

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta podnikatelská

Ústav ekonomiky a managementu

Ing. Stanislav Škapa

**NÁVRH ŘÍZENÍ VÝROBNÍHO PROCESU
NE-GAUSSOVSKÉHO ROZLOŽENÍ**

**PROPOSAL OF NON-GAUSSIAN CHARACTERISTICS
PRODUCTION PROCESS CONTROL**

ZKRÁCENÁ VERZE PHD THESIS

Obor: Řízení a ekonomika podniku

Školitel: Doc. Ing. František Bartes, CSc.

Oponenti: Prof. RNDr. Jaroslav Dufek, DrSc.
Doc. RNDr. Zdeněk Karpíšek, CSc.
Doc. Ing. Jan Solař, CSc.

Datum obhajoby: 21. 6. 2002

KLÍČOVÁ SLOVA

statistické řízení procesu, index způsobilosti procesu

KEY WORDS

statistic process control, capability index

MÍSTO ULOŽENÍ PRÁCE

Fakulta podnikatelská

Vysoké učení technické v Brně

Knihovna Fakulta podnikatelská

Technická 2

Brno 616 69

© Stanislav Škapa, 2003

ISBN 80-214-2322-6

ISSN 1213-4198

Obsah

1	Cíle disertační práce	5
1.1	Východiska disertační práce	5
1.2	Stanovení cílů disertační práce	5
2	Metody zpracování disertační práce	6
2.1	Základní systémové pojmy	6
2.1.1	Analýza a syntéza	6
2.1.2	Indukce a dedukce	7
2.1.3	Analogie	7
2.1.4	Modelování	8
2.1.4.1	Matematické modely	8
2.1.4.2	Neparametrické statistické metody	9
3	Přehled současného stavu problematiky	10
3.1	Podstata ekonomiky jakosti	10
3.2	Vymezení pojmu a obsahu nákladů na jakost	13
3.3	Náklady na jakost u výrobce	13
3.3.1	PAF modely monitorování nákladů na jakost u výrobce	16
3.3.2	Možnosti analýzy dat o výdajích vztahujících se k jakosti v oblasti výrobně technické efektivity zlepšování jakosti	18
4	Řešení a výsledky disertační práce	20
4.1	Průběh řešení	20
4.2	Metody a postupy konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro ne-Gaussovské výrobní procesy	21
4.3	Návrh metodiky konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro ne-Gaussovské výrobní procesy	22
5	Závěr	24
6	Literatura	25

1 Cíle disertační práce

1.1 Východiska disertační práce

V disertační práci se pokouším najít odpověď na otázku: Jakým způsobem řídit výrobní proces, jehož statistické charakteristiky nemají normální rozdělení pravděpodobnosti a jakým způsobem vyhodnotit ekonomické přínosy ze zlepšeného řízení tohoto procesu.

Východiska:

- zabezpečování a zlepšování jakosti není pouze technickým (či matematicko-statistickým) problémem, ale především ekonomickou otázkou, tudíž vyvstává problém jak provázat parametry výrobního procesu s ekonomickými ukazateli na úrovni konkrétního výrobního procesu (technologie)?
- většina autorů rozebírá problematiku statistické regulace procesů (Statistical Process Control - SPC) na procesech, které splňují normální rozdělení pravděpodobnosti, jen malé procento publikací se zmiňuje jak je to v případě nesplnění předpokladů normality.
- existují určité typy diagramů, jenž obcházejí normalitu dat, ale jejich rozšíření v praxi je velmi malé a omezené, většinou jsem se setkal s nesprávným používáním tzv. Shewhartových diagramů, které měly upraveny regulační meze (rozšířené toleranční meze).
- rychlost detekce není silnou stránkou klasických regulačních diagramů a klesá především s velikostí podskupiny.
- podobné problémy nastávají i s indexy způsobilosti procesu (opět předpoklad normálního rozdělení), je pravdou, že existují metody, které modifikují výpočet indexu způsobilosti procesu v případě nesplnění normality, avšak protože jsou indexy způsobilosti statistiky - tedy náhodné veličiny, je třeba vždy vyžadovat jejich intervaly spolehlivosti (konfidenční meze) a ty nejsou uváděny (mnohdy nejsou vůbec uvažovány! - což je velká chyba) .
- samostatnou problematikou je konstrukce indexu způsobilosti procesu, neboť jich existuje více a samozřejmě se od sebe liší

1.2 Stanovení cílů disertační práce

Na základě uvedených východisek byly cíle této práce stanoveny následovně:

Hlavní cíl:

- **Návrh metodiky konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro řízení ne-Gaussovských výrobních procesů a jejich ekonomické hodnocení**

Tento cíl bude dosažen prostřednictvím dílčích cílů:

Dílčí cíle:

- Návrh regulačních diagramů pro procesy, které nesplňují normalitu rozdělení pravděpodobnosti

- Návrh indexů způsobilosti procesu (včetně konfidenčních mezí) pro procesy, které nesplňují normalitu rozdělení pravděpodobnosti
- Návrh ekonomického hodnocení výrobního procesu, jenž je regulován pomocí regulačního diagramu a indexu způsobilosti procesu

Hypotéza:

K poznání výrobního procesu, jeho řízení, hodnocení způsobilosti a ekonomickému hodnocení lze využít distribuční funkci konkrétního výrobního procesu. Na základě poznání (odhadnutí) distribuční funkce výrobního procesu lze určit např. střední hodnotu procesu, variabilitu, regulační, výstražné meze či jiné charakteristiky. Některé z charakteristik lze využít ke konstrukci indexů způsobilosti, jiné zase ke konstrukci regulační diagramů či ekonomickému hodnocení daného výrobního procesu.

2 Metody zpracování disertační práce

Při zpracování a řešení disertační práce byly využity poznatky z oblasti systémových vědních disciplin. Každé fázi zpracování disertační práce odpovídaly určité metody¹ práce, některé z nich byly použity ve fázi analytické, jiné ve fázi syntetické či hodnotící.

Za systémový přístup lze považovat způsob myšlení, způsob řešení problému či způsob jednání, při němž jsou jevy chápány komplexně ve svých vnitřních a vnějších souvislostech. Systémový přístup nepředpokládá existenci speciálních metod, formálního aparátu a technických prostředků pro práci se systémy. Systémový přístup lze uplatnit při zkoumání předmětů či řešení problémů spadajících do libovolné z přírodních, technických či společenských disciplín. Zejména je vhodný pro řešení interdisciplinárních a transdisciplinárních problémů. Systémový přístup nemá své vlastní specifické metody, k řešení určitého problému se obvykle přebírají a vhodně kombinují metody různých disciplín. Pro systémový přístup jsou typické:

- způsob formulace problému
- jeho pojetí
- způsob kombinace známých metod
- způsob interpretace získaných výsledků

2.1 Základní systémové pojmy

2.1.1 Analýza a syntéza

Analýza - proces faktického či myšlenkového rozčlenění celku (jevu, předmětu) na části. Je to rozbor vlastností, vztahů, faktů postupujících od celku k částem. Znamená to, jít až ke studiu příčin vztahů. Analýza umožňuje odhalovat různé stránky a vlastnosti jevů, procesů, jejich stavbu, vyčleňovat jejich etapy, rozporné tendence a podobně. Analýza umožňuje oddělit podstatné od nepodstatného, odlišit trvalé vztahy od vztahů nahodilých (88).

¹ **Metoda** je promyšlený, objektivně správný způsob (postup, prostředek), který umožňuje nalezení nebo objasnění vědeckých poznatků a zákonitostí, umožňující poznat daný objekt.

Syntéza - znamená postupovat od části k celku. Umožňuje poznávat objekt jako jediný celek. Je to spojování poznatků získaných analytickým postupem. Syntéza tvoří základ pro správná zevšeobecnění (88).

Oba myšlenkové pochody nelze chápat odděleně. Je nutné důmyslně rozebírat jev na menší a menší složky, to je úkol pro analýzu. Sestavit ze součástí zase celek, dát součásti dohromady, aby tvořily celek, to vyžaduje syntézu. Syntéza však není pouhé skládání jednotlivých částí, je to činnost vedoucí k odhalení nových vztahů, zákonitostí (42).

2.1.2 Indukce a dedukce

Jsou to nejen metody zkoumání, ale i typy úsudků, s jejich pomocí odhalujeme podstatu předmětu, jevu nebo celé oblasti jevů a vyvozujeme nové poznatky. V procesu vědeckého poznání se navzájem doplňují a je možno říci, že nelze vystačit jen s induktivní nebo jen deduktivní metodou usuzování (88).

Indukce - proces vyvozování obecného závěru na základě mnoha poznatků o jednotlivostech. Indukce zajišťuje přechod od jednotlivých soudů k obecným. Induktivní závěr lze považovat za hypotézu, protože nabízí jedno vysvětlení i když je těchto vysvětlení prakticky více (11).

Dedukce - způsob myšlení, při němž od obecnějších závěrů, tvrzení a soudů přecházíme k méně obecným. Při deduktivním myšlenkovém pochodu postupujeme obráceně než při induktivním, usuzujeme z obecně platných principů na zvláštní. Vycházíme tedy ze známých, ověřených a obecně platných závěrů a aplikujeme je na neprozkoumané jednotlivé případy. Závěry odvozené na základě dedukce musí nutně vyplynout ze stanovených důvodů - premis (11).

Jedna metoda doplňuje druhou na empirické i teoretické úrovni vědeckého poznání. V případě jednostranného induktivismu vede zkoumání k pouhému registrování, popisování bezprostředních faktů a zkušeností bez jejich hlubšího teoretického rozboru a zobecnění, k ulpívání na jevové stránce skutečnosti, k přecenění technik výzkumu. Tento empirismus nedovoluje rovněž pronikat k podstatě jevů a proto i přes množství nahromaděných faktů nepřispívá k skutečnému řešení problematiky.

Naproti tomu jednostranná orientace k deduktivním postupům vede k utváření abstraktních pojmových schémat. Jednostranná dedukce konstruuje závěry bez náležitého rozboru a zobecnění jevů a zkušeností, v praxi to často vede k vytváření samoučelných návodů a směrnic (88).

2.1.3 Analogie

Analogie - představuje myšlenkový postup, při němž na základě zjištění shody některých znaků dvou či více různých předmětů nebo jevů se usuzuje na přibližnou shodu i u některých dalších znaků těchto předmětů či jevů. Analogie poskytuje orientaci při zkoumání neznámých jevů. Každá analogie má ovšem své hranice, neboť výsledné charakteristiky vznikají pod vlivem velmi diferencovaně působících faktorů, které se mohou vzájemně kompenzovat (40).

Analogie posuzovaná izolovaně není průkazná, protože její závěr je jen pravděpodobností, proto je třeba ji používat spolu s ostatními metodami poznání.. Aby se zvýšila pravděpodobnost závěru dle analogie, stanoví se tyto požadavky:

1. Analogie musí být založena na podstatných příznacích a podle možnosti na co největším počtu společných vlastností srovnávaných objektů
2. Souvislost příznaku, na jehož základě se dělá závěr s obecnými příznaky zjištěnými v objektech, musí být co nejužší.
3. Analogie má za úkol stanovit shodu objektu pouze v určitém vztahu, ne však ve všech vztazích.
4. I když bezprostředně cílem analogie je stanovení podobnosti objektů, musí ukazovat i na rozdíly a musí být doplněna jejich zkoumáním.

V moderní vědě je propracovanou oblastí použití analogie tzv. teorie podobnosti používaná při modelování.

