

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA**

**V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

2123745

**SPÔSOBILOSŤ VÝROBNÉHO PROCESU**

**2011**

**Vladimír Minárik, Bc.**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA**  
**V NITRE**  
TECHNICKÁ FAKULTA

**SPÔSOBILOSŤ VÝROBNÉHO PROCESU**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Kvalita produkcie
Študijný odbor:	2386800 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra kvality a strojárskych technológií
Školiteľ:	Rastislav Mikuš, Ing.

**Nitra 2011**

**Vladimír Minárik, Bc.**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaný Vladimír Minárik vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Spôsobilosť výrobného procesu“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 28.apríla 2011

**Vladimír Minárik**

## **Pod'akovanie**

Ďakujem vedúcemu práce Ing. Rastislavovi Mikušovi, za cenné rady, pripomienky a odborné vedenie pri vypracovaní diplomovej práce. Chcem poďakovať aj pracovníkom oddelenia kvality spoločnosti SE Bordnetze Slovakia, s.r.o. v Nitre Ing. Bédimu J. a vedúcej oddelenia Ing. Galisovej A., za pomoc pri vykonaní experimentov.

## **Abstrakt**

Diplomová práca popisuje kvalitu, systém manažérstva kvality, metódy a nástroje riadenia kvality s hlavnou a podstatnou časťou tejto práce, ktorou je preverenie spôsobilosti procesu narážania spĺňať kvalitatívne požiadavky pre uvoľnenie výrobného procesu vo výrobnej organizácii. Narazené vodiče s kontaktmi sú dodávané na zhotovenie určitého káblového zväzku a ten ako polotovar pre elektrické rozvody automobilu. Posúdenie je vykonané pomocou výpočtu indexu spôsobilosti procesu a meraniami mikrometrom a skúškou ťahom. Toto posúdenie slúži vo výrobnej organizácii na uvoľnenie procesu narážania do sériovej výroby. Výstupom z vykonaných skúšok je vyhodnotenie spôsobilosti procesu vo forme protokolu. Ak je proces spôsobilý, zhoduje sa s kvalitatívnymi požiadavkami, nachádza sa medzi tolerančnými hranicami a je stabilný, je možné ho uvoľniť do sériovej výroby.

Kľúčové slová: kvalita, metódy a nástroje riadenia kvality, spôsobilosť procesu, meranie, uvoľnenie procesu.

## **Abstract**

Diploma work describes quality, system of quality management, methods and tools of quality management with main and substantial part of this diploma work which is verification capability of crashing process to satisfy quality requirements for releasing of the production of the production process in the production organization. Encountered wires with contacts are supplied for construction of a wiring harness and this one is supplied as intermediate product for electrical wiring of car. Assessment is performed by calculating the index of process capability and micrometer measurements and tensile test. In the production organization, this assessment serves for releasing crashing process into mass production. The outcome of the tests carried out is evaluation capability of process in the form of protocol. If process is capable, it coincides with the quality requirements, it is located between the tolerance limit and is stable, is possible to release it to the mass production.

Key words: quality, methods and tools of quality management, process capability, measurement, release process.

# Obsah

<b>1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky .....</b>	<b>9</b>
1.1 Kvalita.....	9
1.1.1 Definovanie kvality a jej význam .....	9
1.1.2 Základné pojmy v oblasti kvality.....	9
1.1.3 Štruktúra noriem radu ISO 9000.....	11
1.2 Systémy manažérstva kvality.....	13
1.2.1 Konceptia systému manažérstva kvality podľa STN EN ISO 9000:2009 ....	13
1.2.2 Funkcie manažérstva kvality .....	14
1.2.3 Osem zásad manažérstva kvality .....	15
1.2.4 Vývoj systémov manažérstva kvality .....	16
1.2.5 Systém manažérstva kvality podľa radu noriem ISO 9000 .....	17
1.2.6 Dokumentácia systému manažérstva kvality .....	21
1.3 Metódy a nástroje riadenia kvality.....	22
1.3.1 Rozdelenie metód riadenia kvality .....	23
1.3.2 Štatistické metódy.....	24
1.4 Spôsobilosť procesu.....	36
1.4.1 Index spôsobilosti $C_p$ .....	39
1.4.2 Index spôsobilosti $C_{pk}$ .....	41
1.4.3 Index spôsobilosti $C_{pm}$ .....	42
1.4.4 Index spôsobilosti $C_{pm}^*$ .....	42
1.4.5 Index spôsobilosti $C_{pmk}$ .....	43
1.5 Spôsobilosť výrobného zariadenia.....	43
<b>2 Cieľ práce .....</b>	<b>45</b>
<b>3 Metodika práce .....</b>	<b>46</b>
3.1 Preverenie spôsobilosti procesu narážania .....	46
3.1.2 Skúška ťahom .....	49

3.1.3 Výpočet pri skúške ťahom a meraním mikrometrom .....	50
3.1.4 Celkový výpočet spôsobilosti procesu narážania .....	51
<b>4 Výsledky práce .....</b>	<b>53</b>
4.1 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania .....	53
4.1.1 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za prvý pracovný týždeň .....	54
4.1.2 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za druhý pracovný týždeň ....	56
4.1.3 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za tretí pracovný týždeň .....	58
4.1.4 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za štvrtý pracovný týždeň.....	60
4.1.5 Celkové vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania .....	62
<b>6 Návrh na využitie .....</b>	<b>65</b>
<b>8 Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>67</b>

## Úvod

V súčasnosti patrí automobilový priemysel medzi najviac rozvinuté a najrozsiahlejšie odvetvie slovenského národného hospodárstva. Dôležitou súčasťou tohto odvetvia je aj výroba káblových zväzkov pre elektrické rozvody automobilu. Pri návrhu a realizácii výroby káblových zväzkov vstupujú do procesu aj vlastnosti materiálov, ich konštrukcia, technológia výroby, spôsobilosť procesu spĺňajúca kvalitatívne požiadavky a uvoľnenie procesu do sériovej výroby. Na dodávateľov pre výrobcov automobilov je neustále vyvíjaný tlak na dosiahnutie čo najvyššej kvality káblových rozvodov, elektrických vodičov a kontaktov (a obzvlášť ak sa jedná o dodávateľa a výrobcu týchto rozvodov pre automobily skupiny Volkswagen Group a luxusné značky ako Audi A8 a Audi Q7, kde boli merania vykonané a meraný krimpový kontakt s vodičom je súčasťou pre výrobu elektrických rozvodov pre uvedené automobily). Zákazníkom špecifikovaný káblový zväzok naprojektovaný výrobcom vozidla funguje ako „nervový systém“ a spája všetky elektrické komponenty automobilu od bežných základných funkcií ako sú napríklad riadenie motora, brzdenie, osvetlenie až k moderným informačným systémom ako sú navigácia, telefón atď. So zvyšujúcimi sa požiadavkami na stále zložitejšie elektrické rozvody v automobile, je späť požiadavka aj na vyššiu kvalitu kontaktov a pevnejšie uchytenie narazeného kontaktu na vodič, pre ich následné osadenie do konektorov káblového zväzku. Ako účinný nástroj zabezpečenia kvality sa z tohto dôvodu používajú hodnotenia a preverovania spôsobilosti výrobného procesu a vykonávajú sa pomocou indexov spôsobilosti procesov.



# 1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

## 1.1 Kvalita

### 1.1.1 Definovanie kvality a jej význam

Slová kvalita či kvalitný používame v každodennom rozhovore ako výraz hodnotenia. Podľa toho, v akom význame ich použijeme, im dávame rôzne obsahy, napríklad kvalitné jedlo, kvalitná kniha, kvalitné auto, kvalitná oceľ atď. Pritom sa vo väčšine prípadov bližšie nevyjadrujeme o kritériách, z akého pohľadu tieto hodnotenia vnímame. Neuvedomujeme si, čo je dôvodom tvrdenia, že niečo je kvalitné. Pritom tvrdenie jedného človeka o tom, že výrobok je kvalitný, nemusí byť také isté, ako tvrdenie iného človeka o tom istom výrobku. To sú dôvody, ktoré robia hodnotenie kvality v bežnom živote subjektívnym.

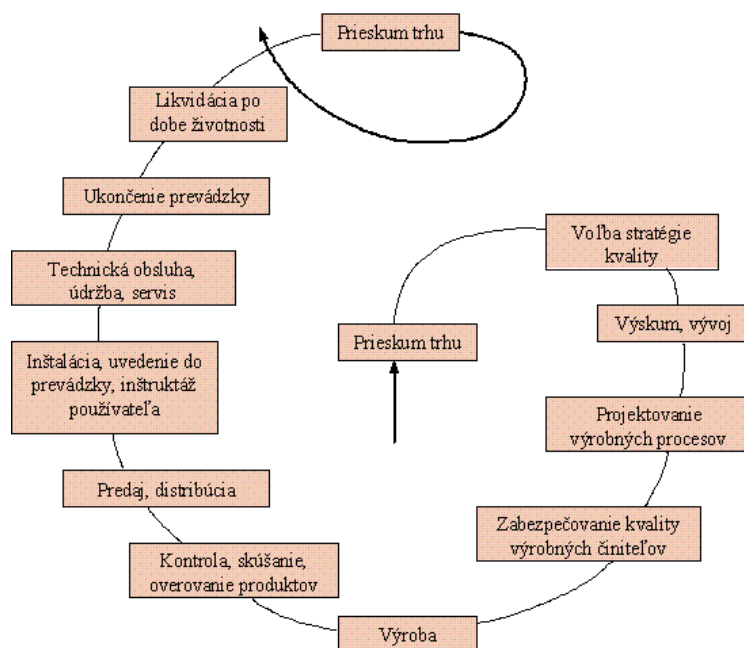
### 1.1.2 Základné pojmy v oblasti kvality

Subjektivita robí kvalitu zložitou vlastnosťou z hľadiska dohody. Pokusy minimalizovať subjektivitu a štandardizovať chápanie kvality vedú k jej zúženému poňatiu. Kvalitu vyjadrujeme v znakoch kvality, ich úroveň veličinami nameranými alebo priradenými (obsah účinnej látky, zápach a podobne). Pri podrobnom štúdiu literatúry nájdeme množstvo definícií kvality.

Podľa normy STN EN ISO 9000:2009 Systémy manažérstva kvality, Základy a slovník je „kvalita miera, s akou súbor vlastných charakteristík spĺňa požiadavky“. Definícia je súčasne doplnená nasledujúcimi poznámkami:

- termín kvalita sa môže používať s prívlastkami, ako sú: výborná, dobrá alebo zlá,
- každý produkt má svoje trvalé charakteristiky (napr.: spoľahlivosť, bezpečnosť, hmotnosť, a pod.), ktoré sú parametrami kvality produktu a tzv. pridelené charakteristiky (napr.: cena produktu, vlastník produktu a pod.), ktoré nie sú vyjadrením kvality toho produktu.

Dosiahnutie uspokojivej kvality zahŕňa všetky etapy slučky kvality (obr. 1).



**Obr. 1**

**Juranova špirála kvality (Sochovičová, 2005)**

Juran (1999), jeden zo zakladateľov riadenia kvality, prisudzuje pojmu kvalita dva významy (obr. 2). Podľa neho je kvalita súhrn vlastností výrobku, prostredníctvom ktorých sú uspokojované požiadavky zákazníka. Z tohto uhla pohľadu je kvalita orientovaná na zisk. V tomto prípade je dosiahnutie vyššej kvality zvyčajne spojené s investíciami a teda s vyššími nákladmi.

Z druhého uhla pohľadu však Juran považuje kvalitu za prostriedok na dosiahnutie zníženia nedostatkov, t. j. odstránenie chýb vyžadujúcich prepracovanie, príp. chýb, ktoré by mohli spôsobiť nespokojnosť zákazníka. V tomto prípade je kvalita zameraná na náklady a ich zníženie, tzn., že zvýšenie kvality prináša úsporu nákladov.

Vlastnosti výrobku spĺňajúce požiadavky zákazníka	Zníženie nedostatkov
Vyššia kvalita umožňuje organizácii:	Vyššia kvalita umožňuje organizácii:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšiť spokojnosť zákazníka</li> <li>• zlepšiť predajnosť výrobkov</li> <li>• zvýšiť konkurencieschopnosť</li> <li>• zvýšiť podiel na trhu</li> <li>• dosiahnuť zisk</li> <li>• zabezpečiť zvýšenie ceny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znížiť podiel chýb</li> <li>• znížiť opravy a odpad</li> <li>• znížiť záručné výmeny</li> <li>• znížiť nespokojnosť zákazníkov</li> <li>• znížiť kontrolu a skúšanie</li> <li>• skrátiť čas na uvedenie nových výrobkov na trh</li> <li>• zvýšiť zisk a kapacitu</li> <li>• zvýšiť výkonnosť dodávok</li> </ul>
Hlavný vplyv je na odbyt.	Hlavný vplyv je na náklady.
Zvyčajne vyššia kvalita zvyšuje náklady.	Zvyčajne vyššia kvalita znižuje náklady.

**Obr. 2**

### **Významy kvality podľa Jurana (1999)**

Kvalitu možno chápať ako viacrozmernú entitu. Jej základné rozmery definuje napríklad D. A. Garvin takto: výkonnosť (základné charakteristiky produktu), funkcie (sekundárne charakteristiky produktu), spoľahlivosť, zhodnosť (splňanie špecifikovaných požiadaviek), životnosť, náročnosť na servis, estetika a vnímateľnosť (schopnosť produktu byť realizovaný bez toho, že by zákazníci mali o produkte komplexné informácie, spôsobená napríklad dobrou povestou producenta).

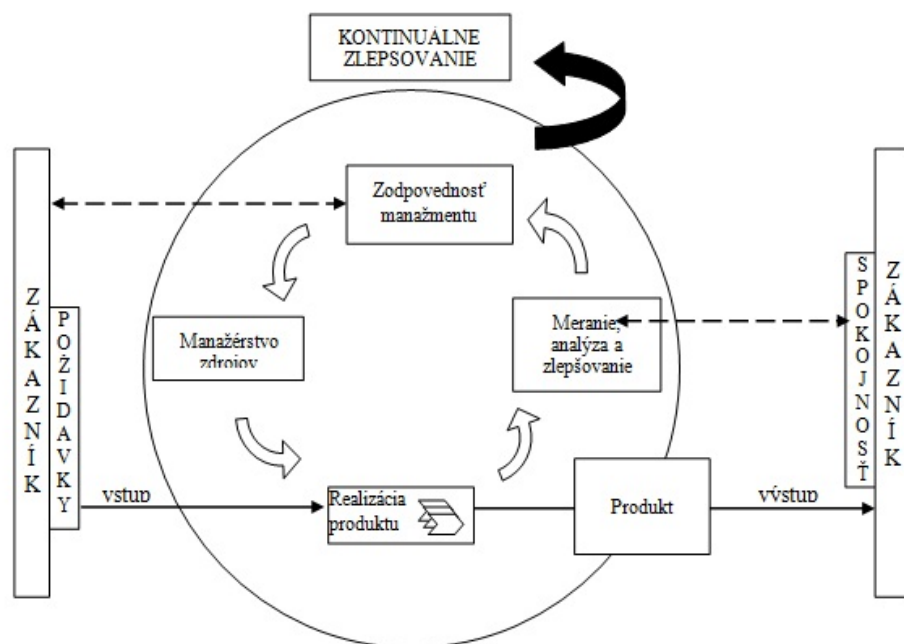
Prístupy jednotlivých predstaviteľov k vymedzeniu pojmu kvalita sú zo strany zákazníka: J. M. Juran „Kvalita je vhodnosť pre nás“ a C. D. Edwards „Kvalita je schopnosť uspokojovať potreby“ a zo strany výrobcu: P. B. Crosby „Kvalita znamená súlad s požiadavkami“.

#### **1.1.3 Štruktúra noriem radu ISO 9000**

Jednou z možností ako zabezpečiť čo najlepšie plnenie požiadaviek zákazníka je zavedenie systému manažérstva kvality v organizácii. V normách radu ISO 9000 sú uvedené ucelené modely manažérstva kvality. Pri budovaní funkčného systému manažérstva kvality je potrebné postupovať podľa noriem radu ISO 9000. Medzi normy, na ktorých sú založené procesy budovania a certifikovania systémov manažérstva kvality, patria:

Norma **STN EN ISO 9000:2009 Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník** je základnou medzinárodnou normou, opisuje podstatu systémov manažérstva kvality, špecifikuje terminológiu systémov manažérstva kvality a môže ju použiť každá organizácia.

Norma **STN EN ISO 9001:2008 Systémy manažérstva kvality. Požiadavky**. Táto norma stanovuje požiadavky na systém manažérstva kvality, ktoré organizácia môže použiť s cieľom uspokojiť zákazníka tým, že vyhoví jeho požiadavkám a požiadavkám príslušných predpisov. Môžu ich využiť interné aj externé strany vrátane certifikačných orgánov, na posúdenie schopnosti organizácie vyhovieť požiadavkám zákazníka a predpisov. Požiadavky sú všeobecné a dajú sa aplikovať na všetky organizácie bez ohľadu na ich druh, veľkosť a dodávané výrobky. Norma STN EN ISO 9001:2008 sa vypracovala ako jedna časť súvisiacej dvojice noriem systému manažérstva kvality.



**Obr. 3**

**Model systému manažérstva kvality založený na procesnom prístupe (STN EN ISO 9001)**

Druhou časťou je **STN EN ISO 9004:2001 Systémy manažérstva kvality. Návod na zlepšovanie výkonnosti**. Táto norma poskytuje organizáciám návod na zlepšovanie výkonnosti a opisuje, aké procesy majú systémy manažérstva kvality

zahŕňať. Výber týchto procesov a ich rozsah sú závislé od veľkosti organizácie, jej štruktúry, obsluhovaného trhu a dostupných zdrojov. V porovnaní s ISO 9001:2008 pozornosť sa sústreďuje nielen na zákazníka, ale aj na tretie strany.

Tieto dve medzinárodné normy – STN EN ISO 9001:2008 a STN EN ISO 9004:2001 sú navrhnuté tak, aby sa používali spoločne, môžu sa však použiť aj nezávisle.

Úzko súvisiacimi normami sú nasledovné normy na preverovanie systémov manažérstva kvality:

**Norma STN EN ISO 19011:2002 Návod na auditovanie systému manažérstva kvality a/alebo systémov environmentálneho manažérstva.** Poskytuje návod na zásady auditovania, riadenia programov auditu, realizáciu auditov systému manažérstva kvality a systému environmentálneho manažérstva, ako aj návod na kompetentnosť auditorov systému manažérstva kvality a systému environmentálneho manažérstva.

