEEEEDDCCCCCBBBBAAAA
Prac2           FFFFFFFFEEEEEEEDDDDDCCCCCBBBBAAAA
0123456789012345678901234567890123456789012345678
000000000001111111122222222222333333333334444444444455555555
```

Diskuse: Rozvrh je bez prostojů, na začátku je dlouho nevyužit o pracoviště 1, celkový konec práce je v 59. hodině.

Johnson

- a) Vybereme úlohu s nejkratším výrobním časem. Jedná se o úlohu D s časem 2 hodiny.
b) Protože se jedná o čas na prvním pracovišti, rozvrhneme nejprve úlohu D. Vyloučíme D z dalších úvah.
c) Úloha B má nyní nejkratší čas. Protože se jedná o čas na druhém pracovišti, rozvrhneme ji nakonec a vyloučíme B z dalších úvah.

Nalezená posloupnost je nyní: D - - - B

d) Zbývající úlohy a jejich časy jsou nyní:

Úloha	Prac1 (hod)	Prac2 (hod)
A	5	5
C	8	9
E	6	8
F	12	15

Všimněme si nyní nerozhodného stavu v nejkratších časech: úloha A má tentýž čas na pracovišti 1 i 2. Je jedno, zda A umístíme na volné místo od začátku nebo od konce posloupnosti. Rozhodněme náhodně, že nakonec.

e) Nyní máme: D - - - A B

Úloha	Prac1 (hod)	Prac2 (hod)
C	8	9
E	6	8
F	12	15

Nejkratší čas je na 6 pro úlohu E na pracovišti 1. Zařadíme ji od začátku.

Nyní máme: D E - - A B

Úloha	Prac1 (hod)	Prac2 (hod)
C	8	9
F	12	15

f) C má nejkratší čas ze zbývajících dvou úloh (8 hodin na pracovišti 1). Zařadíme ji od začátku a zbývající úlohu za ni na poslední volné místo.

Nyní máme konečnou posloupnost úloh: D E C F A B

g) Výsledek zobrazíme do časového diagramu:

```
Prac1 DDEEEEEEECCCCCCCCFF FFFFFFFF FFAAAAABBBB
Prac2  DDDDDDEEEEEEECCCCCCCC FFFFFFFF FFAAAAABBB
012345678901234567890123456789012345678901234567
00000000000111111112222222222233333333333444444444455555555
```

Vidíme, že na pracovišti 2 je prostoj ve 26 a 27 hodině. Na pracovišti 2 proto můžeme začít práci na D o 2

1	0.99900
2	0.99800
3	0.99700
4	0.99601
5	0.99501
6	0.99401
7	0.99302
8	0.99203
9	0.99104
10	0.99004
20	0.98019
30	0.97043
40	0.96077
50	0.95121
60	0.94174
70	0.93236
80	0.92308
90	0.91389
100	0.90479
200	0.81865
300	0.74071
400	0.67019
500	0.60638
600	0.54865
700	0.49641
800	0.44915
900	0.40639
1000	0.36770
2000	0.13520
3000	0.04971
4000	0.01828
5000	0.00672
6000	0.00247
7000	0.00091
8000	0.00033
9000	0.00012
10000	0.00005

Obrázek 5.6-1 Šance na úspěch

Při tisíci pokusech je šance na chybné řešení ještě 36%, pro desetitisíci pokusech máme velkou naději na úspěch.

5.7 Algoritmus dávkového dynamického rozvrhu

Jak to může vevnitř fungovat?

Cíle:

V tomto článku se naučíte, jak probíhá vlastní podrobné rozvržení na konkrétní pracoviště.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Algoritmus dávkového dynamického rozvrhu

Fáze 1.: Nastavení parametrů

Interaktivně se nastaví tyto parametry:

- **dosah rozvrhu** (například 5 směn),
- **dosah kontroly kapacit** (minimálně dosah rozvrhu),
- minimální **přechodový** čas (rezerva pro potenciálně aktivní operaci),
- standardní čas pro **přípravu nářadí**.

Nastaví se standardně **kapacitní kalendář** pro každé pracoviště v rámci dosahu kontroly pracovišť.

Provede se automatická **statická kontrola** kapacit srovnáním součtu výrobních časů naplánovaných a zpožděných operací. Na základě této kontroly se eventuálně interaktivně **upraví kapacitní kalendář pracovišť**, přidají se přesčasy nebo se naplánují prostoje a preventivní opravy.

Fáze 2.: Zjištění stavu rozpracovanosti

Stávající fronty před pracovišti se rozpustí až na právě probíhající operace.

Je třeba zjistit, kdy budou **dokončeny** právě **probíhající** operace:

- pokud lze určit exaktně **okamžik zahájení operace** (např. DNC), pak se podle kapacitního kalendáře a výrobního času operace určí pravděpodobný konec;
- pokud nelze stanovit okamžik zahájení operace a lze stanovit **konec předchozí operace** ve frontě, pak je tento konec začátkem právě probíhající operace;
- pokud neexistuje předchozí splněná operace, pak se předpokládá, že začátek právě probíhající operace je okamžik dokončení předchozího běhu rozvrhu.

Fáze 3.: Rozvrhování

Vyberou se **aktuální** operace se **zajištěným materiálem** do množiny potenciálně aktuálních operací.

Iterativně se provádí následující činnosti:

- určí se pracoviště, kde bude **nejdříve dokončena stávající operace** (pokud žádná operace neprobíhá, pak je to libovolné pracoviště);
- z potenciálně aktuálních operací se podle kritéria výběru vybere **vhodná** operace (navíc musí mít buď zajištěno nářadí, nebo již rozvrhuje za horizontem možnosti zajištění);
- stanoví se **plánovaný začátek a konec operace** a operace následující v postupu se přiřadí do množiny potenciálně aktuálních operací s termínem nejdříve možného začátku.

Rozvrhování končí, pokud nalezené pracoviště, kde bude nejdříve dokončena stávající operace, má naplánované toto dokončení za horizontem rozvrhování, nebo vyčerpáním všech vhodných operací.

Kritickým místem je **výběr vhodné operace**. V dalším článku si ukážeme, že existuje řada faktorů, která má vliv na výběr vhodné operace a volba vah těchto faktorů je víceméně intuitivní, závisí na typu výroby, zkušenosti managementu a štěstí. Přitom důsledkem této volby je **kvalita** rozvrhu.

Fáze 4: Tvorba tiskových sestav

V této fázi mohou být tištěny fronty operací na jednotlivá pracoviště, požadavky na přípravu materiálu a nástrojů.

5.8 Požadavky a vlivy na denní rozvrh

Co má vliv na kvalitu výsledků a realnost jejich plnění?

Cíle:

Cílem článku je analýza požadavků, stanovení kritérií rozvrhu a posouzení vlivů na rozvrh.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Požadavky a vlivy na denní rozvrh

Kritéria kvality rozvrhu

1. Základním kritériem je **minimalizace zpoždění termínů** nejpozději nutného dokončení výrobní **dávky**.
2. Dalším kritériem je minimalizace **zpoždění termínů jednotlivých operací**. Pokud je toto kritérium splněno, pak je s velkou pravděpodobností splněno i kritérium 1. Obrácené to ovšem neplatí. Nesplnění kritéria 2 může způsobit kapacitní problémy, neboť se předpokládá, že vstupní operativní plán je kapacitně co nejlépe vyvážen.
3. Konečně je snahou **maximálně využít daných kapacit pracovišť**. Tím se vytváří prostor pro budoucí výrobní požadavky. Je třeba si uvědomit, že jemný rozvrh je otevřený, stále přicházejí další požadavky.
4. Často je za kritérium brán termín dokončení poslední rozvrhované operace (makespan).

Vliv statického výpočtu kapacit

Je očividné, že pokud **není** operativní plán **kapacitně vyvážen**, žádná změna pořadí v plnění operací toto nevyvážení **nenapraví**.

Pokud je pracoviště **nedostatečně zatíženo**, pak se minimalizují fronty před pracovištěm a nutně vznikají **prostoje**.

Pokud je naopak pracoviště staticky **kapacitně přetíženo**, fronty rostou a vznikají **skluzy**.

Vliv zaměnitelných pracovišť

Na hrubších úrovních rozvrhování nejsou uvažovány **konkrétní stroje**, ale skupiny **zaměnitelných pracovišť**. Ukazuje se, že v praxi nejsou vždy pracoviště zcela zaměnitelná a katalogové rozřídění pracovišť, používané při tvorbě technologických postupů, není zcela vhodné pro přesný dynamický rozvrh.

Jednotlivá pracoviště se mohou lišit:

- speciálním vybavením (opěry, měřidla),
- opotřebením,
- kvalifikací obsluhy.

Ukazuje se proto, že pro přesnější určení je třeba v postupu zadávat i číslo podskupiny pracovišť (pokud lze operaci provádět na libovolném pracovišti podskupiny), eventuálně číslo konkrétního stroje (pokud lze operaci provádět jen na konkrétním stroji). To ovšem v praxi velmi často nejde zajistit. Důvodem může být i to, že se tyto parametry v čase mění, že mistr ve výrobě zná okamžitou situaci lépe než technolog v TPV. Lze uvažovat, že při přijetí nových operací z operativního plánu do denního rozvrhování a řízení výroby provede dílenský management upřesnění pracovišť.

Vliv výrobních pomůcek

Uvažujeme tři skupiny výrobních pomůcek:

a) **Komunální nářadí s krátkou dobou přípravy pro operaci a s dostatečným množstvím nářadí na skladu**

Tuto skupinu nepotřebujeme uvažovat při sestavení jemných rozvrhů.

b) **Nářadí s omezeným množstvím**

Pro tuto skupinu lze rozvrhnout jen ty operace, které již mají nářadí připravené, fakt přípravy nářadí zvyšuje statickou prioritu operace, požadavek na přípravu takového nářadí může vzniknout např. při zahájení předchozí operace.

c) **Výrobní pomůcky s dlouhou dobou přípravy** (např. seřízené revolverové hlavy, montované přípravky).

Fakt připravenosti nářadí zvyšuje statickou prioritu operace, příprava může být upozorněna výpisem z operativního plánu, urgována předchozí operací.

Vliv dispečera a mistra ve výrobě

Řada skutečností není podchycena v databázi o výrobě. **Úloha lidského činitele je nezastupitelná.** Úloha lidského činitele se snižuje se zvyšujícím podílem automatických CNC strojů, automatické dopravy a kvalitních podnikových informačních systémů naplněných předem věrohodnými daty. Přesto je třeba operativně reagovat na požadavky montáže, řešit urychlený průběh náhrad za zmetky, řešit upřesnění pracoviště podle stavu stroje a kvalifikace obsluhy. K tomu jsou následující možnosti:

- úprava **statické priority** výrobní dávky nebo operace.
- **upřesnění** nebo změna předepsané **skupiny** nebo podskupiny pracovišť,
- **vložení** operace do postupu,
- **rozdělení** výrobní dávky na několik menších,
- označení, že dávka se má po dokončení předchozí operace **zařadit automaticky** podle priority do fronty na následující pracoviště, do čela této fronty nebo na konec této fronty bez čekání na spuštění dávkového rozvrhu,
- **urychlení převozu** transportní dávky nebo výrobních pomůcek,
- **vyřazení** operace z dávkově rozvržené fronty.

Fronty na konkrétní pracoviště nebo skupiny?

Pracoviště je v technologickém postupu obvykle zadáváno na **rozlišení na skupinu** zaměnitelných pracovišť, případně s upřesněním již v TPV nebo později ve výrobě na podskupinu nebo konkrétní stroj.

Fronta na **konkrétní stroj** umožňuje přesnější odhad zahájení a dokončení každé operace, ale při eventuální **poruše nebo skluzu** je vznikají větší obtíže než, když existuje jediná fronta na skupinu, a řídicí systém, resp. mistr, v okamžiku uvolnění pracoviště si vybírají z fronty první operaci, která tomuto konkrétnímu pracovišti vyhovuje.

