

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA JAKOSTI A SPOLEHLIVOSTI STROJŮ



METODY ZABEZPEČOVÁNÍ

JAKOSTI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Autor: **Radovan Klabačka**

PRAHA 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radovan Klabačka

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Metody zabezpečování jakosti

Název anglicky

Quality control methods

Cíle práce

Na základě literární rešerše shromáždit používané metody zabezpečování jakosti, stručně je popsat, uvést případy vhodnosti jejich použití v systémech řízení jakosti. Nejpoužívanější metody podrobněji popsat a uvést příklady konkrétního použití.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl a metodika práce
3. Řízení jakosti ve výrobním procesu, nástroje a metody
4. Praktické využití vybraných nástrojů řízení jakosti
5. Závěr – zhodnocení získaných výsledků

Doporučený rozsah práce

40-50

Klíčová slova

jakost, zabezpečování jakosti

Doporučené zdroje informací

- BESTERFIELD, Dale H. Quality Control. Upper Saddle River, N.J. : Pearson Prentice Hall, 2009. 540 s. ISBN 978-0-13-714439-6.
- GOETSCH, David L. Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2010. 634 s. ISBN 978-0-13-800354-8.
- IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen : Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. Vladimír Paulíny. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2008. 312 s. ISBN 80-251-0850-3.
- LEGÁT, V., JURCA, V., HORÁKOVÁ, A.: Jakost, spolehlivost a obnova stroju. TF CZU, Praha, 2006, ISBN 80-213-1514-8.
- NENADÁL, Jaroslav, et al. Moderní management jakosti: : principy, postupy, metody. Praha : Management Press, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- Normy řady ISO 9000 a související
- VEBER, Jaromír, et al. Řízení jakosti a ochrana spotřebitele. 2. vyd. Praha : Grada Publishing, 2007. 164 s. 978-80-247-1782-1.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2016

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 10. 2017

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Metody zabezpečování jakosti vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 29. 03. 2018

.....
Radovan Klabačka

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Vladimírovi Jurčovi, CSc., za odborné vedení, za poskytnutí odborných rad, cenné připomínky, ochotný a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se věnuje metodám zabezpečování jakosti. Svým zaměřením se snaží obsáhnout pojem významu slova jakost, který ji provází v celém rozsahu. Cílem práce je na základě literární rešerše shromáždit používané metody zabezpečování jakosti, stručně je popsat a uvést případy vhodnosti jejich použití v systémech řízení jakosti na konkrétně řešených úlohách z oblasti strojírenské praxe.

Abstract

This bachelor thesis deals with methods of quality assurance. By its focus, the term "quality" is intended to encompass the quality that accompanies it in its entirety. The aim of this work is to collect the quality assurance methods used on the basis of literary research, briefly describe them and indicate the suitability of their use in quality management systems on concretely solved problems in the field of engineering practice.

Klíčová slova

Jakost, metody zabezpečování jakosti, statistické metody, strojírenství

Keywords

Quality, quality management methods, statistic methods, engineering

OBSAH

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | ÚVOD | 1 |
| 1.1 | Vymezení základních pojmů v jakosti..... | 1 |
| 2 | CÍL A METODIKA PRÁCE | 3 |
| 2.1 | Cíl práce..... | 3 |
| 2.2 | Metodika práce | 3 |
| 3 | ŘÍZENÍ JAKOSTI VE VÝROBNÍM PROCESU, NÁSTROJE A METODY..... | 4 |
| 3.1 | Základní postupy pro řízení kvality výroby..... | 4 |
| 3.1.1 | Jednoduché metody řízení kvality..... | 4 |
| 3.1.2 | Principy založené na standardu | 4 |
| 3.1.3 | Systemy TQM | 4 |
| 3.2 | Základy řízení jakosti ve výrobním procesu..... | 5 |
| 3.2.1 | Předvýrobní fáze..... | 6 |
| 3.2.2 | Výroba..... | 8 |
| 3.2.3 | Údržba a expedice | 11 |
| 3.3 | Nástroje a metody řízení jakosti v praxi | 11 |
| 3.3.1 | Nástroje a metody pro univerzální použití | 12 |
| 3.3.1.1 | Sedm nástrojů řízení kvality..... | 12 |
| 3.3.1.2 | Sedm nástrojů managementu..... | 12 |
| 3.3.1.3 | Metoda PDCA | 13 |
| 3.3.2 | Metody měření znaků kvality..... | 14 |
| 3.3.3 | Metody používané při plánování kvality..... | 15 |
| 3.3.3.1 | Metoda FMEA..... | 15 |
| 3.3.3.2 | Hodnotová analýza | 16 |
| 3.3.3.3 | Stromová analýza FTA..... | 17 |
| 3.3.3.4 | Metoda Poka-yoke..... | 17 |
| 3.3.3.5 | Analýzy spolehlivosti | 18 |
| 3.3.4 | Metody pro monitorování a zlepšování procesů | 18 |
| 3.3.4.1 | Statistické přejímky | 18 |
| 3.3.4.2 | Statistická regulace..... | 19 |
| 3.3.4.3 | Analýzy způsobilosti | 19 |
| 3.3.5 | Metody hodnocení kvality..... | 20 |
| 3.3.5.1 | Metoda six sigma..... | 20 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.6 | Západní vs. japonský přístup k řízení kvality..... | 22 |
| 4 | PRAKTICKÉ VYUŽITÍ VYBRANÝCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ JAKOSTI | 23 |
| 4.1 | Řešené úlohy | 23 |
| 4.1.1 | ÚLOHA č. 1 Kontrola vnějšího průměru motoru – stanovení vhodného měřidla a ověření způsobilosti měřicího systému použitím MSA..... | 23 |
| 4.1.2 | Intepretace výsledku měření aplikovaných v ÚLOZE č. 1 | 28 |
| 4.1.3 | Závěrečné zhodnocení ÚLOHY č. 1 | 34 |
| 4.1.4 | ÚLOHA č. 2 Ověření způsobilosti výrobního procesu Statistickou regulací procesu (SPC) | 34 |
| 4.1.5 | Intepretace výsledku měření aplikovaných v ÚLOZE č. 2 | 35 |
| 4.1.6 | Závěrečné zhodnocení ÚLOHY č. 2 | 37 |
| 5 | ZÁVĚR – ZHODNOCENÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ..... | 38 |
| 6 | Seznam použitých a citovaných zdrojů | 40 |
| 7 | Přílohy | 42 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Šest velkých ztrát ve výrobě..... | 10 |
| Tabulka 2 Přehled sedmi nástrojů řízení kvality | 12 |
| Tabulka 3 Přehled sedmi nástrojů managementu | 13 |
| Tabulka 4 Kritéria měřicího systému | 31 |
| Tabulka 5: Vyhodnocení R&R provedené na měřící jednotce třmenový mikrometr – měřený průměr 962±0,1) | 32 |
| Tabulka 6: Tabulka vyhodnocení R&R provedené na měřícím zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12..... | 33 |
| Tabulka 7: Výpočtové koeficienty | 34 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Výřez výkresové dokumentace motoru, schématické znázornění měřené hodnoty vnějšího průměru | 25 |
| Obrázek 2: Měřidlo: třmenový mikrometr o rozsahu 900 – 1000 mm,..... | 25 |
| Obrázek 3: Vzhled měřeného motoru v reálné praxi..... | 26 |
| Obrázek 4: Zachycení průběhu měření za pomoci měřidla: třmenový mikrometr obchodní značky Mitutoyo | 27 |
| Obrázek 5: Měřicí zařízení: 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12..... | 27 |
| Obrázek 6: Regulační digram X | 36 |
| Obrázek 7: Regulační diagram MR | 37 |

SEZNAM ROVNIC

| | |
|---|----|
| Rovnice 1: Směrodatná odchylka systému měření..... | 29 |
| Rovnice 2: Směrodatná odchylka – celková variabilita | 29 |
| Rovnice 3: Procento variability procesu systému měření | 29 |
| Rovnice 4: Procento tolerance | 29 |
| Rovnice 5: Počet oddělených kategorií | 29 |
| Rovnice 6: Celková variabilita | 30 |
| Rovnice 7: Celková variabilita – variabilita mezi díly | 30 |
| Rovnice 8: Procento variability zařízení | 30 |
| Rovnice 9: Procento variability hodnotitelů; procento variability R&R měřicího systému; procento variability mezi díly | 30 |
| Rovnice 10: Počet oddělených kategorií – citlivost měřicího systému | 31 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

| | |
|-------|---|
| 5S | Systém nástrojů managementu jakosti |
| ASQ | Americká společnost pro jakost |
| AV | Reprodukovatelnost – variabilita operátora |
| ČSJ | Česká společnost pro jakost |
| ČSN | Česká technická norma |
| DMAIC | Define, Measure, Analyze, Improve and Control |
| DPMO | Defects Per Milion Oppurtunities |
| DRM | Dolní regulační mez |
| DTM | Dolní toleranční mez |
| EV | Opakovatelnost – variabilita zařízení |
| FMEA | Failure Mode and Effects Analysis |
| FTA | Fault Tree Analysis |
| GRR | Variabilita systému měření – opakovatelnost/reprodukovatelnost |
| HRM | Horní regulační mez |
| HTM | Horní toleranční mez |
| ISO | the International Organization for Standardization – mezinárodní organizace pro normalizaci |
| JIT | Just In Time |
| LSL | Lower Specification Limit |
| MSA | Measurement Systems Analysis |
| ndc | Citlivost měřicího systému |
| PDCA | Plan Do Check Act |
| PV | Variabilita mezi díly |
| QFD | Quality Function Deployment |
| SDCA | Standardize – Do Check Act |
| SPC | Statistical Process Control |
| TQM | Total Quality Management |
| TV | Celková variabilita |
| USA | Spojené státy americké |
| USL | Upper Specification Limit |

1 ÚVOD

Problematika kvality, jejího řízení a převedení její teorie do praxe je i po mnoha letech intenzivního výzkumu, pokusů i empirie získané v praxi stále velmi diskutovaným a hlavně aktuálním tématem. Kvalita, a zvláště ta ve výrobě, byla, je a bude do budoucna jednou z hlavních problematik mnoha průmyslově a hlavně technicky zaměřených odvětví. Je to zřejmé nejen z pohledu technicky vzdělaných lidí, ale i nejširší veřejnosti a všech, kteří se setkávají s jakostí a srovnávají své zkušenosti s každodenními nově získanými podněty. A právě pro každodenní aktuálnost a závažnost nejen v běžném životě, ale zejména ve strojírenské praxi, kde je obzvlášť naléhavá, jsem si zvolil toto téma pro zpracování své bakalářské práce, jejíž název je: „Metody zabezpečování jakosti“.

Bakalářská práce je koncipována do dvou částí, a to části teoretické, na kterou navazuje část praktická. V samotném úvodu teoretické části se práce zabývá stručnou historií a základní terminologií. Následně navazuje část, kde jsou popsány způsoby a hlavní činnosti řízení jakosti ve výrobním procesu. Členění je postupné v krocích, které na sebe v procesu navazují. V další části zevrubně rozebírám jednotlivé nástroje a metody sloužící k dosahování, řízení a ovlivnění jakosti, které se používají ve strojírenské výrobě. Praktická část bakalářské práce je poté zaměřena na vybrané úlohy, v nichž jsou názorně využity zvolené nástroje managementu jakosti. Získané výsledky jsou dále početně a graficky vyhodnoceny a v závěrečné části práce zhodnoceny z pohledu kvality, jejího řízení či vlivu na proces nebo produkt.

1.1 Vymezení základních pojmů v jakosti

Předmětem této bakalářské práce a její teoretické části jsou metody zabezpečování jakosti ve výrobním procesu. Na úvod vymezení této problematiky je třeba definovat základní pojmy v jakosti. Za synonymum pojmu „jakost“ je považován pojem „kvalita“. I když byl tento pojem poprvé použit již v dobách Aristotelových, tak logickým vývojem je jeho tehdejší výklad pro aplikaci v dnešní době nevhodným. Za jakost přitom byla považována shoda s požadavky, nebo to, co za jakost považuje zákazník. [10, s. 204] Na jakost může být nahlíženo jako na bezvadnost, technickou vyspělost nebo technickoekonomickou veličinu. [1, s. 9–10] Jakost lze definovat jako „*souhrn a míru vlastností, které umožňují, aby výrobek plnil účel, k němuž je určen.*“ [17, s. 99] V dnešní době je jakost „*stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik.*“ [10, s. 204] Tímto způsobem vymezuje jakost norma ČSN EN ISO 9000:2016, přičemž jednotná definice pojmu jakost je předmětem neustálého vývoje v čase. Význam managementu zaměřeného na jakost spočívá v tom, že jakost je rozhodujícím faktorem stabilního ekonomického růstu podniku, management jakosti je nejdůležitějším ochranným faktorem před ztrátou trhů, jakost je velmi významným zdrojem úspor materiálů a energií, jakost ovlivňuje i makroekonomické ukazatele, jakost je limitujícím faktorem tzv. trvale udržitelného rozvoje, jakost a ochrana spotřebitele jsou spojené nádoby. [14, s. 13] Management jakosti lze definovat jako „*disciplínu, která se zabývá způsoby zajištění kvality z pohledu organizace. Ukazuje, jak řídit kvalitu ve všech fázích výroby nebo poskytování služeb*“.

(od výběru dodavatele, marketingu, návrhu a vývoje přes výrobu a skladování až po dodání zákazníkovi).“ [13, s. 17] Management jakosti zahrnuje čtyři soubory procesů. Prvním procesem je plánování jakosti, což je tou částí managementu jakosti zaměřenou na stanovení cílů a na specifikování procesů nezbytných pro provoz a souvisejících zdrojů pro splnění cílů jakosti. Druhým procesem je řízení jakosti, což je tou částí managementu jakosti zaměřenou na splnění požadavků na jakost. Třetím procesem je prokazování jakosti neboli orientace na poskytování důvěry, že požadavky na jakost budou splněny. V neposlední řadě je čtvrtým procesem zlepšování jakosti, což je tou částí managementu jakosti zaměřenou na zvyšování schopnosti plnit požadavky na jakost. [11, s. 15] Aby byl management jakosti přínosem pro podnik, tak musí respektovat základní pravidla neboli výchozí myšlenku managementu jakosti. Jedná se o 11 základních pravidel: Zaměření na zákazníka (1), Vůdcovství (2), Zapojení zaměstnanců (3), Učení se (4), Flexibilita (5), Procesní přístup (6), Systémový přístup k managementu (7), Neustálé zlepšování (8), Management na základě testů (9), Vzájemně prospěšné vztahy s dodavateli (10), Společenská odpovědnost (11). [11, s. 25]

2 CÍL A METODIKA PRÁCE

2.1 Cíl práce

Na základě literární rešerše bylo cílem shromáždit používané metody zabezpečování jakosti, stručně je popsat, uvést případy vhodnosti jejich použití v systémech řízení jakosti. Nejpoužívanější metody podrobněji popsat a uvést příklady konkrétního použití.

2.2 Metodika práce

V první, teoretické, části bakalářské práce bude na základě literární rešerše odborné literatury vytvořen přehled současných metod zabezpečování jakosti, vhodnost jejich použití, tj. rozbor, aktuálnost, a dále pak výběr několika z nich, jejich aplikace a přiblížení reálné praxi v oblasti strojírenské výroby. Využit bude k tomuto účelu přehled nastudované literatury týkající se charakteristiky kvality, vývoje managementu jakosti od počátku až k normám „ISO řady 9000“, pojetí a principů TOTAL QUALITY MANAGEMENTU. Cílem kapitol a podkapitol teoretické části bakalářské práce bude blíže specifikovat tři vybrané oblasti rozsáhlého tématu zabezpečování jakosti, které lze charakterizovat odpovědí na otázky „Co je to management jakosti?“, „Jaké jsou hlavní činnosti řízení jakosti ve výrobním procesu?“ a „Jaké nástroje a metody řízení jakosti se používají v reálné praxi?“.