Vhodná je pre všetky organizácie, ktoré potrebujú realizovať interné alebo externé audity systému manažérstva kvality alebo systému environmentálneho manažérstva alebo riadiť program auditu.

**TNI ISO/TR 10013:2003 (STN EN ISO/TR 10013:2003) Návod na dokumentáciu systému manažérstva kvality.** Táto technická správa propaguje prijatie procesného prístupu pri spracovaní a zavádzaní systému manažérstva kvality a zlepšovaní jeho efektívnosti. Má pomôcť organizáciám zdokumentovať jej systém manažérstva kvality.

## **1.2 Systémy manažérstva kvality**

### **1.2.1 Koncepcia systému manažérstva kvality podľa STN EN ISO 9000:2009**

Systém manažérstva kvality je spôsob, ako organizácia riadi a kontroluje tie podnikateľské činnosti, ktoré súvisia s kvalitou.

Na to, aby bolo možné dosiahnuť požadované kvalitatívne parametre výrobkov, ale aj procesov, pomocou ktorých sú výrobky produkované, je potrebné kvalitu a všetky činnosti s ňou spojené riadiť. Podľa STN EN ISO 9000:2009 manažérstvo kvality predstavuje koordinované činnosti zamerané na usmerňovanie a riadenie organizácie s ohľadom na kvalitu.

System manažerstva kvality je skutočným návodom pre jednoznačné správanie sa organizácie v oblasti kvality. V tejto súvislosti slovo kvalita neznamena dobre, resp. najlepšie, ale je to schopnosť organizácie uspokojiť potreby zákazníkov. Inšpekcie a kontroly kvality sú iba malou časťou tohto systému. Nie je to však systém, ktorý je nemenný a platí raz navždy. Je to systém, ktorý sa musí prispôbovať meniacim sa podmienkam trhu, meniacim sa požiadavkám zákazníkov, či už odberateľov, alebo konečných spotrebiteľov produktov organizácie.

### 1.2.2 Funkcie manažerstva kvality

Podľa Jurana riadenie kvality (Quality Control) je analogické k riadeniu financií a znamená aplikovanie troch manažérskych procesov:

**Plánovanie kvality (Quality Planning)** – proces stanovenia cieľov v oblasti kvality. Plánovanie má v procese manažerstva kvality kľúčové postavenie. Plánovanie môžeme zjednodušene definovať ako proces vytyčovania cieľov organizácie, ako aj spôsob ich dosahovania (Plura, 2001).

**Riadenie kvality (Quality Control)** – proces dosiahnutia stanovených cieľov počas výkonu operácií. Implementovať riadenie kvality znamená vhodne pochopiť základné myšlienky tvoriace obsah a jadro princípov riadenia kvality a mať poznatky a skúsenosti o aplikácii metód a techník systémovým prístupom.

**Zlepšovanie kvality (Quality improvement)** – proces dosahovania lepšej úrovne výkonnosti. Zlepšovanie kvality znamená dosahovanie lepšej úrovne kvality v porovnaní s predchádzajúcim stavom. Podstatou zlepšovania kvality je pozitívna zmena – inovácia. Len to, čo prináša najvyššiu hodnotu, stojí za rozvoj a úsilie, všetko ostatné je plytvanie a neefektívnosť.

Tieto tri procesy sú známe pod termínom Juranova trilógia.

Juran vo svojej trilógii definoval zlepšovanie kvality ako dosahovanie novej, kvalitatívne lepšej úrovne kvality produktov a kvality práce v podniku. Základom pre zlepšovanie je rozlíšenie medzi chronickými a sporadickými problémami kvality (Juran, 1999). Príležitostné, nepravidelné odchýlky od štandardov sú sporadické problémy časté, pravidelne sa opakujúce odchýlky sú chronické problémy. Podstatou zlepšovania je podľa neho odstraňovanie technických nedostatkov v živote firmy, ktoré sú často

latentné, a zamestnanci ich buď vôbec nevnímajú, alebo ich považujú za nutné zlo. Odhaľovaním chronických chýb a ich riešením tak, aby boli raz a navždy odstránené, môže podnik skutočne dosiahnuť kvalitatívne novú úroveň kvality v podniku.

### 1.2.3 Osem zásad manažérstva kvality

Aby sa organizácia úspešne riadila a fungovala, je nevyhnutné usmerňovať ju a riadiť systematickým a transparentným spôsobom. Úspech môže priniesť zavedenie a udržiavanie systému manažérstva kvality, ktorý je navrhnutý tak, aby trvalo zlepšoval výkonnosť organizácie a súčasne sa zaoberal potrebami všetkých zainteresovaných strán. Manažérstvo organizácie zahŕňa okrem ďalších manažérskych disciplín aj manažérstvo kvality (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009).

Vo všeobecnosti existuje osem základných zásad manažérstva kvality, ktoré môže vrcholový manažment využiť pri vedení organizácie smerom k zvyšovaniu výkonnosti organizácie (Teplická, Birčáková, 2008):

- **Zameranie sa na zákazníka** - organizácie závisia od svojich zákazníkov, a preto ich súčasné a budúce potreby, majú uspokojovať požiadavky zákazníkov a majú sa snažiť prekonať ich očakávania.
- **Vodcovstvo/vedenie** - vodcovia určujú jednotu účelu a smerovania organizácie, majú vytvárať a udržiavať interné prostredie, v ktorom sa pracovníci plne zapoja do plnenia cieľov organizácie.
- **Zapojenie pracovníkov** - pracovníci na všetkých úrovniach sú základom organizácie a ich plné zapojenie umožňuje využívať ich schopnosti na prospech organizácie.
- **Procesný prístup** - želaný výsledok sa dosiahne účinnejšie, ak sa činnosti a súvisiace zdroje riadia ako proces.
- **Systémový prístup k manažérstvu** - identifikácia, pochopenie a riadenie vzájomne previazaných procesov ako systému, prispieva k efektívnosti a účinnosti organizácie pri dosahovaní jej cieľov.
- **Trvalé zlepšovanie** - trvalým cieľom organizácie má byť nepretržité zlepšovanie celkovej výkonnosti.
- **Rozhodovanie na základe faktov** - efektívne rozhodnutia sa zakladajú na analýze údajov a informácií.

- **Vzájomné výhodné vzťahy s dodávateľmi** - organizácia a ich dodávatelia sú vzájomne nezávislí a ich vzájomne výhodný vzťah umocňuje schopnosť obidvoch vytvárať hodnotu.

#### 1.2.4 Vývoj systémov manažérstva kvality

Systém manažérstva kvality bol po prvý krát zavedený v Spojených štátoch amerických okolo roku 1920 ako štatistický nástroj na zlepšovanie priemyselnej výroby. Išlo v podstate iba o znižovanie počtu chybných výrobkov (Mizuno, 1995). Podobný systém bol používaný donedávna aj u nás. Zabezpečovanie kvality sa považovalo za záležitosť útvaru kvality. Ťažisko starostlivosti o kvalitu sa posunulo do oblasti výstupnej kontroly. Tu bola používaná iba štatistická prebierka.

Neustály konkurenčný boj a čoraz vyššie nároky na kvalitu produkcie viedli postupne k nevyhnutnosti budovania systémov kvality v podnikoch. Preto vzniklo viacero rozmanitých modelov. Podľa Mateidesa a Závadského (2005) sa ako dôsledok evolučného vývoja pohľadu na zabezpečenie kvality vo svete vykryštalizovali tri základné koncepcie manažérstva kvality:

- koncepcia podnikových štandardov,
- koncepcia ISO,
- koncepcia TQM.

Mnoho spoločností, najmä amerických, už v 70. rokoch 20. storočia pociťovalo akútnu potrebu vytvorenia systémov manažérstva kvality. Požiadavky na tieto systémy zaznamenali do noriem, ktoré mali platnosť v rámci jednotlivých firiem, resp. výrobných odvetví, pričom sa nimi museli riadiť aj všetci dodávatelia týchto firiem. Tak vznikali podnikové štandardy kvality.

Existencia viacerých modelov však sťažuje výber vhodného modelu. V 80. rokoch 20. storočia, vplyvom rýchleho rozvoja obchodu a tendencií postupného odstraňovania obchodných bariér, vznikla potreba zjednotenia kritérií posudzovania systémov kvality. Preto boli vypracované normy radu ISO 9000, ktoré sa stali najpoužívanejším spôsobom riadenia kvality vo svete. Tieto normy sa postupne stali štandardom, pretože našli široké uplatnenie v celosvetovom meradle.



### **1.2.5 Systém manažerstva kvality podľa radu noriem ISO 9000**

Systém manažerstva kvality, budovaný podľa noriem ISO radu 9000, je súbor činností riadenia organizácie zameraný na dosiahnutie spokojnosti zákazníka. Systém sa nezaobrá iba vstupnou, operačnou a výstupnou kontrolou v rámci prebiehajúcich výrobných procesov. Zahŕňa všetky procesy vykonávané v organizácii, ktoré majú vplyv na kvalitu výsledného produktu a ovplyvňujú spokojnosť zákazníka. Do systému manažerstva kvality možno zahrnúť napríklad riadenie vzdelávania pracovníkov, údržby výrobných zariadení, vývoja nových výrobkov, nakupovania materiálov a služieb a pod.

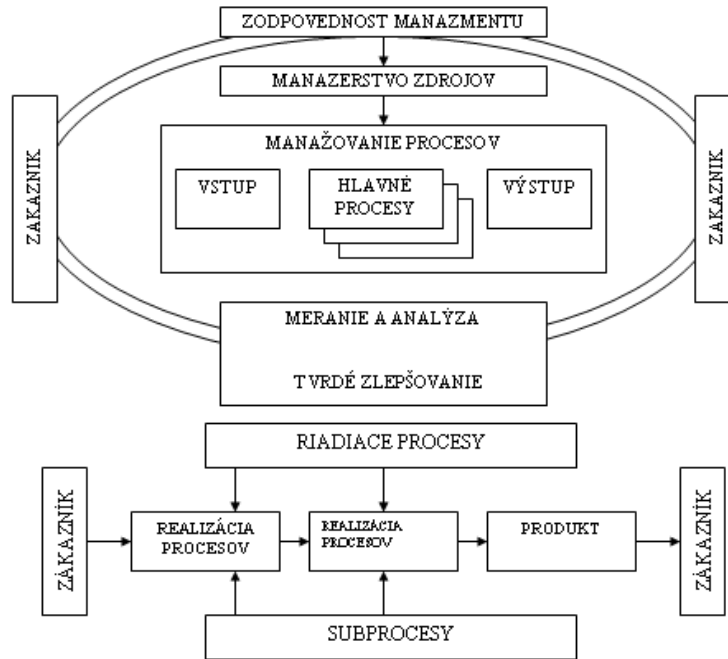
Tieto procesy rozdeľuje norma ISO 9001 do štyroch základných oblastí:

- zodpovednosť manažmentu,
- manažerstvo zdrojov,
- realizácia produktu a meranie,
- analýza a zlepšovanie systému.

#### ***Procesný prístup v systéme manažerstva kvality***

Aby organizácie mohli efektívne fungovať, musia identifikovať a riadiť množstvo vzájomne previazaných a súvisiacich procesov. Často výstup z jedného procesu priamo vytvára vstup do ďalšieho procesu. Systematická identifikácia a manažerstvo procesov využívaných v organizácii a najmä interakcií medzi týmito procesmi sa označuje ako procesný prístup (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009).

Podľa radu noriem ISO 9000 sa moderné manažerstvo kvality nesústreďuje na výsledný produkt, ale na procesy spojené s jeho vytváraním. Proces možno definovať ako skupinu logicky zoradených aktivít s jasne definovaným vstupom a výstupom, pomocou ktorej sa transformujú vstupné zdroje a výstupné produkty (Obr. 4).



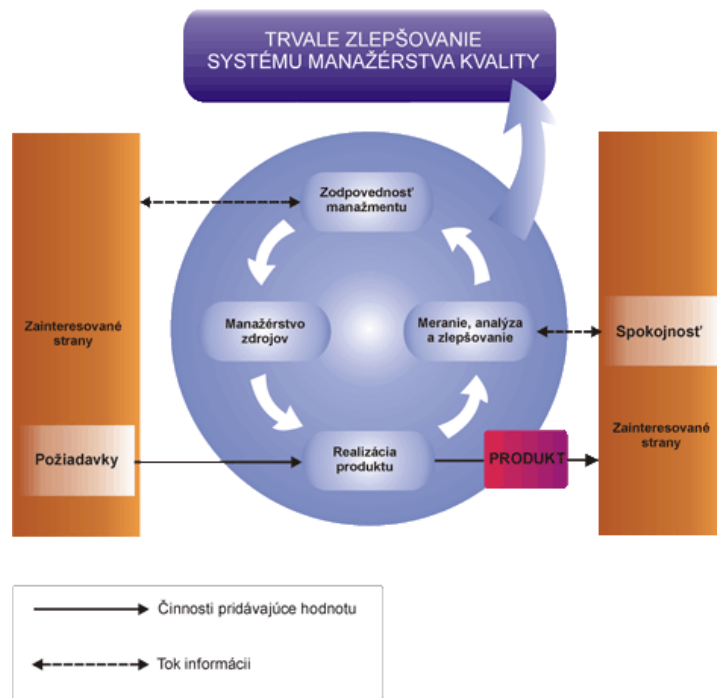
**Obr. 4**  
**Procesný prístup k manažmentu kvality (Trpkoš, 2004)**

Procesy sú v organizácii prepojené. Každý článok vzniknutého reťazca ovplyvňuje kvalitu výsledného produktu. Tieto súvislosti je možné vyjadriť pomocou špirály kvality (Obr. 1).

Pre výslednú kvalitu má význam úroveň všetkých prvkov špirály kvality. Žiadny z nich nemožno zanedbať, pretože kvalita je obmedzená najslabším článkom reťazca. Chyby, ktoré vznikli v určitej etape vytvárania kvality, sa dajú v ďalších etapách odstrániť iba veľmi ťažko a za cenu zvýšených nákladov. Kľúčový význam pritom majú prvky na začiatku špirály. Preto je účelné v špirále kvality vidieť dve navzájom prepojené časti:

- procesy ovplyvňujúce kvalitu návrhu, t. j. koncepciu produktu a procesu,
- procesy ovplyvňujúce zhodu s návrhom, t. j. vlastné vyhotovenie produktu.

Zo špirály kvality vyplýva, že manažerstvo kvality nemôže byť záležitosťou jedného útvaru organizácie. Musí sa stať každodennou záležitosťou všetkých útvarov a pracovníkov v rámci jednoznačne pridelenej zodpovednosti ([www.poling.sk](http://www.poling.sk), 2005).



**Obr. 5**

**Procesný model systému manažérstva kvality (Teplická, Birčáková, 2008)**

### ***Komplexné manažérstvo kvality***

Koncepcia komplexného manažérstva kvality (Total Quality Management – TQM) podľa (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009) nie je nijako zviazaná s normami a predpismi, ako napr. koncepcia ISO, ale je otvoreným systémom absorbujúcim všetko pozitívne, čo môže byť využité na rozvoj organizácie. Reprezentuje taký prístup k budovaniu a udržiavaniu systému manažérstva kvality, ktorý sa opiera skôr o filozofiu a kultúru organizácie než o definované normy a odporúčania. Tento prístup nevyhnutne vyžaduje:

- určitú zrelosť organizácie,
- rovnako ako v prípade štandardizovaných koncepcií aj osobné zapojenie vrcholového manažmentu,
- vytváranie motivačných faktorov a zdrojov pre úspešné zavedenie a využívanie prístupu komplexného manažérstva kvality.

## **Total**

Úplne, celkovo, komplexne. Kvalita sa vzťahuje na všetkých zamestnancov organizácie, na všetky oddelenia a na všetky procesy, ktoré v organizácii prebiehajú. Celá organizácia, všetky útvary a pracovníci musia byť bez výnimky zapojení do zvyšovania kvality. Platí to pre všetky produkty a činnosti organizácie.

## **Quality**

Kvalita, splnenie požiadaviek, nech ide o požiadavky kohokoľvek. To znamená, že kvalita je vždy spojená so špecifikovanými alebo zákazníkom predpokladanými požiadavkami, či už ide o zákazníkov interných alebo externých.

## **Management**

Manažérstvo, riadenie. Vzťahuje sa na ľudí a procesy, ktorí sú zainteresovaní na kvalite.

Ide o prístup manažérstva organizácie zameraný na kvalitu a založený na účasti všetkých členov organizácie, s cieľom dosiahnuť dlhodobý úspech prostredníctvom uspokojovania zákazníkov a prospechu všetkých členov organizácie a spoločnosti.

Základné faktory, ktoré ovplyvňujú komplexné manažérstvo kvality (www.iso9000.sk, 2009):

- a) Pochopenie kvality,
- b) Stratégia manažérstva kvality,
- c) Organizácia kvality,
- d) Náklady na kvalitu,
- e) Plánovanie systému manažérstva kvality,
- f) Systém manažérstva kvality.

## ***Prínosy zo zavedenia systémov manažérstva kvality***

Zavádzanie systému kvality podľa noriem radu ISO 9000 je spojené s vynakladaním množstva času a finančných prostriedkov, pričom efekt nie je vždy jednoznačný a kladný. Výsledky zavedenia systémov manažmentu kvality sú v jednotlivých organizáciách veľmi rozdielne. Niektoré vykazujú pozitívne zmeny vyvolané zavedením systému kvality, v iných aj po zavedení systému kvality pretrvávajú problémy.

Podľa Mateidesa a Závadského (2005) k hlavným prínosom zavedenia a certifikácie systému manažmentu kvality v organizácii patrí:

- zníženie nákladov a nezhody,
- zredukovanie rizík,
- zvýšenie produktivity práce,
- zabezpečenie spoľahlivosti produkcie,
- jasné určenie zodpovednosti a povinností všetkých pracovníkov,
- zvýšenie dôvery zákazníkov, zlepšiť štruktúru organizácií,
- podpora trvalého odbytu produkcie,
- posilnenie konkurencieschopnosti.