2.1.4 Modelování

Modelování je jednou z teoretických metod vědeckého zkoumání. Obecně se modelování charakterizuje jako reprodukce charakteristik určitého objektu na jiném objektu speciálně sestrojeném pro jejich výzkum. Tento druhý objekt se nazývá model (42). V ekonomických disciplínách modely nahrazují experiment², jde vlastně o myšlenkové experimentování. Potřeba modelování vzniká tehdy, jestliže bezprostřední zkoumání samotného objektu je nemožné, obtížné, nákladné, nebo vyžaduje příliš dlouhou dobu atd. Modely lze rozlišovat podle různých hledisek: jsou to např. modely materiální (věcné), např. model mostu, letadla apod. Dále jsou to modely myšlenkové, ideální, abstraktní. Jsou zkonstruovány ve formě myšlenkových obrazů, které existují v hlavě výzkumného pracovníka. Jsou to vlastně jeho myšlenkové prostředky a operuje jimi ve formě myšlenkového experimentu.

2.1.4.1 Matematické modely

Speciálními typy abstraktních modelů jsou modely matematické. Matematické modely zapisujeme obvykle pomocí matematických prostředků, kterými jsou různé typy rovnic a výrokových funkcí. Prvky těchto systémů bývají množiny, proměnné, funkce, vektory, matice apod. Existují různé typy matematických modelů. Odlišují se např. modely stochastické (pravděpodobnostní) od modelů deterministických nebo modely numerické od modelů analytických (40).

Matematické modely jsou již svojí podstatou velice precizní. Matematický model je vyjádřením problému pomocí fyzikálního a matematického formálního aparátu. Jedná se tedy o matematický nebo fyzikální popis reálné situace na základě stavů, toků (finanční, materiálové, nehmotné...) a vazeb mezi jednotlivými složkami. Díky těmto modelům může pro řešení problémů využívat i výpočetní techniku. Modely umožňují simulování, tj. napodobování skutečné situace situací

² **Experiment** je zkoumání jevů aktivním působením, za pomoci nově vytvořených podmínek odpovídajících cílům zkoumání nebo změnou procesu k žádoucímu průběhu. Experiment je zdrojem poznání a kritériem pravdivosti hypotéz a teorií.

modelovou. Matematické modelování má celou řadu výhod, jako je obecnost, stručnost, přesnost a poměrně snadná ověřitelnost přijatých hypotéz. Nevýhodou je, že však nejsou zcela a vždy adekvátní realitě světa, která je spíše nepřesná a neurčitá (40).

Klasickou formou reprezentace neurčitosti, která je bližší reálnému světu, je aparát **matematické statistiky**. Statistické přístupy, postavené na přístupech empirické pravděpodobnosti, však trpí řadou omezení. Je to především schopnost reflektovat pouze na neurčitost typu stochastičnost. Dále pak existuje problém nedostupnosti dostatečného počtu pozorování. Časté jsou také problémy spojené s platností řady apriorních předpokladů, nezbytných pro korektnost statistických metod (74).

2.1.4.2 Neparametrické statistické metody

Ve většině případů na něž se aplikují statistické metody se mlčky předpokládá, že pozorovaný jev či časová řada splňuje určité vlastnosti, především jde o normální rozdělení a stacionaritu časové řady. V případech, kdy tyto vlastnosti (předpoklady) nejsou splněny je vhodné použít tzv. neparametrické metody. Neparametrické metody vycházejí z menšího počtu pozorování a více či méně obecných předpokladů o pravděpodobnostním rozdělení základního souboru než odpovídající testy parametrické. Nejčastěji se předpokládá pouze to, že rozdělení, z něhož byl výběr pořízen, je rozdělení spojitého typu. Lze uvést, že neparametrické metody mají oproti parametrickým řadu výhod, mezi něž patří :

- pravděpodobnostní závěry, které z nich získáme, jsou většinou nezávislé na tvaru rozdělení náhodných veličin v základním souboru, často se předpokládá pouze jejich spojitost;
- lze je použít i v případě, kdy neznáme tvar rozdělení pravděpodobnosti základního souboru, a kdy je rozsah výběru malý;
- lze je použít i tehdy, kdy výběry pocházejí ze základních souborů s různými rozděleními sledovaných náhodných veličin;
- lze je použít i pro data, která mají charakter ordinálních (pořadových) proměnných, některé testy dokonce i pro nominální (slovní) proměnné nebo proměnné klasifikačního charakteru;
- většinou (zejména při malém rozsahu výběru) jsou výpočetně poměrně jednoduché;
- většina z nich je obsažena ve specializovaných statistických paketech, např. ve STATGRAPHICS, SPSS, SYSTAT, STATISTICA aj.

Z nevýhod neparametrických metod nutno upozornit na jejich, menší sílu ve srovnání s obdobnými metodami parametrickými. Znamená to, že při použití neparametrických testů častěji dochází k chybnému nezamítnutí nepravdivé testované hypotézy. Při stejném rozsahu výběru a stejné hladině významnosti je u neparametrických testů vyšší pravděpodobnost chyby druhého druhu než u odpovídajících parametrických testů. Zvýšením rozsahu výběru lze tuto pravděpodobnost u neparametrických metod vyrovnat.

Shrneme-li, pak lze konstatovat, že neparametrické metody použijeme zejména tehdy, kdy sledované veličiny nemají normální rozdělení pravděpodobnosti, když malý rozsah výběru ani neumožňuje typ pravděpodobnostního rozdělení ověřit a když informace o zkoumaných veličinách mají charakter nominálních nebo pořadových znaků. V případě velmi malých výběrů dáváme přednost neparametrickým metodám vždy(54).

Význam modelování ve výzkumné práci je dán obecně řadou příčin. Na prvním místě je to složitost jevů, reálných procesů a jejich komplikovaná struktura, v níž jsou propojeny podstatné i nepodstatné vztahy. Při modelování se složitý objekt zbavuje pomocí abstrakce nepodstatných i náhodných souvislostí a vztahů. Poznávací funkce modelu spočívá v tom, že se s ním snadněji experimentuje než s originálem a je také mnohem snazší jej zkonstruovat. V procesu modelování je přítomen významný prostředek získávání nových poznatků a zároveň důležitá cesta posilování teoretického rozvoje vědy. Modelování totiž posiluje úlohu teoretického myšlení i teorie, neboť je nutné teoreticky zdůvodnit vztah mezi modelem a přirozeným předmětem.

3 Přehled současného stavu problematiky

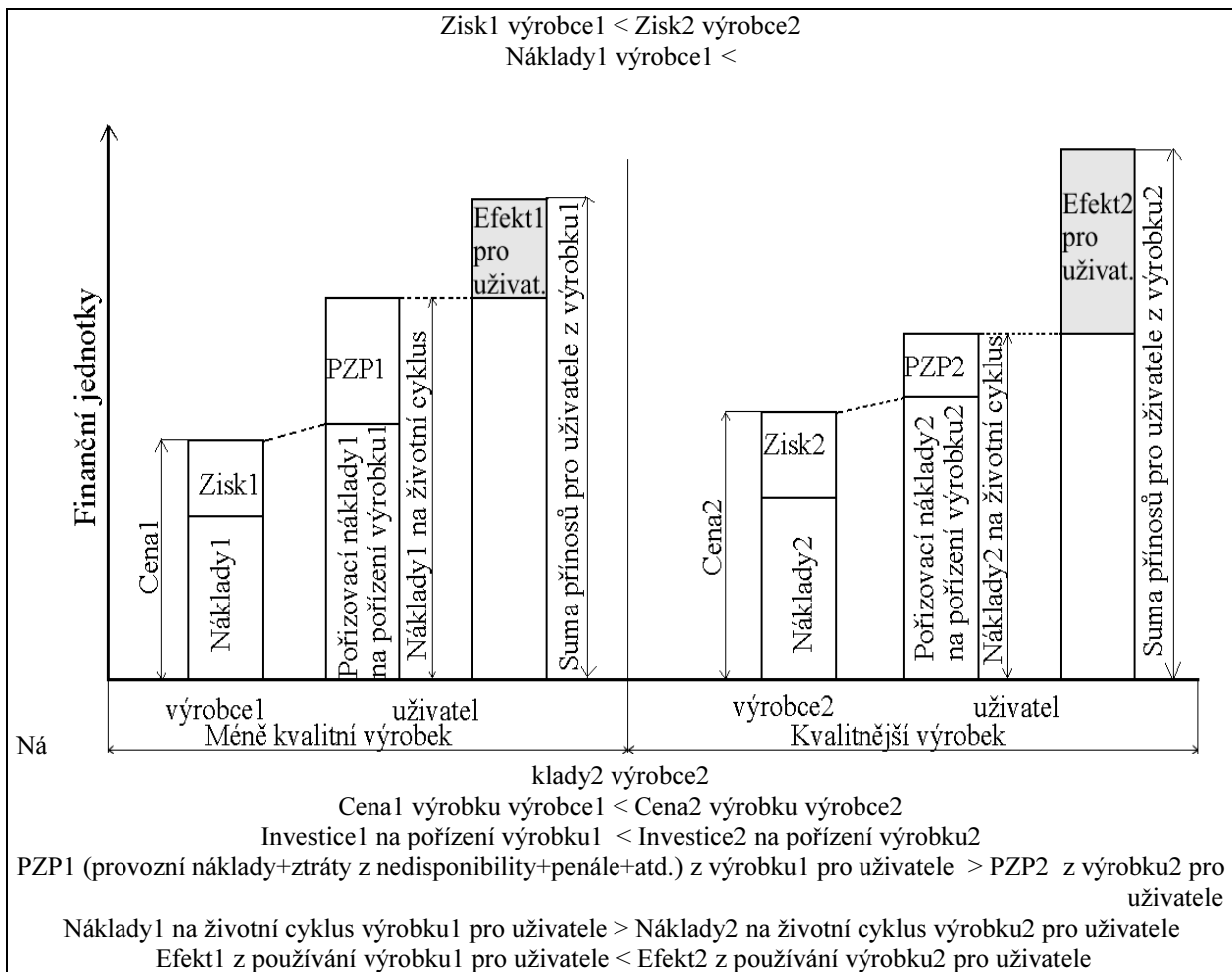
Ekonomické souvislosti úrovně jakosti výrobků či služeb jsou jednoznačné, i když ne plně kvantifikovatelné. Dominantním externím účinkem systému jakosti je stoupající míra spokojenosti a loajality zákazníků, ať už jde o individuální klienty nebo průmyslové odběratele. Zvyšující se schopnost firem identifikovat požadavky zákazníků (mnohdy skryté požadavky) spolu s pozitivními referencemi dosavadních zákazníků zákazníkům potenciálním, způsobuje, že firmy registrují pozvolný nárůst podílu na trzích. Tyto účinky jsou však dlouhodobějšího charakteru (mohou se projevit až za několik let), právě ony jsou však garancí trvalého zlepšování zisku, finančních toků a dalších výsledků podnikání, ke kterým může pozitivně přispět i skutečnost, že za vysokou jakost jsou ochotni zákazníci zaplatit vyšší cenu.

3.1 Podstata ekonomiky jakosti

Při sledování ekonomických hledisek jakosti výrobků či služeb je nutné se zabývat otázkou vzájemných souvislostí nákladů, cen a jakostí, a také vzájemných vztahů efektivnosti a jakosti výrobků či služeb. Tyto rozbory se musí provést na úrovni vazeb mezi jakostí a jejími ekonomickými důsledky pro výrobce, uživatele i celou společnost. Je nutné si uvědomit, že výrobce má vlastní zájem na zvyšování jakosti pouze tehdy, jestliže na její úrovni závisí výše jeho hospodářského výsledku.