Rozhodovací kritérium pro výběr operací

Při výběru z několika operací lze uvažovat tyto činitele:

- termín, kdy byla operace připravena pro rozvrh (first come, first served - FCFS),
- **nejkratší** operační čas (shortest processing time - SPT),
- termín nejpozději nutného **dokončené dávky** (earliest due date - EDD),

- statická **priorita** dávky (rush),
- třída **odpadu** rozvrhované dávky a předchozí dávky rozvržené na pracovišti,
- **termín operace**,
- **doba operace** (přípravný čas + počet kusů * kusový čas),
- součet **dob zbývajících operací**,
- **počet zbývajících** operací,
- zbývajících **celkový čas**,
- celková doba od **zahájení 1. operace** (včetně čekání),
- statická **priorita** operace,
- příznak **připraveného a seřazeného nářadí**,
- okamžité **statické kapacitní využití pracoviště**,
- zadání pracoviště jako **skupiny, podskupiny** nebo jako **konkrétního** pracoviště,
- zda následující operace v postupu (bezprostřední nebo i další) není **kritickým místem** ve smyslu teorie omezení.

Je zřejmé, že každý z těchto činitelů má různou váhu a různý vliv na složitost algoritmu a datového modelu.

Předmětem výzkumu je posoudit vliv těchto činitelů na **kritérium kvality rozvrhu**, případně nalezení vzorce s doporučenými a interaktivně nastavitelnými koeficienty.

5.9 Hypotézy denního rozvrhování

Co budeme zkoumat?

Cíle:

V tomto článku si ukážeme určité hypotézy, za jakých podmínek nasazovat a optimalizovat automatické denní rozvrhování.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Proč, kdy, za jakých podmínek?

Podnikové informační systémy však podporují především hrubé plány na zaměnitelná pracoviště s přesností na dny, kdy ani není přesně zadán konkrétní stroj, ani není stanoveno přesné pořadí operací.

Při bližším zkoumání dojdeme k těmto hypotézám:

- Ve většině případů **stačí** takové rozvrhy i pro dílenské řízení.
- Současné rozvrhy vycházejí z toho, že **kvalita dílenského managementu** je vysoká, a naopak nelze zadávat výrobní data při zpracování TPV v takové přesnosti, která je potřebná pro automatizované rozvrhování na úrovni dílny.
- Pro **velké množství strojů a rozvrhovaných operací příliš nezáleží na pořadí** rozvrhovaných operací, stačí se řídit termíny operací vypočtených v podnikových informačních systémech.
- Problémy mohou vzniknout, pokud se jedná o **menší množství operací s delší dobou zpracování**, s úplnou nebo částečnou zaměnitelností strojů.

5.10 Ověřovací program

Pokusme se ověřit, že reálný rozvrh zpětně transformovaný do zadání vede ke slušným výsledkům.

Cíle:

Cílem článku je ověřit hypotézu, že lze nalézt rozvrh blízký k optimálnímu.

Klíčová slova:

Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Důvod pro tvorbu ověřovacího programu

Pro **ověření poslední hypotézy** byl vyvinut program, který na základě různých kritérií provádí rozvrhy pro cca 10 dílů, 40 operací, 6 různých pracovišť a 10 konkrétních strojů (jedno pracoviště může mít několik zaměnitelných strojů). Operace jsou předepsány na pracoviště, stroje v rámci pracoviště jsou vzájemně plně obousměrně zaměnitelná. Pořadí operací v rámci dílu je závazné. Každý stroj má svůj kapacitní kalendář (jedno nebo dvousměrný provoz, přesčasy, posunutou směnu).

Prvním krokem bylo stanovení dílů, strojů a operací. Ukázalo se, že stanovení konkrétních vyráběných součástí a postupů jejich výroby pro účely testů rozvrhů je příliš složité a při testování nepřehledné. To vedlo k myšlence postupovat při zadání dat pro rozvrh **reversním** způsobem. Byl ručně vytvořen denní rozvrh využívající kapacity pracovišť, z tohoto rozvrhu bylo vytvořeno zpětně zadání pro rozvrhovací algoritmus. Je tedy jistota, existuje řešení, testuje se, zda lze toto řešení, případně nějaké lepší, pomocí testovaného rozvrhovacího algoritmu lze najít.

Tímto způsobem jsou požadavky na kapacity nižší než disponibilní kapacity, což je předpokladem minimalizace skluzů.

Algoritmus

Vlastní algoritmus spočívá v následujících krocích:

- V simulovaném čase se nalezne stroj, který bude nejdříve volný.
- Z množiny aktuálních operací se vybere **vhodná** operace a rozvrhne se na toto pracoviště.
- Zjistí se čas, kdy rozvržená operace skončí, to je nový okamžik uvolnění tohoto stroje, současně se v okamžiku dokončení rozvržené operace stává následující operace v postupu aktuální.
- Tento postup se opakuje v simulovaném čase tak dlouho, dokud všechny operace nejsou rozvrženy.

Vhodná operace

Otázkou je, co znamená pojem **vhodná** operace. Jsou testována následující kritéria:

- operace s **minimálním termínem** z nadřazeného rozvrhu (např. MRP),
- **nejkratší** operace,
- **nejdelší** operace,
- **náhodná** operace.

Prvé tři strategie vedou k deterministickému rozvrhu, poslední je heuristická. Pro heuristickou variantu byly provedeny série pokusů (1 pokus, 1000, 10 000, 50 000 pokusů). To je samozřejmě časově náročné.

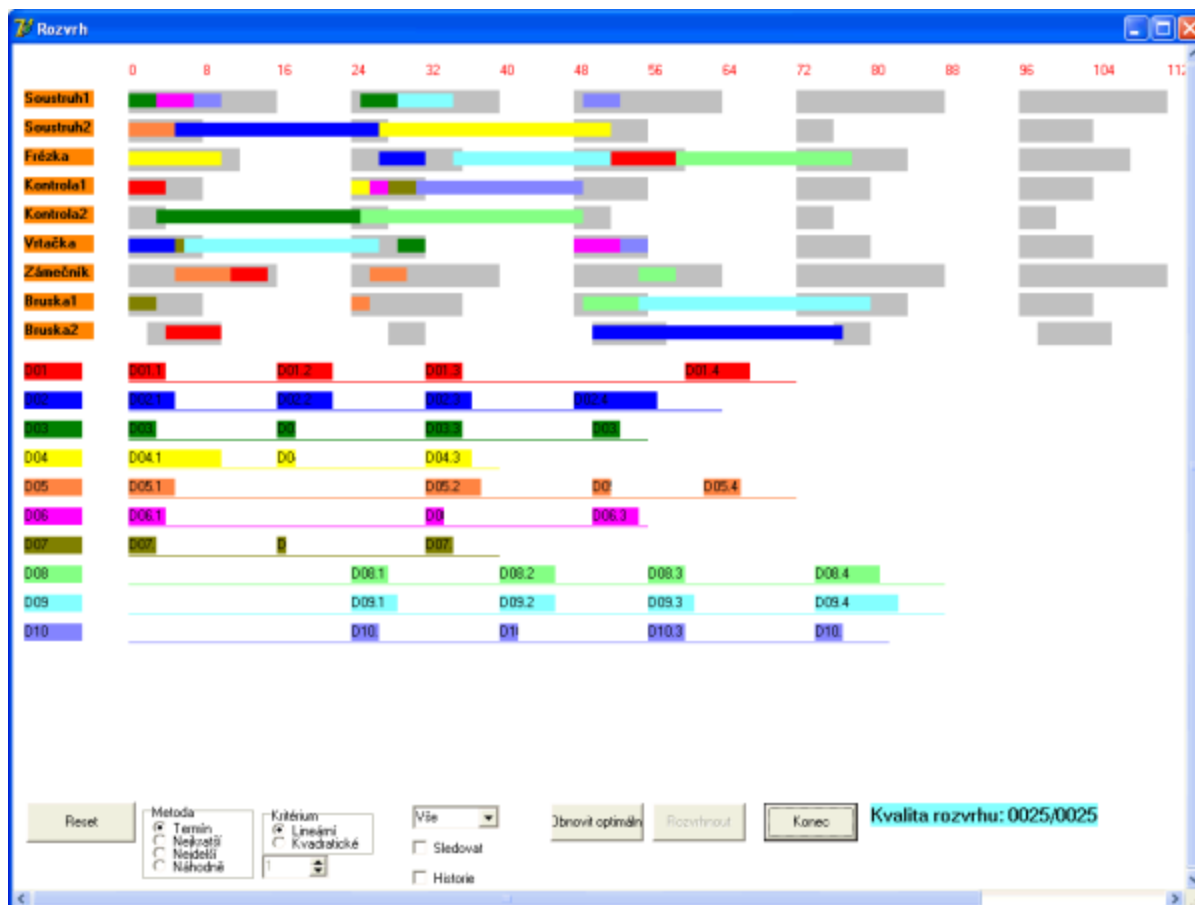
Jako **kritérium** pro kvalitu rozvrhu byla zvolena **odmocnina součtu kvadrátů odchylek** rozvržených dokončení dílů od zadaných termínů dokončení. Tím se zohledňuje, aby se dodržoval rozvrh z nadřazeného systému.

Vlastní rozvrhovací program byl vyvinut v systému Delphi a umožňuje:

- nastavit kritérium výběru operací,
- volit možnost sledovat postup činnosti programu po jednotlivých krocích rozvrhování (značně zpomaluje program),
- volit zapisovat činnost programu do souboru pro pozdější analýzu (zpomaluje program).

Na obr 5.10-1 vidíme grafické rozhraní rozvrhovacího programu.

Vodorovná osa představuje čas. V dolní části rozhraní je vidět 10 plánovaných dílů, každý je označen vlastní barvou. V horní části jsou jednotlivé stroje, šedivé obdélníky představují kapacitní možnosti těchto strojů, barevně je znázorněno rozvržení dílů na konkrétní stroje.



Obrázek 5.10-1 Grafické rozhraní rozvrhovacího programu

5.11 Výsledky experimentů

Na ověřovacích datech to funguje, ale je to tak i v praxi?

V tomto článku hodnotíme experimenty a připravujeme se na novou fázi výzkumu.

Cíle:

Cílem článku je vyhodnotit experimenty s ověřovacím programem pro denní rozvrhování.

Klíčová slova:

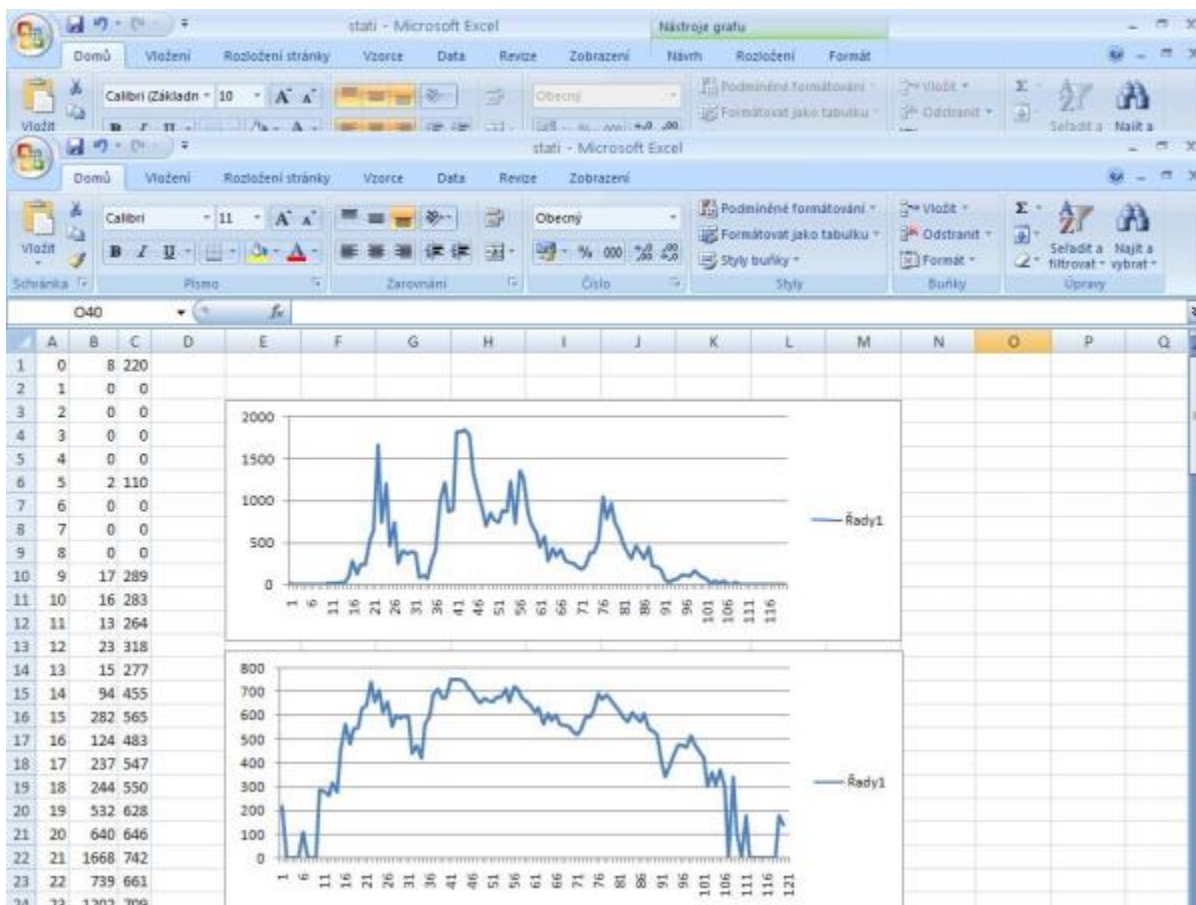
Denní plánování; Krátkodobé plánování;

Výsledky

Jaké závěry lze provést z experimentů:

Kritérium výběru podle nejkratší (29) nebo nejdelší (42) operace dává podle očekávání horší než podle termínu (17).