Ve druhé, praktické, části bakalářské práce bude práce směřovat k praktickému využití a aplikaci některých nově nabytých poznatků v konkrétních úlohách. Budou vybrány nástroje řízení jakosti, dále zpracovány v rámci úloh za účelem dojít k co nejpřesnějším závěrům, které budou v závěru bakalářské práce z pohledu jakosti zhodnoceny. Využity budou matematické a statistické metody.

3 ŘÍZENÍ JAKOSTI VE VÝROBNÍM PROCESU, NÁSTROJE A METODY

3.1 Základní postupy pro řízení kvality výroby

V současné době existují ve světovém měřítku tři základní koncepce neboli základní postupy při řízení kvality, a to koncepce podnikových standardů, koncepce ISO (tzn. systém uplatňování norem „ISO řady 9000“ a koncepce TQM. [12, s. 22]

3.1.1 Jednoduché metody řízení kvality

Systém podnikových standardů je považován za historicky nejstarší. Tento systém vychází z výrobní praxe a jejích historických potřeb. Zejména velké korporace si totiž v minulosti uvědomovaly vnitřní potřebu tvorby systémových přístupů k managementu jakosti, a proto začaly vytvářet podnikové standardy. I když jsou podnikové standardy historicky nejstaršími, tak jsou stále velmi populárními. [11, s. 42–43]

3.1.2 Principy založené na standardu

Systém uplatňování norem „ISO řady 9000“ je zajišťován na panevropské úrovni nevládní organizací International Organization for Standardization, odtud zkratka ISO. Podniky, které mají zavedený systém managementu kvality a plní všechny stanovené požadavky norem, tak získávají patřičnou certifikaci ISO. [9, s. 155] Systém norem „ISO řady 9000“ je založený na kvalitě procesů, a poprvé byl použit v roce 1987. *„Tyto normy jsou nástrojem k zabezpečení stabilní jakosti výrobků a služeb a k překonávání překážek obchodu tím, že sjednocují a zdokonalují požadavky na zabezpečení jakosti. Plnění technických požadavků nezajišťuje komplexní jakost pro zákazníka a optimální náklady výrobce, proto pouze sledování úrovně technických parametrů výsledné produkce pro celkové hodnocení výrobce, či poskytovatele služeb, už dávno nestačí.“* [1, online] Normy ISO jsou založeny na 8 zásadách managementu kvality, tedy na zaměření na zákazníka, vedení, zapojení zaměstnanců, procesní přístup, systémově orientovaný přístup k řízení, neustálé zlepšování, přístup k rozhodování zakládající se na faktech a vzájemně výhodné dodavatelské vztahy. [9, s. 155]

3.1.3 Systémy TQM

Systém TQM (Total Quality Management) byl poprvé použit v roce 1975 v USA a za zakladatele lze považovat 14 významných evropských firem jako například Bosch, Nestlé, Philips atd. I když je TQM považován za poměrně jednoduchý model, tak se v praxi náročně aplikuje. Tento model umožňuje srovnávat každoroční vývoj podniku, ale také porovnávat se s konkurencí a partnery. Je osvědčeným nástrojem managementu a úspěšnosti při řízení kvality. [9, s. 157] Komplexní řízení kvality neboli TQM aktivuje každého člena podniku i pracovníky ve spolupracujících podnicích k poskytování výrobků a služeb, které odpovídají

potřebám a očekávání zákazníků. Metodika TQM je zaměřena na všechny aktivity podniku a nevynechává žádný útvar ani pracovníka. A právě zde dělá mnoho podniků chyby, že do procesu nezapojí všechny pracovníky. Při zavádění TQM ovšem nastávají v podnicích i jiné překážky. Například vrcholový management se neztotožní a nestojí v čele změn a zavádění TQM, plánování a vedení projektů je špatné, podnik je se stávajícím stavem spokojen a je neochotný ke změnám. Častým problémem při zavádění TQM je také přílišná byrokratizace nebo omezení se jenom na produkci dokumentu k TQM a formalizaci projektu TQM. Často taktéž chybí cíle nebo kritéria úspěchu. [2, s. 420] Konceptce TQM je postavena na několika základních principech, mezi které patří zaměření na zákazníka, zapojení pracovníků, procesní přístup, systémový přístup, rozhodování na základě faktů, trvalé zlepšování a vzájemně výhodná partnerství. [19, s. 221] Tyto principy se přitom logicky prolínají se základními pravidly managementu jakosti.

Bez ohledu na použitou koncepci managementu jakosti je třeba o ní vést záznamy. Tyto záznamy jsou dokumentací, která zejména charakterizuje stav systému managementu jakosti a odráží všechny jeho aspekty. Kromě toho dávají záznamy pocit jistoty zaměstnancům, jsou účinným prostředkem pro zácvik zaměstnanců a jsou garancí toho, že při opakování procesů nebude docházet k nežádoucí variabilitě přístupů. [11, s. 52] Nezpochybnitelným faktem je, že důsledný management jakosti je nedílnou součástí konkurenční výhody každého podniku v tržním prostředí. [18, s. 526]

3.2 Základy řízení jakosti ve výrobním procesu

Tato podkapitola se věnuje základům řízení jakosti ve výrobním procesu. Jakost a výrobní proces jsou vzájemně propojenými pojmy. [14, s. 41] Jakost je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků, jak již bylo vymezeno [1, s. 11] Výrobní proces je poté charakterizován svým průběhem v čase a prostoru. [17, s. 31] Lze jej definovat jako transformaci výrobních faktorů (tzn. přírodní zdroje, práce, kapitál, informace) do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou. [7, s. 2] Výrobní proces *„je jedním z primárních procesů podniku a je třeba ho blíže definovat. Je to sled operací, při kterých dochází k účelnému propojení všech výrobních faktorů za přímé, či nepřímé účasti pracovníků s cílem uspokojit zákazníka. Dochází k přeměně vstupů na výstupy, k přeměně materiálu na hmotné statky. Materiál mění svůj tvar, své fyzické a případně chemické složení a získává nové vlastnosti.“* [18, s. 460]

Řízení jakosti je třeba se věnovat v celém životním cyklu entity. Dále se budeme blíže zabývat výrobním procesem, který zahrnuje tři výrobní fáze (předvýrobní fáze, výroba, údržba a expedice). V dnešní průmyslové výrobě se klade stejný důraz jak na prevenci vzniku problémů s jakostí v předvýrobní fázi, tak i na následnou kontrolu výsledného výrobku ve fázi údržby a expedice. [12, s. 67] V celém výrobním procesu je třeba provádět plánování a monitoring toho, aby všechny výrobní operace probíhaly v určeném pořadí a s určenými znaky jakosti. Mezi znaky jakosti mohou patřit technické, provozní, ekonomické, estetické,

a ekologické aspekty. Snahou řízení jakosti by ve výrobním procesu mělo být ověřovat stav jakosti výrobků, výrobních procesů i materiálu a montážních částí. [17, s. 99, 105]

3.2.1 Předvýrobní fáze

Předvýrobní fázi lze vymezit jako fázi strategickou. [15, s. 55] Za základní činnost předvýrobní fáze se považuje výrobní plánování, které vychází z informací od zákazníků (požadavky, objednávky, smlouvy apod.), a také z tržních informací (prognózy trhu). Výrobní plánování se zaměřuje na to, co se bude vyrábět, kdy, v jakém množství a v jaké jakosti. Je třeba naplánovat materiál, zpracování objednávek, zásobování a samotnou výrobu. [6, s. 67] Výstupem výrobního plánování je výrobní plán a jeho taktické sub-plány (operativní plán, plán řady výrobků, plán zdrojů, plán kapacitních požadavků, plán materiálových požadavků, plán jakosti). [17, s. 87–88]

V předvýrobní fázi dochází i k plánování jakosti. Čím lépe je jakost naplánována, tím méně problémů se vyskytuje při výrobě i údržbě výrobku. Plánování jakosti má svůj daný postup a měl by zahrnovat 10 navazujících činností:

1) „Určení zákazníků

Za zákazníka by měl být považován každý, na koho bude výrobek nějak působit. Jsou to tedy jednak bezprostřední zákazníci, kteří výrobek kupují, ale také například ti, na které bude výrobek působit z hlediska bezpečnosti či vlivu na životní prostředí.

2) Zjištění potřeb zákazníků

Pro zjištění potřeb zákazníků je potřeba využít co nejširšího spektra možných zdrojů informací, jako jsou například jednání se zákazníky, zprávy z návštěv obchodníků, zprávy z průzkumu trhu, servisní zprávy, dotazníky, studie konkurenceschopnosti nového výrobku apod. Solidní dodavatelé by se přitom neměli spokojit pouze se shromážděním požadavků formulovaných zákazníkem, ale sami by se měli zajímat o účel a podmínky použití výrobku tak, aby zákazníkovi mohli poradit a případně jeho požadavky upřesnit.

3) Překlad potřeb zákazníků do řeči výrobce

Zákazník (odběratel finálního výrobku) své požadavky často neformuluje v technických specifikacích, ale ve své řeči. Úkolem výrobce je transformovat tyto požadavky do technických specifikací, například s využitím metody QFD. V případě, že některé požadavky zákazníků není možno v technických specifikacích vyjádřit (vůně, chuť, vzhled atd.), je vhodné je blíže specifikovat použitím připravených vzorků.

4) Stanovení měřitelných parametrů

Stanovení měřitelných parametrů je úzce spjato s překladem potřeb zákazníků do technických specifikací. Nejlépe jsou technické specifikace výrobku charakterizovány číselnými hodnotami měřitelných parametrů.

5) Zavedení měření

Pokud jsou požadavky zákazníka transformovány do měřitelných parametrů výrobku, musí být výrobce schopen tato příslušná měření provádět nebo zajistit.

6) Vývoj výrobku

V této fázi plánování jakosti se určují charakteristiky výrobku odpovídající požadavkům zákazníků. Kromě požadavků zákazníků je však při vývoji výrobků potřeba přihlížet i k dalším aspektům, jako jsou strategické záměry firmy, údaje o úrovni vědy a techniky v dané oblasti výrobků a technologií, informace o potenciálních zdrojích a možnostech organizace, záměry společnosti (např. preference některých odvětví výroby), omezující faktory (např. platná legislativa v oblasti bezpečnosti, hygieny a ekologie) a image firmy či značky.

7) Optimalizace návrhu výrobku

V tržním prostředí by návrh výrobku měl splňovat požadavky zákazníků a potřeby dodavatelů, být konkurenceschopný a optimalizovat kombinované náklady zákazníků a dodavatelů. Optimální návrh se stává cílem, jehož by mělo být dosaženo.

8) Vývoj procesu

Již vývoj výrobku by měl probíhat za účasti technologů. Pokud tomu tak není, měli by se zástupci technologie účastnit hodnocení jednotlivých fází vývoje výrobku. Cílem této účasti je v dostatečném předstihu posoudit možnosti technologie ve vztahu k navrhovanému výrobku a odhalit případné nereálné parametry. Čím dříve se případné nedostatky odhalí, tím širší jsou možnosti jejich řešení. Nedílnou součástí vývoje procesu je i vývoj řízení procesu a plánování kontrolních míst, v nichž budou sledovány parametry procesu a kde bude zajištěna zpětná vazba umožňující regulaci procesu.

9) Optimalizace a prokázání způsobilosti procesu

Optimalizace návrhu procesu využívá podobných metod jako optimalizace návrhu výrobku. Hodnocení způsobilosti procesu umožňuje kvantitativně posoudit schopnost procesu dosahovat zadaných mezních hodnot sledovaných znaků jakosti.

10) Převod procesu do výrobních instrukcí

V rámci transformace optimálního návrhu výrobního procesu do provozního využití by měla být způsobilost procesu a jeho ovladatelnost potvrzena v provozních podmínkách.“ [12, s. 71–73]

Výstupem celého plánovacího procesu je plán jakosti, což je dokument, který představuje příručku jakosti vztahující se k výrobě. [12, s. 73–74]

Smyslem zabezpečování jakosti v předvýrobní fázi je sledovat jakost návrhu a konstrukce, tím se rozumí vhodnost, výběr a konfigurace rysů, které určují, k čemu je produkt určen, jak vypadá a nakolik je vytvořen v souladu s požadavky. [3, s. 9]

Řízení jakosti v předvýrobní fázi má stejný význam, jako její řízení v následujících fázích výroby. Každá výrobní fáze se totiž podílí na výsledné jakosti výrobku. V případě, že v některé výrobní fázi je řízení jakosti zanedbané, tak se dá předpokládat degradace výsledku. V minulosti se mnohem větší důraz kladl na řízení jakosti ve výrobní fázi, ovšem v současnosti se již ví, že tvorba kvality koncepce výroby budoucího výrobku v předvýrobní fázi zásadně ovlivňuje to, zdali výrobek bude konkurenceschopným, bude splňovat požadavky zákazníka a přinese očekávaný zisk. Proto význam řízení jakosti v předvýrobní etapě roste. Přesun lze pozorovat i od „on-line“ řízení jakosti k „off-line“ řízení jakosti. Je to dáno větším důrazem na prevenci, která umožňuje předcházet možným jakostním problémům v dalších fázích výroby. Je známo, že v předvýrobní fázi dochází k výskytu větších jakostních neshod než v dalších fázích výroby, a proto je klíčová strategie prevence. [12, s. 67 – 68] *„Obecně platí, že čím v ranějších fázích životního cyklu se podaří odhalit riziko možného výskytu neshodného výrobku, tím nižší jsou finanční ztráty. Některé praktické zkušenosti ukazují, že náklady na odstranění neshody ve fázi konstrukce mohou být stokrát nižší, než náklady na odstranění neshody zjištěné před expedicí a tisíckrát nižší než náklady na odstranění neshody, která se dostane k zákazníkovi. Přesto je pořád ještě častým jevem, že „není dostatek peněz nebo času“ na dostatečné propracování návrhu, ale pak musí být dostatek peněz a času na mnohem nákladnější odstraňování problémů, které nastanou ve fázi realizace.“* [12, s. 68]

3.2.2 Výroba

Výrobu lze vymezit jako operativní fázi. [15, s. 55] Její řízení má operativní charakter a *„představuje aplikaci obecných zásad a nástrojů managementu na oblast výrobků a jejich výroby.“* [6, s. 78] Je nutné podotknout, že moderní koncepce řízení výroby vychází z filozofie, že jakost nepodporují vysoké zásoby. Proto se mnohem větší důraz klade na systém Just-In-Time, který právě minimalizuje zásoby, což se promítá i do cílů managementu výroby. [12, s. 107] Řízení výroby se zaměřuje na několik dílčích parametrů, mezi které patří jakost a spolehlivost dodávek/služeb v souladu s očekáváním zákazníka; vysoká pružnost výroby ve smyslu schopnosti pozitivně a rychle reagovat na požadavky zákazníků, týkající se funkcí, kvality, množství a cen výrobků a požadovaných termínů jejich zhotovení; zkracování

průběžných dob výroby; snižování nákladů, zásob a rozpracované výroby; vysoká produktivita; plynulost a rychlost materiálových toků; efektivita využití disponibilních výrobních kapacit; zabezpečení informačních procesů včetně návazností na související subsystémy. [7, s. 6] Cílem řízení výroby je zajistit optimální fungování výrobních systémů. „*Pojem výrobní systém přitom zahrnuje všechny činitele účastníci se na procesu výroby: provozní prostory, nezbytná technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníky podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky a odpady. V řízení výroby se především jedná o věcné, prostorové a časové sladění, případně koordinaci činitelů účastnících se výrobních procesů nebo výrobní procesy ovlivňujících: pracovníků podílejících se na výrobě, provozních prostor, nezbytných výrobních a dopravních zařízení, surovin, polotovarů, energií, rozpracovaných výrobků, finančních prostředků, informací a v neposlední řadě i odpadů.*“ [7, s. 4] Součástí řízení výroby je kromě koordinace uvedených činitelů i koordinace zabezpečování jakosti a ověřování jakosti.