Pokud se podniky ekonomickými hledisky jakosti vůbec zabývají, nejčastěji se omezují na evidování ztrát z neshodných výrobků a reklamací. Lze totiž poměrně lehce dokázat, že podstata ekonomiky jakosti je poněkud v jiné poloze. Postačí nám k tomu analýza přirozeného chování dvou základních účastníků každého trhu: výrobce (prodávajícího) a uživatele (kupujícího), přičemž není rozhodující, zda jde o individuálního klienta nebo průmyslového odběratele. V rámci této analýzy pracujeme s některými ekonomickými kategoriemi, jež jsou naznačeny

v obrázku č 3-1. V této souvislosti je dobré připomenout slavný Rothschildův výrok: „Nejsem tak bohatý, aby si mohl kupovat levné věci“.



Obr.3-1: Podstata ekonomiky jakosti

Zdroj: upraveno autorem dle: BARTES, F. 1994

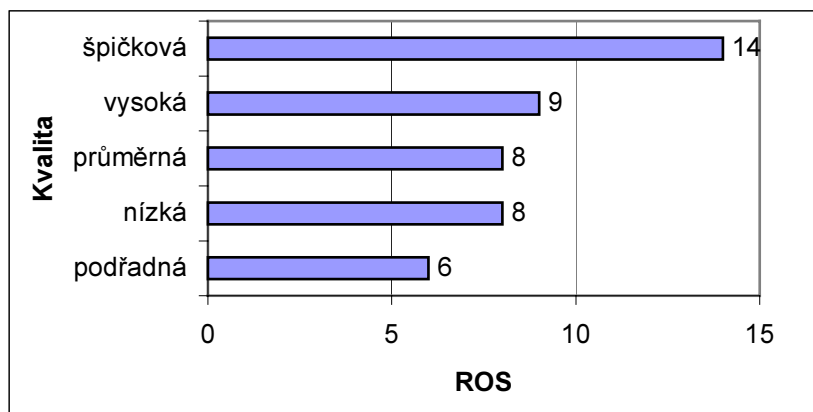
Každý výrobce produkuje své výrobky za spotřeby určitých výrobních nákladů s cílem uplatnit je na trhu za ceny, které logicky pokryjí tyto náklady a navíc zabezpečí určitý zisk. Pokud pomineme mezičlánek prodejních organizací, můžeme říci, že cena výrobku se stává pro každého uživatele prvotní jednorázovou investicí, jejíž vynaložení je nutné k tomu, aby daný výrobek v průběhu používání přinášel uživateli pozitivní efekty (stroje si např. podniky kupují s cílem tvorby nové přidané hodnoty, letenku si obstaráváme, abychom ušetřili a efektivně využili čas apod.). Používání výrobků nicméně znamená velmi často i vynakládání průběžných výdajů, označovaných jako provozní náklady, a u těch produktů, kde mezi znaky jakosti patří i charakteristiky spolehlivosti (výrobní a dopravní technika, domácí spotřebiče atd.), přichází se vznikem poruch i nebezpečí vzniku významných ztrát z nedisponibility. Součet těchto tří kategorií výdajů vytváří velmi závažnou ekonomickou koncepci jakosti, tzv. náklady na životní cyklus, tj. celkové výdaje uživatele za celou dobu používání výrobku (69).

V žádném z pojmů uvedených v obr. 3-1 není jakost explicitně vyjádřena, ale všechny kategorie významně ovlivňuje. Součástí výrobních nákladů jsou i tzv. „náklady na jakost“ u výrobce

(vymezení pojmu viz. kap. 3.1.1), jejichž velikost se pohybují podle odvětví a výrobku od 2% až po 20% celkových nákladů, dle lit. (23, 91). V naprosté většině případů se zvýšením jakosti dosáhne významného snížení nákladů na jakost a tedy i redukce výrobních nákladů. To znamená, že i při nezměněných prodejních cenách se zvyšuje objem zisku podniku. Je však nutno zdůraznit, že vysoká jakost výrobku vede i ke zvýšení užití efektivnosti zdrojů vyjádřených finančními ukazateli např. ROI³ (obr.3-2) a ROS⁴ (obr.3-3), dle služeb databáze PIMS (Profit Impact of Market Strategy) (89).

		Vysoká	Průměrná	Nízká	
Tržní podíl	Vysoký	37	29	26	
	Průměrný	26	20	18	
	Nízký	18	16	10	
		Kvalita			

Obr: 3-2: Hodnota ROI v % v závislosti na tržním podílu a kvalitě výrobku dle PIMS
Zdroj: VYKYPĚL, O. 1992.



Obr: 3-3: Hodnota ROS v % v závislosti na kvalitě výrobku dle PIMS
Zdroj: VYKYPĚL, O. 1992.

Pokud jde o hodnoty ROI v závislosti na tržním podílu a kvalitě výrobku či hodnoty ROS v závislosti na kvalitě výrobku dle PIMS lze říci, že pro daný tržní podíl má kvalita výrobků

³ ROI (Return On Investment), ukazatel rentability vloženého kapitálu, lze však počítat následujícími způsoby:

ROA (Return On Assets) = zisk / celková aktiva

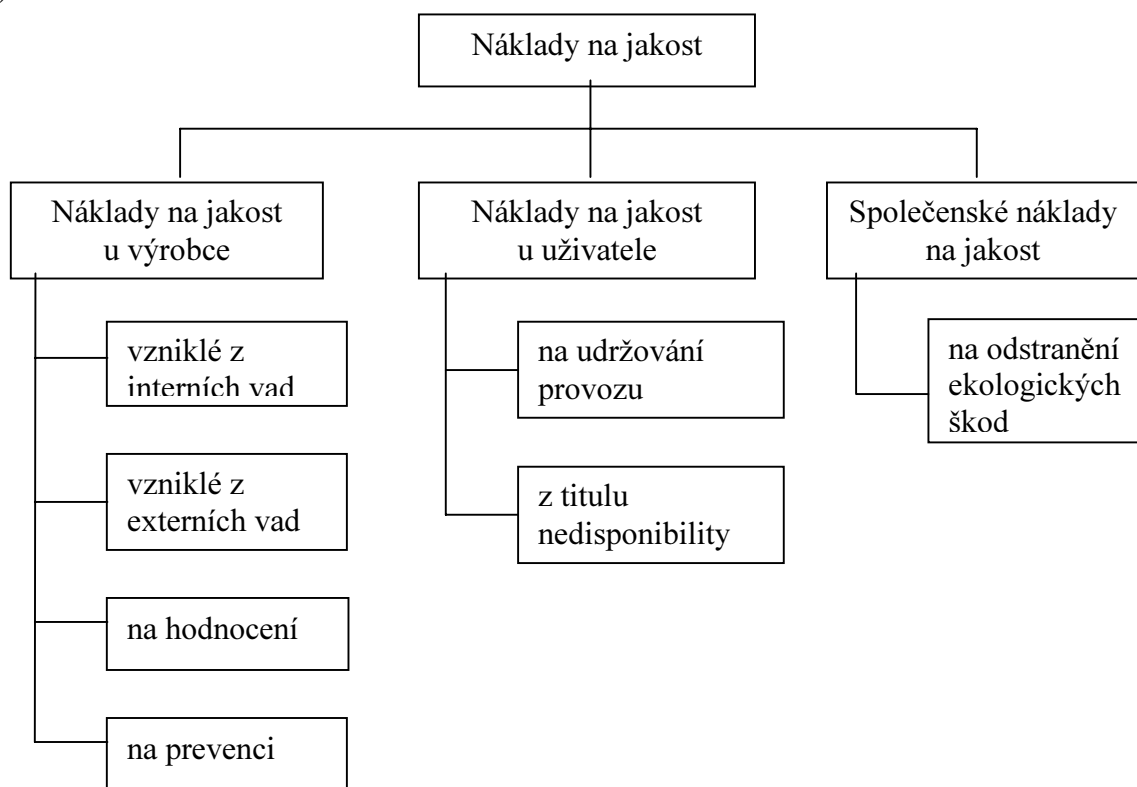
ROE (Return On Equity) = zisk / vlastní kapitál

⁴ ROS (Return On Sales), ukazatel rentability tržeb: ROS = zisk / tržby

hlavní vliv na ziskovost, průměrná kvalita nepřináší zlepšenou ziskovost, pouze vysoká kvalita má významný vliv na výsledky, neboť pouze ona je vnímána zákazníky.

3.2 Vymezení pojmu a obsahu kategorie nákladů na jakost

Pro účely této práce vymezují pojem náklady na jakost dle definice uvedené v terminologickém slovníku EOQC (Glossary of Terms used in the Management of Quality. 6th Edition. Bern. EOQC Glossary Committee.1989. 777 s., v lit. 69): Náklady na jakost jsou výdaje vynaložené výrobcem, uživatelem a společnostmi, spojené s jakostí výrobku, nebo služby. Z praktického důvodu je potom vhodné celkové náklady na jakost dekomponovat do tří základních skupin (obr. 3-4).



Obr. 3-4: Dekompozice nákladů na jakost
Zdroj: upraveno autorem dle: NENADÁL, J. 1993.

Z čistě ekonomického hlediska je pojem „nákladů na jakost“ sporný, neboť součástí nákladů jsou jak nákladové položky (např. nákup měřicí techniky), tak i některé neproduktivní výdaje, jako jsou ztráty z neshodných výrobků. Této pojmové diference si musíme být vědomi, ale neměla by představovat zásadní problém. Tento pojem je v této práci takto používán, protože je již obecně akceptován.

3.3 Náklady na jakost u výrobce

K vymezení obsahu pojmu „náklady na jakost u výrobce“ opět můžeme využít slovníku EOQC, kde definice hovoří, že to jsou výdaje vynaložené výrobcem a spojené s prevencí, hodnocením a vadami, aby bylo dosaženo požadavků jakosti v průběhu marketingu, vývoje, zásobování,

výroby, instalace a užití. Podle takto definovaných nákladů na jakost u výrobce, je skutečně možno v nejširším pojetí považovat veškeré náklady podniku za náklady na jakost, protože všechny mají přímý nebo nepřímý vztah k jakosti (68).