Pro 50 000 pokusů je kritérium v rozmezí 0–121, přičemž nula je dosažena v 8 případech, hodnota menší než 15 v 94 případech. Četnosti dosažení kritéria jsou na obr. 1. (sloupec A hodnoty kritéria, sloupec B četnosti a sloupec C logaritmus četnosti ($100 \cdot \ln(\text{četnost})$)).



Obrázek 5.11-1 Výsledky rozvrhování

I pro 1000 pokusů byly výsledky výrazně lepší než v deterministických kritériích. Současně je z výsledků vidět, že jeden náhodný výběr má velkou pravděpodobnost velmi špatného rozvrhu.

Závěr

Přestože první pokusy o úspěšný dynamický rozvrh byly prováděny již v sedmdesátých letech minulého století, teprve moderní podnikové informační systémy zaváděné masově v podnicích v posledních deseti letech spolu s moderními programovacími technologiemi vytváří předpoklady pro úspěšný vývoj nástroje pro provozní management výroby. Předmětem dalšího výzkumu by mělo být nalezení kritériální funkce zahrnující vliv podstatných činitelů, modifikace a ověření rozvrhovacího algoritmu za účelem minimalizace zpoždění proti plánovaným termínům dokončení.

Podářilo se vyvinout nástroj tvorby denních rozvrhů pro experimentální účely. Tento nástroj umožňuje, jak sledovat a analyzovat činnost rozvrhu pro vývojové a výukové účely, tak provádět experimenty s různými datovými vzorky.

Dosavadní výsledky podporují hypotézu, že pro menší množství operací ve vztahu k počtu strojů je optimalizace rozvrhu nutná.

Experimentálně bylo prokázáno, že existuje lepší řešení rozvrhu než výběr operací podle termínu. Toto řešení lze nalézt heuristicky.

6 Zjednodušené datové struktury pro plánování a řízení výroby

Jednou věc je hovořit obecně o způsobech plánování a jinou věcí je datový popis výrobku a stanovení zjednodušených algoritmů pro plánování.

Cíle:

Cílem této kapitoly je ukázat zjednodušeným způsobem, jakými daty lze popsat výrobek, jeho vyrábění i nakupované díly tak, aby bylo možné výrobu plánovat v čase, množství a požadavcích na kapacity pracovišť. Dále je ukázáno, jak stanovit náklady na výrobu z výrobního postupu a kusovníku.

6.1 Vybrané datové struktury v průmyslovém inženýrství

Předmětem výroby je výrobek, jeho části a díly.

- Jak výrobek popsat?
- Jak popsat jeho výrobu?
- Jak jej naplánovat?
- Jak zjistit dopředu, že výroby bude úspěšná?

Cíle:

Cílem článku je úvod do oblasti popisu výrobku, jeho výroby a plánování.

Klíčová slova:

Položky; Vyráběné položky; Nakupované položky; Kusovníkové vazby; Operace; Pracoviště; Zakázka;

Výrobek, položka, kusovník, postup

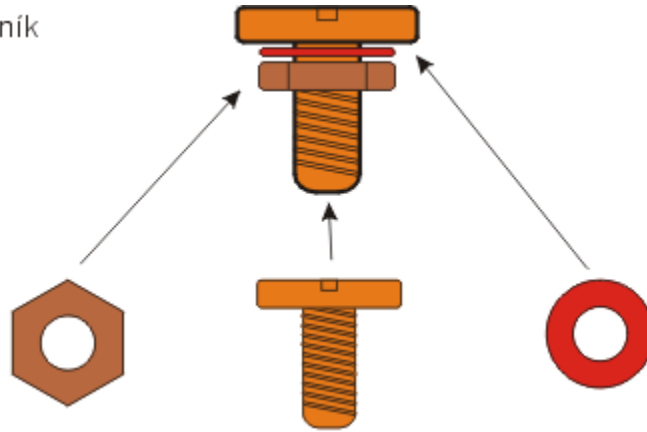
Pro popis výrobku, jeho rozplánování a sledování ve výrobě potřebujeme data, která vznikají při zpracování technické přípravy výroby v konstrukci a technologii.

V tomto kursu jsou probrána jen nejzákladnější data a funkce, které jsou potřebné při zajištění IS/IT podniku strojírenského typu. Jen pro představu, počet řádek demonstračního programu (cca 1 000) pro funkce kusovníku a postupu představuje zlomek promile průměrného skutečného programu pro řízení výroby (cca 4 000 000).

Základními datovými strukturami a operacemi s těmito strukturami ve strojírenství jsou:

- **položky** (nakupované díly a materiál, vyráběné díly, montážní podskupiny, skupiny, výrobky),
- **kusovník**, jeho položky a vazby,
- **technologický postup, operace, pracoviště**,
- tisky **rozpadu** kusovníku, jeho **termínování** a **určení množství**,
- **termínování** technologického postupu,
- výpočet **nákladové ceny** výrobku,
- **zakázka, pozice zakázky**,
- **plánování zakázky** v čase a množství.

Kusovník



Technologický postup

41211 Díl XXX
1. Řezat
2. Soustružit
3. Frézovat
4. Kalit
5. Brousit

Obrázek 6.1-1: Vybrané struktury – kusovník a postup

6.2 Vyráběné a nakupované položky

Základem výrobku jsou jeho položky – výrobek sám, montážní skupiny, podskupiny, díly, polotovary a materiál.

Cíle:

Cílem článku je datový popis vyráběných a nakupovaných položek.

Klíčová slova:

Nakupované položky; Vyráběné položky;

Položky

Položkami (item, Artikel) se rozumí nakupované díly a skupiny, nakupovaný materiál a suroviny, vyráběné díly, montážní podskupiny, skupiny, výrobky.

Každá vyráběná položka má svůj kusovník, který představuje seznam položek nejbližší nižší úrovně, které jsou potřebné pro jeho výrobu. Pro vyráběný díl je to buď materiál (např. ocelová tyč nebo plech) nebo nakupovaný polotovary (např. odlitek nebo výkovek). Montážní skupina má přiřazen seznam např. vyráběných dílů, jednodušších montážních skupin, spojovací díly, barvu.

Datová pole položky

Protože by mohlo v této kapitole docházet k záměnám pojmů položka ve smyslu vyráběný a nakupovaný díl a položka ve smyslu datový prvek struktury záznam, budeme důsledně používat pojem datové pole místo datová položka. Pojem datové pole je navíc tradičně užívaným pojmem zpracování hromadných dat.

Minimální datová pole, která jsou potřebná pro výklad základních funkcí, jsou:

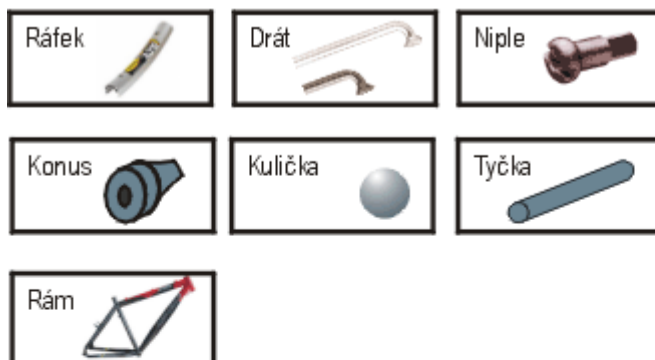
- **jméno položky** (zadávané) - jednoznačná identifikace, obvykle pořadové číslo ze seznamu nakupovaných položek a číslo výkresu pro vyráběnou položku.
- **požadované množství** (zadávané)
- **plánované množství** (vypočtené),
- **kalkulační množství** - (zadávané) množství, které se používá pro výpočet nákladů a průběžných dob v případě, že požadované a plánované množství nejsou ještě zadány ani vypočítány a je třeba odhadnout výrobní cenu a doby výroby,
- **průběžná doba** (obstarání nebo zhotovení – zadávaná pro nakupované položky a vyráběné položky, které zatím nemají technologický postup, nebo vypočtená, pokud jsou pro vyráběnou položku zadány operace),
- **celková průběžná doba** (vypočtená) - součet max. dob jednotlivých montážních stupňů,
- **kód dispoziční** (nebo také nízké – low level code) **úrovně** (vypočtený) - maximální montážní úroveň, kde se daná součást vyskytuje, tento pojem, který je podstatný pro algoritmizaci, bude podrobněji vysvětlen později,
- **cena položky** (pro nakupované zadaná, pro vyráběné zadaná nebo vypočtená, v závislosti na existenci výrobního postupu),
- **cena vypočtená z postupu** (vypočtená).

Dále by mezi vlastnosti položky patřily měrné jednotky (zásob, nákupu, prodeje, ceny), normy materiálu, třídící čísla, názvy a textové popisy položky, dodavatel, datum vytvoření a změny, jména referentů, množství na skladě a ve výrobě. Prakticky položka má přiřazeny desítky až stovky datových polí. Hlubší zájemce odkazujeme na podnikové informační systémy (SAP, BaaN, Helios, K2).

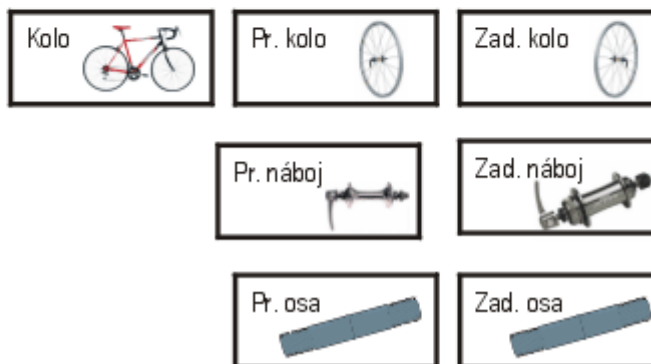
Položky lze dále rozdělovat na zakázkově neutrální, kdy položka dané identifikace nezávisí na zakázce, a zakázkově závislé. Dále jsou uvažovány jen zakázkově nezávislé položky, neboť využití zakázkově závislých zakázek přesahuje rozsah tohoto kurzu.

Na obrázku 6.2-1 jsou příklady vybraných nakupovaných a vyráběných položek pro montáž jízdního kola. Pro zjednodušení je například rám uváděn jako nakupovaná položka, i když se vyrábí z trubek.

