VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

SIX SIGMA - PRÁCE BEZ CHYB

ZERO DEFECTS PROCESS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE — VERONIKA DRÁBKOVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. ALOIS FIALA, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Veronika Drábková

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Six Sigma - práce bez chyb

v anglickém jazyce:

Zero defects process

Stručná charakteristika problematiky úkolu:
Zásady pro vypracování:
1. ve spolupráci s vedoucím práce naplánujte osnovu práce;
2. podle dostupných literárních pramenů a internetových odkazů vypracujte rešerši k zadanému tématu;
3. ze získaných podkladů utvořte vlastní závěr o současném stavu problematiky;
4. odhadněte možný vývoj v oblasti.

Cíle bakalářské práce:
Literární rešerše na zadané téma a vlastní závěry.

Seznam odborné literatury:

Nenadál, J. a kol.: Moderní management jakosti. Management Press, Praha, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7

Pande, P.S., Neuman, R.P., Cavanagh, R.R.: Zavádíme metodu Six Sigma. TwinsCom, Brno, 2002. ISBN 80-238-9289-4

Georg, M., Rowlands, D., Kastle, B.: Co je Lean Six Sigma. SC&C Partner, Brno, 2005, ISBN 80-239-5172-6

Breyfogle,: Implementing Six Sigma.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Alois Fiala, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 16.11.2012

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D. Ředitel ústavu	prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c. Děkan fakulty

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá popisem a zaváděním strategie Six Sigma do podniku. Je v ní pojednáno o základních postupech a návodech, jak implementovat tuto strategii, čtrnáct klíčových principů pro vedení pro transformující se obchodní účinnost. Poslední část se zabývá Lean Six Sigma, což je modifikace Six Sigma.

Klíčová slova

Six Sigma, strategie, měření, analýza, kontrola, Lean Six Sigma

Abstract

The present bachelor thesis deals with description of the strategy and implementation of Six Sigma in business. Is it deals with basic procedures and guidelines on how to implement this strategy, fourteen key principles for management for transforming business effectiveness. The last part deals with Lean Six Sigma, which is a modification of Six Sigma.

Key words

Six Sigma, strategy, measurement, analysis, control, Lean Six Sigma

Bibliografická citace:

DRÁBKOVÁ, V. *Six Sigma - práce bez chyb.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 73 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Alois Fiala, CSc..

Prohlášení autora o původnosti práce:

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byla seznámena s předpisy pro vypracování bakalářské práce, a že jsem celou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Při vypracování bakalářské práce jsem respektovala ustanovení předpisů pro bakalářské práce a jsem si vědoma toho, že v případě jejich nedodržení nebude moje bakalářská práce vedoucím bakalářské práce přijata.

V Brně dne 17. 5. 2013

.....

Veronika Drábková

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu doc. Ing. Aloisi Fialovi, CSc. za odborné vedení, cenné připomínky a rady při tvorbě mé práce. Svým rodičům za materiální a morální podporu.

Obsah

Úvod 15
1 14 principů managementu W.E. Deminga 17
2 Přizpůsobování 21
2.1 Náklady a výnosy 21
2.1.1 Odhadování potenciálních zisků 22
2.1.2 Stanovení doby návratnosti 22
2.1.3 Náklady na realizaci strategie Six Sigma 22
2.2 Začátek cesty 23
2.2.1 Ujasnění cíle a vymezení rozsahu 23
2.2.2 Startovní scénáře strategie Six Sigma 25
2.3 Příprava pracovníků a školení organizace 25
2.4 Identifikace procesů a definování požadavků zákazníků 29
Klíčové procesy 29
Definování klíčových procesů a identifikace klíčových zákazníků 30
Sestavení procesní mapy 30
3 Měření 32
3.1 Měření v podnikové praxi 32
3.2 Sběr dat a měření míry uspokojení očekávání 33
Formuláře pro sběr dat 34
3.3 Základní metody vyhodnocování dat 35
3.3.1 Vzorkování 35
3.3.2 Vývojové diagramy 38
4 Analýza 43
4.1 Vizualizace dat 43
4.1.1 Mnoho-variační grafy 43
4.1.2 Krabicový graf 44
4.2 Testy hypotéz 44
4.3 Srovnávací testy 47
4.4 Korelace a lineární regrese 49
5 Zlepšení 53
6 Kontrola 55
6.1 Krátkodobé cíle a regulační diagramy 55

6.2 Další alternativy ... 58
6.3 Před-regulační diagramy ... 61
7 Lean Six Sigma ... 65
7.1 Čtyři pravidla Lean Six Sigma ... 65
7.1.1 První pravidlo – potěšit zákazníka ... 65
7.1.2 Druhé pravidlo – zlepšování procesů ... 66
7.1.3 Třetí pravidlo – týmová práce ... 67
7.1.4 Čtvrté pravidlo – data a fakta ... 67
7.2 Klíčové termíny Lean Six Sigma ... 68
7.3 Šest zásad, které musí manažeři dodržovat ... 69
Závěr ... 71
8 Seznam použitých zdrojů ... 72
9 Seznam obrázků ... 73
10 Seznam tabulek ... 73
11 Seznam rovnic ... 73

Úvod

Termín sigma je řecké písmeno σ používané k popsání variability, což je klasická měřící jednotka k posouzení poruchovosti programu za jednotku. Úroveň kvality sigma nabízí ukazatel, jak často se mohou vyskytnout vady. Pokud je vyšší úroveň kvality sigma, označuje proces, který je méně pravděpodobný k vytvoření vady. Six Sigma (šest sigma) je odvozen od módu řízení procesu, který nevykazuje více než 3,4 defektů na milion příležitostí.

Existuje celé řada pohledů na to, co to strategie Six sigma je. Dle médií je označována jako vysoce technologická metoda používána inženýry a statistiky k doladění procesů. Jiná definice říká, že je to cíl úplného pokrytí očekávání zákazníků. Další možností pojetí je, že jde o uskutečnění změn firemní kultury k lepšímu uspokojování zákaznických potřeb. Všechny tyto definice ovšem nejsou dostačující. S definicí z knihy Zavádíme metodu Six sigma se nejvíce ztotožňuji, protože pojímá celou šíři a flexibilitu jakožto cestu ke zvyšování výkonnosti podniku:

> *Metoda six sigma je úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Six sigma je zejména založena na porozumění potřeb a očekávání zákazníků, disciplinovaném používání faktů, dat a statistické analýzy a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových obchodních, výrobních a obslužných procesů.[1]*

Původ metody je zčásti odvozen z Total Quality, kde byl ovšem termín „kvalita“ nahrazen „Six sigma“. Jedná se tedy o nový vylepšený druh pojetí kvality. Six sigma obsahuje širokou škálu podnikatelských praktik a dovedností. Je založena na detailní statistické analýze získaných dat. Cílem není jen okopírovat přesně krok za krokem, co udělal někdo před námi. Jedná se hlavně o individuální přístup řešení, který nám právě tato strategie umožňuje.

Výroba, jak ji známe dnes, se vyvíjela, dá se říct už od pravěku, kdy člověk vyráběl primitivní nástroje, které mu posloužily k lepšímu získání potravy. Jak přibývala populace, začali se lidé zaměřovat každý na jiný druh obživy, aby byl prospěšný celé společnosti, až se začali sdružovat do cechů, kde kvalitu hodnotil mistr. S vývojem nových technologií a výrobních linek začaly i větší nároky ze strany

zákazníků, protože se ulehčilo ruční práci a vyrobilo se více výrobků. V této době se poprvé začalo mluvit o něčem, co by dopomohlo ke snížení cen a větší produktivitě, při stejném nebo větším objemu výroby. Ve Fordových závodech byly vyčleňovány speciální funkce technických kontrolorů. Byli to obvykle nejzkušenější (a tedy i dobře placení) zaměstnanci, na jejichž bedrech spočívala i zodpovědnost za jakost. Výraznou nevýhodou modelu s technickou kontrolou pak byla skutečnost, že výroba i další skupiny pracovníků začaly mít pocit, že péče o jakost není součástí jejich povinností.

Když se ve třicátých letech minulého století zásluhou Američanů Romiga a Shewharta objevily první statistické metody kontroly, zrodil se model výrobních procesů s výběrovou kontrolou. Ten se v civilní sféře prosadil výrazněji až po druhé světové válce zejména v Japonsku při masivním zavádění statistické regulace a statistické přejímky. Japonci však svou snahu o statistické řízení procesů rozšířili i na další oblasti činností svých organizací, zejména pak do předvýrobních etap. Zrodil se tak základ skutečně moderních systémů managementu jakosti, označovaný jako Company Wide Quality Control (CWQC). Soustavou zdokonalování došlo k prvnímu pokusu o nasazení totálního managementu jakosti (TQM). V posledních letech, je stále větší poptávka po kvalitních a zároveň levných výrobcích. Na trhu práce je stále větší konkurence, která má za následek, že zákazník může vybírat stejný výrobek u více firem, proto se musí podniky snažit mít lepší a kvalitnější výrobek než ostatní. Ke splnění těchto požadavků je nutná neustálá modernizace a vývoj výrobků, což naopak cenu zvyšuje. Jediným řešením je snížit náklady. O maximální snížení nákladů se dobře stará metoda TQM. Jediné co opomíjí je zmetkovitost výrobků. A právě tuto zmetkovitost odstraňuje strategie Six Sigma. Jedná se zde o snížení zmetků na minimum pomocí sběru informací o vadě a jejím následném odstranění. [2]

V této práci postupně rozeberu zavedení strategie Six Sigma do podniku od úplných začátků až po finální kontrolu. Začnu 14 principy kvality W. E. Deminga v organizacích, které lze považovat za systémy s různými procesy.

1 14 principů managementu W.E. Deminga

Deming nabídl čtrnáct klíčových principů pro vedení pro transformující se obchodní účinnost. Na první pohled se zdál být souborem radikálních myšlenek. Ve skutečnosti jeho podstata spočívá v pochopení "variability". Variabilita byla považována za nemoc, která ohrožuje stabilitu americké výroby.

1. Vytvoření stálosti účelu ke zlepšení produktu a služby.
   Činnost společnosti nemůže být založena pouze na "dnešní" operaci a potřebách. Měl by mít také na paměti dlouhodobé cíle, které mají obrovský dopad na kvalitu našich výrobků a služeb. Hlavním cílem, který je stálé zlepšování kvality by mělo být dosaženo dlouhodobého cíle pro zvýšení konkurenceschopnosti a pro zajištění práce

2. Použití nové filozofie.
   Problém trápící společnost je malá efektivnost výroby a tím i špatná finanční situace podniků nést ekonomiku země. Jediný způsob, jak zvýšit efektivitu a snížit výdaje, je snížit výrobní vadu. Je třeba přijmout novou filozofii, nevracet se do zaběhnutých kolejí. Chce-li být efektivní filozofie řízení, musí být přesvědčen nejen vrcholový management, ale především všichni zaměstnanci firmy.

3. Zastavit závislost na masových kontrolách jako způsob zajištění kvality.
   Jakmile se sníží variabilita v procesu a bude stabilní a opakovatelná není třeba kontrolovat celou výrobu. Stačí se zaměřit spíše na statistickou kontrolu, což je mnohem méně nákladné. Svědomitě prováděné výpočty mohou dát velmi dobrý obraz vadného výrobního procesu.

4. Zastavení běžné praxe výběru subdodavatelů pouze na základě ceny.
   Stejné ceny v žádném případě nerozhodují o kvalitě poskytovatele. Musíme vědět, že pokud budeme nakupovat levné materiály, které jsou vadné, pak v dalších fázích výrobního procesu tyto náklady převýší naše úspory v důsledku nákupu. Je třeba ukončit dohody s dodavateli, kteří neprojdou statistickým testem kvality.

5. Kontinuální a nikdy nekončící zlepšení každého procesu a služby, které vedou ke zlepšení kvality.
   Neustálé zlepšování je základem každého systému správy. Není možné navrhnout proces, který nemůže být lepší – vždy je to možné. Je třeba neustálé hledání problémů, aby se mohla zlepšovat kvalita. Tím se také může snižovat cena. Odpovědnost za zlepšení spočívá s vedením. Manažeři by měli vytvořit atmosféru, která umožňuje zaměstnanci vnímat příležitosti pro zlepšování všech procesů.

6. Zavedení školení v práci.
   Řízení by mělo být přímo začleněno do vzdělávacího procesu, což v konečném důsledku promítá lepší využití schopností všech zaměstnanců. Zlepšení by měla zahrnovat širokou škálu obchodních aktivit, ale i psychologii a metodiku řízení podniku a zaměstnanců.

7. Vedení institutu.
   Zlepšení kvality automaticky zvyšuje efektivitu, a proto by měla být pozornost věnována nejen výkonu. Vedoucí by měl být člověk, který pomáhá zaměstnanci v realizaci cílů a nikoli pouze upozorňuje na kvantitativní ukazatele. Vedení by se mělo zaměřit na vztahy s podřízenými, což umožní snadnou komunikaci a zabrání vzniku vad ve všech fázích procesu realizace produktu.

8. Vyhnat strach, tak že každý může pracovat účinně pro firmu.
   Žádný zaměstnanec by se neměl bát mluvit o problémech se svým nadřízeným. Pouze taková komunikace je efektivní a přináší přidanou hodnotu. Je třeba zabezpečit komunikaci oběma směry.

9. Rozebrání bariér mezi odděleními.
   Všechna oddělení v rámci společnosti by měla vytvořit dobře fungující tělo. Problémy jednoho oddělení by měly být řešeny centrálně prostřednictvím účinné výměny informací. Krok k dosažení tohoto cíle je, aby oddělení, která jsou ve společnosti, jednala nezávisle. Všechna oddělení musí pracovat

efektivně pro celou společnost ke zvýšení zisku. Je třeba vyrovnat hierarchii a zvýšit intenzitu vztahů mezi odděleními.

10. Odklidit slogany, nabádání a terče pro pracovní sílu žádat o nulové defekty a nové úrovně produktivity.
    Časté řízení společnosti heslem "nulových vad" vyvíjí obrovský tlak a úzkost mezi základní úrovní. Je známo, že takové systém neexistuje a hlásání tohoto druhu hesel nepomáhají. Takovéto prostředky způsobují nepřátelské vztahy, příčiny nízké kvality a produktivity. Leží totiž za hranicemi možností zaměstnanců.

11. Eliminace substituce a eliminace autentického vedení řízení podle cílů.
    Je třeba eliminovat pracovní standardy a kvóty pro zaměstnance a numerické cíle pro management. Místo toho by měl být počet metod prováděn pro podporu obchodních procesů, které povedou ke zvýšení produktivity. Pro zlepšení kvality a účinnosti mohou být použity statistické metody.

12. Odstranění překážek, které brání zaměstnancům a manažerům vykonávat svou práci hrdě.
    Každý má svou práci ve společnosti - jiný zaměstnanec montuje výrobek u výrobní linky, jiný je ředitelem kvality a ještě jiný manažer. Provoz každého z nich je stejně důležitý a má stejný účinek na konečný produkt. Jen práce bez bariér mezi úrovněmi je efektivní a ku prospěchu všech.