Náklady na jakost u výrobce nejsou v žádném případě samoučelnou kategorií, nýbrž velmi účinným nástrojem ekonomického řízení firem. Jejich význam pro výrobce je potřebné vidět v tom, že by:

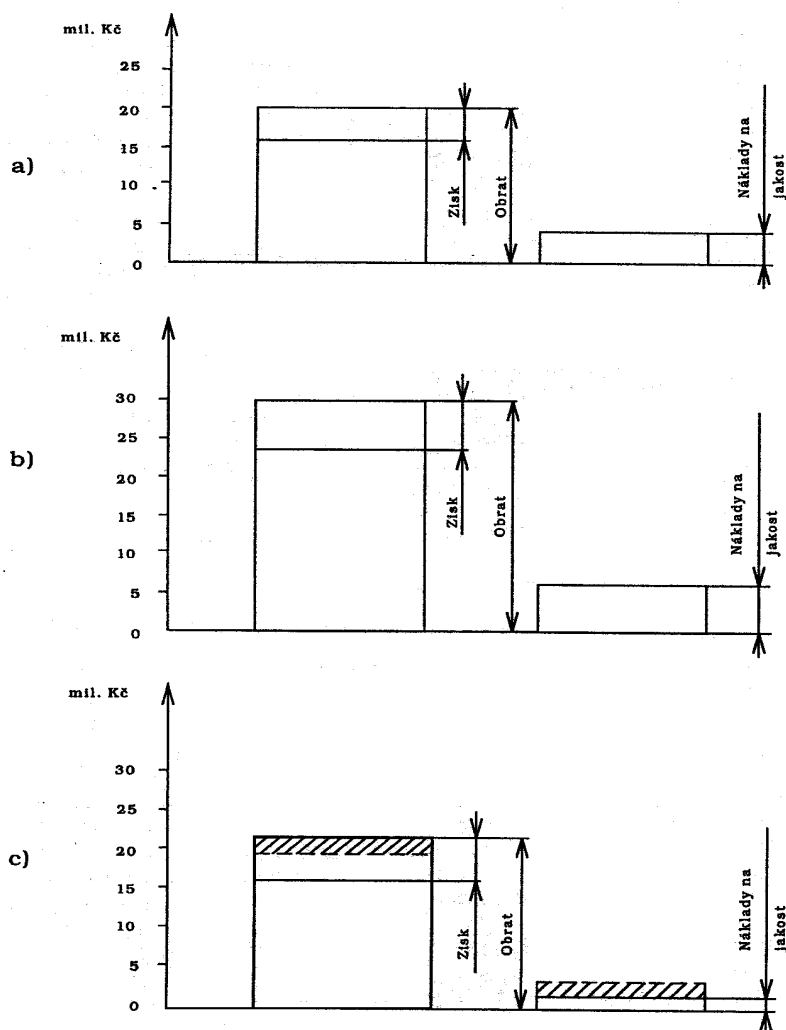
- měly umožňovat odhalení všech pozitivních i negativních vlivů na jakost podnikových výkonů
- měly sloužit jako vstup pro výpočty výrobně-technické efektivnosti zajišťování a zvyšování jakosti
- dynamika jejich vývoje upozorňovala na celkovou úroveň a účinnost podnikového systému jakosti
- upozorňovaly na ty faktory a místa, která se podílejí na zvyšování nákladů na jakost nad jejich předpokládanou úroveň
- prostřednictvím jejich rozborů mohla být navrhována vhodná strategie a taktika řízení jakosti
- sloužily jako doklad při konzultacích s dodavateli o zajišťování jakosti dodávek
- upozorňovaly na možnosti odstraňování příčin nespokojenosti zákazníků s podnikovými výkony a snižování objemů prodeje
- umožňovaly srovnávání dosažených cílů v oblasti jakosti s cíli stanovenými
- pomohly k oceňování návratnosti investic do projektů zlepšování jakosti v porovnání s projekty jiných kategorií
- sloužily jako měřítko oceňování výkonnosti managementu jakosti v podniku
- odkrývaly možnosti snižování celkových nákladů podniku a tím i dosahování vyšších zisků
- byly nástrojem vnášení pořádku do všech míst a aktivit podniku

Nejen na základě výše uvedeného, je nutno si uvědomit, že pro výrobce jsou zde dvě rozdílné skupiny nákladů týkající se jakosti:

- náklady, které souvisejí s udržováním jakosti a jejím zlepšováním
- náklady, které souvisejí s nejakostní výrobou, jde tedy o „**náklady na nejakost**“ (nízká jakost znamená pro výrobce ztrátu, dobrá jakost znamená zisk, protože výrobci šetří peníze (3))

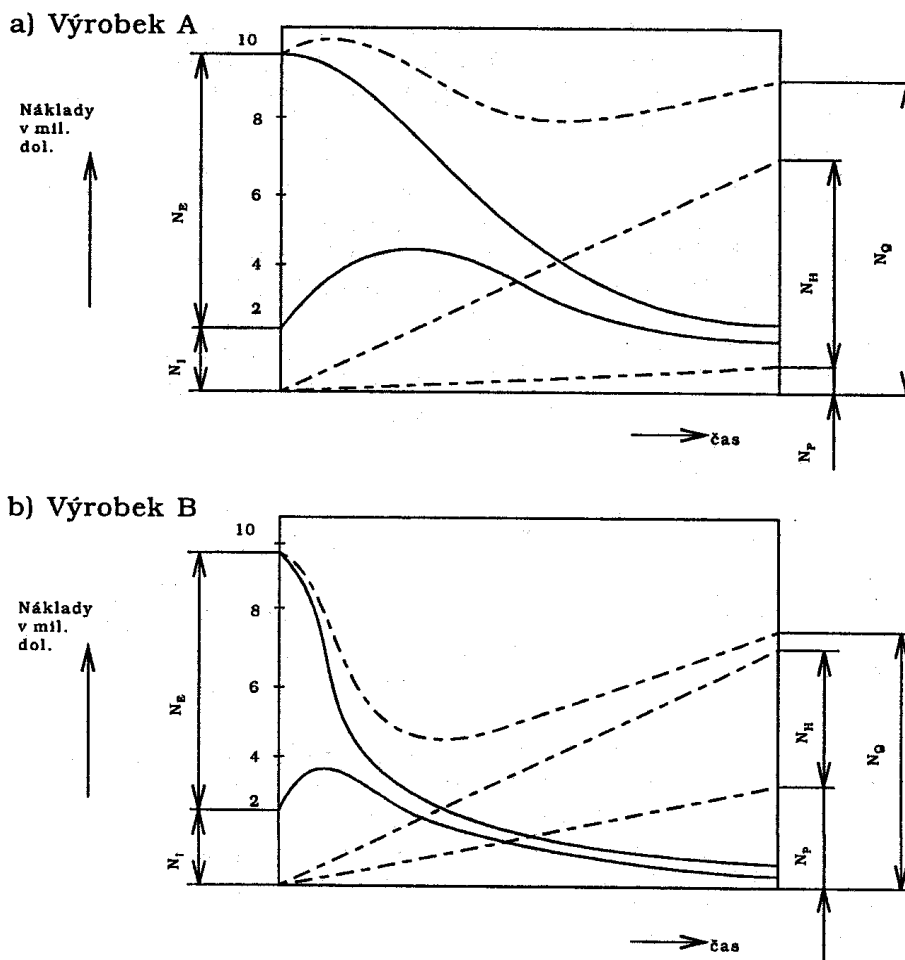
Význam nákladů na jakost u výrobce lze ilustrovat následujícím příkladem. Představme si firmu, jejíž roční obrat činí 20 milionů Kč a dosahovaný zisk 20 %. t.j. 4 mil. Kč. Už víme, že náklady na jakost mohou být až 25 % obratu, předpokládejme však opět jejich 20 %-ní výši. Tato výchozí situace je znázorněna na obr. 3-5a. Vedení firmy si nyní vytýčí strategický cíl zvýšení zisku o 50 %. Tradiční cestou je adekvátní zvýšení prodeje, zaručující zvýšení zisku ze 4 na 6 %, viz obr. 3-5b. To však obvykle znamená i zvýšení výroby, rozsáhlé investice, rozšíření výrobních kapacit a nese i logické podnikatelské riziko. Navíc se úměrně zvýší i objemy nákladů na jakost firmy. Práce s touto kategorií nákladů ale umožňuje volit i jiný přístup ke splnění uvedeného

strategického cíle, jímž je zvýšení zisku o 50 %; je jím 50 %-ní. redukce nákladů na nejakost. Snížení výdajů spojených s nízkou jakostí o 2 mil. Kč se bezprostředně promítne do tvorby zisku a ten vzroste na 6 mil. Kč, tak jak to ukazuje obr. 3-5c. Z tohoto jednoduchého příkladu je zřejmé, která z alternativ zvyšování zisku je pro podniky úspornější a téměř bezriziková



Obr. 3-5: Alternativy zvyšování zisku
Zdroj: NENADÁL, J. 1993.

Jiný příklad snižování nákladů na jakost udává Harrington (27), jenž využívá pro názornost tzv. PAF modelu monitorování nákladů, (viz. kap. 3.3.1). Máme dva výrobky A a B, jenž mají srovnatelný objem jednotkových výrobních nákladů a počátečním stavem, charakterizovaným v obou případech minimálními náklady na prevenci a hodnocení, oproti extrémně vysokým nákladům na interní a zejména externí vady (obr.3- 6). Po dobu několika let byly sledovány jednotlivé podskupiny nákladů na jakost, přičemž byly získány závislosti znázorněné obr. 3-6. Kromě toho hodnotil Harrington i okamžitá minima celkových nákladů na jakost: zatímco u výrobku A bylo asi 8 mil. USD/rok, u výrobku B představovalo už pouze 4,25 mil. USD/rok. Proto lze vyslovit důležitý poznatek, že někdy i významné zvýšení nákladů na prevenci vyvolá ještě výraznější redukci ostatních podskupin nákladů na jakost a tím i celkových nákladů na jakost u výrobce. Prevence nejakosti je tak zásadním zdrojem úspor nákladů!



N_E – náklady na externí vady ; N_E – náklady na externí vady
 N_H – náklady na hodnocení; N_P – náklady na prevenci

Obr. 3-6. Princip vazby jednotlivých podskupin nákladů na jakost
 Zdroj:HARRINGTON, H 1990.

3.3.1 PAF modely monitorování nákladů na jakost u výrobce

Modely PAF (Prevention Appraisal Failure) představují dnes už klasický způsob hodnocení nákladů na jakost, založený na tom, že se v v podniku všechny nákladové položky spojené s jakostí zařazují do čtyř základních skupin:

- náklady na interní vady
- náklady na externí vady
- náklady na hodnocení
- náklady na prevenci.

Do nákladů na **interní vady** se zahrnují položky výdajů, které vznikají uvnitř firmy v důsledku vad při plnění požadavků na jakost, tedy proto, že se věci nepodařilo udělat správně hned napoprvé a nedostatky byly odhaleny ještě před odesláním zákazníkovi. Tento charakter mají např. ztráty z neopravitelných neshodných výrobků, náklady na opravy neshod (a to nejenom ve výrobě, ale také v předvýrobních etapách, servisu atd.), ztráty znehodnocením materiálů, penále za poškozování prostředí apod.

Jinou skupinu neproduktivních výdajů reprezentují náklady na **externí vady**, tj. takové položky, které vznikají v důsledku neplnění uživatelských požadavků na jakost po dodání zákazníkovi. Kromě tak typických položek, jako jsou náklady na reklamace, garanční servis atd., do této skupiny zařazujeme i slevy z cen výrobků nestandardní jakosti, ztráty trhů, výdaje na stahování vadných výrobků, náklady na soudní spory, náklady spojené s tzv. odpovědností za výrobek apod. Protože tyto náklady vždy souvisejí ze ztrátou důvěry, je jejich ekonomický potenciál mnohem větší než u nákladů na interní vady - jsou známy příklady, kdy náklady na odstranění stejné vady ještě při montáži bývají až tisícinásobně nižší než náklady na eliminaci stejné vady až u zákazníka!

S procesy ověřování shody jsou spojeny **náklady na hodnocení**, např. náklady na nákup a udržování měřicí techniky, na nákup softwaru pro vyhodnocování výsledků zkoušek, náklady na činnost podnikových i externích zkušeben a laboratoří, náklady na certifikaci, marketingové testy a mnohé další položky.

Jedinou podskupinou nákladů na jakost v modelech PAF, které mohou vykazovat trvalý růst, jsou **náklady na prevenci**, tj. takové činnosti, které zabraňují vzniku neshod a vedou i k zlepšování jakosti. V podnikovém prostředí je možno za takové náklady považovat náklady na vzdělávání, náklady na budování a rozvoj systému jakosti, náklady na prognózování a plánování jakosti, náklady na poradenskou činnost, náklady na projekty zlepšování atd.