Úspech, resp. neúspech zavedenia systému manažérstva kvality spočíva často v kompatibilite koncepcie kvality. Keď je koncepcia kvality budovaná podľa noriem STN EN ISO radu 9000 v súlade s podnikateľskou filozofiou organizácie, alebo podnikateľská filozofia je tejto koncepcii prispôsobená, existujú dobré vyhliadky na pozitívne výsledky zavedenia systému kvality. Návratnosť nákladov na zavedenie a certifikáciu systému manažérstva kvality sa pohybuje v rozmedzí 2 – 4 roky.

### **1.2.6 Dokumentácia systému manažérstva kvality**

Dokumentácia umožňuje oznamovať zámery a systematickosť činnosti. Jej používanie prispieva:

- k dosahovaniu zhody s požiadavkami zákazníka a k zlepšovaniu kvality,
- k poskytovaniu primeranej prípravy pracovníkov,
- k opakovateľnosti a nadväznosti,
- k poskytovaniu objektívneho dôkazu,
- k vyhodnocovaniu efektívnosti a trvalej vhodnosti systému manažérstva kvality.

Vypracovanie dokumentácie nemá byť završením postupov, ale má to byť činnosť prinášajúca hodnotu.

Existuje niekoľko druhov dokumentov používaných v systémoch manažérstva kvality, použitý slovník má byť v súlade s normovanými definíciami a termínmi, ktoré sa uvádzajú v ISO 9000 alebo vo všeobecnom aplikačnom slovníku.

Každá organizácia si určuje rozsah požadovanej dokumentácie a médiá, ktoré sa majú používať. Závisí to od takých faktorov, ako sú druh a veľkosť organizácie, zložitosť a previazanosť procesov, zložitosť produktov, požiadavky zákazníka, použiteľné požiadavky predpisov, preukázaná schopnosť pracovníkov a rozsah, v akom je nevyhnutné preukázať splnenie požiadaviek systému manažérstva kvality (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009).

Podľa TNI ISO/TR 10013:2003 (STN EN ISO/TR 10013:2003 Návod na dokumentáciu systému manažérstva kvality) typické usporiadanie dokumentácie systému manažérstva kvality zodpovedá buď procesom organizácie, štruktúre použiteľnej normy kvality alebo ich kombinácii. Môže sa využiť aj akékoľvek iné usporiadanie, ktoré vyhovuje potrebám organizácie.

Podľa [www.komora-khk.cz](http://www.komora-khk.cz) (2009) slúži dokumentácia pre podporu funkcie systému manažérstva kvality a jeho efektívneho využívania, uplatňovania, udržiavania a zlepšovania.

K základným prvkom budovania systému manažérstva kvality patrí spracovanie a odsúhlasenie dokumentácie systému manažérstva kvality. Štruktúra dokumentácie by mala byť rozdelená do troch hierarchických úrovní:

1. úroveň - Politika kvality, ciele kvality, príručka kvality,
2. úroveň - Organizačné smernice, postupy, záznamy,
3. úroveň - Technologické postupy, bezpečnostné predpisy, interné smernice.

### **1.3 Metódy a nástroje riadenia kvality**

Metódou (nástrojom) manažérstva kvality sa rozumie cieľavedomý, premyslený a sústavný postup pri riešení problémov spojených so zabezpečením a zlepšovaním kvality. Mnohostranný, rôznorodý charakter javov a procesov, súvisiacich s kvalitou procesov a výrobkov, vzdelanostná úroveň a kvalifikácia jednotlivcov a kolektívov a vyšších štruktúr riadenia kvality v organizácii, ale aj kultúrne – psychologicko - historické aspekty organizácie a štátu, veľkosť organizácie a zložitosť vyrábaného výrobku vyžadujú od vrcholového vedenia hľadať vhodný systém nástrojov a metód pre zabezpečenie a zlepšovanie kvality. Všeobecné pravidlá zväčša zlyhávajú, ak sa používané nástroje neprispôbia daným podmienkam organizácie.

Žiadny proces sa nemôže začať zlepšovať, kým nie je jasné, odkiaľ sa vychádza a kam sa smeruje. Jasné určenie cieľa závisí od toho, či je sformulovaný a všetkými akceptovaný strategický plán. Poznanie miesta, na ktorom sa práve organizácia nachádza, závisí od dôkladnej analýzy doterajšieho vývoja a jeho prehodnotenia. Cyklus je teda veľmi jednoduchý: analyzovať doterajší stav, rozhodnúť sa, ktorým smerom sa pôjde, konať a výsledok vyhodnotiť (Virčíková, 2007).

### **1.3.1 Rozdelenie metód riadenia kvality**

Metódy a nástroje môžu byť podľa aplikácie rozdelené do štyroch skupín:

- štatistické metódy,
- analytické nástroje manažérstva kvality,
- nástroje manažérstva spoľahlivosti,
- nástroje manažérstva bezpečnosti.

Metódy umožňujú:

- lepšie spoznanie, preniknutie na koreň problémov a na súvislosti medzi nimi,
- získať čas namiesto zbytočne zložitého postupu,
- dosiahnuť lepšie výsledky ako pri metóde pokusov a omylov.

Kvalita výrobku sa podľa Dr. Deminga meria interakciou medzi výrobcom a zákazníkom. Na tejto „dráhe“ prechádza výrobok/služba rôznymi etapami, na ktorých sa formuje a vzniká kvalita. Preto je účelné kvalitu výrobku služby rozložiť a analyzovať tie faktory, ktoré ovplyvňujú kvalitu v jednotlivých fázach životného cyklu výrobku. Podľa toho je účelné rozlišovať kvalitu: trhovou, konštrukčnú, nákupnú, výrobnú a spotrebiteľskú.

Tieto metódy, ktoré väčšinou vznikli a boli zdokonaľované v oblasti systémov kvality sú využiteľné v podstate pri riešení najrozličnejších problémov v podniku. Vychádzajú z podrobnej analýzy skutočného stavu a príčin problémov, pomáhajú vypracovať účinný postup zmeny a jej vyhodnotenie. Metódy sú jednoduché, účinné a ich používanie vyžadujú rozličné normy kvality.

### 1.3.2 Štatistické metódy

Štatistické metódy sa chápu ako účinný nástroj v zabezpečovaní kvality. Je možné ich rozdeliť podľa náročnosti kritérií do troch kategórií:

- jednoduché štatistické metódy,
- stredne náročné štatistické metódy,
- náročné štatistické metódy.

V prvej kategórii je sedem (starých) základných nástrojov riadenia kvality, ktoré boli pôvodne používané ako jednoduché postupy na riešenie problémov a ktoré sa postupne presadili ako pomocný prostriedok pri hľadaní príčin nezhôd a chýb a pri ich odstraňovaní. Sú to:

#### *Paretova analýza*

V oblasti kvality je Paretov (Pareto, taliansky ekonóm, 1845 – 1923) diagram jedným z najefektívnejších, bežne dostupných a ľahko aplikovateľných nástrojov. Umožňuje oddeliť podstatné faktory určitého problému od menej podstatných a ukázať, ktorým smerom zamerať úsilie pri odstraňovaní nedostatkov v procese zabezpečovania kvality. Pre oblasť riadenia kvality použil prvýkrát aplikáciu známeho Paretovho princípu americký odborník na kvalitu J. M. Juran. Sformuloval záver, že 80 – 95 % problémov s kvalitou je spôsobených malým počtom príčin (5 – 20 %). Tieto príčiny nazval „životne dôležitou menšinou“. Na problémy tvoriace túto menšinu je v ďalšej analýze procesu potrebné prednostne zamerať pozornosť, analyzovať ich do hĺbky a minimalizovať ich pôsobenie. Ostatné príčiny (80 – 95 %) nazval najskôr „triviálnou väčšinou“, neskôr „užitočnou väčšinou“.

Dôležitým predpokladom Paretovho pravidla je to, že i malá skupina problémov, ktoré sa zdajú byť nepodstatnými, môže mať za následok väčšinu sťažností. Ak sa nám podarí identifikovať tieto, často sa vyskytujúce problémy, budeme môcť orientovať naše obmedzené zdroje na oblasti dôležité pre zákazníkov. Paretov diagram je teda spôsob identifikácie malého množstva opakujúcich sa problémov. Ide o grafické zobrazenie javov, ako napr. sťažností. Oddeluje „niekoľko rozhodujúcich“ od „mnoho triviálnych“ problémov a poukazuje na oblasti, v ktorých má mať naše konanie najväčší vplyv (Mateides, 2006).

Paretova analýza predstavuje špeciálny postup analýzy slovných (kvalitatívnych, nominálnych) premenných. Jednou z verzií jej použitia je, keď skúmanou premennou sú



možné chyby vo výrobnom procese. Zisťuje sa rad rozdelenia početností výskytu jednotlivých chýb. Konečným cieľom je určiť, na ktoré typy chýb sa sústrediť v programoch na znižovanie počtu chýb. Paretov princíp hovorí, že treba sústrediť úsilie na chyby, ktoré sa najčastejšie vyskytujú (Chajdiak, 1998).

Využitie Paretovej analýzy je mnohostranné. V oblasti kvality ju možno použiť pri určovaní počtu nezhodných výrobkov, stratách z nezhodných výrobkov podľa ich druhov, časových a nákladových stratách spojených s odstraňovaním nezhodných výrobkov, analýze nezhodných výrobkov, príčin prestojov, príčin nedodržania technologickej disciplíny a pod. (Hrubic, 2000).

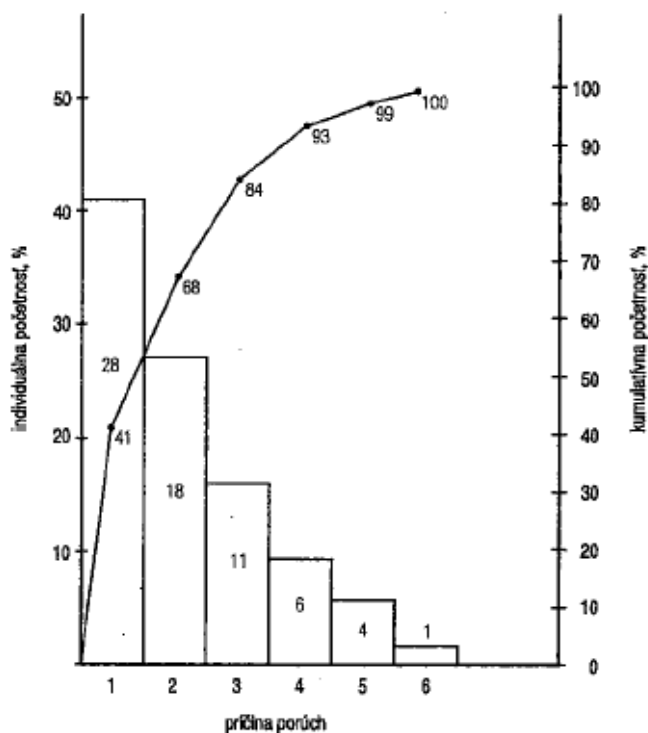
Výrobca motorov sa rozhodol analyzovať pomocou Paretovej analýzy príčiny porúch motora aby zistil, aké veľké percento porúch vyvolajú jednotlivé príčiny. Základná tabuľka pre konštrukciu Paretovho diagramu je v tabuľke 1. Z paretovho diagramu (obr. 6) ako aj tabuľky 1 pre jeho tvorbu vidieť, že najviac porúch 41% je vyvolaných opotrebením funkčných plôch.

**Tab. 1**

**Tabuľka pre konštrukciu Paretovho diagramu (Hrubic, 2000)**

Príčina poruchy	Počet porúch $n$	$\sum n$	%	$\sum \%$
1	28	28	41	41
2	18	46	27	68
3	11	57	16	84
4	6	63	9	93
5	4	67	6	99
6	1	68	1	100

**Príčiny porúch:** 1 – nadmerné opotrebenie, 2 – nečistoty, 3 – poškodené tesnenie, 4 – chybná montáž, 5 – nezhoda materiálu, 6 – zadretie.



**Obr. 6**

**Paretova analýza príčin porúch motora (Hrubec, 2000)**

***Diagram príčina – účinok***

Diagram príčin a následkov sa podľa autora nazýva aj Ishikawov diagram (obr. 9), resp. podľa svojej podoby diagram rybia kosť. Je to veľmi jednoduchý a názorný prostriedok na vytypovanie všetkých možných príčin riešeného problému (Terek, Hrnčiarová, 2004).

Expert na kvalitu Kaoru Ishikawa ho prvýkrát použil v roku 1943 a odvtedy sa stal štandardným nástrojom zlepšovania kvality.

Interpretácia Ishikavovho diagramu podľa (Mateides, 2006):

Dôležitosť tohto diagramu je v tom, že ukazuje na prvý pohľad:

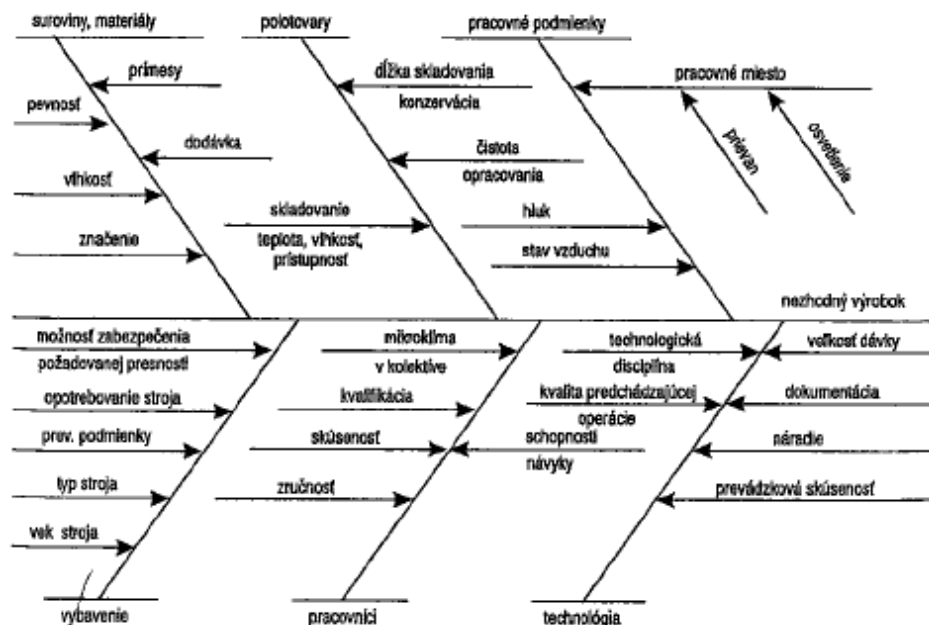
- ktorá časť systému najviac prispieva k vzniku problému,
- ako dve úplne normálne očakávania z dvoch zdrojov v rámci toho istého systému tvoria konflikty, ktoré vedú k problému.

Ishikawov diagram nám teda poskytne rozumnú hypotézu, prečo hlavne vznikol problém. Hlavným cieľom tohto diagramu je rozšíriť náš pohľad, aby sme mohli odhaliť príčiny, ktoré nemusia byť hneď zrejmé.

Hrubec (2000) uvádza, že tento diagram patrí medzi základné nástroje riadenia kvality, je základom pre zhromažďovanie informácií potrebných pre zlepšovanie procesov. Vo svojej teoretickej podstate je diagram príčiny a účinku metódou pre analyzovanie variability procesu. Zmyslom diagramu je uvádzať vzťahy medzi príčinami a následkami. Týmto diagramom je možné riešiť ľubovoľný aj potenciálny problém, ktorému je treba venovať pozornosť. Aj ako nástroj pre riadenie kvality je ľahko pochopiteľný pre pracovníkov všetkých úrovní organizácie a je ho možné okamžite uplatniť.

Hlavná, vodorovná os diagramu prezentuje skúmanú vlastnosť – problém. Priamky smerujúce šikmo do tejto osi (asi pod uhlom 60°) reprezentujú hlavné príčiny, ktoré skúmaný predmet ovplyvňujú.

Do osí znázorňujúcich hlavné príčiny smerujú ďalšie priamky, ktoré sú nositeľkami príčin nižšej úrovne a do týchto môžu smerovať ďalšie s príčinami ešte nižšej úrovne. Dobre zostrojený diagram nebude mať žiadne vetvy s menej ako dvoma úrovňami príčin a bude mať viac vetiev s tromi a viac úrovňami. Jednoduchý graf s malým rozvetvením znamená, že príčiny neboli dostatočne dôsledne prešetrené.



Obr. 7

Diagram príčina – účinok pri analýze nevhodného výrobku (Hrubec, 2000)

### ***Vývojový diagram***

Vývojové (postupové) diagramy sa v riadení kvality používajú na grafické znázornenie postupu riešenia problému, v ktorom sa využívajú medzinárodne prijaté symboly.

Mateides (2006) interpretuje vývojový diagram ako metódu grafického znázornenia algoritmu, zachytávajúcu jeho štruktúru a nadväznosť operácií. Tvorbou a používanými symbolmi vývojových diagramov sa zaoberá ISO 1028 „Flowchart Symbols for Information Processing“ a ISO 2636 „Information Processing – Conventions for Incorporating Flowcharts Symbols in Flowcharts“.

Vývojový diagram je spôsob, ako vyjadriť normovaným formálnym spôsobom akúkoľvek úlohu. Pomocou vývojového diagramu môžeme presne a jednoznačne definovať rozhodovanie v zložitejších situáciách a postupnosť krokov potrebných na riešenie úlohy.

Vývojový diagram nie je vhodný na vytvorenie vysokoúrovňovej procesnej mapy (mapa zobrazujúca len postavenie procesov a väzieb medzi nimi), pretože nedovoľuje sledovať paralelný priebeh procesov a užívateľ často nemá kontrolu nad zhodou modelu s modelovanou realitou. Naopak vývojový diagram je vhodný na tvorbu nízkoúrovňových procesných máp (postupový diagram pozostávajúci z činností a väzieb medzi činnosťami), pretože použité symboly sú ľahko pochopiteľné a dokážu zachytiť postupnosť činností v ich logickom poradí, s možnosťou výberu (rozhodovanie). Preto je vhodný na zobrazenie a zachytenie činností, ktoré sú vykonávané jednotlivými pracovníkmi a môžu nahradiť slovný popis ich pracovnej náplne.



**Obr . 10**

**Príklad vývojového diagramu (Hrubec, 2000)**

### ***Kontrolný hárok***

Kontrolný hárok (tabelárny diagram) poskytuje na kvantitatívnu analýzu zoznam skontrolovaných štatistických jednotiek v jednoduchej štandardizovanej forme. Kontrolné hárkové sa používajú na zisťovanie údajov o počte nezhodných jednotiek, resp. nezhôd v súbore, o čase a mieste vzniku nezhôd a o type nezhôd (Terek, Hrnčiarová, 2004).