13. Zavedení intenzivních vzdělávacích programů a podporovat stálé zlepšování.
    Jeden z kamenů účinného podniku by měla být znalost aktualizovaných a užitečných poznatků při výkonu každodenních povinností. Management by měl podpořit u svých zaměstnanců sebevzdělávání tím, že jim ukáže výhody. Sebe zlepšení má senzační dopad na sebevědomí a sebedůvěru, který je velmi důležitý při plnění zodpovědné práce.

14. Zapojení všech zaměstnanců v procesu transformace.
    Žádný systém řízení nebude fungovat bez zapojení celé posádky společnosti. Vždy jsou nereformovaní zaměstnanci, které nelze přesvědčit k novým

pravidlům, což je důvod, proč je velmi důležité vysvětlit nápady a smysl změn.[3]

2 Přizpůsobování

První rozhodnutí, které bychom měli učinit, než se začneme zabývat implementací strategie Six Sigma, je vhodnost právě pro nás. Rozhodnutí začíná naším rozhodnutím o změně, která zlepší výkonnost celé organizace. Strategie Six Sigma má vliv na způsob řízení firmy jako celku. Pokud jsme se rozhodli pro zavedení, musíme si nejdříve ověřit, zda jsme na to připraveni. Na začátku musíme zvážit několik zásadních otázek a faktorů.

Nejprve musíme všeobecně posoudit podmínky ve firmě a výhled do budoucna. Všeobecně dobré vyhlídky snižují pravděpodobnost potřeby strategie Six Sigma. Nadměrná spokojenost a sebedůvěra je vždy trochu nebezpečná avšak dobrá perspektiva může být pádným důvodem pro využití této metody. Proto je na posouzení každé firmy, zda se jim vyplatí zavádět Six Sigma. Buď jako záchranu před krachem nebo k podpoře růstu.

Nesmíme se nechat zlákat vyhlídkami na lepší budoucnost, současné problémy zvyšují potenciální přínosy strategie. Six Sigma totiž mnohem častěji napomáhá zhodnotit právě současný stav. K rozhodnutí potřebujeme co nejvíce konkrétních údajů. Ty nám poskytnou informace o tom, jestli máme dost prostoru na zlepšení, které oblasti jsou pro to nejvhodnější.

Třetím hlavním faktorem při rozhodování jsou procesy zlepšování v současné organizaci a schopnost firmy chopit se iniciativy a provést změnu. Smyslem je otestovat načasování a připravenost pro potenciální využití metody Six Sigma. Jak efektivní jsou naše současné systémy zlepšování, jaké je naše řízení mezioborových procesů a jaké jsou další snahy o změnu. Vše by nám mělo naznačit, jak se efektivně vypořádat s novými úkoly.

Vhodné je si říci také, kdy je naopak lepší se metodě Six Sigma vyhnout. Jedná se o případy, kdy je naše forma již schopná značné efektivní výkonnosti a průběžně se snaží o zdokonalování, kdy je firma přesycena současnými změnami, nebo když nevidíme potenciální zisky.

2.1 Náklady a výnosy

Důležitou otázkou každé firmy je finanční náročnost Six Sigma a jakou formou se nám investice vrátí. Odpověď na tuto otázku nenajdeme bez naplánování,

jak zavedeme strategii Six Sigma. Až tohle uskutečníme, teprve potom můžeme ohodnotit, jaký očekávat přínos.

2.1.1 Odhadování potenciálních zisků

Nejpřesněji můžeme definovat potenciální finanční zisky. Ohodnotíme všechny předělávky, opravy, neefektivitu, nespokojené zákazníky. Potom odhadneme částku, o kterou můžeme tyto výdaje snížit. Čím konkrétnější dokážeme být, tím přesnější odhad bude. Náš odhad nemůže být nikdy dokonalý, protože úplné sestavení údajů znamená neúnosnou práci. Znalost rozsahu prostředků, které je možné ušetřit, je pouze odhadem. Změnit se to může až podrobnou analýzou daného problému. Vnější vlivy také nemůžeme snadno kvantifikovat. Nikdy nemůžeme vědět, kolik nám přibude nových zákazníků, jaký nový výrobek přinese konkurence a mnoho dalšího. Nejsme také schopní pracovat současně na všem. To, jaké projekty si vybereme, ovlivní úspěch a finanční zisk.

2.1.2 Stanovení doby návratnosti

Předpokládaná doba dokončení projektů strategie Six Sigma se může mnohdy protáhnout i o měsíce, hlavně pokud nebyly projekty dobře stanoveny hned na začátku. Naše předpověď bude záležet na tom, na co se při zlepšování zaměříme. Je velmi důležité a podstatné uvažovat o tom, kdy nastane čas, kdy se nám investice začnou vyplácet. Tato doba závisí na náročnosti zvoleného projektu. Dobrým způsobem, jak zvýšit tempo skupiny, je poskytnutí vedení v době, kdy tým prochází krizí.

2.1.3 Náklady na realizaci strategie Six Sigma

Potenciální zisky, které si naplánujeme, vyžadují nejprve investici. Důležitým úkolem je určení budoucích nákladů. Nejdůležitější položky rozpočtu pro zavedení strategie Six Sigma zahrnují:

- Přímé mzdové náklady – mzdové náklady členů skupiny zavádějící daný projekt
- Nepřímé mzdové náklady – čas, který věnují pracovníci, členové týmu a další během sestavování měření, shromažďování dat a vyhodnocování.

- Školení a poradenství- školení v dovednostech metody Six Sigma a přijímání rad, jak zlepšit průběh zavádění projektu.
- Náklady na realizaci zlepšovacích návrhů – výdaje na zavádění nových metod se liší projekt od projektu
- Další možné výdaje jsou na cestování, ubytování, vybavení pro školení, místnosti pro setkávání týmu, apod.

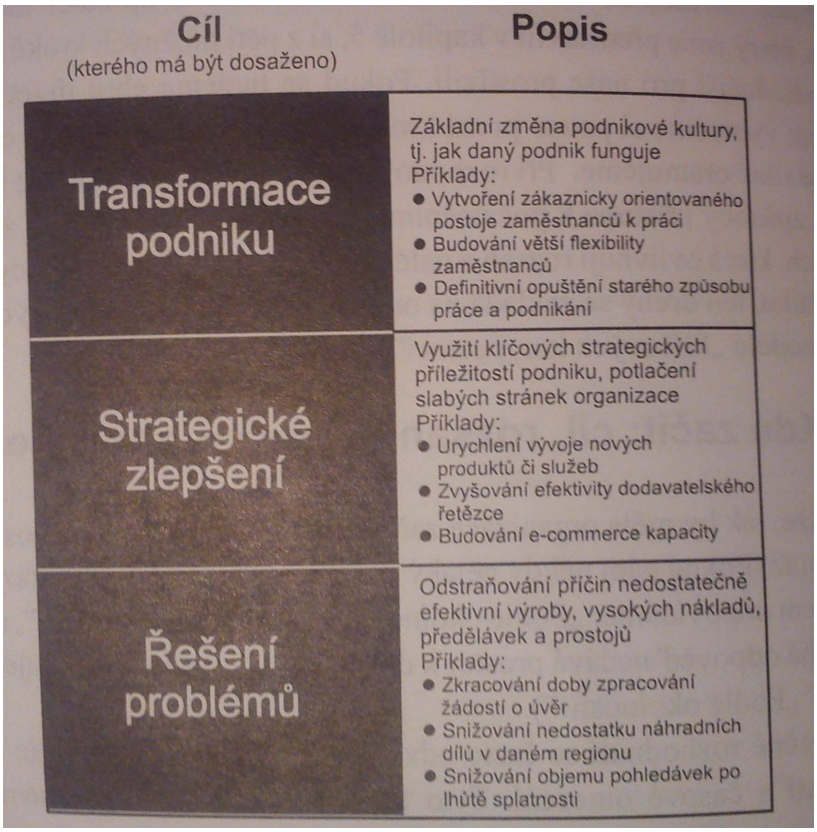
Odhady nákladů budou vždy závislé na rychlosti realizace projektu, na míře rizika spojené s investicí do projektu. Pro maximalizaci návratnosti investic je potřeba zvážit, v jaké oblasti se investice nejvíce vyplatí. Chybným tahem může být, investovat projekt moc lacině. Může to ovlivnit jak kvalitu školení, tak serióznost celého záměru. Zaměstnanci, po kterých firma žádá aktivní zapojení do projektu, očekávají to samé i od firmy samotné.

2.2 Začátek cesty

Prvním důležitým rozhodnutím při zavádění strategie Six Sigma je stanovit, kde začít. Toto rozhodnutí ovlivní náklady a výslednou rychlost návratnosti investice. Konečné rozhodnutí, kde začít, se odvíjí od tří faktorů: cíl, pole působnosti a časové omezení.

2.2.1 Ujasnění cíle a vymezení rozsahu

Předpokladem každé firmy bude očekávání brzkého výsledku ze zavedené metody. Avšak druh výsledku nebo změny se bude lišit. Six Sigma může být řešením pro krachující firmu nebo naopak také může být součástí ziskového podniku. Na obr. 2.1.1 jsou definovány tři typy obecných scénářů pro implementaci metody Six Sigma. Jedná se o transformaci podniku, strategické zlepšení nebo řešení problémů. Každý ze scénářů potřebuje různou míru zapojení celé organizace.



Cíl (kterého má být dosaženo)	Popis
Transformace podniku	Základní změna podnikové kultury, tj. jak daný podnik funguje Příklady: ● Vytvoření zákaznicky orientovaného postoje zaměstnanců k práci ● Budování větší flexibility zaměstnanců ● Definitivní opuštění starého způsobu práce a podnikání
Strategické zlepšení	Využití klíčových strategických příležitostí podniku, potlačení slabých stránek organizace Příklady: ● Urychlení vývoje nových produktů či služeb ● Zvyšování efektivity dodavatelského řetězce ● Budování e-commerce kapacity
Řešení problémů	Odstraňování příčin nedostatečně efektivní výroby, vysokých nákladů, předělávek a prostojů Příklady: ● Zkracování doby zpracování žádostí o úvěr ● Snižování nedostatku náhradních dílů v daném regionu ● Snižování objemu pohledávek po lhůtě splatnosti

Obr. 2.1 Tři hlavní scénáře zavedení metody Six Sigma [1]

Pro vymezení rozsahu zapojení naší organizace do počátečního nasazování bude ovlivněno naším postavením. Pokud budeme jen vedoucím malého útvaru, nemůžeme hovořit o implementaci v celém podniku. Můžeme se o to však pokusit ovlivněním vedení, aby začalo se zaváděním strategie Six Sigma na celopodnikové úrovni. Další pohled spočívá v komplexnosti realizace. Není možné dotknout se všech aktivit najednou. Pečlivé prozkoumání klíčových procesů nám může poskytnout důležité vstupní informace pro vymezení počátečního zavádění metody. Musíme realisticky zvážit hlavní faktory:

- Lidské a finanční zdroje – výběr nevhodnějších zaměstnanců, čas vyhrazený na implementaci, počáteční rozpočet, aj.
- Pozornost vedoucích – možnosti zavádění projektů, optimální požadavky na zaměstnance i manažery.
- Přijetí změn v organizaci – útvary lépe nakloněné změnám by měly být zahrnuty do implementace dříve, než ty méně přizpůsobivé.

Časový činitel mívá největší vliv na počáteční aktivity implementace projektu. Každé vedení podniku chce prakticky okamžité výsledky zhodnocení investice. Krátkodobé zisky ovšem nejsou hlavním výsledkem Six Sigma. Skutečným cílem je vytvořit organizaci schopnou efektivně se udržet na trhu a mít stálou zákaznickou základnu. Jedná se tedy spíše o dlouhodobý záměr.

2.2.2 Startovní scénáře strategie Six Sigma

Prvním startovním scénářem je Transformace podniku. Je určen podnikům, které mají vizi, potřebu a trpělivost k zavádění strategie Six Sigma. Tímto scénářem máme dojít k zásadní změně organizace. Zpočátku je potřeba se zaměřit na zmapování stěžejních oblastí.

Druhým scénářem je Strategický rozvoj. Tento typ scénáře poskytuje nejvíce možností, protože leží uprostřed mapy. Můžeme se zaměřit jen na několik velkých projektů a zároveň zahájit školení a činnosti na odhalení slabin podniku. Zaměření se může ubírat i jiným směrem jako budováni infrastruktury a kompetence organizace.

Posledním startovním scénářem je Řešení problémů. Je častý u firem, které potřebují rychlé prokázání výsledků. Jedná se o nejriskantnější variantu, která nemusí vést ke zlepšení a požadovaným přínosům. Nebezpečí je zde zejména ve špatném výběru projektů, kdy nemáme objektivní informace o podnikových procesech a potřebách zákazníků, nebo omezených přínosech.

2.3 Příprava pracovníků a školení organizace

Se zaváděním strategie Six Sigma je spojeno definování odpovídajících rolí. Ty určujeme dle vytčených cílů, plánů zlepšení, rozpočtu zodpovědnosti zaměstnanců či dalších zdrojů. Typické role vyskytující se v procesu:

Řídící výbor

Pro plnění manažerské zodpovědnosti je nutné sestavit pracovní fórum, kde mohou cíloví představitelé diskutovat, plánovat a usměrňovat činnosti a dále se učit. Často bývá složena z představitelů vrcholového managementu.

Úkoly řídícího výboru jsou plánování a marketing nového přístupu, ustavení rolí, výběr specifických projektů a určení zdrojů, pravidelné sledování postupu

projektů, pomoc při vyjasňování dopadu programu, vyhodnocování pokroku a identifikace stránek procesu, odstraňování překážek a napomáhání uvádění teoretických znalostí do praxe.

Frekvence setkávání má značný vliv na úspěch celého programu. Častější setkávání několikrát měsíčně jsou vhodná pro udržení tempa a energie při zlepšování.

Sponzor projektu

Sponzorem je zpravidla vedoucí představitel z řad vrcholového vedení. Jeho role vyžaduje citlivé vyvážení v rozhodování a zasahování do organizace projektu. Sponzor má na starost stanovení a udržování jasných cílů zlepšovacích projektů, schvalování potřebných změn, nalézání zdrojů projektu, prezentace týmových výstupů, komunikace s vlastníky procesů, využívání získaných znalostí o zlepšení procesu a pomoc při zúžení výběru projektů.

Vedoucí implementačního projektu

Má na zodpovědnost každodenní řízení nasazování metody Six Sigma do organizace a jejích projektů. Jedná se buď o jednoho člena, nebo jich může být definováno více. Jejich úkolem jsou podpora řídícího výboru, identifikace a rady jednotlivcům a skupinám, příprava a realizace plánů školení, pomoc sponzorům při vykonávání jejich role, dokumentování celkového pokroku a realizace interního marketingového plánu.

Six Sigma kouč

Trenér poskytuje odbornou radu a pomoc vlastníkům projektu, Kouč je technický školitel, který rozumí problematice spojené s projekty. Jedná se v podstatě o konzultanta, který může mít roli jak aktivní tak pasivní. Poskytuje následující pomoc při konzultaci se sponzorem projektu, ustavení a dodržování pevného projektového plánu, podporu při odstraňování rezistence, identifikaci potenciálních příležitostí, řešení konfliktů a neshod, sběr dat a analýz a podporu týmu při propagování dosažených výsledků.

