



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava



ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

učební text

Jan Počta

Ostrava 2012

Recenze: Prof. Ing. Antonín Víteček, CSc., Dr.h.c.,
RNDr. Miroslav Liška, CSc.

Název: Řízení výrobních procesů
Autor: Ing. Jan Počta, CSc.
Vydání: první, 2012
Počet stran: 92
Náklad: 20

Studijní materiály pro studijní obor Ekonomika a management v průmyslu Fakulty metalurgie
a materiálového inženýrství
Jazyková korektura (revize): nebyla provedena.

Určeno pro projekt:

Operační program Vzděláváním pro konkurenceschopnost
Název: Personalizace výuky prostřednictvím e-learningu
Číslo: CZ.1.07/2.2.00/07.0339
Realizace: VŠB – Technická univerzita Ostrava
Projekt je spolufinancován z prostředků ESF a státního rozpočtu ČR

© Jan Počta
© VŠB – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2589-2

POKYNY KE STUDIU

Řízení výrobních procesů

Pro předmět 5. semestru oboru Ekonomika a management v průmyslu jste obdrželi studijní balík obsahující

- integrované skriptum pro distanční studium obsahující i pokyny ke studiu
- CD-ROM s doplňkovými animacemi vybraných částí kapitol
- harmonogram průběhu semestru a rozvrh prezenční části
- rozdělení studentů do skupin k jednotlivým tutorům a kontakty na tutorý
- kontakt na studijní oddělení

Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu se předpokládá absolvování předmětu Základy automatizace technologických procesů, Průmyslové technologie I, Průmyslové technologie II

Cílem předmětu

je seznámení se základními pojmy oboru řízení orientovaného na výrobní procesy. Po prostudování modulu by měl student být schopen orientovat se v oboru, definovat a prakticky vysvětlit základní téze a matematické vztahy, aplikovat je na průmyslové technologie a stanovit postupy řešení.

Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do bakalářského studia oboru Ekonomika a management v průmyslu. studijního programu Ekonomika a řízení průmyslových systémů, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru, pokud splňuje požadované prerekvizity.

Skriptum se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit. Proto jsou dlouhé kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



Čas ke studiu: xx hodin

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



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- popsat ...
- definovat ...
- vyřešit ...

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



VÝKLAD

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



Shrnutí pojmů 1.1.

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



Otázky 1.1.

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



Úlohy k řešení 1.1.

Protože většina teoretických pojmů tohoto předmětu má bezprostřední význam a využití v databázové praxi, jsou nakonec předkládány i praktické úlohy k řešení, pokud tyto příklady nejsou obsahem cvičení z daného předmětu. V nich je hlavní význam předmětu a schopnost aplikovat čerstvě nabyté znalosti při řešení reálných situací, což je hlavním cílem předmětu.

OBSAH

1. ŘÍZENÍ.....	7
1.1. Definice řízení	7
1.2. Časová stadia řízení	8
1.3. Blokové schéma řízení, regulace a ovládání	9
1.4. Podstata výroby	11
1.5. Neurčitost řízení	12
1.6. Časová povaha řízení.....	12
1.7. Kvalitativní stránka řízení	13
1.8. Diverzifikace výroby	14
1.9. Organizační struktury	14
1.10. Úloha lidského faktoru v řízení	19
2. VÝROBNÍ PROCES	21
2.1. Výroba.....	21
2.2. Odvození konkurenční schopnosti	21
2.3. Základní historická stadia ve vývoji řízení výroby	23
2.4. Přístupy k řízení výrobního procesu.....	26
2.5. Změna postavení výrobce a zákazníka	28
2.6. Typologie výrobních procesů.....	28
3. PRUŽNOST VÝROBNÍHO PROCESU	31
3.1. Pružnost výrobních činitelů.....	33
4. ORGANIZACE VÝROBNÍHO PROCESU.....	38
4.1. Prvky výrobního procesu.....	38
4.2. Výrobní cyklus	39
4.3. Výrobní kapacita	40
4.4. Efektivní využití výrobní kapacity	41
4.5. Prostorové řešení výrobního procesu	43
4.6. Proudová výroba, výrobní linky	45
4.7. Mezioperační zásoby	46
5. PŘÍPRAVA VÝROBY	48
5.1. Inovace	49
5.2. Řízení inovačního procesu	53
5.3. Řízení materiálového toku.....	56
5.4. Počítačové informační systémy.....	59
6. MĚŘENÍ PRÁCE.....	62
6.1. Vlastnosti práce	62
6.2. Množství práce, pracovní výkon	63
6.3. Produktivita práce.....	66
7. ÚDRŽBA VÝROBNÍCH PROSTŘEDKŮ	70
7.1. Členění údržby dle funkcí	70
7.2. Profesní struktura údržby	71
7.3. Organizace a řízení údržby	72
7.4. Systém činnosti údržby	72
7.5. Způsoby provádění oprav.....	73
7.6. Životnost, spolehlivost, poruchovost.....	74
7.7. Nákladovost údržby.....	78
7.8. Efektivnost údržby	80
8. SYSTÉM KVALITY.....	822

1. ŘÍZENÍ



Čas ke studiu: 8 hodin



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat funkci řízení v průmyslovém podniku
- popsat kvalitativní a kvantitativní povahu řízení
- aplikovat základní bloková schémata řídicích systémů na verbální definici řízení



Výklad

1.1. Definice řízení

Procesy jsou projevem přeměny a toku hmot, informací, vztahů a závislostí. Tyto přeměny a toky mohou probíhat samovolně anebo řízené. Z toho pohledu lze řízení charakterizovat šesti větami:

1. Řízení je přivedení procesu z jednoho stavu do druhého.

Tato věta vyjadřuje onu přeměnu kvality, kvantity, vztahů nebo závislostí.

2. Řízení je cílevědomý proces.

Tato věta vyjadřuje úlohu lidského faktoru v řízení. Jen subjekt znalý podmínek, ze kterých proces vychází a znalý, kam se má dostat, v pravém slova smyslu tento proces řídí. Všechny ostatní změny jsou jen nahodilé, se samovolným pohybem, neřízené.

3. Při řízení dochází k přeměně vstupů do procesu na výstupy z procesu, čili k přeměně zdrojů na výrobky nebo jiné výstupy z procesu.

4. Řízení přispívá a podmiňuje v procesu výroby vytváření nové hodnoty.

Nová hodnota na výstupu z procesu odpovídá vlivu přeměny a toku hmot, informací, vztahů a závislostí, jak praví specifikace procesu.

5. Řízení je charakteristické vytvářením podmínek pro jednotlivé etapy řízení.

Pro každou etapu řízení připravuje řídicí subjekt dílčí předpoklady na vstupu do procesu.

6. Řízení probíhá v prostoru a čase.

Řízení tedy není dílem jediného okamžiku. V důsledku vytváření předpokladů na vstupní straně procesu se jeho průběh rozprostírá v čase, má svou časovou dimenzi, a tudíž lze fyzikálním způsobem měřit jeho průběh či trvání. Stejně tak je řízení spojeno s prostorem. Je omezeno či determinováno prostorovými dimenzemi ve shodě s prostorovým vymezením procesu.

1.2. Časová stadia řízení

Řízení tedy probíhá v čase. V průběhu tohoto času se v rámci řízení plní tyto dílčí úlohy, jdoucí postupně za sebou:

1. Identifikace procesu

Bez řádné a objektivní identifikace – poznání nelze v dlouhodobém měřítku kvalitně proces řídit. Lze sice docílit nahodilé úspěchy. Ty však mají jen dočasnou povahu, nikoliv trvalý trend a nezabrání nahodilým fluktuacím ve výsledcích řízení, jejichž parametry přesahují přes předem stanovené meze. Pro plnění této etapy je důležité zavádění exaktních metod sběru dat z procesu, zavádění informačních systémů, metod měření a metod hromadného zpracování dat.

2. Stanovení cílů

Zatímco v předešlé etapě identifikace – poznání je pohled řídicího subjektu zaměřen zpět, je při stanovení cílů jeho pohled zaměřen dopředu. Tato dílčí úloha vychází z cílevědomosti uvedené v definici řízení v bodě 2.

3. Stanovení algoritmu řízení

Zde je jádrem této dílčí úlohy určení a vymezení pravidel, směrnic, norem, standardů, různých omezujících či rozhodovacích kritérií nebo mezních stavů, výpočtových modelů, rovnic a vzorců, rozhodovacích tabulek, nomogramů nebo grafů.

4. Organizování

Po zvládnutí prvních tří dílčích úloh přistupuje řídicí subjekt k etapě organizování, která v sobě zahrnuje především stanovení organizačních vztahů všech subjektů podílejících se na realizaci procesu. Sem patří tvorba organizační stavby, její přetvoření do příslušné hierarchicky uspořádané struktury a to tak, aby tato struktura byla v souladu s předpokládanými informačními toky, četností a dávkování dat a aby respektovala agregaci dat ve směru k vrcholu organizační struktury.

5. Rozhodnutí

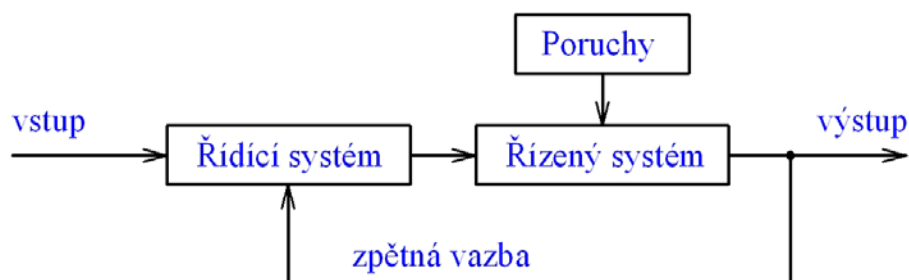
Toto je klíčová dílčí úloha. Zde řídicí subjekt pracuje s několika variantami pro řízení procesu, z nichž volí tu nejvhodnější, tedy hledá cestu k optimalizaci. Celý proces simuluje před vlastním výběrem varianty matematickými nebo fyzikálními metodami a modeluje tak budoucí stav. V souladu s rozvojem exaktních metod řízení a výpočetních metod dnes ve valné míře využívá matematické simulace. Zjišťuje odezvu ke krokům ještě před jejich realizací. Může však také pracovat metodou variace hodnot, čili pokus – omyl. Tato metoda sice zajišťuje okamžité měření reálných výsledků řízení, avšak obecně vede k dosažení cílů až v delším časovém úseku a navíc většinou vyžaduje vyšší náklady.

6. Kontrola

Kontrola znamená porovnání parametrů předikovaného stavu se skutečně dosaženými parametry v cílovém stavu. Tato dílčí úloha tedy představuje pro řídicí subjekt zpětnou vazbu. K jejímu zajištění je nezbytný informační systém, stejný jako pro plnění dílčí úlohy v bodě 1. Zde tento informační systém na sebe přebírá úlohu zpětné vazby. Velikost případné odchylky mezi předikovanými parametry (podle algoritmu v bodě 3) a dosaženými parametry tvoří základ pro etapu identifikace nového stavu. Po ukončení kontroly tedy nastupuje nová dílčí úloha identifikace, za ní stanovení nových cílů, stanovení nového algoritmu atd. Po šesté dílčí úloze tedy začíná nový časový cyklus řízení.

1.3. Blokové schéma řízení, regulace a ovládání

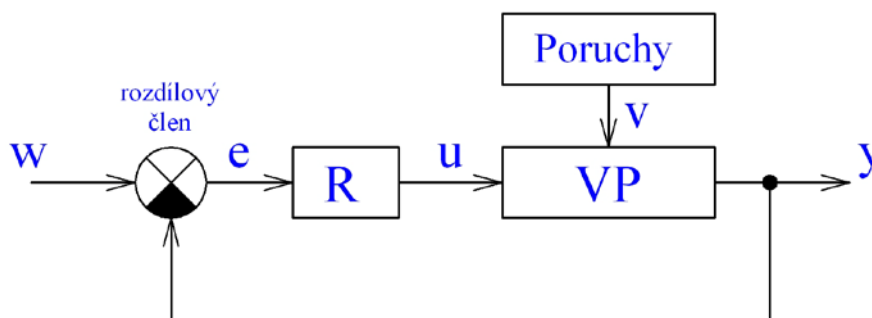
Obr. 1.1 znázorňuje zjednodušené blokové schéma řízení, které obsahuje řízený systém, řídicí systém, vstupy a výstupy.



Obr. 1.1 Schéma řízení

Řídicí systém zajišťuje funkce 2 – 5, které jsou specifikovány v předešlé kap. 1.2, zpětná vazba představuje 6. funkci – kontrolu a v případě opakujících se cyklů i 1. funkci – identifikaci procesu. Do obecného schématu vstupují poruchy, které z hlediska řízení výrobního procesu znamenají jakékoliv změny nastalé v okolí sledované scény. Bývají to změněné podmínky existující mimo řídicí řízený subjekt. Je to např. změna legislativy, změna kvality vstupů, nestabilita dodávek v čase, kvalitě a množství, přechod na nový model řízení a další vlivy, které nebyly na samém začátku řídicího cyklu zahrnuty do 2. funkce – algoritmus řízení, případně i do jiných funkcí.

Řízení můžeme v zásadě rozdělit do dvou hlavních skupin. Je to řízení s regulací a ovládání. Rozdíl mezi těmito dvěma způsoby řízení spočívá zejména v tom, že do systému řízení s regulací (obr. 1.2) je včleněn regulátor R , jakožto jeho nedílná součást. Regulátor R pracuje s informacemi ze zpětné vazby, čili z funkce v bodě 6, které dostává v předzpracovaném stavu od součtového, příp. rozdílového členu. Úloha součtového (rozdílového) členu je stanovit odchylku výstupní veličiny y od žádané veličiny w . K odchylce obou veličin dochází vlivem působení poruchových signálů v vstupujících do výrobního procesu VP . Cílem řízení je



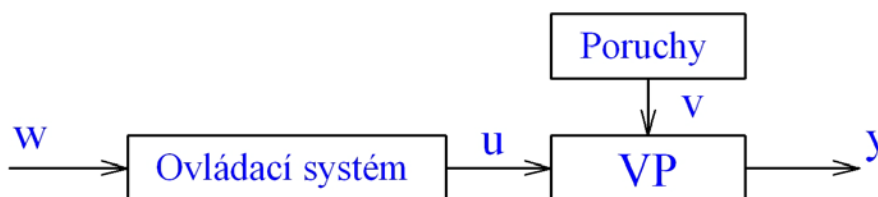
Obr. 1.2 Řízení s regulací

dosáhnout nulové hodnoty rozdílu $w - y$. V praxi se dosahuje nenulové hodnoty e , kde

$$e = w - y \quad (1.1)$$

Hodnota e je regulační odchylka, kterou stanoví onen součtový (rozdílový) člen. S regulační odchylkou e pracuje regulátor, který vyšle akčním členům akční veličinu u . Akční členy jsou součástí řídicího systému jakožto periferní zařízení vnějšího okruhu, ale jsou umístěny v procesu. Na základě akční veličiny u jsou nastaveny parametry řízeného (zde výrobního) procesu tak, aby se docílilo co největšího přiblížení $y \rightarrow w$, tedy z hlediska funkce součtového nebo rozdílového členu $e \rightarrow 0$. Zpětná vazba začíná na výstupu z výrobního procesu, kde se měří výstupní signál y . Účinnost regulace závisí na identifikaci snímaných výrobních dat, tedy na kvalitě informačního systému. Na to je dnes kladen ve výrobních procesech značný důraz. Závisí nejen na množství dat, ale i na jejich přesnosti, správné vypovídací schopnosti, utřídění a správnému přiřazení počátečním podmínkám. Data tedy musí být správně determinovaná a strukturovaná, případně i agregovaná v souladu se strukturováním výrobního procesu.

Systém ovládání výrobního procesu schématicky znázorňuje obr. 1.3. Na rozdíl od předešlého



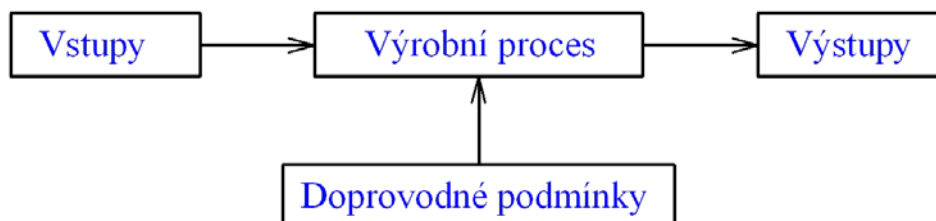
Obr. 1.3 Ovládání výrobního procesu

systému nepracuje ovládání s regulací. Systém tudíž nemá součtový nebo rozdílový člen a neporovnává se velikost odchylky $w - y$, tedy velikost regulační odchylky e . Chybí zde tedy zpětná vazba., která by mohla zaznamenat změny ve výrobním procesu nastalé vlivem i nadále působících poruchových signálů v . Zpětná vazba zde tedy nepůsobí. 6. funkce – kontrola, jejíž výsledek by mohl zasáhnout do změny podmínek řízení, zde tudíž není.

Takovýto způsob řízení je založený na pevných programech, které nemají možnost adaptovat se v čase.

1.4. Podstata výroby

Výrobní proces představuje přeměnu zdrojů na výrobky., jak ukazuje následující schéma.



Obr. 1.4 Schéma výrobního procesu

Vstupy jsou zde představovány různými zdroji, kterými mohou být např. suroviny, různý materiál, polotovary, komponenty a součástky, ale i lidský potenciál, modely, software, know-how apod. Výstupy mohou být hmotné nebo nehmotné. Hmotné výstupy jsou výrobky materiální povahy, jako např. strojírenské výrobky, hutní materiál, potraviny, spotřební zboží, upravené suroviny, pokud jsou výstupem těžební činnosti, aj.

Nehmotné výstupy jsou dvojí. Jsou to služby, které jsou dnes ve stále větší míře součástí dodávek materiálních výrobků. Zákazník jako součást výrobku kupuje k němu servis, montáž, zavádění, příručky k provozování a údržbě, provedení kompletního záběhového provozu ze strany dodavatele a další služby od dodavatele. Mimo to si zákazník může zakoupit službu nezávislou na dodávce materiálního výrobku. Ve stále větší míře to bývají činnosti, které výrobci v souvislosti se zeštíhlováním výroby převádějí do externích firem. Tak se k hlavnímu procesu výroby nakupuje např. údržba, projektování, měření, revize, diagnostika, některé ekonomické služby, právní služby, i marketing, propagace, sociální a bezpečnostní služby a další.

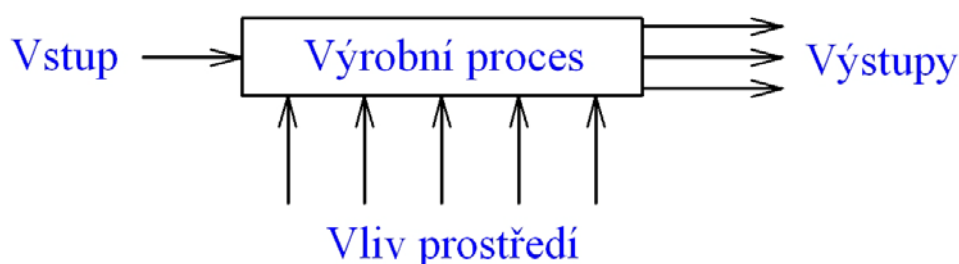
Druhým nehmotným výstupem výrobního procesu jsou výrobky nemající materiální povahu. Ještě v době nedávno minulé se tato kategorie vůbec neuváděla ve výstupech. Postupem času však ve světě i u nás vznikla celá řada firem, které na trh přicházejí s novými produkty nemateriální povahy. Jsou to např. softwarové firmy nebo společnosti pracující v oblasti výzkumu a vývoje, školicí firmy nebo firmy pracující v oblasti práce s lidmi. Ostrou hranici mezi výrobním procesem s nehmotným výstupem podle prvního a druhého schématu lze někdy těžko nalézt. Přesto však je třeba si druhé schéma výrobních procesů s nehmotným výstupem uvědomit, protože ve světě je stále více firem, které na vstupu pracují výlučně s informacemi a na výstupu produkují zase informace.

Ve schématu výrobního procesu na obr. 1.4 jsou ještě znázorněny doprovodné podmínky. V případě materiální výroby to jsou různé informace vstupující do výroby, organizační podmínky (orgware), znalostní podmínky (brainware), logistika, legislativa, ale i technologický vývoj a vývoj softwaru. Změny v doprovodných podmínkách se podílejí na

zavádění poruchových signálů do procesu. Doprovodné podmínky, stejně jako vstupy, mohou být výstupem z jiných výrobních procesů. Představíme-li si tedy propojení vstupů, výstupů a doprovodných podmínek z různých výrobních procesů, dostáváme nekonečnou síť.

1.5. Neurčitost řízení

Změny vnějších podmínek doprovázejících výrobní proces předurčují stochastickou povahu procesu řízení. Z toho vyplývá neurčitost v procesu řízení a nejistota na výstupu. V důsledku toho se docílí různě široký rozptyl výstupů (obr. 1.5). Zde je vidět potřeba kontroly



Obr. 1.5 Grafické znázornění neurčitosti řízení

výstupního stavu (y), což klade důraz na informační systém. Ze schématu je vidět, že vlivem stochasticity nejsou výstupy diskrétně přiřazeny vstupům.

1.6. Časová povaha řízení

Vstupy i výstupy výrobního procesu se mění v čase. Z toho pohledu můžeme rozlišit dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé řízení. Nástrojem časově distribuovaného řízení jsou plány: dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé. Podle typu výrobního procesu se do dlouhodobé kategorie zahrnují roční plány a plány s delším časovým dosahem, do střednědobé kategorie plány od úrovně jednoho nebo několika měsíců do jednoho roku, do kategorie krátkodobé se zahrnují plány směnové, denní, týdenní, dekadní, nejvýše řádově do jednoho měsíce.

Podle toho, jaká časová hladina se při řízení výrobního procesu aplikuje, se volí kritéria jakožto cíl řízení. Z toho pohledu nemusí být dosažení maximálního zisku vždy hlavní kritérium dlouhodobého řízení. Cílevědomý podnikatelský subjekt ví, že dosažení zisků si může rozložit v čase. V tomto čase může investovat do svých technologií, inovací, pracovních sil, upevnit si své postavení v konkurenční sféře a teprve poté bude těžit z investování do předešlých vyjmenovaných procesů. Jako kladné příklady lze uvést vznik a setrvání vícegeneračních rodinných firem, které se staly základem budování průmyslového potenciálu v našich zemích i v zahraničí.

1.7. Kvalitativní stránka řízení

Kvalitativní stránka řízení je distribuována do tří úrovní: strategie, taktika a operativa. Jejich plnění je obsahem řídicí činnosti tří odpovídajících úrovní hierarchicky uspořádané organizační struktury výrobního podniku a často se také kryje s časovými úrovněmi řízení.

Strategie rozhoduje o umístění výrobce v hodnototvorném řetězci společnosti. Strategie se zabývá hlavními úkoly, nesmí být zahlcená podružnými úkoly nebo operativou. Její tvorba je předmětem činnosti vrcholového článku řízení. Při tvorbě strategie je nevyhnutelné používat intuici, a to i přes řadu exaktních metod, které se dnes v procesu řízení výroby aplikují. Výrobní podniky si podle typu své výroby vypracovávají strategii na 10 – 20 let.

Taktika je realizační fáze strategie. Zabývá se jí střední článek řízení. Ten rozhoduje o druzích výrobků, jejich inovaci, umístění a výstavbě agregátů.

Operativa je předmětem nejnižšího článku řízení. Využívá modely a algoritmy, podílí se na tvorbě expertních systémů. Má nejmenší prostor pro intuici a pracuje vesměs exaktním způsobem.

Všechny hierarchicky umístěné stránky řízení využívají různé nástroje ke své aktivaci. Jejich specifikaci, spolu s obsahem činnosti znázorňuje tab. 1.1. V ní SWOT analýza

Tab. 1.1 Řídicí úrovně podniku

Úroveň	Úloha	Obsah	Nástroje
Strategické řízení	Stanovení dlouhodobých strategických cílů (10 – 20 let)	Výrobní politika	- Marketingový průzkum - Analýza okolí firmy – zdroje, suroviny, ekonomická úroveň země, politická úroveň atd. - SWOT analýza
		Výběr trhů	
		Definice konkurenční pozice vlastní firmy	
		Výběr dodavatelů vstupů (zdrojů)	
		Rozvoj technologií	
		Inovace výrobků	
		Rozvoj lidských zdrojů	
		Organizace firmy	
Taktické řízení	Rozpracovat strategických cílů do podmínek výroby	Určení výrobního programu	- Strategický plán - Marketingový průzkum - SWOT analýza
		Plány výroby	
		Plány inovací	
		Plány investic	
		Základní dispozice výrobních celků	
		Materiálové toky	
Operativní řízení	Detailní rozpracování taktických postupů do podmínek výroby	Operativní plánování (směna, den, dekáda, měsíc)	Taktický plán
		Plánování a rozvrhování výroby	
		Operativní řízení výroby,	

		zásobování, expedice, přepravy atd.	
--	--	--	--

představuje predikci stavu výrobního procesu ve fázi před 5. funkcí – rozhodnutí. Je to formulace silných a slabých stránek daného postupu, příležitostí a rizik jeho realizace (z anglického silný – strong, slabý – weak, příležitost – opportunity, riziko, hrozba – threat). v praxi se tato metoda používá dosud jen do úrovně kvalitativního zhodnocení projektu. Nabízí se však prohloubení této metody do úrovně kvantitativního zpracování. Tím se rozumí váhové, bodové nebo obecně regresní ohodnocení jednotlivých parametrů zařazených do SWOT analýzy. Z toho pak vyjde číselné vyjádření této SWOT metody, zejména pak kladná nebo záporná hodnota. Při výpočtu záporné hodnoty by mělo vrcholové vedení podniku rozhodnout o neuskutečnění takového projektu nebo o změně počátečních parametrů a novém propočtu, který povede ke kladnému výsledku.

1.8. Diverzifikace výroby

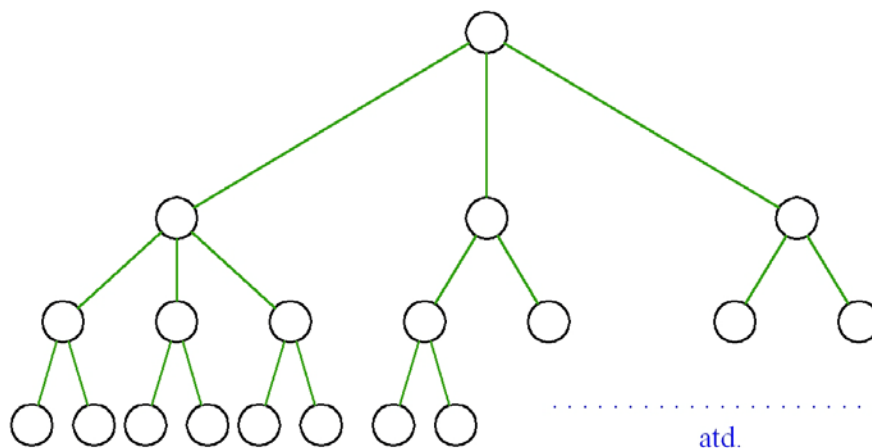
Některé výrobní procesy do sebe integrují jiné výrobní procesy. S cílem zvýšení přidané hodnoty integrují technologicky následné výrobní procesy. Anebo s cílem zajištění vstupů, zejména stability jejich ceny do sebe integrují technologicky předcházející výrobní procesy. Říkáme, že jeden výrobní proces diverzifikuje do dalšího, následného nebo předešlého. Integrace výrobních procesů se tak stává mechanismem diverzifikace. První případ je dopředná diverzifikace a druhý případ je zpětná diverzifikace. Diverzifikace má vektorovou povahu, protože má svůj směr a smysl. Má však i svou velikost, zde hloubku proniku do druhých výrobních procesů.

