

VĚDECKÉ SPISY VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V BRNĚ

Edice Habilitační a inaugurační spisy, sv. 268

ISSN 1213-418X

Škapa Stanislav

ŘÍZENÍ

TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ
NE-GAUSSOVSKÉHO ROZLOŽENÍ
S VYUŽITÍM NÁKLADŮ NA JAKOST

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta podnikatelská
Ústav ekonomiky a managementu

Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.

**Řízení technologických procesů ne-Gaussovského rozložení
s využitím nákladů na jakost**

Proposal of non-Gaussian characteristics technology process control with
using of cost of quality

ZKRÁCENÁ VERZE HABILITAČNÍ PRÁCE



BRNO 2008

Klíčová slova:

regulační diagramy index způsobilosti procesu, náklady na jakost, distribuční funkce

Key words:

control charts, capability index, costs of quality

Místo uložení:

Fakulta podnikatelská
Vysoké učení technické v Brně
Knihovna
Kolejní 4
Brno 616 69

© Stanislav Škapa, 2008
ISBN 978-80-214-3657-2
ISSN 1213-418X

OBSAH

1 1 CÍLE HABILITAČNÍ PRÁCE	4
1.1 Východiska disertační práce	4
1.2 Stanovení cílů habilitační práce	5
2 METODY ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE	6
3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY	8
3.1 Produkční systém	8
3.2 Podstata ekonomiky jakosti	9
3.3 Náklady na jakost u výrobce	16
3.4 Finanční měření v systémech managementu jakosti	17
3.4.1 PAF model nákladů na jakost u výrobce	18
4 NÁVRH METODIKY ŘÍZENÍ TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ NE-GAUSSOVSKÉHO ROZLOŽENÍ S VYUŽITÍM NÁKLADŮ NA JAKOST U VÝROBCE	21
5 ZÁVĚR	24
POUŽITÁ LITERATURA	27
CURRICULUM VITAE AUTORA HABILITAČNÍ PRÁCE	37
RESUMÉ	38
ABSTRACT	39
ZUSAMMENFASSUNG	40

1 Cíle habilitační práce

1.1 Východiska disertační práce

Obecnou problematikou habilitační práce je analýza a návrhy řešení pro řízení technologického procesu, jehož měřené statistické charakteristiky nemají Gaussovo (normální) rozložení pravděpodobnosti, a jakým způsobem vyhodnotit ekonomické přínosy ze zlepšeného řízení takového technologického procesu.

Východiska:

- K řízení technologických procesů jsou většinou používány nástroje pro zabezpečování a zlepšování jakosti, zejména statistické řízení procesů (Statistical Process Control – SPC).
- Zabezpečování a zlepšování jakosti není pouze technickým (či matematicko-statistickým) problémem, ale především ekonomickou otázkou, tudíž vyvstává problém, jak provázat parametry technologického procesu s ekonomickými ukazateli.
- Většina autorů rozebírá problematiku statistického řízení procesů na technologických procesech, jejichž měřené statistické charakteristiky mají normální rozložení pravděpodobnosti, jen malé procento publikací se zmiňuje, jak je to v případě nesplnění předpokladů normality dat.
- Existují určité typy diagramů, které obcházejí normalitu dat, ale jejich rozšíření v praxi je velmi malé a omezené (většinou jsem se v praxi setkal s nesprávným používáním tzv. Shewhartových diagramů, které měly upraveny regulační meze).
- Podobné problémy nastávají i s indexy způsobilosti procesu (opět předpoklad normálního rozložení dat); je pravdou, že existují metody, které modifikují výpočet indexu způsobilosti procesu v případě nesplnění normality dat, 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).
- Existuje několik indexů způsobilosti procesu a samozřejmě se od sebe liší, je důležité vymežit, který index způsobilosti procesu používat a jak je porovnávat mezi sebou.
- Samostatnou problematikou je vyhodnocení ekonomických přínosů ze zlepšeného řízení technologického procesu; v této souvislosti se dostáváme do oblasti problematiky nákladů spojených s jakostí.

1.2 Stanovení cílů habilitační práce

Na základě uvedených východisek byly cíle habilitační práce stanoveny následovně:

Hlavní cíl:

- **Návrh metodiky řízení technologických procesů ne-Gaussovského rozložení prostřednictvím regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu s využitím nákladů vztahujících se k jakosti technologického procesu.**

Tento cíl bude dosažen prostřednictvím dílčích cílů.

Dílčí cíle:

- Návrh regulačních diagramů pro procesy, které nesplňují normalitu dat rozložení pravděpodobnosti.
- Návrh indexů způsobilosti procesu (včetně konfidenčních mezí) pro procesy, které nesplňují normalitu dat rozložení pravděpodobnosti.
- Návrh ekonomického hodnocení technologického procesu, který je řízen s využitím regulačního diagramu a indexu způsobilosti procesu.

Hypotéza:

K poznání technologického procesu, k jeho řízení, hodnocení způsobilosti a k ekonomickému hodnocení lze využít distribuční funkci konkrétního technologického procesu. Na základě poznání (odhadnutí) distribuční funkce technologického 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 regulačních diagramů či ke konstrukci ukazatelů sloužících k ekonomickému hodnocení daného technologického procesu prostřednictvím nákladů na jakost.

2 Metody zpracování disertační práce

Při zpracování a řešení disertační práce byly využity poznatky z oblasti systémových vědních disciplín. 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 přírodovědných, 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.

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 pro řízení technologických procesů, jejichž měřené charakteristiky mají ne-Gaussovské rozložení, byly využity obecné metody vědeckého poznání označované jako metody logické:

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

V první fázi řešení habilitační práce 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.

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

Dále byla získána „primární data“ a náměty a doporučení od odborníků pracujících v oblasti jakosti, statistického zpracování dat a účetnictví (zejména manažerského).

Velmi důležitým zdrojem informací byla skutečná data („primární data“) z různých výrobně-technologických oblastí využitá při statistické regulace procesu. Podařilo se mi získat vzorek cca 1000 souborů dat pocházejících 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 (environmentální data),
- laboratoří hutní analytiky a zpracování rud (hutní a mineralogická data).

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

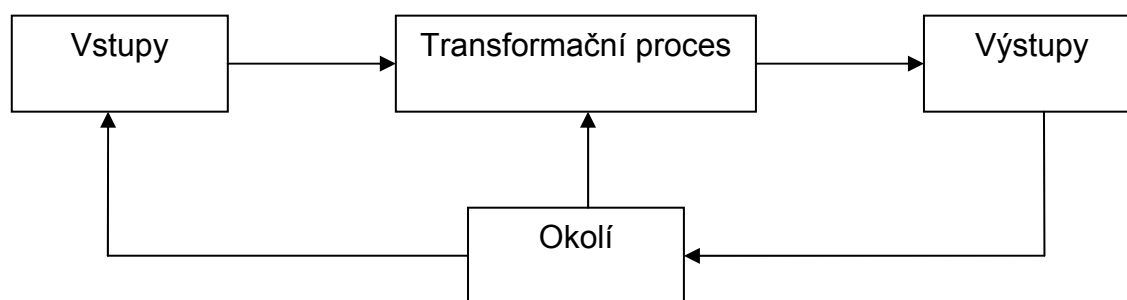
- transformace dat (např. exponenciální či Box-Jenkisonova) (107, 114, 176),
- využití odhadu rozdělení pravděpodobnosti a kvantilových charakteristik (114, 135, 144),
- využití Pearsonových křivek k modelování rozdělení pravděpodobnosti (87, 114),
- využití tzv. Clementsova postupu (87, 157),
- pořádkové statistiky (pivoty) (114, 135, 139),
- metoda bootstrap (114, 116, 135, 144),
- neparametrické statistické metody (11, 114).

3 Přehled současného stavu problematiky

3.1 Produkční systém

Podstatou existence firmy je zabezpečit společnost funkčními, estetickými, bezpečnými a kvalitními produkty při minimálních nákladech. Tento požadavek je možno splnit optimálním využitím práce, technologie, kapitálu, energie, materiálu a informací. Tyto zdroje jsou k dispozici v omezeném množství a úkolem managementu je správné využití těchto zdrojů tak, aby byly splněny cíle podniku, kterými mohou být např. uspokojování potřeb zákazníků, maximalizace zisku, maximalizace hodnoty firmy, maximalizace podílu na trhu atd.

V systémovém pojetí je možno na firmu nazírat jako na otevřený systém, který vstupy ze svého okolí transformuje na výstupy, které poskytuje rovněž svému okolí. Základní model produkčního systému je znázorněn na obrázku 3-1. Okolí poskytuje také zpětnou vazbu produkčnímu systému.



Obr. 3-1: Základní model produkčního systému
Zdroj: SLACK, N. 1998

Vstupy do systému jsou zdroje, které potřebuje podnik pro vytváření požadovaných výstupů. Mezi vstupy patří lidské zdroje, poptávka zákazníků, suroviny, materiál, stroje, zařízení, energie, kapitál atd. Vstupy je možno klasifikovat na zdroje (148), které se transformují do výstupu:

- materiál,
- informace,
- zákazníci,

a zdroje, které se netransformují do výstupů:

- fixní aktiva,
- spotřební materiál,
- lidské zdroje.

Výstupy ze systému mohou být nejen výrobky, ale i služby nebo informace pro zákazníky, tyto výstupy budeme souhrnně nazývat produkty. **Produkt** je výstup, který poskytuje produkční systém. Výrobek je hmotný, je možno ho skladovat

a přepravovat. Služby jsou nehmotné výstupy, nelze je skladovat a jsou charakteristické přímou účastí zákazníka v procesu.

Proces je logicky a sekvenčně uspořádaný soubor transformací majících společný cíl (technologických operací, řídicích aktivit, postupových kroků, činností), kde výstup z předchozí transformace je propojen se vstupem do následující transformace.