Podľa Mateidesa (2006) sú kontrolné hárkové formalizované a objektívne záznamy frekvencie výskytu špecifických udalostí. Udalosťou môže byť (a často je) nejaký problém, ako napr. chyba vo fakturovaní. Účelom kontrolných hárkov je získať nezaujatý záznam o problémoch, ktoré sa vyskytli v organizácii. Typický kontrolný hárok pozostáva zo série udalostí a priestoru na zaznamenanie ich výskytu. Vždy, keď udalosť nastane, sa to zaznamenáva v kontrolnom hárkove na príslušnom mieste. V sumarizačnej forme nám kontrolný hárok ukáže, ako často sa udalosti opakujú a kedy nastali.

Kontrolný hárok (Hrubec, 2000) sa používa pri priebežnej a vstupnej kontrole polotovarov, súčiastok, hotových skupín, atď., pri analýze zariadení a technologického

procesu, analýze nezhodných výrobkov a v mnohých iných prípadoch. Obsah hárkov sa rozpracúva v závislosti od získaných konkrétnych údajov nevyhnutných a dostačujúcich pre riešenie zadanej úlohy. Pred spracovaním údajov je potrebné tieto systematizovať formou tabuľky, ktorú možno považovať za najjednoduchšiu formu kontrolného hárku.

Kontrolný hárok dáva možnosť v ktoromkoľvek momente určiť tendenciu nezhodnej výroby a v prípade jej zvyšovania prijať nevyhnutné opatrenia. Uvedená forma kontrolného hárku dáva presnú a prehľadnú diagnostiku o nezhodnej výrobe. Takýto kontrolný hárok dovoľuje na jeho základe použiť metódu regulačných diagramov.

Podľa tabuľky možno určiť:

- druh a počet nezhôd v každej jednotke kontrolovanej produkcie,
- sumárny počet nezhôd zistených v kontrolovaných podskupinách (za deň, týždeň, mesiac),
- dominantné nezhody (za mesiac, týždeň, deň),
- počet nezhôd na jednotku produkcie (za deň, týždeň, mesiac),
- vinníka nezhôd.

### ***Histogram***

Histogram je štatistický diagram vhodný na zobrazenie rozdelenia početností spojitého štatistického znaku. Tvorí ho obdĺžniky, ktorých plochy sú úmerné početnostiam triednych intervalov. V riadení kvality možno histogram použiť pri analýze rozdelenia početností ukazovateľov kvality, spôsobilosti a pod (Terek, Hrnčiarová, 2004).

Využiť histogram ďalej môžeme aj na testovanie javov (chybovosť, nepodarkovosť a pod.), na normálne rozdelenie pravdepodobnosti výskytu javu, na poukázanie rozdielných zberov dát vrátane procesov, ktoré vyžadujú rôzne vzorky na stanovenie, či je proces vhodne vykonávaný. Patrí medzi najznámejšie a najčastejšie využívané nástroje pre grafické zobrazenie výskytu určitého typu udalosti. Histogramy sú tiež používané na pohľad tvaru dát, majú určité pravidlá tvorby, sú to: šírka stĺpcov musí byť rovnaká a kategórie musia byť vzájomne výhradné a obsahovať všetko (Virčíková, 2007).

Histogram predstavuje grafické znázornenie intervalového rozdelenia početností. Ide o stĺpcový graf, kde základňa jednotlivých stĺpcov (os  $x$ ) zodpovedá šírke intervalu  $h$  a výška stĺpcov (os  $y$ ) vyjadruje početnosť hodnôt sledovanej veličiny v príslušnom intervale. Aplikuje sa pri priebežnej kontrole vo výrobnom procese, pri štúdiu spôsobilosti procesov, pri analýze presnosti a stability výkonu strojov, pri spracovaní výkazov o výsledkoch kontroly kvality, pri periodicke plánovanej previerke spôsobilosti zariadení a pod. Z histogramu možno vo všeobecnosti získať tieto informácie:

- odhad polohy a rozptylu hodnôt sledovaného znaku kvality alebo parametra procesu,
- odhad tvaru rozdelenia sledovaného znaku kvality alebo parametra procesu,
- identifikácia zmien procesu – porovnávaním histogramov medzi sebou a porovnávaním odhadov polohy a rozptylu alebo analýzou tvaru histogramu,
- primárne informácie o spôsobilosti procesu (Mateides, 2006).

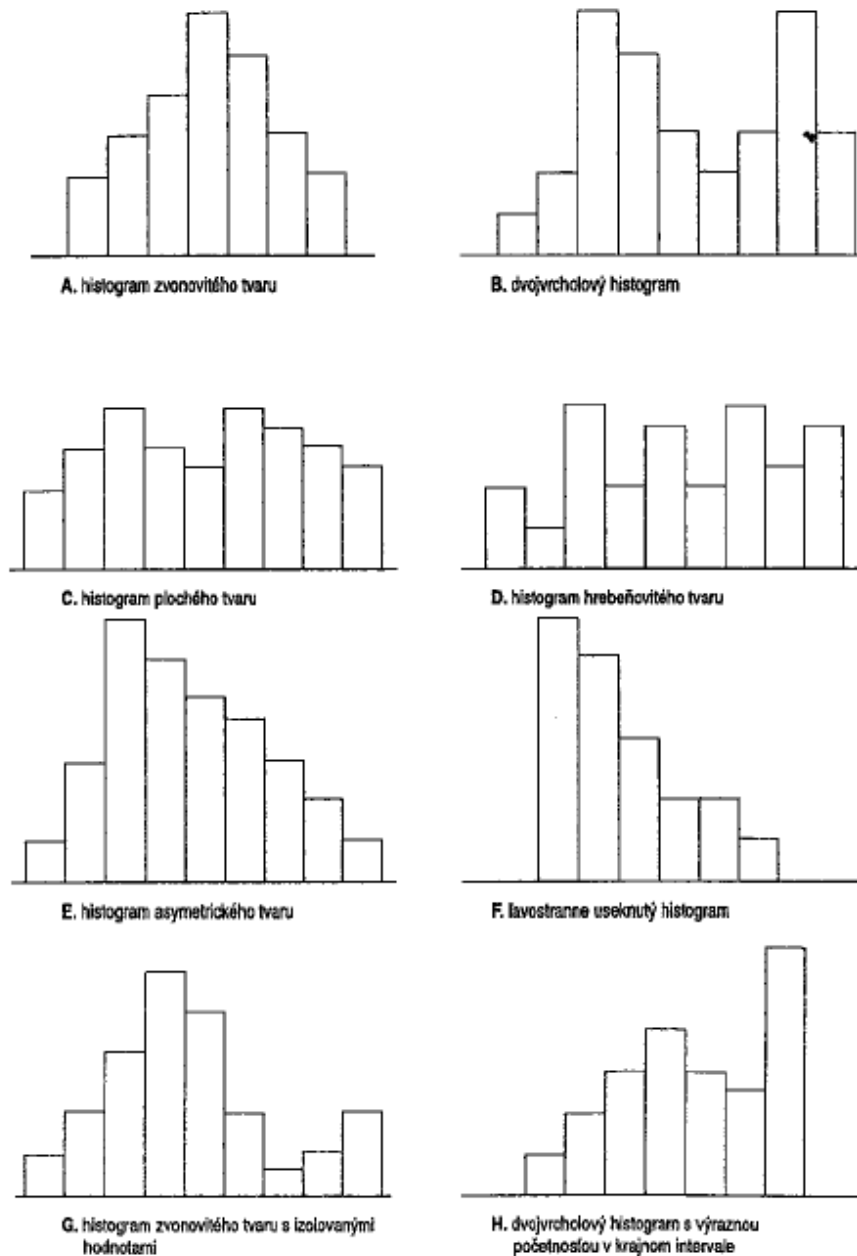
Podľa (Hrubca, 2000) každý stroj a každý výrobný proces má svoje rozptylové správanie (rozptylový obraz). Pomocou štatistických metód možno tento rozptylový obraz znázorniť jednoduchou metódou akou je stĺpcový diagram – histogram.

Histogram predstavuje akúsi sumarizáciu premenlivosti určitej množiny číselných údajov. Grafická povaha histogramu umožňuje pozorovať určité rysy, ktoré je veľmi náročné zistiť z jednoduchej tabuľky, obsahujúcej číselné údaje. Ak chceme začať riešiť vzniknuté problémy a zlepšovať kvalitu potrebujeme najskôr realizovať určité experimenty, získať údaje a z nich vyvodiť závery. Na obr. 8 sú znázornené niektoré základné tvary histogramov, sú to:

- Histogram zvonovitého tvaru (obr. 8A),
- Dvojvrcholový histogram (obr. 8 B),
- Histogram plochého tvaru (obr. 8 C),
- Histogram hrebeňového tvaru (obr. 8 D),
- Histogram asymetrického tvaru (obr. 8 E),
- Useknutý histogram (obr. 8 F),
- Histogram zvonovitého tvaru s izolovanými hodnotami (obr. 8 G),

- Dvojvrcholový histogram s výraznou početnosťou v krajných triedach (obr. 8 H).

**Obr. 8**  
**Niektoré základné typy histogramov (Hrubec, 2000)**



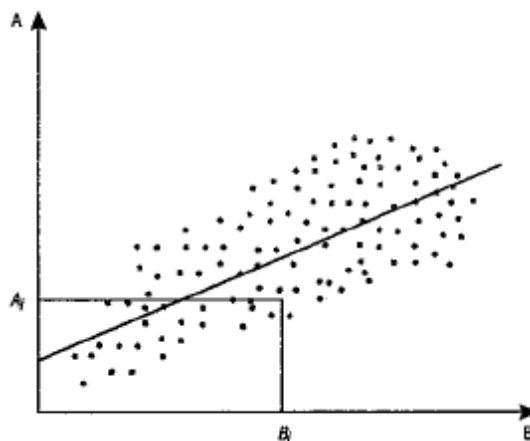


### ***Korelačný diagram***

Korelačný (bodový) diagram – graficky znázorňuje či medzi dvoma faktormi, veličinami, ktoré ovplyvňujú kvalitu výrobku alebo procesu, je závislosť. Je grafickým zobrazením závislosti dvoch veličín (korelácia). Do diagramu sa zakresľujú sledované, merané veličiny: na os  $X$  jedna veličina, na os  $Y$  druhá veličina. Tak vznikne graf, ktorý ukazuje, či medzi oboma veličinami je silná, slabá, alebo žiadna závislosť (Virčíková, 2007).

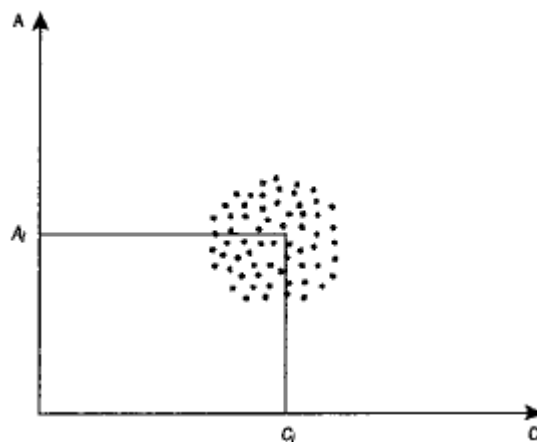
Korelačný diagram sa používa na vyjadrenie závislosti rôznymi ukazovateľmi alebo parametrami. Metóda korelácie sa používa na objasnenie kauzálnu – dôsledkových relácií. Ak sa sleduje závislosť medzi dvoma ukazovateľmi, ide o párovú koreláciu. Ak analyzujeme závislosť medzi niekoľkými veličinami, tak hovoríme o množinovej korelácii. Na vyjadrenie závislosti medzi dvoma javmi  $X$  a  $Y$  je potrebné urobiť výber  $n$  a pre každú jednotku výberu ukazovateľa  $X$  a  $Y$  ohodnotiť. Výsledky zistení je potrebné zaznamenať do tabuľky (Mateides, 2006).

Korelačný diagram (Scatter diagram) využívame na vyjadrenie súvislosti jedných ukazovateľov (charakteristík, javov) s inými. Na obr. 9 a 10 sú uvedené ako príklady grafické závislosti parametra hotového výrobku  $A$  od parametrov  $B$  a  $C$ , ktoré participujú pri kompletizácii výrobku. Na obr. 9 je vidieť súvislosť (vzťah) parametra  $A$  od  $B$  a z obr. 10 je vidieť, že parameter  $A$  nesúvisí s parametrom  $C$  (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009).



**Obr. 9**

**Graf korelačnej závislosti medzi parametrami  $A$  a  $B$  (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)**



**Obr. 10**

**Graf korelačnej závislosti medzi parametrami A a C (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)**

### ***Regulačný diagram***

Podľa Virčíkovej (2007) regulačný (Shewarthov) diagram graficky zobrazuje dynamiku procesu, t.j. zmenu ukazovateľa kvality od času (premenlivosť parametra na čase). V diagrame je označený rozsah nevyhnutného rozptylu, ktorý leží v intervale hornej a dolnej regulačnej medze. Pre odhad regulačných medzí sa používa 3 – násobok smerodajnej odchýlky. Regulačné diagramy sa používajú pri analýze a regulácii technologických procesov a na ich zlepšovanie. Regulačný diagram je používaný na stanovenie procesu, ktorý bude produkovať výrobok alebo službu s pevnými merateľnými vlastnosťami.

Dôležitým aspektom kvality výrobného procesu je podľa Chajdiaka, Komorníka a Komorníkovej (1999) jeho trvalá stabilita. Ďalej uvádzajú, že nie je dobré, keď sa úroveň alebo vlastná variabilita meraného parametra v dlhšom časovom období mení. Ak sa ideálna hodnota meraného parametra rovná  $T$ , je žiaduce, aby ju výrobný proces v priemere trvale dosahoval a variabilita kolísania okolo tejto hodnoty sa nemenila (samozrejme len vtedy, ak je v súlade s tolerančnými medzami). Tieto úlohy sa dajú dosiahnuť reguláciou. Často používaným nástrojom regulovania sú regulačné diagramy, ktoré ako prvý rozpracoval pán W. Shewarth v roku 1920.

Regulačné (Shewarthove) diagramy sa členia do dvoch skupín. Prvú skupinu predstavujú regulačné diagramy pri kontrole meraním ( $X$ ,  $R$ ,  $Me$  a  $S$  regulačné diagramy). Druhú skupinu tvoria regulačné diagramy pri kontrole porovnávaním pre podiel výrobkov s určitou vlastnosťou na celku ( $P$  a  $NP$  regulačné diagramy) a pre počet nezhôd (chýb) na výrobku alebo skupine výrobkov ( $C$  a  $U$  regulačné diagramy).

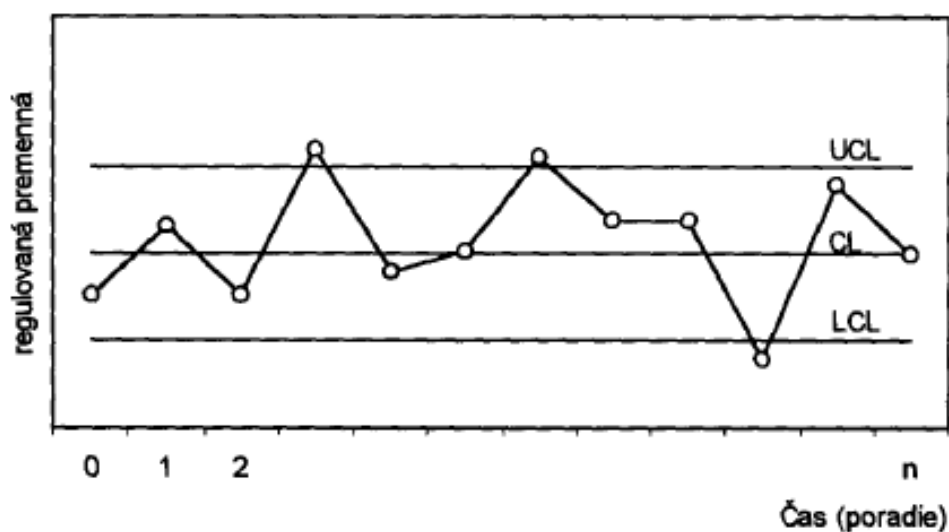
V diagrame je znázornená trojica kritérií (Floreková, 1998):

- Dolná regulačná medza/hranica  $LCL$  (*Lower Control Limit*)
- Stredná (centrálna) priamka/čiara  $CL$  (*Central Line*)
- Horná regulačná medza/hranica  $UCL$  (*Upper Control Limit*)
- (ak  $LCL$  je záporné číslo, uvažuje sa s  $LCL = 0$ ), ktorá je ilustrovaná na obr.11.

Používanie regulačných diagramov sa delí na dve etapy. Úlohou v prvej etape je zostrojiť regulačný diagram a určiť jeho dolnú regulačnú medzu  $LCL$  a hornú regulačnú medzu  $UCL$ , medzi ktorými sa regulovaný parameter môže pohybovať.

Druhou etapou je vlastné monitorovanie priebehu výrobného procesu. V prípade, že hodnota regulovaného parametra padne mimo regulačného pásma, výrobca zisťuje príčinu tohto javu a prijíma opatrenia na návrat hodnoty parametra medzi regulačné medze  $LCL$  a  $UCL$ . V priebehu monitorovania možno tiež sledovať priebeh regulovaných hodnôt a podľa ich konkrétneho vývoja, ktorý má v niektorom zmysle iné rozdelenie hodnôt, ako je východiskové rozdelenie hodnôt, možno prijať opatrenia na korekciu tohto smeru vývoja skôr, než nastane mimoriadna situácia.

Problémom pri tvorbe ľubovoľného regulačného diagramu je, že by sa mal tvoriť už na začiatku výrobného procesu, v čase, keď sa výrobný proces ešte len nastavuje, stabilizuje. Potom je sporné, do akej miery sú na jeho základe určené regulačné medze  $LCL$  a  $UCL$  vhodné na regulovanie výroby. Preto sa zdá rozumné po určitom čase výroby opäť zopakovať etapu tvorby regulačného diagramu a potom používať novovypočítané regulačné medze.