NAKUPOVANÉ



VYRÁBĚNÉ



Obrázek 6.2-1 Položky jízdního kola

6.3 Kusovník

Kusovník udává strukturu výrobku. Je tvořen konstruktérem, případně v oblasti předpisu materiálu a polotovaru upravován technologem.

Cíle:

Cílem kapitoly je popis datové struktury kusovník.

Klíčová slova:

Nakupované položky; Dispoziční úroveň; Položky; Vyráběné položky; Kusovníkové vazby;

Definice kusovníku

Kusovník je vyjádřením struktury výrobku. Z hlediska zpracování dat je kusovník acyklickou orientovanou síťovou strukturou. Uzly tvoří nakupované díly a materiál, vyráběné díly, podskupiny a skupiny výrobku. Hrany jsou vazby mezi vyšší a nižší položkou s uvedením množství nižší položky, které je potřebné pro výrobu vyšší položky. Nakupované položky jsou uzly, kde končí orientovaná hrana a žádná hrana z nich nevychází. Konečné výrobky tvoří vrcholové položky kusovníku, což představuje uzly, odkud vychází orientované hrany a kam nevstupuje žádná hrana.

Hrany jsou vyjádřeny tzv. kusovníkovými vazbami.

Vazby kusovníku

Minimální datová pole, která jsou potřebná pro výklad základních funkcí, jsou:

- **jméno vyšší položky** (zadávané),
- **jméno nižší položky** (zadávané),
- **množství nižší položky pro jednotku vyšší položky** (zadávané) - pro vyráběnou položku je obvykle v kusech, jinak může být v závislosti na měrné jednotce nižší položky toto množství i desetinné.

Dále by bylo možné uvažovat např. číslo montážní operace, pro kterou bude nižší položka potřebná, čísla skladů pro výdej nižších položek a zaskladnění vyšší položky. Pro dělený materiál lze zadávat počty kusů, rozměry i hmotnosti. Lze zadávat i tzv. segmenty, kdy z jednoho kusu polotovaru vzniká několik dílů. Jedna nižší položka může být uvedena vícekrát, což umožňuje optimalizovat např. termíny výdeje do montáže v případě dlouhých dob montáže. Prakticky je počet datových polí pro jednu vazbu větší než deset.

Pozn.: V tradičním přístupu není předpis materiálu součástí kusovníku, ale je součástí hlavičky výrobního postupu. Tento přístup komplikuje plánování, a proto je v moderních podnikových informačních systémech opuštěn.

Rozpad kusovníku

Rozpad kusovníku představuje výčet položek, které jsou zapotřebí pro výrobu vyšší položky:

- **jednoúrovňový rozpad** obsahuje jen položky, které přímo vstupují do vyšší položky,
- **víceúrovňový rozpad** obsahuje položky, které vstupují přímo do vyšší položky, dále položky, které vstupují do nižších položek a rozpad těchto položek. až do nakupovaných položek,

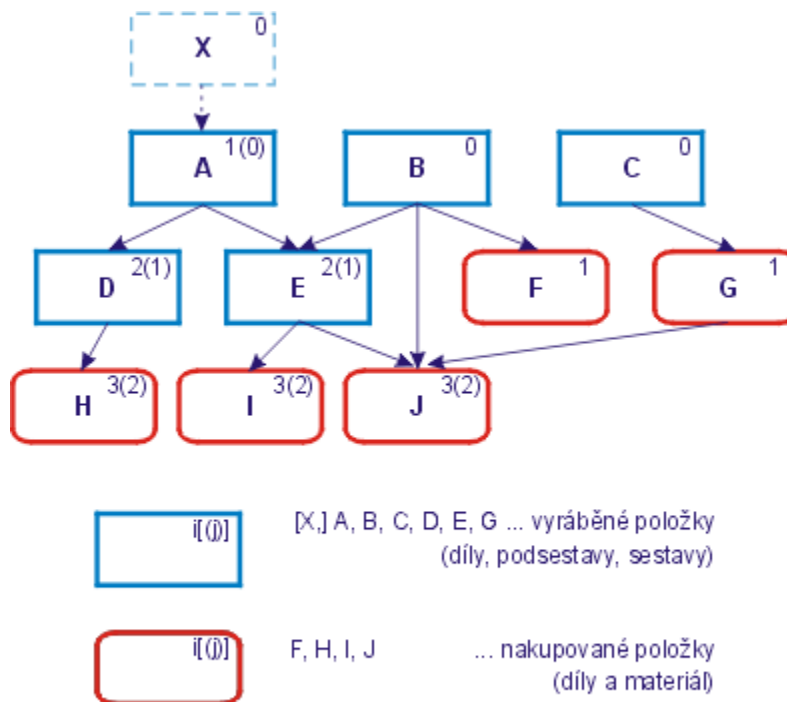
- **inversní rozpad** udává, kam lze součást nebo skupinu zamontovat, či co lze z materiálu vyrobit,
- **víceúrovňový inverzní rozpad** obsahuje položky, a vyšší úrovně podskupin, skupin a výrobků, kde je užita daná položka,
- **souhrnný kusovník** udává celkové množství jednotlivých položek (nejčastěji jen nakupovaných) bez ohledu na jejich pozici, které jsou zapotřebí pro výrobu zadané vyráběné (nejčastěji vrcholové položky).

Rozpad kusovníku není trvalou datovou strukturou, nýbrž výsledkem práce programu, který zpracovává kusovníkové vazby.

V rozpadu je provedeno vynásobení potřebných množství jednotlivých stupňů (množství na provedení).

Příklad kusovníku

Na obrázku 6.3-1 je vidět příklad kusovníkových struktur pro tři výrobky A, B a C. Nakupované položky jsou H, I, J a F. Šipky představují vazby.



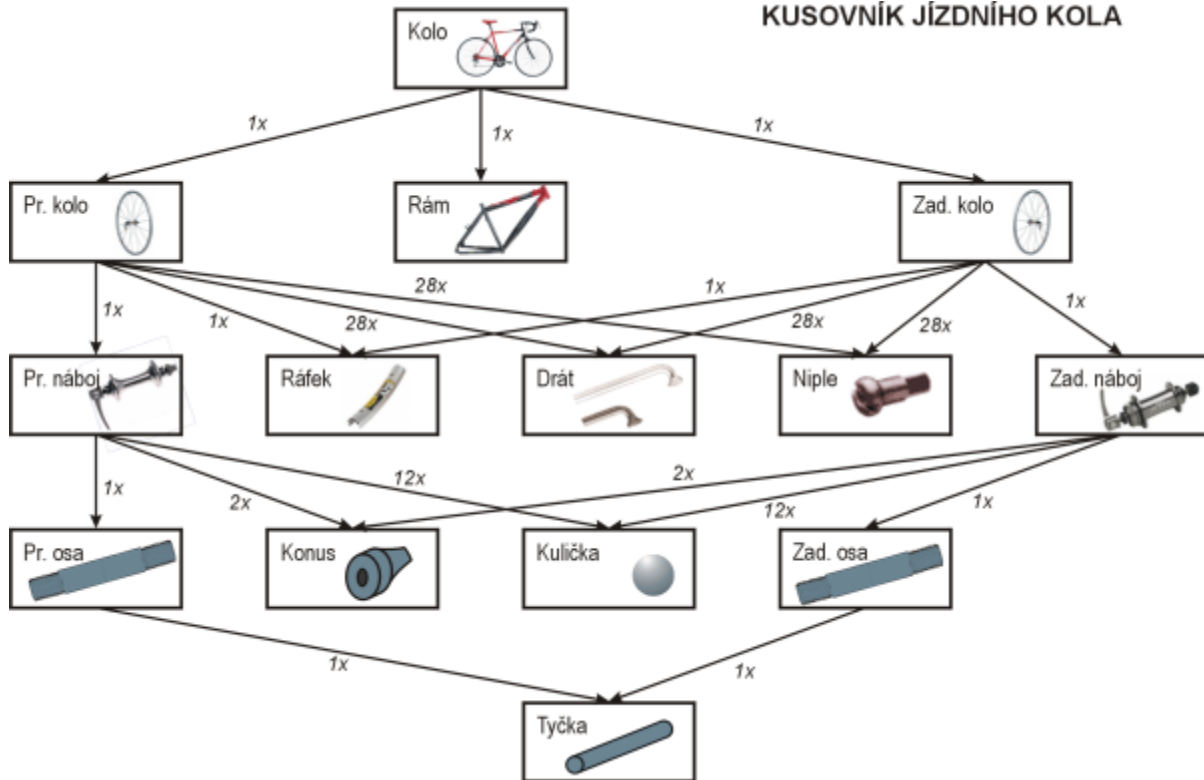
Obrázek 6.3-1 Kusovníková struktura

Na obrázku je dále vysvětlen pojem kódu dispoziční (nízké) úrovně. Pokud jsou, A, B a C vrcholové výrobky na nulté úrovni, pak D, E, F a G jsou položky na první úrovni a H, I, J jsou na druhé úrovni. Položka J vstupuje do 1 i 0 úrovně.

Kódy dispoziční (nízké) úrovně se změní např. zařazením výrobku A do nějakého vyššího celku X (např. turbíny do celé elektrárny).

Na obrázku 6.3-2 je ukázka zjednodušeného kusovníku jízdního kola.

KUSOVNÍK JÍZDNÍHO KOLA



Obrázek 6.3-2 Kusovník kola

6.4 Technologický postup, operace, pracoviště

Technologický postup je popisem způsobu výroby vyráběné položky. Tvoří jej technolog – postupář a normovač. Varianty postupu umožňují:

- varianty podle množství výrobků
- varianty pro náhradu kapacitně úzkého místa jiným
- varianty pro změnu výroby

Cíle:

Cílem kapitoly je popis datových struktur technologický postup, operace a pracoviště.

Klíčová slova:

Položky; Operace; Pracoviště; Vyráběné položky; Nakupované položky;

Technologický postup, operace, pracoviště Pracoviště

Pro definici technologického postupu je třeba definovat **pracoviště**, kde probíhají vlastní **operace technologického postupu**.

Pracoviště je technologicky a kapacitně určený, prostorově ohraničený a relativně samostatný soubor pracovních prostředků, který tvoří z hlediska řízení výrobního procesu dále již nedělitelný prvek výrobního systému.

Z hlediska modelu základních dat jsou potřebná tato datová pole:

- **číslo pracoviště** (zadávané),
- **sazba** – Kč/hod (zadávaná),
- **přechodový čas** (zadávaný).

Číslo pracoviště může vyjadřovat konkrétní stroj, podskupinu nebo skupinu strojů, kterou je třeba rozlišovat za účelem rozvrhování a řízení výroby.

Sazba vyjadřuje hodinové náklady na práci pracoviště.

Přechodový čas je doba, kterou je třeba připočítat k technologické délce operace pro účely termínování, jedná se o součet transportního času a plánované časové rezervy (rozpracovanosti). Obecně lze uvažovat dvourozměrný model přechodových časů mezi každými dvěma možnými kombinacemi pracovišť, které po sobě následují v postupu. Ve zjednodušení lze přiřadit přechodový čas jen jednomu pracovišti, přičemž se předpokládá, že část tohoto času bude využita před zahájením operace a část po jejím ukončení. Konkrétní rozdělení je provedeno na úrovni dílenského řízení.

Postup

Technologický postup je posloupnost operací, které jsou nutné ke zhotovení součásti. Pro každou vyráběnou součást lze uvažovat více výrobních postupů, které se liší např. minimálním a maximálním ekonomicky vyráběným množstvím (univerzálním, kusovým, sériovým). Každý postup potom obsahuje tato datová pole:

- **číslo vyráběné položky** (zadávané)
- **index postupu** (zadávaný)
- **minimální ekonomické množství** (zadávané)
- **maximální ekonomické množství** (zadávané)

Číslo položky a index postupu jednoznačně identifikují každý postup.