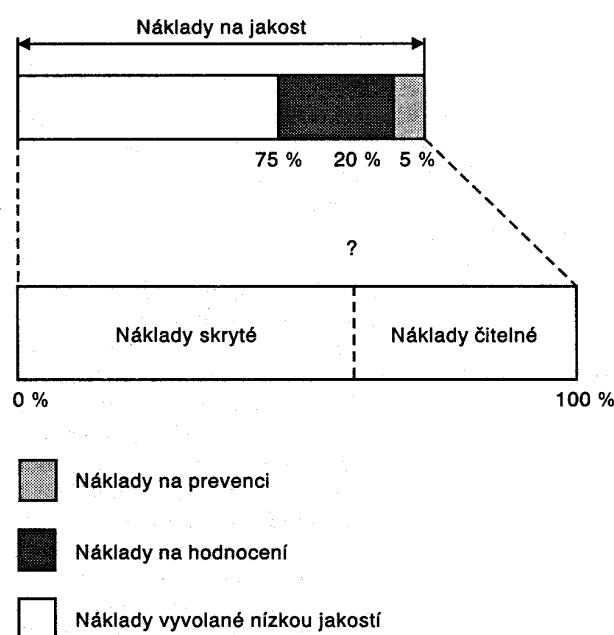
Takovéto členění nákladů na jakost není samoučelné, již mnohokrát bylo prokázáno, že ve fungujících systémech jakosti se výrazně mění struktura nákladů na jakost: investicemi do preventivních programů lze razantně redukovat náklady na vady a do určité míry i náklady na hodnocení (např. náklady na vstupní kontrolu materiálů díky účinné spolupráci s dodavateli), čímž dosáhneme i zajímavého snížení celkových nákladů na jakost. Některé příklady uvedl Harrington (27) a podrobně je metodika PAF popsána i Nenadálem (69).

Při aplikaci modelu PAF musí firmy realizovat tyto kroky:

- definování nákladů na jakost a vymezení struktury nákladových položek, které jsou pro firmu závažné
- analyzování stavu evidence vytypovaných položek
- návrh způsobů sledování dosud neevidovaných položek tak, aby bylo stanoveno místo evidování, odpovědnost, zdroje informací pro evidování položek, frekvence sledování, způsob vyhodnocování atd.
- zavedení monitoringu do každodenní podnikové praxe a jeho pravidelné prověřování;
- informování vedení o výsledcích sledování a vyhodnocování nákladů na jakost

Lze s jistotou tvrdit, že největším problémem při prosazování monitoringu modelem PAF je „zviditelnění“ těch nákladových položek, které sice mnoho lidí v podniku ze zkušeností považuje za významné, ale jež jsou dosud anonymně skryty v režijních nákladech. Počáteční stav v oblasti monitoringu nákladů na jakost ukazuje obrázek č.3-7, kde jsou pod čitelnými náklady myšleny ty položky, které jsou hned od začátku samostatně evidovány buď účtovou osnovou, nebo operativní

evidencí výroby. Takových položek je bohužel naprostá menšina. Naopak, velkou většinu položek tvoří právě náklady utopené v režiích. Zcela typickou položkou jsou náklady na opravy opravitelných neshod: téměř každé pracoviště obětuje část své kapacity na opravy (a toto konstatování platí i pro vývojové kanceláře, účtárny atd.), avšak málokde mají o rozsahu oprav a výdajích s tím spojených přesné údaje. Příčinou nemusí být pouze nezáměr vedení o tyto informace, ale např. i obava pracovníků zaznamenávat si své chyby, vyvolaná reálnou hrozbou finančních postihů. Když si však uvědomíme, že náhrady za nekvalitní práci obvykle představují jen zlomek celkových ekonomických ztrát nekvalitou vyvolaných, potom už není daleko k rozhodnutí o zrušení těchto postihů a tím i vytvoření příznivého klimatu, které by zaměstnance na všech pracovištích motivovalo k tomu, aby sami na opakující se neshody upozorňovali a přičinili se tak o definitivní odstranění příčin jejich vzniku.



Obr.3-7: Struktura nákladů na jakost u výrobce na počátku jejich sledování
Zdroj: NENADÁL, J. 1998.

Naznačený příklad dokazuje, že při prosazování metodiky sledování a vyhodnocování nákladů na jakost se obvykle v podniku zjistí potřeby řešit i mnohé další problémy managementu.

3.3.2 Možnosti analýzy dat o výdajích vztahujících se k jakosti v oblasti výrobně technické efektivity zlepšování jakosti

Výrobně technická efektivity je spojena s pohledem individuálních výrobců na efekty zlepšování jakosti, bohužel ale nevypovídá nic o účincích v jiných sférách (např. uživatelů). Kritéria výrobně technické efektivity jsou sice pro každého producenta velmi zajímavá, mají však omezenou vypovídací schopnost sama o sobě nemohou být považována za nejobjektivnější (68). Zatímco rutinní, v předepsaných intervalech stanovené sledování a zaznamenávání výdajů vztahujících se k jakosti má být zabezpečováno nejlépe zaměstnanci těch útvarů, kde příslušné položky výdajů

vznikají, sběr a vyhodnocování dat tohoto typu by měly být v rukou manažerů jakosti, resp. statistiků jakosti. I v souladu s čl. 8.4 nové normy ISO 9001:2000 lze konstatovat, že smyslem analýzy podobných dat musí být:

- a) poznání trendů vývoje jednotlivých podskupin nebo i dílčích položek výdajů vztahujících se k jakosti,
- b) odhalení příležitostí ke zlepšování, což je zejména oblast snižování všech druhů ekonomických ztrát vykazovaných mezi těmito výdaji.

Splnění prvního z účelů - odhalení všech významnějších trendů - je podmíněno nejenom širokým použitím vhodných grafických výstupů, např. kruhových grafů, průběhových diagramů, sloupcových grafů apod., ale zejména vhodně navrženou škálou poměrových ukazatelů, u nichž bude zvolena porovnávací základna tak, aby bylo možné tyto ukazatele porovnávat jak v čase, tak i vzhledem k možným změnám této porovnávací základny (67). Z ukazatelů výrobně technické efektivnosti by management jakosti mohl uplatnit například:

- a) Výchozím absolutním ukazatelem bude obvykle **celkový objem nákladů na jakost u výrobce** – N_Q . Při využití výše zmíněného modelu PAF by mělo platit:

$$N_Q = N_I + N_E + N_H + N_P \quad [\text{Kč}] \quad (3.1)$$

kde N_I - náklady na interní vady v organizaci v daném období v Kč,

N_E - náklady na externí vady v organizaci v daném období v Kč,

N_H - náklady na hodnocení v organizaci v daném období v Kč,

N_P - náklady na prevenci v organizaci v daném období v Kč.

Tento ukazatel by měl být chápán pouze jako vstupní k dalšímu využití v poměrových ukazatelích.

- b) První z poměrových ukazatelů, který by měl být použit ve všech organizacích, definuje změny celkových nákladů vztahujících se k jakosti v čase. Pokud bychom si jej označili jako **index změn nákladů na jakost u výrobce** - I_{NQ} , pak platí:

$$I_{NQ} = \frac{N_{Q1}}{N_{Q0}} \quad (3.2)$$

kde N_{Q1} - objem nákladů vztahujících se k jakosti v období 1 (běžné období)

N_{Q0} - objem nákladů vztahujících se k jakostí v období 0 (základní období), když se předpokládá, že období 0 bude bezprostředně předcházet stejně dlouhému období 1.

Tento poměr umožní sledování nákladů vztahujících se k jakosti v meziročním, resp. jiném vhodně stanoveném období. Nelze vyloučit, že někdy by toto období mohlo být dlouhé např. i 3 měsíce.

- c) Klasickým poměrovým ukazatelem by mohl být **podíl nákladů na jakost na celkových nákladech organizace** - P_{NQ} :

$$P_{NQ} = \frac{N_Q}{N_{NC}} \quad (3.3)$$

kde N_{NC} představuje celkové náklady organizace ve sledovaném období. Hodnota tohoto poměru by se měla jako důsledek realizace projektů zlepšování trvale snižovat.

- d) Procentní podíl nákladů na interní a externí vady na celkových nákladech na jakost u výrobce definuje ukazatel **podílu nákladů na vady z celkových nákladů na jakost u výrobce - P_V** :

$$P_V = \frac{N_I + N_E}{N_Q} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (3.4)$$

- e) Procentní **podíl nákladů na prevenci z celkových nákladů na jakost u výrobce - P_P** :

$$P_P = \frac{N_P}{N_Q} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (3.5)$$

- f) Procentní podíl **celkového objemu nákladů na jakost u výrobce z tržeb - P_T** :

$$P_T = \frac{N_Q}{T} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (3.6)$$

kde T - objem tržeb firmy daný sumou cen realizovaných výkonů ve sledovaném období

Podobným způsobem by mohly být definovány i další poměrové ukazatele, počet navržených a používaných ukazatelů v organizaci není podstatný. V první řadě musí být tyto ukazatele zvoleny tak, aby vyznačovaly maximální vypovídající hodnotu pro pracovníky, kteří je používají k rozhodování.

Samostatná pozornost by měla být věnována poznání, jak se v organizaci vyvíjí náklady vztahující se k jakosti, tj. podíl jednotlivých podskupin (např. v rámci modelu PAF: náklady na interní vady, náklady na externí vady, náklady na hodnocení a náklady na prevenci). Obecně platí, že jako důsledek funkčnosti, resp. výkonnosti systému řízení jakosti, by se měl trvale snižovat podíl všech podskupin, které na sebe váží neproduktivní výdaje, tedy výdaje na interní a externí vady. Ilustrovaný postup možnosti analýzy dat o výdajích vztahujících se k jakosti v oblasti výrobně technické efektivnosti zlepšování jakosti má univerzální charakter a může být použit v libovolném modelu finančních měření.

4 Řešení a výsledky disertační práce

4.1 Průběh řešení

Vlastní řešení a výsledky jsou klíčovou částí disertační práce. V první fázi řešení jsem se zaměřil na získávání poznatků o dané problematice ze sekundárních zdrojů. Zpracoval jsem množství odborné literatury, převážně zahraničních časopisů, byly využity odborné databáze knihoven, škol, výzkumných a dalších organizací, důležitým zdrojem informací byl internet. Dále byly

získány „primární data“ a náměty a doporučení od odborníků pracujících v oblasti jakosti a statistického zpracování dat.

Velmi důležitým zdrojem informací pro mne byla skutečná data („primární data“) z různých výrobně-technologických oblastí využitá při statistické regulace procesu. Podařilo se mi získat vzorek cca 1000 souborů dat pocházející z:

- laboratoří technické kontroly kvality (chemická data)
- technické kontroly strojírenských podniků (fyzikální data)
- hygienických stanic, laboratoří klinické chemie a biochemie (biochemická data)
- laboratoří výrobců léčiv (farmakologická data)
- laboratoří potravinářské, zemědělské a vodohospodářské inspekce (potravinářská a zemědělská data)
- laboratoří kontroly životního prostředí (enviromentální data)
- laboratoří hutní analytiky a zpracování rud (hutní a mineralogická data)

Na vybraném vzorku dat (šlo především o výrobní procesy, které měly jiné než normální rozdělení pravděpodobnosti) probíhalo ověřování jednotlivých metod, které jsem načerpal ze sekundárních zdrojů.