Výsledkem dopředné diversifikace je, za předpokladu zachování stávajícího výrobního sortimentu a současně přijetí nového výrobního sortimentu po uskutečnění oné diverzifikace, rozšíření portfolia výroby. To se projeví ve zvětšení šíře výrobního programu a služeb. Rozšíření portfolia výroby však nemusí vždy platit. Účelem diverzifikace může být i specializace výroby, což má za následek i zúžení výrobního sortimentu. Ve svém důsledku může takové zúžení – specializace přinést výrobci kýžený ekonomický efekt, protože zúženým a specializovaným sortimentem může lépe proniknout na trh. Rozšíření sortimentu však má tu výhodu, že podnik lépe může reagovat na změny v požadavcích trhu. Obojí přístup, zúžené i rozšířené portfolium, nesmí být statická kategorie. Musí se vyvíjet v čase, musí se inovovat. A v takovém případě se výrobce nemusí obávat ztráty postavení na trhu.

1.9. Organizační struktury

Lze rozlišit tři základní typy organizačních struktur. Jsou to typy hierarchické, týmové a mozaikové.

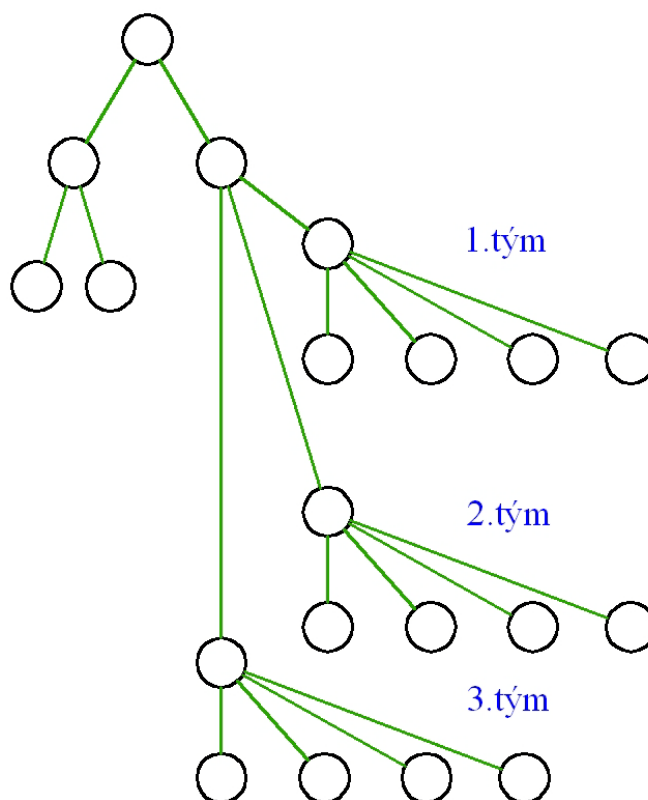
Dosud nejrozšířenější a v různých modifikacích existující je tzv. pyramidální struktura jakožto základní představitel hierarchicky uspořádaných organizačních struktur (obr. 1.6). Tato organizační struktura má nejhlubší tradici. Její propracování je spojeno se jménem



Obr. 1.6 Pyramidální organizační struktura

ekonoma – manažera Alfreda Sloana. Systém se vyvíjel od 19. století a dále v průběhu celého 20. století. Dospělo do vrcholové dokonalosti. Výsledkem bylo to, že (zejména u velkých podniků) se organizační struktury takřka úplně shodovaly. V tomto systému je přesně vymezeno pole řízení jednoho článku nad dalšími. Z hlediska toku informací jedním nebo druhým směrem převládají vertikální vazby. V 70. letech minulého století se ukazovaly slabiny tohoto systému. Tok informací je zdlouhavý. Uplatňuje se zde řízení funkcí, namísto řízení procesu.

Mnoho stupňů v hierarchii řízení se ukázalo jako brzda v rychlosti toku informací, a proto se začaly řídicí pyramidy zplošťovat postupným ubíráním některých článků řízení. Limitní stav je pak týmová organizace. Její příklad ukazuje obr. 1.7 pro řízení určité části výrobních procesů. Zde je celá jedna větev původní pyramidální struktury přeorganizována na týmové uspořádání. Řízení týmů tkví v činnosti koordinátora či moderátora týmu. Životnost týmu je dána dobou řešení daného projektu. Po ukončení jeho řešení se tým rozpadá. Za předpokladu řešení dalšího projektu se utváří jeho nové profesní složení ve shodě s problematikou zadání řešené úlohy. Jeden pracovník může pracovat i v několika týmech. Z hlediska toku informací převládají vazby horizontální.



Obr. 1.7 Týmový typ organizační struktury

Snaha o univerzálnost organizační struktury vedla k průniku klasické struktury určené pro řízení procesů či funkcí a struktury určené pro řízení projektů. Vznikla tak mozaiková organizační struktura maticového typu, schématicky znázorněná na obr. 1.8. Toto schéma

Projekt Výrobek	Proces								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									

Obr. 1.8 Organizační struktura pro procesní řízení

ukazuje příklad organizační struktury řídící 9 procesů (řekněme 9 klasických funkcí, jako je marketing, vývoj, kontrola, zásobování, ekonomické služby a jiné) a 4 projekty (řekněme 4 druhy výrobků nebo 4 projekty). Jednotlivé buňky matice jsou vyplňovány požadavky ze strany manažerů projektů na funkční místa v organizační struktuře, tedy na manažery procesů. Tyto požadavky specifikují personální, materiální, profesní a termínové zajištění daných projektů. Celá matice je pak vyplněna v jednom směru parametry charakterizujícími zajištění projektů a ve druhém směru parametry, které ukazují, do jaké míry je vyplněna kapacita jednotlivých funkčních míst určených pro řízení a výkon v jednotlivých procesech.

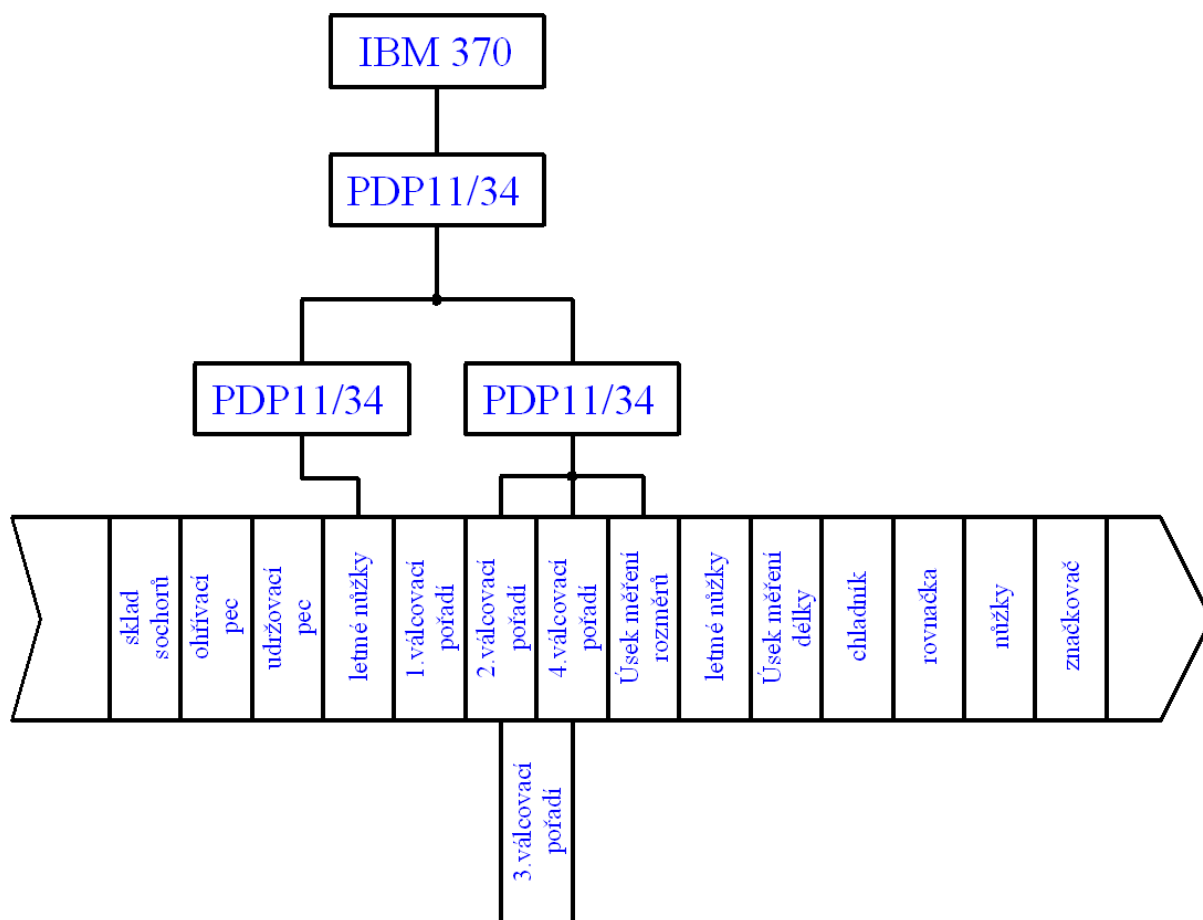
Srovnání hlavních charakteristik a efektů funkčního a procesního řízení uvádí tab. 1.2.

Tab. 1.2 Funkční a procesní řízení

Funkční řízení		Procesní řízení	
Vlastnosti	Efekty	Vlastnosti	Efekty
Autonomní provádění činností v útvarech	Vysoká odbornost – specializace, ale bez záruky provázanosti	Integrace činností v jednotlivých útvarech	Pružná a rychlá spolupráce
Lokální optimalizace v útvarech	Nezaručená celková optimalizace	Optimalizace celých procesů i s rizikem nedosažení max. parametrů v jednotlivých útvarech	Ve výsledku je celková optimalizace a maximální parametry
Odpovědnost za funkční úsek	Nízký zájem o ostatní funkce	Odpovědnost za proces	Vysoká angažovanost v celém funkčním spektru
Měření výkonnosti útvarů finančními ukazateli platnými pro celou organizaci	Hodnotitelské parametry pro celou organizaci nemusí odpovídat specifikům jednotlivých útvarů	Měření výkonnosti jednotlivých procesů	Jednodušší identifikace konkrétních problémů (poruchových signálů a odezvy)
Zaměření větší měrou na důsledky jevů	Nevytváří podmínky pro prevenci	Zaměření větší měrou na příčiny jevů	Umožňuje prevenci, úspora nákladů na řešení následků
Sklon k vytváření vysokých, víceúrovňových organizačních struktur	Těžkopádnější komunikace. informace přes nadřízené stupně, horší adaptace na změny vnějšího prostředí (poruchové signály)	Možnosti pro vytváření plochých organizačních struktur	Podpora lepší kvality a větší rychlosti komunikace, vyšší pružnost, umožnění práce v týmech

Organizační struktury předurčují tok informací a obráceně: predikovanému toku informací by mělo odpovídat budování organizačních struktur. V praxi to jsou hierarchicky uspořádané, víceúrovňové systémy. Jako příklad takových systémů zahrnujících jak úroveň řízení technologického procesu, tak i úroveň řízení výroby, ale i úroveň řízení podniku může sloužit řídicí systém nasazený ve válcovně středních a jemných profilů v závodě ArceloMittal Ostrava. Obr. 1.9 ukazuje technologické schéma válcovny a architekturu víceúrovňového systému založeného na bázi počítačů PDP 11/34. Vrcholová úroveň pro řízení podniku je osazena počítačem IBM 370. Funkce řízení jsou zde distribuovány do tří úrovní:

- přímé řízení technologického procesu, zajišťované nejnižší úrovní řídicího systému
- řízení výroby a koordinace technologických a výrobních operací, zajišťované střední úrovní řídicího systému
- řízení závodu, které zabezpečuje vrcholová, podniková úroveň řídicího systému



Obr. 1.9 Technologické schéma a architektura řídicího systému na střeďojemné válcovně

Funkce všech tří úrovní řídicího systému ukazuje tab. 1.3.

Tab. 1.3 Funkce tříúrovňového systému řízení střeďojemné válcovny

Úroveň řízení	Řídicí funkce
Podnik a závod IBM 370/148	plánování výroby tratě
	řízení skladu válců
	řízení skladu ND
	řízení výběhového úseku a expedice
	OTE o výrobě
	statistika
Koordinace a řízení výroby PDP 11/34	denní plán výroby
	denní plán výroby
	směnový plán výroby
	koordinace výroby v jednotlivých úsecích tratě
	sledování toku materiálu
	řízení kadence výroby
	zpracování instrukcí pro řízení provozních. agregátů
	zobrazení pracovního stavu tratě
	sběr dat

Technologie	Letmý nážek PDP11/34	tisk protokolů
		koordinace letmých nážek a návazných agregátů
		výpočet optim. dělení
	Válcovací trať PDP 11/34	DDC letmých nážek
		výpočet kalibračních řad
		stavění válců
		měření technologických parametrů
		řízení oběhu válců
		sběr dat
		tisk protokolů

1.10. Úloha lidského faktoru v řízení

Řízení se z hlediska 2. funkce – cílevědomosti, uvedené v kap. 1.1, dělí takto:

- Řízení vědomé:

- Řízení verbálně logické, které funguje na principu: jestliže/pak, if/then, +/- nebo 0/1. Tento způsob řízení se tedy dá vyjádřit Booleovskou algebrou vycházející z matematické logiky.
- Řízení exaktní, které se dá vyjádřit v kvantifikovatelných pojmech. Sem patří využívání exaktních modelů, standardů, norem, výpočtových metod, rozhodovacích tabulek a dalších exaktních metod. Tento způsob řízení lze normalizovat, standardizovat a optimalizovat.

- Řízení intuitivní, které je vesměs založeno na validaci hodnot a funguje na principu: pokus/omyl.

Objektivita verbálně logického řízení závisí na množství nabytých zkušeností s různými provozními stavy. Čím delší dobu systém pracuje a s čím větším množstvím různých stavů se řízení musí vyrovnat, tím větší objektivita se docílí. Tento způsob řízení nese v sobě tedy znaky expertních systémů. Intuitivní řízení je v daleko větší míře ovlivněno lidským subjektivním přístupem než exaktní řízení. Spodní (operativní úroveň) hierarchicky uspořádaných organizačních struktur aplikuje v dominantní míře vědomé, zejména exaktní řízení. V dřívějších dobách se ve vrcholových úrovních organizačních struktur aplikovalo především intuitivní řízení. Dnes však exaktní metody masivně pronikají i do vrcholových úrovní. Dokonce i národohospodářské systémy využívají exaktní metody.



Shrnutí pojmů:

definice řízení
řízení s regulací a ovládání
operativa, taktika a strategie
integrace výrobního procesu, diverzifikace výroby, výrobní portfolio
hierarchicky orientovaný řídicí systém
organizační struktura



Úloha k řešení

Pokuste se k některým časovým stádiím v definici řízení přiřadit symboly v blokovém schématu obr. 1.2

2. VÝROBNÍ PROCES



Čas ke studiu: 10 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

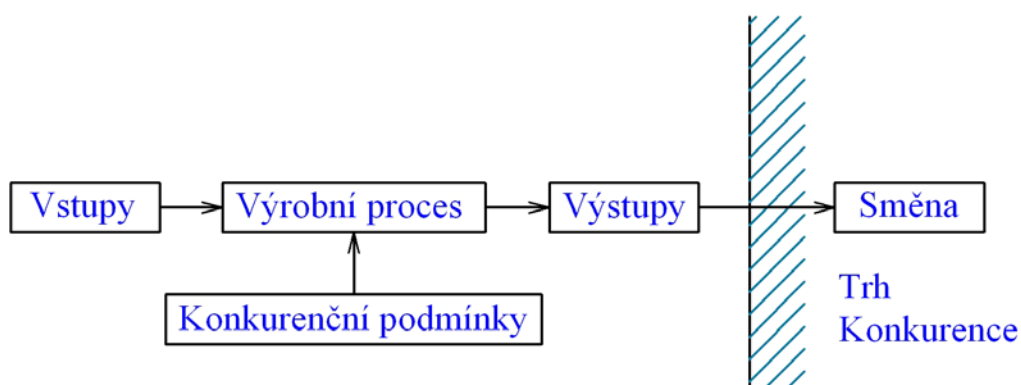
- vysvětlit vztah výrobce a zákazníka
- popsat historický vývoj v pojetí řízení výrobního procesu
- definovat hlavní typologické znaky výrobních procesů a demonstrovat je na praktických příkladech průmyslových technologií



Výklad

2.1. Výroba

Výroba je základní ekonomická činnost lidského subjektu. Výrobní proces je systém, v němž dochází k přeměně vstupů na výstupy, kterými jsou materiální nebo nemateriální výrobky a služby. Realizace výroby probíhá ve směně, v tržní sféře, jak ukazuje schéma na obr. 2.1.



Obr. 2.1 Vztah výrobního procesu a tržní sféry

2.2. Odvození konkurenční schopnosti

Výsledkem interakce výroby a směny je vznik konkurence. Konkurence se projeví až v tržní sféře, tedy až ve směně. Podmínky pro ni však výrobce (i konkurenční výrobce) zakládá již ve fázi vlastního výrobního procesu. Dochází k tomu již v přípravě výroby, ve fázi inovace, ba dokonce již v marketingovém průzkumu.

V ekonomickém makroměřítku je ukazatelem konkurenční schopnosti hrubý domácí produkt vztažený na jednoho obyvatele (HDP). Obecně matematicky se to dá vyjádřit

$$\text{konkurenční schopnost} = f(HDP), \quad (2.1)$$

kde funkční vztah odpovídá přímé úměrnosti v lineárním nebo nelineárním tvaru. Pravou stranu předešlé rovnice si konkretizujeme takto:

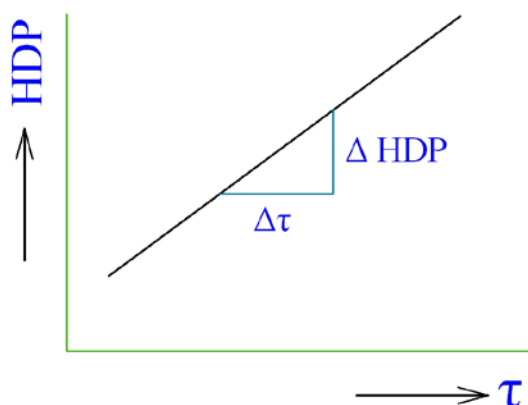
$$HDP = A \cdot k, \quad (2.2)$$

kde je A produktivita jednotky kapitálu, která představuje úroveň technologie v dané ekonomice a která se vyjadřuje v $[Kč/Kč, Kč/t, \dots]$, a k je množství kapitálu na jednoho obyvatele, které se vyjadřuje v $[Kč, t, \dots]$.

Pro růst ekonomiky musí platit

$$\frac{\Delta HDP}{\Delta \tau} = \frac{\Delta(A \cdot k)}{\Delta \tau} \quad (2.3)$$

Zde je τ čas. Pro růst ekonomiky a její konkurenční schopnosti musí platit závislost znázorněná graficky na obr. 2.2, kterou lze v krátkodobém úseku nahradit přímkou.



Obr. 2.2 Průběh HDP v čase τ

Z rov. (2.3) a znázornění průběhu časového průběhu HDP vyplývá, že pro růst ekonomiky musí platit vztah

$$\frac{\Delta HDP}{\Delta \tau} > 0 \quad (2.4)$$

Slovní interpretace matematických závěrů vyznívá takto: Je-li kapitál konstantní, pak musí růst jeho produktivita, čili úroveň technologie. Tato etapa představuje intenzivní růst. Dosáhlo-li se v daném čase mezní hodnoty A a úroveň technologie se již nezvedá, musí se pro ekonomiku zajistit další přítok kapitálu, a to ať už finance, stroje a nové investice, nebo i pracovní síla. V moderních ekonomikách jsou to především vědečtí a jiní špičkoví pracovníci. Tato druhá etapa růstu se vyznačuje extenzivním rozvojem. Z toho vyplývá, že pro růst ekonomiky a konkurenční schopnosti je nezbytný pohyb kapitálu v globálním měřítku. Ekonomiky, které se uzavírají do sebe, izolují se a nevyužívají onoho volného pohybu

kapitálu z chybné obavy před konkurencí, nevyhovují nerovnosti (2.4) a ztrácejí pak i konkurenční schopnost.

Růst konkurenční schopnosti lze matematicky vyjádřit takto:

$$\text{Gradient konkur. schopnosti} = f(\text{index ek, tvořivosti, fin. index, mezinár. index}) \quad (2.5)$$

Index ekonomické tvořivosti v obecné rov. (2.5) představuje inovace, transfer technologií, výzkum a vývoj, pohyb v licencích a know-how. Finanční index vychází z úrovně finančního systému zavedeného v dané ekonomice, z tempa úspor, úvěrových podmínek, úrokové úrovně a z poměru úložek peněz do bank vůči jejich vkládání do investic. Mezinárodní index charakterizuje ekonomickou integraci v lokálním nebo globálním měřítku.

2.3. Základní historická stadia ve vývoji řízení výroby

Z historického pohledu lze rozlišit čtyři základní vývojová stadia v proměně výroby:

- individuální výroba
- řemeslná výroba
- průmyslová výroba
- pružná výroba

Tato vývojová stadia nejsou od sebe časově ostře odděleny. Při přechodu jednoho stadia do druhého vždy existuje dlouhý časový úsek se souběhem po sobě následujících stadií. Vývoj jednotlivých stadií není ve světě rovnoměrný. Nejrychlejší tempo ve vývoji mají ve světě ta území, která mají nejvhodnější geografické, surovinové, případně klimatické podmínky. Poslední tři stadia existují v různých místech světa podnes. Ve vyspělých ekonomikách však starší výrobní systémy nejsou již dominantní a největší podíl na výrobě mají poslední dvě stadia.

Individuální výroba se vyznačuje tím, že si výrobní subjekt – individuální člověk zajišťoval všechny procesy spojené s výrobou sám. Sám si výrobu naplánoval, sám si zajistil materiál, dnes bychom řekli zásobování, sám si vyráběl a spotřeboval. Výroba směřovala k uspokojování jeho osobních potřeb a výrobky ve valné míře nesloužily ke směně. Pokud ano, tak i směnu si výrobce zajišťoval sám. Toto stadium zaujímá nejdelší časový úsek v existenci lidstva a samo v sobě se s časem také vyvíjelo.

Řemeslná výroba je charakterizovaná sdružováním lidí ve výrobním procesu. Výroba je realizovaná v řemeslnických dílnách, kde se postupem času počíná projevovat dělba práce a specializace. Z toho pohledu lze stadium řemeslné výroby rozdělit zhruba na dvě etapy. V první etapě se na výrobě výrobku podílí individuální pracovník od samého začátku až po ukončení díla. Ve druhé etapě, kdy je již značně rozvinutá specializace oborů a práce, individuální pracovníci vykonávají na daném díle jen svůj podíl práce. Proto na daném díle pracuje řada pracovníků různých specializací a práce už je ryze kolektivní. Stadium řemeslné výroby je organizováno do cechovního uspořádání. Počínaje tímto stadiem převládá výroba zboží pro směnu.

Průmyslová výroba má svůj počátek v zemích s nejrozvinutější ekonomikou a obchodem, a to ve Velké Británii a Nizozemí. Souvisí to s geografickými podmínkami, spojením s mořem a dopravními cestami. Proto již v 16. století se v některých oborech v těchto zemích převedla výroba na průmyslový způsob. V průběhu 19. století se výrobní procesy přeorganizovaly na průmyslové linky a typickou pásovou výrobu. Výroba v manufakturách se tak přenesla do továren dnešního typu.

O rozvoj průmyslové výroby se zasloužilo mnoho významných ekonomů a podnikatelů. Zde si připomeňme alespoň některé z nich. Frederik Winslow Taylor, působící na přelomu 19. a 20. století, je označován jako analytik. Poprvé zavedl měření práce a časů, normování práce a úkolové řízení. Výrobní proces dekomponoval na dílčí procesy. Každému dělníkovi vymezil přesně jeho pracovní prostor, úkol a čas. U dělníků se nevyžadovala žádná vlastní iniciativa a ani se u něj nepředpokládala nějaká snaha o zvyšování kvalifikace.

Naopak Henry Ford, který masově zavedl pásovou výrobu, je považován za syntetika. Stejně jako u Tailora, je u něj výrobní proces členěn na mnoho dílčích procesů, avšak k řízení je přistupováno vcelku, komplexně.

České modifikace průmyslové výroby jsou charakteristické komplexním přístupem podnikatelů ke svým zaměstnancům. Tedy nikoliv jen jako k pracovní síle, nýbrž často jako k partnerům, jejichž zkušeností podnikatel využíval k rozvoji podniku. Zde je možno za všechny ostatní připomenout známou rodinu Baťů ve Zlíně, další moravské podnikatele v oboru stavebnictví, bratry Kleiny, nebo podnikatele Vojtěcha Alberta Lannu, rodáka z Českých Budějovic, který působil především v oboru výstavby vodních děl, ale také založil doly a hutě na Kladně. Stejně jako moravští Baťové i rodina Lannů z Čech a řada dalších podnikatelů vedla vícegenerační firmy. Tito podnikatelé vkládali do svého způsobu řízení kromě technických a ekonomických kritérií sociální aspekty, budovali firemní kulturu a firemní styl. K řízení měli tudíž globální přístup. Podobně vystupovala rodina Rothschildů ve Vítkovicích, byť tato rodina nebyla česká, ale působila v česko-německém prostředí.

Stadium pružné výroby je charakterizováno budováním pružných výrobních systémů, v literatuře někdy uváděných zkratkou FMS – flexible manufacture system. Zatímco průmyslové stadium zajišťuje hromadnou výrobu převážně v jednoduchém sortimentu na sklad, pro anonymního zákazníka, pružné výrobní systémy se vracejí k zakázkové výrobě, byť v hromadném množství, zato však v širokém sortimentu. Tato etapa je spojena s bouřlivým rozvojem techniky, technologie, aplikací vědy v recesech, koncipování pružných výrobních systémů s využitím automatizace, robotizace a informačních systémů.

Další osobnosti a mezníky ve vývoji řízení výroby:

Francis Bacon Gilbert:

Hledal cesty ke zlepšování, ve výrobním procesu zaváděl různé pomůcky. Taylorismus byl k prosazování do praxe jednodušší, tedy i snadnější, a proto se prosadil rychleji. Česká škola se v poválečných letech 1919 – 1924 přiklonila ke Gilbertovi.