Vedoucí týmu

Jedná se o člověka, který je zodpovědný za dosažení výsledků projektu. Zaměření vedoucího týmu je na zlepšení procesu nebo návrh procesu, může to také být vybudování nových kompetencí. Mezi zodpovědnosti náleží ověřování a ujasňování řešeného předmětu, vytváření a aktualizace projektové charty, výběr nebo pomoc při výběru členů, pomoc při řízení schůzek, podpora při zavádění nových řešení, sledování a dodržování časového plánu a zdokumentování konečných výsledků.

Člen týmu

Členové týmu představují výkonné pracovníky provádějící měření, sběr dat, vyhodnocování a následné zlepšování procesu. Pomáhají také rozšiřovat poznatky o nástrojích metody Six Sigma.

Vlastník procesu

Vlastník procesu je osoba, která má zodpovědnost za řízení celé posloupnosti činností v průběhu zlepšování projektu. Jedná se o konečného příjemce zlepšovacího projektu.

Black Belt a Master Black Belt

Označení Black Belt je vzato z bojového umění a znamená skvěle vybroušené umění a disciplínu. V současnosti není přesně daný popis práce pro Black Belta. Jeho pracovní náplň se liší pro různá odvětví. Rozdíly v chápání role se odvíjí od čtyř faktorů. Dle typu procesů, na kterých se program Six Sigma aplikuje, rozpoznávání role Black Belta v organizační struktuře, cíle programu Six Sigma a zvoleného konzultanta či externího poradce. Lidé s kvalifikací Black Belt vedou projektové týmy. Základní i pokročilé nástroje sběru dat i analýzy procesů musí proto ovládat rutinně, stejně tak jako specializovaný software. Jejich umění vést tým musí být kromě praxe podloženo i základními teoretickými poznatky a neobejdou se bez základní znalosti plánování a řízení projektů.

Školení organizace

Školení je klíčovým faktorem vedoucím k úspěchu. Při výcviku organizace by běl být největší důraz kladen na dovednosti a metody, které budou pracovníci nejvíce potřebovat ke zvládnutí úkolů na začátku projektu. Postupem času je možné rozsah školení rozšiřovat. V tab. 2.1 uvádím příklad návrhu školení Six Sigma.

Téma školení	Klíčová témata	Účastníci	Délka školení
Úvod do programu Six Sigma	Základní principy metody Six Sigma; hlavní důvody a přínosy pro organizaci; krátký příklad simulace zlepšení; přehled budoucích rolí a očekávání	Celá organizace	1-2 dny
Vedení a podpora programu Six Sigma	Představení rolí a požadovaných dovedností pro vedení podniku, řídící výbor a sponzory projektů; výběr projektů a jejich sledování	Vedení firmy; Vedoucí implementačního týmu	1-2 dny
Nástroje a postupy Six Sigma pro vedoucí a manažery	Zestručněné a přizpůsobené instrukce pro práci se Six Sigma údaji; nástroje pro sběr měření a analýzu procesů a jejich výstupů	Manažeři a podnikoví vedoucí; Vedoucí implementačního týmu	3-5 dní
Vedení změny	Koncepty a metody pro stanovení priorit a změnu směru v organizaci; dovednosti pro vedení změny	Vedení firmy; Vedoucí implementačního týmu; Kouč či Master Black Belt; Vedoucí týmu či Black Belti	2-5 dní
Základní školení metody Six Sigma	Zlepšování procesů; Návrh procesů; výběr klíčových měření, nástroje pro zlepšování	Vedoucí týmu či Black Belti; Manažeři a Green Belti; Členové týmu; Sponzoři projektů	6-10 dní

Budování týmové spolupráce a dovedností pro vedení týmu	Dovednosti a postupy pro získávání souhlasu; vedení diskuzí, schůzek, porad; řízení konfliktů	Vedení firmy; Kouč či Master Black Belt; Vedoucí týmu či Black Belt; Manažeři či Green Belti; Členové týmu	2-5 dní
Nástroje Six Sigma pro mírně pokročilé	Technické dovednosti pro náročnější projekty; výběr a sběr údajů; statistické řízení procesů; statistické testy významnosti; korelace a regrese; základy návrhu experimentů apod.	Kouč či Master Black Belt; Vedoucí týmů či Black Bleti	2-6 dní
Nástroje Six Sigma pro pokročilé	Lekce ve specializovaných dovednostech; rozvinutí funkce kvality, pokročilá statistická analýza; pokročilý návrh experimentu; metody Taguchi; atd.	Kouč či Master Black Belt; interní konzultanti	Různá doba dle tématu
Principy a dovednosti řízení procesů	Identifikace základních a podpůrných procesů; identifikace klíčových výstupů, požadavků a měření; plány sledování a reakce na odchylku	Vlastníci procesů; Vedení firmy; Manažeři v dalších vedoucích funkcích	2-5 dní

Tabulka 2.1 Příklad školení Six Sigma [1]

2.4 Identifikace procesů a definování požadavků zákazníků

Klíčové procesy

Klíčovými procesy míníme řetězec úloh zahrnující práci oddělení v různých funkčních oblastech. Současně v podniku probíhá mnoho podpůrných procesů, které poskytují zdroje a vstupy procesům poskytujícím hotové výrobky. Cesta k obchodnímu úspěchu vede přes pochopení a zdokonalení pracovních procesů, kdy si jak vedení firmy, tak jednotlivý zaměstnanci musí uvědomit, že všichni jsou součástí celkového řetězce pracovních úkonů. S počátkem uvědomění si rozdílu mezi procesem a odděleními, vznikly pokusy zmapovat procesy i přes funkční hranice jednotlivých oddělení. Byl tak nalezen klíč ke spolupráci vedoucích všech funkčních útvarů. Pokud se má stát mapování procesů účinné, musí poskytovat

jasné strategické přínosy. K tomu nám pomáhá hodnotový řetězec. Jedná se o způsob chápání organizace jako souboru procesů, nutných k vývoji, nabídce, prodeji a podpoře jejího produktu.

Definování klíčových procesů a identifikace klíčových zákazníků

Z hlediska klíčových produktů nás zajímají pouze hotové výrobky tvořící primární výstupy. Výstupem ovšem nemusí být pouze výrobky, může se jednat o typ dohody. Externí zákazník zpravidla obdrží nějaký dokument o této dohodě, skutečným zákazníkem je však další klíčový proces.

Sestavení procesní mapy

Poslední částí je identifikace hlavních činností, ze kterých se jednotlivé procesy skládají. K určení nám poslouží několik metod. Jednou z nich je model SIPOC.

Model SIPOC

Jedná se o velmi užitečnou a často používanou techniku řízení a optimalizace procesů. Zkratka se skládá z počátečních písmen jeho pěti složek:

- Dodavatelé (suppliers) – dodávají informace, materiály a jiné zdroje
- Vstupy (inputs) – dodávané zdroje
- Proces (process) – řada kroků, které transformují vstup
- Výstupy (outputs) – konečné výsledky procesu
- Zákazník (customer) – příjemce hodnoty výstupu procesu

Často se vstupům a výstupům přiřazují i klíčové požadavky.

Definice klíčových procesů je výchozím bodem nasazování strategie Six Sigma, kde začneme identifikovat požadavky jednotlivých procesů.

Hlas zákazníka

Cílem každého podniku by mělo být uspokojení potřeb zákazníka. K tomu abychom tohle mohli splnit, potřebujeme jejich potřeby opravdu znát. Musíme vynaložit trvalé úsilí v pozornosti na zákazníka. V současné době je trh natolik rozmanitý, že můžeme zákazníky dělit do různých segmentů. Což nám usnadní

plnění jejich potřeb. Ke správnému zjišťování a naslouchání hlasu zákazníka nám slouží spousta metod jako např. ankety, zájmové skupiny, rozhovory, prodejní pobídky, hodnotící karty zákazníků, auditování dodavatelů.

Vytvoření a údržba systému sběru zákaznických dat a používání těchto informací je velmi náročné. Čím pevnější tento systém bude, tím lépe se budou hledat slabiny a stále zdokonalovat naše vědění o potřebách zákazníků.

3 Měření

Cílem této kapitoly je postup metod, jak získat kvalitní data, na jejichž základě budeme moci zlepšit procesy. Obtížnost měření se odvíjí od konkrétních potřeb. Vyhodnocení dat ve specifické oblasti může být velice rychlé, naopak u klíčových procesů může trvat i měsíce. Hlavními výstupy jsou datové soubory umožňující posuzování stávající výkonnosti.

3.1 Měření v podnikové praxi

Podmínkou k tomu, aby byl nějaký děj měřitelný, je schopnost jej pozorovat. Pokud máme jasně stanovená kritéria, je snadnější pozorovat dané veličiny. Nejjednodušší měřitelnou veličinou je čas, dále je základní veličinou měření peněz.

Rozlišujeme rozdíl mezi spojitými a diskrétními veličinami. Poslouží nám to při definování měřených veličin a volbě způsobu sběru dat. Spojité měření se používá pouze pro faktory, které můžeme měřit na nekonečně dělitelné stupnici. Jedná se např. o váhu, výšku, čas, teplotu, peníze. Diskrétní měření je pak vše ostatní, co nesplňuje podmínky pro spojitost. Diskrétní veličiny jsou např. charakteristiky s povahou popisu, četnost jednotlivých položek, uměle stanovené stupnice.

Přednost diskrétních veličin:

- Některá data se nedají jinak popsat.
- Nehmatatelné veličiny se dají snadno převést do diskrétních veličin.
- Snadnější zaznamenávání dat.
- Ve strategii Six Sigma sledujeme vady, které jsou diskrétní veličiny.

Nevýhody diskrétního měření

- Potřeba většího počtu pozorování.
- Může, zastíní důležité informace.
- Použití méně analytických nástrojů.

Měření prediktorů a výsledků

Smyslem měření u strategie Six Sigma je pochopení vztahů mezi vstupními faktory *X* (dodavatelé, suroviny, procesy) a jejich dopady na spokojenost zákazníků *Y*. Tento vztah dává vzniknout dvěma kategoriím měření těchto faktorů.

- Měření prediktorů – měření a předvídání událostí navazující na faktory *X*.
- Měření výsledků – zaměřuje se na výstupy procesu podobně jako faktory *Y*.

Měření účinnosti a hospodárnosti

Tento způsob hodnotí, komu přinese užitek zvýšení výkonnosti.

- Měření hospodárnosti – sledují objemy zdrojů, spotřebovaných při tvorbě produktu. Hospodárnost má velký vliv na výkonnost organizace.
- Měření účinnosti – hodnotí výsledky práce z pohledu zákazníka.

Měření je možné neustále zlepšovat jako každý jiný proces. Základní kroky každé měřící techniky jsou přehledné, jak ukazuje obr.

3.2 Sběr dat a měření míry uspokojení očekávání

Vhodný výběr měřených veličin se skládá ze dvou hlavních faktorů:

1) jaké měření je proveditelné,

2) jaké měření je užitečné.

Vhodným počátkem měření jsou slabá místa procesů. K tomu, abychom měřili správná data, potřebujeme operační definice. Operační definice představuje jasný, srozumitelný a jednoznačný popis toho, co má být měřeno.

V každém podniku existuje celá řada zdrojů dat. Je velmi důležité zvážit, zda zdroj, který zvolíme, popisuje ty procesy, které chceme měřit. Chceme-li získat úplná a přesná data, měli bychom dodržovat několik zásad. Srozumitelné vysvětlení potřeby dat, popis toho, co se s daty bude dělat, naplánování měření tak jednoduše, jak jen to jde a vyzvání pozorovatelů k poskytování podnětů na zdokonalení sběru dat.

Formuláře pro sběr dat

Dobře navržená tabulka formuláře je polovinou vítězství. Existují sice standartní typy, ale v konkrétním typu je nutné přizpůsobit formulář daným údajům, které chceme shromažďovat. Některé běžné typy záznamových archů:

- Záznamy o chybách a jejich příčinách.
- Záznamy dat.
- Frekvenční diagramy.
- Koncentrační diagramy.
- Průvodní diagramy.

Stratifikace

Slovo „stratus“ označuje vrstvu dat. Stratifikace je potom rozdělení údajů na kousky. Stratifikace může odpovědět na mnoho otázek ohledně nasbíraných dat. K tomu, abychom získali, co nejvíce informací nám pomáhají stratifikační faktory: kdo, co kdy a kde.

Statistické výběry

V oblasti sběru dat výběr znamená, že nepoužijeme celý soubor, ale jen některé jeho jevy. Tyto jevy by měly vyvozovat stejné závěry o celém souboru. Rozlišujeme zde dva pojmy:

- Statistika populací – statistickou jednotkou se rozumí jedna položka souboru. To vede ke srovnávání dvou či více souborů. Předpokládáme zde, že tato jedna položka je stejná jako celek.
- Statistika procesů – v tomto případě se odebíraný vzorek v čase mění.

V prostředí firmy může odebírat oba typy výběrů. Když získáme údaje o souboru pracovníků nebo předmětů, které jsou stacionární, mluvíme o výběrovém souboru. Když však budeme sledovat změny v čase, budeme provádět výběr z procesu.

Klíčové koncepce výběru

Existuje řada koncepcí, jak provádět výběr. Některé časté způsoby:

- Zkreslení – systémová chyba při výběru znamená, že údaje nebudou zcela validní a každý závěr bude pravděpodobně

chybný. Ke zkreslení dochází při každém výběru. Cílem je udržet toho zkreslení co nejmenší.

- „Pohodlný“ výběr – výběr nejsnáze pozorovatelných položek.
- Výběr dle hodnocení – jedná se o pokusy o odborný odhad.
- Systematický výběr – během procesu vybíráme položky v předem stanoveném pořadí.
- Náhodný výběr – jedná se o nejlepší metodu. Vychází se z podkladů, které vygeneruje počítač.
- Stratifikovaný výběr – stratifikace umožňuje zajistit, aby byly v datech všechny klíčové skupiny.
- Hladina důvěryhodnosti – pomáhá stanovit, do jaké míry se budou sesbíraná data a jejich závěry odrážet ve stavu souboru nebo procesu.
- Přesnost – vztahuje se k možnostem měřících přístrojů. Má vliv na velikost výběru.

Po prvotním sběru dat je vždy dobré zkontrolovat přesnost a správnost měření. K tomu nám může posloužit např. metoda „Gage R&R. její podstatou je opakované sledování z hlediska naplnění čtyř kritérií:

1. Přesnost.
2. Opakovatelnost.
3. Reprodukovatelnost.
4. Stabilita.

3.3 Základní metody vyhodnocování dat

Tato kapitola dává přehled o některých základních popisných statistických metodách používaných strategií Six Sgima. Jedná se pouze o výběr několika příkladů.

3.3.1 Vzorkování

Vzorek je část větší souhrnné formy, ve které jsou žádoucí informace. Vzorky se pozorují a vyšetřují, ale žádoucí jsou informace o populaci, ze které jsou vzorky odebírány. Vzorek může přinést informace, které mohou být použity ke stanovení

charakteristik obyvatelstva. Nicméně experimentátoři mají často mylnou představu o detailech provedení takového testu. Mohou brát vzorek ze současné produkce, udělat měření průměru výsledků, a pak tuto hodnotu předat vedení.