Řízení jakosti ve výrobní fázi má také operativní charakter, neboť se zaměřuje na provozní monitorování jakosti ve výrobním procesu a na odstraňování příčin neshod a nedostatků. Klíčovým zájmem řízení jakosti v této výrobní fázi je vlastní výrobní proces, který transformuje vstupní prvky na požadované výrobky. [12, s. 106] V celém průběhu výrobního procesu i na místě výroby dochází k ověřování, které zahrnuje několik kontrol:

- „*kontrolu seřízení a kontrolu prvního vyrobeného kusu;*
- *kontrolu nebo zkoušku provedení obsluhou stroje;*
- *automatickou kontrolu nebo zkoušku;*
- *pevná kontrolní místa, v nichž se kontroluje v určitých časových intervalech v průběhu výrobního procesu.*“ [17, s. 106–107]

Na doplnění kontrol a zkoušek během výrobního procesu jsou vhodné dvě formy konečného ověření hotového výrobku:

- „*přejímací kontroly nebo zkoušky k zajištění shody výrobních kusů nebo dodávek s požadavky na provedení a ostatními požadavky na jakost;*
- *nepřetržitá nebo periodická prověrka jakosti vybraných dávek hotových výrobků.*“ [17, s. 106–107]

Smyslem zabezpečování jakosti ve výrobě je sledovat výrobní provedení. „*Jakost výrobního provedení odráží míru shody skutečných vlastností vytvořeného produktu s vlastnostmi specifikovanými (požadovanými). Obecnou snahou je, aby variabilita skutečných vlastností od vlastností požadovaných/specifikovaných byla minimální. V rámci zabezpečování jakosti výrobního provedení se řeší problémy spjaté s prevencí neshod, analýzou i nápravou neshod a odhalováním neshod.*“ [3, s. 9] Každý výrobek musí mít požadované kvalitativní a kvantitativní vlastnosti, přičemž každá z těchto vlastností má svoji hodnotu. Řízení jakosti se proto zaměřuje na ověřování shody těchto vlastností a eliminaci neshodných výrobků

a případných ztrát. Ve výrobě přitom může dojít k několika druhům ztrát, které jsou přímo nebo nepřímou spojeny s jakostí, a na které poukazuje Tabulka 1. [12, s. 109, 119]

Tabulka 1 Šest velkých ztrát ve výrobě

| Druh ztráty | Cíle |
|--|---|
| 1. Ztráty spojené s poruchami strojů | Redukovat časy prostojů v důsledku poruch na minimum |
| 2. Ztráty spojené s přípravou a seřízením | Redukovat čas na přípravu a seřízení na méně než 10 minut |
| 3. Ztráty spojené se sníženou rychlostí | Zvýšit projektové rychlosti spíše než je zvyšovat v průběhu procesu |
| 4. Malé prostoje | Redukovat je na nulu |
| 5. Ztráty spojené s výrobou neshodných výrobků | Stanovit velmi úzké toleranční meze |
| 6. Ztráty spojené s výrobou prvních kusů | Minimalizovat na méně než 0,2 % dávky |

Zdroj: [12, s. 119]

Oblasti řízení neshod je v celém systému zabezpečování jakosti věnovaná poměrně velká pozornost. Kromě zjišťování neshodných výrobků se tyto výrobky dále označují, provádí se záznamy o neshodě, přezkoumávají se, neshody se vypořádávají, kalkulují se ztráty, řeší se škody a provádí se rozbor neshod, který vede k realizaci nápravných opatření a kontrole jejich účinnosti. [12, s. 120 – 124]

Hlavním cílem řízení jakosti ve výrobním procesu je zabránit snižování jakosti. Mezi dílčí cíle poté patří:

- „zajištění tvorby podmínek pro splnění požadavků na jakost stanovených v předvýrobních etapách (systémy operativního řízení výroby);
- vytvoření stabilních podmínek pro plynulý průběh výrobního procesu (operativní řízení výroby, vhodný systém údržby, vhodný způsob manipulace s materiálem);
- minimalizace ztrát spojených s výskytem neshodných výrobků v procesu i u zákazníka (kontrola jakosti, řízení neshodných výrobků, identifikace);
- udržování úrovně jakosti dosažení během výroby (vhodný systém manipulace a skladování);
- vytvoření podmínek pro neustálé zlepšování procesu (nápravná a preventivní opatření, změnové řízení).“ [12, s. 106]

Řízení jakosti při výrobě je souborem komplexních činností zaměřených na tvorbu podmínek, kontrolu a testování. Testují se výrobní technologie a vady materiálů (např. nestejná tloušťka konstrukčních materiálů, vady na povrchu), vady zaviněné technickým stavem strojů (např. formátování na přesný rozměr a do úhlů, kolíkování do plochy a hran), vady zaviněné nesprávným technologickým postupem (např. nános nátěrové hmoty, tloušťkování, egalizace) nebo vady a chyby v předmontáži a montáži (např. mechanické poškození, osazení závěsů a závěrů, leštění předních ploch). Kromě toho se kontroluje výrobní proces, zejména oblast organizace práce, technologický proces výroby a dokončovací práce. [17, s. 107–108]

3.2.3 Údržba a expedice

Údržba a expedice je nezbytnou fází výrobního procesu. Finální výrobek představuje konečný výsledek výrobního procesu, ať již z hlediska standardního charakteru či plně přizpůsobeného požadavkům zákazníků. V této fázi se celý výrobní proces uzavírá. [16, s. 26–28]

Nejsložitější částí řízení jakosti v povýrobní etapě je uvést výrobek do provozu tak, aby splňoval všechny sledované kvalitativní i kvantitativní parametry. Následně je součástí řízení jakosti v této povýrobní etapě část řešení stížností a reklamací. Stížnosti představují kritiku nebo podněty zákazníka a většinou slouží jako podklad pro další zlepšování. Kdežto reklamace jsou oficiálním projevem nespokojenosti zákazníka, které se řeší individuálně a vyžadují okamžité řešení v podobě náhradního plnění nebo opravy. Ten podnik, který má minimum reklamací, se může považovat za podnik s optimalizovanými procesy. Poněkud specifickou částí řízení jakosti v povýrobní etapě je servis. Servis jsou služby, které zlepšují jakost výrobku, prodlužují jeho životnost nebo jsou kombinací obojího. Trendem je poskytování nejenom záručního servisu, ale i pozáručního servisu. Je také třeba si uvědomit, že čím více výrobce vyjadřuje svoji odpovědnost za výrobek, tím více je v očích zákazníků kvalitnějším. Odpovědnost za výrobek je v posledních letech chápána nejenom jako odpovědnost za jeho jakost, ale i za škody způsobené jeho vadnou výrobou nebo vadným provozem. [12, s. 128–138]

Funkční systém řízení jakosti by se měl v povýrobní etapě zaměřovat i na monitorování a měření míry spokojenosti a loajality zákazníků. Toto monitorování je dokonce i povinností vyplývající z některých norem ISO. Obecně je ovšem uplatňování monitoringu spokojenosti zákazníků v kompetencích podniků, ve světě je široce rozvíjené. Měření míry spokojenosti a loajality zákazníků je považováno za aktivitu strategického významu a za velmi důležitou součást naplňování principu zpětné vazby efektivního managementu jakosti. [12, s. 131]

3.3 Nástroje a metody řízení jakosti v praxi

K řízení jakosti v praxi slouží celá řada nástrojů a metod, které jsou univerzálního charakteru (například 7 nástrojů řízení kvality, 7 nástrojů managementu, metoda PDCA, metody měření znaků kvality), nebo jsou používány při plánování kvality (například metoda FMEA, hodnotová analýza, stromová analýza FTA, metoda Poka-yoke, analýzy spolehlivosti), nebo jsou určeny k monitorování a zlepšování procesů (například statistické přejímky, statistická regulace, analýzy způsobilosti, metody hodnocení kvality, metoda six sigma, kaizen, základní versus japonský přístup k řízení kvality). Tato kapitola se bude věnovat výše zmíněným nástrojům.

Některé nástroje a metody mají spíše univerzální použití, jiné metody a nástroje jsou naopak určeny pro plánování jakosti nebo monitorování a zlepšování procesů. Smyslem nástrojů

a metod, kterými se bude zabývat tato kapitola, je pomoci zjistit, v jakém stavu se nachází podnik jako celek nebo jeho konkrétní aktivity či zdroj. [20, s. 143]

3.3.1 Nástroje a metody pro univerzální použití

Nástroje a metody pro univerzální použití „nabízejí užitečné, nicméně obecné postupy, které se dají využít v různých situacích. Obvykle pomáhají shromáždit potřebné informace, uspořádat je do logických souvislostí, seřadit od obecných ke konkrétním, najít mezi nimi vztahy. Výsledkem je předložení informací k další analýze nebo k přímému rozhodnutí.“ [20, s. 144] Mezi nástroje a metody pro univerzální použití mohou patřit metoda PDCA, metody měření znaků kvality nebo sedm nástrojů řízení kvality a sedm nástrojů managementu.

3.3.1.1 Sedm nástrojů řízení kvality

Nástroje řízení kvality jsou považovány za jednoduché a všeobecné postupy, kterými lze shromažďovat, uspořádat a podrobovat analýze informace, jež slouží k dalšímu zlepšování. Nástroje řízení kvality se osvědčily v praxi japonského managementu kvality, ale dnes již pomáhají sledovat problémy a naznačovat možnosti jejich řešení i v ostatních firmách. [19, s. 263] Podle japonských zkušeností se přitom dá pomocí aplikace těchto 7 jednoduchých nástrojů řízení kvality vyřešit až 75 % problémů spojených s problematikou řízení jakosti. [1, s. 45] Na shrnující přehled těchto sedmi nástrojů řízení kvality přitom poukazuje Tabulka 2, přičemž mezi ně patří formulář pro sběr dat, vývojový diagram, diagram příčina–následek, Paretův diagram, bodový diagram, histogram a regulační diagram.

Tabulka 2 Přehled sedmi nástrojů řízení kvality

| Č. | Nástroj | Aplikace |
|----|--------------------------|--|
| 1. | Formulář pro sběr dat | Shromáždí údaje o dané situaci, utřídí je a zprehledňuje |
| 2. | Vývojový diagram | Pomáhá rozumět tomu, jak proces probíhá (nebo by měl probíhat) tím, že jej člení do jednotlivých kroků |
| 3. | Diagram příčina–následek | Zobrazuje a utřídí v souvislostech všechny možné příčiny a subpříčiny, které ovlivňují daný následek |
| 4. | Paretův diagram | Zobrazuje podíl každé položky na celkovém účinku a tím naznačuje priority při řešení |
| 5. | Bodový diagram | Znázorňuje a potvrzuje/nepotvrzuje závislost mezi dvěma souvisejícími soubory dat |
| 6. | Histogram | Zpřístupňuje a zprůhledňuje ve formě sloupcového diagramu nepřehledné záznamy rozsáhlých číselných údajů a jednomu jevu, který vykazuje variabilitu, a zobrazuje momentální stav |
| 7. | Regulační diagram | Zobrazuje vývoj sledované veličiny v čase a tím poskytuje informace o stabilitě či nestabilitě procesů |

Zdroj: [19, s. 264]

3.3.1.2 Sedm nástrojů managementu

Úkolem sedmi nástrojů managementu je uspořádání a analýza informací, které mají různý charakter, jsou nečíselné, a na jejichž podkladě se činí rozhodnutí. Tyto nástroje managementu

jsou považovány za jednoduché a nenáročné pomůcky, které zvládne každý manažer. [20, s. 151] Sedm nástrojů managementu vzniklo z manažerské praxe japonských firem a osvědčily se zejména z důvodu jejich snadné pochopitelnosti, dobré vizualizace, i vzájemného propojení dat. [19, s. 244] Jejich přehled je uveden v Tabulce 3, přičemž mezi ně patří diagram afinity, relační diagram, stromový diagram, maticový diagram, analýza maticových dat, rozhodovací diagram a v neposlední řadě síťový diagram.

Tabulka 3 Přehled sedmi nástrojů managementu

| Č. | Nástroj | Aplikace |
|----|------------------------|--|
| 1. | Diagram afinity | Seskupení a utřídění velkého počtu nápadů a informací k danému tématu do logických skupin |
| 2. | Relační diagram | Identifikace klíčové příčiny a klíčového následku na základě identifikace vztahů příčina–následek mezi jednotlivými informacemi |
| 3. | Stromový diagram | Znázornění vzájemných souvislostí mezi různými dimenzemi problému |
| 4. | Maticový diagram | Odhalení vzájemných souvislostí mezi různými dimenzemi problému |
| 5. | Analýza maticových dat | Zkoumání vzájemných souvislostí a odhalení skrytých vztahů v maticovém diagramu |
| 6. | Rozhodovací diagram | Identifikace potenciálních problémů, které by mohly při řešení problému nastat, jako podklady pro stanovení preventivních opatření |
| 7. | Síťový diagram | Určení logické a časové posloupnosti jednotlivých kroků řešení problému, projektu |

Zdroj: [19, s. 244]

3.3.1.3 Metoda PDCA

Metoda PDCA (Plan–Do–Check–Act) je považována za obecnou metodu zlepšování. Uvedenými čtyřmi zkratkami poukazuje na 4 kroky, které je třeba splnit, neboť jimi lze dosáhnout učinění správných rozhodnutí. [20, s. 144] Jedná se o základní cyklus řízení změny zahrnující kroky plánování (P), provedení (D), kontroly (Ch) a zlepšení (A). [1, s. 54]

Smyslem prvního kroku “Plan–Plánuj“ je pečlivě naplánovat řešení problému, k čemuž je třeba mít dostatek shromážděných informací, které jsou utříděné a podrobené analýze, jež odhaluje příčiny, na jejichž základě jsou navrhována nápravná nebo preventivní opatření. [20, s. 144] Součástí prvního kroku metody PDCA je několik úkolů:

Krok 1. – plánování:

- zhodnocení současné situace;
- určení, jakých změn je zapotřebí;
- počítání nejprve s malou změnou;
- stanovení si cíle;
- rozhodnutí: CO, KDO, KDY;
- soupis překážek, které případně bude třeba odstranit při provedení změny;
- plánování postupu k dosažení změny. [1, s. 54]

Smyslem druhého kroku “Do–Jednej“ je realizace účinného rozhodnutí v podnikové praxi a důsledné monitorování dopadů tohoto rozhodnutí. Jsou měřeny a zaznamenávány především nové informace. [20, s. 144] Součástí druhého kroku metody PDCA jsou dva úkoly:

Krok 2. – jednání:

- provedení plánu malé změny;
- zaznamenání výsledků. [1, s. 54]

Smyslem třetího kroku “Check–Kontroluj“ této obecné metody zlepšování PDCA je vyhodnocování shromážděných informací, které byly v předešlém kroku měřeny a zaznamenávány a zjištění úrovně dosažené změny. Pokud je dosaženo změny vedoucí ke zlepšení, přechází se pak k poslednímu kroku metody PDCA, kterým je “Act–Zlepši.“ [20, s. 144–145] Součástí třetího a posledního čtvrtého kroku je přitom několik úkolů:

Krok 3. – kontrola:

- pozorování a měření výsledků změny;
- analyzování výsledků změny;
- kladení si otázek jako: Čím jsme se poučili? Jak to můžeme udělat lépe?;
- rozhodnutí, co je třeba dále zlepšit.