Operace

Operace jsou číslované (tzv. pozice postupu), pořadí je pro výrobu závazné. Jedno pracoviště se může v postupu vyskytnout vícekrát, pro identifikaci operace jsou podstatné číslo položky, index postupu a číslo operace. Každá operace má přiřazena tato datová pole:

- jméno položky (zadávané),
- index postupu (zadávaný),
- pozice operace (zadávaná),
- číslo pracoviště (zadávané),
- přípravný čas (zadávaný),
- kusový čas (zadávaný).

Příklad reálného technologického postupu se zvýrazněním vybraných datových polí je na obr. 6.4-1.

T L G	Tvarove cislo	Vyrobek	Kmen.dilna	Platnost TLGP od
POSTUP	5331I001	4511-H+B	334	04.04.2000

COP	ZO STRED	PRAC	NAZEV OPERACE	PDP	TP	TKS	TTK
CENAKOOP	TYP STROJE		POS	TK			
010	01	334	0941201 rysovani RYSOVACKE PRAC	1 1	0	0.000 0.000	0R
Prorysovat 10 kusu v davce pro navrtani stredicich dulku							
020	00	334	0468201 vrtani V20/4	1 1	14	1.277 1.277	5J
Navrtat 2x na dorazy (dorazet na jednu rovinnou plochu)							
030	00	335	0412503 soustruzeni SVR18RA/1000	1 1	23	2.759 2.759	6J
Upnout mezi hroty, zarovnat celo ku L=34 k hrotu, soustr. D20h8 L=20-0,5; sr.hr.0,5x45st. SPECIALNI NARADI							
P	Nazev	Rozmer	Identif.cislo	Ks			
	PSST 1		057/3-002-08-7232	1			

Konec technologického postupu

Obrázek 6.4-1 Jednoduchý postup

6.5 Datový model

Datový model výrobních dat umožňuje správně implementovat databázové tabulky pro ověření algoritmů.

Cíle:

Cílem kapitoly je popis datového modelu pro položky, kusovník, operace a pracoviště.

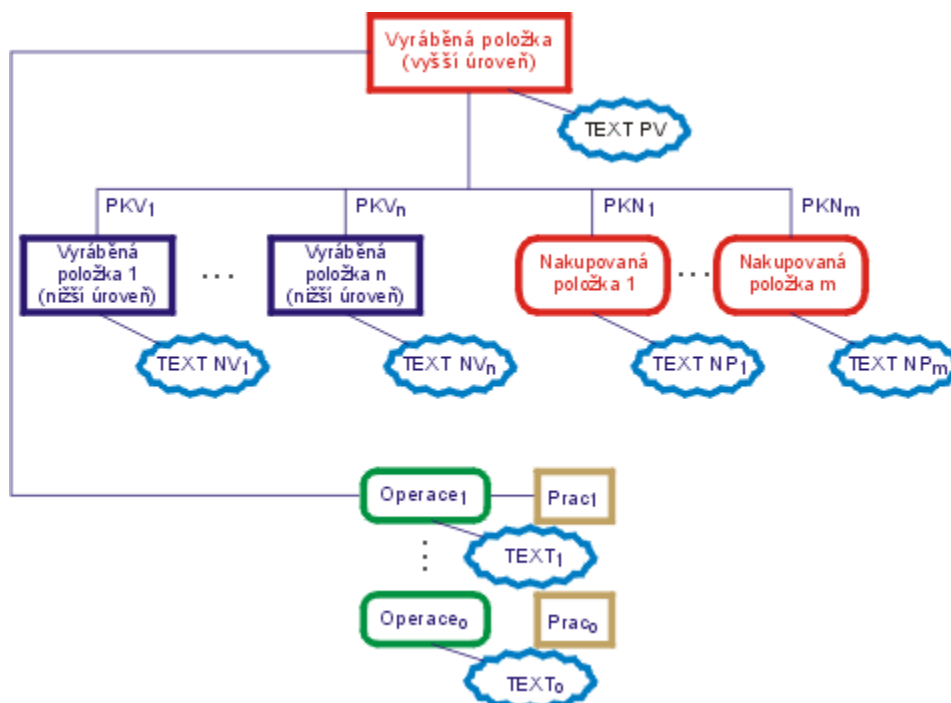
Klíčová slova:

Položky; Kusovníkové vazby; Pracoviště; Operace; Datový model;

Datový model

Jednoúrovňový kusovník s operacemi

Datový model vychází z představy **jednoúrovňového** kusovníku s operacemi.



Obrázek 6.5-1 Jednoúrovňový kusovník

Platí tato integritní omezení:

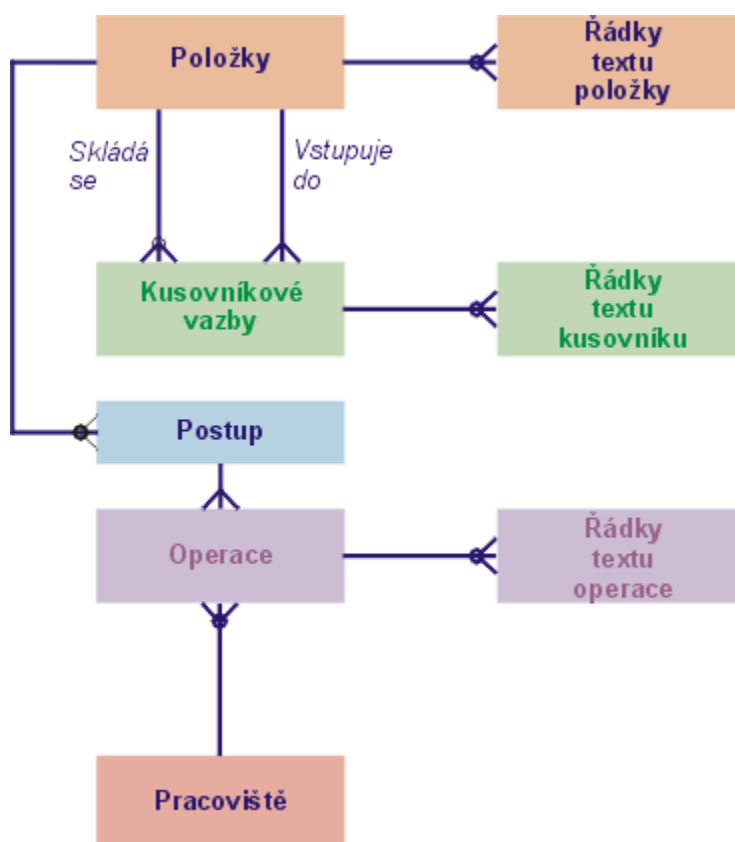
- **vyšší** položka se může skládat z různých **nižších** položek,
- **nižší** položka může vstupovat do různých **vyšších** položek,
- **vyráběná** položka může mít několik technologických postupů,
- **vyráběná** položka nemusí mít přiřazen žádný postup,
- **vyráběná** položka by měla mít přiřazenu alespoň jednu **nakupovanou** nebo **vyráběnou** položku,
- technologický **postup** se skládá z řady **operací**,
- každé **operaci** je přiřazeno jedno **pracoviště**,
- na jednom **pracovišti** může být zpracována řada **operací**,

- některá pracoviště nemusí mít přiřazenu žádnou operaci,
- v **postupu** se totéž **pracoviště** může opakovat **vícekrát**,
- v postupu záleží na **pořadí** operací,
- **nakupovaná** položka nemůže být nikdy vyšší položkou v kusovníkové vazbě,
- **vyráběná** položka by neměla být na nejnižší úrovni v každé větvi kusovníkového rozpadu.

Položka a operace může mít přiřazeny texty proměnné délky, řeší se např. proměnným počtem řádek pevné délky.

Model

Na základě těchto předpokladů lze sestavit model základních dat výroby strojírenského typu (obr. 6.4-2):



Obrázek 6.5-2 Model základních dat

Pro informaci se lze podívat na data z reálných informačních systémů. Na základě práce [19] byly po zjednodušení vybrány obsahy datových struktur Položka, Kusovník a Operace z informačních systémů SYS-KLASS a BaaN. I při velkém zjednodušení se jedná o cca 15 stran. Jsou uvedeny v samostatném souboru.

6.6 Práce s kusovníkem

Nad datovou strukturou kusovník tvořenou položkami a kusovníkovými vazbami můžeme provádět následující základné operace:

- kontrolu zacyklení kusovníku
- tisk rozpadů a inverzních rozpadů kusovníku
- výpočet dispoziční úrovně
- termínování
- výpočet množství
- výpočet nákladů

Cíle:

Cílem kapitoly je ukázat algoritmy pro práci s kusovníkem.

Klíčová slova:

Nakupované položky; Položky; Vyráběné položky; Kusovníkové vazby; Výpočet cen v kusovníku; Výpočty množství v kusovníku; Termínování v kusovníku;

Práce s kusovníkem

Kontrola na zacyklení při zadávání kusovníkových vazeb

Práce s kusovníkem patří mezi algoritmicky poměrně složité. Pro studijní účely byl vytvořen jednoduchý demonstrační program o rozsahu cca 1000 řádek. Následující algoritmy jsou v tomto programu otestovány.

Kusovník je definován jako **acyklická** síťová struktura. Nelze připustit, aby nadřazená položka byla přímým nebo nepřímým následníkem své přímé nebo nepřímé podřazené položky. Jako příklad takového zacyklení lze uvést, že do správné kusovníkové struktury lokomotivy by bylo omylem zadáno, že celá lokomotiva je další částí podvozku.

V reálných systémech řízení výroby je třeba zajistit:

1. aby k zacyklení nemohlo dojít.
2. v případě, že k němu např. poruchou dat nebo chybou nějaké části programu došlo, aby nedošlo k nekonečnému cyklu nebo nekonečné rekursi při zpracování, což může být velmi obtížný problém s velkou odpovědností programátorů.

Algoritmus:

1. Předpokládá se, že se kusovník může postupně vytvářet a upravovat zadáváním dalších vazeb.
2. Prázdný kusovník (bez jakékoliv vazby) není zacyklen.
3. Před každým vložením nové vazby je třeba prohledat pro vkládanou podřazenou položku v jejím úplném kusovníkovém rozpadu, zda se tam nevyskytuje vkládaná nadřazená položka.
4. Dále je před každým vložením nové vazby třeba prohledat pro vkládanou nadřazenou položku v jejím úplném inverzním kusovníkovém rozpadu, zda se tam nevyskytuje vkládaná podřazená položka.

Body 3 a 4 se řeší rekursí nebo vhodným převodem rekurse na cyklus.

Tisky rozpadu kusovníku

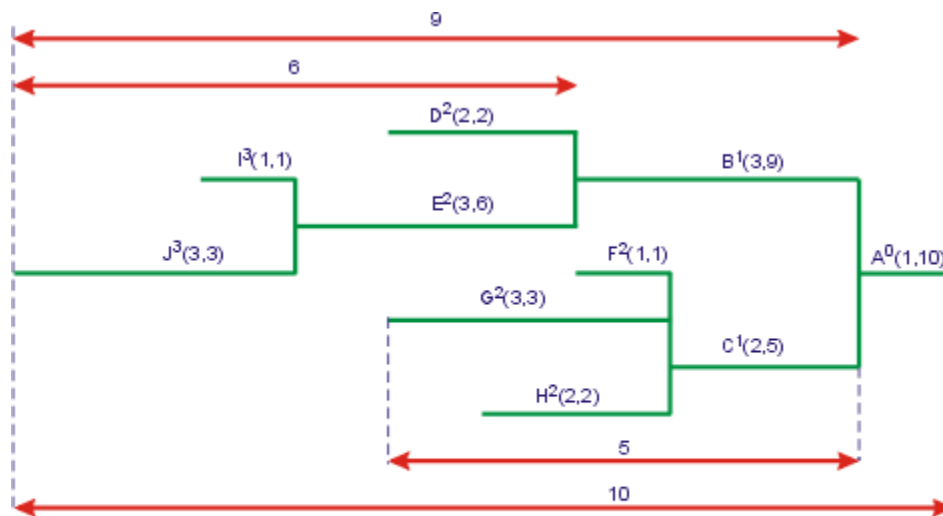
Tisk rozpadu kusovníku, resp. inverzního rozpadu je typická rekurzivní úloha.