**Obr. 11**

**Základná konštrukcia regulačného diagramu (Floreková, 1998)**

#### **1.4 Spôsobilosť procesu**

Spôsobilosťou procesu sa rozumie schopnosť procesu vyhovieť technickým alebo iným požiadavkám. Tieto požiadavky sa najčastejšie zadávajú určením požadovanej – minimálnej hodnoty a tolerančných hraníc. Ak sa ukazovateľ kvality vyrobenej jednotky rovná požadovanej hodnote, je to ideálny stav z hľadiska spôsobilosti procesu. Takýto stav pre každú vyrobenú jednotku je však v praxi takmer nemožný. Z tohto dôvodu sa vyrobená jednotka považuje za zhodnú s požiadavkami, ak sa sledovaný ukazovateľ kvality vyrobenej jednotky nachádza medzi tolerančnými hranicami (Mateides, 2006).

Plura (1996) interpretuje, že meranie procesov je jednou z dôležitých oblastí manažmentu kvality zdôrazňovanou aj v normách súboru ISO 9000. Súčasťou merania procesov je hodnotenie spôsobilosti procesov, ktorú možno charakterizovať ako schopnosť procesov poskytovať výrobky spĺňajúce požiadavky kritérií kvality. Poznať spôsobilosť procesu je dôležitým podkladom pre plánovanie a zlepšovanie kvality. Informácie o spôsobilosti procesu sú veľmi dôležité hlavne pre výrobcu, ale taktiež predstavujú cenné údaje pre zákazníka, pretože mu poskytujú dôkaz o tom, či výrobok vznikol v stabilných výrobných podmienkach zabezpečujúcich pravidelné dodržiavanie predpísaných kritérií kvality.

Hodnotenie spôsobilosti procesov je dôležité hlavne z týchto dôvodov:

- je súčasťou plánovania kvality výrobku, pretože overuje vhodnosť navrhnutého procesu pre zabezpečenie požadovaných znakov kvality navrhovaného výrobku,
- umožňuje odhadnúť pravdepodobnosť výskytu nezhodných výrobkov,
- umožňuje optimalizovať plánovanie výroby,
- je dôležitým podkladom pre plánovanie údržby výrobného zariadenia,
- je dôležitým podkladom pre iniciatívu aktivít zlepšovania a posúdenia ich činností,
- zvyšuje dôveru zákazníkov k dodávaným výrobkom,
- informácie o spôsobilosti procesov dodávateľa sú súčasťou hodnotenia dodávateľa.

Pre hodnotenie spôsobilosti procesov na základe merateľných znakov kvality sa odporúča nasledovný postup:

- voľba znaku kvality,
- analýza systému merania,
- zhromaždenie údajov,
- posúdenie štatistického zvládnutia procesov,
- overenie normality sledovaného znaku kvality,
- výpočet indexov spôsobilosti a ich porovnanie s požadovanými hodnotami.

Nultým krokom hodnotenia spôsobilosti procesu by mala byť analýza procesu. Táto analýza by sa mala zamerať hlavne na charakter procesu, jeho rozhodujúce vstupy a výstupy a na identifikáciu faktorov, ktoré ovplyvňujú hodnoty sledovaných znakov kvality.

Na hodnotenie spôsobilosti procesu sa najskôr používali histogramy. Požiadavkou manažérov z praxe však bolo, aby to, čo prezrádza histogram, bolo možné vyjadriť nejakým číslom (ukazovateľom). To bol základ pre vznik indexov spôsobilosti procesu (process capability indices).

Indexy spôsobilosti zjednodušili hodnotenie spôsobilosti. Porovnávajú požadovanú (predpísanú) presnosť procesu s inherentnou variabilitou procesu.

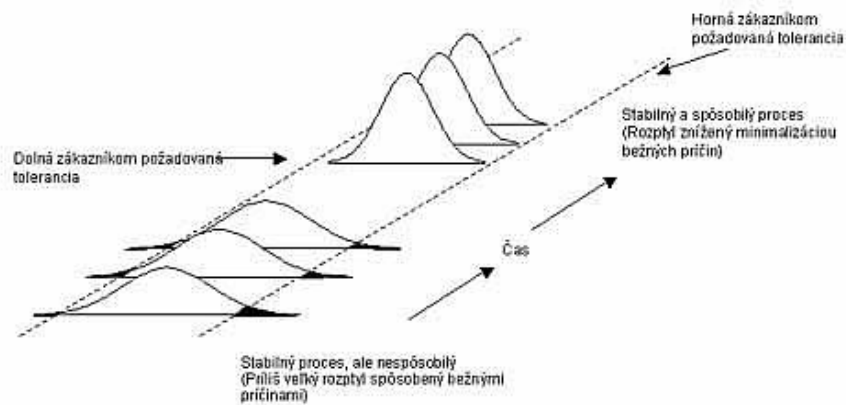
Pri výpočte indexov spôsobilosti sa všeobecne predpokladá že proces je stabilný, pozorovania sú štatisticky nezávislé a majú normálne rozdelenie (Terek, Hrnčiarová, 2004).

Podľa Benkovej (2007) úlohou indexov spôsobilosti procesu je jednoducho vyjadriť vzťah medzi cieľovou hodnotou  $T$ , špecifikačnými medzami  $LSL$ ,  $USL$  a skutočným procesom vyjadreným strednou hodnotou  $\mu$  a štandardnou odchýlkou  $\sigma$  nameraných hodnôt vybraného znaku kvality procesu. Cieľová hodnota  $T$  (Target value) je požadovaná stredná hodnota znaku kvality, ktorú je potrebné dosahovať, resp. sa k nej čo najviac približovať. Dolná a horná tolerančná medza  $LSL$ ,  $USL$  (Lower/Upper Specification Limit) sú hranice stanovené pre daný znak kvality s ohľadom na požadovanú variabilitu, s cieľom zaistiť požadovanú funkčnosť výrobku, polotovaru a pod.

Konštrukcia indexov spôsobilosti prvej generácie  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $C_{pL}$ ,  $C_{pU}$  vychádza z klasického prístupu k riadeniu kvality, podľa ktorého produkty vyrobené v rozsahu požadovanej tolerancie sú zhodné a produkty vyrobené mimo tejto tolerancie sú nezhodné. Tieto najčastejšie používané indexy teda posudzujú potenciálnu a skutočnú schopnosť procesu trvalo poskytovať výrobky, hodnoty vybraného znaku kvality, ktoré vyhovujú tolerančným hraniciam.

Indexy druhej generácie  $C_{pm}$ ,  $C_{pm}^*$  sú založené na koncepcii Taguchiho stratovej funkcie. Kvantifikujú spôsobilosť procesu z hľadiska variability znaku kvality okolo jeho cieľovej hodnoty. Vznikli z dôvodu, že sa ukázali aj nedostatky indexov, medzi ktoré patrí hlavne citlivosť na predpoklady používania, ako sú normalita, nezávislosť pozorovaní a stabilita procesu.

Indexy tretej generácie  $C_{pmk}$  využíva dobré vlastnosti predchádzajúcich indexov a je kombináciou indexov  $C_{pk}$  a  $C_{pm}$ . Posledným indexom je index  $C_{jpk}$ , ktorý je možné využiť aj pre zošikmené rozdelenie. Tieto indexy citlivejšie reagujú na náhodné príčiny variability a nemajú niektoré nedostatky indexov predchádzajúcich generácií.



Obr. 12

### Spôsobilosť procesu (kiwiki.info)

#### 1.4.1 Index spôsobilosti $C_p$

Je pomerom maximálnej prípustnej variability ( $USL - LSL$ ) a skutočnej variability nameraných hodnôt ( $6\sigma$ ). Vypovedá o tom, do akej miery sa namerané hodnoty nachádzajú v tolerančných medziach. Čím väčšia hodnota, tým lepšie. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

$USL$  (*Upper Specification Limit*) - horná tolerančná hranica

$LSL$  (*Lower Specification Limit*) - dolná tolerančná hranica

$\sigma$  - smerodajná odchýlka procesu

Ak nie je k dispozícii hodnota štandardnej odchýlky základného súboru (**smerodajná odchýlka procesu**)  $\sigma$ , je potrebné ju nahradiť vhodným odhadom. STN ISO 8258 odporúča použiť niektorý z nasledujúcich vťahov:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2)$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{C_4} \quad (3)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k s_j^2}{k}} \quad (4)$$

$\bar{R}$  – priemerné rozpätie hodnôt podskupín,  
 $d_2, C_4$  - súčinitele závislé na rozsahu podskupiny (STN ISO 8258),  
 $\bar{s}$  - priemerná hodnota výberových štandardných odchýliek podskupín,  
 $s_j$  - výberová štandardná odchýlka  $j$  – tej nameranej podskupiny,  
 $k$  – počet podskupín.

**Rozptyl  $\sigma^2$ :** predstavuje priemerný štvorec odchýlky od priemeru. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (5)$$

$N$  – rozsah súboru,  
 $i$  - označuje jednotky súboru ( $i = 1, 2 \dots, N$ ),  
 $x_i$  – hodnota premennej  $X$   $i$  – tej jednotky,  
 $\bar{x}$  - aritmetický priemer.

#### **Hodnoty $C_p$ interpretujeme:**

$C_p < 1$ , spôsobilosť procesu sa nedodržiava,

$C_p \geq 1,33$ , dobré dodržiavanie spôsobilosti procesu, dosahovaná stredná hodnota leží vo vzdialenosti  $4\sigma$  od tolerančných medzí,

$C_p < 0,66$ , spôsobilosť sa veľmi nedodržiava (šírka  $USL - LSL < 4\sigma$ ),

$C_p > 1,66$ , veľmi dobré dodržiavanie spôsobilosti procesu,

$C_p > 2$ , prehnane dobré dodržiavanie spôsobilosti procesu, môže to byť spôsobené príliš zhovievavými požiadavkami zákazníka, alebo nevhodným určením tolerančných medzí.



### 1.4.2 Index spôsobilosti $C_{pk}$

Na rozdiel od  $C_p$  zohľadňuje aj polohu vzhľadom k priemernej hodnote a tolerančným hraniciam. Používa sa aj v prípadoch ak sú tolerančné hranice asymetrické (napr.  $- 0,2 + 0,3$  mm). V súčasnosti patrí k najpoužívanejším charakteristikám spôsobilosti výrobného procesu. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\} \quad (6)$$

$\mu$  - stredná hodnota sledovaného znaku kvality.

Tolerančné pásmo od LSL po USL je rozdelené hodnotou priemeru na dve časti. Ak je stred rozdelenia nameraných hodnôt v strede tolerančného pásma, šírky týchto častí sa zhodujú, a zhodujú sa aj hodnoty indexov  $C_p$  a  $C_{pk}$ . V prípade nezahody sú hodnoty indexu  $C_{pk}$  menšie, je teda prísnejší ako index  $C_p$ .

#### **Hodnoty $C_{pk}$ interpretujeme:**

$C_{pk} < 0$ , proces je centrován mimo tolerančných hraníc,

$C_{pk} = 0$ , proces je centrován na jednej z tolerančných hraníc,

$C_{pk} < 1$ , nespôsobilý výrobný proces – proces neschopný dodržiavať predpísané hodnoty,

$C_{pk} \leq 1,25$ , výrobný proces je dobre spôsobilý pre bežné výrobky,

$C_{pk} \leq 1,45$ , novozavádzaný výrobný proces, alebo zabehnutý výrobný proces výrobkov súvisiacich s bezpečnosťou je dobre spôsobilý,

$C_{pk} \leq 1,6$ , novozavádzaný výrobný proces výrobkov súvisiacich s bezpečnosťou je dobre spôsobilý.

Hodnotu indexu  $C_{pk}$  je možné využiť aj na ďalšie dôležité výpočty, ako odhad pravdepodobnosti výskytu nezhodných výrobkov (Non Conform) a výpočet robustnosti procesu.

V procese výroby je niekedy dôležité kontrolovať iba jednu tolerančnú hranicu. V takýchto prípadoch sa používajú nasledovné indexy, ktoré tvoria základ formulácie  $C_{pk}$ :

**Index spôsobilosti  $C_{pL}$**  – používa sa, ak je zadaná iba dolná tolerančná medza  $LSL$ , t.j. ak pri riadení výrobného procesu je dôležité, aby sa nedosiahla hodnota menšia ako  $LSL$ , teda aby sa „nepodkročila“ táto medza. Veľkosť odchýlky smerom hore nie je dôležitá. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_{pL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (7)$$

**Index spôsobilosti  $C_{pU}$**  – používa sa, ak je zadaná iba horná tolerančná medza  $USL$ , t.j. ak pri riadení výrobného procesu je dôležité, aby sa nedosiahla hodnota väčšia ako  $USL$ , teda aby sa „neprekročila“ táto medza. Veľkosť odchýlky smerom dole nie je dôležitá. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_{pU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (8)$$

Interpretácia hodnôt indexov  $C_{pL}$  a  $C_{pU}$  je taká istá ako pre  $C_{pk}$ .

#### 1.4.3 Index spôsobilosti $C_{pm}$

Index  $C_{pm}$  porovnáva maximálne prípustnú variabilitu danú šírkou tolerančného pásma s jeho variabilitou okolo cieľovej hodnoty  $T$ . Zohľadňuje mieru dosiahnutia optimálnej hodnoty. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \quad (9)$$

Tento index sa používa pre obojstranné tolerancie a cieľovú hodnotu umiestnenú v strede tolerančného pásma.

#### 1.4.4 Index spôsobilosti $C_{pm}^*$

Používa sa v prípade, že cieľová hodnota neleží v strede tolerančného pásma alebo je špecifikovaná jednostranná tolerancia. Index porovnáva vzdialenosť cieľovej hodnoty sledovaného unaku od bližšej tolerančnej medze s polovicou skutočnej variability sledovaného znaku okolo tejto cieľovej hodnoty. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_{pm}^* = \min \left\{ \frac{T - LSL}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}; \frac{USL - T}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \right\} \quad (10)$$

V prípade, že sa stredná hodnota sledovaného znaku kvality  $\mu$  rovná cieľovej skupine T, a zároveň je to stred tolerančného pásma, indexy spôsobilosti  $C_{pk}$ ,  $C_{pm}$  a  $C_{pm}^*$  sa rovnajú.

#### 1.4.5 Index spôsobilosti $C_{pmk}$

Ako napovedá názov, jedná sa o kombináciu indexov  $C_{pk}$  a  $C_{pm}$ . Je vhodný pre prípady, ak sa stredná hodnota procesu môže líšiť od predpísanej hodnoty. Vzorec je rovnaký ako u  $C_{pm}^*$  s tým rozdielom že namesto „cieľovej hodnoty“ je v menovateli „stredná hodnota“. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$C_{pmk} = \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}; \frac{\mu - LSL}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \right\} \quad (11)$$

Porovnáva vzdialenosť strednej hodnoty sledovaného znaku kvality k bližšej tolerančnej medzi s polovicou variability okolo cieľovej hodnoty. V prípade obojstrannej symmetrickej tolerancie platí vzťah (Plura, 2002):

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk} \cdot C_{pm}}{C_p} \quad (12)$$

### 1.5 Spôsobilosť výrobného zariadenia

Spôsobilosť výrobného zariadenia podľa (Benkovej, 2007) sa väčšinou robí pred hodnotením spôsobilosti výrobného procesu a jeho cieľom je dokázať, že zariadenie je schopné vyrábať v požadovaných toleranciách. Robí sa:

- u výrobcu výrobného zariadenia pred jeho dodaním zákazníkovi,
- po inštalácii výrobného zariadenia u zákazníka,
- po určitej dobe prevádzkovania zariadenia,
- po opravách zariadenia,
- pred zahájením výroby nového výrobku.

Po zaistení stabilných podmienok chodu zariadenia – rovnaká obsluha, rovnaký materiál, rovnaké nastavenie, a pod. – sa na zariadení vyrobí cca 50 výrobkov a premeria sa zvolený znak kvality. Získané údaje sa zobrazia v časovom rade, ktorý sa ďalej analyzuje. Zisťuje sa prítomnosť trendu, periodicity, či nepravidelného chodu zariadenia. Ďalej sa namerané údaje v poradí výroby rozdelia do podskupín po piatich a pomocou regulačného diagramu sa zisťuje, či je proces štatisticky zvládnutý. V zápornom prípade sa analyzujú vymedziteľné príčiny a robia sa nápravné opatrenia. Nevyhnutná je opäť kontrola normality rozdelenia nameraných údajov.

Indexy spôsobilosti výrobného zariadenia  $C_m$ ,  $C_{mk}$  sa počítajú podľa tých istých vzorcov ako indexy spôsobilosti procesu. V označení indexov sa namiesto písmena  $p$  (*process*) používa písmeno  $m$  (*machines*).

Výrobné zariadenie je možné považovať za spôsobilé, ak  $C_{mk} > 1,67$ .

## **2 Cieľ práce**

V súčasnosti sa venuje veľmi dôležitá pozornosť zisťovaniu mechanických a kvalitatívnych vlastností materiálov, ktorá pramení z vysokých nárokov odberateľov na kvalitu im dodávaných výrobkov.

Cieľom práce je preto preverenie a hodnotenie spôsobilosti výrobného procesu narážania krimpového kontaktu vodiča N 907 647 01, ktoré sa bude realizovať dvomi spôsobmi mechanických skúšok (meraním mikrometrom a skúškou v ťahu). Vodič s krimpovým kontaktom je používaný ako jeden z mnohých druhov z ktorých sa vyrába polotovar - káblový zväzok a tento je určený pre elektrické rozvody automobilu.

Výstupom práce bude vyhodnotenie spôsobilosti a stability procesu pre uvoľnenie procesu do sériovej výroby. Práca môže slúžiť ako podklad pre hodnotenie spôsobilosti procesov vo výrobnej organizácii.

## 3 Metodika práce

### 3.1 Preverenie spôsobilosti procesu narážania

Účelom preverenia spôsobilosti procesu je krimpový kontakt vodiča (typ N 907 647 01) s prierezom 0,35 mm, ktorý je vo výrobnom procese narážaný na krimpovacom prístroji RN 071 (Obr. 13) a postup činností spojených s jeho uvoľňovaním. Uvoľnenie tohto procesu sa týka výrobného procesu, ktorý má vplyv na kvalitu produktu. Uvoľnenie procesu sa musí uskutočniť v čo najkratšom čase po aplikácii výrobného procesu do série. Proces vyhovie skúške, pokiaľ všetky vzorky úspešne absolvovali skúšku a pokiaľ je u merateľných znakov index spôsobilosti procesu  $C_{pk}$  väčšie ako 1,33 (hodnota závisí od počtu vzoriek podľa normy VW 101 31).