Krok 4. – zlepšení:

- uskutečnění kroků ke zlepšení;
- plánování další změny. [1, s. 54]

3.3.2 Metody měření znaků kvality

Měření znaků je důležité pro realizaci analýz. Naměřené hodnoty by měly být spolehlivé a měly by odrážet skutečný stav, protože na jejich základě podnik uskutečňuje mnohá důležitá rozhodnutí. Současný důraz v měření znaků jakosti přitom směřuje k průběžnému měření a průběžnému prokazování výsledků. Lze rozlišovat mezi objektivními a subjektivními metodami:

- *„objektivní metody využívají měřicí přístroje a stanovené měřicí postupy. Míra účasti člověka je výrazně omezena, a proto je za dodržení stejných podmínek (přístrojů a postupů) dosaženo reprodukovatelnosti. Měření se opakují a výsledky jsou statisticky interpretovány. Spolehlivost je ovlivněna přesností měřicího přístroje (jinou přesnost má pravítko, posuvné měřítko, jinou mikrometr), správnosti zvolené metody a dodržením postupu měření. Proto je otázkám metrologie věnována značná pozornost jak v normách, tak i v legislativě. I v těchto metodách se musí připustit chyby;*
- *subjektivní metody využívají pro stanovení hodnot pouze smyslových schopností člověka, který má zpravidla k dispozici příslušnou kvantifikační škálu (klasifikační,*

bodovou). I když jsou stanoveny a dodržovány jednotlivé procesní podmínky, vliv subjektu je natolik významný, že nelze zajistit vysokou pravděpodobnost reprodukovatelnosti výsledků. Přesto není možné tyto metody zcela zamítnout, neboť jsou velmi cenné v případech absence objektivních metod. Rozhodně by je však neměly nahrazovat.“ [20, s. 160]

3.3.3 Metody používané při plánování kvality

Metody používané při plánování kvality jsou klíčové pro transformaci požadavků zákazníků do dílčích specifikací, podle kterých jsou realizovány a kontrolovány výrobní procesy. Úspěch těchto metod spočívá v přesnosti převedení požadavků zákazníků do inherentních znaků (tzn. splnit očekávání na funkční i provozní vlastnosti) a v eliminaci ztrát. [20, s. 160–161] Mezi metody používané při plánování jakosti mohou patřit metoda FMEA, hodnotová analýza, stromová analýza FTA, metoda Poka-yoke a analýzy spolehlivosti.

3.3.3.1 Metoda FMEA

Metoda FMEA byla vyvinuta v 60. letech v USA a i když byla určena k analýzám v jaderné energetice, tak se velmi rychle začala uplatňovat i v ostatních oborech. Ukazuje se, že pomocí této metody lze odhalit 70 % až 90 % možných neshod. „*Je založena na týmové analýze možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizika a návrhu na realizaci preventivních opatření vedoucích k zlepšení jakosti návrhu.*“ [12, s. 81–82] Podstatou metody FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) je určení míry rizika neboli odhalení a definování různých druhů vad a jejich následků. Na základě této analýzy dochází k plánování a realizaci takových opatření, která povedou ke zlepšení. Mezi charakteristické rysy této metody přitom patří systémový přístup (tj. sledovaný objekt, jímž je zpravidla produkt nebo proces, považuje za ucelený a přesně ohraničený funkční systém s jasně definovanými vnitřními vazbami i vztahy k okolí); induktivní charakter (tj. rozkládá sledovaný objekt na elementární prvky–díly, operace, které podrobuje analýze, a její výsledky pak vztahuje k funkcím celého systému); preventivní charakter (tj. umožňuje odhalit a zkoumat existující i potenciální vady, zjistit jejich příčiny a předem omezit možnosti jejich výskytu v následných procesech a používání produktů); a týmový přístup (tj. aplikace metody předkládá týmové řešení, členové týmu by měli být obeznámeni jak s daným problémem, tak s aplikací metody FMEA). [19, s. 289] Metoda FMEA pracuje při určování míry rizika s několika faktory, mezi které patří pravděpodobnost výskytu (vzniku vady), význam vady z hlediska zákazníka a pravděpodobnost odhalení vady neboli poruchy ve fázi užití doma, před dodáním zákazníkovi. [8, s. 17]

Metoda FMEA probíhá celkem ve čtyřech etapách. První etapou je analýza současného stavu (1. etapa), po které následuje hodnocení současného stavu (2. etapa), návrh preventivních opatření (3. etapa) a hodnocení stavu po provedení preventivních opatření (4. etapa). Celý průběh této metody je vhodné zaznamenávat do formuláře FMEA. [12, s. 82] S ohledem na objekt, který se pomocí této metody zkoumá, existují tři druhy FMEA:

- FMEA konstrukce (návrhu výrobku) – hledá a analyzuje možné vady a rizika vad, jejichž příčina spočívá v konstrukci produktu;
- FMEA procesu – hledá a analyzuje možné vady a rizika vad, jejichž příčina spočívá v procesu, který může mít negativní dopad na výsledný produkt;
- systémová FMEA – hledá a analyzuje možné vady a rizika vad, jejichž příčina spočívá v konstrukci nebo v procesu. Potenciální vady lze proto zachytit v obou aspektech výroby. [19, s. 289–290]

Metoda FMEA je analýzou příčin vad a jejich důsledků a k prevenci vad přistupuje systémově, proto je označována i za systémovou metodu. [3, s. 81]

3.3.3.2 Hodnotová analýza

Hodnotová analýza pomáhá odpovědět na základní otázky „co“, „proč“ a „jak“. Tím lze optimalizovat hodnotu výrobku neboli najít poměr mezi náklady a užitekem pro zákazníka. Cílem hodnotové analýzy je totiž dosáhnout nebo zvýšit hodnotu, a to optimalizací nákladů (tzn. jedná se o funkčně nákladový přístup). Hodnota je přitom chápána jako vztah mezi přínosem neboli uspokojením potřeb zákazníka a náklady podniku. [19, s. 282] Hodnotová analýza probíhá v několika fázích a má předem daný postup její aplikace. Dodržením tohoto postupu lze dosáhnout snižování nákladů při zachování jednotlivých znaků jakosti výrobku. Proto je považována za nejefektivnější metodu snižování nákladů při plánování jakosti. Hodnotová analýza obsahuje 7 kroků:

- *„výběr objektu – určení sféry aplikace, volba strategie (strategie „odstraňování neefektivnosti“ nebo strategie „inovační dominanty“), stanovení modulu, výběr konkrétního objektu, stanovení cílů (volba varianty růstu efektivnosti), vytvoření řešitelského týmu, vypracování harmonogramu prací;*
- *sběr informací – sběr analytických a námětových informací, verifikace informací (ověření jejich správnosti, úplnosti a objektivnosti), zpracování informací;*
- *funkční analýzu – analýza funkcí (dosavadních a potřebných), specifikace funkcí, uspořádání funkcí podle důležitosti (např. metodou párového porovnávání), vyhodnocení funkcí (na základě hodnoty jejich významu, stupně splnění a nákladů na funkce);*
- *tvorba námětů – formulace zadání (volba hlavní nebo kritické funkce jako objektu řešení), týmové tvoření námětů, posouzení námětů, výběr námětů;*
- *zpracování a hodnocení návrhů (variant řešení) – zpracování návrhů, posouzení realizovatelnosti návrhů, zpřesnění návrhů (u realizovatelných), hodnocení návrhů (výpočet ukazatele míry efektivnosti pro každou navrženou variantu);*
- *projekt optimální varianty – určení optimální varianty (varianta s nejvyšším ukazatelem míry efektivnosti a nejsnazší realizovatelnosti), zpřesnění optimální varianty, vyhodnocení optimální varianty (komplexní posouzení návrhu optimální varianty), zpracování projektové dokumentace;*

- *projednání a schválení projektu – interní projednání, externí projednání, příprava podkladů (zpracování připomínek k internímu a externímu projednávání), schválení projektu.*“ [12, s. 79]

3.3.3.3 Stromová analýza FTA

Stromová analýza FTA je v češtině označována za analýzu stromu poruch. Obdobně jako metoda FMEA se zaměřuje na identifikaci a analýzu všech příčin, které mohou vést k vadám. Oproti FMEA má ovšem metoda FTA zcela opačný přístup, neboť postupuje od následků vad k jejich příčinám. K tomuto se používá stromový diagram. [20, s. 162] Stromový diagram bývá aplikován jako postup řešení problému a je vhodným grafickým znázorněním při hledání příčin. [8, s. 42] Stromový diagram „*vrcholovou událost (vadu/problém/poruchu) rozloží na všechny možné dílčí události v uspořádaném sledu na různých úrovních. Mezi jednotlivými úrovněmi je strom doplněn tzv. hradly, která jednoznačně specifikují podmínky, za nichž události na vyšší úrovni stromu nastanou.*“ [19, s. 295] Metoda FTA je založena na systematickém deduktivním rozboru a představuje několik částí:

- definování objektu a vrcholové události;
- konstrukce stromu vad;
- analýza stromu vad [19, s. 296–298]

3.3.3.4 Metoda Poka-yoke

Metoda Poka (zabránění) yoke (náhodné–nezamýšlené chyby) je postavena na identifikaci chyb dříve, než vyvolají nějakou vadu. [19, s. 298] Jejím smyslem je hledání možností, jak zabránit vadám. Zaměřuje se na technická řešení jak v konstrukci produktu, tak i v průběhu celého procesu. [20, s. 163] Tato metoda se snaží o hledání způsobů, kterými by se mohlo zabránit vadám v budoucnosti. Proto se orientuje na chyby, kterých bylo učiněno jak omylem (tzn. lidským faktorem), tak i v procesu výroby nebo v procesu expedice. [1, s. 55] Chyby mohou nastat v použitých materiálech, strojích a zařízeních, podmínkách prostředí, používaných metodách i lidech. Lidské chyby jsou přitom nejčastějšími, mají různé příčiny, mezi které patří úmyslný záměr, nedostatečná kvalifikace, nedostatečná či chybějící technika, kladení přehnaných požadavků, nepozornost, chybějící koncentrace nebo nevysvětlitelný způsob jednání. [19, s. 299]

Metoda Poka-yoke bývá aplikována za pomoci několika kroků. Prvním krokem je identifikace všech potenciálních rizik, k čemuž jsou často využívány záznamy o minulém vývoji. Druhým krokem je zdůvodnění vhodnosti aplikace, protože ta není vhodná na všechny vady. Poka-Yoke je mnohem vhodnější pro náhodné chyby než pro vymezitelné příčiny. Třetím krokem aplikace této metody je volba řešení. Je třeba chybu analyzovat a navrhnout řešení (například výstražná zařízení, regulační mechanismy, zásahy do konstrukce, vizuální značení). Dalším krokem je ověření návrhu a jeho realizace. Posledním krokem aplikace této

metody je popis každého řešení, které se osvědčilo a vedení dokumentace, které může být využito zejména v budoucnosti. [19, s. 299–301]

3.3.3.5 Analýzy spolehlivosti

Analýzy spolehlivosti umožňují posoudit, jak dalece se mohou objevit poruchy v budoucnu. [1, s. 55] Jedná se o stanovování předpovědí, jak se bude daný produkt chovat z hlediska výskytu poruch v budoucnosti. Tyto analýzy mohou zahrnovat propočty spolehlivosti nebo různé diagnostické postupy rizikových analýz, u kterých se pracuje s odhady nebo znalostí dílčích spolehlivostí komponent za účelem zjištění rizik uzlů a celého produktu. [20, s. 164]

3.3.4 Metody pro monitorování a zlepšování procesů

Metody určené pro monitorování a zlepšování procesů jsou důležité v případě, kdy chce podnik průběžně měřit výsledky a následně je vyhodnocovat. Mohou se používat jako individuální nebo jako komplexní nástroje řízení jakosti. [20, s. 164]

3.3.4.1 Statistické přejímky

Statistická přejímka je postupem, který je zaměřený na následnou přejímací kontrolu (vstupní, mezioperační, výstupní) produktů s cílem odhadnout stav kvality dodávek a zabránit nežádoucímu průniku výrobků, které neodpovídají požadované úrovni jakosti do další fáze výrobního procesu. Statistickou přejímku lze charakterizovat výběrem, statistickým přístupem, objektivností a předepsanými pravidly. Cílem této metody je rozhodnout o přijetí nebo nepřijetí dodávky podle předem stanoveného přejímacího pravidla. [12, s. 268–269]

Statistická přejímka je výběrovou kontrolou, což je hospodárnější, než kdyby se měly kontrolovat celé dodávky. Aplikace statistických přejímek je třeba mít smluvně ošetřené mezi výrobcem a dodavatelem. [19, s. 315] Tato aplikace se dělí na přípravnou a realizační fázi. V přípravné fázi se rozhoduje o typu přejímky, typu produktů, které budou přejímce podrobeny, o vlastnostech, které se budou kontrolovat a také se stanovuje přejímací plán. Vlastní průběh poté musí být stoprocentní a dle plánu. [20, s. 165] Statistické přejímky se člení z několika hledisek:

- V závislosti na charakteru znaku jakosti, podle kterého se jakost dávky hodnotí, se dělí statistická přejímka na:
 - a) statistickou přejímku srovnáváním (znak jakosti má charakter diskrétní náhodné veličiny);
 - b) statistickou přejímku měřením (znak jakosti je spojitá náhodná veličina).
- Dalším hlediskem, podle toho kterého se člení přejímací postupy, je počet výběrů, na jejichž základě se rozhoduje o přijetí či nepřijetí dávky. Pak jsou:

- a) přejímka jedním výběrem;
 - b) přejímka dvojnásobným a několikerým výběrem;
 - c) přejímka postupným výběrem (sekvenční přejímka).
- Dalším hlediskem členění postupů statistické přejímky je způsob, jak se nakládá se zamítnutou dávkou. Pak jsou:
 - a) přejímka nerektifikační (bez-opravná) – nepřijatá dávka se vrací dodavateli celá;
 - b) přejímka rektifikační (opravná) – v tomto případě se nepřijatá dávka nevrací, ale provede se 100% kontrola, neshody jednotky se vytrídí a nahradí se shodnými jednotkami a do další fáze reprodukčního procesu se předá dávka 100% bezchybná. [12, s. 269]

3.3.4.2 Statistická regulace

Statistická regulace je souborem metod a technik, které se používají pro zlepšování procesu, jež probíhá s větší četností například v případě sériové nebo hromadné výroby. [20, s. 165] Proto je statistická regulace označována za regulaci procesu (SPC – Statistical Process Control). Statistická regulace procesu se zaměřuje na rozlišování mezi dvěma typy příčin variability, které mohou způsobovat kolísání výstupu výrobního procesu, přičemž se jedná o náhodné a vymezitelné příčiny. Je třeba vědět, že kolísání neboli výskyt odchylek od požadované hodnoty nebo vlastnosti produktu se vyskytuje v každém procesu, a proto je třeba mít toto kolísání trvale pod kontrolou. Toho lze dosáhnout třístupňovým cyklem statistické regulace, který má etapu analýzy procesu, etapu udržování procesu a etapu zlepšování procesu. [19, s. 320]

V praxi se rozlišuje mezi několika typy regulace. Jedná se o regulaci srovnáváním nebo měřením. *„Regulace srovnáváním se používá tam, kde za regulovanou veličinu byly zvoleny neshody nebo neshodné jednotky. Výhodou tohoto typu regulace je možnost sledování více kvalitativních znaků najednou, např. různých druhů neshod na jednom produktu a také jednoduchost oproti regulaci měřením. Regulace má být především nástrojem prevence. Tím je spíše regulace měřením – její nespornou výhodou je totiž signalizace zhoršující se kvality dříve, než začne proces produkovat neshodné výrobky. Výhodou regulace měřením je také menší rozsah výběrů.“* [20, s. 326]