Produkt a proces jsou základními složkami produkčního systému. Produkční systém má cílové chování, směřuje k dosažení stanovených cílů. Cíle produkčního systému jsou budoucí stavy, které mohou být formulovány s různou formou obecnosti, od obecných, jako jsou např. uspokojování potřeb zákazníků, maximalizace zisku atd., až po velice konkrétní a měřitelné, které se mohou v průběhu času měnit a upřesňovat.

Při řízení výrobního procesu jsou využívány dva základní přístupy, které mají za úkol dosahovat shodnost výrobního procesu, resp. výrobků tímto procesem produkovaných. Jedná se o:

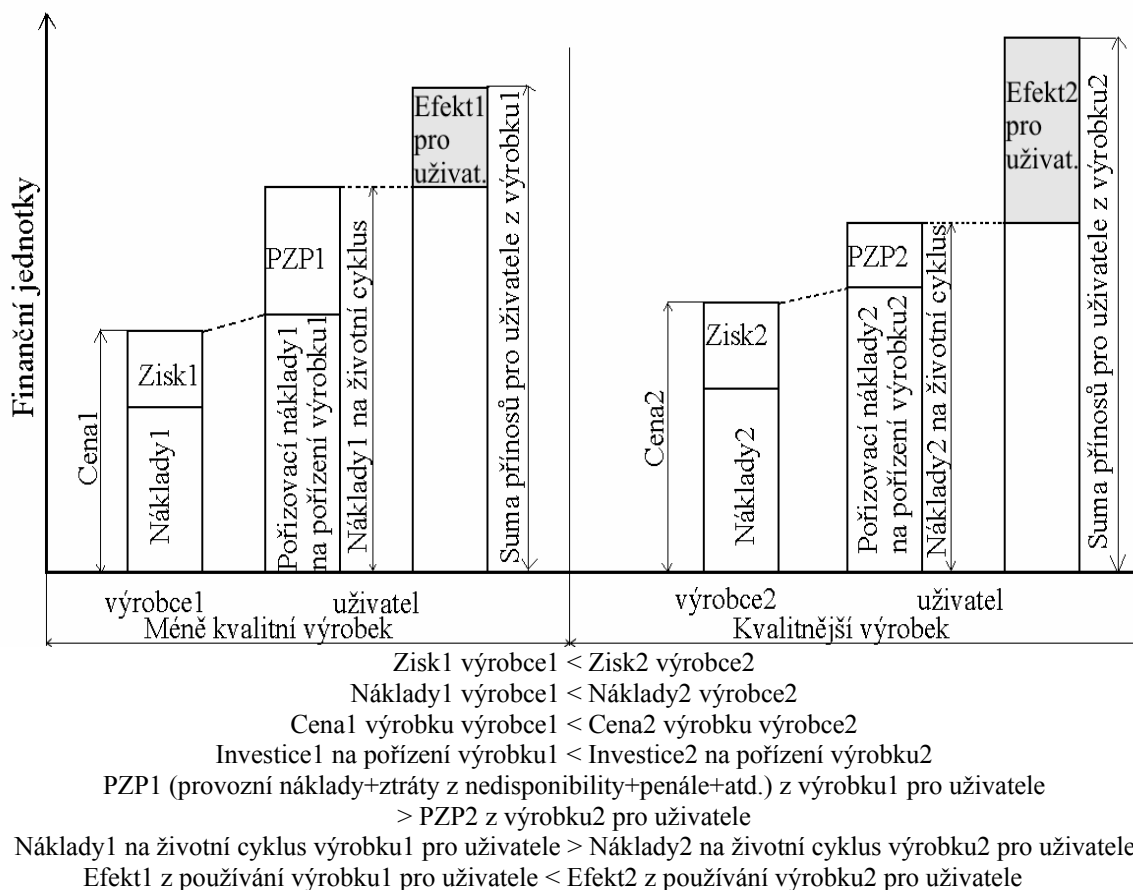
- 1) **Přístup detekce** – výrobky jsou kontrolovány a vyřazeny jsou ty výrobky, které neodpovídají specifikacím. Tento přístup je nákladný, poněvadž umožňuje, aby čas a materiál byly vloženy do výrobku nebo služeb, které nejsou vždy použitelné.
- 2) **Přístup prevence** – produkční/výrobní systém má zakomponován v sobě „systém včasné výstrahy“, tzv. reaktivní kontrolu, jenž umožní vyvolat činnosti vedoucí k nápravě produkčního systému, a tzv. preventivní kontrolu, jenž se soustřeďuje na rozpoznání a odstranění hlavních příčin poruch výrobního procesu. Otázkou, na kterou se snaží odpovědět, je, proč došlo k poruše výrobního systému. Je zřejmé, že je účinnější předejít vytvoření zmetku tím, že na prvním místě nebudeme vyrábět výrobky, které jsou na výstupu nepoužitelné.

3.2 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 3-2. V této souvislosti je dobré připomenout slavný Rothschildův výrok: „Nejsem tak bohatý, abych si mohl kupovat levné věci“.



Obr. 3-2: 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 (127).

V žádném z pojmů uvedených v obr. 3-2 není jakost explicitně vyjádřena, ale všechny kategorie významně ovlivňuje. Součástí výrobních nákladů jsou i tzv. „náklady na jakost“ u výrobce (vymezení pojmu viz kap. 3.3), jejichž výše se pohybuje podle odvětví a výrobku od 2 % až po 20 % celkových nákladů, dle lit. (50, 172). 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. ROI² (obr. 3-3) a ROS³ (obr. 3-4), dle služeb databáze PIMS (Profit Impact of Market Strategy) (166).

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

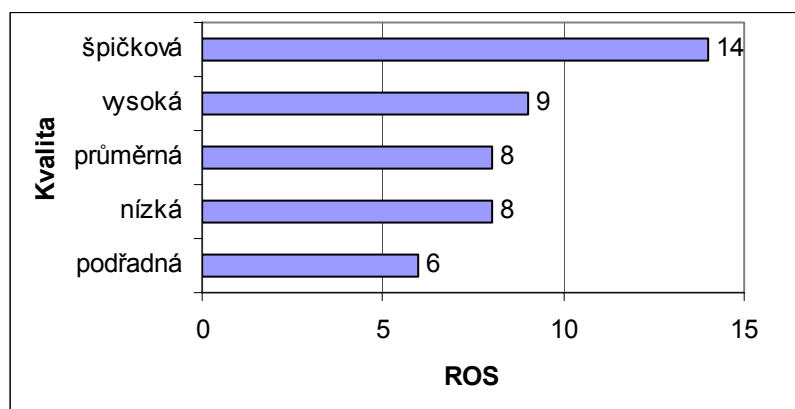
Obr: 3-3: Hodnota ROI v % v závislosti na tržním podílu a kvalitě výrobku dle PIMS
Zdroj: VYKYPĚL, O. 1992

² 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

³ ROS (Return On Sales), ukazatel rentability tržeb: ROS = zisk/tržby



Obr: 3-4: 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 hlavní vliv na ziskovost; průměrná kvalita nepřináší zlepšenou ziskovost, pouze vysoká kvalita má významný vliv na výsledky, neboť pouze ona je vnímána zákazníky.

Ekonomické účinky je třeba hodnotit ve vztahu k celkové struktuře nákladů a příjmů společnosti. To je možné udělat pomocí manažerské účetní „osnovy“ vhodně upravené pro potřeby jakosti. Taková osnova pomůže odborníkům na jakost mluvit jazykem vrcholového vedení (tj. penězi).

Uvažujme společnost, která vyrábí jediný výrobek a zaměstnává výrobní dělníky, pracovníky technické přípravy výroby, pracovníky marketingu a manažery. Zjednodušená verze manažerské účetní osnovy je ukázána v tabulce 3-1. Účelem tohoto volně zjednodušeného příkladu je ilustrovat všeobecný vztah mezi odbytem, variabilními a fixními náklady a ziskem, který použijeme ke zkoumání ekonomických účinků zvyšování jakosti produkce.

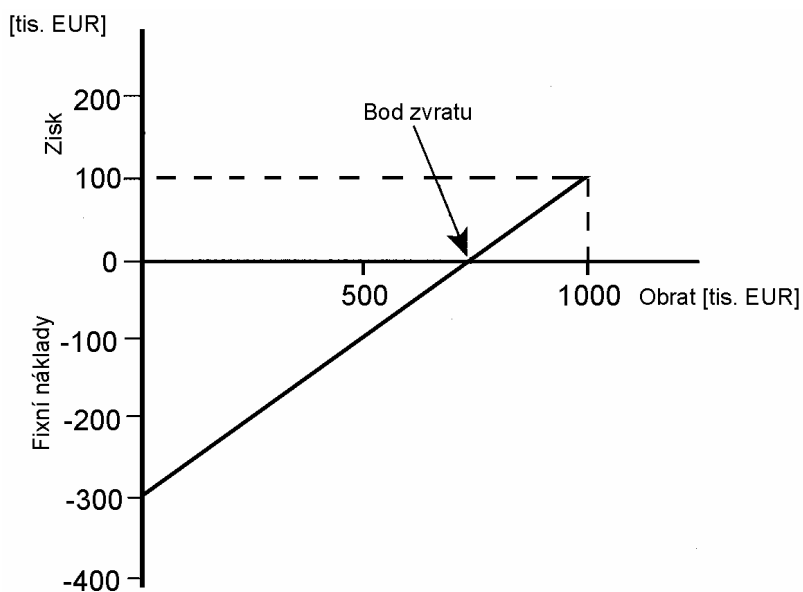
Položka	Tis. €
Obrat	1000
Fixní náklady	300
Variabilní náklady	600
Zisk	100

Tab.: 3-1: Zjednodušená účetní osnova
Zdroj: autor

Předpokládejme, že během minulého roku firma prodala 20 tis. výrobků po 50 € za kus, takže celkový obrat za toto období činil 1 mil. €. Aby firma mohla prodat 20 tis. výrobků, vznikly jí variabilní náklady na suroviny, energii a přímé mzdy v celkové

výši 600 tis. €. Fixní náklady jsou používány na udržování chodu podniku, platy manažerů se s objemem výroby nemění. Předpokládejme, že fixní náklady v daném roce činily 300 tis. €. Zisk společnosti před zdaněním tudíž činil 100 tis. €. Rozdíl mezi příjmy z prodeje a variabilními náklady představuje kontribuční rozpětí.⁴

Na obrázku 3-5 je zobrazena analýza bodu zvratu⁵ firmy při daných finančních parametrech. Pro sestrojení diagramu nakreslíme přímku mezi dvěma body (nulový obrat, fixní náklady) a (běžný obrat, běžný zisk). Tato přímka protne osu x v bodě zvratu, tj. při obratu 750 tis. €, kdy firma generuje nulový zisk.