Při navrhování metodiky hodnocení jakosti výrobních procesů pomocí regulačních diagramů, indexů způsobilosti procesu a ekonomického posouzení výrobních procesů byla využita především skupina metod vědeckého poznání označovaných jako metody logické:

- analýza
- syntéza
- indukce
- dedukce
- analogie
- experiment
- modelování (matematické)

O jednotlivých metodách pojednává podrobněji kapitola 2.

4.2 Metody a postupy konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro ne-Gaussovské výrobní procesy

Při návrhu metodiky konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu byl využit aparát matematicko-statistických metod, jenž zahrnoval zejména tyto metody a postupy:

- transformace dat (např. exponenciální či Box - Jenkisonova) (55, 61, 95)
- využití odhadu rozdělení pravděpodobnosti a kvantilových charakteristik (61, 72, 79)
- využití Pearsonových křivek k modelování rozdělení pravděpodobnosti (44, 61)
- využití tzv. Clementsova postupu (44, 84)
- pořádkové statistiky (pivoty) (61, 72, 75).
- metoda bootstrap (61, 62, 72, 79).
- neparametrické metody (5, 61)

Podstatou níže uvedené metodiky je důkladná analýza získaných (naměřených) dat z výrobního procesu, abychom poznali chování tohoto procesu. Základní parametrem, v mém pojetí, je distribuční funkce výrobního procesu. Právě distribuční funkce bude sloužit k „popisu“ rozmanitosti dat a způsobu jejich variability. Specifikum distribuční funkce je v tom, že je to neklesající funkce nezávisle proměnné a že oblastí hodnot je interval od nuly do jedné.

Vycházím z hypotézy, že na základě poznání (odhadnutí) distribuční funkce výrobního procesu, lze určit střední hodnotu procesu, variabilitu, regulační, výstražné meze či jiné charakteristiky. Některé z charakteristik lze využít ke konstrukci indexů způsobilosti a jiné zase ke konstrukci regulačních diagramů. Domnívám se, že při dnešních výkonech IT není problém aplikovat i simulační metody k odhadu výše uvedených charakteristik a nevycházet z určitých apriorních (mnohdy zjednodušených) předpokladů o daném výrobním procesu, resp. distribuční funkci.

4.3 Návrh metodiky konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro ne-Gaussovské výrobní procesy

Návrh metodiky konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro ne-Gaussovské výrobní procesy využívá metody a postupy definované zejména v kap. 4.2.

Jednotlivé body navržené metodiky jsou následující:

a) **provést průzkumovou analýzu dat**

- cílem průzkumové analýzy dat je odhalit zvláštnosti dat a ověřit předpoklady pro následné statistické zpracování (61)

b) **určit kvantilové a robustní charakteristiky, resp. distribuční funkci**

- zde jde především o určení mediánu \tilde{x} (50% kvantil), a ostatních potřebných kvantilů, nutno poznamenat, že jde jen o bodové odhady
- v některých případech bude možné vybrat na základě testů (Chí-kvadrát, Kolmogorovův-Smirnovův apod.) určitý typ známého rozdělení pravděpodobnosti pro daná měření a pro něj nalézt potřebné kvantily a přejít přímo k bodu e)

Po provedení těchto dvou činností se předpokládá, že není splněn předpoklad normality dat, pokud tomu tak není, tj. že normalita dat není zamítnuta, pak lze použít klasické regulační diagramy či diagram CUSUM (17, 84) anebo EWMA (17, 84) v případě korelovaných dat a následně určit indexy způsobilosti procesu C_p , C_{pk} , resp. C_{pm} (55, 84) Následně využít např. PAF modelu k ekonomickému hodnocení výrobního procesu, tj. provést rozhodnutí o použití nového regulačního diagramu v případě nižších nákladů na nejakost.

c) **pokusit se data transformovat**

- jednoduchá mocninná či Box-Cox transformace (55, 61), avšak tato transformace nemusí být vždy úspěšná
- v případě úspěšné transformace, vypočítáme potřebné charakteristiky \bar{x}' , $s^2(x')$, interval spolehlivosti $\bar{x}' \pm t_{1-\alpha/2}(n-1) s(x') / \sqrt{n}$, horní regulační mez (UCL'), dolní regulační mez (LCL') a výstražné regulační meze pro transformované hodnoty

- index způsobilosti procesu C_p či C_{pk} , lze dle lit.(84), vypočítat z transformovaných hodnot \bar{x}' , $s^2(x')$ přímým dosazením transformovaných tolerančních mezí (USL' a LSL').

$$\hat{C}_p = \frac{USL' - LSL'}{6 s(x')} \quad (4.1)$$

$$\hat{C}_{pk} = \frac{\min(USL' - \bar{x}'; \bar{x}' - LSL')}{3 s(x')} \quad (4.1)$$

- ovšem v tomto bodě se domnívám, že je vhodnější (přesnější) využít indexů způsobilosti pro jiné než normální rozdělení, tak jak jsou popsány v kapitole 3.5.7, či ještě lépe doplnit tyto indexy konfidenčními mezemi pro danou hladinu významnosti s využitím metody bootstrap.
- samotný proces transformace dat využít především k určení retransformovaných regulačních mezí (byť s využitím metody prosté zpětné transformace).

d) postup v případě neúspěšné transformace dat

- pokud transformaci nelze provést, tj. transformace není ze statistického hlediska přínosem, navrhuji využít metodu bootstrap k odhadu kvantilových charakteristik daného souboru a také k určení odhadu regulačních a výstražných mezí
- je zřejmé, že čím více dat, tím budou odhady přesnější, je třeba si uvědomit, že pro odhad regulačních mezí v regulačním diagramu, který je tvořen podskupinou 5-ti měření se počet dat zmenšuje 5x (simulace náhodného výběru z n hodnot a z těchto hodnot jsou tvořeny podskupiny o velikosti 5 a následně jsou vypočítány charakteristiky pro tyto náhodné podskupiny, pozn. s velikostí podskupiny se také zužují regulační meze)

e) výpočet indexů způsobilosti pro jiná než normální rozdělení dat

- použít vybraný či požadovaný index způsobilosti anebo následující index C''_{pm} , který navrhuji použít v případě nemožnosti aplikace postupu dle Clementse. Index C''_{pm} je modifikací indexu C'_{pm} a využívá kvantily $x_{0,00135}$ a $x_{0,99865}$ vymežující interval, ve kterém se nachází 99,73% hodnot. Pokud není k dispozici dostatečné množství údajů (cca 750 dat), pak navrhuji nahradit kvantily $x_{0,00135}$ a $x_{0,99865}$ hodnotami x_{min} a x_{max} .

$$C''_{pm} = \frac{USL - LSL}{6 \sqrt{\left(\frac{x_{0,99865} - x_{0,00135}}{6} \right)^2 + (M - T)^2}} \quad (4.3)$$

- určit dolní konfidenční mez intervalu spolehlivosti daného indexu způsobilosti s využitím metody bootstrap (61, 62)

f) **využití PAF modelu monitorování nákladů na jakost k ekonomickému hodnocení výrobního procesu**

- vypočítat a porovnat náklady na jakost, doporučuji použít PAF model monitorování nákladů na jakost (67, 69) při použití původního a nově navrženého regulačního diagramu
- provést rozhodnutí o použití nového regulačního diagramu v případě nižších nákladů na nejakost

5 Závěr

Odvažuji se tvrdit, že v současnosti je to jakost, která rozhoduje o úspěšnosti podnikání, proto mnohé podniky přistupují na budování a certifikaci systémů jakosti, neboť jakost je rozhodujícím faktorem stabilního ekonomického růstu podniku. Jakost je cílem snažení po dokonalosti, je metodou a způsobem podpory aktivní účasti spolupracovníků založená na angažovanosti a odpovědnosti každého pracovníka, jakost je také měřítkem efektivnosti. Chce-li se firma uplatnit na trhu a trvale dosahovat vysoké jakosti tou nejhospodárnější cestou, musí systematicky a neustále sbírat, zpracovávat a analyzovat všechny dosažitelné údaje z výroby, technologie, trhu atd. a závěry z těchto analýz v nejkratší době uplatňovat v řízení a politice firmy. V této souvislosti se domnívá, že právě zde použité matematicko-statistické metody lze považovat za nástroj maximálně objektivní a hospodárný.

V disertační práci jsem se pokusil najít odpověď na otázku: Jakým způsobem řídit výrobní proces, jehož statistické charakteristiky nemají normální rozdělení pravděpodobnosti a jakým způsobem vyhodnotit ekonomické přínosy ze zlepšené regulace takového procesu. Tato problematika sama o sobě je značně rozsáhlá a při jejím řešení se otvírá řada nových pohledů a přístupů k hodnocení ne-Gaussovských výrobních procesů. Domnívám se, že výsledky práce mohou přispět k rozvoji teorie statistické regulace procesů a zároveň zde navržená metodika by měla pomoci řídicím pracovníkům v rozhodovacích procesech o ekonomických efektech zavedení řízení ne-Gaussovských výrobních procesů a dále i v rozvoji systémů jakosti firmy. Právě praktická aplikace navržené metodiky, je dle mého názoru, významným faktorem. Zpracováním disertační práce nepovažuji danou problematiku za vyřešenou a uzavřenou, ale naopak chápu tuto práci jako podklad pro další výzkum. Z tohoto úhlu pohledu disertační práce „pouze“ naplnila vytýčené cíle a potvrdila vyslovené hypotézy.

Oblasti, kterým bych se chtěl nadále věnovat a pro které budu používat závěry disertační práce jako východisko, jsou následující:

- možnosti využití SPC pro malosériovou výrobu
- možnosti použití indexů způsobilosti pro kusovou výrobu

6 Literatura

1. *Analýza systémů měření (MSA)*. Přel. V. Horálek. 2.vyd. Praha, Česká společnost pro jakost, 1999. 128 s. ISBN 80-02-01291-7.
2. Anonym. Bothe takes issues. *Quality Progres*, February 1999, vol. 2, p. 86 - 87. ISSN 87546981.
3. BARTES, F. Řízení jakosti. 1. vyd. Brno: PC-DIR spol. s r.o. 1994. 87 s. ISBN 80-214-0571-6.
4. BLACKBURN, J.D. *Závod s časem*. Přel. L Janečková. 1.vyd. Praha: Victoria Publishing, a.s. 1995. 245 s. Přel. z Time-Based Competition. ISBN 80-85605-34-1.
5. BLATNÁ, D. *Neparametrické metody. Testy založené na pořádkových a pořadových statistikách*. 1. vyd. Praha: VŠE 1996. 211 s. ISBN 80-7079-607-3.
6. BOHÁČ, M. Aplikace statistických metod v systémech jakosti našich firem. *Svět jakosti*. 1997, roč. 4, č. 4, s. 33-35. ISSN 1211-2011.
7. BUREŠ, J. Statistická regulace v praktických situacích v podniku. *In Statistická regulace výrobního procesu, některé její zvláštní typy a problémy při aplikaci*. Sborník referátů přednesených na semináři ze dne 21.4.1992. Česká společnost pro jakost. Praha.
8. CETNER, V. Kalibrace: jednorozměrná a vícerozměrná. *In Analýza dat 99/II*. Sborník Lázně Bohdaneč 9.-12.11.1999, Trilobyte s.r.o
9. CINGEL, V. *Modelovanie a simulácia na PC*. 1.vyd. Praha: GRADA, 1992. 192 s. ISBN 80-85424-69-X.
10. CLEMENTS, J. A. Calculation For Non-normal Distributions. *Quality Progres*, September 1989, vol. 9, p. 95 - 97. ISSN 87546981.
11. COOPER, D.R. - EMORY, C.W. *Bussines Research Methods*. 5th ed. The McGraw-Hill Companie, Inc., 1995. 681 p. ISBN 0-256-13777-3.
12. ČECH, J. *Statistické řízení jakosti*. 1.vyd. Brno: Nakladatelství VUT Brno, 1993. 123 s. bez ISBN.
13. ČSN 01 0254 *Statistická přejímka srovnáváním*.
14. ČSN ISO 01 0266 .
15. ČSN ISO 7873 *Regulační diagramy pro aritmetický průměr s výstražnými mezemi*.
16. ČSN ISO 7966 *Přejímací regulační diagrami*.
17. ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*.
18. ČSN ISO 8423 *Statistická přejímka srovnáváním*.
19. DILWORTH, B.,J. *Operations managements - design, planning, and control for manufacturing and services*. 1. vyd. New York: McGraw-Hill, 1992. 722 s. ISBN 0-07-016988-8.
20. DRUCKER, P. *Cestou k zítřku - management pro 21. století*. 1.vyd. Praha: Management Press 1993, 136 s. ISBN 80-85603-28-4.
21. DRUCKER, P. *Řízení v turbulentní době*. 1.vyd. Praha: Management Press 1994, 215 s. ISBN 80-85603-67-5.