3.3.4.3 Analýzy způsobilosti

Analýzy způsobilosti se zaměřují jak na procesy, výrobní zařízení, tak i na systémy měření, protože mezi těmito pojmy existuje souvislost. *„Významným faktorem určujícím jakost produktů je jakost procesů, kterými tyto produkty vznikají. Vhodným kritériem pro hodnocení jakosti procesů je jejich způsobilost, kterou lze charakterizovat jako schopnost procesu trvale poskytovat produkty splňující požadovaná kritéria jakosti.“* [11, s. 344]

Analýzu způsobilosti procesu na základě měřitelných znaků jakosti je vhodné realizovat postupem volby znaku jakosti (1. krok), analýzy systému měření (2. krok), shromáždění údajů (3. krok), průzkumné analýzy shromáždění údajů (4. krok), ověřením normality sledovaného znaku jakosti (5. krok), posouzením statistické zvládnutelnosti procesu (6. krok) a výpočtu indexů způsobilosti a jejich porovnáním s požadovanými hodnotami (7. krok). Tato analýza se zaměřuje na zjišťování způsobilosti procesu, kterému předchází analýza způsobilosti výrobního zařízení. Cílem analýzy způsobilosti výrobního zařízení je zjistit, zda je výrobní zařízení schopné vyrábět produkty v požadovaných tolerancích. Poslední analýzou způsobilosti je analýza způsobilosti systémů měření, k jejímž měření se používají různé postupy. Zjišťuje se vhodnost systémů měření, a to na podkladě stanovených statistických vlastností jako například stabilita, linearita či opakovatelnost. [12, s. 243–253]

3.3.5 Metody hodnocení kvality

Metody hodnocení kvality poskytují reálné informace, zprostředkovávají informace a jsou nástrojem odhalování silných stránek, ale i příležitostí ke zlepšování. Metody hodnocení kvality se zaměřují na systematické zkoumání rozsahu, ve kterém je objekt schopen plnit požadavky. Objektem přitom bývá produkt, proces nebo zdroj či celý podnik. Smyslem hodnocení je poté srovnávání skutečnosti se stanovenou porovnávací úrovní. [19, s. 303–304] Touto úrovní neboli hodnotou přitom mohou být hodnoty předepsané právním předpisem, uvedené v normách, dohodnuté mezi dodavatelem a zákazníkem, a to ve smlouvě či objednávce, hodnoty jako představy zákazníka nebo srovnávací hodnoty produktu. Lze rozlišovat mezi spotřebitelskými testy, kvali-metrickými metodami nebo velmi rozšířenou metodou, kterou je benchmarking. Ten se úzce orientuje na spokojenost zákazníků a zahrnuje aplikaci nejlepších praktik, důkladnou analýzu vlastních možností i možností partnera a možnost spolupráce. [20, s. 170–172]

3.3.5.1 Metoda six sigma

Metoda six sigma je konceptem, který vznikl v 80. letech 20. století. Poprvé jej zavedla firma Motorola a dnes je používán v celé řadě světových podniků. Tato metoda je postavena nikoliv na posuzování kvality na základě produktů, ale na základě výrobního procesu. Tuto metodu lze přitom vymezit několika způsoby, a to jako celkovou filozofii řízení podniku, která je založena na principu neustálého zlepšování kvality procesů a výrobků; nebo jako přístup ke zvyšování kvality výroby a výrobků; či jako požadovanou míru kvality výroby. [7, s. 87] „Pojem six sigma vychází ze statistického vyhodnocování kvality výroby a výrobků, kdy je počet výrobků nesplňujících kvalitativní kritéria měření v DPMO – počet vad na milion příležitostí k vadě (Defects Per Million Opportunities). Veličina sigma při statistickém hodnocení udává směrodatnou odchylku charakteristik procesu, počet rozdílů nebo odchylek od požadovaných parametrů ve vyhodnocovaném vzoru. Pokud se vychází z předpokladu, že výskyt odchylek od požadovaných výstupních parametrů statisticky odpovídá normálnímu rozložení (Gaussova křivka), tak platí:

- *One Sigma* = 690 000 DPMO ⇒ efektivita 31 %;
- *Two Sigma* = 308 000 DPMO ⇒ efektivita 69,2 %;
- *Three Sigma* = 66 800 DPMO ⇒ efektivita 93,32 %;
- *Four Sigma* = 6 210 DPMO ⇒ efektivita 99,379 %;
- *Five Sigma* = 230 DPMO ⇒ efektivita 99,977 %;
- *Six Sigma* = 3,4 DPMO ⇒ efektivita 99,9997 %.“ [7, s. 87]

Cílem metody six sigma je přitom dosáhnout kvality výroby 99,9997 %, kdy maximální počet vadných produktů je 34 kusů na 10 milionů vyrobených kusů.

Mezi dílčí cíle poté mohou patřit:

- zvýšit celkovou produktivitu výroby;
- redukovat rozpracovanou výrobu, obslužné doby, prostoje;
- předcházet vzniku negativních jevů (ztrát, neshody, reklamace apod.) a s nimi spojených nákladů;
- efektivně využívat dostupné zdroje firmy; a monitorovat procesy a dále je zlepšovat. [7, s. 87]

V současnosti se metoda six sigma využívá i v českých podnicích a je nástrojem, kterým podniky dosahují zlepšení podnikové výkonnosti, snižování nákladů, zvyšování spokojenosti zákazníků a zvyšování ziskovosti. [3, s. 132] Jak již bylo uvedeno, tak metoda six sigma je založena na přesných datech, a proto tento přístup využívá metodiku DMAIC, která má poměrně blízko k obecnému přístupu zlepšování PDCA. [19, s. 233–236] Metodiku DMAIC lze rozebrat na dílčí části:

- D – Define – definování;
- M – Measure – měření;
- A – Analyse – analyzování;
- I – Improve – zlepšení, realizace řešení problému;
- C – Control – kontrolování. [19, s. 236–327]

Kaizen je japonský způsob zdokonalení nebo zlepšení postupů ve výrobě. [4, s. 89]. Metoda Kaizen je úzce propojena s managementem, realizuje cykly PDCA/SDCA, na prvním místě má kvalitu, úzce řeší data, která mají vypovídací schopnost a řeší proces versus výsledek. [5, s. 20] Principem metody Kaizen je týmovost. Je týmovým přístupem ke zvyšování výkonnosti podniků pomocí trvalého zlepšování, a to v sekvenci malých kroků. Proto je tato metoda rozdílná oproti přístupům, jež investují velké prostředky do reengineeringu. Je třeba říci, že metoda Kaizen není japonskou koncepcí opřenou o japonský způsob myšlení a jednání, nýbrž je uplatnitelná i v jiných zemích. Zajímavé je, že zavedením Kaizen není třeba využívat nějaké nové techniky, protože dostačující jsou osvědčené techniky jako například nástroje TQM, kroužky jakosti, zlepšování jakosti, Just-in-Time, zlepšování produktivity, automatizace a mechanizace procesů, tvůrčí týmová práce aj. Cílem Kaizen je dosáhnout toho,

aby se zaměstnanci sami z vlastní iniciativy chtěli podílet na zlepšování. Proto metoda Kaizen vyžaduje spoluúčast všech zaměstnanců. Je týmovým způsobem optimalizace podniku. S její aplikací lze docílit zkracování výrobních operací a postupů, snižování nákladů, a optimalizace celého výrobního procesu. Uvádí se, že touto metodou lze dosáhnout zvýšení produktivity práce o 30–50 %. Záměrem Kaizen je dosáhnout toho, aby se vyšší výkon, kratší dodací lhůty a nižší náklady postupně dostavovaly automaticky. [12, s. 160–161]

3.3.6 Západní vs. japonský přístup k řízení kvality

Mezi západním a japonským přístupem k řízení kvality je několik rozdílných prvků.

Japonský přístup k řízení kvality se snaží o dosahování absolutní úrovně ve světové špičce v řadě oborů, je decentralizovaným systémem řízení kvality a strategie jakosti se stává hlavní podnikovou strategií. Proto se systém školení a výcviku odehrává přímo v podnicích a je určen všem zaměstnancům. Management jakosti znamená v japonském pojetí považovat jej za základ, integrovaně řídit náklady, ceny a zisk a řídit množství a termíny dodávek. Hlavním specifickým znakem japonského přístupu je zavádění automatizovaných zařízení na kontrolu jakosti výrobků. K tomuto jej dovedl vyšší důraz na produktivitu práce a stoupající požadavky na jakost. [1, s. 111–113]

Západní přístup k řízení kvality se naopak snaží o klasické pojetí řízení jakosti, jež je postavené na využívání statistických metod a technické kontrole. Výuka a výcvik řízení jakosti je na mnohem vyšší úrovni a jednotlivé vlády přistupují centralizovaně k normalizaci metod řízení jakosti. Západní přístup k řízení jakosti je celkově silně centralizovaným, důraz se klade na metodickou stránku, poskytování externí pomoci podnikům a státní vliv. [1, s. 110, 114]

4 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ VYBRANÝCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ JAKOSTI

V této praktické části bakalářská práce směřuje k využití a aplikaci některých nově nabytých poznatků v rámci řešených dvou praktických úloh. Cílem je pomocí vhodně zvolených nástrojů managementu jakosti porovnat zjištěné výsledky s realitou, aplikovat poznatky nabyté v teoretické části této práce a interpretovat dosažené výsledky ve formě závěrečného zhodnocení.

4.1 Řešené úlohy

Zadání řešených úloh

Zvolit vhodnou měřicí jednotku a ověřit způsobilost zvoleného měřicího systému na konkrétním výrobku použitím analýzy měřicího systému (MSA) – obsah řešení úlohy č. 1 a následně na základě dosažených výsledků v řešení úlohy č. 1 stanovit způsobilost procesu statistickou regulací procesu (SPC) – obsah řešení úlohy č. 2.

4.1.1 ÚLOHA č. 1: *Kontrola vnějšího průměru motoru – stanovení vhodného měřidla a ověření způsobilosti měřicího systému použitím MSA*

Úkol

U motoru ověřit centrážní vnější průměr, jehož přesnost je pro funkci ve vrcholové sestavě zadní nápravy nákladního automobilu klíčová. Jmenovitý rozměr vnějšího průměru je dán výrobní dokumentací produktu a jeho hodnota je 962 mm, přičemž toleranční pole je v intervalu $\pm 0,1$ mm. Úkolem úlohy č. 1 je určení vhodného měřidla a ověření způsobilosti měřicího systému použitím MSA.

Pomůcky

- Vzorek: 10× výběr vzorků motoru;
- Měřidlo: třmenový mikrometr s rozsahem 900–1000 mm obchodní značky Mitutoyo;
- Měřicí zařízení: 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.;
- Související standardy ISO 9001 a ISO/TS 16949, Analýza systémů měření (MSA), ČSJ (4.vydání – 2010).

Zvolené měřidlo i měřicí zařízení splňují metrologické charakteristiky, které jsou požadovány pro zamýšlené použití (stabilita, přesnost, rozsah, rozlišení).

Postup

Výběr vzorků (10 kusů motoru) byl odebrán během výrobního procesu, sériové výroby, a to tak, aby jejich rozměry co nejvíce pokrývaly toleranční pole ($\pm 0,1$ mm). Každý vzorek je unikátním způsobem označen sériovým číslem. Odběr vzorků byl proveden v časovém intervalu 3 týdnů, v různých časech dvousměnného provozu v období 12/2016 až 01/2017.

Způsobnost zvoleného měřidla a měřicího zařízení byla (indexy c_g , c_{gk}) provedena oddělením metrologie/samostatnou kalibrační laboratoří, kdy podmínkou bylo c_g , $c_{gk} \geq 1,33$. Tato podmínka byla splněna.

Dále byla provedena analýza měřicího systému dle metody ARM, metody založené na průměru a rozpětí (X & R), která poskytuje odhad pro opakovatelnost a reprodukovatelnost systému měření (GRR), tj. zvolená metoda pro určení způsobnosti systému měření nám vyhodnotí:

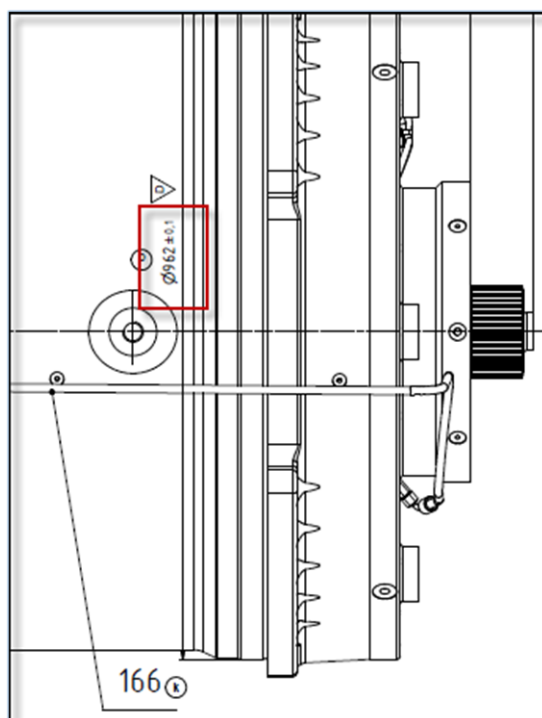
- opakovatelnost;
- reprodukovatelnost;
- opakovatelnost a reprodukovatelnost (GRR).

Analýza byla provedena za účasti 3 operátorů na vzorcích 10 kusů motoru, kdy měření každého kusu motoru se opakovalo třikrát, tak aby bylo dosaženo přesnějších výsledků. Postup byl proveden v souladu s doporučujícími standardy metody ARM. Celkem jsme takto získali 90 naměřených hodnot v rozmezí časového intervalu od prosince 2016 do ledna 2017 pro měřidlo třmenový mikrometr o rozsahu 900–1000 mm obchodní značky Mitutoyo.

Shodným postupem byla následně MSA provedena i na měřicím zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12. Pro vyhodnocení naměřených dat a zpracování analýzy měřicího systému bylo v obou případech využito software MS Excel a následně byla správnost získaných výsledků ověřena za pomoci systémového software PALSTAT CAQ.

Interpretace výsledků MSA provedené pro měřidlo třmenový mikrometr a měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12. je detailně uvedena v kapitole 4.1.2.

Obrazová dokumentace k řešení úloze č. 1



Obrázek 1 Výřez výkresové dokumentace motoru, schématické znázornění měřené hodnoty vnějšího průměru

Zdroj: Vlastní zdroj



Obrázek 1 Měřidlo třmenový mikrometr o rozsahu 900–1000 mm obchodní značky Mitutoyo

Zdroj: Vlastní zdroj



Obrázek 2 Vzhled měřeného motoru v reálné praxi

Zdroj: Vlastní zdroj



Obrázek 3 Zachycení průběhu měření za pomoci měřidla třmenový mikrometr obchodní značky Mitutoyo

Zdroj: Vlastní zdroj



Obrázek 4 Měřicí zařízení 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.

Zdroj: Vlastní zdroj

4.1.2 Interpretace výsledku měření aplikovaných v ÚLOZE č. 1

MSA se zaměřuje na porozumění procesu měření, přičemž stanoví velikost chyby v procesu a posouzení adekvátnosti systému měření pro kontrolu a řízení produktu a procesu. V běžné strojírenské praxi je tedy uceleným systémem postupů, které mají za cíl:

- určit způsobilost systému měření;
- určit zdroje variability v systému měření;
- popsat zdroje variability statistickými a metrologickými veličinami;
- přinést potřebné informace o systému měření;
- odhadnout na základě parametrů systému měření (strannost, variabilita) pravděpodobnost přijetí dílu.

Výchozím standardem pro aplikaci postupů je ve zmiňované praxi příručka QS 9000 MSA (4. vydání – 2010) a příručka „Analýza systémů měření (MSA)“, ČSJ (4.vydání – 2010).