Alfred Sloan:

Vrcholový manažer General Motors, zakladatel hierarchicky rozvrstvených struktur velkých podniků, jak je známe z řady aplikací organizačních struktur i u nás v 70. a 80. letech minulého století. Sloan zaváděl kategorii profesionálního manažera. To mělo za následek

migraci manažerů a v důsledku toho se projevil příznivý vliv na přenos metod řízení a dovedností mezi obory. Tyto myšlenky u nás doznávají odezvy teprve dnes anebo krátce před koncem 20. století.

Peter F. Druker:

Profesor ekonomie a pokračovatel Sloanův. K profesi manažera však přiřadil nutnou orientaci v oboru, oborové znalosti a dovednosti

Japonsko:

Pod správou USA (generál Douglas MacArthur) po II. světové válce rozvinulo systém řízení až do výkonných funkcí, čili do nejnižších úrovní v organizační struktuře. Dělníci byli zaangažováni do řízení výroby i obchodu. Byli považováni za hybnou sílu v rozvoji řízení.

Německo:

Po realizaci Marshallova plánu na obnovu hospodářství po II. světové válce kladlo Německo důraz na specializaci výrobního zařízení i pracovních sil. Je to období zrodu nebo obnovy špičkových dodavatelských firem v oboru strojírenství, elektrotechniky, automatizace a dalších. Tyto firmy kladly důraz na spolupráci techniků i dělníků při technickém řešení. Podporovala se vysoká vzdělanost ve všech kategoriích pracovníků.

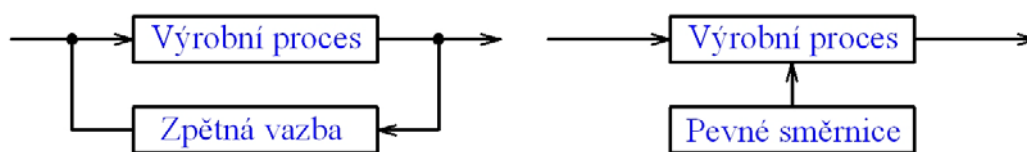
Itálie:

V 60. a 70. letech její ekonomika zaznamenala jeden z nejprudších růstů. V tomto období lze spatřovat kořeny tzv. klastrů. Jsou to útvary složené z výrobců, institucí z předvýrobních etap a univerzit, které se zakládají za účelem zvýšení konkurenční schopnosti oborů nebo lokalit. Po vzoru prvotních klastrů teritoriálně orientovaných na textilní průmysl dnes vzniká ve světě celá řada klastrů v různých oborech. Známé je několik klastrů i v Moravskoslezském kraji (v oboru strojírenství, zpracování dřeva a informatice).

Švédsko:

Vychází z názoru, že 80 % výkonu záleží na technické a výkonové úrovni strojů a jen 20 % na pracovní síle. Tento názor je sice v rozporu s poznáním o důležitosti pracovní síly ve výrobním procesu, nicméně zasloužil se o pokročilé technické vybavení výrobní základny. Švédsko bylo vždy příkladem tzv. sociálního státu. Jeho sociálně-ekonomický systém zapříčinil malé rozdíly v odměňování manažerů. V důsledku toho se zvedla migrace manažerů a s nimi i výměna dovedností mezi jednotlivými obory, což samo o sobě je pozitivní jev.

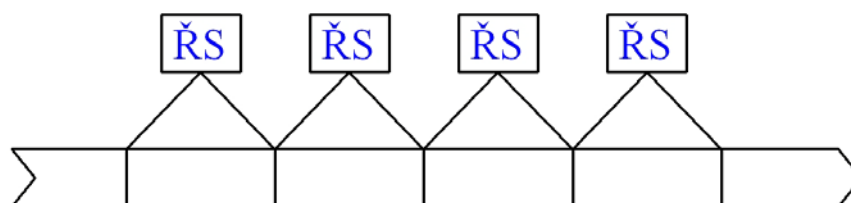
Historický přehled ukazuje, že úloha lidského kapitálu stoupá. Kvalifikované pracovní síly se stávají nejcennějším kapitálem pro realizaci výrobního procesu. Výrobní procesy vyznačující se v historii převážně zpracováním hmoty se postupem času přeměňují na takové procesy, kde významnou roli hraje sběr a zpracování dat a práce s daty. Zvyšuje se proto úloha informačních systémů. Výrobní procesy proto pojímají do sebe informační systémy jako nedílnou součást. Úloha informačních systémů pro potřeby řízení tkví zejména ve zpětné vazbě. A jen zpětná vazba umožňuje regulovatelnost systémů. Systém nevyužívající zpětnou vazbu a neumožňující regulaci se řídí pevnými, předem danými směnicemi, normativy a pravidly, a to bez možnosti adaptace na nové nastalé podmínky. Takový systém postupně zaniká. Zjednodušené schéma obou typů systémů ukazuje obr. 2.3.



Obr. 2.3 Schéma regulovatelného a neregulovatelného systému

2.4. Přístupy k řízení výrobního procesu

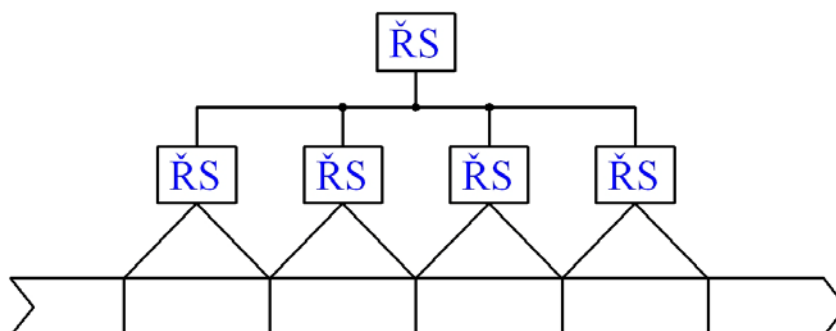
Analytický způsob řízení výrobního procesu lze schématicky znázornit, jak ukazuje obr. 2.3.



Obr. 2.4 Analytický způsob řízení

Vyznačuje se členěním celku na dílčí procesy a samostatným řízením dílčích procesů po částech. Na obr. 2.4 jsou tyto dílčí řídicí systémy označeny symbolem ŘS.

Syntetický, neboli komplexní způsob řízení výrobního procesu se vyznačuje logistickým propojením dílčích procesů do řetězce. Tento způsob zajišťuje optimalizaci systému jako celku, a to i za cenu, že výsledky v některých dílčích procesech nemusí být optimální (obr. 2.5)



Obr. 2.4 Syntetický, komplexní způsob řízení

Analytický přístup k řízení se uplatňoval vesměs zhruba do 60. let minulého století. Od 70. let nastupuje komplexní přístup. Toto časové rozdělení je jen schématické a velmi hrubé. Jsou totiž známy příklady komplexního přístupu již v předválečném období (např. u rodiny Baťů). Takové časové rozdělení slouží jen pro zvýraznění charakteristik obou způsobů a pochopení

jejich vlastností. Rozdíly v analytickém a syntetickém (komplexním) způsobu řízení tkví především v těchto parametrech:

Staré metody:

- plošné snižování nákladů podle dílčích ukazatelů
- zavádění dílčí racionalizace založené na analytickém přístupu
- řešení jen dílčí optimalizace
- zvyšování kapacit výrobních agregátů
- převážně extenzivní rozvoj ve výrobní sféře
- uplatnění hluboké specializace a dělby práce
- výroba orientovaná na hromadné zboží

Nové metody:

- systémový přístup k řízení, řízení se stává vědou
- zapojování marketingu do výrobního procesu
- zapojování logistiky do výrobního procesu
- vznik, rozvoj a aplikace informačních technologií
- zapojování pracovníků z výkonné úrovně do řízení, aktivizace lidí
- uplatnění týmové práce
- zavádění firemního stylu, firemní kultury

Porovnání tradičního podniku, vycházejícího ze starých metod, a progresivního podniku, uplatňujícího nové metody, ukazuje tab. 2.1. Tradiční podniky jsou statické. Orientují se

Tab. 2.1 Tradiční a progresivní podnik

Charakteristika	Hlavní znaky
Tradiční podnik	
Výroba je dobře a exaktně definovatelný soubor úkonů, z nichž každý může být parciálně optimalizován	Podnikové standardy a pevné směrnice
	Nulová účast nižších článků a výkonné úrovně na řízení
	Nižší požadavky na vzdělávání
	Redukce řízení na příkazy a kontrolu
Progresivní (dynamický) podnik	
Výroba je složitá a proměnlivá, exaktně nepopsatelná, nelze ji optimalizovat	Posunování klíčových rozhodnutí do nižších řídicích úrovní
	Účast výkonné úrovně na řízení
	Vyšší volnost reagování na nastalé situace
	Relativně nižší podíl kontroly
	Vysoké požadavky na vzdělávání

na zlepšování zaběhnutých postupů, nikoliv na aplikaci nových. Nezvládají prudké změny okolních podmínek a krizové situace. Progresivní podnik je dynamický. Uplatňuje nový podnikový styl. Provedl si u sebe restrukturalizaci. Pružně reaguje na vnější změny. Dovede rychle využívat nové příležitosti. Tento příklad, jakož i předešlé a též další uvedené, ukazuje „černo-bílé“ porovnání z důvodu pochopení látky. V praxi se nevyskytuje příklad ani čistě „černý“, ani čistě „bílý“, nýbrž existuje nepřeborná řada „šedých valérů“. To je ostatně stochastická vlastnost řízení (viz kap. 1.5).

2.5. Změna postavení výrobce a zákazníka



CD-ROM
Animace 1 – Interakce výrobce a zákazníka

2.6. Typologie výrobních procesů

Výrobní procesy lze rozdělit podle různých kritérií. Těmito kritérii jsou:

- výrobní program
- vlastní proces
- vstupy (zdroje)
- technologie
- časový průběh
- pracovní prostředky

a) Členění dle výrobního programu

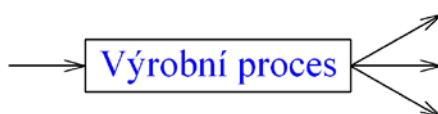
Výrobky:	hmotné nehmotné	kusové spojité	jednoduché složené
Rozsah sortimentu:	jeden výrobek více výrobků (portfolio)		
Objem výroby:	kusová sériová (malosériová, velkosériová) druhová (varianty na objednávku z hromadných nebo sériových dílů) hromadná		
Odbyt:	na zakázku na sklad kombinace obou způsobů		

b) Členění dle procesu

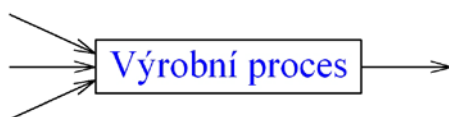
- Organizační a lokální uspořádání respektující technologické hledisko
- Organizační a lokální uspořádání respektující výrobní hledisko
- Mobilní uspořádání

Materiálový tok:

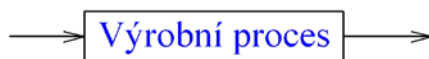
- analytický proces



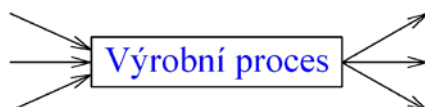
- syntetický proces



- neutrální proces



- analyticko – syntetický



Složitost výr. operací:

- jednostupňová výroba
- vícestupňová výroba

Zaměnitelnost sledu výr. operací:

- výrobní sled zaměnitelný
- výrobní sled nezaměnitelný

c) Členění dle vstupů

Podíl výrobních činitelů ve výrobním procesu na vytváření nové hodnoty:

- materiálově náročné výroby
- výroby náročné na zařízení
- výroby náročné na lidskou práci
- výroby náročné na informace

Kvalita vstupů:

- konstantní úroveň vstupů v čase
- proměnlivá úroveň vstupů v čase, vč. termínů dodávky

d) Členění dle technologie

Výrobní procesy: těžební, vč. úpravnictví
 fyzikálně-chemické
 fyzikálně-mechanické
 montážní a kompletační
 biotechnologické
 jaderné

e) Členění dle časového průběhu

Výrobní procesy: spojitě
 nespojitě

f) Členění dle pracovních prostředků

Výroba: ruční - bez nástrojů
 - s nástroji s lidským zdrojem energie
 - s nástroji a přírodním zdrojem energie
 strojní
 aparaturní
 automatizovaná
 s počítačovou podporou již ve fázi přípravy výroby (CAM)
 počítačově integrovaná (CIM)



Shrnutí pojmů:

konkurenční schopnost
 historická stádia ve vývoji řízení výrobního procesu
 analytický a komplexní (syntetický) způsob řízení
 interakce výrobce a zákazníka



Úloha k řešení

Najděte a vysvětlete praktické příklady z vyučovacího předmětu Průmyslové technologie I a II pro jednotlivé kategorie popsané v typologii výrobních procesů, kap. 2.7

3. PRUŽNOST VÝROBNÍHO PROCESU



Čas ke studiu: 8 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pružnost výrobního procesu
- dekomponovat výrobní proces na jednotlivé výrobní činitele
- definovat výrobní činitele
- uvést pružnost výrobních činitelů v praktických příkladech z průmyslové praxe



Výklad

Pružnost (flexibilita) výrobního procesu je výsledkem interakce výrobce se zákaznickou sférou. Tyto interakce probíhají po linii, jak ukazuje kruhový diagram v kap. 2.5. Pružnost výroby představuje skloubení rychlosti reakce na tržní požadavky, současně výrazné nezvýšení výrobních nákladů a stejně tak nesnížení kvality výrobků. Z toho pohledu lze kruhový diagram rozdělit na tři zhruba stejné části svým významem, objemem prací i časovým průběhem:

- Nabídkové nebo poptávkové řízení, tvorba zakázky
- Vývoj, výroba, kontrola z zkoušení
- Expedice, distribuce k zákazníkovi, doprovodné služby

Žádná z těchto částí výrobního cyklu se nesmí podcenit, ošidit na vložených nákladech, deklasovat snížením kvality nebo neúnosnou dobou zpracování. Toto vše jsou u statického podniku protichůdné požadavky. Progresivní, restrukturalizovaný podnik hledá cesty k pružnosti v řadě opatření, z nichž významné místo zaujímá logistika. Ta se zaměřuje na:

- přepravu materiálu
- skladování materiálu, polotovarů a výrobků, nástrojů, modelů a přípravků
- technologické manipulace
- mezioperační dopravu
- zásobování typu just-in-time, just-in-sequence, váš sklad v našem skladě, v menší míře náš sklad ve vašem skladě, just-in-case

Úlohou řízení v podnikové praxi je stanovit:

- výrobní sortiment
- použitou technologii
- výrobní zařízení a jejich kapacity
- zákazníky
- distribuci výrobků, zájmovou tržní sféru

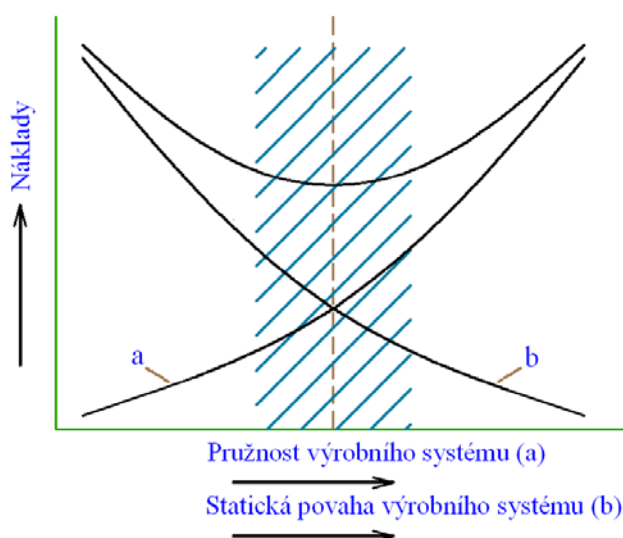
- lidské zdroje
- inovace
- systém jakosti
- vztah k životnímu a pracovnímu prostředí
- výrobní kooperace
- dodavatele vstupů, výrobní řetězce

Řízení může probíhat buď podle předem daných plánů (v takovém případě probíhá řízení v předstihu před realizací cíle řízení) nebo podle zakázek (v takovém případě vyžaduje řízení cyklické korekce v čase). V praxi se aplikuje smíšený systém řízení.

Optimum v rozhodnutí o cestě vedoucí k pružnosti výroby hledají podniky v minimalizaci nákladů. Náklady jsou funkcí dosažené pružnosti a setrvání na stávajícím výrobním systému podle schématu

$$\text{Náklady} = f(\text{pružnost, využití stávajícího systému}),$$

kde je mezi náklady a pružností přímá úměrnost a mezi náklady a využitím stávajícího systému (statická povaha výrobního systému) nepřímá úměrnost. Obecně však tyto závislosti nejsou lineární (obr. 3.1). Optimum se nalezne pomocí součtové křivky, která udává průběh celkových nákladů.



Obr. 3.1 Nákladovost výroby v závislosti na pružnosti

V výrobním procesu se střetávají a vzájemně podporují tyto činitelé:

- pracovní předmět (kterým mohou být např. suroviny, materiál, energie)
- pracovní prostředek (kterým může být např. výrobní zařízení, stroje, dopravní a manipulační zařízení, aparáty, nástroje, přípravky, měřicí a řídicí technika)
- pracovní síla (tj. člověk zapojený do výrobního procesu)
- technologie
- organizace
- řízení
- výstup z výrobního procesu (tj. materiální nebo nemateriální výrobek, služba)

3.1. Pružnost výrobních činitelů

Pružnost pracovních předmětů

Speciální úpravu surovin, která je zahrnutá do výrobního procesu na samém začátku technologie, prodlužuje výrobní čas a zvyšuje náklady. Proto se výrobci někdy rozhodují zadat tyto práce externím dodavatelům a od nich už odebírat hotový polotovár, ten pak podrobit vlastní technologii, která přidává zpracovávanému materiálu hodnotu. Jako příklad lze uvést systém COREX pro přímou redukci železných rud, zavedení pěnované vsázky pro koksárenské baterie s cílem rozšíření druhů uhlí směrem k horším jakostem, výrobu plynule litých předlitků tvarově podobných budoucím výrobkům, unifikaci nápičových rozměrů předvalků pro jemné válcovací tratě s různým válcovaným sortimentem.

Pružnost pracovních prostředků

Zde vyvstává rozpor mezi velkokapacitními výrobními agregáty a speciálními požadavky zákazníků na různorodý výrobní sortiment.

Velkokapacitní agregáty jsou charakteristické jednoduchým výrobním sortimentem, vysokými pořizovacími náklady, vysokými fixními náklady a nutností plného využití kapacity. Jako příklad mohou sloužit železářské hutě s integrovaným výrobním cyklem nebo sklářské hutě s průběžnou vanovou pecí. Malokapacitní agregáty mají nižší pořizovací náklady, nízké fixní náklady, kratší výrobní cyklus a často i možnost periodického zastavování a spouštění provozu. Jako příklad mohou sloužit tzv. minihutě, výrobu oceli v elektrické obloukové peci ve spojení s pánvovou pecí pro mimopecní rafinaci oceli, kontilití s přestavitelným krystalizátorem, přestavitelné válcovací tratě, sklářské hutě s indukční pecí.

Pružnost dodávek si výrobci zvyšují využitím obchodní sféry, která je schopná sdružovat jednoduché výrobní sortimenty dodané výrobcu u sebe a až po kompletaci dodávek prodat na trh jakkoliv složitý sortiment zboží. Náklady na kompletaci složitějších zakázek tak nezatažují výrobce, ale jdou k tíži obchodní sféry.

Pružnost pracovní síly

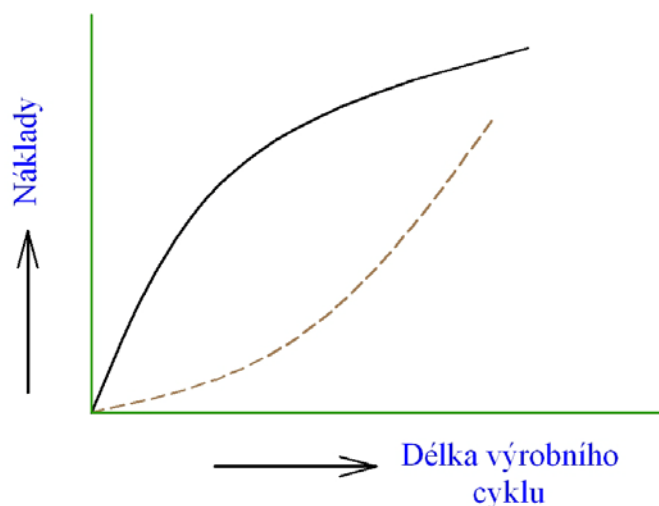
Pružnost pracovní síly se docílí těmito vlastnostmi:

- vzdělanost
- oborová flexibilita technického personálu
- víceprofesní specializace u dělníků
- celoživotní vzdělávání
- vstup průmyslových podniků do procesu výcviku a vzdělávání
- tvůrčí dovednosti (počítačová a jazyková gramotnost)
- komunikační dovednosti
- psychologická příprava pro nové technologie a výrobní systémy

Pružnost technologie

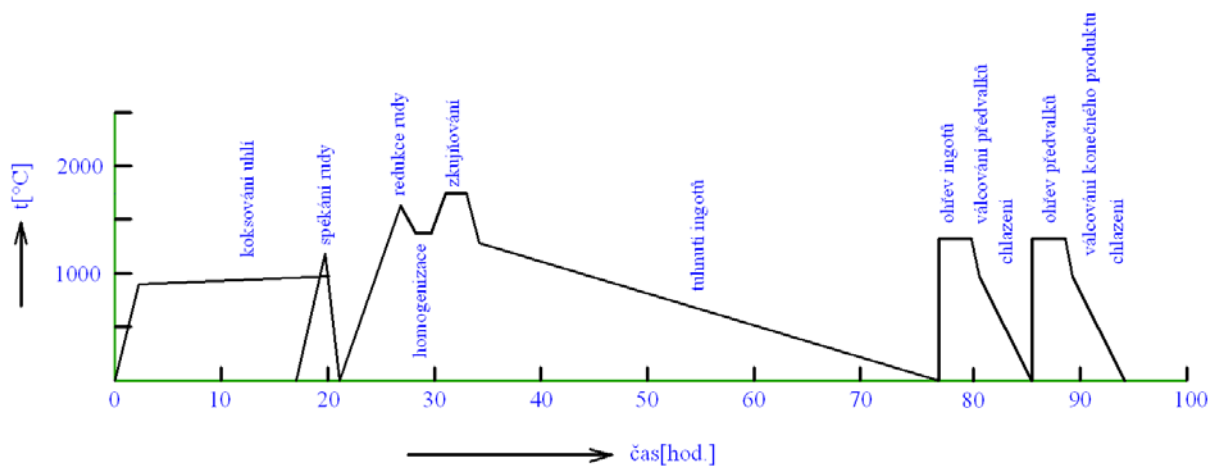
Jedním z nástrojů k docílení pružnosti technologie je zkrácení výrobního cyklu. Mezi výrobními náklady a délkou výrobního cyklu je přímá úměrnost (obr. 3.2).

Dalším nástrojem je plynulost technologie. K tomu se však musí změnit výrobní zařízení, což je spojeno s novými investicemi. Jako příklad zde lze uvést termomechanické zpracování přímo ve válcovacím procesu realizované kalicím lisem nebo přímé válcování v návaznosti na plynulé odlévání oceli.



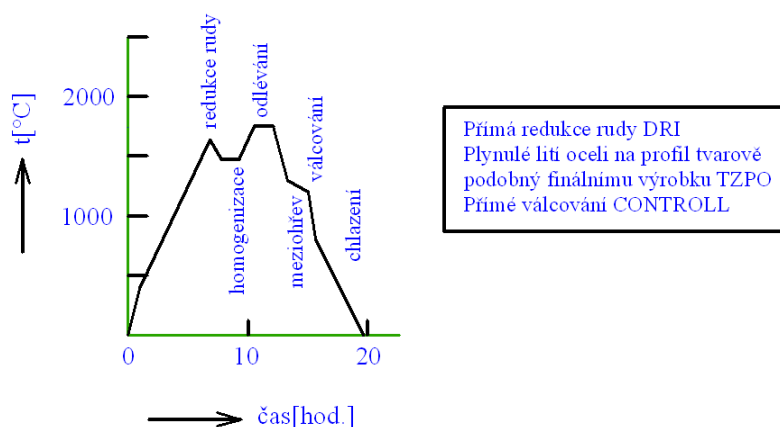
Obr. 3.2 Závislost nákladů na délce výrobního cyklu

Hutní technologie, které pracují za vysokých teplot a spotřebovávají značné množství tepla, lze v konvenční skladbě znázornit schématem na obr. 3.3. Jestliže se konvenční technologie



Obr. 3.3 Konvenční hutní technologie

z úplného hutního cyklu seřadí za sebou, pak doba jejich trvání dosáhne 95 hodin. Tyto technologie jsou charakterizované ohřevem materiálu a následným chlazením. Celková spotřeba tepla odpovídá součtové ploše geometrických útvarů pod křivkou. Kdybychom stejným způsobem seřadili za sebou několik typů vybraných progresivních technologií, které udává obr. 3.4, pak se doba zpracování zkrátí na 20 hodin, tj. zhruba jen pětinu doby



Obr. 3.4 Nové progresivní hutní technologie

integrovaného hutního cyklu, a množství spotřebovaného tepla se sníží odhadem rovněž asi na pětinu.

Rovněž snížení zásob je jeden z prostředků, jak snížit náklady a zároveň zvýšit pružnost. V hutnictví je to záležitostí optimalizace kapacit agregátů. Již tedy zadávací a projekční fáze předurčuje pružnost či nepružnost hutního provozu. Ve strojírenství se využívá unifikace prvotních dílů, unifikace komponent a podsestav a klade se důraz na konečnou kompletaci, která pak rozhoduje o nákladovosti dané technologie.

Pružnost organizace

Cílem je zrychlení taktu a zkrácení výrobního cyklu. Realizuje se synchronizací činnosti výrobních agregátů. Jako příklad lze uvést synchronizaci činnosti elektrické obloukové pece a pánvového hospodářství, válcovací tratě a chladníků nebo vychlazovacích smyček či jiných úseků válcovny na výstupní straně.

Jiným opatřením pro zrychlení taktu a zkrácení výrobního cyklu je zkrácení doby přestavby a seřízení. Sem můžeme zařadit rychlovýměnu válců na válcovací stoličce, přestavbu celých válcovacích tratí, výměnu krystalizátorů na zařízení pro plynulé odlévání oceli a ve strojírenství např. zavedení revolverových soustruhů. Do této oblasti patří rozmístění agregátů do výrobních skupin, které je řešeno již v samotném projektu, avšak musí se dokonale predikovat skladba výrobního sortimentu do daleké budoucnosti.

Pružnost řízení

- V 1. polovině 20. století a vlivem rozbití národních ekonomik ještě v poválečném období převládalo analytické pojetí řízení.
- Výrobní procesy se popisovaly funkčními specifikacemi.
- Byla rozpracována detailní normalizace a při řízení i výkonu funkcí byla uplatňována pevná pravidla.
- Důraz byl kladen na kvantitu produkce před její kvalitou.
- Realizována byla dílčí, izolovaná racionalizace úseků, bez syntézy a komplexnosti.
- Podniky byly organizovány do subsamostatných funkčních útvarů, z čehož vyplynula jen dílčí odpovědnost za funkci, nikoliv za proces.