Obr. 3-5: Bod zvratu firmy
Zdroj: autor

Diagram nám umožní graficky pozorovat vztah mezi hlavními ekonomickými veličinami. Čím je přímka strmější, tím větší je kontribuční rozpětí ve vztahu k odbytu. Větší relativní kontribuční rozpětí je příznakem lepší ekonomické situace společnosti.

Analýzu bodu zvratu je možné použít i k získání hlubšího pohledu na ekonomické dopady špatné kvality nebo z druhé strany na ekonomické přínosy úspor programů pro zvyšování kvality. Předpokládejme, že naše společnost aktuálně vyrábí 10 % zmetků a že tyto zmetky nelze přepracovat, tudíž půjde o odpad. Pro dodání 20 tis. dobrých výrobků potřebujeme vyrobit $20\,000 : 0,90 = 22\,222$ kusů. Avšak variabilní náklady ve výši 600 tis. € zahrnují náklady na výrobu odpadu a odpad se obvykle vyrábí stejně draho jako dobré výrobky.

⁴ V podnikové praxi se kontribuční rozpětí nahrazuje méně přesným ukazatelem nazývaným hrubé rozpětí, což je rozdíl mezi cenou výrobku a jednicovými náklady (jde o ukazatel na jednici)

⁵ Jedná se o zjednodušený graf, obrat v tis. € se vynášší na ose x a zisk nebo ztráta na ose y. Při nulovém obratu dosáhne společnost ztráty rovnající se celkové výši fixních nákladů

Jednotkový variabilní náklad je $600\,000 : 20\,000 = 30$ €. Při 10% zmetkovitosti to však znamená $600\,000 : 22\,222 = 27$ € a můžeme tudíž říci, že platíme daň za jakost $2\,222 \times 27 = 59\,994$ € za to, co se někdy nazývá skrytá výroba. Tato daň představuje dodatečné náklady na výrobu zbytečných výrobků, které nemůžeme prodat.

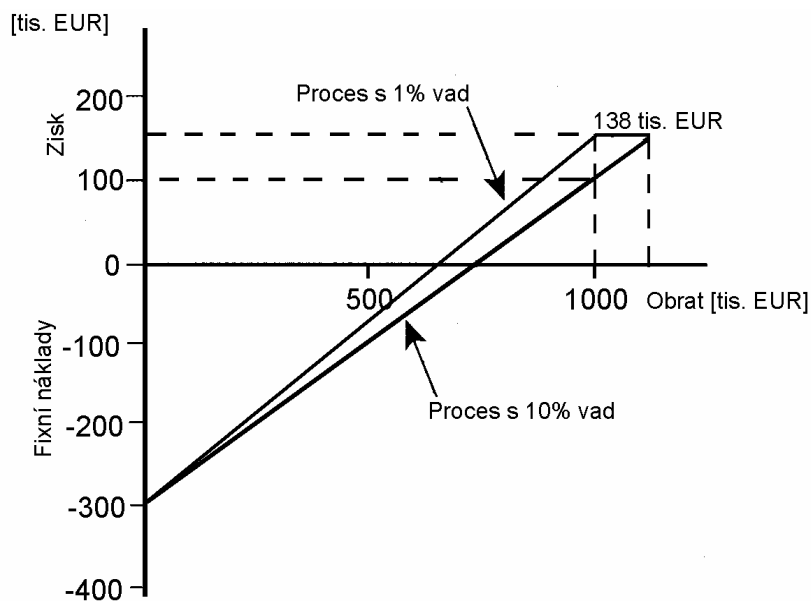
Nyní předpokládejme, že spustíme úspěšný program pro zvýšení jakosti a že se podaří dosáhnout úrovně vad 1 %. To znamená, že při předpokládaném prodeji 20 tis. výrobků musíme vyrobit 20 200 výrobků, což představuje $20\,200 \times 27 = 545\,400$ € variabilních nákladů. Tabulka 3-2 zobrazuje stav, kdy dosahujeme úrovně vad 1 % a uspořené peníze se přímo projeví ve výsledovce jako zvýšení zisku. V tomto případě zisk vzrostl o více než 50 % na 155 tis. €. Snížení provozních nákladů o 9 % vedlo ke zvýšení zisku o 55 %⁶.

Položka	Tis. €
Obrat	1000
Fixní náklady	300
Variabilní náklady	545
Zisk	155

Tab. 3-2: Zjednodušené účetní osnova
Zdroj: autor

Účinek zvýšení jakosti produkce je zobrazen na obrázku 3-6. Nejdůležitější zjištění je to, že sklon přímky je nyní strmější. U stejného objemu obratu (1 mil. €) je zisk vyšší (155 tis. €) a bod zvratu se snížil na 660 tis. €. Díky kvalitnější produkci je podnik nyní zdravější a je více chráněn před recesí a poklesy.

⁶ Jde o „školský příklad“, není zde počítáno z investicemi na zlepšení jakosti a samozřejmě velmi záleží na oboru působení firmy; je-li kapitálově lehká, těžká, jak má firma rozvinutý systém řízení jakosti, jak je vzděláván personál v oblasti jakosti apod.



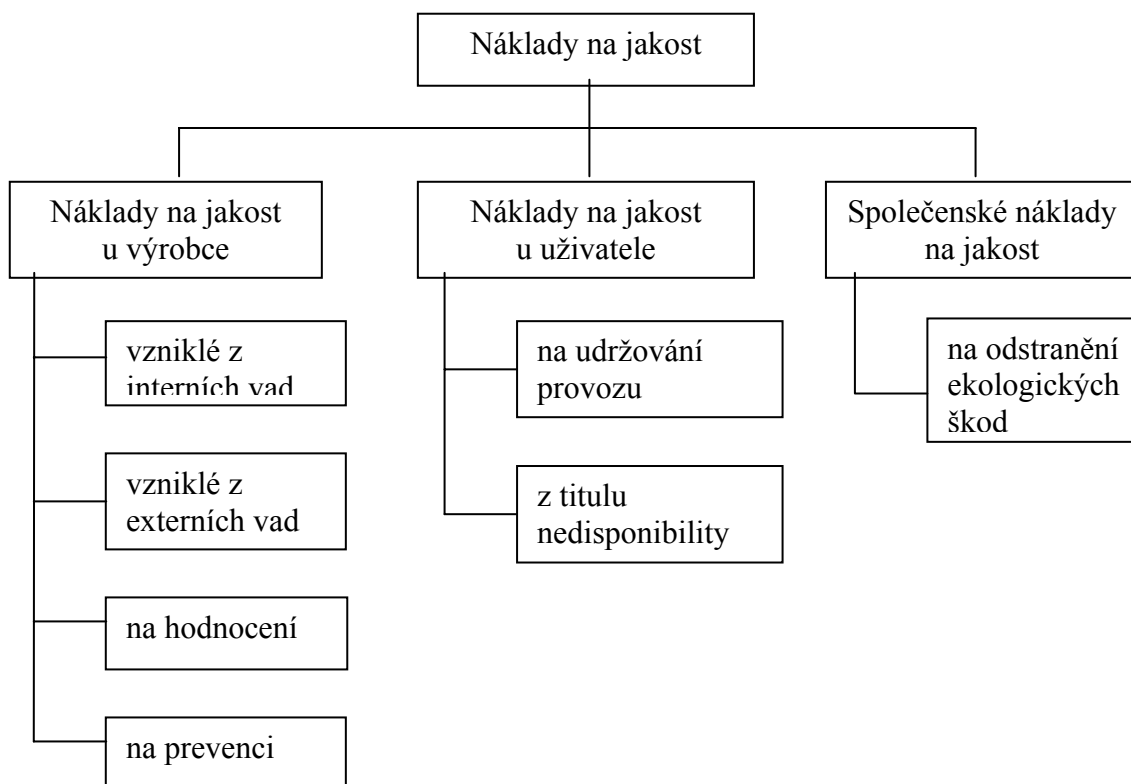
Obr. 3-6: Bod zvratu firmy při 10% a 1% zmetkovosti
Zdroj: autor

Obvyklým způsobem zvyšování zisku je zvýšení obrátu, tudíž je zajímavé se podívat na to, o kolik se musí obrat zvýšit při současné 10% zmetkovitosti, aby se dosáhlo stejného zvýšení zisku jako v případě, kdy společnost udržuje jakost na úrovni 1% zmetkovitosti. Příslušnou odpověď je možné nalézt opět na obrázku 3-6, jestliže prodloužíme přímku zisku a nákladů kvůli nedokonalému procesu do bodu, který dává stejný zisk, jako proces s 1% výskytem vad. Vidíme, že objem prodeje musíme zvětšit na 1 138 tis. €, abychom zaplatili daň za kvalitu – tedy o 14 %! I když se toto číslo zdá vysoké, přesto je podhodnoceno, protože naše jednoduchá extrapolace vychází z předpokladu, že nárůst obrátu nevyžaduje více pracovníků, více výrobních kapacit, větší marketingové úsilí ani více správní režie.