22. FEIGENBAUM, A. V. *Total quality control*. 3. vyd. New York: McGraw-Hill, 1991. 862 s. ISBN 0-07-020354-7.
23. FREHR, H., U. *Total quality management*. Přel. Z. Petruželka. 1.vyd. Brno: UNIS publishing, 1995. 257 s. ISBN 3-446-17135-5.
24. GILBERT, J.B. Did I Really Improve, or Is It Just Variation? *Quality Progress*, October 1997, vol. 10, p. 81 - 85. ISSN 87546981.
25. GUNTER, B. What is Normality? *Quality Progress*. May 1989, vol. 5, p.80. ISSN 87546981.
26. HAFNEROVÁ, L. *Aplikace statistických metod při kontrole kvality v a.s. Kaučuk*. In *Analýza dat 94. Sborník přednášek Dům Techniky Pardubice 6. - 9. 12. 1994*. TriloByte Statistical Software, s.r.o.
27. HARRINGTON, H. J. *Náklady na nízkou jakost*. 1. vyd. Praha: UTRIN, 1990. 94 s. bez ISBN.
28. HAYES, R.H. - WHEELWRIGHT, S.C. *Dynamická výroba*. Přel. M. Šálek. 1.vyd. Praha: Victoria Publishing, a.s., 1993. 369 s. ISBN 80-85605-20-1.
29. HERZOG D., R. *Industrial engineering methods and controls*. 1 vyd. Reston: Prentice-Hall Company, 1985. 646 s. ISBN 0-07-021454-8.
30. HINDLS, R. - KAŇOKOVÁ, J. - NOVÁK, I. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 1.vyd. Praha: MANAGEMENT PRESS, 1997. 248 s. ISBN 80-85943-44-1.
31. HORÁK, F. – CHRÁSKA, M. *Metodologie pedagogiky*. 2.vyd. Rektorát Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc 1986, 147 s. bez ISBN.
32. HORÁLEK, J. Aplikovaná statistika a ISO 9000. *Svět jakosti*. 1996, roč. 3, č. 3, s. 25-31. ISSN 1211-2011.
33. HORÁLEK, V. – KŘEPELA, J. Principy statistické regulace a statistické přejímky. In *Průvodce řízením jakosti*. Sborník referátů. Česká společnost pro jakost. Praha.1993, s. 97 – 130. bez ISBN
34. HORÁLEK, V. - KŘEPELA, J. Statistické metody? Skutečně je potřebujeme? *Svět jakosti*. 1998, roč. 5, č. 4, s. 32-35. ISSN 1211-2011.
35. HORÁLEK, V. Co jsou procesy s jakostí +/- 6 σ ? *Svět jakosti*. 2000, roč. 7, č.2, s. 32 – 35. ISSN 1211-2011.
36. HORÁLEK, V. Problémy se zaváděním statistické regulace v podnicích s kusovou a malosériovou výrobou - plnění požadavků zahraničních odběratelů. In *Statistická regulace výrobního procesu, některé její zvláštní typy a problémy při aplikaci*. Sborník referátů přednesených na semináři ze dne 21.4.1992. Česká společnost pro jakost. Praha. s. 43 – 49. bez ISBN.
37. HORÁLEK, V. Shewhartovy regulační diagramy při vzorkování vždy jeden a jeden kus. In *Statistická regulace výrobního procesu, některé její zvláštní typy a problémy při aplikaci*. Česká společnost pro jakost. Praha.1992. s.7 – 28. bez ISBN.
38. HÚLOVÁ, M., JAROŠOVÁ, E. *Statistické metody v managementu kvality*. 1. vyd. Praha VŠE Praha, 1996. 111 s. ISBN 80 - 7079 - 403 – 8.

39. HUNTER, J.S. Statistical Proces Control - A glimpse at its past and furture. *Quality Progres*, December 1999, vol. 12, p. 54-57. ISSN 87546981.
40. JANČAROVÁ, V. – ROSICKÝ, A. *Úvod do systémových věd*. VŠE Praha, 1998, 143 s. ISBN 80-7079-933-1.
41. JANEČEK, J. Co se smíšenými soubory? *Svět jakosti*. 1997, roč. 4, č. 1, s. 42-45. ISSN 1211-2011.
42. JANÍČEK, P. - ONDÁČEK, E. *Řešení problémů modelováním. Téměř nic o všem*. 1.vyd. Brno: PC-DIR Real, s.r.o, 1998. 334 s. ISBN 80-214-1233-X.
43. JAROŠOVÁ, E. Přesnost odhadu indexu způsobilosti. *Svět jakosti*. 1999, roč. 6, č. 4, s. 27-29. ISSN 1211-2011.
44. JAROŠOVÁ, E. Umíte určit index způsobilosti? *Svět jakosti*. 1998, roč. 5, č. 4, s. 41-45. ISSN 1211-2011.
45. JURAN, J.M. *Řízení jakosti v USA*. 1.vyd. Brno: VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI A MEŘENÍ 1967, 70 s. bez ISBN.
46. KARPÍŠEK, Z. - ŠIKULOVÁ, M. *Pravděpodobnost a matematická statistika*.1.vyd. Brno: PC-DIR Real, s.r.o, 1996. bez ISBN.
47. KARPÍŠEK, Z. - VLÁČIL, T. - ZEMAN, J. Fitování diskretních rozdělení pravděpodobnosti s maximální entropií. *In Analýza dat 99/II v inženýrské a laboratorní praxi, metrologii a a řízení jakosti*. Sborník přednášek Lázně Bohdaneč 9. - 12. 11. 1999. TriloByte Statistical Software, s.r.o., s. 25 – 34. ISBN 80-238-5113-6.
48. KELLER, CH. Ausreißer – und dann? *Qualitat und Zuverlassigketit*. Leden 1999 s.91 – 96.
49. KOSCHIN, F. *Statgraphics aneb statistika pro každého*. 1. vyd. Praha: GRADA, 1992. 320 s. ISBN 80 - 85424 - 70 – 3.
50. KOVANIC, P. Gnostické modely. *In Analýza dat 94*. Sborník přednášek Dům Techniky Pardubice 6. - 9. 12. 1994. TriloByte Statistical Software, s.r.o.
51. KOVANIC, P. Nový teoretický základ pro zpracování dat - gnostika. *Automatizace*. 1986, roč. 29, č.4, s. 90-95. bez ISBN.
52. KOVANIC, P. Uspořádání neurčitých vícerozměrných dat. *In Analýza dat 99/II v inženýrské a laboratorní praxi, metrologii a a řízení jakosti*. Sborník přednášek Lázně Bohdaneč 9. - 12. 11. 1999. TriloByte Statistical Software, s.r.o., s. 16 – 24 ISBN 80-238-5113-6.
53. KOVANICOVÁ, D. - KOVANIC, P. *Poklady skryté v účetnictví. Díl II. Finanční analýza účetních výkazů*. 1.vyd. Praha: POLYGON, 1995. 280 s. ISBN 80-901778-4-0.
54. KOVANICOVÁ, D. - KOVANIC, P. *Poklady skryté v účetnictví. Díl III. Finanční řízení podniku*. 1.vyd. Praha: POLYGON, 1996. 280 s. ISBN 80-85967-35-9.
55. KUPKA, P. *Statistické řízení jakosti*. 1.vyd. Pardubice: 1997. 169 s. ISBN 80-238-1812-X.
56. LEŠČIŠIN, M., MACKO, J. *Manažment kvality*. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, 1997. 307s. ISBN 80-225-0838-1.
57. LINCZÉNYI, A. *Inžinierska štatistika*. 1.vyd. Bratislava: ALFA 1974. 452 s. bez ISBN.

58. MAKOVEC, J. *Organizace a plánování výroby*. 1. vyd. Praha: VŠE v Praze, 1998. 153 s. ISBN 80-7079-171-3.
59. MAROŠ, B. *Empirické modely I (Aplikovaná statistika ve strojírenství)*. 1.vyd. Brno: PC-DIR Real, s.r.o, 1998. 334 s. ISBN 80-214-1271-2.
60. MASING, W. a kol. *Handbuch Qualitätsmanagement*. 4. přepracované a rozšířené vydání. Vídeň. Carl Hansen Verlag, 1999, 1160 s. ISBN 3-446-19397-9.
61. MELOUN, M. - MILITKÝ, J. *Statistické zpracování experimentálních dat*. 2.vyd. Praha: EAST PUBLISHING, a.s., 1998. 839 s. ISBN 80-7219-003-2..
62. MENČÍK, J. Simulace Monte Carlo, metoda bootstrap a spolehlivost výsledků. *In Sborník přednášek ze II. ročníku celostátní konference „Spolehlivost konstrukcí“* Ostrava 21.3.2001, s. 47 – 50. ISBN 801-02-01410-3.
63. MILITKÝ, J. Řízení jakosti v průmyslu s využitím software pro personální počítače. *In Analýza dat 94*. Sborník přednášek Dům Techniky Pardubice 6. - 9. 12. 1994. TriloByte Statistical Software, s.r.o. bez ISBN.
64. MIZUNO, S.: *Řízení jakosti*. Přel. P. Soukup. 1.vyd. Praha: VICTORIA PUBLISHING a.s. 296 s. ISBN 80-901564-0-1.
65. NELSON, L. A fine contribution. *Quality Progres*, February 1999, vol. 2, p. 84. ISSN 87546981.
66. NĚMEČEK, P. *Podnikový management pro inženýrské studium*. 1.vyd. Brno: PC-DIR spol. s r.o., 1997. 117 s. ISBN 80-214-0953-3.
67. NENADÁL, J. a kol. *Měření v systémech managementu jakosti*. 1.vyd. Praha: MANAGEMENT PRESS, 2001. 310 s. ISBN 80-7261-054-6.
68. NENADÁL, J. a kol. *Moderní systémy řízení jakosti - quality management*. 1. vyd. Praha: MANAGEMENT PRESS, 1998. 282 s. ISBN 80-85943-63-8.
69. NENADÁL, J. *Ekonomika jakosti v praxi*. 1.vyd. Žilina: MASM, 1993. 108 s. ISBN 80-85348-22-5.
70. NOSKIEVIČ, P. *Modelování a identifikace systémů*. 1.vyd. Ostrava: Montanex, 1999. 276 s. ISBN 80-7225-030-2.
71. NOSKIJEVIČOVÁ, D. *Statistické metody v řízení jakosti*. 1. vyd. Ostrava: VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 1996. 82 s. ISBN 80- 7078 - 318 – 4.
72. PICEK, J. Aplikace regresních kvantilů a skóru v lineární regresi. *In Analýza dat 96*. Sborník přednášek. Pardubice 5. - 8. 11. 1996. TriloByte Statistical Software, s.r.o.,
73. PLURA, J. Metody a nástroje managementu jakosti. *Svět jakosti*. 1998, roč. 5, č.3, s.17-22. ISSN 1211-2011.
74. POKORNÝ, M. *Umělá inteligence v modelování a řízení*. Praha: Nakladatelství BEN-technická literatura, 1996. 195 s. ISBN 80-901984-4-9.
75. POLLAK, M. Short-Run Control Chart Alternative Offered. *Quality Progres*, 1999, vol. 8, p. 84. ISSN 87546981.
76. *QS - 9000 SPC*. Přel. V. Horálek. 1.vyd. Praha, Česká společnost pro jakost, 1999. 143 s. ISBN 80-02-01293-3.