Algoritmus:

1. Pro zadaný uzel (např. vrcholovou položku) se provede volání tisku kusovníku s parametrem požadovaného množství = 1.
2. V rámci tisku jedné úrovně se vypíše postupně jednotlivé položky nižší úrovně včetně množství nižší položky vstupující do vyšší položky a celkového množství na provedení jakožto součinu množství nižší položky vstupující do vyšší položky a parametru volání tisku kusovníku.
3. Po tisku každé vazby se volá rekurzivně úloha tisku, tentokrát je výchozím uzlem nižší položka a zadaným množstvím množství na provedení příslušné nižší položky.
4. Rekurze končí, pokud již neexistují nižší položky.
5. Při tisku se pro každou úroveň rekurse (rovnající se úrovni kusovníku, nikoliv kódu dispoziční – nízké úrovně) provede odsazení. Tím se vytiskne kusovník orientovaný zleva doprava.

Termínování kusovníku

Předpokládejme kusovník podle obrázku 6.6-1.



$X^k(i, j)$: ... i - doba zhotovení/nákupu součásti
 j - celková průběžná doba součásti
 k - úroveň rozpadu kusovníku

Obrázek 6.6-1 Termínování kusovníku

Cílem termínování je zjištění celkových průběžných dob.

Algoritmus

Algoritmus se skládá ze dvou kroků:

1. výpočet kódu dispoziční (nízké) úrovně,
2. výpočet průběžných dob.

Výpočet kódu úrovně

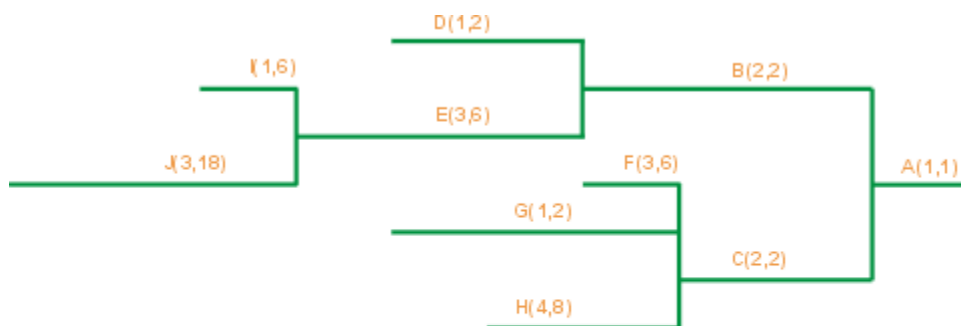
1. nulování všech úrovní, nastavení běžné úrovně na 0,
2. pro všechny položky, které jsou podřazeny běžné úrovni nastavit úroveň o 1 vyšší,
3. nastavit běžnou úroveň o jednu vyšší,
4. pokračovat bodem 2 až do maximální úrovně v kusovníku.

Výpočet průběžných dob

1. pro nejnižší úroveň (nakupované položky) nastavení celkové průběžné doby na průběžnou dobu,
2. nastavit běžnou úroveň na nejnižší,
3. pro vyšší úroveň nastavení celkové průběžné doby na maximum z již nastavené průběžné doby a součtu průběžné doby vyšší položky a celkové průběžné doby nižší položky,
4. nastavit běžnou úroveň na vyšší,
5. pokud není dosaženo úrovně 0, pokračuje se bodem 2.

Určení množství v kusovníku

Na obrázku 6.6-2 je zobrazen tentýž kusovník jako při vysvětlení termínování.



$X(i, j): \dots$ i - počet kusů nižší položky vstupující do vyšší
 j - celkový počet kusů na zhotovení vrcholové položky

Obrázek 6.6-2 Výpočet množství

Cílem je výpočet potřebného množství jednotlivých položek bez ohledu na čas výroby a umístění položky v rozpadu kusovníku. Předpokládáme, že kód dispoziční (nízké) úrovně je již stanoven z úlohy termínování kusovníku.

Algoritmus:

1. nulování plánovaných kusů,
2. nastavení úrovně na 0,
3. pro zadanou úroveň připočtení požadovaného množství do plánovaného množství, pro podřazenou úroveň připočtení potřebného rozpadu do plánovaného množství,
4. nastavení další úrovně a pokračování bodem 3, pokud existuje nižší úroveň.

6.7 Práce s technologickým postupem

Nad datovou strukturou technologický postupu tvořenou položkami pracovišti a operacemi můžeme provádět:

- stanovení termínů
- stanovení nákladů

Cíle:

Cílem kapitoly je ukázat algoritmy pro práci s technologickým postupem.

Klíčová slova:

Operace; Položky; Pracoviště; Cena a doba z postupu;

Práce s technologickým postupem

Termínování operací

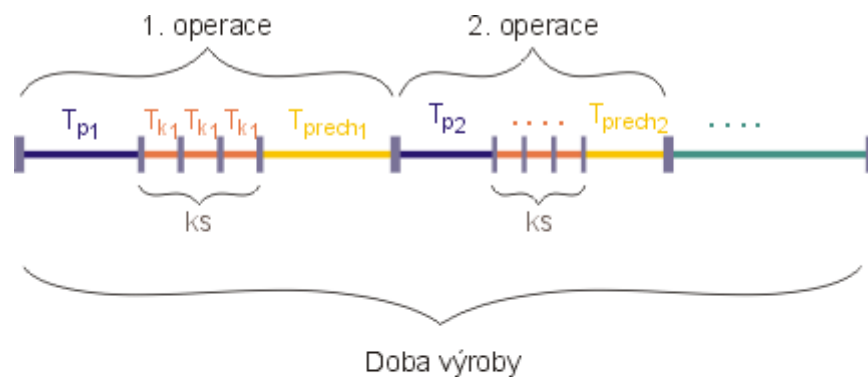
Cílem termínování operací je zjištění průběžné doby výroby dílu nebo montáže z postupu.

Algoritmus:

Pro všechny položky, které mají postup, se provede výpočet takto:

1. pokud je již vypočteno plánované množství, počítá se pro trvání operace čas přípravný + čas přechodu (z pracoviště) + čas kusový * plánované množství
2. pokud plánované množství ještě není vypočtené, použije se kalkulační množství
3. průběžná doby výroby dílu nebo montáže je součtem dob jednotlivých operací (obr. 6.7-1).

Pro položky bez postupu se průběžná doba nemění (lze ji zadat ručně jako odhad).



- T_{pi} ... přípravný čas i-té operace
 T_{ki} ... kusový čas i-té operace
 T_{prech_i} ... čas přechodu pracoviště pro i-tou operaci
 ks ... množství

Obrázek 6.7-1 Termínování operací

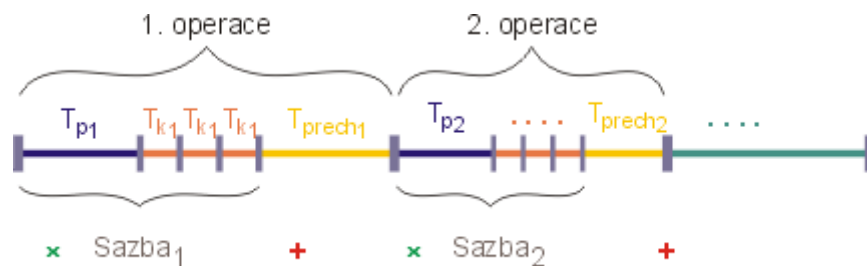
Stanovení ceny vyráběné součásti z postupu

Cílem je zjištění ceny, kterou lze vypočítat z postupu.

Algoritmus:

Pro všechny položky, které mají postup, se provede výpočet pro každou operaci takto:

1. Pokud je již vypočteno plánované množství, počítá se $\text{cena operace} = (\text{čas přípravný} + \text{čas kusový} * \text{plánované množství}) * \text{sazba (z pracoviště)}$
2. Cena z postupu je součtem cen z operací (obr. 6.7-2).
3. Pokud plánované množství ještě není vypočtené, použije se kalkulační množství
4. Pro položky bez postupu a s kalkulačním a plánovým množstvím nulovým se cena nemění.



- T_{pi} ... přípravný čas i-té operace
 T_{ki} ... kusový čas i-té operace
 T_{prech_i} ... čas přechodu pracoviště pro i-tou operaci
Sazba_i ... množství

Obrázek 6.7-2 Stanovení ceny operací

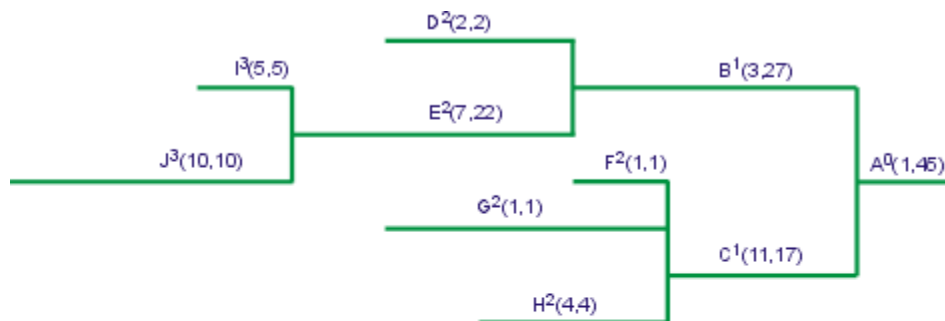
Výpočet nákladové ceny výrobku

Cílem je stanovit cenu jednotlivých položek. Počítá se z kusovníku po stanovení cen jednotlivých dílů a montážních skupin z postupu.

Algoritmus:

(obr. 6.7-3).

1. nastavení úrovně na maximální (nejnižší – nakupované položky)
2. pro všechny položky této úrovně: pokud je nenulová cena vypočtená z postupu, sečte se tato cena s cenami všech položek nižší úrovně, které do dané položky vstupují, jinak se cena ponechá
3. nastavení vyšší úrovně a pokračovat bodem 2, pokud existuje vyšší úroveň (končí se na úrovni 0)



$X^k(i, j)$: ... i - cena zhotovení/nákupu součásti
 j - celková cena součásti
 k - úroveň rozpadu kusovníku

Obrázek 6.7-3 Cena výrobku

6.8 Zakázka, pozice zakázky

Zakázka (obchodní případ) umožňuje zápis obchodních dat – druhu výrobku, termínu dodání, množství.

Cíle:

Cílem kapitoly je ukázat, jak popsat zakázku a jak je zakázka propojena s položkami, kusovníkem a postupem.

Klíčová slova:

Zakázka; Primární potřeba; Datový model; Sekundární potřeba;

Zakázka, pozice zakázky

Struktura zakázky

Zakázka se skládá z **hlavičky** a **pozic** zakázky.

Hlavička zakázky

Hlavička zakázky obsahuje např. tato datová pole:

- **číslo zakázky** (zadávané) - jednoznačná identifikace,
- **jméno zákazníka** (zadávaný),
- **termíny splatnosti** (zadávané).

Pozice zakázky

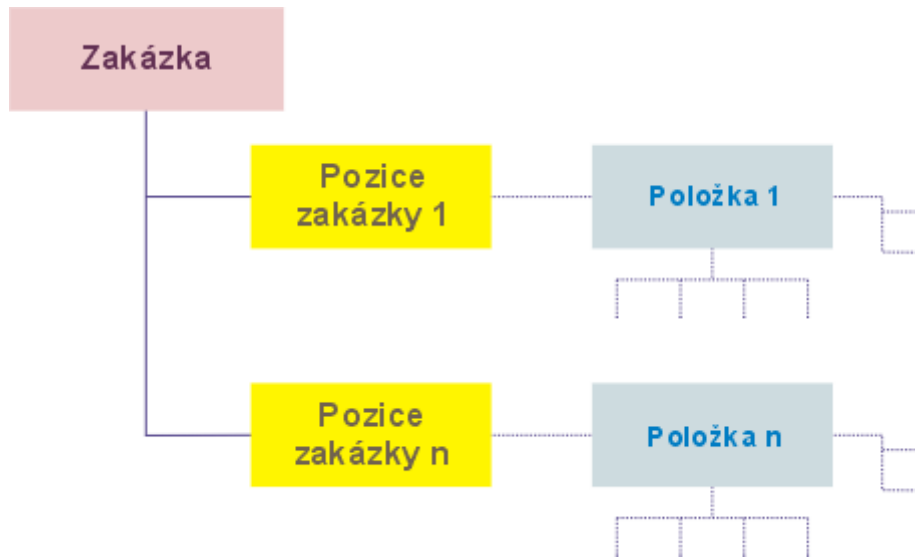
Pozice zakázky obsahují např. tato datová pole:

- **číslo zakázky** (zadávané),
- **číslo pozice** (zadávané),
- **číslo položky** (zadávané) - požadovaný výrobek nebo náhradní díl,
- **množství** (zadávané),
- **termín dodání** (zadávaný).