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 potenciálně 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.

3.3 Náklady na jakost u výrobce

Pojem náklady na jakost⁷ je definován v terminologickém slovníku EOQC (Glossary of Terms used in the Management of Quality. 6th Edition. Bern. EOQC Glossary Committee.1989. 777 s., v lit. 127): Náklady na jakost jsou výdaje vynaložené výrobcem, uživatelem a společnostmi spojené s jakostí výrobku nebo služby, viz obrázek 3-7.



Obr. 3-7: Dekompozice nákladů na jakost

Zdroj: upraveno autorem dle: NENADÁL, J. 1993/EOQC

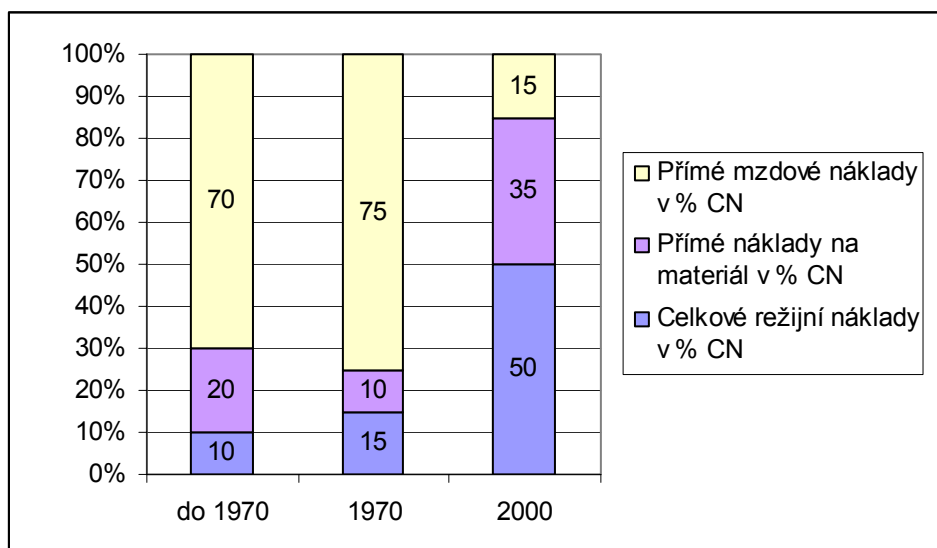
V oblasti managementu jakosti je za základní kategorizaci nákladů na jakost u výrobce považováno roztrídění podle ztrát z nekvalitní výroby na: **interní a externí ztráty z nekvalitní výroby, náklady na kontrolu a hodnocení a náklady na prevenci** (36, 125, 57). Tyto kategorie nákladů zdůrazňují důležité finanční aspekty jakosti. Jejich vyčíslení se ukázalo jako předpoklad pro úspěšnou komunikaci s managementem o jakosti (57).

⁷ Často užívaný pojem „náklady na jakost“ poukazuje na to, že analýza jakosti je limitována analýzou nákladů. Zvážením negativního významu slova „náklad“ by společnost mohla chybně uvažovat o strategiích vysoké jakosti jenom ve vztahu k nákladům, namísto toho je nutné se zaměřit na pokroky jakosti při redukci nákladů

3.4 Finanční měření v systémech managementu jakosti

Finanční měření v systémech managementu jakosti vypovídá řečí peněz o technických, technologických a organizačních zásazích v oblasti kvality (zejména se jedná o oblast nákladů na jakost) s cílem poskytnout managementu podklady pro správné rozhodnutí.

V současné době se stále více ve firmách používají moderní technologie tvořící velkou přidanou hodnotu a vyžadující stále kvalifikovanější pracovníky a kvalitnější zabezpečení podpůrnými, tedy režijními službami, i dynamičtější přístup k řízení technologických procesů. Tato skutečnost se projevuje ve struktuře celkových firemních nákladů zobrazujících zřetelný trend růstu podílu režijních podpůrných nákladů (viz obr. 3-8). A právě tento fakt znesnadňuje identifikaci nákladů na jakost u výrobce.



Obr. 3-8: Historický vývoj struktury celkových nákladů
Zdroj: Petřík, T. 2005

Pojem **náklady na jakost** v sobě zahrnuje nejen výdaje spojené přímo se zajišťováním, případně zlepšováním kvality, např. náklady na nákup či opravy měřicí techniky nebo na vyšší technickou úroveň technologie výrobního procesu, může také zahrnovat i neproduktivní náklady, jakými jsou třeba ztráty z neshodných výrobků (jak neopravitelné, tak i vícepráce spojené s opravou). Hlavním **cílem monitorování nákladů na jakost** je získat údaje k hodnocení efektivnosti, získat bázi pro zlepšení jakosti u výrobce a soustředit úsilí na dosažení cílů jakosti. Mezi základní modely pro měření a monitorování nákladů na jakost u výrobce patří:

- Model PAF.
- Model COPQ.
- Model procesních nákladů.
- Taguchiho ztrátová funkce.

3.4.1 PAF model nákladů na jakost u výrobce

Model PAF (Prevention Appraisal Failure) představuje dnes už klasický způsob hodnocení nákladů na jakost založený na tom, že se 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.

Takové členění nákladů na jakost není samoúčelné. 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.

Při využití výše zmíněného modelu PAF by mělo platit:

- a) Výchozím absolutním ukazatelem bude obvykle **celkový objem nákladů na jakost u výrobce – N_Q** .

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

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 výroce – 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 jakosti v období 0 (základní období), předpokládá se, 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}** :

$$P_{NQ} = \frac{N_Q}{N_{NC}}$$

(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** :

$$P_P = \frac{N_P}{N_Q} \cdot 100 \text{ [%]}$$

(3.5)

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

$$P_T = \frac{N_Q}{T} \cdot 100 \text{ [%]}$$

(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.

4 Návrh metodiky řízení technologických procesů ne-Gaussovského rozložení s využitím nákladů na jakost u výrobce

Návrh metodiky řízení technologických procesů, jejichž měřené charakteristiky mají ne-Gaussovské rozložení, vychází z procesního přístupu. Pro řízení procesu je nutné znát aktuální hodnotu výstupní veličiny, kterou je třeba porovnat s požadovanou hodnotou a z případného rozdílu vygenerovat akční zásah do procesu a jeho vstupů. Tím dojde k úpravě procesu a dosažení výstupní veličiny na požadovanou úroveň. Vykazuje-li proces vysokou variabilitu, pak aktuální hodnota výstupní veličiny neposkytuje dostatečnou relevantní informaci potřebnou pro (rozhodnutí) akční zásah, resp. pro regulaci. Aktuální hodnota výstupní veličiny tak může být zdrojem chybného rozhodnutí.

Odpovídající přístup spočívá ve zjišťování (měření) výkonnosti procesů v aplikaci statistických metod, které umožňují odhadnout pravděpodobné hodnoty se známou spolehlivostí odhadu, a tím snížit riziko nesprávného řízení procesu.

Podstatou níže uvedené metodiky je důkladná analýza získaných (naměřených) dat z výrobního procesu, abychom poznali chování tohoto procesu. Základním 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 regulační 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.

Pro řízení technologického procesu lze použít regulační diagramy, výběr správného regulačního diagramu je zobrazen v příloze 1 za předpokladu, že se jedná o procesy s Gaussovým rozložením spojených měřitelných údajů. Zda-li se jedná o Gaussovo rozložení, je nutné zjistit na základě průzkumové analýzy dat (cílem průzkumové analýzy dat je odhalit zvláštnosti dat a ověřit předpoklady pro následné statistické zpracování).

Pokud není podmínka Gaussova rozložení dat splněna, potom navrhuji použít metody a postupy konstrukce regulačních diagramů a indexů způsobilosti procesu

pro technologické procesy, jejichž měřené statistické charakteristiky mají ne-Gaussovské rozložení, tj.:

a) **Konstrukce regulačních diagramu**

- Navrhují využít metodu bootstrap (příloha 2) 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 měření se počet dat zmenšuje 5× (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).

b) **Výpočet indexů způsobilosti pro jiná než normální rozdělení dat**

- Použít vybraný či požadovaný index způsobilosti, anebo následující index C''_{pm} , který navrhují použít. Index C''_{pm} 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 navrhují nahradit kvantily $x_{0,00135}$ a $x_{0,99865}$ hodnotami x_{min} a x_{max} .

$$C''_{pm} = \frac{USL - LSL}{6 \sqrt{\left(\frac{x_{0,99865} - x_{0,00135}}{6}\right)^2 + (M - T)^2}} \quad (4.1)$$

- Určit dolní konfidenční mez intervalu spolehlivosti daného indexu způsobilosti s využitím metody bootstrap.

Pro **ekonomické zhodnocení regulačních zásahů** v konkrétním technologickém procesu navrhují využívat tyto podskupiny nákladů:

- náklady na interní vady,
- náklady na externí vady,
- náklady na hodnocení,
- náklady na prevenci,
- promrhané investice a příležitosti.

Tuto kombinaci podskupin nákladů považují za nejlepší alternativu sběru a vyhodnocování dat o nákladech vztahující se k jakosti technologického procesu.

Následujícím krokem je naplnění podskupin nákladů vztahujících se k jakosti dílčími položkami. Pro praktickou realizaci bude pravděpodobně k dispozici méně položek, než je uvedeno v přílohách. Musíme mít na paměti, že samotná metodika

finančního měření nesmí být nesmyslně náročná na spotřebu zdrojů (lidí, práce, času a peněz), doporučuji zde Paterův princip. Identifikované položky musí být zavedeny do systému ekonomické evidence a samostatně sledovány.