77. QUESENBERRY, CH. Statistical Gymnastic. *Quality Progres*. 1998, vol. 9, p. 77-79. ISSN 87546981.
78. ROWE, S. Misapplications can cost. *Quality Progres*. 1999, vol. 2, p. 84 - 86. ISSN 87546981.
79. RUBLÍKOVÁ, E. - CHAJDIK, J. - GUDÁBA, M. *Štatistické metódy v praxi*. 1.vyd. Bratislava: STATIS, 1994. 308 s. ISBN 80-85659-02-6.
80. SCHNEIDER, H. – PRUETT, J. – LAGRANGE, C. Uses of Process Capability indices in the Supplier Certificatin Process. *QE* 8(2), 1996, ISSN ?
81. STITT, J. *Managing for excellence*. 1. vyd. Wisconsin. Quality Press, 1990. 222 s. ISBN 0-87389-064-7.
82. SVEŠNIKOV, A. A. a kol. *Sbírka úloh z teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky a teorie náhodných funkcí*. 1. vyd. Praha SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1971. 640 s. bez ISBN.
83. ŠVARC, I. *Teorie automatického řízení*. 1.vyd. Brno: Ediční středisko VUT Brno. 1987. 210 s. bez ISBN.
84. TOŠENOVSKÝ, J. – NOSKIEVIČOVÁ, D. *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. 1.vyd. Ostrava: MONTANEX a.s., 2000. 361 s. ISBN 80-7225-040-X.
85. TUMOVÁ, O. *Diagnostika a řízení jakosti*. 1. vyd. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1997. 131 s. ISBN 80-7082-368-2.
86. VACULÍK, J. *Systém řízení jakosti - Cesta na světové trhy*. 1.vyd. Brno: Masarykova Univerzita, 1999. 208 s. ISBN 80-210-2101-2.
87. VDA 4.1 *Management jakosti v automobilovém průmyslu. Zabezpečování jakosti před sériovou výrobou*. 2.vyd. Praha. Česká společnost pro jakost, 1997. bez ISBN.
88. VELIKANIČ, J. *Výzkumné metody v pedagogickej a pedagogicko-psychologickej diagnostike*. 2.vyd. Bratislava: ŠPN 1976, 136 s. bez ISBN.
89. VYKYPĚL, O. *Strategické řízení podniku I*. 1.vyd. Nakladatelství Vysokého učení technického v Brně. 1992.. 82 s. ISBN 80-214-0394-2.
90. VYTLAČIL, M.- MAŠÍN, I. - STANĚK, M. *Podnik světové třídy. Geneze produktivity a kvality*, 1. vyd., Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 215 s. ISBN 80-902235-1-6.
91. WINCHELLA, J. *Faktor, ktorý zabezpečuje úspech programov nákladov na akost'*. 1.vyd. ALFA. Bratislava. 1989. Bez ISBN
92. WISE, S. - FAIR, D. Misleads readers. *Quality Progres*.1999, vol. 2, p. 84. ISSN 87546981.
93. WISE, S. - FAIR, D. The Control Chart Dilemma. *Quality Progres*. 1998, vol. 2, p. 66-71. ISSN 87546981.
94. WÖHE G., *Úvod do podnikového hospodářství*, 1 vyd. českého překladu, Praha, C. H. Beck, 1995. 781 s. ISBN 80-7179-014-1.
95. www.trilobyte.cz

CURRICULUM VITAE AUTORA DISERTAČNÍ PRÁCE

Osobní údaje: Jméno, příjmení, titul: Stanislav Škapa, Ing.
Datum a místo narození: 26.2.1975, Poprad
Národnost: slovenská
Trvalé bydliště: Slovácká 37, Břeclav, 690 02

Praxe :
12/2001 FP VUT Brno, asistent – vedení cvičení: Řízení jakosti,
Řízení inovací, Hospodářská statistika, Strategie konkurenčních střetů

Vzdělání:
9/1999-6/2002 FP VUT Brno, doktorské studium oboru: Řízení a ekonomika
podniku. Doktorská disertační práce: Návrh řízení výrobního
procesu ne-Gaussovského rozložení.
9/1998 – 10/2001 FSI VUT Brno, magisterské studium oboru: Inženýrská
informatika a automatizace. Diplomová práce: Počítačové vyhodnocení
kalibrace.
9/19996 – 2/1999 FP VUT Brno, magisterské studium oboru: Ekonomika a řízení
průmyslu. Diplomová práce: Problematika nezaměstnanosti a
možnosti jejího řešení na okrese Břeclav.
9/1993 – 7/1996 FEI VUT Brno, bakalářské studium oboru: Elektronické
součástky a systémy. Technický projekt na téma: Opravy desek
plošných spojů.
9/1989 – 5/1993 Gymnázium Břeclav

Výzkum:
2001 – 2002 Spoluřešitel grantu na téma: Využití Elliottových vln při odhadu vývoje
ekonomiky a kapitálového trhu. FRVŠ, G5: 0060/2001
1999 – 2002 Spolupráce na výzkumném úkolu: Trendy rozvoje strojírenských a
elektrotechnických podniků se zřetelem k Jihomoravskému
kraji. CEZ: J22/98: 26510017

Jazyk: anglický – aktivně, německý – pasivně, ruský - pasivně

Resumé

Disertační práci se zabývá problematikou řízení výrobního procesu, jehož statistické charakteristiky nemají normální rozdělení pravděpodobnosti a způsoby hodnocení ekonomických přínosů ze zlepšeného řízení tohoto procesu. Cílem práce je návrh metodiky konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu pro řízení ne-Gaussovských výrobních procesů a jejich ekonomické hodnocení.

Analytická část práce obsahuje metody hodnocení jakosti výrobních procesů pomocí regulačních diagramů, indexů způsobilosti procesu a ekonomického posouzení výrobních procesů. Je zde uveden základní matematicko-statistický aparát pro konstrukci regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesů a rozvinuta problematika implementace používaných statistických metod při řízení jakosti. V této části práce je kladen důraz na zhodnocení jednotlivých přístupů k problematice ekonomiky jakosti, neboť otázka jakosti je primárně úloha ekonomická.

Souhrnným výstupem práce je návrh metodiky, jejíž podstatou je důkladná analýza získaných (naměřených) dat z výrobního procesu, aby bylo poznáno chování tohoto procesu. Navržená metodika vychází z hypotézy, že na základě poznání (odhadnutí) distribuční funkce výrobního procesu, lze určit střední hodnotu procesu, variabilitu, regulační, výstražné meze či jiné charakteristiky. Některé z charakteristik lze využít ke konstrukci indexů způsobilosti, jiné zase ke konstrukci regulačních diagramů či ekonomickému hodnocení daného výrobního procesu. K odhadům jednotlivých charakteristik jsou využity především simulační metody. V práci je navržen postup ekonomického hodnocení výrobního procesu (technologie), který spojuje parametry výrobního procesu s ekonomickými ukazateli. Navržená metodika byla rovněž prakticky ověřena.

Abstract

The dissertation work is involved in the problems of the production process control that has not a normal statistical characteristic and concepts of its economic evaluation. The objective of the dissertation work is to create a methodology for a construction of control charts and process capability indexes for non-Gaussian production process and their economic evaluation.

The analytic part contains methods for quality evaluation due control charts, process capability indexes and economic evaluation of the production process. There are described mathematical and statistical methods for construction of control charts, process capability indexes and their implementations in the quality control. In this part is lain emphasis on valuation of economy of quality.

Comprehensive output of this work is creating of methodology, which is established on extended analyses of obtained data (measurements) from production process in order to recognize behavior of the process. The methodology comes out from subsequent hypothesis: according to the estimation of the distribution function of the production process, we are able to define statistical

characteristic (mean, variability) control limits, warning limits of that process. Some characteristic could be used for construction of process capability indexes, other ones for construction of control charts or for economic evaluation of the production process. Simulation methods are used for estimation of particular characteristics first of all. There is suggested methodology for economic evaluation of the production process (technology) that binds technological parameters with economical indicators. Suggested methodology was proved in a practice.

Zusammenfassung

Die Dissertationsarbeit beschäftigt sich mit der Problematik der Statistischen Prozesskontrolle und zwar mit dem Fall, wo die statistischen Angaben nicht durch die Normalverteilung charakterisiert sind und wo keine Methode für die Bewertung der ökonomischen Outputs durch Verbesserung dieses Prozesses vorhanden ist. Das Ziel der Arbeit ist der Entwurf der Methodik für Konstruktion der Qualitätsregelkartentechnik und der Prozessfähigkeit, die zur Regulation nicht-Gauschen Betriebsprozessen und zur ihren ökonomischen Auswertung benutzt werden.

Der analytische Teil der Arbeit beinhaltet einen Überblick über die Methoden von Qualitätsauswertung mittels Qualitätsregelkartentechnik, Indexen der Prozessfähigkeit und mittels ökonomischer Beurteilung der Produktionsprozesse. Es ist der mathematisch-statistische Grundapparat und die Problematik der Implementierung dieser Methoden in Qualitätsmanagement angeführt. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt hier in der Bewertung oder einzelnen Ansätze zur Ökonomik der Qualität.

Der Output der Arbeit ist in dem Entwurf der Methode gesehen, die auf deutliche Analyse der vom Produktionsprozess erworbenen Daten gelegt ist – die hilft uns das Verhalten des Prozess besser zu verstehen. Die vorgeschlagene Methodik geht von der Hypothese aus, dass man die Mittelwerte des Prozesses, Variabilität, Regulativ- und Warnungsschranke aufgrund der Einschätzung der Distributionsfunktion des Produktionsprozesses festlegen kann. Manche von diesen Charakteristiken sind zur Konstruktion von Indexen der Prozessfähigkeit geeignet, die anderen zur Konstruktion von Qualitätsregelkartentechnik oder zur ökonomischen Bewertung. Zur Einschätzung der einzelnen Charakteristiken sind v.a. die Simulationsmethoden verwendet. In der Arbeit ist das Verfahren für ökonomische Bewertung des Produktionsprozesses (der Technologie) vorgeschlagen, das die Parameter des Produktionsprozesses mit ökonomischen Indikatoren verbindet. Diese Methodik wurde auch praktisch getestet.