Integritní omezení

- zakázka může mít nejméně jednu, nejvíce několik pozic,
- pozice zakázka patří vždy k jedné zakázce,
- číslo položky se může opakovat v různých pozicích téže zakázky,
- číslo položky se může vyskytovat v různých zakázkách,
- číslo položky se nemusí vyskytovat v žádné zakázce.

Schematicky je zakázka, její pozice a vztah k položce znázorněna na obr. 6.8-1.



Obrázek 6.8-1 Zakázka a její pozice

Jako příklad si můžeme představit zakázku na dva typy obráběcích strojů, každý typ je požadován v určitém množství a termínu. Pokud by jeden typ byl požadován ve více termínech, pak by se přidala další pozice, požadovaný počet by se rozdělil k různým termínům.

Zakázka a její pozice vytváří tzv. primární potřebu pro plánování, kusovníkovým rozpadem požadované položky vznikají sekundární potřeby.

Datový model zakázky

Vztah zakázky, její pozice a položky lze znázornit datovým modelem na obr. 6.8-2.



Obrázek 6.8-2 Model zakázky

6.9 Plánování zakázky

Při plánování zakázky se na rozdíl od výpočtů v kusovníku plánují termíny a množství současně do neomezených kapacit. Při pokrývání požadavků se stanoví výrobní dávky podle příslušné strategie. Zde budeme pouze shrnovat požadavky do jedné dávky.

Cíle:

Cílem kapitoly je ukázat algoritmy pro naplánování zakázky v čase a množství.

Klíčová slova:

Primární potřeba; Sekundární potřeba; Zakázka; Kusovníkové vazby; Operace; Položky; Pracoviště; Plánování zakázky;

Plánování zakázky

Plánování zakázky je obdobné stanovení množství v kusovníku, navíc se zohledňují termíny pozic zakázky, jedna položka se může vyskytnout vícekrát, rozdíl je v termínu požadavku na výrobu nebo nákup jednotlivé položky.

Algoritmus plánování

Postupuje se od pozic zakázky, ty vygenerují požadavky v čase, z nich se vybere požadavek s nejnižším kódem úrovně, pro tento požadavek se zaplánuje výrobní příkaz nebo objednávací návrh, výrobní příkazy vygenerují jednoúrovňovým rozpadem další požadavky na výrobu součástí s termínovým předstihem odpovídajícím době vypočtené postupu.

Vztah požadavku na výrobu a výrobního příkazu

Požadavek lze pokrýt různými způsoby, z nichž jsou dále uvedeny jen vybrané:

- jeden požadavek = jeden výrobní příkaz se stejným množstvím (obvyklý způsob dávkování),
- více požadavků = jeden výrobní příkaz (zhromadnění),
- jeden požadavek = více výrobních příkazů (rozdávkování),
- jeden požadavek = jeden nebo více výrobních příkazů o stejném množství (pevná velikost dávky),
- jeden požadavek = jeden výrobní příkaz s větším množstvím (minimální nebo násobná dávka).

Rozdávkování se provádí tehdy, pokud by požadované množství přesahovalo maximální množství vhodné pro výrobu. Tento algoritmus zabraňuje dlouhodobému obsazení kritického pracoviště.

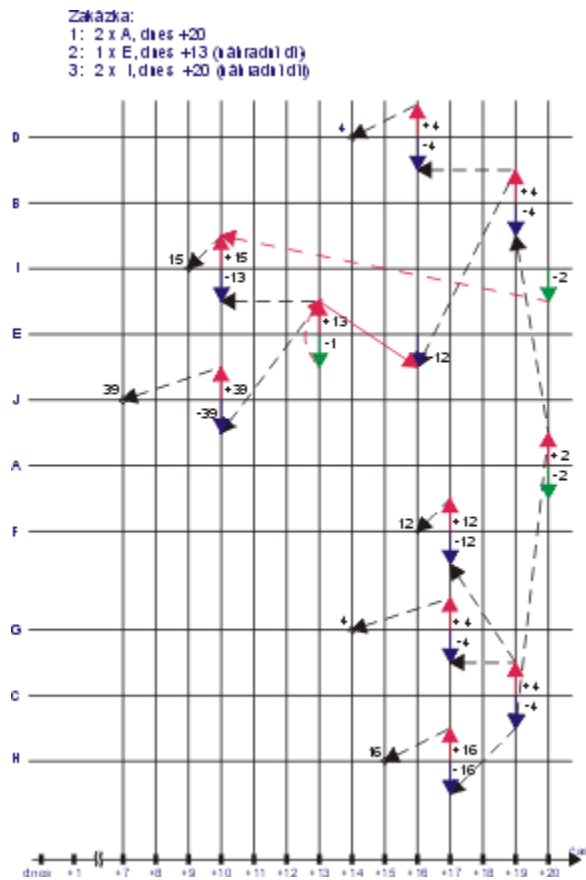
Zhromadnění se provádí tak, že v případě, že se jedna položka vyskytne vícekrát v intervalu zhromadnění, vytvoří se výrobní příkaz nebo objednávací návrh, který pokryje více požadavků, v tomto případě je termín dán nejdříve požadovaným termínem ze všech zhromadněných požadavků.

Pevná velikost dávky se využívá například tehdy, je-li třeba použít pracoviště s pevnou kapacitou (pece, povrchové úpravy).

Příklad rozplánování

Na obrázku 6.9-1 je vidět příklad rozplánování zakázky v čase s použitím dříve uvedeného kusovníku. Požadavky na jednotlivé položky jsou zobrazovány na časové ose. Požadavky jsou na každé ose zobrazeny plnými šipkami orientovanými dolů, výrobní příkazy a objednání materiálu plnými šipkami orientovanými nahoru. Kusovníkové vazby jsou zobrazeny šikmými čárkovanými šipkami mezi jednotlivými časovými osami jednotlivých položek.

Tyto čárkované šipky představují také průběžné doby výroby dílu a objednání materiálu.



Obrázek 6.9-1 Rozplánování zakázky

Provedení algoritmu

Algoritmus výpočtu probíhá takto:

Nejprve se do časových os zaznamenají požadavky zakázky (primární potřeba) - 2 výrobky A v čase dnes + 20 dní, 1 náhradní díl v čase dnes + 13 dní a 2 náhradní díly v čase dnes + 20 dní.

Proběhne rozpad výrobku A (má nejnižší kód nízké úrovně, požadují se $2 \times 2 = 4$ kusy skupiny C v čase dnes + 19 dní a 4 kusy B v čase dnes + 19 dní.

Takto se postupuje pro další kódy dispoziční (nízké) úrovně.

Ke zhromadnění dochází u skupiny E – požadován 1 kus v čase dnes + 13 dní a 12 kusů v čase dnes + 16 dní, výrobní příkaz v čase dnes + 13 dní kryje oba požadavky, další zhromadnění nastává u materiálu I.

Nákupy materiálu je třeba objednat: 4 kusy D v čase dnes + 14 dní, 15 I v čase dnes + 9, 39 J v čase dnes + 7, 12 F v čase dnes + 16, 4 G v čase dnes + 14 a 16 H v čase dnes + 15

Rozplánování zakázky v čase je spolu s účetnictvím základní funkcí podnikových informačních systémů.

7 Literatura

- [1] Tomek, G., Vávrová, V.: Řízení výroby, druhé rozšířené a doplněné vydání, Grada, Praha 2003, ISBN 80-7169-955-1
- [2] Gregor, M., Mičieta, B., Bubeník, P.: Plánovanie výroby, Žilinská univerzita v Žilině, 2005, ISBN 80-8070-427-9
- [3] Heřman, J.: Řízení výroby, Melandrium, Slaný, 2001, ISBN 80-86175-15-4
- [4] Pinedo, M.,L.: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer, 2009, ISBN 978-1-4419-0909-1
- [5] Eibner, M., Stelzer, R.: Product Lifecycle Management, Springer, 2009, ISBN 978-3-540-68401-5
- [6] Stevenson, W, J.: Operations management, McGraw-Hill, 2009, ISBN 978-0-07-337784-1
- [7] Greasley, A.: Operations management, John Wiley, 2009, ISBN978-0-470-99761-1
- [8] Wannenwetsch, H.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, Springer,2010, ISBN 978-3-540-89772-9
- [9] Kistner, K., Steven, M.: Produktionplanung, Physica-Verlag, 2001, ISBN 3-7908-1426-1
- [10] Tempelmeier, H.: Material-Logistik: Springer, 2008, ISBN 978-3-540-70906-0
- [11] Heřman, J. a kol., *Sbírka příkladů z řízení výroby 2000*
- [12] Keřkovský, Miloslav, *Moderní přístupy k řízení výroby*, Praha : C.H. Beck 2001
- [13] Kavan, Michal, *Výrobní management II* , Praha : Vydavatelství ČVUT 1999
- [14] Steinbuch, P.,A.,Olfert, K.: *Fertigungswirtschaft*, Kiehl, Ludwigshafen, 5. Ausgabe,1993, ISBN 3-470-70445-7
- [14] Tomek, J. a kol.: *Řízení materiálového hospodářství v podniku*, SNTL, Praha 1972
- [15] Lambert, D.M.,Stock, J.R., Elltram, L.M.: *Logistika*, Computer Press, Praha 2100, ISBN 80-7226-221-1
- [16] Liker, J.,K.: *Jak to dělá Toyota*, Management Press, Praha 2008, ISBN 987-80-7261-173-7
- [17] Follprecht, J.: *Řízení strojírenských provozů*, SNTL Praha Praha,1984
- [18] Basl, J.,Majer, P., Šmíra, M.: *Teorie omezení v podnikové praxi*, Grada, Praha 2003, ISBN 80-247-0613-X
- [19] Kopeček, P., Holub, V.: *Realizace propojení S Y S K L A S S - B A A N ve ŠKODA*, ELS, s. r. o., Institut průmyslového managementu Plzeň, 2001
- [20] Marchwinski, Ch. a kol.: *Lean Lexikon - a graphical glossary for lean thinkers*, Lean Enterprise Institut, Cambridge, USA, 2008, ISBN 0-9667843-6-7
- [21] Pernica, P.: *Logistika pro 21. století*, 3 díly, Radix, 2004, ISBN 80-86031-59-4
- [22] Steinbuch, P.A.,Olfert, K.: *Fertigungswirtschaft*,Verlag Kiel, Ludwigshafen, 1981, ISBN 3 470 70445 7
- [23] Sixta, J., Mačát, V.: *Logistika, teorie a praxe*, CP Books, Brno, 2005, ISBN 80-251-0573-3
- [24] Vonderembse, M.,White,M.A.: *Operations Management, concepts,methods and strategies*, West Publishing Company, St Paul, 1987, ISBN 0-314-62972-6
- [25] Tomek, G., Vávrová, V.: *Řízení výroby a nákupu*, Grada, Praha 2007, ISBN978-80-247-1479-0
- [26] Knyttl, J.: *Dynamické rozvrhování výroby*, diplomová práce, FST ZČU Plzeň, 2010
- [27] Pour, J. a kol.: *Informační systémy a elektronické podnikání*, VŠE Praha 2002, ISBN 80-245-0227-5
- [28] Pernica, P.: *Logistický management*, Radix, 1998, ISBN 80-86031-13-6
- [29] Daněk, J., Plevný, M.: *Výrobní a logistické systémy*, ZČU 2005, ISBN 80-7043-416-3
- [30] Košťuriak, J. a kol.: *Kaizen*, Computer Press, Brno 2010, ISBN 978-80-251-2349-2
- [31] Imai, M.: *Kaizen*, Computer Press, Brno, 2011 ISBN 978-80-251-1621-0

8 Příloha: Měrné jednotky a dělení materiálu

Měrné jednotky

Měrné lze zásadně rozdělit:

- položkově neutrální,
- položkově závislé.