- Od 70. let se objevoval systémový přístup.
- Hojně byl využíván marketing, který byl obrazem spolupráce se zákazníky.
- Dále logistika, která byla obrazem spolupráce na dodavatelské straně.
- Zavádělo se procesní řízení, které si vynucovalo přeorganizování struktury podniků na maticové formy.
- Spolu s výkonnou činností se i pravomoci postupně delegovaly do nižších článků řízení.
- Zavádění týmové práce posílilo vodorovné vazby v toku informací, což na jedné straně tok informací urychlovalo a na druhé straně také zkvalitnilo.
- Zavádělo se projektové řízení.
- Decentralizační tendence v organizaci dospěly k diviznímu uspořádání výrobně-hospodářských jednotek.
- Nezbytnou součástí podnikové strategie se stala inovace.
- Využití informačních technologií a informačních systémů vedlo ke zjednodušení organizačních vazem a v důsledku toho ke zjednodušování hierarchie řízení a k budování plochých organizačních struktur.
- Začala se zavádět počítačová podpora postupně všech procesů v podniku.
- Kladl se důraz na aktivizaci lidských zdrojů
- Orientace na hlavní výrobní procesy a na snižování variabilních nákladů vedly podniky k zabezpečení některých činností formou outsourcingu a adhokracie.

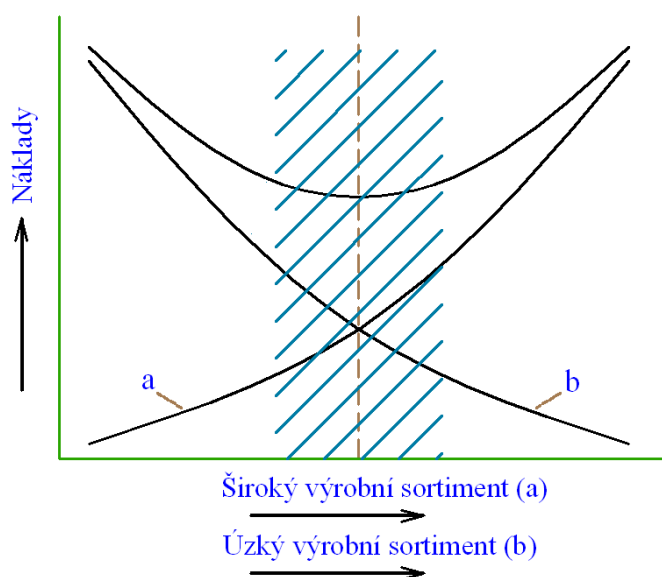
Pružnost výstupů



CD-ROM

Animace 2 – Pružnost činitelů výrobního procesu

Sortiment výrobků je obrazem rozporu mezi zákaznickou sférou a výrobcem. Zatímco zákazníci požadují k uspokojování svých potřeb rozšiřování výrobního sortimentu, výrobci s cílem snižování své nákladovosti hledají cesty k unifikaci a ke zjednodušování výrobního



Obr. 3.5 Nákladovost výroby v závislosti na výrobním sortimentu

sortimentu. Optimum skladby výrobního sortimentu výrobce najdeme v minimu součtové křivky nákladovosti, jak ji znázorňuje obr. 3.5. Konstrukce diagramu na obr. 3.5 vychází ze stejného pojetí jako u obr. 3.1, avšak s tím, že se hledá minimalizace nákladovosti v závislosti na šíři sortimentu.

Pružnost výstupů si vyžaduje:

- zvyšování kvality a parametrů výrobků,
- finalizaci výrobků; příkladem může být dopředná diverzifikace výroby,
- flexibilní kompletaci výrobků; to vede k výrobě originálů z unifikovaných dílů na přání zákazníka,
- plnění úlohy expedice a přepravy k zákazníkům,
- plnění úlohy servisu, návodů a školení.



Shrnutí pojmů:

pružnost výrobního procesu
činitelé výrobního procesu
součtová křivka nákladovosti



Otázky

Vyjmenujte a definujte činitele výrobního procesu

Jak vypadá obecná křivka prodejnosti výrobku? Jakou grafickou a početní metodou se stanoví bod maximální vitality výrobku?

4. ORGANIZACE VÝROBNÍHO PROCESU



Čas ke studiu: 14 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- dekomponovat výrobní proces na základní prvky
- definovat časové parametry cyklického výrobního procesu
- vyřešit výkon a výrobní kapacitu
- specifikovat prostorové uspořádání výrobního procesu



Výklad

4.1. Prvky výrobního procesu

Výrobní proces lze rozčlenit na skladebné prvky:

Dílčí výrobní pochody:	Předhotovni (výroba polotovarů nebo výchozího materiálu) Hotovni (předmontáž, výroba podsestav nebo sestav) Dohotovni (kompletace, finalizace)
Výrobní stupně:	Jsou to části dílčích výrobních pochodů. Zpravidla se vážou k jedné technologii nebo jednomu agregátu. Na jednom výrobním stupni může probíhat jeden nebo více operací. Nejpomalejší výrobní stupeň tvoří kritický bod.
Výrobní operace:	Jsou to části výrobních stupňů. Jsou specifické podle jednotlivých technologických principů.
Úkony:	Jsou to části výrobních operací. Vztahují se zpravidla k jednoduchým, ale základním funkcím výrobních strojů a zařízení. Jejich průběh je nezbytným předpokladem vytváření nové hodnoty na materiálu.
Pohyby:	Pokud máme na mysli práci strojů a mechanických zařízení, pak se pohyby redukují na posuv a rotaci. Atomizace výrobního procesu až do úrovně pohybů je přímým pokračováním tzv. taylorismu.

Cílem výrobního procesu je přeměna vstupů v čase a prostoru na novou hodnotu (viz. kap. 1.1). Z hlediska docílení nové hodnoty lze u výrobního procesu s materiálovou povahou rozlišit činnosti na:

- technologické: vytvářejí hodnotu
- obslužné, doprovodné a pomocné: nevytvářejí hodnotu

Z toho si lze odvodit, mezi jaké činnosti se zařadí takové dílčí procesy, jako je např. logistika nebo údržba. Jsou to činnosti z druhé skupiny, která nepřinášejí novou hodnotu a přitom vyvolávají náklady. Ale těžko si lze chod podniku bez nich představit. Záleží tudíž na efektivnosti jejich začlenění do komplexu výrobních procesů.

Čas mezi jednotlivými prvky výrobního procesu je vyplněn přestávkami a prostoji. Přestávky jsou:

- technické: dané konstrukčním uspořádáním stroje a zařízení (např. návrat obráběcího nože hoblovačky, reverzace pracovních válců na válcovací stolici)
- technologické: dané technologickou potřebou stroje nebo zpracovávaného materiálu (např. výměna nástrojů při změně výrobních operací na obráběcím stroji, řízené doválcování s vyvolanou přestávkou na chlazení rozvalku)
- organizační: dané většinou nesynchronností strojů

Prostoje jsou:

- poruchy agregátů
- odstávky (vyvolané nedodávkou materiálu, energií apod.)
- subjektivní (zaviněné obsluhou, technologickou nekázní)

4.2. Výrobní cyklus

Trvalost spotřeby v tržní sféře vyvolává trvalost výroby. Průběžná doba výrobku je doba od vzniku požadavku zákazníka po dodání výrobku tomuto zákazníkovi.

Zakázková fáze zahrnuje: poptávkové a nabídkové řízení, zpracování zakázky
 Příprava výroby zahrnuje: vývoj, plánování, zásobování, přípravu materiálu
 Výrobní proces zahrnuje: vlastní výrobu, kontrolu, montáž, kompletaci a zkoušení

Do těchto tří etap lze rozdělit tyto uvedené a všechny ostatní elementární činnosti z kruhového diagramu z kap. 2.5.



CD-ROM
Animace 3 – Výrobní cyklus

Z parametrů z výrobního cyklu se pro materiální výrobu stanoví výkon P podle vztahu

$$P = G_0 \cdot k \cdot \frac{\tau}{\tau_0}, \quad (4.1)$$

kde je G_0 množství materiálu spotřebovaného v jednom cyklu vyjádřené ve fyzikálních jednotkách, k je výtěžnost (převrácená hodnota předváhy), τ je čas měření výkonu, τ_0 je výrobní takt.

4.3. Výrobní kapacita

Výrobní kapacita M je dána množstvím produkce za časovou jednotku, nejčastěji za rok. Z výkonu se vypočítá ze vzorce

$$M = P \cdot F, \quad (4.2)$$

kde je P výkon a F časový fond. Na rozdíl od výkonu dle rov. (4.1), který počítá s množstvím materiálu vstupujícího do procesu, výrobní kapacita podle rov. (4.2) počítá s množstvím materiálu (produkce) vystupujícího z procesu.

Časový fond lze rozdělit do několika kategorií, jejichž vzájemný vztah vyplývá z tab. 4.1.

Tab. 4.1 Časový fond

Kalendářní čas KČ	Nevýrobní čas NČ		Pracovní klid
			Běžné opravy, plánované výměny a přestavby
			Sřední opravy, generální opravy, investiční výstavba
	Hrubý provozní čas HPČ	Přestávky a prostoje PP	Výměna nástrojů, technologické přestávky, přestavba linek
			Poruchy
			Odstávky (energie, materiál)
			Ostatní (chyby obsluhy)
		Čistý provozní čas ČPČ	Provoz

Jak tab. 4.1 ukazuje, dobu provozování zařízení dostaneme až po odečtení nejen všech nevýrobních časů, ale i té části hrubého provozního času, která jde na konto přestávek a prostojů. Pak je to jen čistý provozní čas, kdy je zařízení v provozu. Při projektování výrobních linek a zařízení se má do výpočtu výrobní kapacity brát v úvahu hrubý provozní čas, tedy delší doba než čistý provozní čas. Pokud je totiž k členění časového fondu použito schéma dle tab. 1, pak projektant nemůže předem do výpočtu zahrnout úvahu o prostojích, tj. že dané zařízení nebo linka bude mít určitou poruchovost, bude odstavováno na určitou dobu nebo bude podléhat subjektivním chybám. Jiné je to s přestávkami vyvolanými např. výměnou nástrojů, přestavbou linek nebo technologickými přestávkami. Zde by projektant tyto doby měl zahrnout do výpočtu kapacity.

Podle podmínek a velikosti časového fondu vloženého do výpočtu výrobní kapacity dle rov. (4.2) rozlišujeme tři druhy výrobní kapacity:

Projektová kapacita:	Vypočítaná ideálními podmínkami provozu, které jsou v praxi nedosažitelné
Efektivní kapacita:	Vypočítaná z optimálních, ale zároveň reálných provozních podmínek

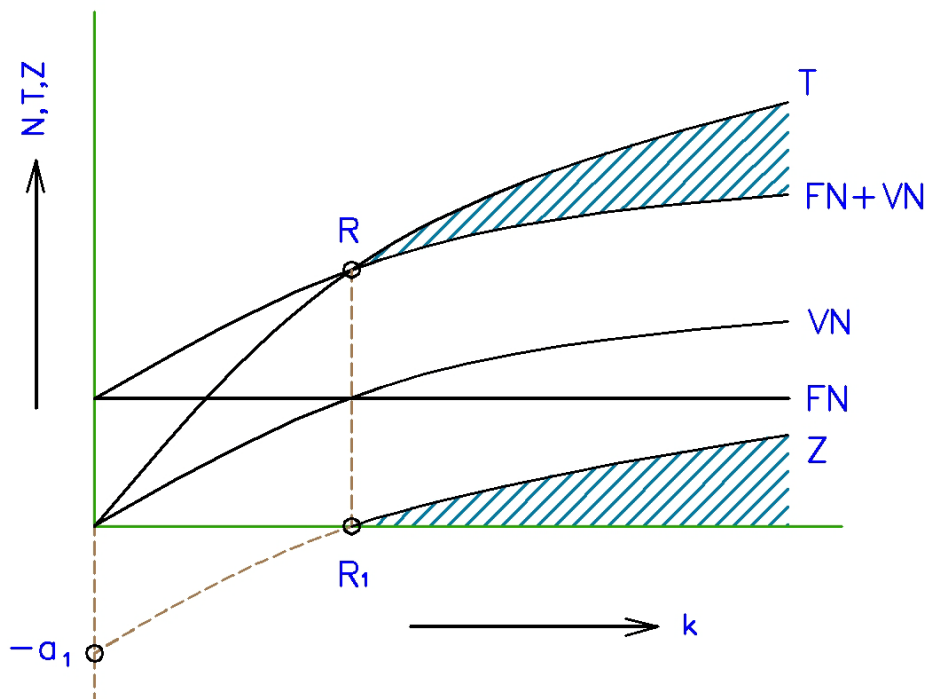
Skutečná (operační) kapacita: Prakticky dosažitelná kapacita v reálných podmínkách i se zahrnutím negativních provozních jevů, jako jsou prostoje nebo i zmetkovitost. Čas vynaložený na zmetky totiž je jalový provozní čas, protože v něm zařízení neprodukuje žádný výrobek, materiálu nepřidává žádnou hodnotu. Proto tato doba nemůže být zahrnuta do čistého provozního času, neboli kapacita se sníží o množství oněch zmetků.

4.4. Efektivní využití výrobní kapacity



CD-ROM
Animace 4 – Efektivní využití výrobní kapacity

Najdeme vysvětlený bod zvratu z animace 4 analytickou cestou. Fixní náklady FN , variabilní náklady VN a tržby T v jejich obecné závislosti na využití výrobní kapacity, čili na velikosti produkce znázorňují křivky na obr. 4.1. Vyšrafovaná plocha vymezená křivkou tržeb T a



Obr. 4.1 Analytické určení zisku

křivkou celkových nákladů $FN + VN$ udává velikost zisku Z . Skutečný průběh zisků, čili křivky Z je dán polohou průmětu bodu zvratu R do bodu R_1 na ose produkce k .

Popišme si analyticky křivky pro celkové náklady N , fixní náklady FN , variabilní náklady VN a tržby T a zároveň si zavedme konstanty a_1, a_2, a_3 :

$$FN = a_1 \quad (4.3)$$

$$VN = a_2 \sqrt{k} \quad (4.4)$$

$$T = a_3 \sqrt{k} \quad (4.5)$$

$$N = FN + VN \quad (4.6)$$

Z rov. (4.3) až (4.6) dostáváme vztah

$$N = a_1 + a_2 \cdot \sqrt{k} \quad (4.7)$$

Pro zisk platí

$$Z = T - N \quad (4.8)$$

Takže s použitím výše uvedené rov. (4.5) a odvozené rov. (4.7) pro křivku zisku platí

$$Z = -a_1 + (a_3 - a_2) \cdot \sqrt{k} \quad (4.9)$$

Pro zjednodušení a přehlednost si zavedeme substituci

$$a_4 = a_3 - a_2 \quad (4.10)$$

Rovnice křivky pro zisk pak přechází na tvar

$$Z = -a_1 + a_4 \cdot \sqrt{k} \quad (4.11)$$

Ke stanovení zisku tedy použijeme kvadratickou funkci dle rov. (4.11). Bod zvratu, určující rentabilitu podniku, označuje ten okamžik, kdy se zisk dostává ze záporných hodnot přes 0 do kladných hodnot. Pro nulový zisk $Z = 0$, tedy z rov. (4.11) vychází

$$k = \left(\frac{a_1}{a_4} \right)^2 \quad (4.12)$$

Odvozená hodnota je souřadnice průmětu bodu zvratu na osu k , kdy zisk opouští záporné hodnoty a dosahuje 0.

Obdobným způsobem bychom si mohli odvodit, že při nulové výrobě $k = 0$ by podnik zaznamenal ztrátu o velikosti $Z = -a_1$.

Jak grafické znázornění výrobních cyklů v animaci 3, tak i výše uvedené výpočtové rovnice ukazují cesty k dosažení rentability. Je to:

- snižování fixních nákladů, které se dosáhne zeštíhlením podniku
- snižování variabilních nákladů, které se dosáhne zavedením pokročilých technologií
- zvyšování výkonu, které se dosáhne zvýšením průsady vstupního materiálu
- zkracování výrobních cyklů, které vede ke zkracování výrobních stupňů
- zkracování taktu výroby, které se dosáhne optimální synchronizací výrobních zařízení a dokonalou organizací
- zvyšování výtěžnosti, které se dosáhne podobně jako u variabilních nákladů zaváděním pokročilých technologií

Kromě toho k cestě vedoucí k vyšší rentabilitě, čili k posunování bodu zvratu směrem doleva, přispívají organizační zásahy, jako je outsourcing, adhokracie nebo využívání agenturních pracovníků.

4.5. Prostorové řešení výrobního procesu

Zkracování výrobního cyklu a taktu výroby lze dosáhnout technologickými opatřeními, organizačními opatřeními a optimálním prostorovým uspořádáním pracoviště (výrobní linky). Cílem je optimální prostorové uspořádání všech výrobních činitelů (kap. 3). Dále je to snaha o úsporu času a nákladů. Pro pochopení látky je zde komplexní úloha zahrnující řešení všech výrobních činitelů redukována jen na problematiku dispozice výrobních prostředků, tedy výrobních zařízení.

Základní typy prostorového uspořádání (dispozice) výrobních zařízení:

- procesní uspořádání (technologicky orientované)
- výrobkové uspořádání (výrobkově orientované)
- pružný výrobní systém
- mobilní uspořádání

Charakteristiku a vlastnosti procesního uspořádání a výrobkového uspořádání ukazuje tab. 4.2.

Tab. 4.2 Procesní a výrobkové uspořádání pracoviště

	Procesní uspořádání	Výrobková uspořádání
Charakteristika	Uspořádání podle technologické funkce	Liniové, kruhové, buňkové uspořádání
	Vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu	Vhodné pro hromadnou nebo kontinuální (pásovou) výrobu
Výhody	Široká kvalifikace pracovníků → zastupitelnost	Vysoké využití
	Nižší náklady na údržbu	Nízké jednotkové náklady
	Nižší celkové investiční náklady při pořízování pracoviště	Nižší zásoby rozpracovanosti
		Jednodušší příprava výroby a operativní plánování
		Jednodušší manipulace a mezioperační přeprava
Nevýhody	Složité pohyby materiálu, časté křížení a návraty	Nepružné uspořádání, je uzpůsobeno pro jeden druh výrobku
	Nároky na manipulaci a mezioperační přepravu	Investičně náročné při pořízování (jednouúčelové stroje)
	Nároky na přípravu výroby a operativní plánování	Uzká specializace pracovníků (až na jednoduché úkony)
		Nutnost specializace údržby

Pružné výrobní systémy jsou uspořádány do buněk, hnízd, kruhu. Každá buňka má jeden nebo více strojů.

Charakteristické znaky: Řízení strojů pomocí počítačů nebo automatů.
Přeprava a manipulace pomocí robotů.
Výrobní buňka často spřažená se skladem uspořádaným v systému XYZ na vstupní i výstupní straně.
Ze dvou předešlých systémů mají pružné výrobní systémy blíže k výrobkovému uspořádání.

Mobilní uspořádání vhodné pro zhotovování takových výrobků, které se kompletují na místě užití (in situ). Je to stavba velkých ocelových konstrukcí, propustí a vrat na vodních dílech, ocelových hal, mostů, velkých turbin apod. Ze všech sedmi výrobních činitelů totiž je prvních šest (kap. 3) mobilních, přenášejí se na místo stavby a užití. Jen poslední výrobní činitel – výrobek zůstává již na místě, kde je budován. Proto ono pojmenování mobilní uspořádání.

Jestliže projektanti řeší optimální uspořádání pracoviště (pořadí strojů v řadě za sebou) s jakýmkoliv liniovým uspořádáním, pak s výhodou využijí maticové metody znázorněné v tab. 4.3. Metoda je znázorněná pro příklad toku materiálu mezi 6 výrobními stroji. Dílna vyrábí různé druhy výrobků, přičemž každý z nich se obecně vyrábí s jiným pořadím strojů. Jde tedy o optimální řešení prostorového uspořádání, čili rozmístění strojů tak, aby výrobní proces byl co nejméně zatížen mezioperační přepravou materiálu od stroje ke stroji. Matice musí být nutně symetrická. Pro nalezení optimálního uspořádání strojů bude většina výrobního času určena pro vlastní výrobu, tj. pro přidání hodnoty materiálu v jednotlivých výrobních stupních nebo operacích, a menší část času se spotřebuje na mezioperační přepravu, která žádnou hodnotu do materiálu nevnaší.

Tab. 4.3 Maticové řešení liniového uspořádání strojů

Toky materiálu z pozice	Toky materiálu do pozice					
	Stroj 1	Stroj 2	Stroj 3	Stroj 4	Stroj 5	Stroj 6
Stroj 1	0					
Stroj 2		0		Četnost Náklady		
Stroj 3			0			
Stroj 4				0		
Stroj 5		Četnost Náklady			0	
Stroj 6						0

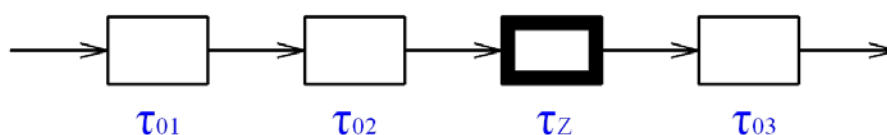
Každá buňka matice se vyplňuje těmito parametry:

- četností přepravy v daném čase, např. v jedné směně, z jedné pozice do druhé
- náklady na tuto mezioperační přepravu podle jejího druhu.

V matici v tab. 4.3 je uveden obecný příklad mezioperační přepravy od stroje 2 ke stroji 4 nebo od stroje 5 ke stroji 2. Tímto způsobem se vyplní všechny buňky matice. Největší významnost spřažení dvou strojů se zjistí vynásobením obou parametrů v každé buňce a je dána nejvyšším součinem. Tam, kde jsou vysoké součiny (buňky s vysokou významností), se musí stroje umístit k sobě. Buňky s malou významností, čili s nízkým součinem, rozhodují o tom, že se příslušné stroje mohou umístit dále od sebe, nikoliv do vzájemného sousedství. Tímto způsobem se určí pořadí strojů v liniovém uspořádání. Buňky matice nemusí obsahovat jen dva zmíněné parametry, ale i další, čímž se dostane vícerozměrná matice.

4.6. Proudová výroba, výrobní linky

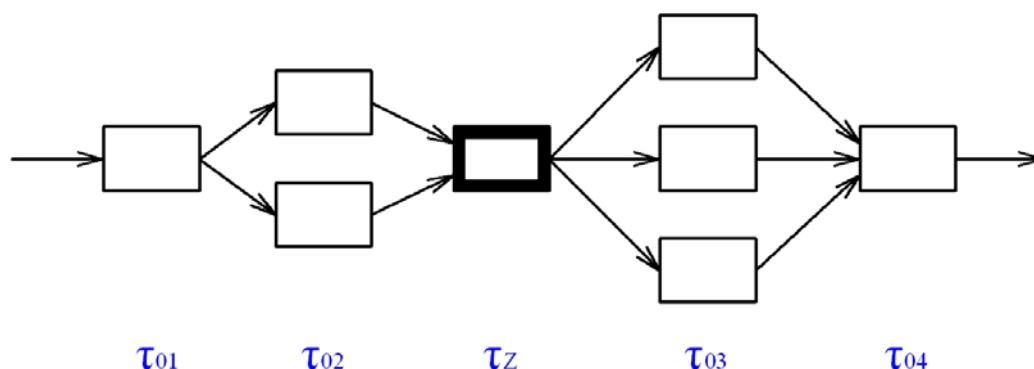
Jednoduchý, lineární výrobní proud schématicky znázorňuje obr. 4.2. V něm je τ_{0i} doba trvání



Obr. 4.2 Jednoduchý, lineární výrobní proud

operace na pomocném výrobním stupni, kde $i = 1, 2, 3, 4$ a τ_z je doba trvání operace v základním, hlavním výrobním stupni. jako příklad zde můžeme uvažovat výrobu surového železa spolu s přípravou vysokopecní vsázky. Základní výrobní stupeň je zde vysoká pec. Podmínkou správné synchronizace mezi všemi výrobními stupni je $\tau_{0i} < \tau_z$.

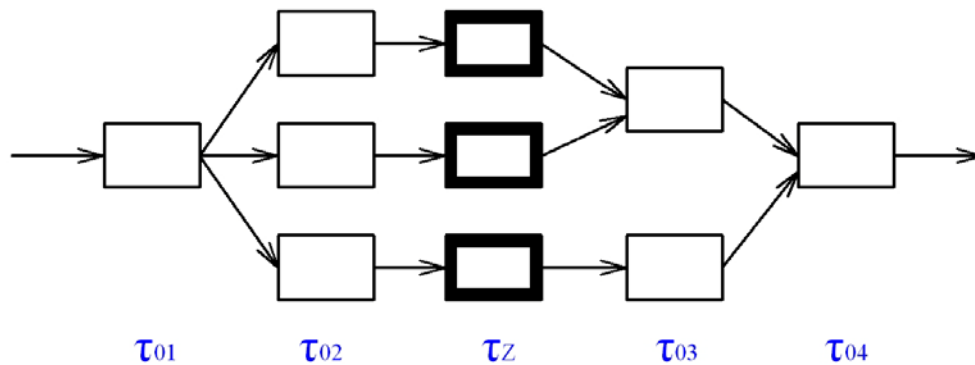
Rozvětvený výrobní proud je znázorněn na obr. 4.3. Význam parametrů i podmínka



Obr. 4.3 Rozvětvený výrobní proud

synchronizace je stejná jako u jednoduchého výrobního proudu na obr. 4.2. Jako příklad tohoto schématu můžeme zvolit válcovnu, kdy výrobní proces začíná čištěním předvalků, pokračuje válcováním, dále úpravou vývalků a končí expedicí. Základní výrobní stupeň je zde válcovací trať.

Kombinovaný výrobní proud ukazuje obr. 4.4. I zde jsou parametry a podmínka



Obr. 4.4 Kombinovaný výrobní proud

synchronizace stejné. Příklad takové proudové výroby lze nalézt v provozu válcoven navazujících na plynulé lití oceli. Na zařízení pro plynulé odlévání oceli navazuje v jedné větvi válcovna těžkých profilů, ve druhé větvi válcovna kolejnic a ve třetí větvi válcovna plechů. Podle druhu vývalků mění zařízení na plynulé odlévání svůj krystalizátor. Válcovna profilů a válcovna kolejnic mají společnou úpravnu, válcovna plechů má svou vlastní úpravnu. Na konci může být společná nakládka na vagony a doprava.

Maximální doba operací na pomocných výrobních stupních $\tau_{0i \max}$ je dána vztahem

$$\tau_{0i \max} = \frac{a_i \cdot \tau_z}{n}, \quad (4.13)$$

v němž je a_i počet zařízení na i -tém pomocném výrobním stupni, τ_z je doba operací na základním výrobním stupni a n je počet výrobních proudů. Z této rovnice se stanovuje počet zařízení na pomocném výrobním stupni a_i :

$$a_i = n \cdot \frac{\tau_{0i \max}}{\tau_z} \quad (4.14)$$

Časové posunutí cyklu na základním výrobním stupni $\Delta\tau_z$ je

$$\Delta\tau_z = \frac{\tau_z}{n} \quad (4.15)$$

Časové využití pomocných výrobních stupňů $\check{C}V$ v % je

$$\check{C}V = \frac{\tau_{0iskut}}{\tau_{0i \max}} \cdot 100, [\%] \quad (4.16)$$

4.7. Mezioperační zásoby

Důvod tvorby mezioperačních zásob je vyrovnaní toku materiálu na styku dvou výrobních stupňů. Výroba a její řízení mají stochastickou povahu (kap. 1.5). Vlivem kolísání časů výrobního cyklu a taktu dochází k porušení synchronizace.