V řešení úlohy č. 1 byla zvolena pro MSA numerická metoda ARM – metoda založená na průměru a rozpětí (X & R). Zvolený způsob poskytuje odhad jak opakovatelnosti, tak i reprodukovatelnosti systému měření. Dovoluje rozložit variabilitu systému měření na dvě samostatné složky, opakovatelnost a reprodukovatelnost, avšak nevyjádří jejich interakci. Vzájemnou interakci mezi prvky měření pak zachytí metoda ANOVA, která je nejvíce rozšířenou metodou, která je využívána ve strojírenské praxi. V našem konkrétním případě je pro řešení zadání úlohy č. 1 dostačující využití numerické metody ARM.

Metoda nám vyhodnocuje:

- opakovatelnost – variabilitu zařízení EV;
- reprodukovatelnost – variabilitu operátora AV;
- variabilitu systému měření – opakovatelnost / reprodukovatelnost GRR;
- variabilitu mezi díly PV;
- celkovou variabilitu TV;
- stanovení počtu kategorií – citlivost měřicího systému – ndc.

Měření R&R – vztahy v analýze R&R

Měřicí proces je odpovídající, když výsledky pro operátory jsou opakovatelné a výsledky mezi operátory jsou reprodukovatelné. Měřidlo je schopné detekovat variabilitu mezi díly, kdykoliv je variabilita měření operátorů malá vzhledem k variabilitě procesu. Procento variability procesu stanovené systémem měření (% R&R) je potom stanoveno jednou, proces měření je odpovídající a může detekovat variabilitu jedné části od druhé.

Při matematickém popisu % R&R uvažujeme:

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma_e^2 + \sigma_o^2},$$

Rovnice 1: Směrodatná odchylka systému měření

kde σ_m je směrodatná odchylka systému měření, σ_e je směrodatná odchylka měřidla a σ_o je směrodatná odchylka operátora.

Studie systému měření nebo nezávislá studie způsobilosti procesu stanovují směrodatnou odchylku částí σ_p , složky celkové variability R&R měřidla v rovnici:

$$\sigma_T^2 = \sigma_p^2 + \sigma_m^2.$$

Rovnice 2: Směrodatná odchylka – celková variabilita

Procento variability procesu jdoucí na vrub systému měření pro opakovatelnost a reprodukovatelnost (% R&R) je odhadováno vztahem:

$$\% R \& R = \frac{\sigma_m}{\sigma_T} \times 100.$$

Rovnice 3: Procento variability procesu systému měření

Procento tolerance mající vztah k systému měření pro opakovatelnost a reprodukovatelnost je odhadováno vztahem:

$$\% Tolerance = \frac{5,15 \sigma_m}{tolerance} \times 100,$$

Rovnice 4: Procento tolerance

kde tolerance je (USL – LSL).

$$\text{Počet oddělených kategorií} = \frac{\sigma_p}{\sigma_m} \times 1,41$$

Rovnice 5: Počet oddělených kategorií

Pokud je počet oddělených kategorií menší než dvě, systém měření je bezcenný pro ovládání procesu. Pokud je počet kategorií dvě, data mohou být rozdělena do horní a dolní skupiny, což je ekvivalentní pro případ atributivních dat. Počet skupin musí být nejméně pět, doporučuje se ale více, aby systém měření byl účinný pro analýzu procesu.

Vyhodnocení vztahů R&R

Celková variabilita (**Total Variability**) (TV , nebo σ_T) je odmocnina součtu kvadrátů variability opakovatelnosti a reprodukovatelnosti (**GRR**) (**Gage Reproducibility & Repeability**) a variability částí (**PV**) (**Part Variability**):

$$TV = \sqrt{(GRR)^2 + (PV)^2} .$$

Rovnice 6: Celková variabilita

Pokud je kolísání procesu známé a je založeno na 6σ , může být použito na místě celkové variability (TV) plynoucí z rozboru měřidla. V tomto případě hodnoty TV a PV budou nahrazeny výrazy

$$TV = \frac{\text{kolísání procesu}}{6,00} .$$
$$PV = \sqrt{(TV)^2 + (GRR)^2}$$

Rovnice 7: Celková variabilita – variabilita mezi díly

Opakovatelnost je někdy nazývána variabilitou zařízení (**EV – Equipment Variation** nebo σ_E). Procento variability je rovno

$$\% EV = \left(\frac{EV}{TV} \right) \times 100 .$$

Rovnice 8: Procento variability zařízení

Podobně ostatní procentní vztahy pro variabilitu hodnotitelů (**AV – Appraiser Variation**), variabilitu R&R měřidla (**GRR – Gage R&R Variation**) a variabilitu částí (**PV – Part to Part Variation**) lze stanovit následovně

$$\% AV = \left(\frac{AV}{TV} \right) \times 100$$
$$\% GRR = \left(\frac{GRR}{TV} \right) \times 100 .$$
$$\% PV = \left(\frac{PV}{TV} \right) \times 100$$

*Rovnice 9: Procento variability hodnotitelů; procento variability R&R měřicího systému;
procento variability mezi díly*

Výsledky procentní celkové variability jsou určující pro stanovení přijatelnosti systému měření při zamýšlené aplikaci. Pro analýzu založenou na šířce tolerance místo na variabilitě procesu jsou $\% EV$, $\% AV$, $\% GRR$ a $\% PV$ počítány dosazením šířky tolerančního pole děleným šesti za TV . Každá z analýz založená na celkové variabilitě procesu nebo na šířce

tolerančního pole (nebo obě) mohou být použity v závislosti na předpokládaném použití systému měření.

Počet oddělených kategorií (*ndc – number of distinct categories*), které může měřicí systém reálně rozlišit je dán vzorcem

$$ndc = 1,41 \times \frac{PV}{GRR}.$$

Rovnice 10: Počet oddělených kategorií – citlivost měřicího systému

Celé číslo z hodnoty „ndc“ neboli číslo rovněž udávající citlivost měřicího systému musí dosahovat minimálně hodnoty „5“.

Kritéria pro vyhodnocení měřicího systému uvádí následující tabulka.

Tabulka 4 Kritéria měřicího systému

| | | |
|-------|----------------------|---|
| Je-li | % R&R < 10 %, | „jednotka je v pořádku“, měřicí systém je způsobilý=vyhovující. |
| Je-li | 10 % < % R&R < 30 %, | „jednotku lze použít“, měřicí systém je podmíněně způsobilý=podmíněně vyhovující – systém měření může být přijatelný podle důležitosti aplikace, nákladů na měřidlo, nákladů na opravu a podobně. |
| Je-li | % R&R > 30 %, | „jednotku nutno zlepšit“, měřicí systém je nezpůsobilý=nevyhovující. |

Zdroj: [21, s. 78]

Výsledné hodnoty MSA provedené pro třmenový mikrometr o rozsahu 900–1000 mm obchodní značky Mitutoyo

Měření R&R – výsledky naměřených hodnot, tj. měření na 10 kusech motoru, 3× opakování, měřeno 3 operátory na měřicí jednotce třmenový mikrometr jsou uvedeny v příloze 1.

Vyhodnocení R&R – provedeno v souladu s příručkou „Analýza systémů měření (MSA)“, ČSJ (4.vydání – 2010), kapitola III., strana 102–103 zobrazuje Tabulka 5.

Tabulka 5: Vyhodnocení R&R provedené na měřicí jednotce třmenový mikrometr – měřený průměr 962 mm ±0,1 mm

| Statistiky vypočtené z naměřených hodnot: | | |
|---|--|--|
| $\bar{R} =$ | 0,0090 | $\bar{x}_{DIF} =$ 0,0113 $R_p =$ 0,1044 |
| Počet pokusů n = | 3 | Počet operátorů k = 3 Počet měřených kusů m = 10 |
| % kolísání procesu | | |
| OPAKOVATELNOST - kolísání měřícího zařízení | $\sigma_e = EV = \bar{R} \cdot K_1 =$ | 0,00532 15,733 % |
| REPRODUKOVATELNOST - kolísání posuzovatele | $\sigma_o = AV = \sqrt{\left[\left(\bar{x}_{DIF} \cdot K_2\right)^2 - (EV^2 / nm)\right]} =$ | 0,00585 17,305 % |
| OPAKOVATELNOST & REPRODUKOVATELNOST | $\sigma_m = R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2} =$ | 0,00790 23,388 % |
| VARIABILITA SOUČÁSTÍ | $\sigma_p = PV = R_p \cdot K_3 =$ | 0,03286 97,226 % |
| CELKOVÁ VARIABILITA | $\sigma_t = TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2} =$ | 0,03380 5,861 |
| CELKOVÁ VARIABILITA vyjádřená ve vztahu k tolerančnímu poli | | USL = 0,10 LSL = -0,10 |
| $\sigma_s = TV = (USL - LSL) / 6$ | 0,0333 | 23,713 |
| ZÁVĚR : | | |
| Jednotku měření lze vyhodnotit: | Vzhledem k variabilitě lze použít | Vzhledem k tol. poli lze použít |
| Hodnocení obecně: | je-li % R&R < 10 % | jednotka je v pořádku |
| | je-li 10 % < % R&R < 30 % | jednotku lze použít |
| | je-li % R&R > 30 % | jednotku nutno zlepšit |

Zdroj: [12, vlastní zdroj]

Výsledné hodnoty MSA provedené na měřicím zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.

Měření R&R – výsledky naměřených hodnot, tj. měření na 10 kusech motoru, 3× opakování, měřeno 3 operátory na měřicí jednotce 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12. jsou uvedeny v příloze 2.

Vyhodnocení R&R – provedeno v souladu s příručkou „Analýza systémů měření (MSA)“, ČSJ (4.vydání – 2010), kapitola III., strana 102–103 zobrazuje Tabulka 6.

Tabulka 6: Tabulka vyhodnocení R&R provedené na měřicím zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.

| Statistiky vypočtené z naměřených hodnot: | | |
|--|--|--|
| $\bar{R} =$ | 0,0013 | $\bar{x}_{DIF} =$ 0,0004 $R_p =$ 0,0952 |
| Počet pokusů n = | 3 | Počet operátorů k = 3 Počet měřených kusů m = 10 |
| % kolísání procesu | | |
| OPAKOVATELNOST - kolísání měřicího zařízení | | % EV = (EV / TV)•100 |
| $\sigma_e = EV = \bar{R} \cdot K_1 =$ | 0,00077 | 2,576 % |
| REPRODUKOVATELNOST - kolísání posuzovatele/operátora | | % AV = (AV / TV)•100 |
| $\sigma_o = AV = \sqrt{[(\bar{x}_{DIF} \cdot K_2)^2 - (EV^2 / nm)]} =$ | 0,00016 | 0,524 % |
| OPAKOVATELNOST & REPRODUKOVATELNOST | | % R&R = (R&R / TV)•100 |
| $\sigma_m = R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2} =$ | 0,00079 | 2,629 % |
| VARIABILITA SOUČÁSTÍ | | % PV = (PV / TV)•100 |
| $\sigma_p = PV = R_p \cdot K_3 =$ | 0,02995 | 99,965 % |
| CELKOVÁ VARIABILITA | | ndc = 1,41(PV/GRR) |
| $\sigma_t = TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2} =$ | 0,02996 | 53,612 |
| CELKOVÁ VARIABILITA vyjádřená ve vztahu k tolerančnímu poli | | USL = 0,10 LSL = -0,10 |
| $\sigma_s = TV = (USL - LSL) / 6$ | 0,0333 | % R&R = (R&R / TV)•100 2,363 |
| ZÁVĚR : | | |
| Jednotku měření lze vyhodnotit: | Vzhledem k variabilitě v pořádku | Vzhledem k tol. poli v pořádku |
| Hodnocení obecně: | | |
| je-li | % R&R < 10 % | jednotka je v pořádku |
| je-li | 10 % < % R&R < 30 % | jednotku lze použít |
| je-li | % R&R > 30 % | jednotku nutno zlepšit |

Zdroj: [12, vlastní zdroj]

Komentář k tabulce 5, 6

Použité koeficienty vycházejí z rozdělení výběrových rozpětí dle příručky „Analýza systémů měření (MSA)“, ČSJ (4.vydání – 2010).

Tabulka 7: Výpočtové koeficienty

Koeficienty:

| počet | pokusů | operátorů | kusů |
|-------|--------|-----------|--------|
| | K_1 | K_2 | K_3 |
| 2 | 0,8862 | 0,7071 | 0,7071 |
| 3 | 0,5908 | 0,5231 | 0,5231 |
| 4 | | | 0,4467 |
| 5 | | | 0,4030 |
| 6 | | | 0,3742 |
| 7 | | | 0,3534 |
| 8 | | | 0,3375 |
| 9 | | | 0,3249 |
| 10 | | | 0,3146 |

Koeficient $K_1 = 1 / d_2$, koeficient K_2 a $K_3 = 1 / d \times 2$, kde $d \times 2$ je tabelován v prvním řádku.

Zdroj: [12]

4.1.3 Závěrečné zhodnocení ÚLOHY č. 1

Ze získaných výsledků měření je patrné, že zvolený systém měřících jednotek je v obou případech způsobilý pro opakované měření centrážního vnější průměru motoru. Nicméně hodnoty R&R [%] nám ukazují, že v případě měřidla třmenový mikrometr, kdy se hodnota R&R [%] pohybuje v rozmezí 10–30 (konkrétně dosažená hodnota R&R [%] je 23,388) je měřicí systém pouze podmíněčně vyhovující, prakticky to znamená, že systém měření může být přijatelný podle důležitosti aplikace, nákladů na měřidlo, nákladů na opravy a podobně. Oproti měřidlu 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12., kdy hodnota R&R [%] je < 10 (konkrétně dosažená hodnota R&R [%] je 2,629), tj. měřicí systém je zcela vyhovující. Jako východisko pro řešení úlohy č. 2 praktické části bude zvoleno měřidlo 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.

4.1.4 ÚLOHA č. 2 Ověření způsobilosti výrobního procesu Statistickou regulací procesu (SPC)

Úkol

Na základě dosažených výstupů řešení Úlohy č. 1, kdy pomocí MSA bylo jako vhodné měřidlo k měření centrážního vnějšího průměru u výrobku motoru zvoleno měřidlo 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12. Úkolem je následně ověřit způsobilost výrobního procesu a na základě získaných/naměřených hodnot zpracovat regulační diagramy.

Pomůcky

- 117× výběr vzorků motoru;
- měřicí zařízení: 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.;
- související standardy ISO 9001 a ISO/TS 16949, „Analýza systémů měření (MSA)“, ČSJ (4.vydání – 2010), „Statistická regulace procesů (SPC)“, ČSJ (2. vydání 2005).

Postup

Vzorky 117 kusů motoru byly odebrány během běžného výrobního procesu sériové výroby v časovém intervalu od 6. 2. 2017 do 27. 7. 2017, kdy výroba motoru probíhala. Celkem se jedná o 117 pracovních dnů, kdy byl denní takt 1 kus motoru – 100% kontrola měření centrážního vnějšího průměru měřidlem 3D měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12. Takto získané hodnoty se dále zpracovaly ve formě regulačních diagramů. Na základě vizuálního zhodnocení průběhu diagramů dle osmi pravidel pro Shewhartovy regulační diagramy byly učiněny patřičné závěry. Pro vyhodnocení naměřených dat a zpracování regulačních diagramů bylo využito software MS Excel.

4.1.5 Interpretace výsledku měření aplikovaných v ÚLOZE č. 2

Základním nástrojem statistické regulace procesů (SPC) je regulační diagram. Jedná se o grafickou metodu pomáhající oddělit náhodné příčiny variability procesu od příčin vymezených, tj. umožňuje nám na základě jednoduchého grafického zobrazení okamžité vizuální posuzování variability výrobního procesu. Cílem statistické regulace je minimalizace počtu neshodných jednotek (zmetků). Je realizována pravidelnou kontrolou výstupní veličiny – v naší úloze se jedná o týdenní průběžné vyhodnocení. Umožňuje nám tedy včas odhalit odchylky od stanovené úrovně a pomocí zásahů do procesu je udržovat na požadované a stabilní úrovni.