Svévolné plány odběru vzorků jako je tato, mohou přinést chybné závěry, protože zkušební vzorky nemusí přesně reprezentovat populaci zájmu. Vzorek, který není náhodně vybraných z populace, může dát experimentální zkreslení, čímž se stane, že se jedná o nereprezentativní populace, která není v zájmu.

Další aspektem při vzorkování je, že v případě mnohem větší variability v populaci nemusí být důvěrné hodnoty, které jsou uvedeny. Interval spolehlivosti údajů kvantifikuje nejistě odhadu, protože šířka intervalu je funkcí jak velikosti vzorku, tak vzorku variability. Pokud je u takové populace charakteristický průměr je třeba poznamenat, že v intervalu spolehlivosti, vzniká nebezpečí, že skutečná hodnota je mimo tento rozsah měřitelné hodnoty.

Ještě je další bod, který nesmí být nepřehlédnutý při vyhodnocování dat. Existují i jiné odhady kromě průměru, který může být velmi důležitou částí vyjadřujících charakteristik populace. Jeden z těchto odhadů je směrodatná odchylka populace, která kvantifikuje variabilitu populace. Dalším aspektem je schopnost procesu nebo populace procentuální hodnoty prohlášení o shodě.

Jednoduché grafické prezentace

Někdy může být účelné prezentovat data ve formě, která vizuálně znázorňuje četnost výskytu hodnot. Toto zobrazení dat může být provedeno pomocí bodového diagramu nebo histogram.

U bodového diagramu je jednoduchý postup pro ilustraci dat polohy a jeho variabilitu. Podél číselné linky zobrazuje bodový diagram tečku při každém pozorování. Tečky jsou nacpané, když jsou data blízko u sebe. Pokud je příliš mnoho teček svisle, může každý bod představovat více než jedno místo.

Histogram je další forma grafu s cílem zobrazit data ilustrací. Chceme-li vytvořit histogram pouze z trvalých určitých diskrétních hodnot, shodují se jen před každou diskrétní hodnotou. Po přijetí číselné odezvy může být záznam pro seskupená data vykreslen ve formě histogramu.

Nicméně při vykreslování histogramu u údajů, které jsou spojité, musí být tyto údaje umístěny do tříd.

Průměr, rozsah, směrodatná odchylka a medián

Známý statistický pojem pro vzorek je průměr ($\bar{x}$). Průměr je aritmetický průměr dat, který je matematicky vyjádřen v následující rovnici pomocí ∑ k velikosti vzorku (*n*) jako:

Rovnice 3.1

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Rozsah je statistický pojem, který popisuje variabilitu dat. Je to prostě rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou souboru dat. Rozsah hodnot může dát rychlé vyhodnocení dat variabilitou. Nicméně hodnoty jsou závislé na velikosti vzorku a z odlehlých dat mohou být zkreslené výsledky. Lepší míra variability dat je směrodatná odchylka.

Směrodatná odchylka je statistický pojem, který kvantifikuje variabilitu dat. Rovnice pro směrodatnou odchylku průměru vzorku:

Rovnice 3.2

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}\right]^{1/2}$$

Vzorek dává odhad *s* pro opravdovou směrodatnou odchylka σ.

Je třeba poznamenat, že standardní odchylka populace, kdy jsou veškerá data dostupná, se vypočte za použití v termínu jmenovatele *n* ne *n-1*. Některé kalkulačky nabízí standardní možnosti odchylky výpočtu. *n-1* výraz ve jmenovateli v předchozí rovnici se běžně nazývá počet stupňů volnosti. Tento termín se používá v celém tomto textu a je mu přiřazeno řecké písmeno v. Počtem stupňů volnosti je funkce velikosti vzorku a je často potřeba tabulková hodnota vstupu pro různé statistické výpočty.

Rozptyl (s^2) je kvadrát směrodatné odchylky. Rozptyl je ekvivalentní k momentu setrvačnosti.

Vzorek medián je číslo ve středu všech dat. To může být reprezentováno jako x_{50} nebo $\tilde{x}$. 50 označuje, že 50% měření je nižší než hodnota *x*. Pro určení mediánu, musí být nejprve hodnoceny údaje.

3.3.2 Vývojové diagramy

Tato kapitola pokračuje diskusí o základních technikách a nabízí sbírku analýzy dat, prezentaci dat a zlepšení alternativy.

V této kapitole je široká škála nástrojů stručně popsaná za účelem napomáhání s účinnou výstavbou strategií pro sběr a shromažďování informací. S těmito znalostmi můžeme dělat lepší rozhodnutí o projektech.

Graf časové řady

Graf časové řady umožňuje studium pozorovaných dat pro trendy vzorů v průběhu času, kde osa x je čas a osa y je měřená veličina. Tým může použít k chodu tabulku pro porovnání výkonu, měření před a po implementaci řešení a pro měření jeho dopadu. Obecně platí, že je potřeba 20 - 25 zavedených vzorů a linií.

Často existuje problém s interpretací grafů časové řady. Jedná se tendenci vidět všechny změny jako důležité. Regulační diagramy nabízejí jednoduché testy, které mají určit zvláštní příčiny výskytu ze společné příčiny variability pomocí srovnání jednotlivých výchozích bodů a trendů na horní kontrolní mez a dolní kontrolní mez.

Regulační diagramy

Regulační diagramy nabízí studium variability a jejích zdrojů. Regulační diagramy mohou monitorovat a řídit procesy a také dát směr pro zlepšení. Regulační diagramy mohou separovat speciální z běžných příčin problémů v procesu.

Typické vysvětlení hodnoty pro regulační diagramy je, že mohou poskytnout včasnou identifikaci zvláštních příčin, takže může dojít k včasnému řešení. To může být výhodou. Často se však organizace zaměřují pouze na výstupy z procesu, při uplatňování kontrolních grafů. Tento typ měření není ve skutečnosti pro řízení procesu a nenabízí včasnou identifikaci problému. Pro řízení procesu pomocí regulačních diagramů musí být sledovány klíčové vstupní proměnné procesu, kde je proces průtoku zastaven pro řešení, kdy jde tato proměnná mimo kontrolu.

Pravděpodobnostní graf

Pravděpodobnostní grafy jsou nejčastěji spojeny s testy k posouzení platnosti předpokladu normality. Pokud jsou údaje přímka, předpokládá se, že jsou z normálního rozdělení. Pravděpodobnostní grafy mohou být obdobně použity i pro jiné distribuce jako je Weibullovo rozdělení.

Kontrolní seznam

Kontrolní seznamy mají systematickou evidenci a kompilace dat z historických či současných pozorování. Tyto informace mohou znamenat vzory a trendy. Po dohodě týkající se definice událostí nebo podmínek, jsou údaje shromažďovány ve formě tabulky podobné následující:

Source of Incoming Model Home Traffic Check Sheet

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Total
Daily Newspaper Ads	𝍸 ||	||||	𝍸	|||	𝍸	24
Weekly Newspaper Ads	|||		||	|	||	8
Website	|||	𝍸	𝍸 |	||||	||	20
Road Signage		||		|		3
Referral	|				|	2
Total	14	11	13	9	10	57

Obrázek 3.1 Kotrolní seznam [7]

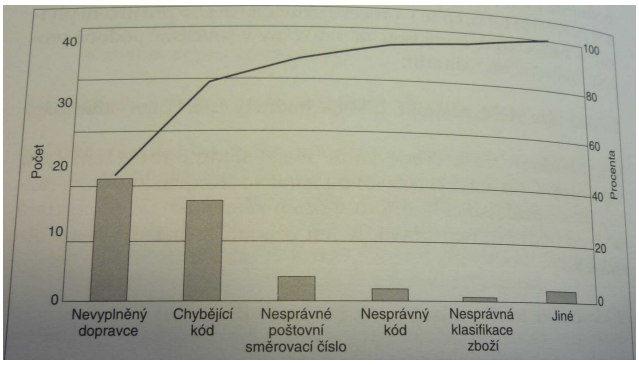
Paretův diagram

Paretův graf je nástrojem, který může být užitečný například pro identifikaci zdrojů chronických problémů / nejčastějších příčin ve výrobním procesu. Paretův princip v podstatě říká, že zásadních několik charakteristik výrobního procesu způsobuje většinu problémů s kvalitou na trati. Zatímco mnoho z charakteristik výrobního procesu způsobí jen malou část z problémů s kvalitou. Na obr. 3.2 je ukázka Paretův diagramu.

Postup konstrukce Paretova grafu je následující:

1. Definovat problém a procesní parametry pro použití v diagramu.

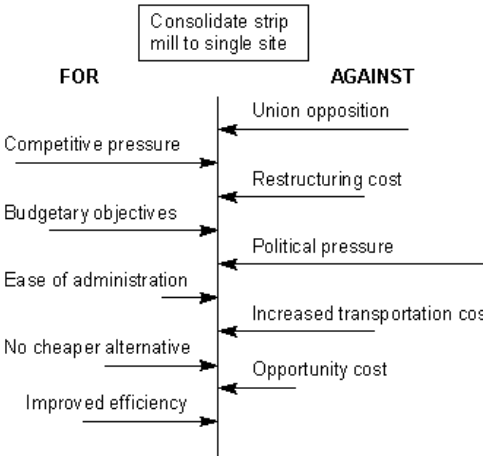
2. Definovat dobu pro diagram - například týdenní, denní nebo směny. Zlepšení kvality v průběhu času může být později z informací stanovených v tomto kroku.
3. Kolikrát se celkem každá charakteristika objevila.
4. Hodnost vlastností dle součtu tvoří krok 3.
5. Nakreslit počet výskytů každé charakteristiky v sestupném pořadí v podobě sloupcového grafu.
6. Triviální sloupce lze koncentrovat do jednoho označeného sloupce.



Obrázek 3.2 Paretův diagram [4]

Analýza rozložení sil

Analýza rozložení sil může být použita k analýze, která podporuje síly v organizaci a řízení k řešení, které omezuje pokrok. Po identifikování problému je metoda brainstormingu užitečná k provedení vytvoření seznamu síly. Priorita je pak na hybné síly, které by mohly být posíleny. Příkladem formátu prezentace těchto informací je uvedeno v obr. 3.3, kde tloušťka čáry udává údaj o významu síly.

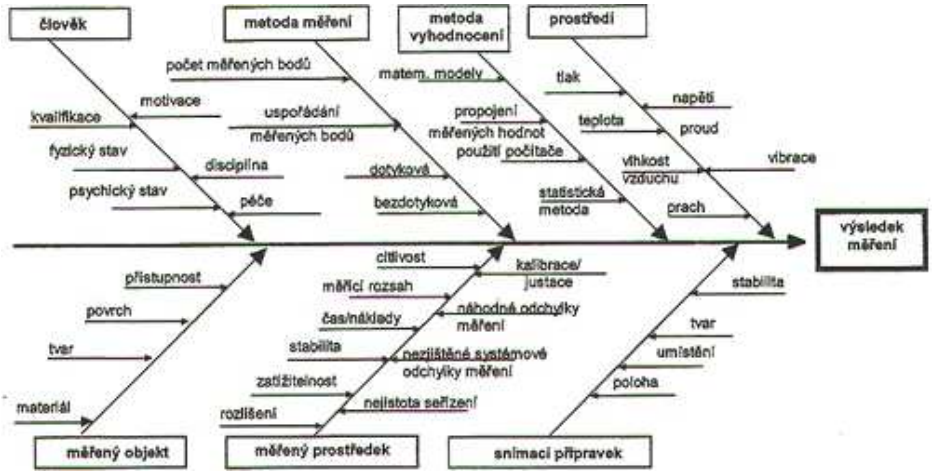


Obrázek 3.3 Silové pole analýzy [5]

Diagram příčin a důsledků

Účinný nástroj jako součást řešení procesu problémů je diagram příčin a důsledků, také známý jako diagram Ishikawa nebo diagram rybí kosti. Tato metoda je užitečná k podpoře vyváženého přístupu ve skupině brainstormingu, kde jednotlivci vyjmenovávají návrhy zdrojů problému. Tato technika může být užitečná například k určení faktorů regresní analýzy.

Při konstrukci diagramu příčin a důsledků je často vhodné uvažovat o šesti oblastech, které mohou přispět k charakteristickým reakcím: materiál, stroj, metoda, personál, měření a životní prostředí. Každá z těchto vlastností jde zkoumat zvlášť. Částečné příčiny jsou specifické položky nebo obtíže, které jsou označeny jako věcné nebo potenciální příčiny problému. Obr. 3.4 zobrazuje diagram příčin důsledků. Na tomto obrázku jsou nejvíce pravděpodobné příčiny.



Obrázek 3.4 Diagram příčin a důsledků [4]

Bodový diagram (Spiknutí dvou proměnných)

Bodový diagram je spiknutí s cílem zhodnotit vztah mezi dvěma proměnnými. Tento graf nabízí navazující řízení za účelem posouzení platnosti konsensuálního vztahu z diagramu příčin a důsledků. Při vytváření bodového diagramu se z 50-100 párů vzorků sestrojí nezávislá proměnná. Ta je na ose x, zatímco závislá proměnná je pouze na ose y.

Bodový diagram nepředpovídá skutečné příčiny a vztahy účinku. Graf ukazuje pouze sílu vztahu mezi dvěma proměnnými, které mohou být lineární, kvadratické, nebo mají nějaký jiný matematický vztah.

Vady na milion příležitostí (DPMO)

Některé organizace se zaměřují pouze na rychlost vady, která je na konci procesu. Vady na výpočet jednotkových nákladů mohou poskytnout další vhled do procesu včetně počtu příležitostí pro selhání. Vada na jednotku ukazuje počet příležitostí pro neplnění povinností ve výpočtech. Pro ilustraci metodologie procesu, při kterém jsou vady klasifikovány podle typu charakteristiky a řada možností k selhání (OP), byla zjištěna u každého typu charakteristiky chyba. Řada chyb (D) a jednotek (U) jsou pak sledovány pro proces po určitou dobu.

Příkladem použití může být použití 15 nebo 20 různých typů popisu. Součty by pak mohly být stanoveny pro vady (D) a celkové příležitosti (O) pro každý popis. Celkové vady na celkové příležitosti (DPO) a vady na milion příležitostí (DPMO) by pak bylo možné vypočítat z těchto celkových částek. Graf Paretova diagramu vad je charakteristický tím, že DPMO může dát pohled na místo, kde je úsilí o zlepšení procesů.

4 Analýza

Tato část je zaměřena na analýzu dat za účelem získání znalostí o vztahu k příležitostem. Informace z této analýzy nám dávají vhled do zdrojů variability a neuspokojivé výkonnosti, která může být užitečná při zdokonalování procesu. Obsahem je vizualizace dat závěrečnými testy, variačními komponenty, korelační analýzou.