Získat korektní údaje o nákladech na jakost u výrobce pro konkrétní technologický proces není vůbec jednoduchá záležitost zejména z důvodu, že dílčí nákladové položky neodpovídají českým účetním standardům (ani např. US GAAP). Je potřeba „zviditelnění“ těch nákladových položek, které sice mnoho lidí v podniku ze zkušeností považuje za významné, ale jež jsou dosud anonymně skryty v režijních nákladech. Z tohoto důvodu je nutné zavést svůj vlastní systém sledování nákladů na jakost, není příliš důležité, který model to bude (model PAF; model COPQ; model procesních nákladů či využití Taguchiho ztrátové funkce), ale jeho komplexnost a vhodnost pro danou firmu. Pro některé firmy by mohl být dobře aplikovatelný model procesních nákladů, neboť jeho filozofie je blízká souhrnné koncepci řízení nákladů ABCM (Activity-Based Cost Management), která je ve své základní podobě procesním řízením nákladů. Již zavedený systém ABCM může usnadnit identifikaci dílčích nákladů vztahujících se k jakosti.

I na základě své zkušenosti mohu konstatovat a fakticky potvrdit, že velkou většinu nákladových položek vztahujících se k jakosti tvoří náklady doslova utopené v režiiích. 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 nezájem vedení o tyto informace, ale např. i obava pracovníků zaznamenávat si své chyby vyvolaná reálnou hrozbou finančních postihů. Když si 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 zasloužili se tak o definitivní odstranění příčin jejich vzniku.

5 Závěr

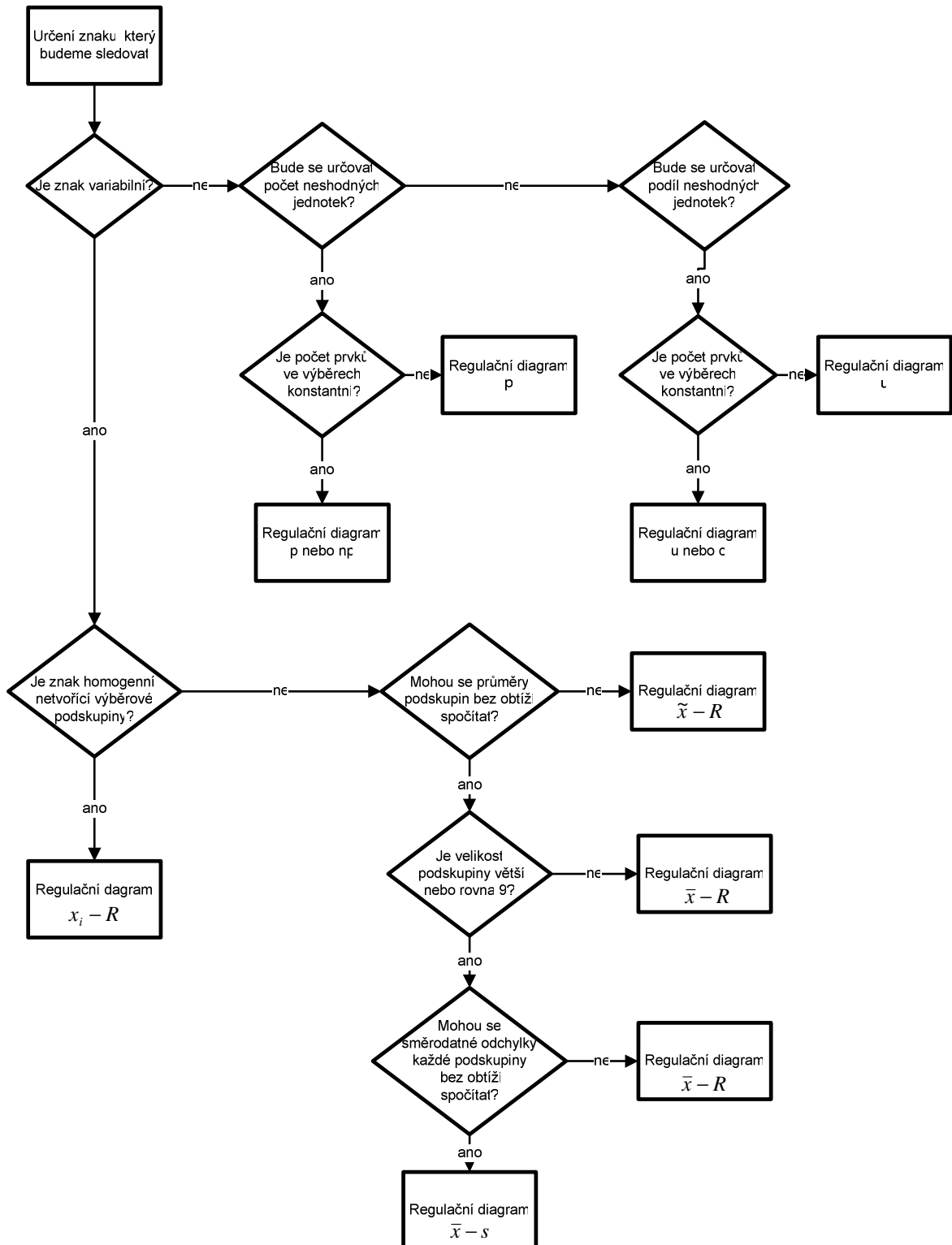
V habilitační práci jsem řešil problematiku řízení technologického procesu, jehož statistické charakteristiky nemají Gaussovo rozložení pravděpodobnosti, a jakým způsobem vyhodnotit ekonomické přínosy ze zlepšeného řízení takového technologického procesu. Daná problematika sama o sobě je značně rozsáhlá a při jejím řešení se otevírá řada nových pohledů a přístupů k hodnocení a řízení ne-Gaussovských technologických procesů ve spojitosti s problematikou nákladů na jakost, jež mohou být využity jako kritériální funkce k hodnocení řízení technologického procesu.

Samotná metodika byla navržena se záměrem co nejširší aplikace pro různé druhy výrobních procesů, s vědomím nepředjímání určitých předpokladů o daném výrobním procesu. Primárně byla metodika navržena pro ne-Gaussovské technologické procesy. Podstatou navržené metodiky je důkladná analýza získaných (naměřených) dat (údajů) z výrobního procesu, prostředkem je určení distribuční funkce tohoto 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 technologického procesu. K ekonomickému hodnocení přínosů ze zvýšené jakosti je použito několik modelů, které se vztahují k nákladům na jakost u výrobce. Je zde ukázán metodický postup získávání a měření ukazatelů potřebných k identifikaci nákladů na jakost u výrobce.

Domnívám se, že výsledky habilitační práce mohou přispět k rozvoji teorie statistické regulace procesů, regulačních diagramů, indexů způsobilosti procesu a zároveň zde navržená metodika práce by měla pomoci řídicím pracovníkům v rozhodovacích procesech o ekonomických efektech zavedení statistického řízení ne-Gaussovských technologických procesů a dále i v rozvoji systémů jakosti firmy. Lépe popsany – poznány technologický proces znamená lepší dosažení cíle: kvalitní výrobky, nižší náklady a vyšší zisk. Kvalitní výrobek umožní firmě být konkurenceschopnější a tudíž by firma měla dosahovat lepších výsledků na trhu.

Myslím si, že v habilitační práci jsem naplnil vytýčené cíle a potvrdil vyslovené hypotézy. Habilitační práce je využitelná jak pro rozvoj vědy, tak i v přínosech pro praxi, včetně mé pedagogické činnosti na fakultě.

Příloha 1: Postup výběru regulačního diagramu



Příloha 2: Metoda bootstrap

Metoda bootstrap je založena na náhradě rozdělení výběru f_E rozdělením diskretním d_e s pravděpodobnostmi $p_i = 1/n$ v místech x_i , $i = 1, \dots, n$. Odhad $\hat{\Theta} = g(x_1, \dots, x_n)$ je funkcí n nezávislých a stejně rozdělených veličin x_1, \dots, x_n s hustotou pravděpodobnosti f_E . V metodě bootstrap se tento odhad vyčísluje pro řadu simulovaných výběrů (tzv. bootstrap výběry) pocházejících z empirického rozdělení d_e .

Předpokládejme, že jsme pozorováním nebo měřením získali n nezávislých hodnot x_1, \dots, x_n , z nichž vypočítáme charakteristiku X , která nás zajímá (výběrový průměr, směrodatná odchylka, hodnota určitého kvantilu apod.). Vzorek bootstrap získáme tak, že z množiny x_1, \dots, x_n vygenerujeme („vybereme s opakováním“) opět n náhodných čísel; $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$, některá čísla se v tomto vzorku vyskytnou vícekrát, jiná se nemusí vyskytnout vůbec oproti původnímu souboru. Pro tento vzorek také vypočítáme příslušnou charakteristiku X^* . Jestliže celý tento postup opakujeme B -krát, dostaneme hodnoty X_1^*, \dots, X_B^* , které představují bootstrap-populaci charakteristiky X^* . Obvyklým způsobem pak můžeme vypočítat její aritmetický průměr $\bar{\mu}_{X^*}$, či směrodatnou odchylku $\hat{\sigma}_{X^*}$. Při velkém počtu vzorků můžeme sestavit histogram, který odpovídá rozdělení veličiny X^* .

Metoda bootstrap je mnohdy implementována do velkých statistických sw „balíků“ jako např. ADSTAT či MATLAB, ale existují i samotné (specializované) programy, např. program SAMPLE, jenž lze získat jako samotný program (exe file), či tzv. m-soubor do programu MATLAB, anebo jako xls makro do programu EXCEL. Osobně jsem využíval program MATLAB a pro urychlení výpočtů jsem si naprogramoval „vlastní“ m-soubor bootstrap (samozřejmě výsledky byly shodné s implementovaným m-souborem bootstrp.m).