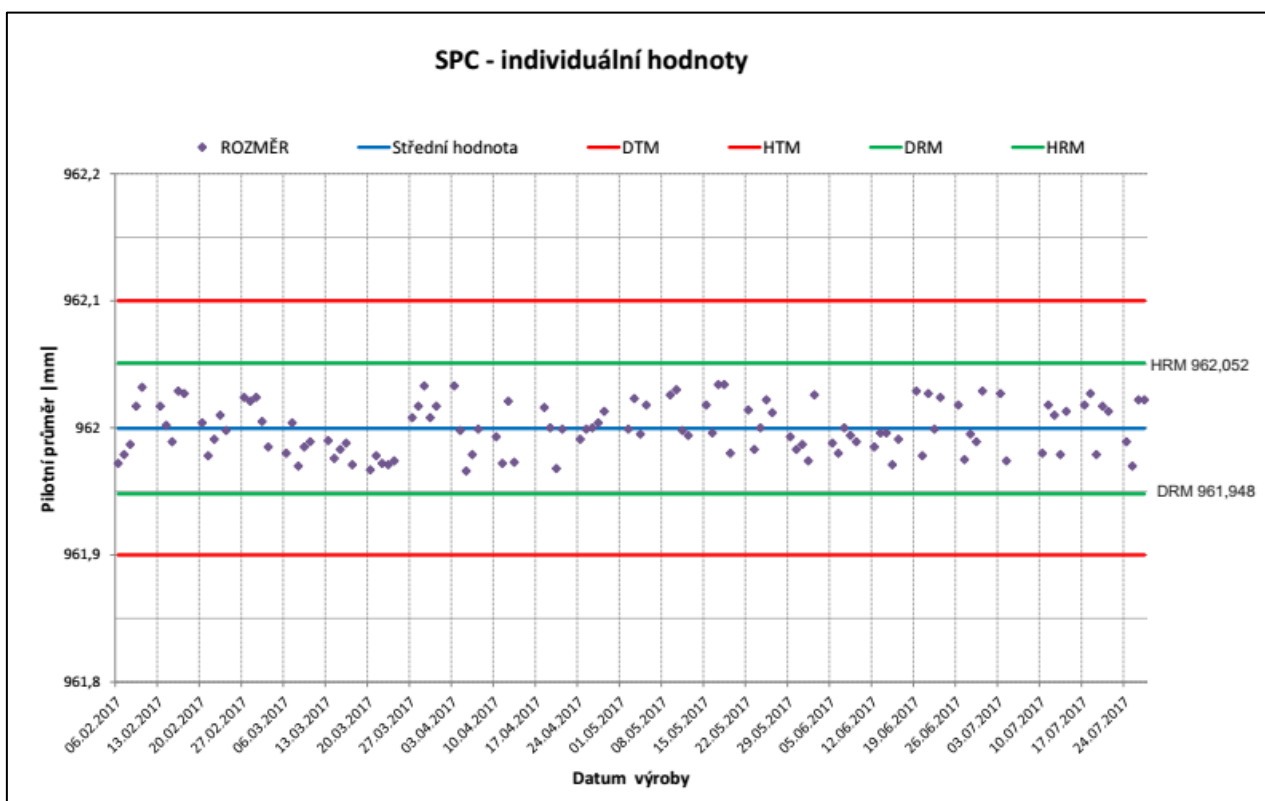
Prostřednictvím regulačního diagramu zjistíme, zda výrobní proces:

- a) dosáhl statisticky zvládnutého stavu;
- b) ve statisticky zvládnutém stavu setrvává;
- c) není ve statisticky zvládnutém stavu.

Regulační diagram při kontrole měření může lépe objasnit data z procesu v souvislosti s kolísáním procesu, kolísáním od jednoho kusu ke druhému a pomocí průměru procesu. Z tohoto důvodu se regulační diagramy při kontrole měření obvykle připravují a analyzují ve dvojicích, jeden diagram pro průměr procesu „Regulační diagram X“ a druhý pro kolísání procesu „Regulační diagram MR“.

Výsledek a tvorba regulačního diagramů

a) Regulační diagram X – vyhodnocení individuálních hodnot – průměr procesu;



Obrázek 5: Regulační diagram X

Zdroj: Vlastní zdroj

Popis regulačního diagramu X

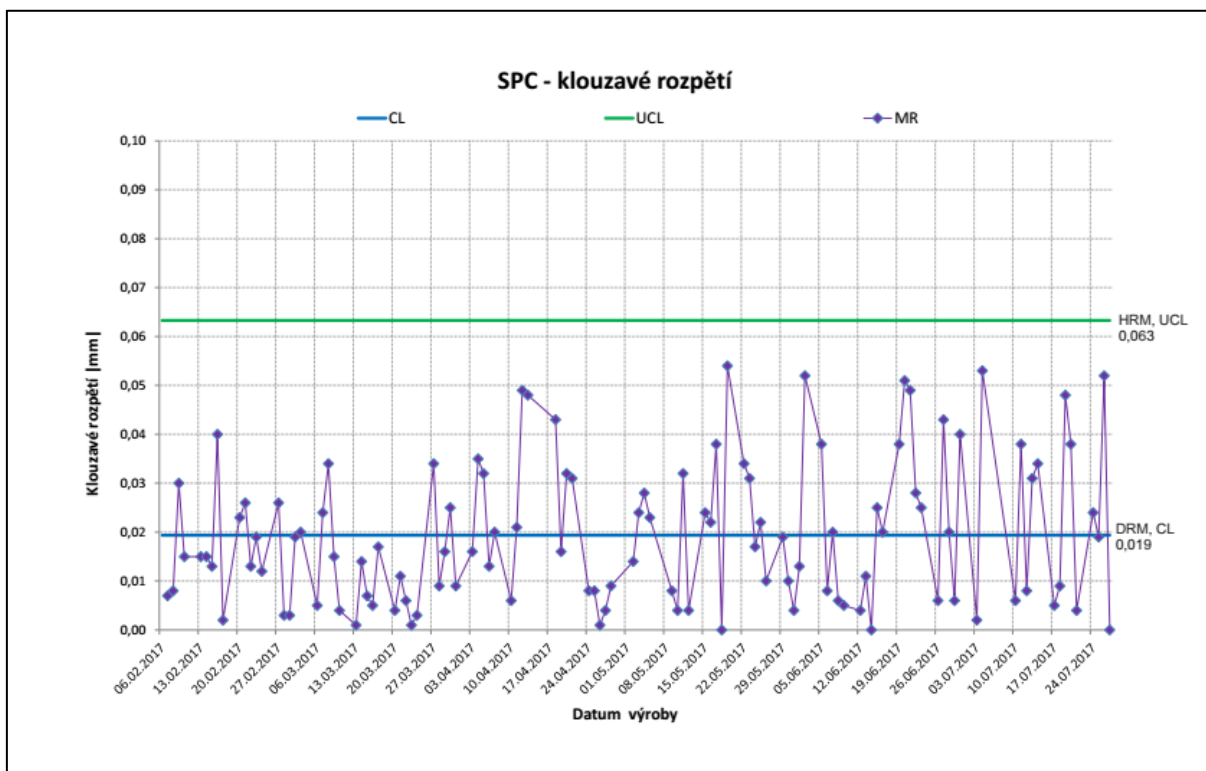
Osa x znázorňuje logické podskupiny vytvořené z jednotek zvolené charakteristiky, tj. časový úsek měření ohraničený pětidenními cykly – pracovní týdny, ve kterých probíhala výroba. Osa y znázorňuje hodnoty charakteristiky podskupiny, tj. naměřené hodnoty centrážního průměru 962 mm (výsledky 117 naměřených hodnot jsou uvedeny v příloze 3).

Dále je v grafu zakreslena centrální přímka modré barvy „střední hodnota“, která zobrazuje nominální hodnotu dané charakteristiky, tj. 962 mm.

Dvě statisticky stanovené regulační meze zelené barvy (horní „HRM, UCL“ a dolní „DRM, LCL“), které jsou zakresleny ve vzdálenosti od centrální přímky tak, aby byly téměř všechny vynášené hodnoty jednotlivých podskupin uvnitř těchto mezí za předpokladu statisticky zvládnutého procesu.

V grafu jsou dále zakresleny i tzv. varovné meze – dolní a horní toleranční meze červené barvy (horní „HTM“ a dolní „DTM“) sloužící k upozornění, že by se proces mohl stát statisticky nevládnutým.

b) Regulační diagram MR – vyhodnocení klouzavého rozpětí;



Obrázek 6: Regulační diagram MR

Zdroj: Vlastní zdroj

4.1.6 Závěrečné zhodnocení ÚLOHY č. 2

Při pohledu na Diagram X pro individuální hodnoty je vidět, že jednotlivé hodnoty jsou rozloženy uvnitř regulačních mezí. Obdobně je tomu také u Diagramu MR pro klouzavé rozpětí, z čehož lze učinit závěr, že proces je ve statisticky zvládnutém stavu a je schopen plnit požadavky zákazníka.

5 ZÁVĚR – ZHODNOCENÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

Tématem této bakalářské práce jsou metody zabezpečování jakosti. V teoretické části byly na základě literární rešerše popsány nejběžněji používané metody a nástroje zabezpečování jakosti v běžné výrobní praxi, dále byl vysvětlen pojem a význam slova „jakost“ nejen z pohledu historického vývoje, ale především s ohledem na související terminologii – jakost výrobku, jakost služby a jakost procesu. Značná pozornost v teoretické části byla věnována také oblasti řízení kvality ve výrobním procesu, tj. rozkladu obecného výrobního procesu na předvýrobní fázi, vlastní výrobu a nakonec činnosti údržby a expedice. Teoretickou část uzavírá rozsáhlá kapitola 3, která se věnuje výběru metodám a nástrojům jakosti používaných v současné praxi. Kapitola pojednává např. o tématu sedmi nástrojů řízení jakosti, metodách PDCA, FMEA, QFD, hodnotových a stromových analýzách, metodě Poka-Yoke a analýzám spolehlivosti. Dále jsou zmíněny metody určené pro monitoring a zlepšování procesů, kterými jsou statistická přejímka, statistická regulace a analýza způsobilosti. Závěr třetí kapitoly patří reflexi o rozdílnosti japonského a tzv. západního přístupu k řízení jakosti.

Prvními třemi kapitolami jsou tak shrnuty cíle vytyčené v úvodu pro teoretickou část bakalářské práce.

Kontinuálně navazující praktická část práce je obsahem čtvrté kapitoly předložené bakalářské práce. Praktická část práce měla za cíl využít získané teoretické znalosti a ověřit vybrané nástroje managementu jakosti ve dvou konkrétně řešených úlohách se zaměřením na strojírenskou praxi. Zadání řešených úloh bylo následné: „Zvolit vhodnou měřicí jednotku a ověřit způsobilost zvoleného měřicího systému na konkrétním výrobku použitím analýzy měřicího systému (MSA) – obsah řešení úlohy č. 1 a následně na základě dosažených výsledků v řešení úlohy č. 1 stanovit způsobilost procesu statistickou regulací procesu (SPC) – obsah řešení úlohy č. 2.“

K posouzení jakosti procesu bylo zvoleno měření centrážního průměru motoru, který je klíčovým parametrem pro bezproblémovou montáž do vrcholové sestavy zadní nápravy nákladního vozidla a jehož rozměr je jednoznačně stanoven výrobní dokumentací (výkres a technologický postup). Měřeny byly reálné produkty – motory v průběhu výrobního procesu nejmenovaného výrobce. Záměrně byla zvolena aplikace MSA a následně aplikace SPC formou Shewhartových regulačních diagramů, neboť tato problematika je nejen ve výrobní praxi, konkrétně strojní, velmi frekventovaná, ale též i zajímavá, názorná a z ní vyplývající závěry mají vypovídající hodnotu.

Vyhodnocením obou úloh, založeném na zpracování naměřených hodnot, výpočtech a vytvořené grafice bylo ověřeno, že proces výroby je zacentrovaný a způsobilý ($c_{pk} = 1,7$) po celou dobu výrobního procesu tohoto konkrétního typu motoru a odpovídá přísným požadavkům jakosti produktu a s tím spojenou bezproblémovou montáž produktu do vrcholové sestavy zadní nápravy nákladního vozidla.

V rámci celého postupu zpracování dat řešených úloh se současně podařilo získat reálnou představu o významu jednotlivých nejistot systému měření a jejich dopadu na způsobilost měření, potažmo aplikaci metod zabezpečování jakosti v konkrétní praxi výrobního podniku. Cíle vytyčené pro praktickou část bakalářské práce byly tímto splněny.

6 Seznam použitých a citovaných zdrojů

Literární zdroje

- [1] BARTES, F.: Řízení jakosti. Brno: VUT v Brně, 2005. ISBN 80-7355-026-1.
- [2] BĚLOHLÁVEK, F., a kol.: Management. Olomouc: Rubico, 2001. ISBN 80-85839-45-8.
- [3] BRADÍK, J. NOVOTNÝ, R.: Řízení a zabezpečování jakosti. Brno: VUT, 2003. ISBN 80-214-2460-5.
- [4] GOETSCH, David L. Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2010. 634 s. ISBN 978-0-13-800354-8.
- [5] IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. Vladimír Paulíny. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. 312 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [6] JUROVÁ, M.: Organizace přípravy výroby. Brno: CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5247-3.
- [7] KEŘKOVSKÝ, M. VALSA, O.: Moderní přístupy k řízení výroby. Praha: C. H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [8] KOŽÍŠEK, J.: Management jakosti II. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03287-6.
- [9] KŘÍŽEK, F. NEUFUS, J.: Moderní hotelový management. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4835-1.
- [10] LEGÁT, V., JURCA, V., HORÁKOVÁ, A.: Jakost, spolehlivost a obnova strojů. TF CZU, Praha, 2006, ISBN 80-213-1514-8.
- [11] NENADÁL, J.: Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [12] NENADÁL, J.: Moderní systémy řízení jakosti. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-071-6.
- [13] SPEJACHALOVÁ, D.: Management kvality. Praha: VŠEM, 2012. ISBN 978-80-86730-68-4.
- [14] ŠKAPA, S.: Jakost výrobních procesů. Brno: CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-571-6.
- [15] TOMEK, G. VÁVROVÁ, V.: Řízení výroby. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-955-1.

- [16] TOMEK, G. VÁVROVÁ, V.: Integrované řízení výroby. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [17] TRÁVNÍK, A. SVOBODA, J.: Organizace a řízení výrobního provozu. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-190-6.
- [18] VÁCHAL, J. VOCHOZKA, M., a kol.: Podnikové řízení. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4642-5.
- [19] VEBER, J., a kol.: Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-146-1.
- [20] VEBER, J., a kol.: Řízení jakosti a ochrana spotřebitele. Praha: Grada Publishing, 2007. 164 s. 978-80-247-1782-1.
- [21] ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST: Analýza systému měření (MSA). Praha, 2010: 4. vydání. 231 s. ISBN 978-80-02-02323-5.
- [22] ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST: Statistická regulace procesu (SPC). Praha, 2005: 2. vydání. 216 s. ISBN 80-02-01810-9.