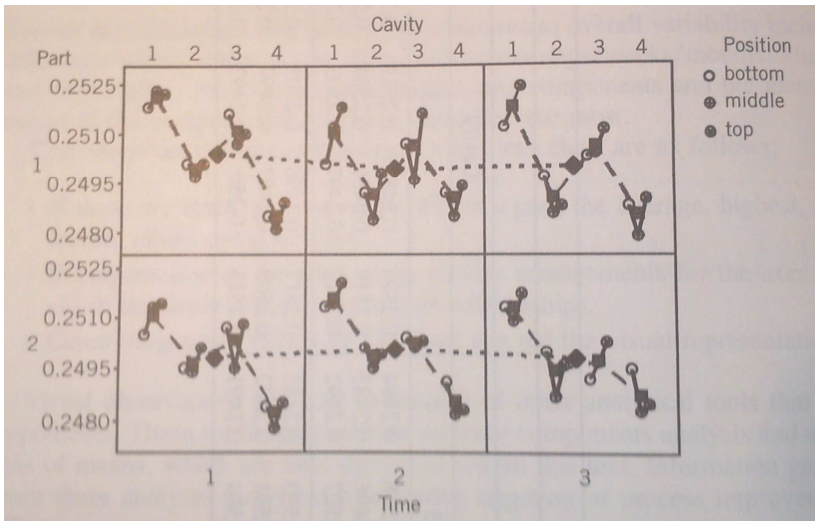
4.1 Vizualizace dat

Vizualizace dat přináší další grafické techniky, které podporují možnosti předešlých. Tyto techniky nám dávají vhled do vztahu mezi klíčovými procesy a vstupujícími hodnotami. Můžeme tak získat velké množství informací o procesech a modifikovat je.

4.1.1 Mnoho-variační grafy

Bez oddělení výrobního prostředí, přispívají k celkové variabilitě odpovědi v rozdílech mezi výrobními rozdíly v časových obdobích nástrojů. Část do rozdílu a část do variability. Bez pravidelného procesu zahrnují rozdíly bez směn, skrz směny, přes směny. Mnoho-variační grafy udávají rozklad do komponent a identifikaci komponent. Graf je znázorněn na obr.4.1. Konstrukce grafu:

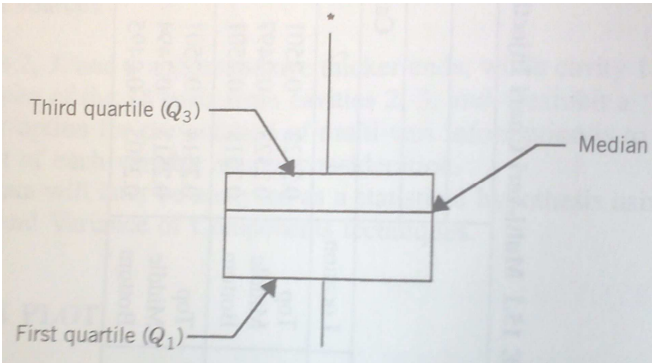
- V případě, že je mnoho měření v rámci části, mohl by být průměr nejvyšší a nejnižší hodnoty užitečný.
- Konstrukce grafu používá různé parametry os k detekování vzorů a vztahů
- Připojení průměrné hodnoty na grafu může pomoci vizuální reprezentaci.



Obr. 4.1 Mnoho-variační graf pro průměr [6]

4.1.2 Krabicový graf

Krabicový graf je užitečný k popsání různých aspektů dat. Může popisovat jeden soubor dat nebo zobrazovat rozdíly v charakteristice daného souboru. Graf je na obr. 4.2..



Obr. 4.2 Krabicový graf [6]

4.2 Testy hypotéz

V průmyslových situacích je často potřeba rozhodnout, zda parametry rozdělení mají konkrétní hodnoty vztahu. To znamená, že bychom mohli testovat hypotézu, že střední a standardní odchylka distribuce má určitou hodnotu nebo, že rozdíl mezi dvěma způsoby je nula. Postupy testování hypotéz jsou použity pro tyto zkoušky:

- Výrobce chce představit nový produkt.
- Stejný výrobce plánuje upravit proces a snížit čas měření požadovaný pro výrobu jiného typu výrobku.

Obě situace zahrnují zkoušky na střední hodnoty populace. Testy hypotéz mohou také zahrnovat standardní odchylku nebo jiné parametry. Statistické hypotézy mají následující elementy:

- Nulová hypotéza (H_0), která popisuje hodnotu nebo vztah, které jsou testovány.
- Alternativní hypotéza (H_a).
- Statistický údaj zkoušky nebo pravidlo, používá se k rozhodnutí, zda chceme odmítnout nulovou hypotézu.
- Stanovená hodnota pravděpodobnosti, která definuje maximální přípustnou pravděpodobnost, že nulová hypotéza bude zamítnuta, pokud je to pravda.
- Vzorek pozorování, který se používá k testování hypotézy.

Nulová a alternativní hypotéza vzniklý problém řeší. V př. 1, nulová hypotéza je, že průměrná doba k výrobě položky je roven šesti. Položka nemůže být úspěšně vyrobena v případě, že průměrná doba je větší než šest, tak alternativní hypotézou je, že měření je větší než šest. Průměrná doba na výrobu je známá a zkrácený zápis pro nulovou a alternativní hypotézu je

Rovnice 4.1

$$H_0: \mu = \mu_0$$

Rovnice 4.2

$$H_a: \mu > \mu_0$$

kde $\mu_0 = 6$

Hypotéza v druhém příkladu se týká vztahu mezi dvěma středními hodnotami. Nulová hypotéza je, že průměrná doba k výrobě výrobků je stejná před, a po změně je alternativní hypotéza, že průměrná doba je kratší. Je-li průměrná doba na výrobu montáží změna μ_1a průměrná doba na výrobu po změně je μ_2. Zkrácený zápis je:

Rovnice 4.3

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Rovnice 4.4

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

kde hodnoty nemusí být určeny pro μ_1 a μ_2. Tabulka ukazuje možné druhy hypotéz.

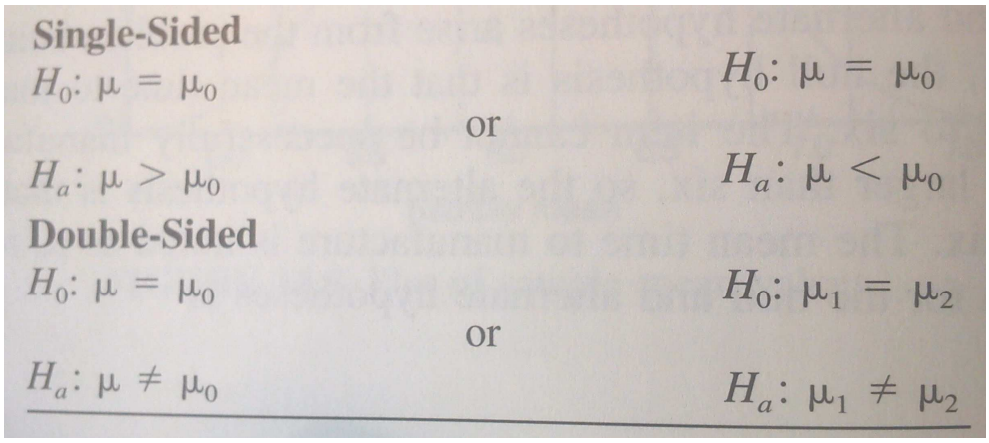
Pravidlo používané k testování hypotézy závisí na typu testované hypotézy. Statistici vyvinuli dobré, nebo dokonce optimální, pravidla pro mnoho situací. Většina z těchto pravidel je intuitivně přitažlivá. Pro ilustraci, v př. 1, kde je obvykle pravidlem

odmítnout nulovou hypotézu, pokud je průměr za použití vhodného vzorku výrobních časů dostatečně větší než šest. O kolik větší záleží na přípustné pravděpodobnosti k chybě.

Výsledkem testu hypotézy je rozhodnutí buď odmítnout, nebo neodmítnout nulovou hypotézu. To znamená, že hypotéza buď je zamítnuta, nebo si o tom vyhrazujeme úsudek. V praxi můžeme jednat, jako by byla nulová hypotéza přijata, pokud není odmítnuta. Protože nevíme pravdu, můžeme provést jednu z následujících dvou možných chyb při spouštění testu hypotézy:

1) Můžeme odmítnout nulovou hypotézu, která je ve skutečnosti pravdivá.

2) Můžeme neodmítnout nulovou hypotézu, která je falešná.



Obr. 4.3 Testování hypotéz a oboustranný test populace [6]

První chyba se nazývá chyba typu I, a druhá se nazývá chyba typu II. Tento vztah je na obr. 4.4. Testy hypotéz jsou určeny k ovládání pravděpodobnosti tvorby jedné z těchto chyb. Nevíme, že výsledek je správný, ale můžeme si být jisti, že pravděpodobnost, že bychom se dopustili pochybení, je v přijatelných mezích. Pravděpodobnost na chybu typu I je řízena stanovením na maximální přípustnou hodnotu pravděpodobnosti, tzv. úroveň testu, která je obvykle označována písmenem α. Toto pravidlo, kterým se řídí rozhodnutí přijmout nebo zamítnout nulovou hypotézu je vybíráno na vybranou hodnotu α.

		True state of nature	
		H_0	H_a
Conclusion made	H_0	Correct conclusion	Type II error
	H_a	Type I error	Correct conclusion

Obr. 4.4 Chyby testu hypotézy [6]

Pravděpodobnost chyby typu II je obvykle řízena volbou vhodné velikosti vzorku. Vezměme si př. 1 znovu. V případě, že skutečná průměrná doba pro výrobu položky není šest, může mít jeden z libovolného počtu možných hodnot. Chceme-li správně navrhnout test hypotézy, vybereme možnou hodnotu, která má být chráněna, pokud se skutečný průměr rovná hodnotě. Pravděpodobnost odmítnutí pro danou hodnotu se nazývá síla testu μ. Je to 1 mínus pravděpodobnost tvorby chyby typu II (β). Výrobce navrhne zkoušku výběrem velikosti vzorku, který zajistí požadovaný výkon na uvedenou alternativu.

Po vybrání pravidla k zamítnutí nulové hypotézy a velikosti vzorku je náhodný vzorek vybrán a použit ke spuštění testování. Statistické výkazy o průměru populace jsou robustní údaje, nejsou běžně distribuovány, zatímco statistické hodnocení o směrodatných odchylkách nemusí být robustní z nedostatku normality.

Parametry α, β a δ jsou někdy označovány na jako výrobní riziko, zákazníkovo riziko a přijatelné množství nejistoty.

4.3 Srovnávací testy

Tato kapitola se zaměřuje na neustálé odezvy situací.

Porovnávání trvalých dat

Metody popsané v této kapitole mohou být použity například pro porovnání dvou výrobních strojů nebo dodavatelů. Obě střední a standardní odchylka výstup mohou být v porovnání mezi vzorky k určení, zda je rozdíl dostatečně velký, aby byl statisticky významný. Srovnávací zkoušky prostředků jsou robustní s tvarem základní distribuce, ale to není pravda pro porovnání směrodatné odchylky.

Při nulové hypotéze pro porovnávání testů není žádný rozdíl, zatímco u alternativní hypotézy je rozdíl.

Porovnání dvou průměrů

Při porovnání prostředků mezi dvěma vzorky u nulové hypotézy neexistuje žádný rozdíl mezi prostředky, zatímco u alternativní hypotézy je rozdíl mezi prostředky. Rozdíl mezi těmito způsoby může být jednostranný nebo oboustranný. Tab. 4.1 shrnuje rovnice použité při provádění srovnávání k určení, zda existuje významný rozdíl na požadované úrovni rizika.

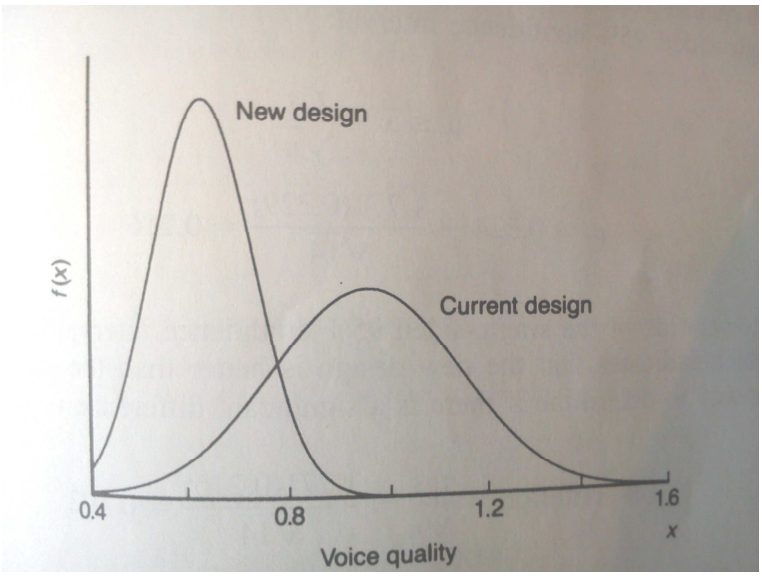
Porovnávání populace pomocí pravděpodobnostního grafu

Pravděpodobnostní grafy experimentálních dat lze doplnit tradičně pomocí porovnávacích zkoušek. Tyto grafy mohou zobrazit informace, které mohou přinést lepší základní pochopení rozdílů mezi vzorky. Dva pravděpodobnostní grafy na jedné sadě os mohou ukazovat grafické rozdíly v prostředcích, rozptylech a možných extrémních hodnotách. Tento typ porozumění je často používaný pro zlepšení výrobních procesů.

Párová porovnání testů

Pokud je to možné, je obvykle výhodné pár vzorků spárovat při srovnávacím testu. Ve srovnávacím testu může dojít k redukci ve variabilitě a umožnit detekci malých datových směny. To i přes celkový počet stupňů volnosti, protože velikost vzorku se nyní stává počet srovnání. Znázornění párového porovnání testu je na obr.4.5.

Příkladem tohoto typu testu je hodnocení ze dvou kusů kontrolních zařízení k určení, zda existuje nějaký významný rozdíl mezi nimi. S touto technikou, mohou být produkty kontrolovány na každém kusu pro hodnotu nula.



Obr. 4.5 Porovnání odhadů [6]

4.4 Korelace a lineární regrese

V rámci procesů je častý přímý vztah mezi dvěma proměnnými. Je-li silný vztah mezi procesní proměnnou vstupní, koreluje s hlavní proměnnou výstupní. Procesní vstupní proměnná může být vzata v úvahu klíčovým procesem vstupní proměnné. Rovnice Y = f (x) lze vyjádřit pro kontinuální proměnné, kde Y je závislá proměnná a x je nezávislá proměnná. Parametry této rovnice mohou být stanoveny za použití regresních metod.

Po vzniku vztahu by tento postup závisel na údajích o situaci. Pokud celý proces není schopen důsledně uspokojit potřeby zákazníka, může být vhodné zahájit splnění přísnějších specifikací nebo použít kontrolní grafy pro tyto klíčové procesní proměnné. Nicméně pokud variabilita klíčové vstupní procesní proměnné popisuje normální variabilitu suroviny, může být alternativní postup vhodnější.

Matematické vztahy popisované v této kapitole se zaměří na lineární vztahy. Obecně platí, že korelace mezi dvěma proměnnými je kvadratická nebo dokonce kubická. Při vyšetřování dat je důležité vykreslit data.

Bodový graf

Bodový graf nebo graf disperze obrazně popisuje vztah mezi dvěma proměnnými. To poskytuje jednoduchý příklad toho, jak jedna proměnná může

ovlivnit ostatní. Pozornost je třeba věnovat při výkladu rozptylového grafu. Plot, který ukazuje vztah, neprokazuje skutečný příčinný vztah účinku.