Použitá literatura

1. ABRAHAMSON, E.: Change without Pain; *Harvard Business Review*; July/August; p. 75–79. 2000.
2. AL-NAJJAR, B.: A Concept for Detecting Quality Deviation Earlier than When Using Traditional Diagram in Automotive; *International Journal of Quality & Reliability Management*; 2001. no. 9; p. 917–940.
3. *Analýza systémů měření (MSA)*. Přel. V. Horálek. 2. vyd. Praha, Česká společnost pro jakost, 1999. 128 s. ISBN 80-02-01291-7
4. Anonym: Bothe takes issues. *Quality Progress*, February 1999, vol. 2, p. 86– 87. ISSN 87546981
5. ARGOTE, L. – EPPLE, D.: Learning Curves in Manufacturing; *Science*; 1990, vol. 247, February; p. 920–924.
6. ARROW, K. J.: Innovations and Increasing Returns to Scale; in: Arrow, K. J. (ed.): *Increasing Returns and Economic Analysis*; Macmillan, New York, 1998.
7. ATKINSON, H. – HAMBURG, J. – ITTNER, C. (1994): *Linking Quality to Profits*; ASQC Quality Press, Milwaukee. 1994.
8. BARTES, F.: *Řízení jakosti*. 1. vyd. Brno: PC-DIR spol. s r. o. 1994. 87 s. ISBN 80-214-0571-6
9. BENSTON, G. – SMITH, C. A.: Transaction Cost Approach to the Theory of Financial Intermediation; *Journal of Finance*; 1996, vol. 31; p. 215–231.
10. BISGAARD, S.: The Role of Scientific Method in Quality Management; *Total Quality Management*; 2000 vol. 11 no. 3; p. 295–306.
11. BLATNÁ, D.: *Neparametrické metody. Testy založené na pořádkových a pořadových statistikách*. 1. vyd. Praha: VŠE 1996. 211 s. ISBN 80-7079-607-3
12. BOHÁČ, M.: Aplikace statistických metod v systémech jakosti našich firem. *Svět jakosti*. 1997, roč. 4, č. 4, s. 33–35. ISSN 1211-2011
13. BOHAN, G. P. – HORNEY, N. F.: Pinpointing the Real Cost of Quality in a Service Company; *National Productivity Review*; 1991, Summer; p. 309–317.
14. BOUTTES, J. P. – HAMAMDIJAN, P.: Contractual Relationships within the Firm; in: Menard, C.: *Transaction Cost Economics- Recent Developments*; Elgar, Cheltenham; 1997, p. 59–85.
15. BOX, G. E. P. – BISGAARD, S.: The Scientific Context of Duality Improvement; *Quality Progress*, 1987, June, p. 54–61.
16. BOX, G. E. P. – LUCENO, A.: *Statistical Control by Monitoring and Feedback Adjustment*; Wiley, New York. 1997.
17. 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 z 21. 4. 1992. Česká společnost pro jakost. Praha.

18. BURGESS, T. F.: Modelling Quality-Cost Dynamics; *International Journal of Quality & Reliability Management*; 1996, vol. 13; p. 8–26.
19. BURRILL, C. W. – LEDOLTER, J.: *Achieving Quality through Continual Improvement*; Wiley, New York. 1999.
20. CETNER, V.: Kalibrace: jednorozměrná a vícerozměrná. In *Analýza dat 99/II*. Sborník Lázně Bohdaneč 9.–12. 11. 1999, Trilobyte s. r. o.
21. Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation. *Statistical Process Control (SPC) – Reference Manual*. 2nd ed. 2005.
22. CINGEL, V.: *Modelovanie a simulácia na PC*. 1. vyd. Praha: GRADA, 1992. 192 s. ISBN 80-85424-69-X
23. CLEMENTS, J. A.: Calculation For Non-normal Distributions. *Quality Progres*, September 1989, vol. 9, p. 95– 97. ISSN 87546981
24. COASE, R.: The Nature of the Firm; *Economica*; 1937, vol. 2 no. 1; p. 386–405.
25. COASE, R.: The Problem of Social Cost; *Journal of Law and Economics*; 1960, vol. 3; p. 1–44.
26. COASE, R.: The New Institutional Economics; *American Economic Review*; 1998, vol. 88; p. 72–74.
27. COOPER, D. R. – EMORY, C. W.: *Bussines Research Methods*. 5th ed. The McGraw-Hill Companie, Inc., 1995. 681 p. ISBN 0-256-13777-3
28. ČECH, J.: *Statistické řízení jakosti*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství VUT v Brně, 1993. 123 s.
29. ČSN 01 0254 *Statistická přejímka srovnáváním*.
30. ČSN ISO 01 0266.
31. ČSN ISO 7873 *Regulační diagramy pro aritmetický průměr s výstražnými mezemi*.
32. ČSN ISO 7966 *Přejímací regulační diagramy*.
33. ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*.
34. ČSN ISO 8423 *Statistická přejímka srovnáváním*.
35. DAHLGAARD, J. J. – KRISTENSEN, K. – KANJI, G. K.: Quality Costs and Total Quality Management; *Total Quality Management*; 1992, vol. 3 no. 3; p. 211–221.
36. DALE, B. G. – PLUNKETT, J. J.: *Quality Costing*; 1995, 2nd ed.; Chapman&Hall, London.
37. DAY, G. S. – MONTGOMERY, D. B.: Diagnosing the Experience Curve; *Journal of Marketing*; 1983, vol. 47 no. 2; p. 44–59.
38. DEFEO, J. A.: The Tip of the Iceberg; *Quality Progress*; 2001 May; p. 29–37.

39. DEMING, W. E.: *Out of the Crisis*; 2nd ed.; Cambridge University Press, Cambridge. 1986.
40. DEMSETZ, H.: *The Organization of Economic Activity: Ownership, Kontrol and the Firm*; vol. 1; Basil Blackwell, Oxford. 1988.
41. 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
42. DODGSON, M. – ROTHWELL, R.: *The Handbook of Industrial Innovation*; Edward Elgar, Hants. 1994.
43. DRUCKER, P.: *Cestou k zítřku – management pro 21. století*. 1. vyd. Praha: Management Press 1993, 136 s. ISBN 80-85603-28-4
44. DRUCKER, P.: *Řízení v turbulentní době*. 1. vyd. Praha: Management Press 1994, 215 s. ISBN 80-85603-67-5
45. FEIGENBAUM, A. V.: *Total quality control*. 3. vyd. New York: McGraw-Hill, 1991. 862 s. ISBN 0-07-020354-7
46. FIALA, A.: *Statistické řízení jakosti. Prostředky a nástroje pro řízení a zlepšování procesů*. 1. vyd. Brno: VUT v Brně, 1997. 93 s. ISBN 80-214-0895-2
47. FINE, C. H.: Quality Improvement and Learning in Productive Systems; *Management Science*; 1986, vol. 32 no. 10; p. 1301–1315.
48. FOLKS, J. L. – PIERCE, D. A. – STEWART, C.: Estimating the Fraction of Acceptable Product. *Technometrics*, 1965. 7(1), p. 43–50.
49. FOSTER, S. T.: An Examination of the Relationship between Conformance and Quality-Related Costs; *International Journal of Quality & Reliability Management*; 1996, vol. 13 no. 4; p. 50–63.
50. FREHR, H. U.: *Total quality management*. Přel. Z. Petruželka. 1. vyd. Brno: UNIS Publishing, 1995. 257 s. ISBN 3-446-17135-5
51. GARVIN, D. A.: Quality on the Line; *Harvard Business Review*; 1983, September/October, p. 3–12.
52. GARICANO, L. – KAPLAN, S. N.: The Effects of Business-to-Business E-Commerce on Transaction Costs; *NBER working paper*; no. 8017; draft July 2001.
53. GIAKATIS, G. – ENKAWA, T. – WASHITANI, K.: Hidden Quality Costs and the Distinction between Quality Cost and Quality Loss; *Total Quality Management*; 2001, vol. 12 no. 2; p. 179–190.
54. GILBERT, J. B.: Did I Really Improve, or Is It Just Variation? *Quality Progress*, October 1997, vol. 10, p. 81–85. ISSN 87546981
55. Gilchrist, W.: Modelling Capability; *The Journal of the Operational Research Society*; 1993, vol. 44 no. 9; p. 909–923.

56. GLOTZ, P.: *Die beschleunigte Gesellschaft. Kulturkämpfe im digitalin Kapitalismus*; Kindler, München, 1999.
57. GRYNA, F. M.: Quality and Cost; in: Juran, J. M. and Godfrey, A. B.: *Juran's Quality Handbook*; 5th ed.; McGraw-Hill, New York.
58. Gryna, F. M. – GRYNA D. S.: Quality in Banking Starts With Four Assessments; *Quality Progress*; 1999, August; p. 27–34.
59. GUNTER, B.: What is Normality? *Quality Progress*. May 1989, vol. 5, p. 80. ISSN 87546981
60. 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.
61. HAHN, G. J. – DOGANAKSOY, N. – HOERL, R.: The Evolution of Six Sigma; *Quality Engineering*; 2000, vol. 12 no. 3; p. 317–326.
62. HARRINGTON, H. J.: *Náklady na nízkou jakost*. 1. vyd. Praha: UTRIN, 1990. 94 s.
63. HARRY, M. – SCHROEDER, R.: *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*; Currency, New York. 2000.
64. HAUSCHILDT, J.: *Innovationsmanagement*; Vahlen, München. 1993.
65. HAYES, R. H. – WHEELWRIGHT, S. C.: *Dynamická výroba*. Přel. M. Šálek. 1. vyd. Praha: Victoria Puublishing, a. s., 1993. 369 s. ISBN 80-85605-20-1
66. HEIZER, J. – RENDER, B.: *Production and Operations Management*; 4th ed., Upper Saddle River, Prentice Hall, 1995.
67. HERZOG D. R.: *Industrial engineering methods and controls*. 1 vyd. Reston: Prentice-Hall Company, 1985. 646 s. ISBN 0-07-021454-8
68. HINDLS, R. – KAŇOKOVÁ, J. – NOVÁK, I.: *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 1. vyd. Praha: MANAGEMENT PRESS, 1997. 248 s. ISBN 80-85943-44-1
69. HOLSTROM, B. – ROBERTS, J.: The Boundaries of the Firm Revisited; *Journal of Economic Perspectives*; 1998. vol. 12; p. 73–94.
70. HORÁK, F. – CHRÁSKA, M.: *Metodologie pedagogiky*. 2. vyd. Rektorát Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc 1986, 147 s.
71. HORÁLEK, J.: Aplikovaná statistika a ISO 9000. *Svět jakosti*. 1996, roč. 3, č. 3, s. 25–31. ISSN 1211-2011
72. 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.
73. HORÁLEK, V. – KŘEPELA, J.: Statistické metody? Skutečně je potřebujeme? *Svět jakosti*. 1998, roč. 5, č. 4, s. 32–35. ISSN 1211-2011