V prípade, ak je proces nespôsobilý, alebo niektorý znak vykazuje nestabilitu, musia byť zavedené kontrolné opatrenia na zabezpečenie kvality produktu. Následne môže byť proces uvoľnený. Kontrolné opatrenia sa musia realizovať do odstránenia príčiny nespôsobilosti procesu. Po ich odstránení môže začať opakované uvoľnenie procesu.

Preverenie spôsobilosti procesu je realizované raz za dva roky, alebo v prípade zmeny vstupov procesu, ktoré by mohli mať vplyv na jeho spôsobilosť.

Pri zavádzaní nového procesu je nutné realizovať FMEA (analýza možnosti vzniku chýb a ich dôsledkov) a aplikovať opatrenia ním navrhnuté.



Obr. 13

Prístroj na narážanie krimpov RN 071

Pred začatím samotnej skúšky a merania je potrebné dodržať nasledovné:

- definovať všetky merateľné znaky ako aj počet meraní,
- diely, materiály, nástroje a zariadenia použité pre skúšku musia byť v bezchybnom stave a v rámci tolerancií,
- počas skúšky sa nesmú meniť parametre, materiál a ani nástroje,
- vzorky pre skúšku musia byť viditeľne označené,
- zistená hodnota každého znaku musí byť uvedená v protokole,
- pre meranie sa používajú iba kalibrované meradlá s presnosťou minimálne päťkrát vyššou ako tolerancia meraných hodnôt,
- po vykonaní meraní a zápise hodnôt sa vykoná vyhodnotenie skúšky,
- meranie je potrebné realizovať minimálne 20 pracovných dní,
- vyhodnotenie stability procesu pre merateľné znaky ( $C_{pk}$ ) je vypočítané z priemerov za jednotlivé dni,
- ak sa spôsobilosť procesu nepotvrdí, musí sa vykonať dôkladná analýza a po prijatí nápravných opatrení sa musí celá skúška zopakovať.



Obr. 14

### Krimpový kontakt a vodič pripravený na narážanie



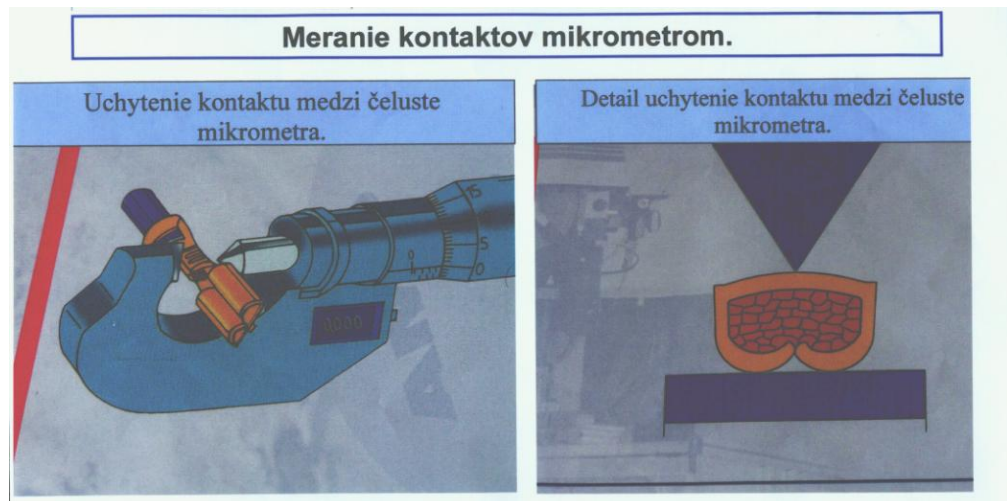
Obr. 15

### Detail s popisom naráženého krimpového kontaktu s vodičom

### 3.1.1 Meranie mikrometrom

#### Postup:

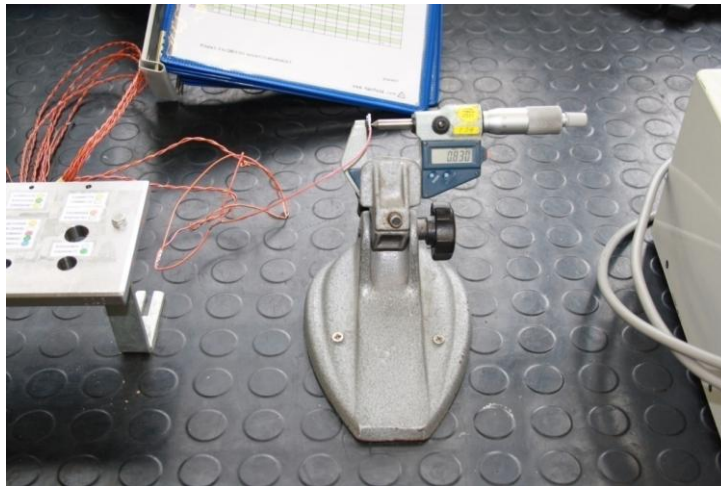
- na meracie miesto si z vyrobeného množstva vodičov s krimpovým kontaktom typu N 907 647 01 odoberieme 5 kusov náhodných vzoriek a viditeľne ich označíme (vzorky budú použité v jeden deň pre meranie mikrometrom a skúšku sily v ťahu). Meranie a skúška je realizovaná 20 pracovných dní, takže každý pracovný deň postupujeme rovnakým spôsobom náhodného výberu piatich kusov vodičov z vyrobeného množstva,
- meranie bude realizované digitálnym mikrometrom Mitutoyo 342-411-30 (Obr. 17), ktorý má po spustení displej vynulovaný, následne krimpový kontakt vzorky uchyťme medzi čeľuste mikrometra takým spôsobom, aby bolo možné zmerať výšku krimpu (Obr. 16),
- odčítame nameranú hodnotu z displeja mikrometra, ktorá je uvádzaná v centimetroch a zapíšeme do protokolu,
- týmto spôsobom merania postupujeme pri všetkých piatich kusoch vzoriek z jedného dňa a každý pracovný deň z dvadsiatich, v ktorých sa meranie realizuje,



Obr. 16

Spôsob merania kontaktov mikrometrom





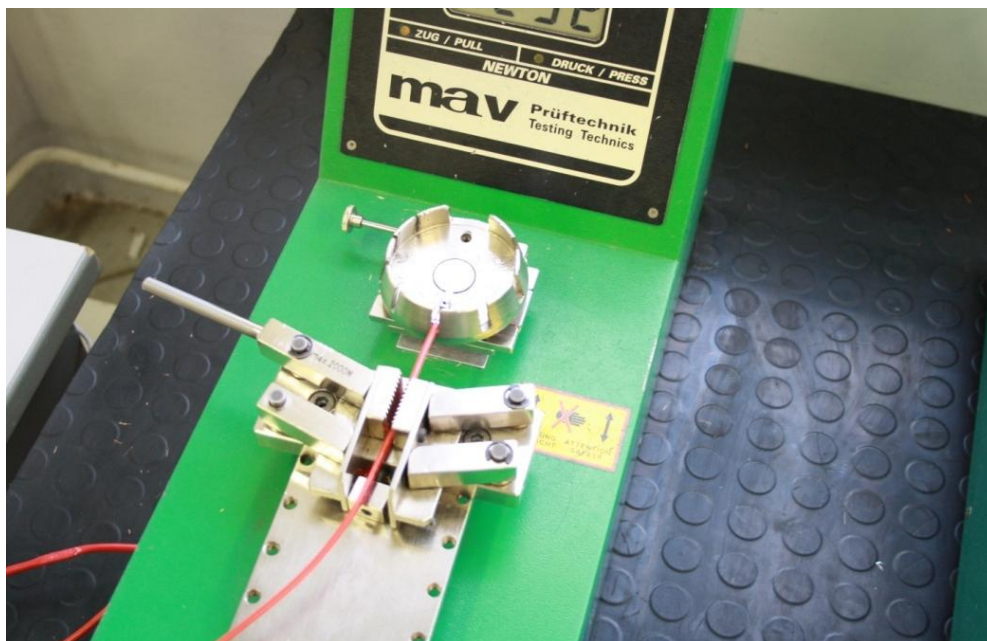
**Obr. 17**

### **Meranie digitálnym mikrometrom Mitutoyo 342-411-30**

#### **3.1.2 Skúška ťahom**

##### **Postup:**

- pre skúšku ťahom máme už na meracom mieste pripravené vodiče s krimpovým kontaktom typu N 907 647 01 v množstve 5 kusov z náhodných vzoriek a viditeľne označené (predtým sme ich použili pre meranie mikrometrom),
- skúška ťahom bude realizovaná na skúšobnom prístroji MAV EP – EPM 50 (Obr. 18), kde do plochých čelustí skúšobného zariadenia upneme časť vzorky – vodič a do otočného kruhového držiaka podľa veľkosti a v mieste krimpu upevníme kontakt vodiča, nastavenie ťahového prístroja: sila 100 %, rýchlosť 50mm/min,
- zapojíme a spustíme prístroj na meranie ťahovej sily, ktorý má vynulovaný displej a necháme ho pôsobiť ťahovou silou až do oddelenia kontaktu od vodiča,
- po oddelení kontaktu od vodiča odčítame hodnotu na displeji prístroja, táto ukazuje veľkosť ťahovej sily v N (Newton), pri ktorej sa kontakt oddelil,
- nameranú hodnotu zapíšeme do protokolu,
- týmto spôsobom postupujeme pri všetkých piatich kusoch vzorkách z jedného dňa a každý pracovný deň z dvadsiatich, v ktorých sa skúška realizuje.



**Obr. 18**

**Prístroj na meranie ťahovej sily MAV EP – EPM 50**

**3.1.3 Výpočet pri skúške ťahom a meraním mikrometrom**

**Skúška ťahom:**

Pri skúške sily v ťahu a skúšaných vodičoch s krimpovým kontaktom typ N 907 647 01 je stanovená dolná hranica sily na hodnotu minimálne 50 N (Tab. 2). V tabuľkách 4 - 7 kapitoly vyhodnotenie (4.1) máme hodnoty z jednotlivých dní zapísané v protokole, kde sú uvedené namerané a vypočítané údaje vzoriek 1 – 5. Pod optickým znakom máme zaznamenanú skratku i.O., tzn. že spĺňa požadovanú hodnotu (ak by v tabuľke bolo označenie a skratka n.i.O., meranie by nespĺňalo požadovanú hodnotu). Najskôr v uvedených tabuľkách za jednotlivé dni vypočítame aritmetický priemer nameraných hodnôt. Druhým výpočtom za jednotlivé dni je výpočet rozptylu podľa vzťahu (5) v kapitole 1.4.1:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

$N$  – rozsah súboru,

$i$  - označuje jednotky súboru ( $i = 1, 2 \dots, N$ ),

$x_i$  – hodnota premennej  $X$   $i$  – tej jednotky,

$\bar{x}$  - aritmetický priemer.

Týmto spôsobom výpočtu postupujeme v protokole pri všetkých meraniach za 20 dní.

#### **Meranie digitálnym mikrometrom:**

Pri meraní mikrometrom a skúšaných vodičoch s krimpovým kontaktom typ N 907 647 01 je stanovená hodnota výšky krimpu na 0,85 mm s toleranciou  $\pm 0,03$  mm. Pri výpočte aritmetického priemeru a rozptylu postupujeme tým istým spôsobom ako pri skúške ťahom. Namerané a vypočítané hodnoty máme zapísané a zaznamenané v protokole tabuliek 4 – 7.

Kompletný protokol s vypočítanými aritmetickými priemermi a rozptylmi pri skúške ťahom a meraní mikrometrom za 20 dní je uvedený vo vyhodnotení (kapitola 4.1). Keďže spĺňa požadovanú hodnotu za všetkých 5 vzoriek, je zaznačený v protokole skratkou i.O.

#### **3.1.4 Celkový výpočet spôsobilosti procesu narážania**

Výsledný postup výpočtu spôsobilosti procesu za 20 pracovných dní a pri meraných a skúšaných vzorkách v množstve 5 ks denne sa uskutoční nasledovne:

- z vypočítaných hodnôt za ťahovú silu a výšku krimpu (Tab. 4 – 7) zaznamenaných v protokole za jednotlivé dni si vypočítame aritmetický priemer priemerov za všetkých 20 pracovných dní, výsledná hodnota je zaznamenaná vo vyhodnotení (kapitola 4.1) v tabuľke 8,
- vypočítame (odhadneme) smerodajnú odchýlku pre ťah a krimp podľa nasledujúceho vzťahu (2) v kapitole 1.4.1., výsledná hodnota je zaznamenaná vo vyhodnotení (kapitola 4.1) v tabuľke 8,

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$\bar{R}$  – priemerné rozpätie hodnôt podskupín,

$d_2$  - súčiniteľ závislý na rozsahu podskupiny (STN ISO 8258).

- celkovú hodnotu rozptylu za ťah a krimp si vypočítame aritmetickým priemerom rozptylov za všetkých 20 pracovných dní, výsledná hodnota je zaznamenaná vo vyhodnotení (kapitola 4.1) v tabuľke 8,

- z daných, nameraných a vypočítaných hodnôt za ťah a krimp z priemeru za jednotlivé dni si vypočítame vyhodnotenie indexu spôsobilosti procesu  $C_{pk}$ , uvedeného v kapitole 1.4.2 podľa vzťahu (6) a výsledná hodnota je zaznamenaná vo vyhodnotení (kapitola 4.1) v tabuľke 8.

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\}$$

$USL$  – horná tolerančná hranica,

$LSL$  – dolná tolerančná hranica,

$\sigma$  – smerodajná odchýlka procesu,

$\mu$  - stredná hodnota sledovaného znaku kvality.

## 4 Výsledky práce

### 4.1 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania

Podľa postupu v metodike práce (kapitola 3) boli namerané a vypočítané hodnoty, ktoré sú v nasledovných tabuľkách a aj vo forme grafického znázornenia. Celkové vyhodnotenie spôsobilosti procesu je zaznamenané v tabuľke 8 a v grafickom znázornení na obr. 27 a 28.

Všetky údaje v tabuľkách 2 - 8 musia byť uvedené v protokole spôsobilosti procesu, ako aj dátum realizácie meraní a skúšok. Výrobný proces musí spĺňať všetky požadované parametre.

Predbežné uvoľnenie procesu sa vykoná najneskôr pred nábehom procesu do série a podpisom sa schváli jeho aplikácia do výroby. Jedná sa o predbežné uvoľnenie procesu.

Uvoľnenie procesu – po úspešnom splnení všetkých podmienok uvoľnenia, je protokol odovzdaný a podpisom sa schváli aplikácia procesu do série.

Preverenie spôsobilosti procesu je realizované raz za dva roky, alebo v prípade zmeny vstupov procesu, ktoré by mohli mať vplyv na jeho spôsobilosť.

**Tab. 2**

#### Typ kontaktu s prierezom

<b>Kontakt:</b>	<b>N 907 647 01</b>
<b>Prierez:</b>	<b>0,35</b>

- typ krimpového kontaktu N 907 647 01,
- prierez vodiča 0,35 mm.

**Tab. 3**

#### Základné znaky a hodnoty

<b>Znak</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Ťahová sila</b>	<b>min 50 N</b>
<b>Výška krimpů</b>	<b>0,85 ± 0,03 mm</b>
<b>Optické znaky</b>	<b>i.O. / n.i.O.</b>

- ťahová sila je stanovená na minimálnu hodnotu 50 N,
- výška krimpů je stanovená na hodnotu 0,85 mm s toleranciou ± 0,03 mm,
- optické znaky (nemecké skratky):  
**i.O.** – spĺňa požadovanú hodnotu, **n.i.O.** – nespĺňa požadovanú hodnotu.

#### 4.1.1 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za prvý pracovný týždeň

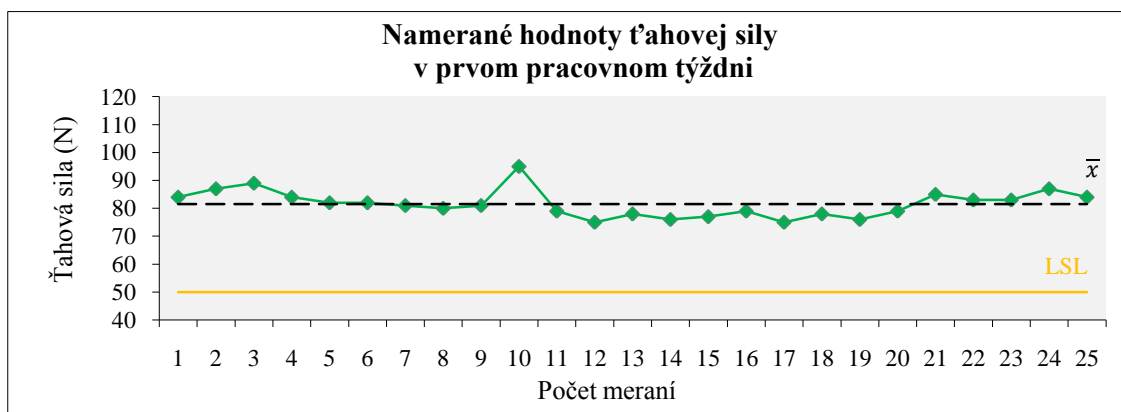
Tab. 4

Tabuľka za jednotlivé dni prvého pracovného týždňa s nameranými hodnotami a výpočtom priemeru a rozptylu:

1. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	84	0,85	i.O.
2	87	0,84	i.O.
3	89	0,84	i.O.
4	84	0,85	i.O.
5	82	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>85,2</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>7</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
2. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	82	0,84	i.O.
2	81	0,84	i.O.
3	80	0,84	i.O.
4	81	0,84	i.O.
5	95	0,84	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>83,8</b>	<b>0,84</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>15</b>	<b>0,00</b>	<b>x</b>
3. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	79	0,84	i.O.
2	75	0,84	i.O.
3	78	0,84	i.O.
4	76	0,84	i.O.
5	77	0,84	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>77</b>	<b>0,84</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0,00</b>	<b>x</b>
4. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	79	0,84	i.O.
2	75	0,84	i.O.
3	78	0,84	i.O.
4	76	0,84	i.O.
5	79	0,84	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>77,4</b>	<b>0,84</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>x</b>
5. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	85	0,85	i.O.
2	83	0,84	i.O.
3	83	0,84	i.O.
4	87	0,85	i.O.
5	84	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>84,5</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>

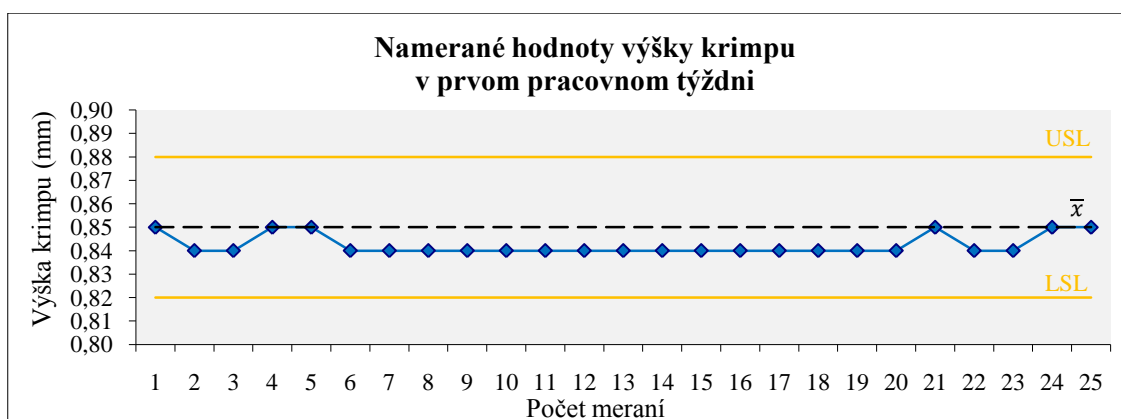
Obr. 19

Grafické znázornenie nameraných hodnôt ťahovej sily za prvý pracovný týždeň



Obr. 20

Grafické znázornenie nameraných hodnôt výšky krimpú za prvý pracovný týždeň



#### Vyhodnotenie meraní v prvom pracovnom týždni:

V tabuľke 4 sú zaznamenané jednotlivé merania s hodnotami, vypočítaná priemerná hodnota meraní za 5 dní, rozptyl a v optických znakoch je vyhodnotenie merania za každý jednotlivý deň a spolu za 5 meraní dňa. V grafickom znázornení (obr.19 a 20) máme uvedené hodnoty za 25 meraní a priemernú hodnotu nameraných hodnôt v prvom pracovnom týždni:

- ťahová sila ( $\bar{x} = 81,58 \text{ N}$ ) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 50 \text{ N}$ ,
- výška krimpú ( $\bar{x} = 0,85 \text{ mm}$ ) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 0,82 \text{ mm}$  a hornej tolerančnej hranici  $USL = 0,88 \text{ mm}$  (centrálna priamka  $CL = 0,85 \text{ mm}$ ).

