

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA

Katedra kvality a strojárskych technológií

**Využitie štatistických metód v riadení procesov**

Autoreferát dizertačnej práce  
na získanie vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor  
vo vednom odbore 5.2.57  
kvalita produkcie

Ing. Katarína Škúrková

Nitra, 2008

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre kvality a strojárskych technológií Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Katarína Škúrková  
Katedra kvality a strojárskych technológií  
Technická fakulta  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: prof. Ing. Jozef Hrubec, CSc.  
Katedra kvality a strojárskych technológií  
Technická fakulta  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: doc. Ing. Štefan Drabant, CSc.  
Katedra dopravy a manipulácie  
Technická fakulta  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Prof. Ing. Aurel Sloboda, PhD.  
Katedra bezpečnosti a kvality produkcie  
Strojnícka fakulta  
Technická univerzita Košice

Doc. Ing. František Helebrant, CSc.  
Katedra výrobných strojů a konstruování  
Fakulta strojní  
Technická univerzita Ostrava

Autoreferát bol odoslaný dňa

Stanovisko k dezertácii vypracovala Katedra kvality a strojárskych technológií, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertačnej práce sa koná dňa 15.09.2008 o 08.30 hod pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 5.2.57 Kvalita produkcie na Technickej fakulte, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Miesto konania: Technická fakulta  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť: veľká zasadačka TF SPU v Nitre, IV. Posch.

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Technickej fakulty.

Predseda komisie pre obhajoby vo vednom odbore 5.2.57

prof. Ing. Jozef Hrubec, CSc.  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

## ABSTRAKT

Využitie štatistických metód nachádza uplatnenie pri zavádzaní systémov riadenia kvality podľa noriem ISO radu 9000. Jednou z požiadaviek systému manažérstva kvality podľa normy STN EN ISO 9001:2001 je: štatistická prebierka, spôsobilosť meracieho zariadenia, spôsobilosť výrobného zariadenia a spôsobilosť procesu.

Cieľom dizertačnej práce bolo využitie štatistických metód v riadení procesov so zameraním na štatistickú prebierku, spôsobilosť meracieho zariadenia, spôsobilosť výrobného zariadenia a spôsobilosť procesu. Navrhnuté metódy boli realizované v organizácii RIBE Slovakia k.s., Nitra v procese sústruženia skrutky RIBE ISR (osová skrutka) a v procese lisovania skrutky RIBE ISR (skrutka R – Q100E).

Hlavným cieľom práce bola:

- štatistická prebierka - či pevnosť materiálu v ťahu udávaná výrobcom zodpovedá nami overenej pevnosti v ťahu,
- analýza systému merania - či meracie zariadenie (odchýlkomer a profilprojektor Mitutoyo) je spôsobilé,
- spôsobilosť výrobných zariadení - či výrobné zariadenia (sústruh TRAUB TB 30 a lis HILGELAND CF2AZ) sú spôsobilé vyrábať výrobky v požadovaných toleranciách,
- vyhodnotenie spôsobilosti procesu - či bola dokázaná spôsobilosť procesu sústruženia a procesu tvárnenia za studena.

**„Kľúčové slová:** štatistické metódy, riadenie kvality, proces, meracie zariadenie, výrobné zariadenie.

## ABSTRACT

Utilization of statistical methods are using by establishing the quality management by ISO 9000. One of the requirement of quality management by STN EN ISO 9001:2001 is: statistical inspection, capability of measuring accuracy instrument, capability of production facilities and process capability.

The goal of the dissertation thesis is using the statistical methods in process control and it is focused on statistical inspection, capability of measuring accuracy instrument, capability off production facilities and process capability. This methods were realized in organization RIBE Slovakia, k.s. by turning screws RIBE ISR (axial screw) and by pressing screws RIBE ISR (screw R – Q100E).

The principal aim of the work was:

- statistical inspection - if the tensile strength of material ostensible by producer is equivalent to tensile strength detected by us,
- analysis of measuring system - if the measuring accuracy instruments (timing gauge and profileprojector Mitutoyo) are able,
- capability of production facilities - if the production facilities (lathe TRAUB TB 30 and press HILGELAND CF2AZ) are able to produce products in required tolerance,
- process capability - if the turning process and the cold forming process are able.