74. HORÁLEK, V.: Co jsou procesy s jakostí +/- 6σ ? *Svět jakosti*. 2000, roč. 7, č. 2, s. 32–35. ISSN 1211-2011
75. 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 z 21. 4. 1992. Česká společnost pro jakost. Praha; s. 43–49.
76. 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.
77. HORNGREN, C. T. – SUNDEM, G. L. – STRATTON, W. O.: *Introduction to Management Accounting*; Prentice-Hall, 1996, Upper Saddle River.
78. HÚLOVÁ, M. – JAROŠOVÁ, E.: *Statistické metody v managementu kvality*. 1. vyd. Praha. VŠE Praha, 1996. 111 s. ISBN 80-7079-403-8
79. HUNTER, J. S.: Statistical Proces Control – A glimpse at its past and furture. *Quality Progres*, December 1999, vol. 12, p. 54–57. ISSN 87546981
80. HWANG, G. H. – ASPINWALL, E. M.: Quality Cost Models and their Application: a Review; *Total Quality Management* 1996, vol. 7 no. 3; p. 267–281.
81. CHAUVEL, A. M. – ANDRE, Y. A.: Quality Costs: Better Prevent than Cure; in: Campanella, J.: *Quality Costs: Ideas and Applications*; vol. 2; ASQC; Canberra; 1985.
82. ITTNER, C. D.: *The Economics and Measurement of Quality Costs: An Empirical Investigation*; Doctoral Dissertation; Harvard University, 1992.
83. JANČAROVÁ, V. – ROSICKÝ, A.: *Úvod do systémových věd*. VŠE Praha, 1998, 143 s. ISBN 80-7079-933-1
84. JANEČEK, J.: Co se smíšenými soubory? *Svět jakosti*. 1997, roč. 4, č. 1, s. 42–45. ISSN 1211-2011
85. JANÍČEK, P. – ONDRÁČEK, 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
86. JAROŠOVÁ, E.: Přesnost odhadu indexu způsobilosti. *Svět jakosti*. 1999, roč. 6, č. 4, s. 27–29. ISSN 1211-2011
87. JAROŠOVÁ, E.: Umíte určit index způsobilosti? *Svět jakosti*. 1998, roč. 5, č. 4, s. 41–45. ISSN 1211-2011
88. JEANG, A.: Optimal Process Parameter Determination for Computer- Aided Manufacturing; *Quality and Reliability Engineering International*; 1999 no. 15; p. 3–16.
89. JURAN, J. M.: *Řízení jakosti v USA*. 1. vyd. Brno: VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI A MĚŘENÍ 1967, 70 s.

90. JURAN, J. M.: *Juran on Leadership for Quality*; The Free Press, New York. 1989.
91. JURAN, J. M. – GRZYNA, F. M.: *Quality Planning and Analysis*; 3rd ed.; McGraw-Hill, New York. 1993.
92. KANE, V. E.: Process capability indices, *Journal of Quality Technology* 18, 1986; p. 41–52.
93. KAPLAN, R. S. – ATKINSON, A. A.: *Advanced Management Accounting*; 3rd ed.; Prentice Hall, Upper Saddle River 1998.
94. KARPÍŠEK, Z. – ŠIKULOVÁ, M.: *Pravděpodobnost a matematická statistika*. 1. vyd. Brno: PC-DIR Real, s. r. o., 1996.
95. 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 řízení jakosti*. Sborník přednášek Lázně Bohdaneč 9.–12. 11. 1999. TriloByte Statistical Software, s. r. o., s. 25–34. ISBN 80-238-5113-6
96. KELLER, CH.: Ausreißer – und dann? *Qualitat und Zuverlässigkeit*. Leden 1999, s. 91–96.
97. KIM, W. C. – MAUBORGNE, R. (1997): Fair Process: Managing in the Knowledge Economy; *Harvard Business Review*; 1997. July/August; p. 65–75.
98. KIRKPATRICK, E. G.: *Quality Control for Managers and Engineers*; Wiley, Chichester. 1970.
99. KOHL, W. F.: Hitting Quality Costs where they live; *Quality Assurance*; 1976, vol. 2 no. 2; p. 59–64.
100. KOSCHIN, F.: *Statgraphics aneb statistika pro každého*. 1. vyd. Praha: GRADA, 1992. 320 s. ISBN 80-85424-70-3
101. KOVANIC, P.: Gnostické modely. In *Analýza dat 94*. Sborník přednášek Dům Techniky Pardubice 6.–9. 12. 1994. TriloByte Statistical Software, s. r. o.
102. KOVANIC, P.: Nový teoretický základ pro zpracování dat – gnostika. *Automatizace*. 1986, roč. 29, č. 4, s. 90–95.
103. KOVANIC, P.: Uspořádání neurčitých vícerozměrných dat. In *Analýza dat 99/II v inženýrské a laboratorní praxi, metrologii 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
104. 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
105. 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

106. KUME, H.: *Management by Quality*; 3A Corporation, Tokyo. 1995.
107. KUPKA, P.: *Statistické řízení jakosti*. 1. vyd. Pardubice: 1997. 169 s. ISBN 80-238-1812-X
108. LEIBENSTEIN, H. M.: Allocative Efficiency vs. X-Efficiency; *American Economic Review*; 1966. June; p. 392–415.
109. LEŠČIŠIN, M. – MACKO, J.: *Manažment kvality*. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, 1997. 307 s. ISBN 80-225-0838-1
110. LINCZÉNYI, A.: *Inžinierska štatistika*. 1. vyd. Bratislava: ALFA 1974. 452 s.
111. MAKOVEC, J.: *Organizace a plánování výroby*. 1. vyd. Praha: VŠE v Praze, 1998. 153 s. ISBN 80-7079-171-3
112. 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
113. MASING, W. a kol.: *Handbuch Qualitätsmanagement*. 4. přepracované a rozšířené vydání. Vídeň. Carl Hansen Verlag, 1999, 1160 s. ISBN 3-446-19397-9
114. MELOUN, M. – MILITKÝ, J.: *Statistické zpracování experimentálních dat*. 2. vyd. Praha: EAST PUBLISHING, a. s., 1998. 839 s. ISBN 80-7219-003-2
115. MENARD, C.: Internal Characteristics of Formal Organizations; in: Menard, C.: *Transaction Cost Economics-Recent Developments*; Elgar, Cheltenham; 1997. p. 30–58.
116. 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
117. MILGROM, P. – ROBERTS, J.: Economic Theories of the Firm: Past, Present and Future; *Canadian Journal of Economics*; 1988, vol. 21; p. 444–458.
118. 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.
119. MILLER, J. R. – MORRIS, J. S.: Is Quality Free or Profitable?; *Quality Progress*; 2000, January; p. 50–53.
120. MILLER, J. G. – VOLLMANN, T. E.: The Hidden Factory; *Harvard Business Review*; 1985, September/October; p. 142–150.
121. MIZUNO, S.: *Řízení jakosti*. Přel. P. Soukup. 1. vyd. Praha: VICTORIA PUBLISHING a. s. 296 s. ISBN 80-901564-0-1
122. MUTH, J. F.: Search Theory and the Manufacturing Progress Function; *Management Science*; 1986. vol. 32 no. 8; p. 948–962.
123. NELSON, L.: A fine contribution. *Quality Progress*, February 1999, vol. 2, p. 84. ISSN 87546981

124. NĚMEČEK, P.: *Podnikový management pro inženýrské studium*. 1. vyd. Brno: PC-DIR spol. s r. o., 1997. 117 s. ISBN 80-214-0953-3
125. NENADÁL, J. a kol.: *Měření v systémech managementu jakosti*. 1. vyd. Praha: MANAGEMENT PRESS, 2001. 310 s. ISBN 80-7261-054-6
126. NENADÁL, J. a kol.: *Moderní systémy řízení jakosti - quality management*. 1. vyd. Praha: MANAGEMENT PRESS, 1998. 282 s. ISBN 80-85943-63-8
127. NENADÁL, J.: *Ekonomika jakosti v praxi*. 1. vyd. Žilina: MASM, 1993. 108 s. ISBN 80-85348-22-5
128. NORTH, D. C. (1997): Transaction Costs Through Time; in: Menard, C.: *Transaction Cost Economics. Recent Developments*; Elgar, Cheltenham; 1997, p.149–160.
129. NOSKIEVIČ, P.: *Modelování a identifikace systémů*. 1. vyd. Ostrava: Montanex, 1999. 276 s. ISBN 80-7225-030-2
130. NOSKIJEVICHOVÁ, D.: *Statistické metody v řízení jakosti*. 1. vyd. Ostrava: VŠB–TU Ostrava, 1996. 82 s. ISBN 80-7078-318-4
131. OAKLAND, J. S.: *Total Quality Management*; 2nd ed.; Butterworth Heinemann, Oxford. 1993.
132. PERAKIS, M. – Xekalaki, E.: A process capability index that is based on the proportion of conformance. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 2002, 72(9), p. 707–718.
133. PETKOVA, V. T. – SANDER, P. C. – BROMBACHER, A. C.: The Role of the Service Center in Improvement Processes; *Quality and Reliability Engineering International*; 1999, vol. 15; p. 431–437.
134. PETŘÍK, T. *Ekonomické a finanční řízení firmy*: 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s. 2005. 365 s. ISBN 80-247-1046-3
135. 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.
136. PLUNKETT, J. J. – DALE, B. G.: Quality Costs: A Critique of Some Economic Cost of Quality. Models; *International Journal of Production Research*; 1988, vol. 26 no. 11; p. 1713–1726.
137. PLURA, J.: Metody a nástroje managementu jakosti. *Svět jakosti*. 1998, roč. 5, č. 3, s. 17–22. ISSN 1211-2011
138. POKORNÝ, M.: *Umělá inteligence v modelování a řízení*. Praha: Nakladatelství BEN-technická literatura, 1996. 195 s. ISBN 80-901984-4-9
139. POLLAK, M.: Short-Run Control Chart Alternative Offered. *Quality Progress*, 1999, vol. 8, p. 84. ISSN 87546981
140. PRAHALAD, C. K. – HAMEL, G.: The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*; May/June 1990; p. 79–91.