Všetky namerané hodnoty spĺňajú požadované hodnoty (i.O.) a proces narážania v prvom pracovnom týždni je spôsobilý.

#### 4.1.2 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za druhý pracovný týždeň

Tab. 5

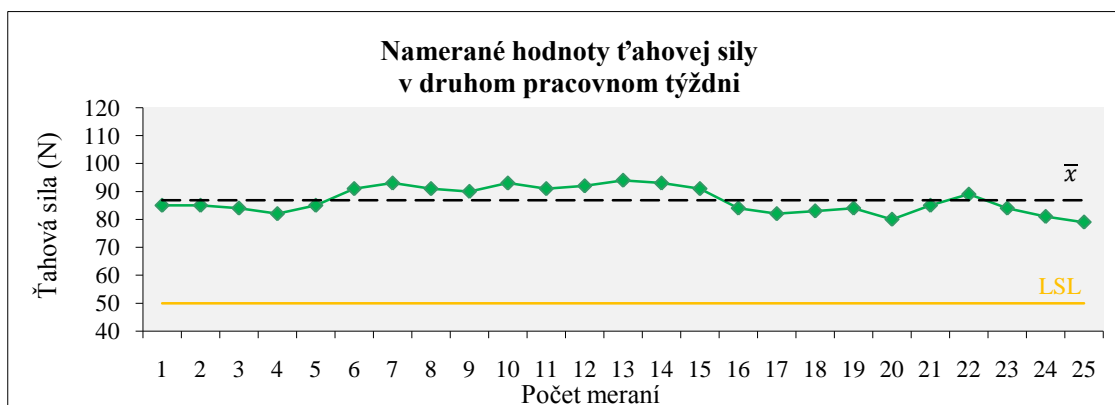
Tabuľka za jednotlivé dni druhého pracovného týždňa s nameranými hodnotami a výpočtom priemeru a rozptylu:

6. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	85	0,84	i.O.
2	85	0,85	i.O.
3	84	0,85	i.O.
4	82	0,85	i.O.
5	85	0,86	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>84,2</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>3</b>	<b>0,02</b>	<b>x</b>
7. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	91	0,85	i.O.
2	93	0,85	i.O.
3	91	0,86	i.O.
4	90	0,85	i.O.
5	93	0,86	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>91,6</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>3</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
8. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	91	0,84	i.O.
2	92	0,84	i.O.
3	94	0,84	i.O.
4	93	0,85	i.O.
5	91	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>92,2</b>	<b>0,84</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>3</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
9. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	84	0,85	i.O.
2	82	0,86	i.O.
3	83	0,86	i.O.
4	84	0,85	i.O.
5	80	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>82,6</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
10. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	85	0,85	i.O.
2	89	0,85	i.O.
3	84	0,85	i.O.
4	81	0,85	i.O.
5	79	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>83,6</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>x</b>



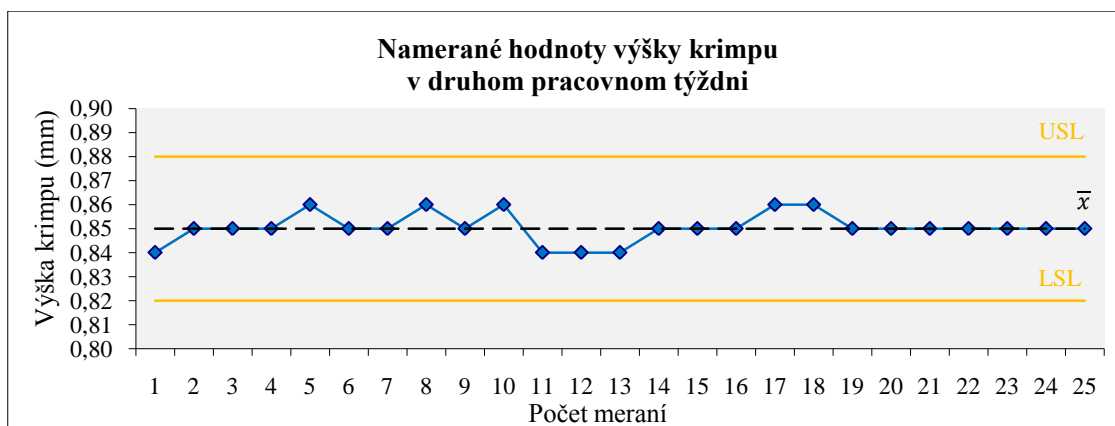
Obr. 21

Grafické znázornenie nameraných hodnôt ťahovej sily za druhý pracovný týždeň



Obr. 22

Grafické znázornenie nameraných hodnôt výšky krimpú za druhý pracovný týždeň



### Vyhodnotenie meraní v druhom pracovnom týždni:

V tabuľke 5 sú zaznamenané jednotlivé merania s hodnotami, vypočítaná priemerná hodnota meraní za 5 dní, rozptyl a v optických znakoch je vyhodnotenie merania za každý jednotlivý deň a spolu za 5 meraní dňa. V grafickom znázornení (Obr. 21 a 22) máme uvedené hodnoty za 25 meraní a priemernú hodnotu nameraných hodnôt v druhom pracovnom týždni:

- ťahová sila ( $\bar{x} = 86,84$  N) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 50$  N,
- výška krimpú ( $\bar{x} = 0,85$  mm) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 0,82$  mm a hornej tolerančnej hranici  $USL = 0,88$  mm (centrálna priamka  $CL = 0,85$  mm).

Všetky namerané hodnoty spĺňajú požadované hodnoty (i.O.) a proces narážania v druhom pracovnom týždni je spôsobilý.

#### 4.1.3 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za tretí pracovný týždeň

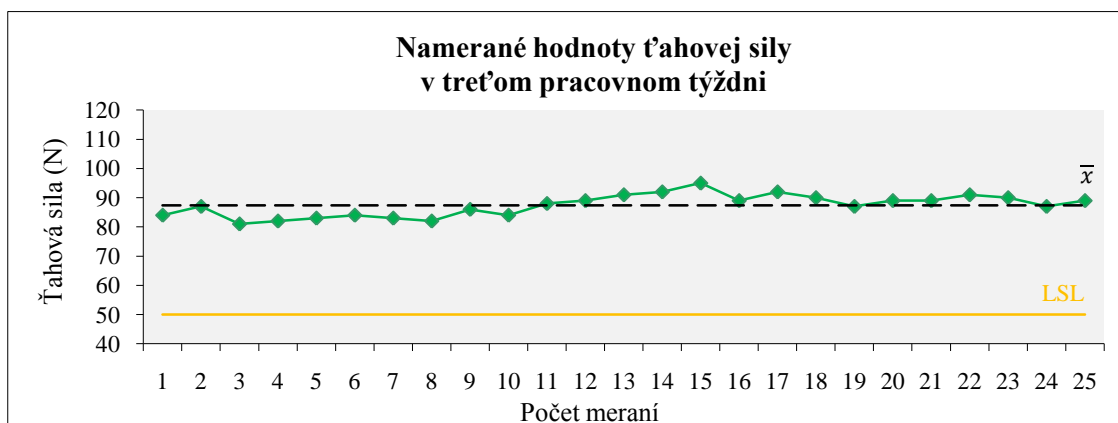
Tab. 6

Tabuľka za jednotlivé dni tretieho pracovného týždňa s nameranými hodnotami a výpočtom priemeru a rozptylu:

11. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	84	0,85	i.O.
2	87	0,84	i.O.
3	81	0,84	i.O.
4	82	0,85	i.O.
5	83	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>83,5</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>6</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
12. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	84	0,85	i.O.
2	83	0,86	i.O.
3	82	0,85	i.O.
4	86	0,85	i.O.
5	84	0,86	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>83,8</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
13. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	88	0,85	i.O.
2	89	0,84	i.O.
3	91	0,85	i.O.
4	92	0,84	i.O.
5	95	0,84	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>91</b>	<b>0,84</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>7</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
14. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	89	0,85	i.O.
2	92	0,85	i.O.
3	90	0,84	i.O.
4	87	0,85	i.O.
5	89	0,84	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>89,4</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>5</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
15. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	89	0,85	i.O.
2	91	0,86	i.O.
3	90	0,86	i.O.
4	87	0,85	i.O.
5	89	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>89,2</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>

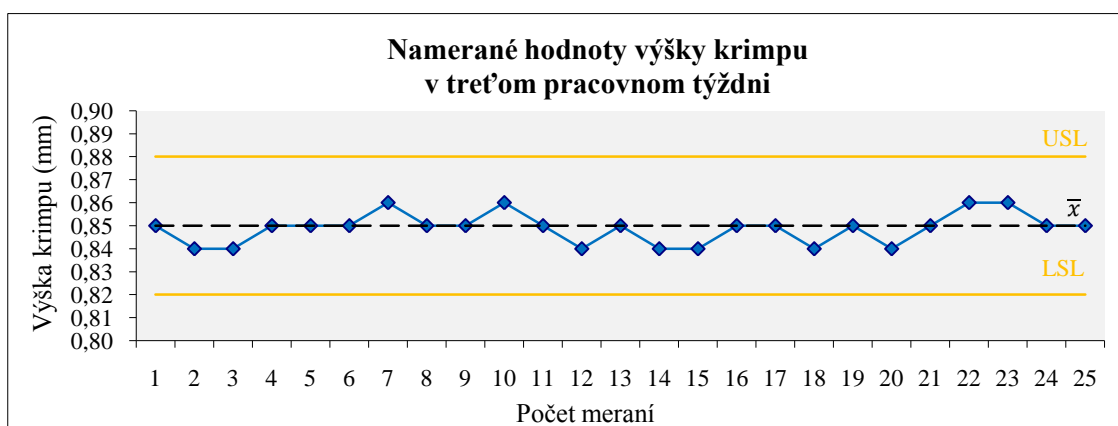
Obr. 23

**Grafické znázornenie nameraných hodnôt ťahovej sily za tretí pracovný týždeň**



Obr. 24

**Grafické znázornenie nameraných hodnôt výšky krimpú za tretí pracovný týždeň**



**Vyhodnotenie meraní v treťom pracovnom týždni:**

V tabuľke 6 sú zaznamenané jednotlivé merania s hodnotami, vypočítaná priemerná hodnota meraní za 5 dní, rozptyl a v optických znakoch je vyhodnotenie merania za každý jednotlivý deň a spolu za 5 meraní dňa. V grafickom znázornení (Obr. 23 a 24) máme uvedené hodnoty za 25 meraní a priemernú hodnotu nameraných hodnôt v druhom pracovnom týždni:

- ťahová sila ( $\bar{x} = 87,38$  N) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 50$  N,
- výška krimpú ( $\bar{x} = 0,85$  mm) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 0,82$  mm a hornej tolerančnej hranici  $USL = 0,88$  mm (centrálna priamka  $CL = 0,85$  mm).

Všetky namerané hodnoty spĺňajú požadované hodnoty (i.O.) a proces narážania v treťom pracovnom týždni je spôsobilý.

#### 4.1.4 Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za štvrtý pracovný týždeň

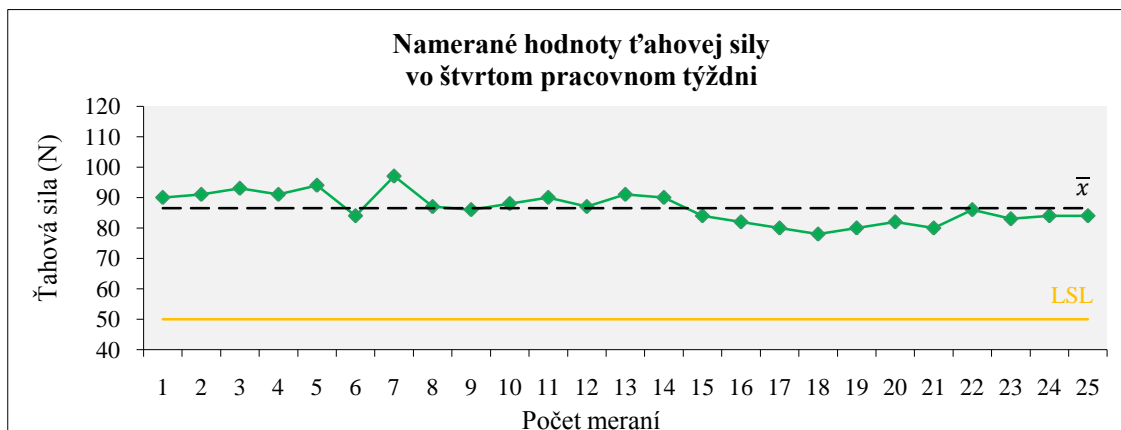
Tab. 7

Tabuľka za jednotlivé dni štvrtého pracovného týždňa s nameranými hodnotami a výpočtom priemeru a rozptylu:

16. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	90	0,85	i.O.
2	91	0,85	i.O.
3	93	0,85	i.O.
4	91	0,85	i.O.
5	94	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>91,8</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>x</b>
17. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	84	0,85	i.O.
2	97	0,85	i.O.
3	87	0,84	i.O.
4	86	0,85	i.O.
5	88	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>88,4</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>13</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
18. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	90	0,85	i.O.
2	87	0,85	i.O.
3	91	0,85	i.O.
4	90	0,85	i.O.
5	84	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>88,4</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>7</b>	<b>0,00</b>	<b>x</b>
19. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	82	0,85	i.O.
2	80	0,85	i.O.
3	78	0,85	i.O.
4	80	0,85	i.O.
5	82	0,84	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>80,4</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>4</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>
20. deň	Ťahová sila	Výška krimpů	Optický znak
1	80	0,85	i.O.
2	86	0,85	i.O.
3	83	0,84	i.O.
4	84	0,85	i.O.
5	84	0,85	i.O.
<b>Priemer</b>	<b>83,4</b>	<b>0,85</b>	<b>i.O.</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>6</b>	<b>0,01</b>	<b>x</b>

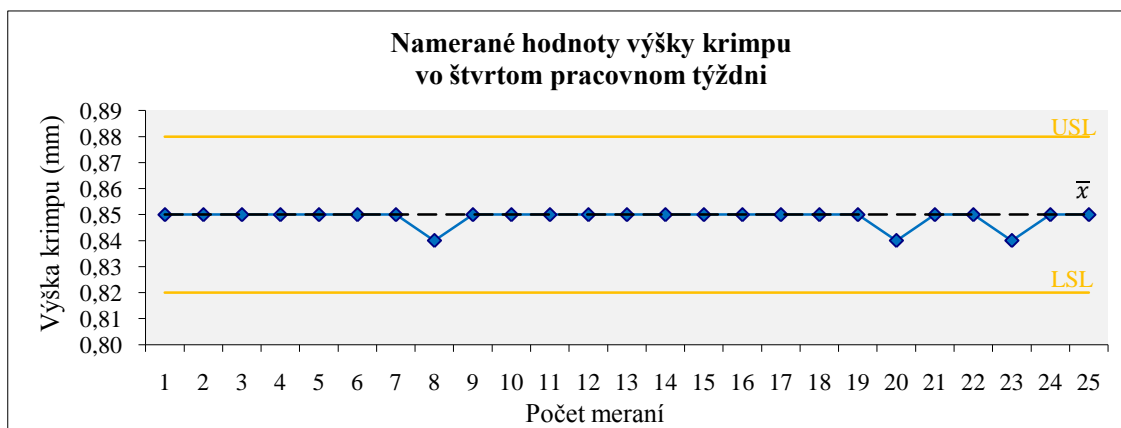
Obr. 25

Grafické znázornenie nameraných hodnôt ťahovej sily za štvrtý pracovný týždeň



Obr. 26

Grafické znázornenie nameraných hodnôt výšky krimpú za štvrtý pracovný týždeň



#### Vyhodnotenie meraní vo štvrtom pracovnom týždni:

V tabuľke 7 sú zaznamenané jednotlivé merania s hodnotami, vypočítaná priemerná hodnota meraní za 5 dní, rozptyl a v optických znakoch je vyhodnotenie merania za každý jednotlivý deň a spolu za 5 meraní dňa. V grafickom znázornení (Obr. 25 a 26) máme zobrazené hodnoty za 25 meraní a priemernú hodnotu nameraných hodnôt v druhom pracovnom týždni:

- ťahová sila ( $\bar{x} = 86,48$  N) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 50$  N,
- výška krimpú ( $\bar{x} = 0,85$  mm) pri dolnej tolerančnej hranici  $LSL = 0,82$  mm a hornej tolerančnej hranici  $USL = 0,88$  mm (centrálneho priamka  $CL = 0,85$  mm).