Při konstrukci disperzního grafu musíme nejprve jasně definovat proměnné, které mají být hodnoceny. Dalším bodem je sesbírat minimálně 30 datových párů. Data na vodorovné ose jsou pravděpodobné příčiny a na svislé ose jsou pravděpodobné účinky.

Korelace

Statistika, která může popsat sílu o lineárním vztahu mezi dvěma proměnnými je korelační koeficient (r). Korelační koeficient může nabývat hodnot mezi -1 a +1.

-1 znamená dokonalé negativní korelaci, zatímco 1 znamená dokonalé pozitivní korelaci. Nula znamená, že není žádný vztah. Rovnice pro vzorkový korelační koeficient (r) dvou proměnných je

Rovnice 4.5

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

kde (*xi, yi*) jsou souřadnice vyhodnocených hodnot a $\bar{x}$ a $\bar{y}$ jsou stanoveny průměrnými hodnotami *x* a *y*. Obr. 4.6 ukazuje čtyři grafy s různými korelačními charakteristikami. Obě data proměnných údajů se nemohou projevit lineární korelací, ale mohou nabývat ještě kvadratický vztah. Hypotéza korelačního koeficientu (q) rovné nule, je

Rovnice 4.6

$$H_0: \rho = 0$$

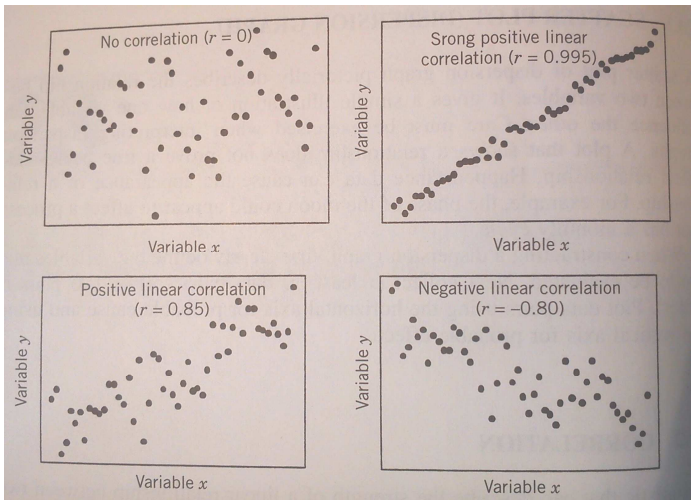
Rovnice 4.7

$$H_A: \rho \neq 0$$

V případě, že vztah *x* a *y* je normálního rozdělení, test statistické hypotézy pro tuto hypotézu je:

Rovnice 4.8

$$t_0 = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$



Obr. 4.6 Korelační koeficienty [6]

Jednoduchá lineární regrese

Korelace měří pouze vztah, zatímco regresní metody jsou užitečné pro rozvoj vztahu kvalitativní proměnné, která je užitečná pro predikci. Z tohoto vztahu je nezávislá proměnná *x*, zatímco závislá proměnná *y*. Tato část poskytuje zaměření na regresní modely, které obsahují lineární proměnné. Nicméně regresní modely mohou také obsahovat kvadratické a kubické podmínky.

Jednoduchý lineární regresní model má podobu

Rovnice 4.9

$$Y = \beta_0 + \beta_{1x} + \varepsilon \qquad i = 1,2,\dots,n$$

Kde β_0 je zachycení,

β_1 je sklon,

ε je chyba.

Všechny body nejsou přímo na lince regresního modelu. Termín chyba ε tvoří rozdíly od ostatních proměnných, jako jsou chyby měření, materiálové varianty ve výrobním provozu a personálu. Chyb se předpokládá, že průměrem je nula a neznámý rozptyl σ^2 a nejsou korelovány.

Pokud lineární regresní model obsahuje pouze jednu nezávislou proměnnou, nazývá se jednoduchá lineární regrese. Pokud regresní model obsahuje více než jednu nezávislou proměnnou, nazývá se vícenásobný lineární regresní model.

Hlavním cílem regresní analýzy je určení neznámých parametrů regresního modelu. Jednoduchý lineární regresní model, který dává bodový odhad střední hodnoty *y* pro konkrétní *x* je:

Rovnice 4.10

$$\hat{y} = \widehat{\beta_0} + \widehat{\beta_1} x$$

kde regresní koeficienty jsou

Rovnice 4.11

$$\widehat{\beta_1} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}{n}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i (x_i - \overline{x})}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}$$

Rovnice 4.12

$$\beta_0 = \overline{y} - \widehat{\beta}_1 \overline{x}$$

Rozdíl mezi pozorovanou hodnotu y_i a odpovídající hodnoty vybavenou $\hat{y}_i$ je reziduální. I-tý zbytek matematicky je

Rovnice 4.13

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

Rezidua jsou důležitá při zkoumání přiměřenosti vybaveného modelu spolu s detekcí odchodu výchozích předpokladů.

5 Zlepšení

Veškeré informace získané v předchozích krocích se uplatní právě ve fázi zlepšení. Nedostatek kreativity, důkladného promýšlení a odmítání organizačních změn mohou omezit výhody Six Sigma projektu.

V této části se hledají způsoby, jak co nejvíce maximalizovat naše úsilí. Pokud řešením lze napravit i další problémy, je možnost toho využít za předpokladu nízkého rizika. Dotváření představy může být velice obtížná záležitost. Tým musí vymyslet nový způsob vykonávání práce, který by měl být praktický a bez chyb. K nalezení nejlepšího řešení je potřeba naučit se rychle a opakovaně přenášet z tvořivého myšlení do provádění detailní analýzy a zpět. Po počáteční fázi návrhu, následuje fáze úprav, během níž je proces testován a upravován. Nakonec se proces zavede do plného provozu.

Generování nápadů a jejich syntéza

Každá organizace využívající Six Sigma je skvělým místem pro kreativní myšlení. Nové nápady rozšiřují obzory společnosti a poskytují nový pohled na práci. Generování nápadů poskytuje např. metoda brainstormingu. Důležité je také vytvořit vhodné prostředí. Klíč ke zvládnutí metody:

1. Ujasnění cíle.
2. Naslouchání nápadů ostatních a stavění na nich.
3. Nesoudit, nekritizovat a nekomentovat nápady.
4. Vyhnutí se sebecenzuře.
5. Zavrhnutí předpokladů.

Obvykle se u strategie Six Sigma řeší kombinace nápadů, které tvoří dohromady plán. Výběr není volbou typu buď anebo. Výhodné je zkombinovat více nápadů do jednoho společného plánu řešení.

Formulace řešení

Jedná se o jasný popis navrhovaného zlepšení. Hodnota formulace spočívá v zajištění definice a pochopení daného nápadu. Jakmile vybereme řešení, stává

se formulace cílem projektu. Shrnutí klíčových kroků vedoucích k výběru konečného řešení.

1. Vygenerování námětu řešení.
2. Zúžení alternativy a sestavení formulace řešení.
3. Výběr řešení, které má být doporučeno.

Zkušební poloprovoz (pilot)

Před rozběhem zlepšeného procesu by měl být proveden zkušební provoz. Vyskytne se tak možnost otestovat všechny předpoklady, postupy a zejména chápání zaměstnanců.

Při přípravě zkušebního poloprovozu je na výběr několik možností. Nejpropracovanější poloprovozy lze vést jako samostatné experimenty.

- Předstíraný zkušební poloprovoz – představuje operaci, která napodobuje skutečnost.
- Časově omezený pilot – dána stanovená délka trvání.
- Pilot u vybraných zákazníků – vytváří v procesu alternativní cestu, na kterou je určitý typ produktu přesměrován.
- Pilot ve vybrané lokalitě.
- Odzkoušení části řešení – otestování jen některých částí procesu.

Spouštění procesu

Je nutné nebýt si po úspěšném poloprovozu příliš jistý, protože nad poloprovozem je mnohem větší kontrola, než nad provozem běžným. Po plném rozjetí procesu se objeví další problémy. Úspěšnému zahájení mohou přispět:

- Školení – cvičení nových návyků.
- Dokumentace – odkazy na správné provádění práce, odpovědi na často kladené otázky apod.
- Řešení problémů – stanovení odpovědnosti za řešení problémů.
- Řízení výkonnosti – sledování nutnosti zpřesnit pracovních postupů.
- Měření – zaznamenávání porovnaných a naměřených hodnot.

6 Kontrola

Tato část se zabývá procesním řízením. Regulační diagramy uvedené v tomto oddíle se nepoužívají tak často jako u dříve popsaných regulačních diagramů.
Kromě toho tato část také popisuje technické kontroly procesu společně s přípravnými kontrolami a chyb proti poruše. Ostatní nástroje a techniky popsány v této části jsou často spojeny s programem Six Sigma. Kapitoly na spolehlivost, vyhovuje / nevyhovuje funkční testování a aplikační příklady mají širší možnosti realizace, než zpočátku často vnímáme.

6.1 Krátkodobé cíle a regulační diagramy

Regulační diagram je častá metoda ke kontrole vlastností nebo rozměrů výrobků. Řízený proces přinese produkty, které jsou více konzistentní. Je mnohem užitečnější zaměřit se na klíčové vlastnosti výrobku a souvisejících parametrů procesu, spíše než zaměření na jedinou charakteristiku produktu. Brainstorming může pomoci s touto sekcí činnosti. Nejúčinnější statistické řízení procesů (SPC) využívá minimálního početu grafů, které zároveň maximalizují užitečnost grafů.
Obecné aplikace pro krátkodobé cíle jsou následující:

- Nedostatečné díly v jedné výrobní série.
- Malá velikost dávky z mnoha různých částí.
- Celkový čas je příliš krátký pro sběr a analýzu dat, a to i přesto, že výrobní rozměr je větší.

Nicméně někdo může říct, že techniky řízení grafů nejsou vhodné pro jejich situaci, pro jednu nebo více z těchto kategorií. Podíváme-li se na formulaci těchto tří aplikačních scénářů, musíme poznamenat, že pozornost je věnována produktů měření. Myšlenky o použitelnosti kontroly grafů na tyto situace se mění, když používáme metodiku, která překlenuje u těchto výrobků scénáře procesu měření. Popsané techniky ovládání grafů v této kapitole nám mohou pomoci překonat tento přechod.

Následující pomůcky je nutno brát v úvahu při počátečních fázích procesu. Pokud jsou použity standardní kontrolní limity, má jen malý počet podskupin větší pravděpodobnost, že chybně odmítne proces, který je ve skutečnosti pod kontrolou.

Rozdílový graf

Rozdílové grafy umožňují vizualizaci základního procesu, i když má nominální krátké cíle rozdílné od produktů. Nominální hodnota, která má být odečtena od každé sledované hodnoty, je specifická pro každý produkt. Tato hodnota může mít buď velký historický význam pro každý výrobek, nebo cílový imisní limit.

Specifikace cíle závisí na typu specifikace. Symetrické bilaterální tolerance budou mít nominální hodnotu jako cíl. Jednostranná tolerance může mít jakoukoli požadovanou hodnotu.

Historické cíle se zaměřují na skutečné cílové hodnoty procesu s menším důrazem na specifikace. Definice historického cíle je průměrný výstup procesu. Aplikace zahrnují situace, kdy je cílová hodnota výhodnější než specifikace, nebo je jedna mezní hodnota.

Obecná pravidla pro použití diferenčního grafu jsou následující:

- Konstantní velikost podskupiny.
- Dvacet datových bodů pro kontrolní limity.
- Stejný typ měření.
- Podobné části rozsahu.

Jestliže se průměrné rozsahy produktů výrazně liší, nebo jsou typy měření různé, je lepší použít Z graf.

„Z“ graf

Do této tabulky lze zapsat více procesů. Musí být posuzována ve stejném grafu. Graf může být dokonce nastaven tak, aby sledoval, jak prochází výrobní činnosti. Tyto typy grafů mohou být použity k monitorování stejných grafů měření, která mají různé měrné jednotky a směrodatné odchylky.

Nicméně musíme být opatrní při uplatňování těchto tabulek, protože je potřeba více výpočtů pro každý bod. Vyžadují časté aktualizace historických hodnot z procesů. Hodnota, která je sledována v grafu není měrná jednotka a uživatel se může vzdálit od jednotlivých procesů. Tento graf je na obr. 6.1.

Tato technika grafů je založena na transformaci

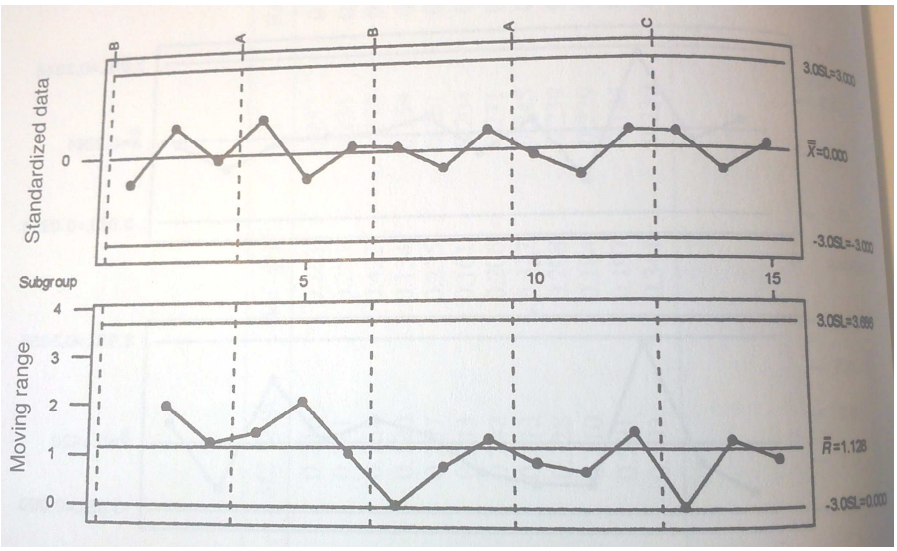
Rovnice 6.1

$$Z = \frac{statistický\ výběr - průměr\ proces}{směrodatná\ odchylka\ procesu}$$

Metodika lze použít jak u atributu, tak u spojitých dat.

Krátkodobé grafy mohou standardizovat data různými způsoby. Nejběžnější způsob je, že každá část šarže nebo vyráběný postup, má jedinečný průměr a směrodatnou odchylku. V případě, že průměr a směrodatnou odchylku získáme, mohou být procesní data normalizována odečtením střední a směrodatnou odchylkou. Při použití Z grafu je nutné zvážit následující při stanovení směrodatné odchylky:

- Když všechny výstupy mají stejný rozptyl bez ohledu na velikost měření, je nutné zvážit použití souhrnného odhadu směrodatné odchylky na všech dílech a dosáhnout společné směrodatné odchylky odhadu.
- Když se odchylka zvýší jako měření zvýšení velikosti, za použití přirozeného logaritmu stabilizujeme změny.
- Pokud má část nebo výrobek stejný rozptyl, je potřeba zvážit použití odhadu, který kombinuje všechny běhy stejné části nebo výrobku a odhadnout směrodatnou odchylku.
- Když nemůžeme převzít všechny běhy na výrobek nebo jeho část a mají stejný rozptyl, je třeba zvážit použití odhadu směrodatné odchylky od každého běhu samostatně.