Výrobní proces sestává z technologických operací, které vytvářejí hodnotu, ale i z manipulace, přepravy, přestávek, které nevytvářejí hodnotu. Ve strojírenství připadá na tvorbu hodnoty 10 – 15 % celkového spotřebovaného času a 85 – 90 % připadá na ostatní činnosti, které nevytvářejí hodnotu a zvyšují jen náklady. Navíc, zásoby vytvářené za účelem vyrovnání v porušení synchronizace také zvyšují náklady.

Na rozhraní dvou výrobních stupňů jsou náklady:

- kladné: čekající materiál na uvolnění následujícího výrobního stupně
- záporné: čekající výrobní stupeň na přísun dalšího materiálu z předešlého výrobního stupně

Každý provoz si musí zvážit a propočítat negativní dopady kladných i záporných zásob a musí-li tyto zásoby zavést, rozhodnout se pro menší ekonomické dopady.



Shrnutí pojmů:

prvky výrobního procesu
 výrobní cyklus, výrobní takt, přestávky a překrytí
 výkon, výrobní kapacita
 časový fond
 bod zvratu
 technologické uspořádání výrobního procesu, výrobkové uspořádání výrobního procesu, pružný výrobní systém, mobilní uspořádání výrobního procesu, maticové řešení liniového uspořádání
 meziperační zásoby



Otázka

Jaké jsou prvky výrobního procesu?



Úlohy k řešení

S využitím znalostí z vyučovacího předmětu Průmyslové technologie I nebo Průmyslové technologie II se pokuste na příkladu výroby zvoleného strojírenského výrobku určit prvky výrobního procesu.

S využitím rovnice pro výpočet výkonu a grafu pro znázornění výrobních cyklů stanovte všechny možnosti pro zvýšení výkonu.

Definujte časový fond a stanovte matematický vztah mezi jeho jednotlivými kategoriemi.

Sestrojte obecný graf pro určení bodu zvratu.

5. PŘÍPRAVA VÝROBY



Čas ke studiu: 12 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat inovaci
- popsat způsoby jejího řízení
- popsat počítačově orientované informační systémy



Výklad

Cílem výrobce je:

- docílit hospodárnost výroby
- být rychlejší než konkurence
- uspokojit zákazníka

Pořadí těchto priorit se mění na základě vzájemné pozice výrobců a zákazníků v té či oné historické etapě vývoje výrobního procesu.

Etapy v idealizovaném a zjednodušeném postupu při zavádění nového nebo inovovaného výrobku jsou tyto:

- Určení tendence v oboru nebo ve spotřebě výrobku. Tuto etapu může plnit kterýkoliv inovativní proces u výrobce, ale zodpovídá a koordinuje marketing.
- Etapa výzkumu a vývoje. Výsledkem je vzorek, model.
- Etapa konstrukce a projekce. Výsledkem je prototyp.
- Technologická a materiálová příprava výroby. Určení požadavků na stroje, nástroje, materiál.
- Plánování, organizační příprava výroby včetně logistiky, ekonomická příprava výroby, určení nákladů a ceny.
- Ověření, funkční a kapacitní zkoušky, osvojení a náběh výroby

Po zahájení výroby následuje další cyklus.

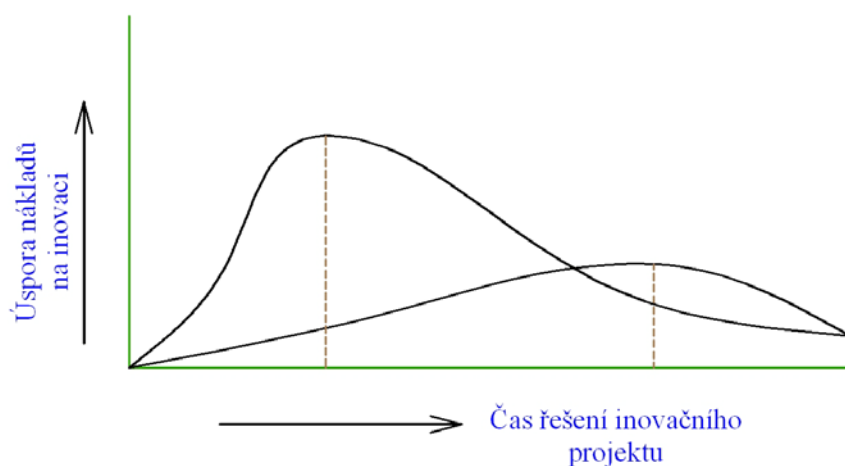
Životní cyklus výrobku má dvě fáze: fázi vývojovou (inovační) a fázi tržního užívání. Podmínkou rentability výrobního procesu je, aby vývojová fáze byla kratší než fáze tržního užívání. Přitom v souvislosti s rozvojem techniky a průnikem vědy do výroby má vývojová fáze tendenci se prodlužovat, což je výsledkem superpozice dob pro inovaci všech oborů podílejících se na inovaci celého výrobku. Naproti tomu fáze tržního užívání má tendenci se zkracovat, což je projevem jednak vyspělosti uživatelské sféry a jednak neumdlévajícího tlaku konkurence. Oba jevy, tj. na jedné straně poměr doby trvání fáze vývoje výrobku a jeho tržního užívání a na druhé straně tendence k prodlužování jedné a zkracování druhé fáze,

působí protichůdně, což způsobuje tlak na trhu a ve výrobě. Oba jevy mají mezi sebou entropický vztah. Výrobně-tržní soustava se snaží přejít do rovnovážného stavu, který by vedl ke sbližování entropií obou jevů, čili k růstu celkové entropie. Z energetického hlediska je tento tlak zdrojem pro zvyšování požadavků zákazníků a současně i urychlování inovačních procesů u výrobců.

Každý výrobek má svou životnost: fyzickou a morální. Fyzická životnost výrobku bývá delší než morální. Na příkladu výrobních systémů, strojů a zařízení, si lze vysvětlit, že s cílem vyrábět s vysokou rentabilitou a kvalitou bývají nahrazovány staré výrobní systémy za nové, i když jejich fyzická životnost zdaleka není ještě ukončena. Na druhé straně se ve výrobě využívají i takové systémy, které jsou v dané etapě vývoje techniky již zastaralé, ale požadavkům trhu stále vyhovují. Při řádné údržbě a správném režimu využívání mohou plnit dobře svou funkci po dlouhou dobu. O tom, zda předčasně obměňovat výrobní systémy anebo je provozovat až za hranici morálního opotřebování rozhoduje povaha jednotlivých výrobních oborů a tržní poptávka.

5.1. Inovace

Součástí každé přípravy výroby by měl být inovační projekt. Výsledkem inovačního projektu je dosažení výše uvedených cílů. Řešení inovačního projektu probíhá v čase tak, jak za sebou následují jednotlivé etapy při plnění inovace výrobku. Největší úspory nákladů lze dosáhnout u takových inovačních projektů, které nákladovost řeší na počátku. Na obr. 5.1 to znázorňuje



Obr. 5.1 Úspory nákladů v závislosti na době jejich řešení v průběhu inovačního projektu

křivka, která dosahuje vyšších úspor nákladů řešených v časnějším etapách inovačního projektu.

Pro inovaci existuje mnoho definic. Zcela obecně je to však jakákoliv pozitivní změna kteréhokoliv výrobního činitele. Podmínkou je, aby jí bylo dosaženo výše uvedených cílů. Pro zjednodušení výkladu se budeme zabývat jen inovací výrobkovou a procesní (technologickou), která vede k novému, pro zákazníka vhodnému řešení funkcí výrobku.

Podle hloubky pozitivních změn na výrobku nebo procesu, lze inovaci rozčlenit do pěti stupňů. Jejich význam vysvětluje tab. 5.1.

Tab. 5.1 Inovační stupně

Inovační stupeň	Výrobek	Výrobní proces
	Charakteristika inovace	
1.	Změna komponent nebo dílčí funkce	Vyladění procesu
2.	Zlepšení výrobku jako celku nebo komplexní funkce	Zlepšení procesu (funkce), dosažení vyšších parametrů
3.	Nový výrobek ve výrobní skupině	Principiální zlepšení procesu
4.	Nová generace výrobku (nový princip)	Další generace procesu (nový princip)
5.	Nový výrobek, rozšíření výrobního sortimentu	Nový proces

Výrobní podnik by si měl stanovit inovační strategii. Měl by si určit, jakého nejvyššího inovačního stupně musí vzhledem k požadavkům trhu a parametrům konkurence dosáhnout a jakou postupnou cestou se k němu dostane. Musí si určit inovační trajektorii. Tab. 5.2 ukazuje obecný příklad, kdy se podnik rozhodl u svého výrobku a technologie docílit pátý inovační stupeň.

Tab. 5.2 Inovační trajektorie

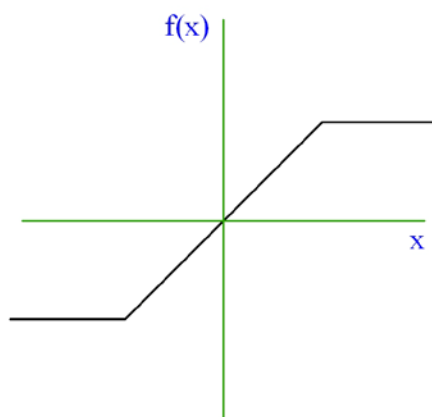
Stupeň inovace výrobku	Stupeň inovace procesu					
	0	1	2	3	4	5
0	•					
1		•				
2		•	•			
3				•	•	
4						•
5						•



CD-ROM
Animace 5 – Inovační křivka

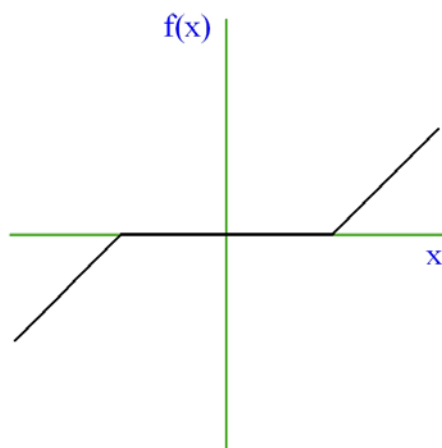
Podle inovační křivky v animaci 5 nabývá výrobek nebo výrobní technologie po dovršení inovace nové dosažené úrovně zvolené míry inovace. Pokud není přikročeno v následujícím čase k další inovaci, ponechává si onen výrobek nebo výrobní proces tuto dosaženou úroveň až do konce svého životního cyklu. V případě přikročení k další inovaci se míra inovace nadále zvyšuje a opět má inovovaný výrobek nebo výrobní proces vyšší míru inovace až do konce svého životního cyklu.

Na příkladu inovační křivky (časového průběhu inovace) z animace 5 pro případ jen jediné provedené inovace lze na následujících obrázcích demonstrovat nelineární průběhy procesů při řízení výroby $f(x)$ na čase x :



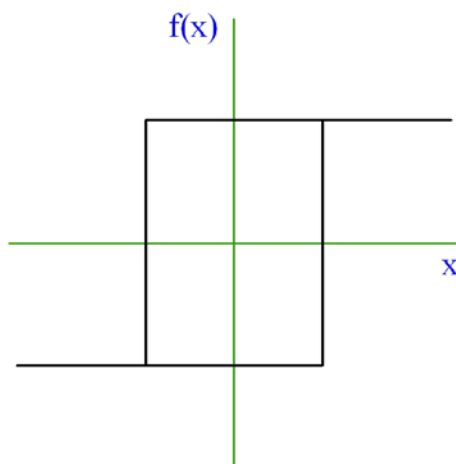
Obr. 5.2 Nasycení

Příkladem pro nasycení je inovační křivka v jednom stupni inovace (obr. 5.2). Čili inovační proces lze pojmut jako příklad nelinearity vyjádřené nasycením.



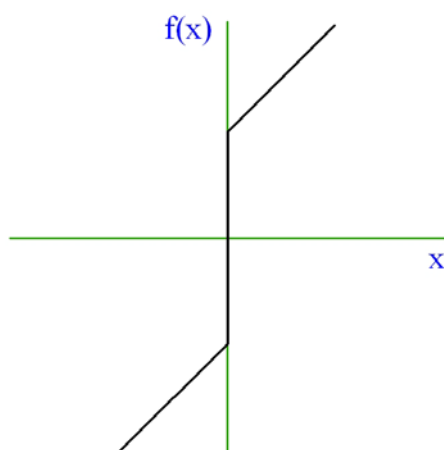
Obr. 5.3 Necitlivost

Příkladem necitlivosti může být závislost tržeb $f(x)$ na nákladech x vložených do výzkumu a vývoje (obr. 5.3). Až po určitých vložených prostředcích do výzkumu a vývoje (jakýkoliv druh kapitálu vložený do vývoje a výzkumu) totiž může výrobce očekávat jejich návratnost v tržbách.



Obr. 5.4 Hystereze

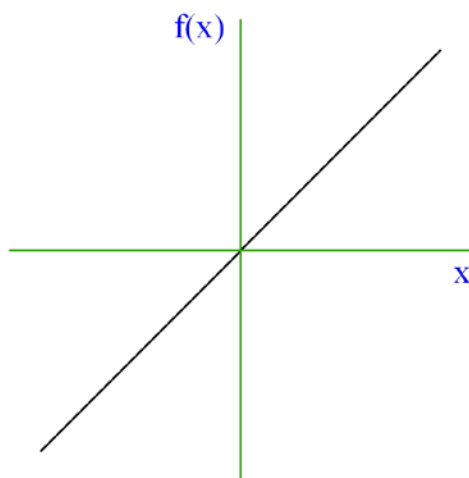
Příkladem hystereze mohou být pohyby cen u zboží (obr. 5.4). Nástrojem obchodní sféry k vytváření zisku je kromě pohybu prodejních cen nebo snižování výrobních a celkových nákladů také čas – časová prodleva v poklesu cen z vyšší úrovně na nižší úroveň. Jestliže obchodník zvýší cenu z jedné úrovně na druhou, tak ve stejném okamžiku se mu zvýší zisk o výšku hysterezního pásma (obr. 5.4). Při všeobecném poklesu poptávky obchodník sníží cenu u nového zboží, čili po hysterezi křivce se cena vrací zpět. Avšak k tomu dochází s určitou časovou prodlevou, po kterou obchodník prodává ještě za původní, zvýšené ceny a po tuto časovou prodlevu si vytváří zisk. Jiný příklad pro hysterezi lze najít u financování údržby výrobních prostředků. Aby stroje a zařízení měly co nejdelší životnost a co nejvyšší spolehlivost, vkládá výrobce do údržby své finanční prostředky. Jestliže se rozhodne snižovat své náklady a přestane financovat údržbu, tj. vrací se po druhé větvi hysterezi křivky směrem doleva, pak je ještě po nějaký čas schopen provozovat své výrobní prostředky v technicky dobrém stavu. Po určité době, která odpovídá šířce hysterezního pásma, se však stav strojů a zařízení zhorší anebo se může stát nefunkčním.



Obr. 5.5 Předepnutí

Příkladem pro předepnutí může být závislost nákladů $f(x)$ na velikosti zásob x (obr. 5.5). Zde náklady v závislosti na zásobách rostou. Při klesajících zásobách náklady přirozeně klesají, ale ani při nulových zásobách nejsou náklady nulové.

Lineární průběh funkce $f(x)$ v závislosti na x znázorňuje obr. 5.6.



Obr. 5.6 Linearita

Linearita představuje takovou závislost $f(x)$ na x , kdy změna x nevyvolává nulovou změnu $f(x)$ anebo kdy nenulová změna $f(x)$ není vyvolána při nulové změně x . Hodnota $\frac{df(x)}{dx}$ tedy nesmí být nulová a ani její závislost na dx nesmí mít bod nespojitosti.

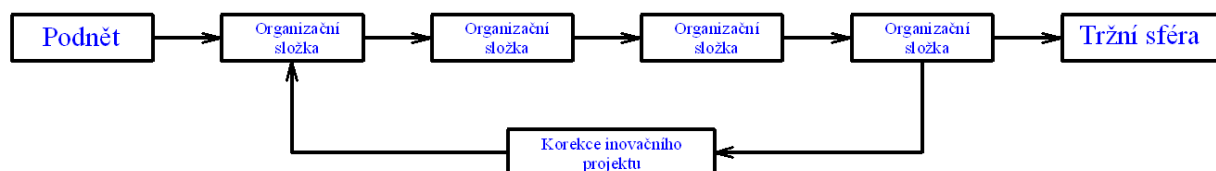
Dopady inovačního procesu:

- Využití zdrojů (materiál, kapitál, lidské zdroje): určuje náklady a cenu
- Kvalita výrobku nebo procesu: určuje užité vlastnosti a spokojenost zákazníka
- Doba vývojového cyklu: určuje konkurenční schopnost

5.2. Řízení inovačního procesu

Na inovacích se musí podílet všechny relevantní procesy, čili organizační složky podniku. Jejich řízení může probíhat několika způsoby.

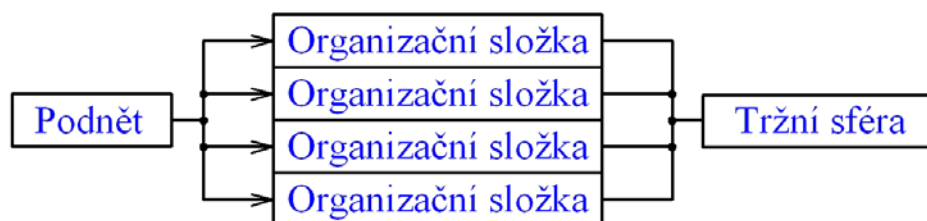
Sériové řízení (obr. 5.7)



Obr. 5.7 sériové řízení inovačního procesu

Pro sériové řízení je typický sekvenční způsob řešení inovací. U tohoto způsobu chybí inovace organizačních složek systémem in-line, což si vyžaduje dodatečné korekce inovačního projektu a prodlužování inovačního cyklu.

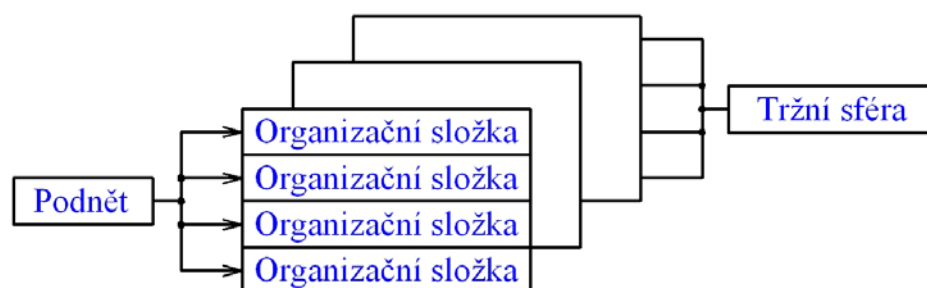
Paralelní řízení (obr. 5.8)



Obr. 5.8 Paralelní řízení inovačního procesu

U paralelního způsobu řízení inovačního procesu se uplatňuje týmová spolupráce různých profesí (zástupců různých organizačních složek podniku). Korekce inovačního projektu probíhají v průběhu řešení bez ztráty času a oproti sériovému řízení se zde inovační cyklus zkracuje.

Multiparalelní řízení (obr. 5.9)



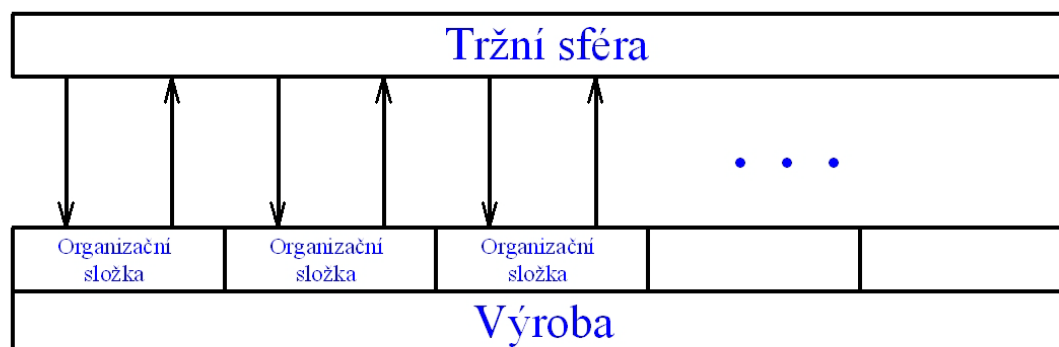
Obr. 5.9 Multiparalelní řízení inovačního procesu

Při multiparalelním řízení se pracuje simultánně. Charakteristická je souběžná týmová práce na několika inovacích, maximální přenos zkušeností a dovedností z jednoho inovačního projektu do druhého, ještě větší zkrácení inovačního projektu oproti prostému paralelnímu způsobu a možnost pružné změny v projektech na základě výsledků z jiných projektů.

Metoda QFD

Pojmenování této metody je zkratkou výrazu Quality Function Deployment. Metoda byla vyvinuta ve společnosti Mitsubishi v 70. letech 20. století. Necht' nikoho nepřekvapí, že v metodě pro řízení inovací se objevuje výraz kvalita. Ve špičkových systémech řízení totiž dochází ke konvergenci metod pro inovaci, kvalitu i marketing. Z toho důvodu se uvedená metoda dá využít ve všech těchto procesech.

Metoda spočívá v detailní identifikaci potřeb zákazníka a jejich rozpracování do procesů u výrobce, čili do organizačních složek výrobního podniku. Toto se děje rozvinutím, rozložením (angl. deployment) zákaznické sféry vůči procesní skladbě (organizačním složkám) výrobce. Schématicky to znázorňuje obr. 5.10. Zde je vidět přímá interakce



Obr. 5.10 Schématické znázornění metody QFD

organizačních útvarů, což zabezpečí rychlý přenos informací, kdy informace tečou bez zkreslení, v takové formě, kvalitě, dávkování a v takových časech, v jakých je oba partnerské útvary potřebují.

Aplikace metody QFD spočívá v sestavení matice, jejichž sloupce znamenají podněty vně podniku, čili potřeby zákazníka a řádky tvoří postupy, opatření výrobce k tomu, aby uspokojil přání zákazníka, čili řešení uvnitř podniku (tab. 5.3). Matice nemusí být symetrická. Záleží

Tab. 5.3 Výpočtová matice pro metodu QFD

Postupy výrobce	Podněty zákazníka				
	Podnět 1	Podnět 2	Podnět 3	Podnět 4	Podnět 5
Postup 1					
Postup 2					
Postup 3		Korel. koef.			
Postup 4					
Postup 5					
Postup 6					

na počtu požadavků zákazníka a postupů u výrobce. Tab. 5.3 uvádí příklad, kdy zákazník dává pět podnětů a výrobce tyto podněty řeší šesti svými postupy. Všechny průsečíky sloupců a řádků se vyplňují korelačním koeficientem, jímž se hodnotí vztah daného postupu výrobce, jak chce uspokojit daný požadavek zákazníka. Celá matice se tak vyplní korelačními koeficienty v rozsahu $\langle 0;1 \rangle$. Vzniká tak trojrozměrný prostor vyplněný jakousi zvlněnou plochou nad základnou tvořenou osami požadavků a postupů.

Výrobní podnik prioritně řeší ty vztahy mezi podněty a postupy, které mají nejvyšší korelační koeficient. K tomu si zvolí první mezní hodnotu korelačních koeficientů a řeší jen vztahy

s korelačním koeficientem od 1 do této zvolené mezní hodnoty. Provádí tedy řez korelační plochou ve výšce dané první zvolenou mezí korelačních koeficientů. Poté může přistoupit ke snížení meze korelačních koeficientů, čili může řešit méně významné vztahy. Provádí tedy řez korelační plochou ve výšce druhé zvolené meze korelačních koeficientů. Takto může v několika krocích (řezech) postupovat až ke zvolené nejnižší mezi korelačních koeficientů a vztahy s korelačním koeficientem od této nejnižší meze až k 0 se nezabývat. Anebo může postupovat ještě za poslední mez korelačních koeficientů, čili pod poslední řez až k 0 a řešit i ty nejméně významné vztahy požadavků a postupů.

Hodnotová analýza

Princip metody spočívá ve srovnání úrovně inovace (parametry technické povahy) s náklady na inovaci (nákladové položky související s inovací). Cílem je, aby poměr obou těchto parametrů byl maximální

$$(úroveň\ inovace) : (náklady\ na\ inovaci) = \max \quad (5.1)$$

Čitatel i jmenovatel se dekomponuje na dílčí složky: v čitateli technické parametry, jimiž se hodnotí úroveň inovace a ve jmenovateli ekonomické položky související s inovací. Schématicky by se tento krok mohl znázornit následujícím obecným zlomkem

$$\frac{TP_1 \cdot TP_2 \cdot TP_3 \cdot \dots \cdot TP_m}{EP_1 \cdot EP_2 \cdot EP_3 \cdot \dots \cdot EP_n} = \max \quad (5.2)$$

v němž znamená TP_i technický parametr pro hodnocení inovace, kde $i = 1, 2, 3, \dots, m$, a EP_i je ekonomický parametr pro vyjádření nákladovosti, kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Následuje párové řešení podílů všech jednotlivých složek separátně. Největší podíly TP a EP ukazují na nejvyšší priority řešení a nejmenší podíly parametrů na nejnižší priority řešení. Podobně jako metoda QFD zde hodnotová analýza vytváří hladiny důležitosti vztahů technické úrovně inovace a nákladovosti. Dvojice TP a EP , jejichž podíly jsou nejnižší, může výrobce z dalšího řešení vyloučit.

5.3. Řízení materiálového toku

Řízení materiálového toku patří do operativní úrovně, ale důsledky a efekty ovlivňují nejvyšší, strategickou úroveň.

Řízení materiálového toku má vliv na:

- velikost a obrátku zásob
- náklady výroby
- zisk
- dodací termíny
- spokojenost zákazníků
- konkurenční schopnost

Nástroje k řízení materiálového toku jsou:

- dimenzování a synchronizace strojů
- plynulost toku materiálu, čili propustnost uzlů dle jejich kapacity
- meziperační zásoby (kladné a záporné)

Druhy zásob jsou:

- výrobní zásoby (suroviny, materiál, polotovary, čili obecně vstupy)
- meziperační zásoby (nedokončená výroba, vlastní polotovary, rozpracovaná výroba)
- hotová výroba (zásoby výstupů)
- opravitelné zmetky a výrobní výměty přeraditelné do jiné, pro zákazníka použitelné výrobní kategorie

Z pohledu na povahu zásob je těžební průmysl charakteristický nízkými výrobními zásobami a vysokou hotovou výrobou. Naopak pro hutnictví jsou charakteristické vysoké výrobní zásoby. Pro strojírenství jsou pak typické vysoké meziperační zásoby.

Snížení zásob hotové výroby se docílí využitím velkoobchodních firem, jak to bylo popsáno v kap. 3.1, odst. Pružnost pracovních prostředků. Snížení výrobních zásob se dosáhne využitím systému just-in-time, just-in-sequence nebo váš sklad v našem skladě. Snížení meziperačních zásob se zabezpečí správným dimenzováním strojů a linek, synchronizací, plynulostí technologie a optimalizací výrobních kampaní.