Všetky namerané hodnoty spĺňajú požadované hodnoty (i.O.) a proces narážania v treťom pracovnom týždni je spôsobilý.

#### 4.1.5 Celkové vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania

Tab. 8

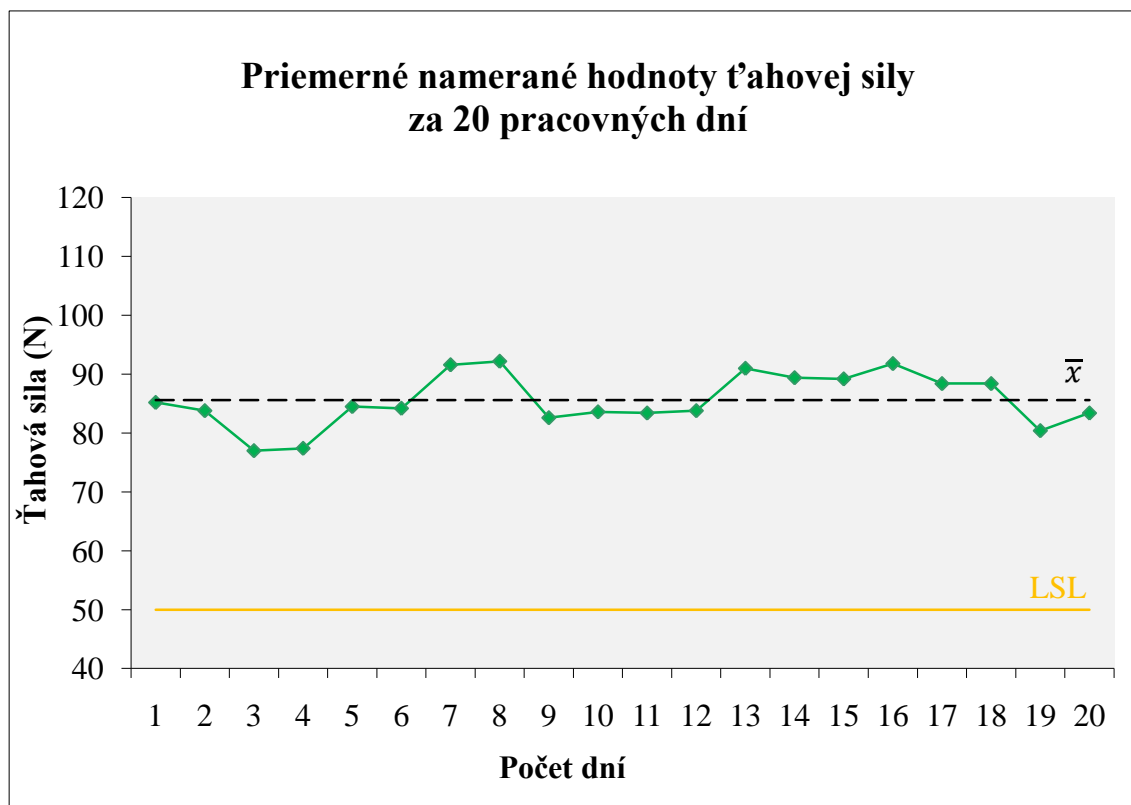
Vyhodnotenie spôsobilosti procesu narážania za 20 pracovných dní

	Ťahová sila	Výška krimpů	Optické znaky
Priemer priemerov	85,57	0,85	–
Smerodajná odchýlka	4,42	0,0043	–
Priemer rozptylov	5,85	0,01	–
Cpk	2,68	2,12	i.O.
Hodnotenie PFU*	i.O.		

\*PFU – nemecká skratka pre kontrolu schopnosti procesu

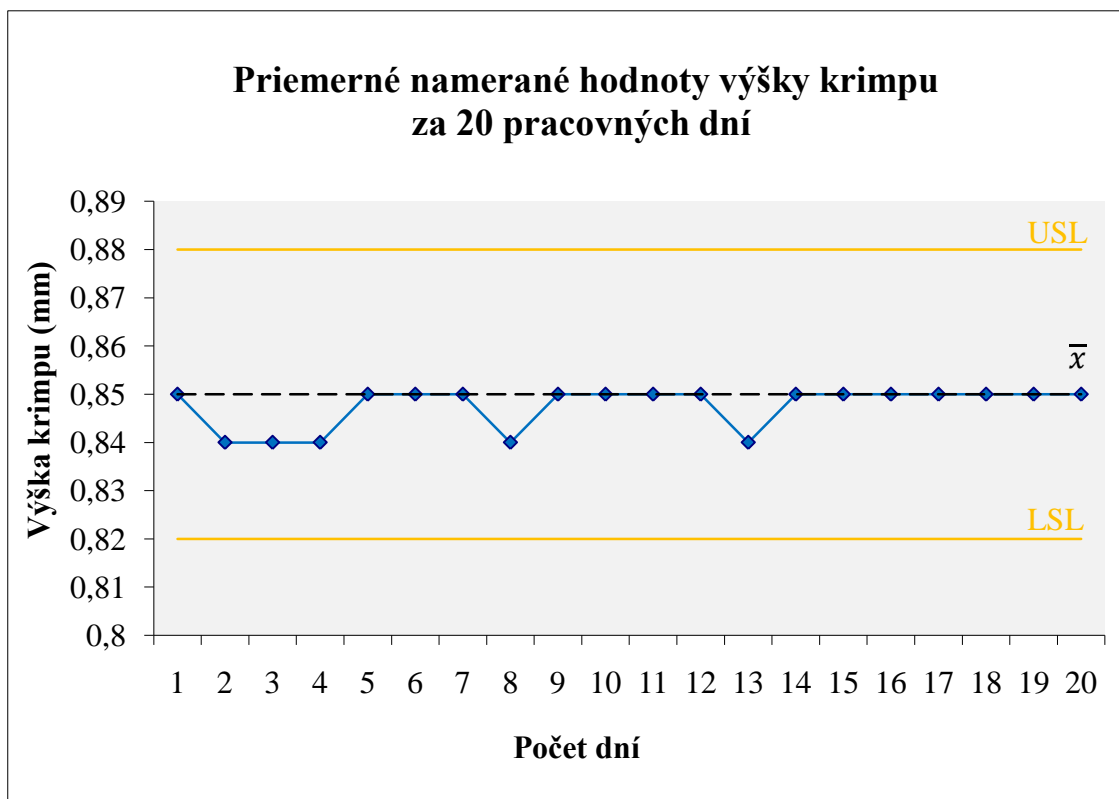
Obr. 27

Grafické znázornenie priemerných nameraných hodnôt ťahovej sily za 20 pracovných dní



Obr. 28

Grafické znázornenie priemerných nameraných hodnôt výšky krimpú za 20 pracovných dní



**Celkové vyhodnotenie meraní a spôsobilosti procesu narážania za 20 pracovných dní:**

V tabuľke 8 sú zaznamenané a vypočítané hodnoty za 20 pracovných dní, ako priemer priemerov, smerodajná odchýlka, priemer rozptylov, index spôsobilosti procesov  $C_{pk}$  a v optických znakoch je vyhodnotenie merania. V grafickom znázornení (Obr. 27 a 28) máme zobrazené priemerné namerané hodnoty v jednotlivých dňoch a priemer priemerných hodnôt za 20 pracovných dní:

- ťahová sila ( $\bar{x} = 85,57$  N) pri dolnej tolerančnej hranici LSL = 50 N,
- výška krimpú ( $\bar{x} = 0,85$  mm) pri dolnej tolerančnej hranici LSL = 0,82 mm a hornej tolerančnej hranici USL = 0,88 mm (centrálna priamka CL = 0,85 mm).

Proces vyhovel skúške (tab. 10 Hodnotenie PFU = i.O.), pretože index spôsobilosti procesu  $C_{pk}$  je väčší ako stanovených 1,33. Všetky namerané hodnoty spĺňajú požadované hodnoty, tým spôsobilosť procesu narážania vyhovela skúške a proces je možné uvoľniť do sériovej výroby.

## 5 Diskusia

Podnetom pre diplomovú prácu bolo pred nábehom do sériovej výroby preverenie spôsobilosti procesu narážania krimpového kontaktu vodiča s následným uvoľnením do sériovej výroby, ten je súčasťou káblového zväzku určeného ako polotovar pre automobilový priemysel. Na narážanie sa používa krimpovací prístroj, ktorý naráža krimpový kontakt na vodič. Problémy by mohli vzniknúť, ak by vyrobené vodiče s krimpovým kontaktom, ktoré sa ďalej používajú pre montáž polotovaru - káblového zväzku, nespĺňali požadované hodnoty a tolerancie a proces by nebol z tohto dôvodu spôsobilý a stabilný a uvoľnený do sériovej výroby. Táto skutočnosť viedla k prevereniu spôsobilosti výrobného procesu.



## 6 Návrh na využitie

V dnešnom období je vlastniť automobil už samozrejmosť a dopyt po automobiloch na Slovensku oproti minulým obdobiam stále narastá. Kým v minulosti stačilo zákazníkovi vlastniť automobil, dnes je už požiadavkou zákazníka vlastniť kvalitný automobil. Na to, aby táto požiadavka bola splnená, je potrebné aby výrobca automobilov stále skvalitňoval svoj produkt. K dosiahnutiu tejto požiadavky je nutné, aby materiály, polotovary a výrobné procesy pri výrobe konečného produktu, ktorým je kvalitný automobil, boli neustále zlepšované. Preto podnetom k tejto práci bolo hodnotenie spôsobilosti výrobného procesu narážania u výrobcu a dodávateľa polotovaru – káblového zväzku pre automobilový priemysel a jeho následné vyhodnotenie. Výsledok tejto práce by mal slúžiť ako podklad pre oddelenie kvality v danej výrobnej organizácii, na hodnotenie spôsobilosti výrobného procesu pomocou indexu spôsobilosti  $C_{pk}$ .

## 7 Záver

V diplomovej práci som sa snažil podať základný prehľad o kvalite, ktorá je v súčasnom konkurenčnom boji na trhu posudzovaná ako prioritná účinná zbraň na získanie, príp. udržanie si podielu na trhu. Ak chcú byť organizácie konkurencieschopné a udržať si hospodársku výkonnosť, sú nútené zavádzať efektívne a účinné systémy manažérstva. V ďalšej časti práce som sa zameril na systémy manažérstva kvality. Tento spôsob riadenia a kontroly je potrebný aby bolo možné dosiahnuť požadované kvalitatívne parametre výrobkov, ale aj procesov. V súvislosti s kvalitou sa vyžaduje od vrcholového vedenia výrobnjej organizácie hľadať vhodný systém nástrojov a metód pre zabezpečenie a zlepšovanie kvality. Tieto metódy sa rozdeľujú do viacerých skupín, ja som sa v ďalšej kapitole práce zameril na prehľad siedmich jednoduchých štatistických metód, ktoré sa presadili ako prostriedok pri hľadaní príčin nezhôd, chýb a pri ich odstraňovaní a vyhodnotení. Hlavnou témou práce bolo hodnotenie spôsobilosti výrobného procesu, ktorého súčasťou je meranie procesu. Obe tieto oblasti môžeme charakterizovať ako schopnosť procesu poskytovať výrobky spĺňajúce požiadavky kritérií kvality. Cieľom práce preto bolo preverenie, meranie a hodnotenie spôsobilosti výrobného procesu vo výrobnjej organizácii SE Bordnetze Slovakia, s.r.o., sídliacej v Nitre, ktorá je zameraná na výrobu elektrických káblových zväzkov pre automobily. Preveroval a hodnotil som spôsobilosť procesu narážania krimpového kontaktu vodiča, ktoré sa realizovalo dvomi spôsobmi mechanických skúšok, meraním mikrometrom a skúškou v ťahu. Z výsledkov v tejto práci som dospel k záveru, že spôsobilosť výrobného procesu, konkrétne indexu spôsobilosti  $C_{pk}$  vyhovela skúške, pretože výsledok merania a vyhodnotenia spĺňa požadované hodnoty a proces je možné uvoľniť do sériovej výroby. Keďže preverovaná spôsobilosť procesu je z reálneho prostredia výrobnjej organizácie a aj jej vyrábaný produkt, táto práca týmto dáva konkrétny návod, ako účinne a efektívne preverovať spôsobilosť procesu.

## 8 Zoznam použitej literatúry

- BENKOVÁ, Marta. 2007. *Zabezpečovanie kvality procesov*. Košice: TECHNICKÁ UNIVERZITA, 2007. 85 s.
- C.D. EDWARDS, D. C. 1968. "The Meaning of Quality", in *Quality Progress* Oct. 1968, ISSN:, 0033-524X.
- CROSBY, B. P. 1979 *Quality Is Free* McGraw – Hill New York 1979 ISBN: 0-07-014512-1.
- FLOREKOVÁ, Lubica., 1998. *Metódy štatistického hodnotenia kvality*. Acta Montanistica Slovaca, Ročník 3 (1998).
- GARVIN, A. D. 1988 *Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge*. New York: FREE PRESS, 1988.
- HRUBEC, Jozef. 2000. *Riadenie kvality*. Nitra: SPU, 2000. 203 s. ISBN 80-7137-849-6.
- HRUBEC, Jozef, VIRČÍKOVÁ, Edita a kolektív. 2009. *Integrovaný manažérsky systém*. Nitra: SPU, 2009. 543 s. ISBN 978-80-552-0231-0.
- JURAN, M. J. ed. *Quality Control Handbook* 1988, ISBN; 0070331766.
- CHAJDIAK, Jozef. 1998. *Štatistické riadenie kvality*. Bratislava: STATIS, 1998. 174 s. ISBN 80-85659-12-3.
- CHAJDIAK, Jozef, KOMORNÍK, Jozef, KOMORNÍKOVÁ, Magda. 1999. *Štatistické metódy*. Bratislava: STATIS, 1999. 282 s. ISBN 80-85659-13-1.
- ISO 1028:1973 *Flowchart Symbols for Information Processing*.
- ISO 2636:1973 *Information Processing – Conventions for Incorporating Flowcharts Symbols in Flowcharts*.
- MATEIDES, Alexander a kolektív. 2006. *Manažérstvo kvality*. Bratislava: EPOS, 2006. 751 s. ISBN 80-8057-656-4.
- PLURA, J., 1996. *Hodnocení způsobilosti procesu a jeho zvláštnosti*. Ostrava: JAKOST, 1996. s. 124 – 131.
- PLURA, J. 2001. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: COMPUTER PRESS, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.
- STN EN ISO 9000:2009 *Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník*.
- STN EN ISO 9001:2008 *Systémy manažérstva kvality. Požiadavky*.
- STN EN ISO 9004:2001 *Systémy manažérstva kvality. Návod na zlepšovanie výkonnosti*.

STN EN ISO 19011:2002 *Návod na auditovanie systému manažérstva kvality a/alebo systému environmentálneho manažérstva.*

STN ISO 8258 – *Shewartové regulačné diagramy.*

TEREK, Milan a HRNČIAROVÁ, Ľubica. 2004. *Štatistické riadenie kvality.* Bratislava: IURA EDITION, 2004. 234 s. ISBN 80-89047-97-1.

TNI ISO/TR 10013:2003 (STN EN ISO/TR 10013:2003) *Návod na dokumentáciu systému manažérstva kvality.*

VDA (Svaz automobilového priemyslu). 2004. *Management jakosti v automobilovom priemyslu. Způsobilost kontrolních procesů.* Praha: DECIBEL PRODUCTION, 2004. 112 s. ISBN 80-02-01656-4.

VIRČÍKOVÁ, Edita. 2007. *Integrované manažérske systémy.* Košice: TECHNICKÁ UNIVERZITA, 2007. 106 s. ISBN 978-80-8073-761-0.

ZAFKA, M. 1995. *Riadenie kvality vo firme.* Žilina : MASM, 1995, 176 s. ISBN 80-85348-27-6.

Dostupné na internete:

<http://fmmi10.vsb.cz/639/magazin.htm>

<http://www.kvalitaprodukcie.info/statisticka-kontrola-a-regulacia-procesov/>

<http://www.kvalitaprodukcie.info/meranie-vykonnosti-procesov/>

<http://www.kvalitaprodukcie.info/metoda-fmea/>

<http://www.ekf.tuke.sk/KMaM/osnovy/TQM-1-1-11-07-02-SK.pdf>

<http://semafor.euke.sk/zbornik2007/pdf/pudlo2.pdf>

SOCHOVIČOVÁ, G. 2005. *Zákazník – hybná sila úspechu dodávateľsko-výrobnodistribučno-používateľského reťazca.* In *Q magazín - Internetový časopis o jakosti.* ISSN 1213-0451 Dostupné na internete: <<http://fmmi10.vsb.cz/639/magazin.htm> >

TRPKOŠ, A. 2004. [cit 2009-04-06] Dostupné na internete: <[http://3dexit.wz.cz/skola/systemy\\_kvality](http://3dexit.wz.cz/skola/systemy_kvality) >

TEPLICKÁ, K. - BIRČÁKOVÁ, Z. 2008. *Základný pohľad na systém manažérstva kvality podľa STN EN ISO 9001.* In *Q magazín - Internetový časopis o jakosti.* ISSN 1213-0451.

[www.iso9000.sk](http://www.iso9000.sk). 2009. *Manažérske systémy ISO 9000.* [cit 2009-04-06] Dostupné na internete: <<http://www.iso9000.sk/index.php?id=13>>

[www.poling.sk](http://www.poling.sk). 2005. *Postup zavedenia systému manažérstva kvality.* 2005. [cit 2009-04-06] Dostupné na internete: <<http://www.poling.sk/postup-zavedenia.php>>

www.komora-khk.cz. 2009. *Dokumentace systému managementu jakosti*. Dostupné na internete: <<http://www.komora-khk.cz/business/documents/?soubor=moduly/5-jakost/05-planovani-systemu-managementu-jakosti/05-02-dokumentace-systemu-managementu-jakosti.pdf> >