Obr. 6.1 Z graf [6]

6.2 Další alternativy

V této kapitole jsou popsány trojcestný regulační diagram a kumulativní součet (CUSUM) regulační diagram.

Trojcestný regulační diagram je vhodné sledovat jak uvnitř, tak mezi částí variability. Variabilita ohnutých vedení je uvnitř a mezi částí variability. Další aplikací je měření rovinnosti. Rovinnosti měření, která jsou přijímána na několika místech a mezi částí variability.

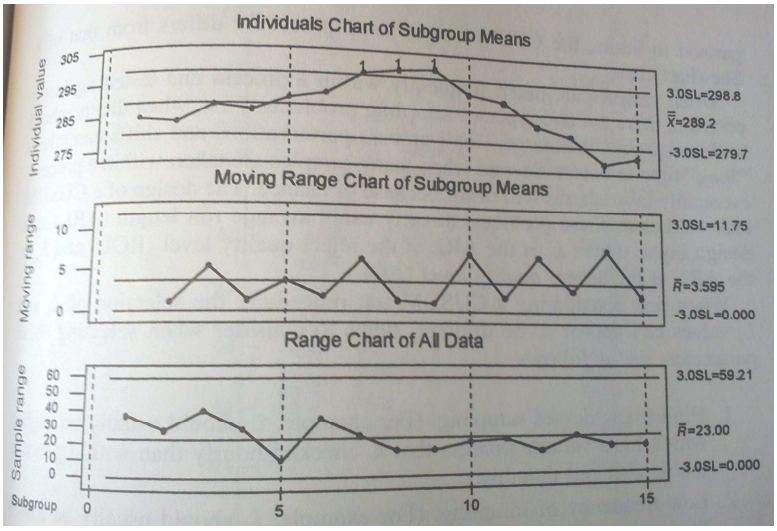
Alternativou těchto regulačních diagramů je CUSUM regulační diagramy. CUSUM grafy mohou objevit malé posuny procesu rychleji než regulačních diagramy trojcestné.

Trojcestný regulační diagram

Vezměme si část vzorku každou hodinu z pěti měření prováděných na konkrétních místech v rámci části. Nejen, že může být hodinu od hodiny část variability jiná, ale i při měření na pěti místech může být trvale různá ve všech částech.

Za této situace je v-směrodatná odchylka již odhadem náhodných chyb. Namísto toho tato směrodatná odchylka je odhad jak náhodné chyby a umístění účinku. Výsledkem toho je nafouknutá směrodatná odchylka, která způsobuje kontrolní limity, které jsou příliš široké a seskupení pozic bodů velmi blízko k ose.

První dva grafy na obr. 6.2 jsou jednotlivé grafy s pohybujícími se řadami grafů průměru z každého vzorku. Pohybují se mezi a po sobě jdoucích prostředcích k určení kontrolní limity. Distribuce vzorku znamená spojení s náhodnou chybou. Rozsah pohybu odhadne standardní rozdělení vzorků, jež jsou podobné odhadu pouze náhodné chybové složky. Třetí graf je graf R z původních měření. Tento graf sleduje v rámci jednoho vzorku součást variace.



Obr. 6.2 Trojcestný regulační diagram [6]

CUSUM graf (kumulativní součet měření)

Alternativou k trojcestnému grafu je CUSUM regulační diagram. CUSUM grafy mohou objevit malé posuny procesů rychleji než třícestné grafy.

Následující scénář je pro posouzení, kdy jsou menší počty lepší. Pro oboustrannou situaci běží dva jednostranné intervaly souběžně. Tři parametry uvažované u CUSUM analýz jsou *n*, *k* a *h*, kde *n* je velikost vzorku podskupiny, *k* je referenční hodnota, a *h* je rozhodující interval.

Představme si situaci, kdy je žádoucí, aby proces pracoval na cílovou hodnotu μ (AQL) s požadovanou ochranou proti hornímu posunu střední hodnoty odmítnuté úrovně kvality (RQL). V grafu se získá vynesením s_m. CUSUM hodnota z dané podskupiny *n*

Rovnice 6.2

$$s_m = \sum_{i=1}^{m} (\overline{x}_i - k)$$

kde x_i je průměr i podskupiny všech skupin n

k je referenční hodnota, která je obvykle vybrána na půli cesty mezi AQL a RQL hodnoty.

Tato rovnice je napsána v jednostranném formuláři. Pouze vysoká čísla mohou způsobit problémy. Tam by měl být proces vyšetřován, zda je problém v rámci procesu. Pro oboustranný interval zkoumáme dva jednostranné intervaly současně.

CUSUM grafy nejsou obecně přímou náhradou třícestného grafu, protože tento postup často testuje proces pro velké posuny v procesu, nebo přímo na přijatelné / nepřijatelné limity stanovené ze zadávané dokumentace. Vzhledem k tomuto přímému srovnání s limity, CUSUM graf postupuje odlišně od třícestného grafu.

Pokud jsou odebírané vzorky často v rámci procesu testovány na základě kritéria, pak existují dva typy vzorků problémů. Za prvé, když práh pro detekci problémů je větší než malé procesní odchylky a posuny, bude trvat zjištění dlouho. Za druhé, když je mnoho vzorků v rámci procesu, může nakonec dojít k falešnému poplachu z důvodu náhody. Konstrukce grafu CUSUM tyto problémy řeší přímo s použitím průměrné délky (ARL) jako vstup, kde L_r je ARL na odmítnutí kvality (RQL) a L_a je ARL na přijmutí kvality (AQL).

Při zvažování CUSUM zkušebního postupu při výběru a stanovení L_a, L_r se zdá být obtížné. Položky, které je třeba při výběru těchto parametrů, jsou následující:

- Vysoká frekvence odběru.
- Nízká četnost odběru vzorků.
- Další procesní mapování.
- Význam specifikací.

Poslední vstupní požadavek na konstrukci grafu CUSUM je proces standardní odchylky (σ). Výstup z před produkce navrženého experimentu je možným zdrojem těchto informací. Po provedení zkoušek CUSUM může být nutné upravit plán odběru vzorků z důvodu chybného předpokladu na zlepšení.

Umístěním pravítka před monogramem odpovídají L_a a L_r, určí následující vzorec:

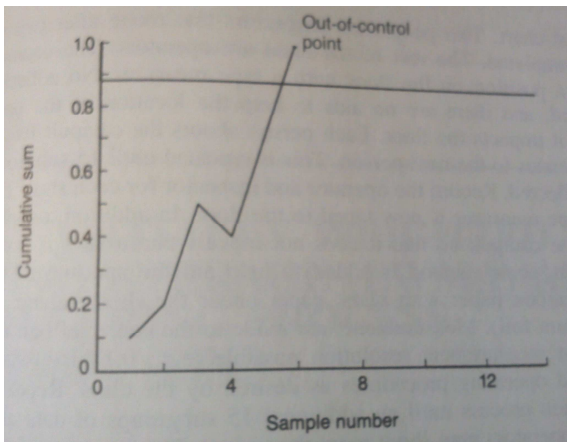
Rovnice 6.3

$$|\mu - k| \frac{\sqrt{n}}{\sigma}$$

Rovnice 6.4

$$\frac{h\sqrt{n}}{\sigma}$$

μ-k je známý parametr. Z tohoto důvodu se pak určí *n* z první z těchto dvou rovnic. Tato hodnota *n* může být použita v druhé rovnicí, čímž se získá hodnota hledané veličiny. Tyto údaje jsou pak vyneseny pomocí *h* kontrolních mezí do dříve popsané rovnice.



Obr. 6.3 CUSUM diagram [6]

6.3 Před-regulační diagramy

Před-regulační diagram sleduje zkušební jednotky v rámci zpracovatelského průmyslu a zatřídí je do jedné ze tří skupin (zelená, žlutá, červená). Z malého vzorku počtu zelených, žlutých a červených pozorovaných jednotek určuje, kdy se má zastavit a nastavit proces.

Klasická před-regulační kontrola se vztahuje na původní popsané metodiky. Dvoustupňová před-regulační kontrola je metoda, která zkoumá další vzorek, pokud jsou u původního vzorku výsledky nejednoznačné. Modifikované před-regulační kontrolní pokusy o kompromis jsou převzaty z filozofie třícestného regulačního diagramu.

Schémata před-regulací jsou definována jejich klasifikací skupiny, rozhodnutí a výběru řízení. Nastavení nebo kvalifikace postupu definuje požadované výsledky

počátečního systému odběrem vzorků, který se používá k určení, zda před-regulační kontrola je vhodná pro danou situaci. Pro všechny tyto tři varianty prochází proces kvalifikací. Rozdíly mezi třemi verzemi před-regulací jsou nejvýznamnější ve svém způsobu klasifikace skupiny. Klasické a dvoustupňové před-regulační kontroly zakládají klasifikaci jednotek na specifikaci, zatímco upravená předběžná kontrola klasifikuje jednotky pomocí kontrolních limitů, které jsou definovány trojcestným regulačním diagramem.

Po kvalifikaci nebo nastavení je jednotka klasifikována zeleně, pokud je její kvalitativní charakteristika v centrální polovině tolerančního rozsahu nebo omezení regulačního diagramu. Žlutá jednotka má kvalitativní vlastnosti na zbývající toleranci nebo omezení regulačního diagramu. Červená jednotka má kvalitativní vlastnosti, které jsou mimo rozsah tolerance nebo omezení regulačního diagramu.

Před-kontrolní nastavení

Před provedením klasické, dvoustupňové nebo upravené předběžné kontroly v běhu musí být splněna nastavení. Jednotka je klasifikována jako zelená, pokud její kvalitativní charakteristika leží v centrální polovině tolerančního rozsahu. Žlutá jednotka má kvalitativní vlastnosti na zbývající toleranci. Červená jednotka má kvalitativní charakteristiku mimo rozsah tolerance. Instalační pravidla jsou následující:

Nastavení. Ok k běhu, pokud pět kusů v řadě je zelených:

A. Je-li jedna žlutá, restartujte počítat.

B. Jestliže jsou dvě žluté v řadě, nastavení.

C. Návrat k nastavení po seřízení, změny nástroje, nový provozovatel, nebo materiál.

Klasická před-kontrola

S klasickou před-kontrolou je jednotka klasifikována jako zelená, pokud její kvalitativní charakteristika je v rámci centrální poloviny tolerančního rozsahu. Žlutá jednotka má kvalitativní vlastnosti na zbývající toleranci. Červená jednotka má kvalitativní charakteristiku mimo rozsah tolerance.

Pokud je nastavení nebo kvalifikace pravidel v pořádku, následují tato pravidla:

Spuštění. Ukázka dvou po sobě jdoucích kusů, A a B:

A. Pokud je A zelená, pokračovat v jízdě.

B. Pokud je A žlutá, zkontrolovat B.

C. Jsou-li A a B žluté, stop.

D. Pokud A nebo B jsou červené, stop.

Dvoustupňová před-kontrola

S dvoustupňovou před-kontrolou je jednotka klasifikována jako zelená, pokud je její kvalitativní charakteristika v rámci centrální poloviny tolerančního rozsahu. Žlutá jednotka má kvalitativní vlastnosti na zbývající toleranci. Červená jednotka má kvalitativní charakteristiku mimo rozsah tolerance.

Pokud je nastavení nebo kvalifikace pravidel v pořádku, následují tato pravidla:

Ukázka dvou po sobě jdoucích částí.

- Pokud je některá část červená, zastavit proces a upravit.
- Pokud jsou obě části zelené, pokračovat v práci.
- Pokud jeden nebo oba z dílů jsou žluté, pokračovat k dalšímu vzorku až ke třem dalším jednotkám. Pokračování provozu v případě, že vzorek obsahuje kombinaci tří zelených jednotek. Proces zastavit, pokud jsou tři žluté jednotky nebo jedna červená jednotka zpozorována.

Upravená před- kontrola

Díky upravené předběžné kontrole je jednotka klasifikována jako zelená, pokud je její kvalitativní charakteristika v rámci ± tří standardních kontrolních limitů definovaných třícestným regulačním diagramem. Žlutá jednotka má kvalitativní vlastnosti ve zbývajících mezích regulačního diagramu. Červená jednotka má kvalitativní vlastnosti mimo limity kontrolního grafu. Pokud je nastavení nebo kvalifikace pravidel v pořádku, následují tato pravidla:

Ukázka dvou po sobě jdoucích částí.

- Pokud je některá část červená, zastavit proces a upravit.

- Pokud jsou obě části zelené, pokračovat v práci.
- Pokud jeden nebo oba z dílů jsou žluté, pokračovat k dalšímu vzorku až ke třem dalším jednotkám. Pokračování provozu v případě, že vzorek obsahuje kombinaci tří zelených jednotek. Proces zastavit, pokud jsou tři žluté jednotky nebo jedna červená jednotka zpozorována.

V praxi se používá mnohem více diagramů. Zde je uvedeno jenom pár na ukázku. Při řešení projektu Six Sigma se potom vybírají ty, které se nejlépe hodí pro daný problém.

7 Lean Six Sigma

Jedná se o vylepšenou metodu Six Sigma, kde jsme se soustředili spíše na kvalitu než na rychlost. Metody známé jako Lean Six Sigma jsou účinnější ve zlepšování toku procesu (rychlosti). Výhodou této metody je velmi malé množství nevýhod. I kdyby celý projekt nakonec selhal, školení zaměstnanců v metodě Lean Six Sigma zvýší jejich profesní kvalifikaci. Dalším argumentem je zvýšení hodnoty firmy. Použitím této metody můžeme dosáhnout nárůstu zisků k růstu příjmů, snížení nákladů, zkrácení dodacích lhůt atd.

7.1 Čtyři pravidla Lean Six Sigma

Základy Laen Six Sigma jsou potěšit zákazníky, tj. přinést vyšší kvalitu za kratší dobu, zlepšit své procesy, pracovat týmově a všechna rozhodnutí dělat na základě sesbíraných dat.

7.1.1 První pravidlo – potěšit zákazníka

Dříve se společnosti rozhodovaly o charakteristikách jejich výrobků a služeb pouze na základě představ inženýrů a marketingových pracovníků. Dnes tuto charakteristiku určuje pouze zákazník, který přesně ví, co od daného výrobku nebo služby očekává. Zákazník porovnává nabídky firem a vybírá si tu, která nejvíce splňuje jeho požadavky a potřeby. Nejlepšími společnostmi na tru se stanou ty, které se na všechno dívají pohledem svých zákazníků a snaží se plnit jejich požadavky. Nejedná se ovšem jen o externí zákazníky, mimo společnost, ale existují rovněž interní zákazníci. Jedná se o lidi uvnitř společnosti, kteří mají také své požadavky a očekávají jejich plnění.

Termín Hlas zákazníka neboli VOC (Voice of the customer) označuje to, že názory a potřeby zákazníků jsou brány v úvahu při rozhodnutích o výrobcích a službách. Existuje řada technik VOC, jejichž prostřednictvím společnosti zjišťují a snaží se překonat tužby zákazníka. Největší překážkou je uvědomit si, že všechna rozhodnutí musí začít u zákazníka.