Synchronizace výrobních operací:

Doba synchronizace

$$T = n \cdot \tau_0 - c, \quad (5.3)$$

kde je T doba synchronizace
 n počet výrobních stupňů
 τ_0 délka taktu
 c délka cyklu

Podíl přestávek i je

$$i = \frac{c}{n \cdot \tau_0} \quad [\%] \quad (5.4)$$

Optimální výrobní kampaň je dána množstvím výroby q , které se vypočítává z výkonu P . Výkon P je dán vztahem

$$P = \frac{dq}{d\tau}, \quad (5.5)$$

ve kterém je τ čas. Z rov. (5.5) vychází pro množství výroby v optimální kampani

$$q = \int_0^{\tau} P \cdot d\tau, \quad (5.6)$$

V rov. (5.6) se integrál vypočítává pro $\tau = \text{ČPČ}$ (čistý provozní čas, jak je definován v kap. 4.3). Optimalizovaná roční výroba M je dána vztahem

$$M = q \cdot m, \quad (5.7)$$

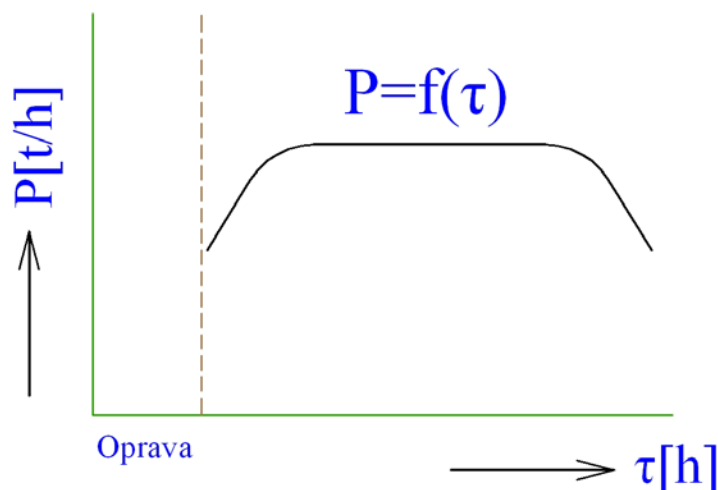
v němž je m počet kampaní v roce. Ten se vypočítává jako podíl počtu hodin v roce a doby kampaně [hod.]. Z rov. (5.6) a (5.7) vychází pro optimalizovanou roční výrobu M vztah

$$M = m \cdot \int_0^{\tau} P \cdot d\tau \quad (5.8)$$

Množství výroby q i optimalizovaná roční výroba M dle rov. (5.6) a (5.8) se vypočítává pro časový úsek $\langle 0; \tau \rangle$. Z množství výroby za jednu kampaň a čistého provozního času se pak stanovuje průměrný hodinový výkon P_h ve tvaru

$$P_h = \frac{q}{\text{ČPČ}} \quad (5.9)$$

Obecný diagram průběhu průměrného hodinového výkonu v čase ukazuje obr. 5.11. Zde je



Obr. 5.11 Průběh průměrného hodinového výkonu v čase

znázorněna situace, kdy se nějaké výrobní zařízení uvádí do provozu po opravě. Může to být i po jeho nové instalaci, rekonstrukci apod.

Jestliže nejsou výrobní stupně nebo dílčí výrobní pochody dobře synchronizovány, pak vznikají na rozhraní dvou těchto prvků výrobního procesu mezioperační zásoby. Kladné mezioperační zásoby vznikají v případě, že druhý výrobní stupeň je méně propustný než první. Záporné mezioperační zásoby vznikají v případě, že druhý výrobní stupeň je

propustnější než první. Oba případy svědčí o neharmonickém dimenzování výrobních stupňů, příp. dílčích výrobních pochodů už ve fázi projektu anebo o nedostatečné úrovni operativního řízení.

5.4. Počítačové informační systémy

K harmonicky vyladěné synchronizaci přispívá užití počítačových informačních systémů, které jsou spojeny s výrobním procesem periferními jednotkami vnějšího okruhu, a to ať už poskytující data automaticky v zapojení on-line pomocí senzorů nebo pomocí ručních vstupů v zapojení off-line.

Typologie počítačových informačních systémů:

Dopředné systémy, v české literatuře nazývané tlačné, což je doslovný překlad výrazu push, užívaného v anglicky psané literatuře. Činnosti v jednotlivých výrobních stupních se odvíjejí od plánu, tedy od začátku výrobního procesu. Do této skupiny se řadí:

- MRP I (Material Requirement Planning): Plánování dle požadavků na materiál, dle zakázek, bez ohledu na vytíženost výrobních skupin.
- MRP II (Manufacturing Ressource Planning): Plánování výrobních zdrojů. systém zahrnuje nákup, financování, vývoj, rozšiřuje se až na objednávkovou agendu, účetnictví, řízení zásob a strategii.

Zpětné systémy, v české literatuře nazývané tažné, což je doslovný překlad výrazu pull, užívaného v anglicky psané literatuře. Činnosti v jednotlivých výrobních stupních se odvíjejí od uspokojení zákazníka nebo od profitu výrobce, tedy od konce výrobního procesu nebo až od směny. Do této skupiny se řadí:

- JIT (just-in-time): Vyrovnaný tok materiálu, krátké doby seřizování a přestaveb, trvalé zlepšování výrobního procesu dle potřeb zákazníka.
- KANBAN: Japonská modifikace. Identifikace a signalizace pohybu materiálu, paralelní tok materiálu a tok informací prostřednictvím karet o materiálu.
- CONWIP (Constant Work in Process): Systém pracuje se sledováním výroby, evidencí výrobních dat, kapacitních dat, časů, zásob a termínů.
- TOC (Theory of Constrain, teorie omezení): Zařazení funkce zisku, návratnosti investic a toku peněz do systému. Dociluje se technologické a ekonomické chování organizačních složek aplikací finančních ukazatelů v jednotlivých výrobních stupních nebo dílčích výrobních pochodech.
- IOC (Input-output Control, řízení vstupů a výstupů): Vhodné pro hromadnou a pásovou výrobu. Stanovuje se několik kontrolních bodů v sekvenci výrobních operací a výrobních stupňů. Podle zjištěného stavu v těchto kontrolních bodech se adaptuje tempo výroby v dopředném i zpětném směru.

Softwarové produkty pro plánování a rozvrhování výroby

Systémy plánování a řízení výroby (PPC, Production Planning and Control System) jsou užívány v těchto rozsazích uplatnění:

- Centrální: Veškeré činnosti ve výrobním procesu jsou předem naplánovány. Výrobní úsek podniku je omezen jen na výrobu, bez možnosti jakéhokoliv přístupu k adaptaci výrobního

systému v důsledku nastalých změn, ke kterým dochází v době mezi naplánováním výroby a jejím ukončením.

- Úsekově centralizované: Systém se soustřeďuje na centrální plánování kritických uzlů, kde v důsledku nesynchronizace hrozí nebezpečí vzniku kladných nebo záporných mezioperačních zásob.
- Decentralizované: Systém rámcově rozhoduje o průběhu plnění zakázek. Detailní plánování probíhá decentralizovaně. Centrální plán zasahuje do průběhu plnění zakázek jen do té míry, aby byly pro decentralizované výrobní stupně optimální rámcové podmínky. U tohoto způsobu je kladen zvláštní důraz na funkci informačního systému, který propojuje organizační složky nejen ve vertikálním směru organizační struktury, ale zejména i v horizontálním směru a dokonce i klíčové útvary výrobce s odpovídajícími útvary subdodavatelů.

Z porovnání dopředných a zpětných systémů řízení s podporou informačních systémů se na první pohled zdá, že zpětné – tažné systémy lépe vyhovují požadavkům zákazníků, a proto lépe přispějí ke konkurenční schopnosti výrobce. Přesto však vývoj dopředných – tlačných systémů neustrnul. Dnes jsou vyvinuty systémy ERP (Enterprise Resource Planning, čili systémy plánování podnikových zdrojů). Tyto systémy představují podnikové integrované agendy ze všech tří úrovní v hierarchii řízení: strategické řízení, taktické řízení, operativní řízení.

Dalším krokem v integraci podnikových agend do komplexního softwaru pro řízení podniku je systém OPT (Optimized Production Technology), čili optimalizovaná výrobní technologie. Systém spočívá ve dvojnásobném výpočtu plánu a dalších agend. po a proti směru toku materiálu. Tento postup zaručuje dokonalý soulad požadavků výstupů na potřebné vstupy, ale vyžaduje dokonalý a výkonný počítačový systém.

Propojení souvisejících podnikových agend a vytvoření rozsáhlé a vnitřně členěné společné databáze vedlo k vytvoření CIM (Computer Integrated Manufacturing, čili počítačově integrovaná výroba). Doslovný český překlad nevystihuje přesně význam tohoto systému. Jde o počítačové řízení všech dílčích procesů vztahujících se k výrobě, procesů předcházejících výrobu a na výrobu navazujících. Patří sem:

- CAE, Computer Aided Engineering, počítačová podpora návrhu výrobku nebo technologie,
- CAD, Computer Aided Design, počítačově podporovaná konstrukce,
- CAP, Computer Aided Process Planning, počítačově podporovaná technická příprava výroby,
- CAM, Computer Aided Manufacturing, počítačově podporovaná příprava a řízení strojů, dopravního a manipulačního zařízení, zaměřeno do výroby,
- CAT, Computer Aided Testing, počítačově podporovaná kontrola, a zkoušení výrobku nebo ověřování technologie,
- CAQ, Computer Aided Quality, počítačově podporovaný celopodnikový systém pro řízení kvality.

Systém CIM a některé jeho moduly přerůstají hranice podniku. Vzniká tak SCM (Supply Chain Management), čili řízení dodavatelského řetězce. Je to propojování jednotlivých organizačních útvarů u subdodavatelů na výrobce. Cílem je dosažení souladu mezi subdodavateli a výrobcem nebo mezi subdodavateli navzájem v parametrech dodávek, termínech dodávek, kvalitě, nákladovosti výroby a v ceně. Je to velice náročný systém, který

vesměs aplikuje JIT (just-in-time) v kombinaci s JIS (just-in-sequence). Nejpropracovanější je dnes v automobilovém průmyslu.



Shrnutí pojmů:

inovace, inovační křivka, inovační stupeň, inovační trajektorie
lineární a nelineární vztah závislé a nezávislé proměnné
sérové, paralelní a multimaralelní řízení, QFD, hodnotová analýza
synchronizace výrobních operací
druhy zásob
počítačové informační systémy (dopředné a zpětné)



Otázka

Čím je vyplněná matice v metodě QFD?



Úlohy k řešení

Jak vypadá inovační křivka? Vysvětlete její časový průběh. V jakém souřadném systému se vynáší?

S využitím znalostí z vyučovacího předmětu Průmyslové technologie I nebo Průmyslové technologie II vysvětlete stupně na inovační křivce pro zvolené výrobní zařízení.

Vyjmenujte a vysvětlete obsah zkratk procesů, k jejichž realizaci se využívá počítačové podpory. Tyto zkratky mají na počátku většinou označení CA (computer aided).

6. MĚŘENÍ PRÁCE



Čas ke studiu: 8 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat vlastnosti práce
- optimalizovat pracovní režim z hlediska délky práce a přestávek
- vypočítat produktivitu práce



Výklad

Výrobce vkládá do výrobního procesu dva druhy práce. Je to minulá práce, čili zhmotněná práce (např. suroviny, nakoupený materiál, výrobní kapacity) a živá práce, která je bezprostředně vynakládána práce ve výrobním procesu. U minulé práce se sleduje její množství, kvalita, stupeň využití, což z technologického hlediska představuje výtěžnost, tedy technickou úroveň výrobního procesu. U živé práce se kromě výše uvedených parametrů sleduje druh práce, vlastnosti práce, aktivita pracovníků a výsledky práce. Cílem je racionální hospodaření s živou prací. Mrtvou práci výrobce ovlivní jen prostřednictvím stupně využití. K řízení hospodárnosti živé práce slouží takové nástroje, jako je normování práce, racionalizace práce a hmotná stimulace.

6.1. Vlastnosti práce

Účinnost práce je funkcí charakteru výrobního procesu, stupně mechanizace a automatizace, technologické úrovně, osobních vlastností pracovní síly, systému řízení, organizace práce, efektivnosti toku informací.

Intenzita práce je vynaložené úsilí v čase. Fyzikální význam intenzity práce je tedy energie a teoreticky by se mohla měřit v energetických jednotkách.

Extenzita práce je rozsah práce. Zahrnuje délku pracovní doby a strukturu práce. Fyzikální podstatou extenzity je čas. Struktura práce obsahuje:

- čas práce, v němž pracovník vykonává pracovní úkony
- čas přestávek:
 - osobní přestávky, určené k odpočinku a nastřádání nové energie pro obnovení výkonu
 - provozní přestávky, vyvolané technickými nebo organizačními požadavky provozu
- čas ztrátový, který je zapříčiněn:
 - technicko-organizačními nedostatky
 - pracovní nebo technologickou nekázní
 - vyvolanými vícepracemi při zmetkové výrobě anebo při opravách opravitelné vadné výroby

Struktura každé profese ve výrobě je obecně jiná a je dána charakterem práce v tom či onom oboru.

Spotřeba práce

V provozech se provádějí časové snímky pracovních operací a celé směny. Časové snímky se vyhodnocují statisticky a stanovují se průměrné hodnoty. Časy se vyhodnocují ve třech úrovních:

- čas jednotkový, který platí pro jednotlivou operaci nebo jednotku produkce
- čas dávkový, který platí pro jednotlivou dávku výrobků (např. do změny výrobního sortimentu)
- čas směnový, který stanovuje význačné mezníky ve směně (zahájení a ukončení směny, zahájení a ukončení přestávky)

Časové snímky slouží ke stanovení normy pro obsluhu agregátů, která může být dvojí: určení počtu pracovníků k obsluze nebo výkon pracovníků daný množstvím práce za čas, např. počtem výrobků.

Měrná spotřeba práce S se určí ze vzorce

$$S = \tau_1 \cdot (1 + k), \quad (6.1)$$

kde je τ_1 jednotkový čas a k je koeficient zahrnující čas dávkový a směnový. Koeficient k může nabývat hodnoty menší, rovné nebo větší než 1. Čím více je přestávek a nepracovních časů, tím větší je koeficient k . Např. operátor v energetickém velíně bude mít menší koeficient k než dělník v provozu hutního zdiva.

Pro koeficient k platí

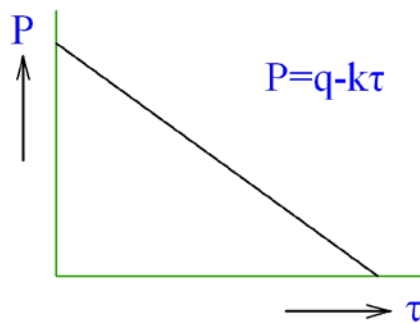
$$k = \frac{\tau_n}{\tau_{sm} - \tau_n} \quad (6.2)$$

V rov. (6.2) je τ_n nepracovní čas a τ_{sm} je směnový čas. Řešením rov. (6.7) a (6.8) vychází pro měrnou spotřebu práce vztah

$$S = \frac{\tau_1 - \tau_{sm}}{\tau_{sm} - \tau_n} \quad (6.3)$$

6.2. Množství práce, pracovní výkon

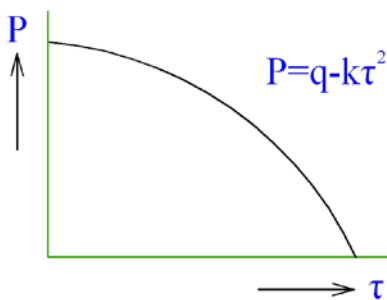
Výkon P pracovníka se vlivem výdaje jeho energie na pracovní úkony v průběhu času τ snižuje. Pokles jeho výkonu může mít lineární průběh (obr. 6.1). Průběh výkonu pracovníka



Obr. 6.1 Lineární pokles výkonu

v pracovním čase se dá dobře identifikovat, a tudíž se dá i určit nejvhodnější doba pro zařazení přestávky pro obnovu energie.

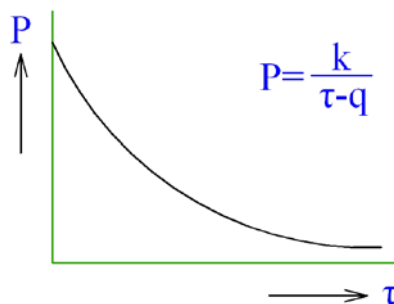
Výkon pracovníka může mít časový průběh s progresivním poklesem, zde znázorněný parabolou (obr. 6.2). Parabolická závislost výkonu na čase je pro udržení pracovního tempa



Obr. 6.2 Parabolický pokles výkonu

zvláště nebezpečná. Při delších pracovních časech, např. na konci směny před přestávkou apod., je gradient poklesu výkonu natolik velký, že při delších pracovních časech se těžko určí optimální čas pro včasné zařazení přestávky.

Pokles výkonu s degresivním průběhem je určena hyperbolickou závislostí (obr. 6.3). Takový průběh ukazuje, že k absolutnímu vyčerpání pracovní energie nikdy nedojde, avšak brzy po začátku práce dojde k výraznému snížení výkonu a po zbytek pracovního času je výkon malý.



Obr. 6.3 Hyperbolický průběh výkonu

Průběhy poklesu výkonu v závislosti na čase jsou fyziologickou funkcí. Jsou tudíž ryze individuální, ale závisí též na povaze výrobního procesu.

Vztah práce A a výkonu P je dán rovnicí

$$\frac{dA}{d\tau} = P, \quad (6.4)$$

kde τ je čas, případně rovnicí

$$\frac{dA}{d\tau} = n \cdot P, \quad (6.5)$$

která v sobě zahrnuje vliv počtu pracovních cyklů n . Obecně je výkon funkcí času

$$P = f(\tau), \quad (6.6)$$

a to podle některé z rovnic uvedených v obr. 6.1 – 6.3. Rov. (6.6) pak přechází na tvar

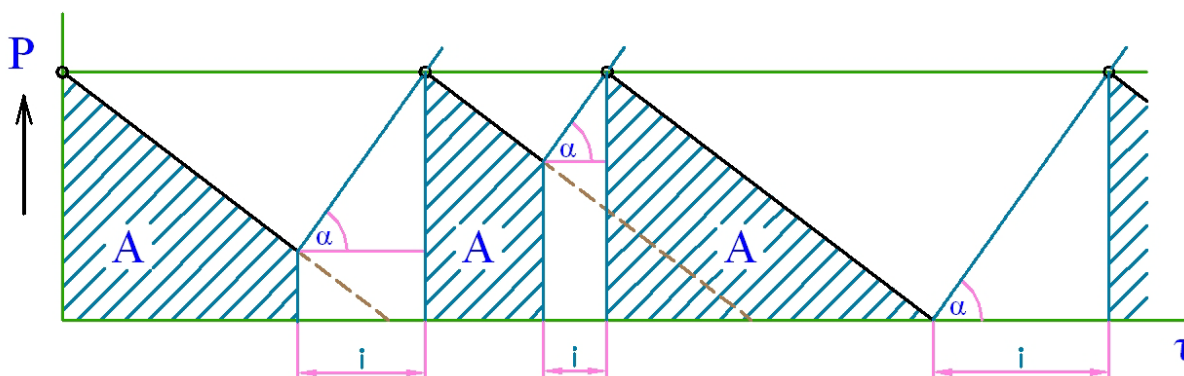
$$\frac{dA}{d\tau} = n \cdot f(\tau) \quad (6.7)$$

Řešením rov. (6.7) se zjistí hledané množství práce

$$A = n \cdot \int_0^{\tau} f(\tau) \cdot d\tau \quad (6.8)$$

Řešení úlohy dále pokračuje integrací zvoleného funkčního vztahu v oboru $(0; \tau)$.

Na příkladu lineárního průběhu poklesu výkonu P s časem τ si lze určit, zda je výhodnější zařadit do pracovní doby více kratších přestávek anebo jednu delší přestávku. Obr. 6.4



Obr. 6.4 Určení množství práce v různých pracovních režimech

znázorňuje tři případy: středně dlouhý pracovní čas, krátký pracovní čas s častějšími přestávkami a dlouhý pracovní čas až do úplného vyčerpání energie pracovníka. V každém uvedeném případě je závislost $P = f(\tau)$ stejná. Rovněž rychlost nabytí nové energie na původní hodnotu daná úhlem α je ve všech třech případech stejná. Z grafu je zřejmé, že po

středně dlouhých pracovních časech je nutno zařadit střední přestávky, aby se energie obnovila na původní hodnotu. Kratší pracovní časy vyvolávají více přestávek, ale s kratším trváním. Po dlouhých pracovních časech se zařazuje méně přestávek, avšak s nejdelším trváním. Který případ má nejvyšší efektivnost, se určí z množství odvedené práce A

$$A = P \cdot \tau \quad (6.9)$$

Rov. (6.9) vychází z jednoduššího vztahu dle rov. (6.4). Množství práce je dáno vyšrafovanou plochou. Součet ploch, čili dílčích prací odvedených mezi jednotlivými přestávkami, v daném časovém úseku, určuje celkové množství práce v onom časovém úseku. Při prokreslení úlohy nebo analytickým řešením lze dojít k výsledku, že při lineární závislosti výkonu na čase je výhodnější zařadit v průběhu směny více kratších přestávek než jednu velkou přestávku. Tento výsledek vychází z ryze matematicko-fyzikálního řešení. Metoda nezahrnuje fyziologické děje.

6.3. Produktivita práce

Produktivita práce je ukazatel výrobního procesu, který jej charakterizuje z hlediska účinnosti, výkonnosti a efektivnosti spotřeby výrobních činitelů. Má dvě matematická vyjádření.

Přímé vyjádření produktivity práce P je dáno vztahem

$$P = \frac{M}{A}, \quad (6.10)$$

v němž je M množství produkce a A je spotřeba práce. Množství produkce v čitateli zlomku se vyjadřuje ve fyzikálních jednotkách typických pro daný výrobní sortiment, např. hmotnostními jednotkami, objemovými jednotkami, energetickými jednotkami a dalšími, podle toho, co je předmětem výroby. V čitateli se může objevit bezrozměrné číslo, pokud je výroba charakterizovaná počtem vyrobených kusů. Mohou to být časové jednotky, které v čitateli zastupují normohodiny. Mohou zde být i peněžní jednotky, které zde zastupují množství výroby vyjádřené v penězích nebo přidanou hodnotu. Spotřeba práce ve jmenovateli může být vyjádřena peněžními jednotkami, pak jsou to mzdové náklady na danou produkci, časovými jednotkami, které zde vyjadřují skutečně odpracovanou dobu na danou výrobu. I zde může být bezrozměrné číslo, které vyjadřuje počet pracovníků na danou výrobu. Jednotky produktivity práce jsou vyjádřeny různými kombinacemi vyjmenovaných jednotek v čitateli a ve jmenovateli. Těchto kombinací je velmi mnoho. Je třeba je přesně znát, pokud se chce porovnat produktivita práce dvou výrobních subjektů nebo jednoho výrobního subjektu ve dvou časových obdobích.

Nepřímé vyjádření produktivity práce je dáno vztahem

$$p = \frac{A}{M} \quad (6.11)$$

Mezi přímým a nepřímým vyjádřením produktivity platí vztah

$$P = \frac{1}{p} \quad (6.12)$$

Parametr p v obou předešlých rovnicích je nazýván jako pracnost.

Produktivitu práce ovlivní technická úroveň výrobního zařízení, úroveň technologie, systém řízení a organizace výroby, ale také lidské faktory, především motivace a kvalifikace.

Na příkladu restrukturalizace československého hutnictví v roce 1990 a následujících nejbližších letech lze zjistit, jak se oba ukazatele, z nichž se vypočítává produktivita práce, podílejí na úspěšnosti změn oborů. Proces restrukturalizace byl průvodním, či spíše cílovým a záměrným jevem změn, které nastaly ve společensko-ekonomické formaci v té době. V tab. 6.1 znamená 1. období časovou etapu do zahájení oněch změn, čili do roku 1989. 2. období

Tab. 6.1 Vývoj výroby, zaměstnanosti a produktivity v hutích

	Výroba	Počet pracovníků	Produktivita práce
1. období	M_1	A_1	P_1
2. období	M_2	A_2	P_2

znamená časovou etapu po nastalých změnách, kdy bylo dosaženo cílového stavu v hutní výrobě, jak co do množství hutní výroby, tak i co do počtu zaměstnanců v hutních závodech. Obojí, jak hutní výroba, tak počet zaměstnanců znatelně poklesly. Cílem bylo to, aby při snížení hutní výroby i zaměstnanosti v hutích vzrostla produktivita práce. Podmínky, za kterých se toho má dosáhnout, ukazuje následující matematická úvaha.

Dle definice v rov. (6.10) v uvedeném příkladě platí:

$$P_1 = \frac{M_1}{A_1} \quad \text{a} \quad P_2 = \frac{M_2}{A_2}$$

Pro hutní výrobu a zaměstnanost v obou obdobích platí:

$$M_1 > M_2, \quad A_1 > A_2 \quad \text{a} \quad \Delta P = P_2 - P_1$$

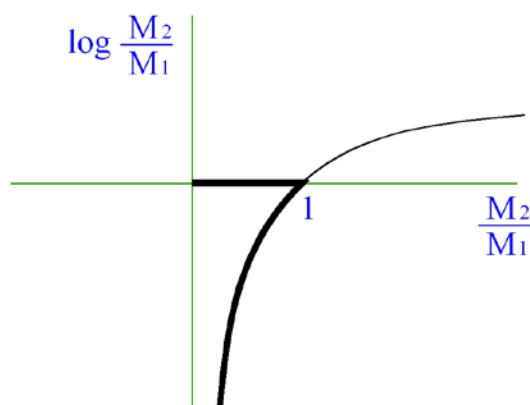
Z podmínky úspěšnosti restrukturalizace vyplývá $\Delta P > 0$, tedy

$$\frac{M_2}{A_1} > \frac{M_1}{A_1}$$

Po jednoduchých úpravách a logaritmování předešlé nerovnosti dostáváme vztah

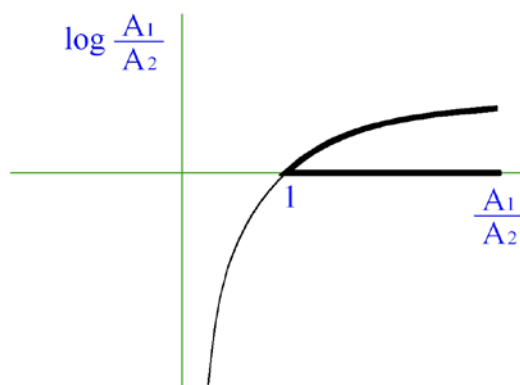
$$\log \frac{M_2}{M_1} + \log \frac{A_1}{A_2} > 0$$

Pro výroby v obou obdobích vždy platí $\frac{M_2}{M_1} < 1$, takže pro první člen nerovnosti vždy platí $\log \frac{M_2}{M_1} < 0$. Vysvětluje to graf na obr. 6.5. První člen nerovnosti tedy má zhoršující vliv.