**„Key words“:** statistical methods, quality control, process, measuring accuracy instrument, production facilities.

## ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV

$C_{gm}$  – index spôsobilosti meracieho zariadenia,

$C_{gmk}$  - korigovaný index spôsobilosti meracieho zariadenia,

$C_m$  – index spôsobilosti výrobného zariadenia,

$C_{mk}$  – korigovaný index spôsobilosti výrobného zariadenia,

$C_p$  – index spôsobilosti procesu,

$C_{pk}$  – korigovaný index spôsobilosti procesu,

$S_M$  - celkové pásmo rozptylu meracieho zariadenia,

SMK – systém manažérstva kvality

## ÚVOD

Je dôležité si uvedomiť, že systém manažérstva kvality (SMK) podľa súboru noriem ISO 9000:2006 v dnešnej dobe nie je luxus, ale nevyhnutnosť pre zabezpečenie dlhodobej konkurencieschopnosti. Na druhej strane je potrebné povedať, že zavedenie SMK neznamená automaticky zlepšenie organizácie. Je to dlhodobý proces, ktorý by v konečnom dôsledku mal viesť k zlepšovaniu spokojnosti zákazníkov a zainteresovaných strán, efektívnosti, znižovaniu nákladov, redukcii rizík, zvyšovaniu produktivity práce, jasnému určeniu zodpovednosti a samozrejme v neposlednej rade k zvyšovaniu kvality výrobku.

Veľmi dôležitým faktorom zohráva samotný postoj vedenia organizácie, či využije a ako využije zdokumentovaný SMK vo svoj prospech.

Jednou z požiadaviek pri získaní certifikátu na SMK je zavedenie štatistických metód. Štatistické metódy sa dnes chápu ako účinný nástroj v zabezpečovaní kvality. Správne použitie moderných štatistických metód je dôležitým prvkom všetkých etáp slučky kvality a neobmedzuje sa iba na povýrobné etapy.

## CIEĽ PRÁCE

Doktorandská práca sa bude realizovať v organizácii RIBE Slovakia, k.s. Je to dcérska organizácia nemeckej skupiny RIBE so sídlom vo Schwabachu. Jadrom činnosti je konštrukcia, vývoj a výroba spojovacích prvkov tvárnených za studena, technických pružín a elektroarmatúr.

V súčasnosti má organizácia zavedený systém riadenia kvality vo všetkých fázach, od uspokojenia požiadavky zákazníka, cez vývoj až po servis, zodpovedajúci štandardu noriem EN ISO 9000:2006 a špecifikácii pre automobilový priemysel ISO STN/TS 16 949:2002. Systémy riadenia kvality boli preverované a certifikované spoločnosťou BVQI v roku 2005.

Zavedenie štatistických metód do výrobného procesu je jednou z požiadaviek pri získaní certifikátu na systémy kvality podľa TN EN ISO 9001:2001. Preto cieľom práce bude zavedenie štatistických metód do procesov, ktoré rozhodujúcou mierou pôsobia na kvalitu vyrábaných výrobkov.

Cieľom je vypracovať nasledovné metodiky:

- štatistická prebierka,
- analýza systému merania,
- spôsobilosť výrobných zariadení,
- Shewhartove regulačné diagramy,
- vyhodnotenie spôsobilosti výrobného procesu.

## MATERIÁL A METÓDY

### Štatistická prebierka

Cieľom je kontrola polotovarov od dodávateľov, z ktorých bude vyrábaný daný výrobok. Bude sa uskutočňovať pri vstupe materiálu do organizácie.

V rámci štatistickej prebierky sa v našom prípade bude zisťovať pevnosť v ťahu vybraného materiálu.