Položkově neutrální jednotky, jak již naznačuje jejich název, mají mezi sebou vztah s jasně definovanými koeficienty, např.:

- jednotky množství (**kusy**, krabice, palety),
- jednotky délky (**m**, cm, mm, dm, km, yardy, anglické a jiné míle, stopy),
- jednotky hmotnosti (**kg**, g, mg, tuny, libry),
- plošné jednotky (**m²**, km², mm²),
- objemové jednotky (**m³**, l, pinty, barely).

Jinou skupinu tvoří jednotky položkově závislé, např.:

- 1 kg hřebíků 100 mm obsahuje asi 200 hřebíků,
- 1 m ocelové tyče o průměru 5 cm váží asi 15,4 kg,
- 1 přepravka piva obsahuje 20 láhví @ 0,5 l, celkem 10 l,
- 1 paleta cementu obsahuje 20 pytlů @ 50 kg, celkem 1 tunu,
- 1 krabice barvy obsahuje 12 plechovek @ 0,8 kg, celkem 9,6 kg,
- 1 paleta s barvou obsahuje 48 krabic s plechovkami, celkem 460 kg.

Pro tyto položky lze zavést převodní koeficienty. Tyto koeficienty mohou být přesné, např. pro převod měrných jednotek vyjádřených celými čísly, např. kusy a balení těchto kusů, jiné z principu jsou jen přibližné, např. u hutního materiálu se udává tolerance normou podle tloušťky cca 5 %.

Často se uvádí příklad, kdy ve skladu hutního materiálu byly pořízeny velmi přesné a vůči nárazu odolné (a také velmi drahé) elektronické váhy se záměrem počítat počty dodaných tabulí plechů z jejich rozměrů. Dopadlo to tak, že přesně šel počet plechů zjistit vážením jen u velmi tlustých plechů, které šly snadno spočítat ručně, zatímco u tenkých plechů při dodávce 200 tabulí se dalo zvážit, že jich skutečně bude tak 190 až 210.

Význam měrných jednotek pro uživatele

V informačních systémech se používá současně řada měrných jednotek. Například hutní materiál se platí za dodanou hmotnost (viz tolerance rozměrů), eviduje v kusech (počet tabulí nebo svitků daných rozměrů pro plechy a počet tyčí daných délek nebo celková délka uskladněných tyčí). Plechy se mohou v konstrukci předepisovat ve čtverečných metrech pro výrobek. Stanovení koeficientu převodu tabulí na čisté čtvereční metry záleží na šikvosti autora dělicích, pálicích nebo nástřihových plánů.

V informačních systémech a v moderních podnicích se pro každou položku užívá řada měrných jednotek. Jedna z nich je vždy základní, ostatní odvozené. Pokud jsou odvozené na základě nepřesných koeficientů, je třeba rozdíl zjistit periodickou inventurou a účetně vyřešit.

Při stěhování jistého skladu, kde se používalo několik měrných jednotek nezávisle, došlo k těmto situacím:

- zboží, bylo správně evidováno,
- našlo se zboží bez skladových karet,
- určité zboží, bylo vedeno v nulových kusech a nenulových hmotnostech a obráceně, přitom nezávisle na evidenci některé fyzicky existovalo, jiné ne.

Metrové zboží

Mezi metrové zboží patří:

- tyčový materiál (tyče, trubky, jekly) skladovaných v pevných délkách (např. 2,5; 6; 12 m, v případě zbytků i kratších),
- dráty a lana ve svitcích nebo na cívkách.

Při zpracování tyčového materiálu dochází ke ztrátám:

- nutnost zarovnání čel,
- šířka prořezu nebo úpichu,
- zbytek na upnutí,
- zbytek z dělení tyče konečných rozměrů.

Tyto ztráty lze vyjádřit v procentech nebo absolutně podle jejich druhu v kusovníku. Problém je v tom, že při převodu mezi různými softwarovými produkty se naráží na různé systémy vyjádření těchto ztrát, převody mohou být nepřesné a někdy vyžadují ruční kontroly a zásah. Pro ujasnění, co a kde je třeba kontrolovat, se generuje do kusovníku nebo postupu určitá fiktivní vazba nebo operace. Tu zodpovědná osoba vyhledá, zkontroluje přepočty a fiktivní položku odstraní.

Pro skladování tyčí se používá někdy pojem „nekonečná tyč“. To znamená, že se neuvažují konečné délky jednotlivých kusů na skladu, ale součet jejich délek a ztráty ze zbytků konečných tyčí se zahrnou do koeficientu ztrát. Někdy se také pro zakázku vydává celý počet tyčí a zbytky se již nevidují. Zbytky se využívají pro krátké předepsané délky (v postupech s poznámkou „vyrábět ze zbytků“).

Opět často uváděný příklad. Jistý závod se po transformaci obrátil na banku se žádostí o nákup tyčového materiálu. Problém byl v tom, že závod měl na skladu dostatek kg daných tyčí, a tedy i dostatek celkových běžných metrů. Materiál však byl nadělen v minulosti na krátké kusy. Pro novou zakázku závod potřeboval delší kusy. Banka tehdy zamítla žádost s tím, že materiálu je dost a to, že je nadělen, je technický, a nikoliv finanční problém.

Plošný materiál

Materiál je dodáván a skladován:

- v tabulích daných rozměrů.
- ve svitcích dané hmotnosti, šířky svitku a předpokládané délky navinutého materiálu,
- ve zbytcích, velmi často neobdélníkových rozměrů (zbytek je dán číslem výkresu a hmotností).

Do kusovníku lze udávat relativní procento ztrát při dělení. To není jednoduché spočítat, neboť dělicí plány v konstrukci jsou většinou prováděny jen v rámci zakázky nebo její části, zatímco v reálné situaci se často sdružují různé zakázky na jednu tabuli a jedna zakázka může být realizována různými dělicími plány pro různé skutečné tabule a jejich zbytky.

Opět příklad z historie. Při modernizaci jednoho závodu byla obrovská pozornost věnována tvorbě dělicích a pálicích plánů. Co porada o čemkoliv, to řešení dělní plechů. Byly diskutovány různé programové nástroje a dábelsky rafinované algoritmy, a to účastníky porady od technologů a projektantů, přes informatiky až po účetní. Při uvedení do

provozu se problém vyřešil sám, pouhým vypsáním prémie na snížení průměrného procenta odpadu pro programátory dělicích strojů.

Měrné jednotky a převody v informačních systémech

Sysklass

Nakupované položky:

- Měrná jednotka skladová
- Měrná jednotka nákupní
- Přepočítávací koeficient MJS, MJN

Vyráběné položky:

- Měrná jednotka (vždy ks)

Baan

- MJ zásob
- MJ uskladnění
- Nákupní MJ
- Cenová MJ (nákup)
- Prodejní MJ
- Cenová MJ (prodej)
- Koeficient převodní MJ

Pozn.: převodní koeficienty jsou ve zvláštní tabulce

Helios

- MJ Evidence
- MJ Vstup
- MJ Vystup

Pozn.: převodní koeficienty jsou ve zvláštní tabulce

Piuss-o

- MJ sklad
- MJ nákup
- MJ prodej
- MJ kusovník
- Koeficienty převodu MJ sklad na ostatní MJ

Dělený materiál v informačních systémech

Sysklass

Nakupované položky:

- Typ položky (normální, tyčovina, plech)

Vyráběné položky:

- Množství
- Kusů z jednoho kusu materiálu
- Kusů z polotovaru
- Rozměr polotovaru (délka u tyčí, šířka u plechů)
- Rozměr polotovaru (délka u plechů)
- Délka na upnutí
- Délka jednoho kusu
- Šířka úpichu
- Délka tyče pro automat
- Prořez u tyčového materiálu

Baan

- Množství
- Délka
- Šířka
- Hloubka
- Koeficient odpadu

Helios

- Množství
- Fixní množství (absolutní ztráty, např. pro zkušební kus nebo destruktivní zkoušky)
- Procento ztrát
- Přířez
- Spotřební rozměr

Pozn.: délka u tyčí a plechů a šířka u plechů se v Heliosu neudává v kusovníku, ale zavádí se další vyráběná položka (zde jsou všechny rozměry, objem i hmotnost)

Piuss o

- Množství
- Délka
- Šířka

Přířezy materiálu

Tyčový (metrový) materiál

Pokud je materiál na cívkách nebo ve svitcích (hovoří se o nekonečné tyči nebo drátu), stačí pro každý výrobní příkaz nadělit patřičný počet a délky materiálu. Součet čisté délky a prořezu (obvykle zanedbatelného u drátů a lan) násobený počtem kusů tvoří skutečnou spotřebu.

Materiál v tyčích konečných délek vyžaduje vytvořit šikovní dělicí plán:

- Pokud je požadovaný přířez relativně krátký vůči délce tyče, pak lze využívat krátkých tyčí a zbytků bez nějaké komplikované tvorby dělicích plánů. Skutečná spotřeba dána počtem kusů z jedné tyče násobené součtem čisté délky a prořezu (ve skutečnosti je prořezů o jeden méně) plus délkou na zarovnání čela tyče. Zbytek tyče je zanedbatelný

- b) Pokud je požadovaný přířez srovnatelný řádově s délkou tyče, pak záleží na šikovnosti pracovníka provádějícího dělení:
- výběr požadavků z plánu pro určitou jakost a průměr tyče
 - výběr skladovaných tyčí různé délky
 - pro každou tyč zpracování a provedení dělicího plánu
 - skutečnou potřebu spočítat z počtu kusů, čistých délek, prořezů a zbytků z tyčí

Zbytky po dělení lze rozdělit na dvě skupiny:

- Evidované zbytky s výhledem na pozdější spotřebu
- Odpad

Velmi často je pro určitou výrobní zakázku účtována celý součet délek vydaných tyčí, zbytky se nepřeučtovávají.

Plechý (plošný materiál)

Existuje řada technologií pro dělení plošných materiálů:

- Stříhání strojními nůžkami
- Pálení kyslík acetylenovým hořákem
- Dělení laserem
- Dělení na míru příslušnou raznicí lisem
- Prostřihávání malou raznicí

Podle geometrických tvarů se součásti dělí do devíti skupin:

- 1) Pravoúhlé
- 2) Lichoběžníkové
- 3) Trojúhelníkové
- 4) Kruhové a mnohoúhelníkové
- 5) Polo prstencové a obloukové
- 6) Elipsovité a přírubové
- 7) Křížové
- 8) T-kusy
- 9) L-kusy

Podle užití technologie je pak stanoveno určité procento využití materiálu, o které je navýšena čistá nadělená plocha. Pro malé díly nižší, pro velké vyšší. Toto procento lze po určitém období podle skutečnosti upravit.

Problém může být v tom, jak se počítá spotřeba materiálu. Plechý se mohou vydávat na tabule daných rozměrů nebo na váhu.

Zbytky plechů se evidují podle hmotnosti a tvaru. Pokud tvar nelze snadno zaokrouhlit dolů na obdélníkový tvar (např. zbytek po vypálení kruhu, pak lze kromě hmotnosti udat číslo výkresu zbytku.

Pro rozdělení každé tabule se vytváří dělicí (pálící, nástřihový) plán. Ten může být podporován programovým vybavením dodávaným s moderními automatickými stroji. Často však rozhoduje zkušenost plánovače, resp. programátora NC dělicích strojů.

Často se z jedné tabule může řezat pro více koncových výrobků z různých odbytových zakázek. Metodika rozpočtu nákladů na zakázky může být různá, dost často je použita kilogramová cena a hmotnost zvýšená o odhadované ztráty při prořezu a zbytcích.