Obr. 6.5 Logaritmická funkce pro výrobu ve dvou obdobích

Pro počet zaměstnanců v obou obdobích vždy platí $\frac{A_1}{A_2} > 1$, takže pro druhý člen nerovnosti vždy platí $\log \frac{A_1}{A_2} > 0$. Vysvětluje to graf na obr. 6.6. Druhý člen nerovnosti tedy má zlepšující vliv. O tom, zda bude platit nerovnost, rozhodují absolutní hodnoty obou členů.



Obr. 6.65 Logaritmická funkce pro zaměstnanost ve dvou obdobích

Aby skutečně platilo $\Delta P > 0$, tedy $P_2 > P_1$, musí mezi absolutními hodnotami obou členů platit tento vztah

$$|\log \frac{M_2}{M_1}| < |\log \frac{A_1}{A_2}|$$

Jen při platnosti této poslední nerovnosti má změna společensko-ekonomické formace pro restrukuralizační cíle význam.



Shrnutí pojmů:

účinnost, intenzita a extenzita práce
spotřeba práce
množství práce a pracovní výkon
produktivita a pracnost



Otázka

Co je produktivita práce? V jakých fyzikálních jednotkách může být vyjádřena?

Jaký je matematický vztah mezi produktivitou a pracností?



Úloha k řešení

Pokuste se na milimetrovém papíru vykreslit lineární průběh pracovního výkonu P v závislosti na čase podle obr. 6.4, a to pro dva různé režimy pracovního rytmu: krátké pracovní časy s častějším zařazováním kratších přestávek, dlouhé pracovní časy až do úplného vyčerpání energie s řídkým zařazováním delších přestávek nutných k obnovení energie. Sečtením ploch určujících množství práce A ověřte, který z obou režimů je výhodnější pro odvedení maximálního množství práce.

7. ÚDRŽBA VÝROBNÍCH PROSTŘEDKŮ



Čas ke studiu: 10 hodin



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat kategorii údržba jako nedílnou součást výrobního procesu
- rozčlenit údržbu podle různých kritérií
- vysvětlit pojmy charakterizující životnost, spolehlivost a poruchovost
- prokázat aktivní úlohu údržby v procesu inovace prostřednictvím její funkce automatické diagnostiky



Výklad

S rozvojem technické úrovně výrobních prostředků roste význam údržby. Údržba má na ekonomiku tento vliv:

- doba oprav, seřizování a údržby předurčují časové využití výrobních kapacit
- kvalita oprav, seřizování a údržby determinuje:
 - výkonové parametry zařízení, tj. množství výroby a ekonomiku
 - technické parametry zařízení, tj. kvalitu výroby a opět ekonomiku

Jak z doby, tak z kvality údržbářských prací tedy vyplývá, že se údržba přímo podílí na tvorbě ekonomiky. Přitom její náklady zatěžují podnikové hospodaření. Náklady na údržbu jdou na vrub výrobních nákladů. Udává se, že 8 – 15 % z celkových nákladů hutí jde na konto údržby. V hutních údržbách pracuje 20 – 30 % zaměstnanců, což zhoršuje produktivitu práce. Některé zahraniční literární prameny nepočítají zaměstnance v údržbě do stavu výrobních pracovníků v hutích, jako je to v našich statistikách. Odtud částečně plyne rozdíl v produktivitě práce našich a zahraničních hutí.

7.1. Členění údržby dle funkcí

a) Udržování

Náplní činnosti je odstraňování drobných závad, čištění, mazání, konzervace, seřizování, doplňování mazadel, hmot a paliv. Na některých těchto funkcích participuje obsluha strojů. Celková zodpovědnost za stav zařízení musí být vždy jen na jednom subjektu, v tom případě na údržbě.

b) Inspekce, diagnostika

Náplní činnosti je kontrola strojů a zařízení, revize, prohlídky, diagnostika, predikce poruch a plán oprav. Nalezení optimálního cyklu inspekcí a dalších podobných funkcí je základem k tomu, aby náklady na údržbu zatížily výrobní náklady nejnižší měrou.

Diagnostika je: jednorázová
 periodická
 kontinuální (s předem zvoleným časovým krokem)

Principy diagnostiky jsou: - vizuální (provádí obsluha)
 - vibrační (založený na principu měření vířivých proudů, tedy úhlových nebo translačních odchylek)
 - akustický, ultrazvukový
 - termický (termodiagnostika založená na bodovém měření teploty pyrometry nebo měření teplotních polí - termovize)
 - tribotechnické metody (měření chemické degradace olejů a mazadel a množství přítomného kovového otěru)

Vztah diagnostiky a řízení:

Napojení diagnostiky na technologický proces: - off-line (příkladem je tribotechnika, laboratorní analýza olejů a mazadel)
 - on-line (v tom případě hovoříme o automatickém diagnostickém systému ADS)



CD-ROM
Animace 6 – ADS a řízení

Vztah diagnostiky a inovačního procesu:



CD-ROM
Animace 7 – ADS a inovace

c) Opravy

Provádění běžných oprav, středních oprav, generálních oprav. Součástí generálních oprav bývá i modernizace strojů a zařízení. V tom případě údržba navazuje na trajektorii inovací (tab. 5.2).

d) Plánování a výroba

Plánování oprav, zásobování, zajišťování náhradních dílů, výroba náhradních dílů, výroba částí strojů.

7.2. Profesní struktura údržby

- strojní
- hydraulika a pneumatika

- elektro silnoprůd
- elektronika a diagnostika
- měření a regulace
- montážní
- stavební
- hutní zdivo

7.3. Organizace a řízení údržby

a) Centralizovaná

- Výhody: úspora pracovníků
 úspora technických prostředků
 lepší koordinace ve speciálních procesích
 lepší využití při sérové výrobě
- Nevýhody: menší operativnost
 větší odloučenost od výrobního procesu

b) Decentralizovaná

- Výhody: vyšší operativnost
 těsnější spojení s provozem
 lepší znalost provozu
- Nevýhody: horší koordinace ve speciálních profesích
 nebezpečí využívání pro provozní operativu
 zhoršení podmínek pro systémové plánování a pro začlenění do celopodnikového systému řízení

Začlenění údržby ve struktuře podniku:

- a) jako specializovaný podnikový útvar nebo závod
- b) do výrobního útvaru, jako součást výrobního provozu
- c) kombinovaný způsob

Časové kolísání požadavků provozů na údržbu vede mnohé podniky k externalizaci této činnosti. Pro údržbu tedy podniky využívají outsourcing a náklady na údržbu přecházejí z fixních nákladů do variabilních.

7.4. Systém činnosti údržby

a) Poruchová údržba

Uvádí se v činnost až při poruše, při výskytu zmetků nebo porušení bezpečnosti práce. Je to operativní činnost, bez plánování a přípravy. Koordinaci údržbářských činností v poruchové údržbě si prakticky lze těžko představit. Finanční prostředky na náhradní díly se vynakládají až v případě vyčerpání fyzické životnosti dílů. To na jedné straně přináší nízké náklady v důsledku dlouhých period mezi výměnami a opravami, na druhé straně však vyvolává

zvýšení nákladů z důvodu větších škod, ke kterým dochází při dosažení mezního stavu ve fyzické životnosti.

b) Preventivní údržba

Preventivní údržba navazuje na preventivní prohlídky, inspekci a diagnostiku. Sestává z preventivní výměny dílů a preventivních oprav, a to i v případě, že u dílů nedošlo ještě k vyčerpání fyzické životnosti. Preventivní údržba na jedné straně zvyšuje náklady na náhradní díly, které jsou častěji spotřebovávány, ale na druhé straně snižuje náklady v provozu, protože dochází odstávkám jen s minimální dobou trvání.

V literatuře se uvádí kategorie plánovaná údržba. V tomto studijním materiálu se plánovaná údržba slučuje s preventivní údržbou.

c) Prediktivní údržba

Inspekce a diagnostika přináší statistická data o provozu, na jejichž základě se vytváří obraz o skutečném stavu zařízení. Přitom inspekce a prohlídky přináší subjektivní data a na údržbu jsou vesměs napojeny systémem off-line. Diagnostika přináší objektivní data a pokud je zaveden ADS (kap. 7.1, animace 6), pak je tento systém na údržbu i na řízení výrobního procesu napojen on-line. Provádí se statistické sledování životnosti, tedy určení okamžiku, kdy strojní díly vyčerpají svou fyzickou životnost. Na tomto základě pak preventivní údržba může dlouhodobě plánovat preventivní opravy a výměny.

U prediktivní údržby je tedy velmi důležitý správně vypracovaný informační systém a všechna periferní zařízení vnějšího okruhu (sběrná místa v provozu poskytující data) včetně ručního měření.

d) Proaktivní údržba

Proaktivní údržba poskytuje zcela exaktní data, oprostuje se od orientace pouhých zkušeností. Technicky vyspělé testování umožňuje identifikovat sledovanou poruchu na provozu, a to včetně její příčiny. Tím se proaktivní údržba zaslouhuje o nápravná opatření v konstrukci, projekci, technologických útvarech a dalších technických útvarech zabývajících se inovacemi. Svým proaktivním systémem činnosti se tedy údržba podílí na inovačních procesech (kap. 7.1, animace 7).

7.5. Způsoby provádění oprav

a) Výměna poškozených dílů

Jejich oprava se provádí v údržbářské dílně, mimo provoz, tedy mimo výrobní proces. Tento způsob klade vyšší nároky na montážní práce a přepravu. Náklady se však snižují tím, že předmětem údržbářské činnosti je jen poškozená část.

b) Výměna celých komponent a uzlů

Tento způsob přináší zkrácení časů a snížení nároků na montážní práce. Zvyšuje však materiálové náklady, protože práce se nesoustřeďují jen na poškozené místo, ale i na fungující části.

c) Výměna celých podstatných částí

Většina prací probíhá v údržbářské dílně a do provozu se převáží již hotový díl. To platí potud, pokud je přeprava takové části do údržbářské dílny technicky možná. V opačném případě jsou vypracovány systémy pro provádění oprav těchto částí přímo na provozu. Může to být celý jednotlivý stroj v lince, hlavní funkční část provozu apod.

d) Generální oprava

Generální opravy představují prakticky stavbu nového zařízení na původních základech. Často se generální oprava spojuje s modernizací. Cyklus provádění generálních oprav zabírá několik let až periodu přes deset let nebo i několik desítek let. Máme na mysli generální opravy v těžkém průmyslu (hutě, koksovny, těžební průmysl, těžké strojírenství a těžká chemie). Po tak dlouhé době v těchto oborech dochází k technologické inovaci, často jsou to nové generace výrobních systémů. Proto se generální opravy, při kterých je na delší dobu zcela zastaven provoz, využívají k modernizaci čili ke stavbě inovovaného či zcela nového zařízení.

7.6. Životnost, spolehlivost, poruchovost

Kriterium životnosti:

- U součástí s cyklickým namáháním (krutové, ohybové, tahové, tlakové) je kriteriem životnosti četnost zatěžovacích cyklů.
- U součástí jednorázově namáhaných je kriteriem životnosti dosažená mezní hodnota fyzikálního parametru.

Definice spolehlivosti

Spolehlivost je schopnost k fungování. Jiná definice je pravděpodobnost, že dojde k poruše jen v určeném čase, nikoliv dříve.

Spolehlivost se měří počtem poruch v daném čase anebo naopak, dobou mezi dvěma poruchami.

Rozsah spolehlivosti:

- parciální spolehlivost (spolehlivost jednotlivých součástí)
- spolehlivost stroje a agregátu
- spolehlivost celé výrobní soustavy

Mezi pravděpodobnostmi fungování, čili spolehlivostí R , a pravděpodobnostmi nefungování, čili pravděpodobnostmi poruchy F , platí jednoduchý vztah

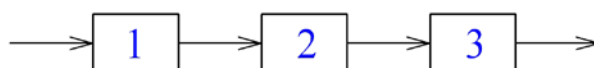
$$R + F = 1 \quad (7.1)$$

Odtud logicky pro obě pravděpodobnosti plyne $R < 1$ a $F < 1$.

Determinace spolehlivosti

a) Celková spolehlivost závisí na parciálních spolehlivostech, a to podle způsobů napojení výrobních agregátů v lince.

- Sériové zapojení výrobních agregátů:



Obr. 7.1 Sériové zapojení výrobních agregátů

Celková spolehlivost R je dána výrazem

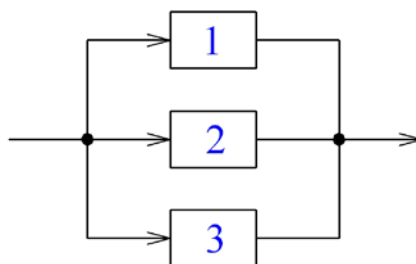
$$R = \prod_{i=1}^n R_i, \quad (7.2)$$

kde jsou R_i pro $i = 1$ až n parciální spolehlivosti, nebo též pro dané schéma na obr. 7.1

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \quad (7.3)$$

.

- Paralelní zapojení výrobních agregátů:



Obr. 7.2 Paralelní zapojení výrobních agregátů

Celková spolehlivost R je dána výrazem

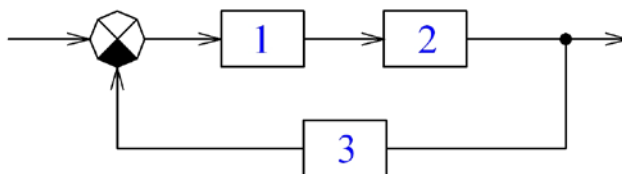
$$R = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i), \quad (7.4)$$

kde jsou R_i pro $i = 1$ až n parciální spolehlivosti, nebo též při třech výrobních agregátech znázorněných na obr. 7.2

$$R = \sum_{i=1}^3 R_i - R_1 \cdot R_2 - R_2 \cdot R_3 - R_3 \cdot R_1 + \prod_{i=1}^3 R_i \quad (7.5)$$

Zde index i nabývá hodnot 1, 2 a 3. Rov. (7.5) v sobě zahrnuje paralelní člen $\sum_1^3 R_i$ a pak čtyři sériové členy složené z parciálních spolehlivostí.

- Zpětnovazebné zapojení výrobních agregátů, někdy též nazývané antiparalelní zapojení:



Obr. 7.2 Zpětnovazební zapojení výrobních agregátů

Celková spolehlivost R je dána výrazem

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{1 \pm \prod_1^3 R_i} \quad (7.6)$$

Rov. (7.6) vyjadřuje celkovou spolehlivost pro kombinovaný případ, kdy horní větev schématu na obr. 7.2 představuje sériové zapojení výrobních agregátů. Znaménko + zde platí pro zpětnovazebné zapojení s aplikací rozdílového členu, jak je to zaznamenáno na obr. 7.2. Znaménko – pak platí pro takové zpětnovazebné zapojení, kde je rozdílový člen nahrazen součtovým členem. U zpětnovazebného zapojení je vidět, že parciální spolehlivost výrobního agregátu R_3 ve zpětné vazbě nemá oproti parciálním spolehlivostem výrobních agregátů v horní větvi výrazný vliv, o což se zasluhuje již existující hodnota 1 ve jmenovateli.

b) Celková spolehlivost závisí na způsobu provozování zařízení ze strany obsluhy a na údržbě.

Toto je vcelku logický závěr, který snad nepotřebuje žádné další vysvětlení.

c) Celková spolehlivost závisí na výrobní genezi zařízení nebo součástí.

Zde hrají důležitou úlohu moderní progresivní výrobní technologie, které zajišťují vysokou kvalitu výrobků. Dále to jsou přejímky odběratelů výrobků u výrobců. Přejímači nezjišťují jen aktuální kvalitativní parametry výrobku, ale právě také technologickou cestu – výrobní genezi, jak výrobek těchto parametrů dosáhl.

Následující příklad ukazuje kriteria spolehlivosti, jakožto parametru charakterizujícího funkčnost zařízení:

Tab. 7.1 Příklad kritérií pro hodnocení spolehlivosti válcovacích tratí, jakožto parametru charakterizujícího jejich funkčnost

Technické ukazatele	Maximální měrné zatížení pracovních válců – měrný válcovací tlak	
	Maximální válcovací síla	
	Maximální měrný válcovací moment	
	Maximální válcovací moment	
Výrobní ukazatele	Roční výrobní kapacita	Specifická produktivita vztažená na 1 m ² zastavěné plochy
		Specifická produktivita vztažená na 1 kg strojního zařízení
		Specifická produktivita vztažená na 1 kW hlavního pohonu
	Hodinový výkon válcovací stolice – závisí na periodách válcovacího cyklu	
	Deformační schopnost válcovací stolice	Maximální prodloužení vývalku
		Střední prodloužení rozvalku v jednom válcovacím průchodu
	Časové využití	Kalendářní čas
		Hrubý provozní čas
		Čistý provozní čas
Ekonomické ukazatele	Člení se na výrobní a provozní náklady	
Kvalitativní ukazatele	Garance rozměrové přesnosti	
	Garance tvarové přesnosti	
	Garance pevnostních, plastických a strukturních vlastností válcovaného materiálu	

Poruchovost je reciprokou kategorií ke spolehlivosti. Je dána vztahem

$$\lambda = \tau^{-1}, \quad (7.6)$$

kde je λ hledaná poruchovost a τ je střední doba mezi poruchami. Spolehlivost jakožto pravděpodobnost bezporuchového chodu v daném čase pozorování má pak tvar

$$R = \exp\left[-\frac{t}{\tau}\right] \quad (7.7)$$

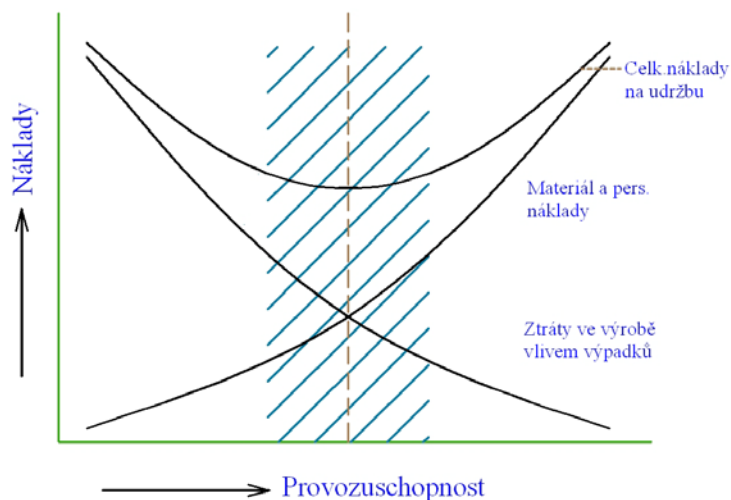
nebo též

$$R = \exp[-\lambda \cdot t] \quad (7.8)$$

Parametr t v rov. (7.7) a (7.8) vyjadřuje dobu pozorování. Z těchto rovnic logicky vychází na jedné straně přímá úměrnost mezi spolehlivostí R a dobou mezi dvěma poruchami τ a na druhé straně nepřímá úměrnost mezi spolehlivostí R a poruchovostí λ .

7.7. Nákladovost údržby

Údržba zvyšuje výrobní náklady a přitom nepřináší novou hodnotu, byť prodlužuje životnost a zlepšuje spolehlivost. Z toho důvodu každý výrobce musí vážit prostředky vložené do údržby a volit optimální hladinu její nákladovosti. Schématický graf na obr. 7.3 ukazuje



Obr. 7.3 Závislost celkových nákladů údržby na provozuschopnosti

závislost materiálových a personálních nákladů na údržbu v závislosti na požadované provozuschopnosti, které s touto provozuschopností logicky stoupají. Naopak ztráty ve výrobě vlivem výrobních výpadků vlivem činnosti údržby klesají. Mezi těmito dvěma protichůdnými trendy si výrobce hledá optimální stav, který si zjistí z průběhu součtové křivky obou závislostí. Je-li jedna závislost popsána vztahem

$$N_1 = f_1(P), \quad (7.9)$$

kde je N_1 materiálový a personální vklad prostředků do údržby a P je provozuschopnost zařízení, a druhá závislost je dána vztahem

$$N_2 = f_2(P), \quad (7.10)$$

ve kterém N_2 představuje ztráty ve výrobě vlivem výpadků a P je tentýž symbol jako v rov. (7.9), se pak průběh celkových nákladů v závislosti na provozuschopnosti řídí rovnicí

$$N_C = f_1(P) + f_2(P) \quad (7.11)$$

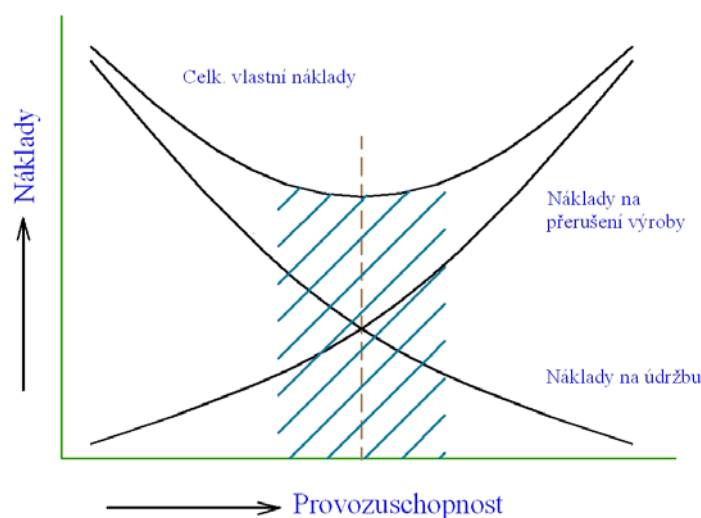
Graficky se optimální varianta provozuschopnosti nalezne jako nejnižší položený bod v souřadném systému $(N_C; P)$, který je dán styčným bodem součtové křivky a tečny vodorovné s osou P . Zde jsou celkové náklady nejmenší.

Matematicky se poloha onoho optimálního bodu na ose P nalezne pomocí derivování součtové křivky. Přitom pro hledaný bod musí na základě geometrické interpretace derivace platit, že

$$\frac{dN_c}{dP} = 0 \quad (7.12)$$

Zda se v nalezeném bodě nachází absolutní minimum, ověří kladná nebo záporná hodnota druhé derivace $\frac{d^2 N_c}{dP^2}$.

Podobně lze určit optimum při volbě režimu determinovaného celkovými náklady na údržbu a náklady vyvolanými přerušením výroby z důvodu nějaké poruchy a údržbářského zásahu, jak ukazuje obr. 7.4. Zde je opět optimum režimu údržby dáno minimem vlastních nákladů na



Obr. 7.4 Závislost celkových vlastních nákladů na provozuschopnosti

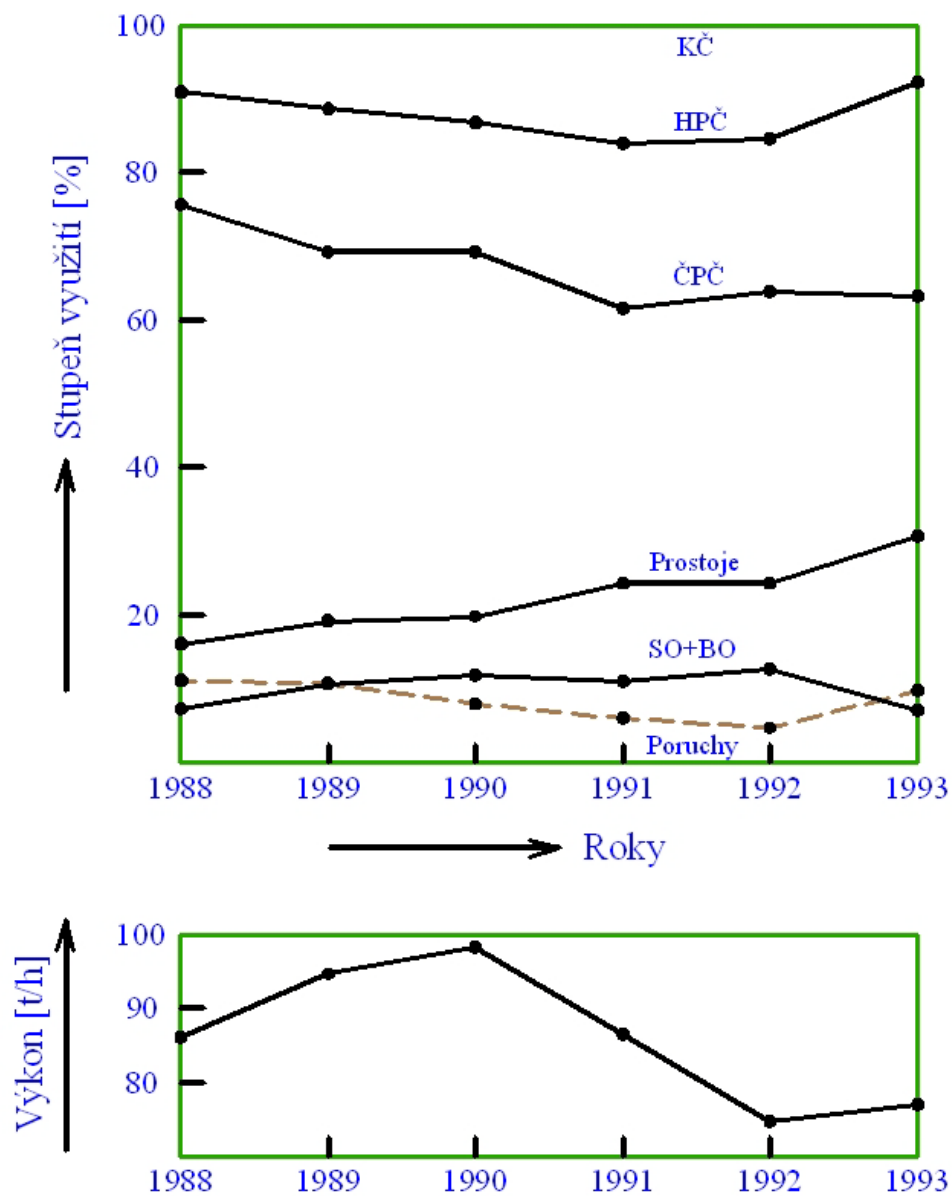
součtové křivce a nalezení polohy optimálního režimu na ose P se provede derivací součtové křivky jako v předešlém případě.



CD-ROM

Animace 8 – Důsledky spolehlivosti a poruchovosti systému

Na praktickém příkladu sledování provozních stavů na válcovně tlustých plechů lze dokladovat skutečnou vazbu doby prostojů, poruch, provozu a výkonu. Provozní pozorování bylo dlouhodobě prováděno v letech 1988 – 1993. Tato časová etapa byla jako demonstrace uvedených vztahů zvolena proto, že v ní, a to v letech 1990 – 1992 docházelo v důsledku změn ve společensko-ekonomické formaci k nestabilitě trhu, ke ztrátě odběratelské sféry a v důsledku toho ke snižování a dokonce i k zastavování výroby. Na obr. 7.5 je to vidět v poklesu křivky pro hrubý provozní čas HPČ a čistý provozní čas ČPČ. Prostoje tudíž logicky vzrostly. Vedení závodu využilo prostojů k provádění údržby a oprav (střední opravy SO, běžné opravy BO). To se příznivě promítlo do technického stavu válcovacího zařízení, a poruchy tudíž klesly. Souběžně s odstávkami provozu logicky klesl i výkon válcovací tratě.