141. *QS – 9000 SPC*. Přel. V. Horálek. 1. vyd. Praha, Česká společnost pro jakost, 1999. 143 s. ISBN 80-02-01293-3
142. QUESENBERRY, CH.: Statistical Gymnastic. *Quality Progres*. 1998, vol. 9, p. 77–79. ISSN 87546981
143. ROWE, S.: Misaplications can cost. *Quality Progres*. 1999, vol. 2, p. 84–86. ISSN 87546981
144. RUBLÍKOVÁ, E. – CHAJDIK, J. – GUDÁBA, M.: *Štatistické metódy v praxi*. 1. vyd. Bratislava: STATIS, 1994. 308 s. ISBN 80-85659-02-6
145. SHAH, K. K. R. – FITZROY, P. T.: A Review of Quality Cost Surveys; *Total Quality Management*; 1998 vol. 9 no. 6; p. 479–486.
146. SCHNEIDER, H. – PRUETT, J. – LAGRANGE, C.: Uses of Process Capability indices in the Supplier Certificatin Process. *QE* 8(2), 1996.
147. SCHNEIDERMAN, A. M.: Optimum Quality Cost and Zero Defects: Are They Contradictory Concepts?; *Quality Progress*; 1986, November; p. 28–31.
148. SLACK, N.: *Operations Management*. Pitman.
149. SPENCE, A. M.: The Learning Curve and Competition; *Bell Journal of Economics*; 1981, vol. 13 no. 1; p. 20–35.
150. SPULBER, D. F. (1996): Market Microstructure and Intermediation; *Journal of Economic Perspectives*; 1996, vol. 10; p. 135–152.
151. SPULBER, D. F.: *Market Microstructure: Intermediaries and the Theory of the Firm*; Cambridge University Press, Cambridge. 1999.
152. STITT, J.: *Managing for excellence*. 1. vyd. Wisconsin. Quality Press, 1990. 222 s. ISBN 0-87389-064-7
153. SVEŠŇNIKOV, A. A. a kol.: *Sbírka úloh z teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky a teorie náhodných funkcí*. 1. vyd. Praha SNTL, 1971. 640 s.
154. ŠVARC, I.: *Teorie automatického řízení*. 1. vyd. Brno: Ediční středisko VUT v Brně. 1987. 210 s.
155. TAGUCHI, G.: *Introduction to Quality Engineering: Designing Quality into Products and Processes*; Asian Productivity Organization, Tokyo. 1986.
156. TANNOCK, J. D. T.: An Economic Comparison of Inspection and Kontrol Charting Using Simulation; *International Journal of Quality & Reliability Management*; 1997 vol. 14 no. 7; p. 687–699.
157. TOŠENOVSKÝ, J. – NOSKIEVIČOVÁ, D.: *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. 1. vyd. Ostrava: MONTANEX a. s., 2000. 361 s. ISBN 80-7225-040-X
158. TSAI, W. H.: Quality Cost Measurement Under Activity-Based Costing; *International Journal of Quality & Reliability Management*; 1998 vol. 15 no. 7; p. 719–752.

159. TUMOVÁ, O.: *Diagnostika a řízení jakosti*. 1. vyd. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1997. 131 s. ISBN 80-7082-368-2
160. ULRICH, P. *Integrative Wirtschaftsethik*; Haupt, Bern. 1997.
161. VACULÍK, J.: *Systém řízení jakosti – Cesta na světové trhy*. 1. vyd. Brno: Masarykova Univerzita, 1999. 208 s. ISBN 80-210-2101-2
162. VDA 4.1 *Management jakosti v automobilovém průmyslu. Zabezpečování jakosti před sériovou výrobou*. 2. vyd. Praha. Česká společnost pro jakost, 1997.
163. VARIAN, H. R. (1999): *Intermediate Economics*; 5th ed.; Norton, New York. 1999.
164. VAVŘÍN, P.: *Teorie dynamických systémů*. Brno. 1989.
165. VELIKANIČ, J.: Výzkumné metody v pedagogickej a pedagogicko-psychologickej diagnostike. 2. vyd. Bratislava: ŠPN 1976, 136 s.
166. VYKYPĚL, O.: *Strategické řízení podniku I*. 1. vyd. Nakladatelství Vysokého učení technického v Brně. 1992. 82 s. ISBN 80-214-0394-2
167. 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
168. WHITEHALL, F. B.: Review of Problems with a Quality Costing System; *International Journal of Quality & Reliability Management*; 1986, vol. 3 no. 3; p. 43–58.
169. WILLIAMSON, O. E.: *Markets and Hierarchies*; The Free Press, New York, 1975.
170. WILLIAMSON, O. E.: *The Economic Institutions of Capitalism*; The Free Press, New York., 1985.
171. WILLIAMSON, O. E.: Hierarchies, Markets and Power in the Economy; in: Menard, C.: *Transaction Cost Economics – Recent Developments*; Elgar, Cheltenham; 1997, p. 1–29.
172. WINCHELLA, J.: *Faktor, ktorý zabezpečuje úspech programov nákladov na akosť*. 1. vyd. ALFA. Bratislava. 1989.
173. WISE, S. – FAIR, D.: Misleads readers. *Quality Progres*. 1999, vol. 2, p. 84. ISSN 87546981
174. WISE, S. – FAIR, D.: The Control Chart Dilemma. *Quality Progres*. 1998, vol. 2, p. 66–71. ISSN 87546981
175. WÖHE G.: *Úvod do podnikového hospodářství*, 1. vyd. českého překladu, Praha, C. H. Beck, 1995. 781 s. ISBN 80-7179-014-1
176. www.trilobyte.cz

CURRICULUM VITAE AUTORA HABILTAČNÍ PRÁCE

- Osobní údaje:** Jméno, příjmení, titul: Stanislav Škapa, Ing.
Datum a místo narození: 26.2.1975, Poprad
Národnost: slovenská
Trvalé bydliště: Fleischmannova 11, Břeclav, 690 02
- Praxe:**
- 8/2002 FP VUT Brno, odborný asistent - přednášky:
Mikroekonomie, Microeconomics,
Global and European Business Environment
- 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:**
- 2005-2006 Spoluřešitel návrhu Strategie rozvoje Jihomoravského kraje
- 2005-2006 Řešitel grantu na téma: Verifikace dopadu FDI na hospodářský
cyklus ČR. GAČR 402/05/P571
- 2003 Spoluřešitel grantu na téma: Aplikace alternativních metod při
výuce Finančních inovací a Cenných papírů. FRVŠ, G5
- 2001 – 2002 Řešitel 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

Habilitační práce se zabývá problematikou řízení technologického procesu, jehož statistické charakteristiky nemají Gaussovo 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 technologických procesů a jejich ekonomické hodnocení s využitím nákladů vztahujících se k jakosti technologického procesu.

Analytická část práce obsahuje metody hodnocení jakosti technologických procesů pomocí regulačních diagramů, indexů způsobilosti procesu a ekonomického posouzení technologických 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 nákladů vztahujících se k jakosti technologického procesu, neboť otázka jakosti je primárně úloha ekonomická.

Souhrnným výstupem práce je návrh metodiky, jejíž podstatou je důkladná analýza získaných (naměřených) dat z technologického procesu, aby bylo poznáno chování tohoto procesu. Navržená metodika vychází z hypotézy, že na základě poznání (odhadnutí) distribuční funkce technologického 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 technologického procesu. K odhadům jednotlivých charakteristik jsou využity především simulační metody. V práci je navržen postup ekonomického hodnocení technologického procesu (technologie), který spojuje parametry technologického procesu s ekonomickými ukazateli, konkrétně s náklady vztahujícími se k jakosti technologického procesu. Navržená metodika byla rovněž prakticky ověřena.

Abstract

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

The analytic part contains methods for quality evaluation due control charts, process capability indexes and economic evaluation of the technology 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, mainly cost of quality.

Comprehensive output of this work is creating of methodology, which is established on extended analyses of obtained data (measurements) from technology 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 technology 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 technology process that binds technological parameters with economical indicators. Suggested methodology was proved in a practice.

Zusammenfassung

Die Habilitationsarbeit 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 Technologiesprozesse. 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 Technologiesprozess 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 Mittewerte des Prozesses, Variabilität, Regulativ- und Warnungsschranke aufgrund der Einschätzung der Distributionsfunktion des Technologiesprozesses 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 Technologiesprozesses vorgeschlagen, das die Parameter des Technologiesprozesses mit ökonomischen Indikatoren verbindet. Diese Methodik wurde auch praktisch getestet.