Cílem této metody je odstranit jakékoliv neshody s přáním zákazníka. Problém zde nastává v měření těchto neshod. Vždy musíme mít na paměti aspekty výrobku či služby, které jsou pro zákazníka důležité. Odstranění neshod spočívá v kvalitě,

rychlosti a nízké ceně. Je nutné splnit všechny tyto body, protože vysoká kvalita umožňuje dosahovat vysokou rychlost. Proces pracující pomalu způsobuje hodně chyb. Musíme však pohlížet na celý proces, nikoliv pouze na to, jak rychle pracují jednotlivý zaměstnanci. Nízká kvalita a rychlost činí procesy nákladnými, neboť se nám tvoří zásoby (nedokončenou práci). Za tuto práci společnost utratila peníze, ale ještě nemůže být nabídnuta zákazníkům. Jediným způsobem, jak nabízet nejnižší cenu a zároveň mít zisk, je zvýšit kvalitu a rychlost procesu.

Orientace na zákazníka by neměla být pouze součást zlepšovacího projektu. Měli bychom se neustále snažit kontrolovat, zda naše výrobky a služby odpovídají potřebám našich zákazníků. [4]

7.1.2 Druhé pravidlo – zlepšování procesů

S poznáním požadavků zákazníků bychom měli zjistit, jak lépe dosáhnout toho, co chtějí. Odpověď spočívá v zlepšování procesů, jejichž pomocí vytváříme výrobky a služby. Metoda Lean Six Sigma klade velký důraz na dokumentování způsobu provádění práce, zkoumání toku práce mezi lidmi a odděleními a poskytnutí znalostí a metod pro trvalé zlepšování práce. Existuje mnoho různých metod na zlepšování procesu, které slouží k odstranění kolísání kvality a rychlosti a zlepšení toku procesu a jeho rychlosti.

Nic není stejné dva dny po sobě, všechno kolísá. Způsob variability (její tvary) mohou ukázat na příčinu problému. Terminologie používaná s variabilitou dala vzniku termínu „Six Sigma“.

Ve stejných grafech je označené, co chce zákazník a co je pro něj ještě přijatelné. Při porovnání obou grafů zjistíme, že proces s velkou variabilitou vyprodukuje hodně neshod a pro zákazníky je tato firma velmi nespolehlivá. Druhý graf naopak zobrazuje malou variabilitu, což pro zákazníka znamená proces, který málokdy selhává.

Variabilita je jedním z nejčastějších problémů v procesu. Proto je nutné věnovat pozornost toku procesu, jak fyzické, tak požadovaným procesním krokům. Jedním z nejlepších urychlení procesu je odstranění procesních kroků, které nejsou opravdu nezbytné. Jiným způsobem je jinak navrhnout tok práce na pracovišti. Týmy proto nejprve mapují procesy a zpracovávají je do diagramů. Týmy musí prozkoumat každý krok a zjistit, zda je nezbytný pro zákazníka.

Zlepšení procesu je jediným způsobem, jak zlepšit výsledky společnosti. Je nutné myslet procesně, tedy vnímat problémy a sporné otázky v návaznosti na proces.

7.1.3 Třetí pravidlo – týmová práce

V dnešní době je nezbytné nechat lidi pracovat společně. Ve společnosti Lean Six Sigma neznamená týmová práce pouze formální týmy, ale je potřeba vytvořit prostředí, kde jsou lidé povzbuzováni ke společné práci. Cílem je řešení problémů veřejně a ne za zavřenými dveřmi. Existují zvláštní dovednosti, ve kterých musí být zaměstnanci školeni, aby mohla kooperace fungovat. Jedná se o schopnost naslouchat druhým, brainstorming a techniky diskuze, uspořádání nápadů a rozhodování. Je vcelku jednoduché dát dohromady skupinu lidí a říct jim, aby společně pracovali na projektu. K dosažení efektivity je však zapotřebí zvláštních týmových dovedností. Tyto dovednosti zaměstnanci získají na různém školení týmů. Teprve potom jsou schopni splnit požadavky, které jsou na ně kladeny.

7.1.4 Čtvrté pravidlo – data a fakta

Data jsou skutečným základem metody Lean Six Sigma. Dávají nám informace o požadavcích zákazníků, vadách v procesech, variabilitě a toku procesu. V diskuzi je nutné opírat se o fakta a tím předejít zbytečným rozepřím. Data mohou výrazně změnit rozhodnutí, o kterých jsme pevně přesvědčeni, že jsou správná. Naučit se správně používat data je obzvlášť složité a to z několika důvodů. Máme nedostatek dostupných dat, kdy nejsme schopni odpovědět na otázky ohledně množství, kvality a rychlosti práce. Dalším nedostatkem je školení v oblasti sběru dat a analýzy. Je nutností, aby zaměstnanci prošli školeními v této oblasti. To jim pomůže správně a efektivně zpracovat získaná data. Posledním nedostatkem je, že v minulosti sloužila data pouze k potrestání nebo odměně zaměstnanců a ne jako prostředek ke zlepšení procesů.

Po rozhodnutí pro sběr dat následuje otázka „jaký druh dat?“ Obecně data spadají do dvou oblastí a to měření výsledku a měření procesu. Měření výsledku značí výstup z procesu. Měření procesu popisuje děj k dosažní výsledku. Je nezbytné sledovat výsledek, ale k jeho zlepšení je potřeba změnit proces. Měření procesu napovídá co a jak změnit. Nejdůležitější oblasti měření jsou spokojenost

zákazníka, finanční výsledky, rychlost neboli průběžná doba potřebná k realizaci a kvalita (počty neshod).

7.2 Klíčové termíny Lean Six Sigma

Při zapojení do aktivit Lean Six Sigma se setkáme s několika výrazy či termíny, které se pravidelně opakují.

WIP (Work-In-Process, rozpracovanost procesu)

Množství jednotek, které jsou oficiálně v procesu a ještě nejsou dokončeny. Měření a výpočet jsou zásadní pro správné fungování procesu. Jsou to indikátory zdraví.

Průběžná doba (Lead time) a rychlost procesu

Označuje, jak dlouho od okamžiku přijetí objednávky trvá, než se výrobek či služba dostane k zákazníkovi. Porozumění příčinám dlouhé průběžné doby je dáno Littlovým zákonem:

Rovnice 7.1

$$Průběžná\ doba = \frac{množství\ rozpracovaných\ jednotek\ v\ procesu}{průměrná\ rychlost\ dokončení}$$

Průběžná doba potřebná k realizaci označuje, jak dlouho trvá, než projde jednotka procesem. Rychlost dokončení je počet jednotek dokončených během časového úseku. Znalost těchto údajů je potřeba pro zlepšovací aktivity. Littlův zákon určuje, že proces můžeme urychlit snížením rozpracovaného množství, i při konstantní rychlosti na výstupu. Umožňuje nám odhadnout dobu potřebnou k realizaci a množství jednotek, které lze dokončit za určitou časovou jednotku.

Zpoždění/čas ve frontě

Pokud máme WIP, máme i jednotky, které čekají. Ty jsou označovány termínem ve „frontě“ a čas, po který čekají, se nazývá „čas čekání“. Tento čas se počítá jako zpoždění bez ohledu na jeho příčinu.

Práce s přidanou hodnotou a práce bez přidané hodnoty (plýtvání)

Každý proces obsahuje činnosti, které dodávají hodnotu v očích zákazníků – práce s přidanou hodnotou. Existují také činnosti, za které by zákazníci nebyli ochotni zaplatit – práce bez přidané hodnoty.

Plýtvání je jiné označení pro práci bez přidané hodnoty. Cílem je co nejvíce odstranit plýtvání. Čím větší je plýtvání, tím větší je zpožďování v procesu.

Složitost

Vztahuje se k počtu různých výrobků, služeb, množství, vlastností, které musí procesy zvládnout. Určitá míra složitosti je pozitivní, znamená, že zákazníci mohou dostat varianty, které odpovídají jejich potřebám. Naopak přílišná složitost zvyšuje náklady bez zpětné návratnosti.

Účinnost procesu

Je dána poměrem času s přidanou hodnotou vzhledem k celkové průběžné době potřebné k realizaci. Je měřítkem potenciálu pro snížení nákladů.

Rovnice 7.2

$$\text{Účinnost cyklu procesu} = \frac{\text{čas s přidanou hodnotou (Value – add Time)}}{\text{celková průběžná doba (Total Lead Time)}}$$

7.3 Šest zásad, které musí manažeři dodržovat

Úspěch metody Lean Six Sigma závisí na prostředí, které vytvářejí manažeři. V tomto ohledu existuje šest zásah, které zabezpečí zázemí pro úspěch týmů.

1. **Vybrat správné projekty**

Na počátcích metody Lean Six Sigma vybírali projekty pouze Black Belti, kteří ne vždy vybrali správný projekt pro zlepšení projektů. Existuje řada vodítek, které nám pomohou vybrat správné projekty. A to tím způsobem zda se vztahují ke strategii korporace a k jejím prioritám, zda jsou ve svých očekáváních realistická a výsledky projektů by měly být identifikovatelné a měřitelné. Také by měly být v zásobě vždy další projekty.

2. Vybrat správné lidi

Použitím vhodných metod určíme správné složení týmu. Ten musí mít správnou kombinaci dovedností, schopností a osobností.

3. Sledovat metodu

Většina použitých metod v Lean Six Sigma se vyvíjela po dobu několika desetiletí. Při předkládání návrhu jsou vždy potřebná data na doložení, s pomocí vedení lépe upozornit na plýtvání pomocí grafů a diagramů a nakonec celý projekt uskutečnit podle pravidel Lean Six Sigma.

4. Jasně definovat role a zodpovědnosti

Při zakládání týmů je nutné jasně vymezit pravomoce a zodpovědnost. Pravidlo RACI slouží k vyjasnění zodpovědnosti. Písmena označují různé stupně očekávání:

- Zodpovědný (responsibility) – očekává se aktivní účast a podíl podle jejich nejlepších schopností.
- Mající na starost (accountability) – pro člena týmu, který je na konci za všechno zodpovědný.
- Konzultovaný (consultation) – pro lidi, kteří mají konkrétní odbornost, nebo kteří musí být konzultováni před přijetím rozhodnutí.
- Informovaný (inform) – pro ty, kteří jsou projektem ovlivněni, ale neúčastní se ho aktivně.

5. Komunikovat

Komunikace je nezbytná pro správné fungováni metody Lean Six Sigma. Manažeři a jiní pracovníci se potýkají s řadou protichůdných tlaků. Musí vybrat a zahájit projekty, zajistit školení, podporovat týmy. Jejich cílem je vytvořit komunikační síť všemi částmi organizace – s vedením, členy projektových týmů a oboustrannou komunikaci mezi zaměstnanci.

6. Podporovat vzdělání a školení

Důležité je neustále se vzdělávat a podporovat ve vzdělání i své zaměstnance.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo provést rešerši na téma Six Sigma – práce bez chyb. Užívání této strategie umožňuje podnikům udržet se v konkurenčním prostředí trhu. Toho je docíleno snahou o výrobu co nejméně zmetkových výrobků, které zbytečně zvyšují náklady na výrobu a kazí dobré jméno společností. Omezením zmetkovitosti se zkvalitňuje celý proces a tím i pověst firem, protože jsou zákazníci spokojeni s daným výrobkem či službou. Nemají pak potřebu hledat kvalitu u jiných konkurenčních nabídek.

V postupném seznamování se se Six Sigma jsou popsány jednotlivé kroky k úspěšnému zrealizování projektu. Od zavádění, kdy je nejdůležitější seznámit se s tím, co máme v plánu zlepšit, přes měření a sběr kvalitních dat potřebných ke zlepšení procesů. Dále bylo probráno několik možných metod ke správnému zanalyzování dříve získaných dat. Díky těmto krokům je možné všechny výsledky zavést do praxe a zefektivnit řízení procesů a vztah k zákazníkům. Posledním krokem je kontrola, protože díky ní je možné neustále ověřovat, zda jsou nové postupy prospěšné a jestli není potřeba je opravit.

Další vývoj Six Sigma je nezbytný, protože konkurence na trhu bude čím dál větší. Zákazníci budou mít na výběr čím dál více druhů výrobků a budou se zajímat právě o kvalitu a vlastnosti produktů v dané cenové kategorii. Proto bude cílem každé firmy vytvářet stále nové a lepší výsledky jejich práce. K tomuto vytváření je potřeba vysoká finanční podpora vývoje nových technologií a postupů. Jednou z možností získání této podpory je zužitkování postupů strategie Six Sigma.

Příkladem úspěšného použití Six Sigma je firma Motorola nebo Whirpool, kdy výsledky uvedené do praxe předčili očekávání jak v úspoře peněz, tak zlepšení vztahů na pracovištích i s dodavateli a zákazníky.

8 Seznam použitých zdrojů

[1] PANDE, Peter S, Roland R CAVANAGH a Robert P NEUMAN. *Zavádíme metodu Six Sigma*: *aneb jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. 1. vyd. Brno: TwinsCom, 2002, 416 s.

[2] Nenadál, J. a kol.: *Moderní management jakosti*. Management Press, Praha, 2008.

[3] SZUMNARSKA, K. a M. JAWOR. *14 zasad Deminga* [online]. Centrum.jakosci.pl, 6.12.2011 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: http://www.centrum.jakosci.pl/zasady-jakosci,zasady-deminga.html

[4] GEORGE, Michael L, Dave ROWLANDS a Bill KASTLE. *Co je Lean Six Sigma?*. 1. vyd. Brno: SC&C Partner, c2005, 94 s.

[5] TÖPFER, Armin et al. *Six Sigma*: *koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008, x, 508 s.

[6] BREYFOGLE, Forrest W. *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. 1. vyd. New York (USA): Wiley, 1999, 791 s.

[7] The Perpetual Innovation Machine: How to make one business breakthrough after another. VELE GALOVSKI WITH HANK SHAW. The Perpetual Innovation Machine: How to make one business breakthrough after another [online]. Alpharetta: Booklogix, 2012 [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: http://www.perpetualinnovationmachine.com/

9 Seznam obrázků

Obr. 2.1 Tři hlavní scénáře zavedení metody Six Sigma [1] 24
Obr. 4.1 Mnoho-variační graf pro průměr [6] 44
Obr. 4.2 Krabicový graf [6] 44
Obr. 4.3 Testování hypotéz a oboustranný test populace [6] 46
Obr. 4.4 Chyby testu hypotézy [6] 47
Obr. 4.5 Porovnání odhadů [6] 49
Obr. 4.6 Korelační koeficienty [6] 51
Obr. 6.1 Z graf [6] 58
Obr. 6.2 Trojcestný regulační diagram [6] 59
Obr. 6.3 CUSUM diagram [6] 61

10 Seznam tabulek

Tabulka 2.1 Příklad školení Six Sigma [1] 29

11 Seznam rovnic

Rovnice 3.1 37
Rovnice 3.2 37
Rovnice 4.1 45
Rovnice 4.2 45
Rovnice 4.3 45
Rovnice 4.4 45
Rovnice 4.5 50
Rovnice 4.6 50
Rovnice 4.7 50
Rovnice 4.8 50
Rovnice 4.9 51
Rovnice 4.10 52
Rovnice 4.11 52
Rovnice 4.12 52
Rovnice 4.13 52
Rovnice 6.1 57
Rovnice 6.2 59
Rovnice 6.3 61
Rovnice 6.4 61
Rovnice 7.1 68
Rovnice 7.2 69