Obr. 7.5 Provozní parametry válcovny tlustých plechů v letech 1988 - 1993

7.8. Efektivnost údržby

Vzhledem k tomu, že údržba zatěžuje výrobní náklady, hledá každý podnik optimum jejího využívání s cílem minimalizace nákladů.



CD-ROM
Animace 9 – Nákladovost údržby 1



CD-ROM
Animace 10 – Nákladovost údržby 2

K měření efektivnosti údržby se používají tyto hodnotové indexy:

- Výkonnost = (skutečně vykonané práce v normohodinách) : (skutečně odpracovaný čas [hod.])
Tento podíl může být větší, menší nebo roven 1. Nevýkonná údržba bude mít tento poměr < 1.
- Efektivnost = (skutečně vykonané práce v normohodinách) : (Ztráta ČPČ u výrobního zařízení vlivem odstávek [hod.])
- Stupeň využití = (skutečně vykonané práce v normohodinách) : (Disponibilní čas údržby [hod.])



Shrnutí pojmů:

automatický diagnostický systém ADS
životnost, spolehlivost, poruchovost
poruchová, preventivní, prediktivní a proaktivní údržba
vanová křivka
součtová křivka nákladovosti údržby



Otázka

Jaký je matematický vztah mezi spolehlivostí a poruchovostí? (přesně: mezi pravděpodobnostmi ideálně spolehlivého zařízení a pravděpodobnostmi absolutně poruchového zařízení)



Úloha k řešení

Pokuste se na vanové křivce najít bod, který znamená aktivizaci preventivní údržby. Stanovte, která funkce údržby stanovuje koncový bod vanové křivky pro potřebu preventivní údržby.

8. SYSTÉM KVALITY



Čas ke studiu: 4 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- porozumět časovému vývoji v pojetí kvality ve výrobním procesu
- definovat hlavní znaky systému kvality



Výklad

Pojetí kvality prošlo v historii vývoje výroby dlouhou cestou přeměn, a to od chápání této kategorie jako prostá nezávadnost nebo funkčnost výrobku až po jedno z hlavních kritérií strategie výroby a vztahu výrobce k zákazníkovi.

V systému kvality se hodnotí podnikové aktivity specifikované v tab. 8.1. Výsledky

Tab. 8.1 Aktivity hodnocené v systému kvality

Řízení	Pojetí řízení
	Plánování jakosti
Organizace	Organizační uspořádání
	Styl řízení
	Spolupráce
	Manažer jakosti
Systémy	Systémy jakosti
	Sběr dat
Měření	Náklady na nejakost
	Úroveň vad
	Doba výrobního cyklu
	Měření odchylek jakosti
	Měření jakosti v podpůrných službách
Nástroje	Nástroje k jakosti ve výrobě
	Požadavky zákazníka
	Spolehlivost
	Zjišťování chyb
	Údržba
Zákazníci	Vztah k trhu
	Ukazatel zpětné vazby
	Manažeři pro styk se zákazníky
Navrhování (vývoj)	Způsob vývoje
	Cíl vývoje
	Vývojový cyklus

Dodavatelé	Dodavatelské vztahy
Proces/Výroba	Charakteristika
	Metrologie
	Kontrola skrytých vad
	Hladina jakosti
	Záruční doba
	Servis
	Náhradní díly
Podpůrné služby	Vnitřní zákazník, metoda NOAC
	Organizační uspořádání
	Zlepšování kvality
Lidské zdroje	Náhled managementu na výkonnou sféru
	Pracovní a společenské klima
	Výcvik
	Manažer
	Výkonný pracovník

hodnocení jsou pak předmětem auditu, na jehož základě je uchazeči v případě kladného výsledku udělena certifikace.

Stejně jako systém kvality, prochází i povědomí lidí a plnění každé z aktivit v tab. 8.1 v čase vývojem. Hodnotový vývoj těchto aktivit (tab. 8.2) je rozčleněn většinou do 4 časových úseků, z nichž první je na samém prahu vývoje systému kvality a metod řízení, poslední je cílový stav, někdy již v dnešní době v některých oborech aplikovaný, mnohdy ještě zdaleka nedosažený.

Tab. 8.2 Hodnotový vývoj aktivit v systému kvality

Aktivita v syst. jakosti	Stadium			
	1.	2.	3.	4.
1. Řízení				
Pojetí řízení	Nutné zlo	Ano, ale bez vynaložení nákladů	Ano, zahrnutí do plánování a přiřazení nákladů	Zařazení mezi prvotní cíle strategie
Plánování jakosti	Žádné	Řešení až po ukončení výrobního procesu	Zahrnutí do podnik. plánu a finančního plánu	Promítnutí jakosti do všech úrovní řízení až po individ. účty
2. Organizace				
Organizační uspořádání	Pevná organizační hierarchie, vysoká pyramida		Snížení počtu úrovní řízení	- Průnik zákazníků do vrcholu pyramidy - Obrácená pyramida
Styl řízení	Vertikální vztahy	- Maticové řízení - Výrobní a	- Průnik potřeb zákazníků	- Plně týmové řízení

		projektoví manažeři	- Prvky horizontálního řízení	- Zahrnutí zákazníka
Spolupráce	- Izolované podnikové útvary - Soupeření	Prvky týmové práce mezi bezprostředně zainteresovanými útvary (horizontální)	Horizontální i vertikální spolupráce v hierarchii řízení	- Spolupráce přerůstá hranice podniku - Spolupráce v celém dodavatelském řetězci
Manažer jakosti	Jen hlídač	- Odpovědnost - Malá pravomoc	- Odpovědnost - Větší pravomoc - Trénování všech zainteresovaných útvarů	Všichni pracovníci jsou prodlouženou rukou manažera pro kvalitu
3. Systémy				
Systémy jakosti	Primitivní příručky bez používání	Metodická implantace ISO 9000, příp. dalších systémů (gradace v jednotlivých stádiích)		
Sběr dat	Nahodilé	- Rozsáhlý sběr dat - Zahlčení pracovníků	Účinná selekce dat a informací do priorit v čase a v řídicím stupni	Vlivem aplikace moderních metod jsou všechny informace přístupné na všech úrovních řízení (návrat ke 2. stadiu na vyšší úrovni)
Audity	0	Vlastní manažeři jakosti	Externí jakostní firmy	- Externí jakostní firmy - Vrcholový management (návrat ke 2. stadiu na vyšší úrovni)
4. Měření				
Náklady na nejakost	0	Jen zjišťování (10 – 25 % z prodeje)	Zjišťování a opatření (2 % z prodeje)	Eliminace neměřitelných nedostatků (0.3 % z prodeje)
Úroveň vad	Nesleduje se	- Sleduje se - Bez analýzy	Rozpracování příčin pro každé pracoviště	Rozpracování příčin pro každé pracoviště a každou úroveň řízení (oba směry)

				v hierarchii řízení)
Doba výrobního cyklu	Nesleduje se	Měří se (nevýr. časy 10 – 100x delší výr. časy)	Zkracování časů výr. cyklu (2x)	Extrémní zkrácení (na teor. hodnotu)
Měření odchylek jakosti	0	- Stanovení ukazatelů - stanovení opatření k jejich dosažení (gradace v jednotlivých stádiích)		
Měření jakosti v podpůrných službách	0	Ojedinelá kvantifikace jakosti	Měření v každé činnosti	- Dodavatelsko-odběratelské vztahy uvnitř podniku - Tomu podřízené vztahy v jakosti
5. Nástroje				
Nástroje k jakosti ve výrobě	0 nebo min.	- Paretovy diagramy důsl. = f (příčiny) - kontrolní diagramy	Projekty k vybraným případům	Projekty prevencí na samém počátku výr. cyklu
Požadavky zákazníka	Zohledňují se jen nahodile	Průzkum trhu	- Hodnototvorná analýza - Analýza citlivosti - Vícekriteriální hodnocení	Aplikace Quality Funktion Deployment QFD
Spolehlivost	0 nebo min. garance	- Modely predikce spolehlivosti - Analýza důsledků vad	Zkoušky životnosti	Vývoj zahrnuje varianty vnějšího prostředí (poruchovost → teor. 0)
Zjišťování chyb	Inspekce	- Systémy identifikace - Počítačové systémy	Vnější nezávislá inspekce	Snímače jako součást predikčních systémů
Údržba	Do konce fyzické životnosti	Snižování středních časů pro diagnostiku a opravy	Prevence	- Total Production Maintenance TPM - Hodnotový index (výkonnost) > 85 %
6. Zákazníci				
Vztah k trhu	Hlavní důraz na zisk	Hlavní důraz na uspokojení vnitropodniko-	Spokojenost zákazníků (parametry,	Aplikace aktivního podílu zákazníků

		vých potřeb (zaměstnanci)	jakost, spolehlivost, cena, termíny, servis)	v dosažení cílů z 3. stadia
Ukazatel zpětné vazby	0 nebo min.	Podíl na trhu	Průzkumy trhu, ankety,	Další metody marketingu (BMI)
Manažeři pro styk se zákazníky	Málo uznávaná profese	Postupné zvyšování pole působnosti a pravomocí		
7. Navrhování (vývoj)				
Způsob vývoje	Izolovaný	V součinnosti s výrobou	V součinnosti s dalšími úseky podniku	V součinnosti se subdodavateli
Cíl vývoje	Technologičnost = adaptace na vlastní výrobní podmínky	Zohlednění nákladů	Vyšší stupeň inovace	Potřeby zákazníka
Vývojový cyklus	Akcelerace cyklu vývoje postupně z let řádově na měsíce			
8. Dodavatelé				
Dodavatelské vztahy	Jen kontrola a prodej/nákup	Postupně rostoucí účast zákazníka na procesech dodavatele		
9. Proces/Výroba				
Charakteristika	Nerozlišení důležitých a méně důležitých proměnných procesu	Výběr proměnných procesů po konzultaci s výrobou a údržbou	Aplikace studie způsobilosti	Komplexní nástroj – experimenty a empirie v procesu hledání proměnných
Metrologie	Nepřesné, mnohdy nekalibrované nástroje	Zlepšení přesnosti, ale nesrovnatelnost úrovně nástrojů	Zásada: Přesnost nástroje min. 5 x > než přesnost výrobku	Komplexní optimalizace metrologie: přesnost, určitost, skryté ovládání
Kontrola skrytých vad	0	Technické metody		- Metoda MEOST - Analýza vad
Hladina jakosti	- Vysoká zmetkovitost a opravy - 100 % zkoušení a kontrola - Výtěžnost < 75 %	- Nižší zmetkovitost a opravy - Výběrové zkoušení a kontrola - Výtěžnost < 90 %	- Zmetky a opravy → 0 - Předkontrola doplňuje kontrolu a zkoušení - Výtěžnost 99 %	- Zmetky a opravy → 0 - Předkontrola nahrazuje kontrolu a zkoušení - Výtěžnost 100 %
10. Péče o výrobek po prodeji				

Záruční doba (řádově)	3 měs.	1 rok (2 roky)	5 let	= doba životnosti
Servis	0 nebo min.	Individuální smlouvy na diagnostiku, výměny a opravy	Stanovení střední doby diagnostikování, doby odstavení pro opravu nebo výměnu a doby mezi opravami	
Náhradní díly	- Nedostatek - Dlouhé dodací termíny	Nadměrné zásoby náhradních dílů	- Exaktní sledování poruchovosti - Zásoba kritických dílů	Max. spolehlivost
11. Podpůrné služby				
Vnitřní zákazník, metoda NOAC	0	- Dodavatelsko-odběratelské vztahy uvnitř podniku		- Průnik konkurence do podniku - Využití externích služeb pro potřeby v podniku
Organizační uspořádání	- Pevná, byrokratická struktura - Izolovanost	Týmové prvky	Rozvoj týmů	- Rozvoj týmů - - Rozvoj horizontálního řízení
Zlepšování kvality	0	- Paretovy diagramy důsl. = f(příčiny) - kontrolní diagramy	- Brainstorming - Benchmarking - Analýza silových polí	- Identifikace pracovní činnosti v konfrontaci s účelem - Zásadní restrukturaliza- ce
12. Lidské zdroje				
Náhled managementu na výkonnou sféru	- Jen vykonavatelé příkazů - Taylorismus	Připouštění připomínek jen k pracovním podmínkám	Připouštění připomínek i k inovačnímu procesu	Oboustranná spolupráce
Pracovní a společenské klima	Bez iniciativy ve všech článcích řízení	Management podporuje iniciativy ke zlepšování, ale dle svých vlastních schémat	- Management podporuje iniciativy ke zlepšování dle iniciativy výk. pracovníků - Umí naslouchat	Prvky horizontálního řízení vtahují do vedení i výkonné pracovníky
Výcvik	0	- Nesystematický - Nepokrývá celou strukturu	Zaměření dle podnikové strategie	- Ve všech stupních řízení - Kaskádovitě shora dolů
Manažer	Autokrat	Kontrolor	- Koordinátor - Spolutvůrce	- Vizionář - Inspirátor

Výkonný pracovník	Pasivní	Pocituje příslušenství k týmu jakosti	Účast na dílčích procesech (plánování, kontrolování, zlepšování ...)	- Pravomoci - Zodpovědnost - Styk se zákazníky, dodavateli a podnik. služeb
--------------------------	---------	---------------------------------------	---	---

Řízení kvality má osm hlavních znaků:

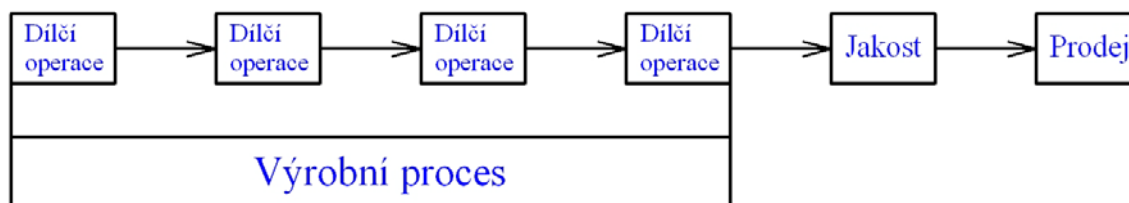
1. Standardizace

Počátky standardizace kvality lze vysledovat ve středověku. Ve výrobě byl zaváděn cechovní systém, organizovaný podle jednotlivých řemesel. Cechy určovaly systém jakosti, ceny, kvalifikaci a ovládaly tržní odbytiště pro výrobky. Cechovní systém ve své době znamenal výrazný pokrok, avšak v etapě zavádění kapitalistického výrobního způsobu, který započal ve velké Británii a v Nizozemí, se již přežil. Pro svou uzavřenost znamenal brzdu pokroku.

V našich zemích se přesto cechovní hospodářství udrženo až do 18. století. Teprve v r. 1731 centrální vídeňská vláda vydala patent, jímž omezila dosavadní cechovní pravomoci a privilegia. Státní intervence do života cechů regulovaly obory a řemesla, a to např. i tím, že stát určoval maximální počet mistrů nebo tovaryšů, případně i oborovou skladbu pracovníků ve městech a regionech.

2. Taylorismus versus syntetický přístup

Analytický a syntetický způsob řízení výroby vysvětluje kap. 2.4. U systému jakosti je to podobné. Taylorismus rozčleňuje výrobní proces na dílčí izolované operace, což vyúsťuje až v izolaci výrobce od zákazníka. Kvalita ve výrobě je řešena až po jejím ukončení. To znamená, že modul kvality je zařazen až na konec výrobního procesu, tj. za všechny dílčí operace, před prodejem zákazníkovi (obr. 8.1). Tento systém vylučuje jakoukoliv efektivní



Obr. 8.1 Zařazení modulu kvality do analytického způsobu řízení

zpětnou vazbu a zejména on-line adaptaci dílčích procesů ještě před dokončením výroby.

3. Rozvoj metod

Rozvoj metod pro řízení kvality má tři stádia:

- Již ve 2. polovině 19. století došlo k rozvoji destruktivních a později i nedestruktivních zkušebních metod. To vytvořilo základ pro rozvoj systematické kontroly výrobků.

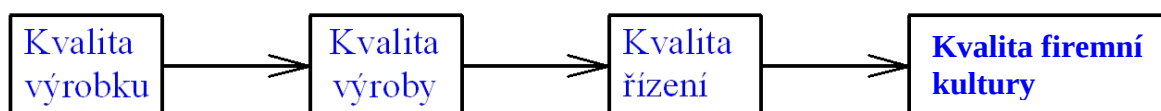
- Především zmíněné stadium se ve 20. století stalo základem pro pozdější systematický technický a vědecký přístup ke zkušebním metodám. Byly vynalézány a v praxi zaváděny nové zkušební metody, založené často na nově objevených fyzikálních principech (Roentgenovo záření, radioizotopie, ultrazvuk).

- Další rozvoj řízení jakosti sestával z metodologického přístupu, spočívajícím především v aplikaci statistiky ve vyhodnocování kontroly a v predikci jakosti. Již ve 30. letech 20. století se tak objevovaly první prvky v dnešním pojetí systému kvality. K masivnímu rozvoji statistických metod pro vyhodnocování a predikci kvality, metod pro řízení kvality, včlenění systému kvality do všech stupňů řízení, jeho zahrnutí do strategie podniku a vytvoření standardů pro srovnání uvnitř oborů i mezi obory či dokonce v celosvětovém měřítku došlo v průběhu 2. poloviny 20. století.

4. Komplexnost

Problematika kvality se neomezuje na pouhou kontrolu po ukončení výroby, ale rozšiřuje se na celý výrobní i reprodukční proces. Kvalita ve výrobní fázi, reprezentovaná v kruhovém diagramu blokem *Kontrola* (animace 1 – Interakce výrobce a zákazníka), se rozšiřuje směrem do předvýrobní fáze (zásobování, plánování, vývoj) i opačným směrem do povýrobní fáze (užití, servis výrobce zákazníkovi). V této fázi získává výrobce informace o životě svého výrobku v etapě jeho užívání.

Kvalita se stala jedním z hlavních kritérií pro řízení výrobního procesu. Došlo k průniku jakosti celou hierarchií organizačního systému podniku. Vývoj pojetí kvality v orientované linii komplexní inovace u výrobce lze znázornit tímto schématem:



Obr. 8.2 Stupňování pojmu kvalita

5. Identifikace vlivu lidského faktoru

Kvalita je funkcí technického stavu systému a lidského faktoru

$$Kvalita = f(\text{technický stav systému, lidský faktor})$$

První člen obecného vyjádření funkce představuje tyto výrobní činitele: pracovní předměty, pracovní prostředky, technologie, organizace a řízení. Vliv těchto výrobních činitelů na kvalitu výroby lze exaktně určit, protože jejich kvalitu lze vyčíslit, matematicky a fyzikálně určit. Vliv pracovní síly se posuzuje zvlášť, protože lidský faktor lze hůře exaktně popsat, dále se vůbec ve své variabilitě popsat. Úspěch systému kvality tkví v tom, do jaké míry se mu podařilo odhadnout podíl lidského faktoru na kvalitě výroby.

6. Kontinuita systému jakosti

Zabezpečení jakosti ve výrobním procesu je trvalý proces a zároveň proces neustále se zdokonalující.

Nástroje k zabezpečení systému kvality jsou:

- vnitropodnikové plány jakosti (dlouhodobé, střednědobé, operativní)
- dohody k mezipodnikovým dodávkám
- vtažení externích podniků (subdodavatelů) do vnitropodnikových plánů jakosti, rozvoj SCM (kap. 5.4)
- rozšířená nebo zúžená (výběrová) přejímková řízení
- certifikace výrobků
- certifikace výrobců
- certifikace subdodavatelů

7. Společenská povaha systému jakosti

Jakost má vliv na všechny stránky výrobního procesu i uživatelskou sféru:

- **Ekonomika:** Byla nalezena závislost jakosti na náklady. Zde hrají svou roli zvýšené náklady na opravy zmetků nebo na opakovanou výrobu, jako náhradu za zmetky, nebo také přeřazení výrobků s nedostatečnou kvalitou do nižších jakostních skupin, což se projeví v nižších tržbách.
- **Konkurenční schopnost:** Zhoršení jakosti může mít fatální důsledky ve ztrátě zákazníků.
- **Bezpečnost a ochrana zdraví ve výrobě i užití:** Dnes je již vyvinut a plně uveden do života mezinárodní systém sledování kvality výrobků vstupujících do tržní sféry Evropské Unie. Systém pracuje velmi rychle, umožňuje mezinárodní tok informací. Přesto však nese všechny znaky těžkopádnosti podobných mezinárodních systémů.
- **Ergonomie:** Správné dodržení ergonomických zásad u výrobků má své základy už na samém počátku výrobního procesu, v předvýrobních etapách, a to již ve fázi navrhování.
- **Ekologie:** Ekologická povaha výrobku v jeho užití i jeho výroby je dnes předmětem certifikace v samostatném systému EMS (Environmental Management System).

8. Internacionalizace systému jakosti

Internacionalizace systému jakosti je důsledkem internacionalizace a globalizace výroby, obchodu i spotřeby, čili celého reprodukčního procesu.

Ve světě dnes fungují mezinárodní standardy pro jakost, které mají za cíl:

- unifikaci norem pro dosažení a měření jakosti
- unifikaci norem pro audity jakosti a certifikaci

Řada podnětů k řízení jakosti a kontrolních akcí pochází z mezinárodních organizací. Nejznámější z nich je mezinárodní nevládní a nezávislá organizace IQA – Mezinárodní akademie jakosti.



Shrnutí pojmů:

standardizace
taylorismus
destruktivní a nedestruktivní zkušební metody, statistické metody
certifikace v systému jakosti



Další zdroje

- POCTA, J., WOLF, P.: *Technická diagnostika válcovacího zařízení*. Strojírenství, 1988, č. 2, s. 83 - 86
- TURBAN, E., MEREDITH, J. R.: *Fundamentals of Management Science*, 5. vyd. Boston: IRWIN, 1991
- BLACKBURN, J. D.: *Závod s časem*. Praha: Victoria Publishing, 1992
- MACUROVÁ, P., NOSKIEVIČOVÁ, D., KLABUSAYOVÁ, N.: *Řízení jakosti*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1992, ISBN 80-7078-135-1
- DRUKER, P.: *Inovace a podnikavost*. Praha: Management Press, 1993
- GATES, R. H., WHEELWRIGHT, S.C., CLARK, K. B.: *Dynamická výroba*. Praha: Victoria Publishing, 1993
- POČTA, J.: *Technological diagnostics as a way to increase the reliability of rolling mills*. In.: 4th International DAAAM Symposium, VUT Brno, 1993
- GREGOR, M., KOŠTURIK, J.: *Just-in-Time: Výrobní filozofie pro dobrý management*, 1. vyd. Bratislava: ELITA, 1994, ISBN 80-85323-64-8
- HAMPTON, J. J.: *AMA Management Handbook*, 3rd edition. New York: AMACOM American Management Association, 1994
- POČTA, J.: *Effects of Technological Diagnostics in Duality and Economy of Production*. In.: ASRTP'94, 14th International symposium on Process Control and Simulation, TU Košice, 1994
- POČTA, J.: *Efekty technické diagnostiky v kvalitě a ekonomice výroby*. In.: Počítače v měření, diagnostice a řízení. XVII. Seminář ASŘ'94, VŠB – TU Ostrava, Fakulta strojní, Ostrava, 1994
- PTÁČEK, S.: *Organizace metalurgické výroby*. Skriptum, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1996
- TOMEK, G., TOMEK, J.: *Nákupní marketing*. Praha: Grada Publishing, 1996
- SYNEK, M.: *Nauka o podniku*. Praha: VŠE Praha, 1997
- JIRÁSEK, J.: *Štíhlá výroba*. Praha: Grada Publishing, 1998
- KAVAN, M.: *Výrobní a provozní management*, 2. vyd.. Praha: Grada Publishing, 2000
- TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: *Řízení výroby*, 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000
- VEBER, J.: *Management*. Praha: Management Press, 2000
- HEŘMAN, J.: *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001
- KEŘKOVSKÝ, M.: *Moderní přístupy k řízení výroby*, 1. vyd. Praha: C.H.Beck, 2001, ISBN 80-7179-471-6
- PLURA, J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001, ISBN 80-7227-543-1
- SEDLÁČEK, R.: *Zásoby*. Česká Třebová: VDA, 2002
- PTÁČEK, S.: *Řízení výrobních procesů*, 1. vyd. Skriptum, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2004, ISBN 80-248-0617-7
- TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, 2007, ISBN 978-80-247-1479-0
- EMMET, S.: *Řízení zásob*. Brno: Computer Press, 2008
- LUKOSZOVÁ, X.: *Nákup a jeho řízení*. Brno: Computer Press, 2008

- RAKYTA, M.: *Totálne produktívna údržba, systém pre zabezpečenie výkonu, kvality a bezpečnosti*. ŘÍZENÍ & ÚDRŽBA průmyslového podniku, červen 2010, roč. III, č. 2 (9). s. 40 - 43
- DOMINIK, Vlastimil, VOTAVA, Zdeněk. *Výkonnost údržby je zdrojem konkurenční výhody* [online]. 2000. Dostupný z WWW: <<http://www.management-consulting.cz/userFiles/vykondur.pdf>>
- DVOŘÁK, Jiří. *Inovace a jejich efektivnost (problémy teorie, praxe a výuky)*. [s.1] : [s.n], 2005. Dostupný z WWW: <<http://www.svses.cz/škola/akce/konf/inovace05/index.php>>. s.6
- HORVÁTH, Gejša. *Metodika řízení výroby*, 2003, 97 s., dostupný z WWW: http://www.kpv.zcu.cz/mrv/MRV_pr.pdf
- INOVACE: *CIP Equal příručka pro rozvojová partnerství*. [s.1] : [s.n], 2005. Dostupný z WWW: <<http://www.equqler.cz/files/clanky/7/INOVACE.pdf>>, s.4
- KLVAČOVÁ, Eva. *Vliv kvality lidského kapitálu na konkurenceschopnost české ekonomiky*. In.: *Konference o rozvoji obchodu*. 2003, s. 4, dostupný z WWW: <[http://nb.vse.cz/-zadrazil/\(op_402/docs/5/Konkurenceschopnost%20ceskeho%20lidskeho%kapitalu.doc](http://nb.vse.cz/-zadrazil/(op_402/docs/5/Konkurenceschopnost%20ceskeho%20lidskeho%kapitalu.doc)>
- MLČOCHOVÁ, Petra. *Případová studie zavádění Just in Time* [bakalářská práce], 2006, 53 s., Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta
- SVĚTLÍK, Vladimír. *Sledování prostoje a celkové efektivity výrobních zařízení* [online], 2003. Dostupný z WWW: <http://www.pantek.cz/pdf/press/casopisy/2003/automa/automa_2003_10.pdf>
- TOMAN, Miloš. *Intuitivní marketing: Co je to teorie omezení* [online]..2007. Dostupný z WWW: <[http://www.intuitivnimarketing.cz\(view.php?cislocclanku=2007110022](http://www.intuitivnimarketing.cz(view.php?cislocclanku=2007110022)>
- PAZOUR, Michal. *Význam inovací a podpora inovačního podnikání*. [s.1] : [s.n], 2007, 45 s.
- VAŇKOVÁ, Jaroslava. *Analýza procesu zavádění Just in Time* [bakalářská práce], 2006, 5č s., Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta



CD-ROM

Informace o doplňujících animacích, které si může student vyvolat z CD-ROMu připojeného k tomuto materiálu