Internetové zdroje

- [23] QCONEX [online]. ISO řady 9000. [cit. 2017-06-30]. Dostupné z WWW: <http://www.qconex.cz/iso-9000>.
- [24] LÉVAY, Radek. Ikvalita.cz: *portál pro kvalitáře*. [online]. [cit. 2017-09-30]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>.
- [25] HORÁLEK, Vratislav. MM Průmyslové spektrum: *Statistické metody pro management jakosti* [online]. Praha: Vogel Publishing, 2005, roč. 9, č. 6 [cit. 2017-09-30]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/statisticke-metody-pro-managementjakosti.html>

7 PŘÍLOHY

Příloha 1 Naměřené hodnoty – úloha č. 1, měřidlo třmenový mikrometr o rozsahu 900–

1000 mm obchodní značky Mitutoyo.I

Příloha 2 Naměřené hodnoty – úloha č. 1, měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.II

Příloha 3 Naměřené hodnoty pro Regulační diagram – úloha č. 2.....III

Příloha 1 Naměřené hodnoty – úloha č. 1, měřidlo třmenový mikrometr o rozsahu 900–1000 mm obchodní značky Mitutoyo.

| Záznam naměřených hodnot | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------|----------|
| Operátor | Měření | Měřený kus mikrometrem | | | | | | | | | | průměr | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| A | 1 | 961,97 | 961,95 | 962,02 | 962,04 | 961,95 | 962,05 | 961,99 | 962,02 | 962,02 | 961,96 | 961,997 | |
| | 2 | 961,97 | 961,95 | 962,01 | 962,02 | 961,96 | 962,06 | 961,97 | 962,02 | 961,97 | 961,94 | 961,987 | |
| | 3 | 961,97 | 961,95 | 962,02 | 962,03 | 961,96 | 962,06 | 961,98 | 962,02 | 961,98 | 961,95 | 961,992 | |
| | průměr | 961,970 | 961,950 | 962,017 | 962,030 | 961,957 | 962,057 | 961,980 | 962,020 | 961,990 | 961,950 | 961,9920 | |
| | rozpětí | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,014 | |
| Operátor | Měření | Měřený kus | | | | | | | | | | průměr | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| B | 1 | 961,97 | 961,96 | 962,03 | 962,03 | 961,98 | 962,09 | 961,98 | 962,02 | 962,02 | 961,96 | 962,004 | |
| | 2 | 961,98 | 961,97 | 962,03 | 962,03 | 961,97 | 962,06 | 962,01 | 962,02 | 962,03 | 961,95 | 962,005 | |
| | 3 | 961,97 | 961,96 | 962,03 | 962,03 | 961,97 | 962,06 | 962,00 | 962,02 | 962,02 | 961,95 | 962,001 | |
| | průměr | 961,973 | 961,963 | 962,030 | 962,030 | 961,973 | 962,070 | 961,997 | 962,020 | 962,023 | 961,953 | 962,0033 | |
| | rozpětí | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,011 | |
| Operátor | Měření | Měřený kus | | | | | | | | | | průměr | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| C | 1 | 961,98 | 961,97 | 962,03 | 962,01 | 961,96 | 962,04 | 962,01 | 962,02 | 962,01 | 961,95 | 961,998 | |
| | 2 | 961,98 | 961,97 | 962,03 | 962,01 | 961,96 | 962,04 | 962,01 | 962,02 | 962,01 | 961,95 | 961,998 | |
| | 3 | 961,98 | 961,97 | 962,03 | 962,01 | 961,95 | 962,04 | 962,00 | 962,02 | 962,01 | 961,95 | 961,996 | |
| | průměr | 961,980 | 961,970 | 962,030 | 962,010 | 961,957 | 962,040 | 962,007 | 962,020 | 962,010 | 961,950 | 961,9973 | |
| | rozpětí | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,002 | |
| | | | | | | | | | | | rozpětí průměru R_p | | |
| \bar{x}_i | | 961,974 | 961,961 | 962,026 | 962,023 | 961,962 | 962,056 | 961,994 | 962,020 | 962,008 | 961,951 | 0,104 | |
| $(\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C) / (\text{počet operátorů}) = \bar{R}$ | | | | | | | | | | | 0,0090 | | |
| $(\max \bar{x} - \min \bar{x}) = \bar{x}_{DIF}$ | | | | | | | | | | | 0,0113 | | |
| $\bar{R} \cdot D_4 = UCL_{\bar{R}}$ | | | | | | | | | | | 0,0232 | | |
| Koeficienty: | | n | D_4 | | | | | | | | | x bar tot = | 961,9976 |
| | | 2 | 3,27 | | | | | | | | | s tot = | 0,03462 |
| | | 3 | 2,58 | | | | | | | | | | |

Příloha 2 Naměřené hodnoty – úloha č. 1, měřicí zařízení 3D-CMM-LK Evolution 20.15.12.

| Záznam naměřených hodnot | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|----------|
| Měřený kus /3D-CMM-LK Evolution 20.15.12. | | | | | | | | | | | | |
| Operátor | Měření | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | průměr |
| A | 1 | 961,9793 | 961,9765 | 962,0313 | 962,0083 | 961,9685 | 962,0468 | 962,0054 | 962,0270 | 962,0127 | 961,9484 | 962,000 |
| | 2 | 961,9819 | 961,9789 | 962,0306 | 962,0077 | 961,9707 | 962,0446 | 962,0057 | 962,0243 | 962,0132 | 961,9490 | 962,001 |
| | 3 | 961,9801 | 961,9773 | 962,0297 | 962,0081 | 961,9694 | 962,0453 | 962,0059 | 962,0240 | 962,0145 | 961,9505 | 962,000 |
| | průměr | 961,980 | 961,978 | 962,031 | 962,008 | 961,970 | 962,046 | 962,006 | 962,025 | 962,013 | 961,949 | 962,0005 |
| | rozpětí | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,002 |
| Měřený kus | | | | | | | | | | | | |
| Operátor | Měření | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | průměr |
| B | 1 | 961,9807 | 961,9781 | 962,0309 | 962,0082 | 961,9695 | 962,0467 | 962,0051 | 962,0267 | 962,0131 | 961,9509 | 962,001 |
| | 2 | 961,9813 | 961,9788 | 962,0303 | 962,0080 | 961,9698 | 962,0444 | 962,0055 | 962,0252 | 962,0135 | 961,9516 | 962,001 |
| | 3 | 961,9805 | 961,9775 | 962,0301 | 962,0084 | 961,9702 | 962,0459 | 962,0058 | 962,0249 | 962,0138 | 961,9523 | 962,001 |
| | průměr | 961,981 | 961,978 | 962,030 | 962,008 | 961,970 | 962,046 | 962,005 | 962,026 | 962,013 | 961,952 | 962,0009 |
| | rozpětí | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,001 |
| Měřený kus | | | | | | | | | | | | |
| Operátor | Měření | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | průměr |
| C | 1 | 961,9802 | 961,9769 | 962,0307 | 962,0079 | 961,9701 | 962,0473 | 962,0056 | 962,0258 | 962,0129 | 961,9507 | 962,001 |
| | 2 | 961,9797 | 961,9777 | 962,0311 | 962,0085 | 961,9699 | 962,0462 | 962,0060 | 962,0249 | 962,0142 | 961,9514 | 962,001 |
| | 3 | 961,9809 | 961,9774 | 962,0312 | 962,0087 | 961,9696 | 962,0455 | 962,0052 | 962,0251 | 962,0140 | 961,9510 | 962,001 |
| | průměr | 961,980 | 961,977 | 962,031 | 962,008 | 961,970 | 962,046 | 962,006 | 962,025 | 962,014 | 961,951 | 962,0009 |
| | rozpětí | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,001 |
| | | | | | | | | | | | rozpětí průměru R_p | |
| | \bar{x}_i | 961,981 | 961,978 | 962,031 | 962,008 | 961,970 | 962,046 | 962,006 | 962,025 | 962,014 | 961,951 | 0,095 |
| | | | | | | | | | | | $(\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C) / (\text{počet operátorů}) = \bar{R}$ | 0,0013 |
| | | | | | | | | | | | $(\max \bar{x} - \min \bar{x}) = \bar{x}_{DIF}$ | 0,0004 |
| | | | | | | | | | | | $\bar{R} \cdot D_4 = UCL_{\bar{R}}$ | 0,0034 |
| Koefficienty: | | | | | | | | | | | | |
| | n | D ₄ | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3,27 | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2,58 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | x bar tot = 962,0008 | |
| | | | | | | | | | | | s tot = 0,02879 | |

Příloha 3 Naměřené hodnoty pro Regulační diagram – úloha č. 2.

| | | ø 962 +/- 0,1 | MR | | | ø 962 +/- 0,1 | MR | | | ø 962 +/- 0,1 | MR |
|-----|------------|---------------|-------|-----|------------|---------------|-------|-----|------------|---------------|-------|
| Nr. | date | min/max/avg. | | Nr. | date | min/max/avg. | | Nr. | date | min/max/avg. | |
| 1 | 06.02.2017 | 961,972 | | 45 | 07.04.2017 | 961,999 | 0,02 | 89 | 14.06.2017 | 961,996 | 0 |
| 2 | 07.02.2017 | 961,979 | 0,007 | 46 | 10.04.2017 | 961,993 | 0,006 | 90 | 15.06.2017 | 961,971 | 0,025 |
| 3 | 08.02.2017 | 961,987 | 0,008 | 47 | 11.04.2017 | 961,972 | 0,021 | 91 | 16.06.2017 | 961,991 | 0,02 |
| 4 | 09.02.2017 | 962,017 | 0,03 | 48 | 12.04.2017 | 962,021 | 0,049 | 92 | 19.06.2017 | 962,029 | 0,038 |
| 5 | 10.02.2017 | 962,032 | 0,015 | 49 | 13.04.2017 | 961,973 | 0,048 | 93 | 20.06.2017 | 961,978 | 0,051 |
| 6 | 13.02.2017 | 962,017 | 0,015 | 50 | 18.04.2017 | 962,016 | 0,043 | 94 | 21.06.2017 | 962,027 | 0,049 |
| 7 | 14.02.2017 | 962,002 | 0,015 | 51 | 19.04.2017 | 962 | 0,016 | 95 | 22.06.2017 | 961,999 | 0,028 |
| 8 | 15.02.2017 | 961,989 | 0,013 | 52 | 20.04.2017 | 961,968 | 0,032 | 96 | 23.06.2017 | 962,024 | 0,025 |
| 9 | 16.02.2017 | 962,029 | 0,04 | 53 | 21.04.2017 | 961,999 | 0,031 | 97 | 26.06.2017 | 962,018 | 0,006 |
| 10 | 17.02.2017 | 962,027 | 0,002 | 54 | 24.04.2017 | 961,991 | 0,008 | 98 | 27.06.2017 | 961,975 | 0,043 |
| 11 | 20.02.2017 | 962,004 | 0,023 | 55 | 25.04.2017 | 961,999 | 0,008 | 99 | 28.06.2017 | 961,995 | 0,02 |
| 12 | 21.02.2017 | 961,978 | 0,026 | 56 | 26.04.2017 | 962 | 0,001 | 100 | 29.06.2017 | 961,989 | 0,006 |
| 13 | 22.02.2017 | 961,991 | 0,013 | 57 | 27.04.2017 | 962,004 | 0,004 | 101 | 30.06.2017 | 962,029 | 0,04 |
| 14 | 23.02.2017 | 962,01 | 0,019 | 58 | 28.04.2017 | 962,013 | 0,009 | 102 | 03.07.2017 | 962,027 | 0,002 |
| 15 | 24.02.2017 | 961,998 | 0,012 | 59 | 02.05.2017 | 961,999 | 0,014 | 103 | 04.07.2017 | 961,974 | 0,053 |
| 16 | 27.02.2017 | 962,024 | 0,026 | 60 | 03.05.2017 | 962,023 | 0,024 | 104 | 10.07.2017 | 961,98 | 0,006 |
| 17 | 28.02.2017 | 962,021 | 0,003 | 61 | 04.05.2017 | 961,995 | 0,028 | 105 | 11.07.2017 | 962,018 | 0,038 |
| 18 | 01.03.2017 | 962,024 | 0,003 | 62 | 05.05.2017 | 962,018 | 0,023 | 106 | 12.07.2017 | 962,01 | 0,008 |
| 19 | 02.03.2017 | 962,005 | 0,019 | 63 | 09.05.2017 | 962,026 | 0,008 | 107 | 13.07.2017 | 961,979 | 0,031 |
| 20 | 03.03.2017 | 961,985 | 0,02 | 64 | 10.05.2017 | 962,03 | 0,004 | 108 | 14.07.2017 | 962,013 | 0,034 |
| 21 | 06.03.2017 | 961,98 | 0,005 | 65 | 11.05.2017 | 961,998 | 0,032 | 109 | 17.07.2017 | 962,018 | 0,005 |
| 22 | 07.03.2017 | 962,004 | 0,024 | 66 | 12.05.2017 | 961,994 | 0,004 | 110 | 18.07.2017 | 962,027 | 0,009 |
| 23 | 08.03.2017 | 961,97 | 0,034 | 67 | 15.05.2017 | 962,018 | 0,024 | 111 | 19.07.2017 | 961,979 | 0,048 |
| 24 | 09.03.2017 | 961,985 | 0,015 | 68 | 16.05.2017 | 961,996 | 0,022 | 112 | 20.07.2017 | 962,017 | 0,038 |
| 25 | 10.03.2017 | 961,989 | 0,004 | 69 | 17.05.2017 | 962,034 | 0,038 | 113 | 21.07.2017 | 962,013 | 0,004 |
| 26 | 13.03.2017 | 961,99 | 0,001 | 70 | 18.05.2017 | 962,034 | 0 | 114 | 24.07.2017 | 961,989 | 0,024 |
| 27 | 14.03.2017 | 961,976 | 0,014 | 71 | 19.05.2017 | 961,98 | 0,054 | 115 | 25.07.2017 | 961,97 | 0,019 |
| 28 | 15.03.2017 | 961,983 | 0,007 | 72 | 22.05.2017 | 962,014 | 0,034 | 116 | 26.07.2017 | 962,022 | 0,052 |
| 29 | 16.03.2017 | 961,988 | 0,005 | 73 | 23.05.2017 | 961,983 | 0,031 | 117 | 27.07.2017 | 962,022 | 0 |
| 30 | 17.03.2017 | 961,971 | 0,017 | 74 | 24.05.2017 | 962 | 0,017 | | | | |
| 31 | 20.03.2017 | 961,967 | 0,004 | 75 | 25.05.2017 | 962,022 | 0,022 | | | | |
| 32 | 21.03.2017 | 961,978 | 0,011 | 76 | 26.05.2017 | 962,012 | 0,01 | | | | |
| 33 | 22.03.2017 | 961,972 | 0,006 | 77 | 29.05.2017 | 961,993 | 0,019 | | | | |
| 34 | 23.03.2017 | 961,971 | 0,001 | 78 | 30.05.2017 | 961,983 | 0,01 | | | | |
| 35 | 24.03.2017 | 961,974 | 0,003 | 79 | 31.05.2017 | 961,987 | 0,004 | | | | |
| 36 | 27.03.2017 | 962,008 | 0,034 | 80 | 01.06.2017 | 961,974 | 0,013 | | | | |
| 37 | 28.03.2017 | 962,017 | 0,009 | 81 | 02.06.2017 | 962,026 | 0,052 | | | | |
| 38 | 29.03.2017 | 962,033 | 0,016 | 82 | 05.06.2017 | 961,988 | 0,038 | | | | |
| 39 | 30.03.2017 | 962,008 | 0,025 | 83 | 06.06.2017 | 961,98 | 0,008 | | | | |
| 40 | 31.03.2017 | 962,017 | 0,009 | 84 | 07.06.2017 | 962 | 0,02 | | | | |
| 41 | 03.04.2017 | 962,033 | 0,016 | 85 | 08.06.2017 | 961,994 | 0,006 | | | | |
| 42 | 04.04.2017 | 961,998 | 0,035 | 86 | 09.06.2017 | 961,989 | 0,005 | | | | |
| 43 | 05.04.2017 | 961,966 | 0,032 | 87 | 12.06.2017 | 961,985 | 0,004 | | | | |
| 44 | 06.04.2017 | 961,979 | 0,013 | 88 | 13.06.2017 | 961,996 | 0,011 | | | | |

Cpk
1,70119