Princíp skúšky tkvie v statickom zaťažení skúšobnej vzorky predpísaných tvarov a rozmerov až do roztrhnutia. Vzorka je upnutá do čelustí skúšobného (trhacieho) stroja tak, aby sa os vzorky zhodovala s osou pôsobiacej sily. Vyhodnotením nameraných veličín zo statickej skúšky ťahom sa stanoví *medza pevnosti v ťahu*

$$R_m = F_m/S_0,$$

kde:  $F_m$  - maximálna zaťažujúca sila, N

$S_0$  - začiatková plocha prierezu skúšobnej tyče, mm

### **Analýza systému merania**

Cieľom je overiť spôsobilosť odchýlkomera splniť danú požiadavku na presnosť systému merania pre proces tvárnenia za studena a spôsobilosť profilprojektora splniť danú požiadavku na presnosť systému merania pre proces sústruženia.

Spôsobilosť meracieho zariadenia:

- vypovedá o funkčnej spôsobilosti meracieho zariadenia,
- zohľadňuje rozsah vplyvu obsluhy meracieho zariadenia a miesta jeho použitia.

Funkčnosť meracieho zariadenia sa vyjadruje pomocou indexov  $C_{gm}$  a  $C_{gmk}$ .

### **Spôsobilosť výrobných zariadení**

Cieľom je získať dôkaz, že výroba prebieha v známych zákonitostiach a že stroj je schopný vyrábať v požadovaných toleranciách. Spôsobilosť výrobných zariadení sa hodnotí pomocou indexov spôsobilosti  $C_m$  a  $C_{mk}$ , kde  $C_m$  udáva rozptyl a  $C_{mk}$  polohu procesu. (Platí podmienka:  $C_m \geq 1,66$ ,  $C_{mk} \geq 1,67$ ). Zamerali sme sa na zistenie spôsobilosti sústruhu TRAUB TB 30 a lisu HILGELAND.

### **Regulačné diagramy**

Cieľom je udržať výrobný proces v štatisticky zvládnutom stave. Proces je v štatisticky zvládnutom stave, ak na proces pôsobia len náhodné príčiny (sú vylúčené vymedziteľné príčiny).

Výrobný proces tvárnenia za studena aj výrobný proces sústruženia sa bude sledovať podľa regulačného diagramu ( $\bar{X}$ , R) – regulačný diagram pre priemer a rozpätie.

### **Spôsobilosť procesu**

Na vyhodnotenie spôsobilosti prejdeme vtedy, keď sú splnené nasledovné predpoklady:

Proces je štatisticky stabilizovaný, t.j. boli vyriešené problémy regulácie v  $\bar{X}$  - diagramoch, ako aj v R – diagramoch (vymedziteľné príčiny boli identifikované, analyzované, napravené a vytvorená prevencia proti ich opätovnému vzniku),

- jednotlivé merania pochádzajúce z toho istého procesu podliehajú normálnemu rozdeleniu (vykonaný test normality),
- technické a ostatné špecifikácie presne vyjadrujú požiadavky zákazníka,
- nominálna hodnota návrhu je v strede tolerančného poľa.

Spôsobilosť procesu vyjadrujeme pomocou indexov spôsobilosti procesu  $C_p$  a  $C_{pk}$ , pričom platí podmienka:  $C_p \geq 1,33$ . Hodnotili sme samostatne proces sústruženia a proces tvárnenia za studena.

## **VLASTNÁ PRÁCA**

### **Charakteristika organizácie**

Ribe Slovakia, k.s. zásobuje automobilový priemysel finálnymi výrobkami, ako sú pevnostné skrutky, polotovary, výkovky a výlisoky za studena. Strojárska výroba sa popri miliónových zákazkách vie prispôsobiť aj malo a strednosériovej výrobe.

Doteraz sa vyrába cca 1 000 typov súčiastok, medzi ktorými figuruje nielen spojovací materiál. Každá skrutka, výkovok či výlisok je nositeľom kvality a skúseností nazbieraných počas existencie organizácie. Strojárska výroba v organizácii Ribe má už 100 ročnú tradíciu.

Organizácia Ribe má zastúpenie na Slovensku, v Čechách, Rakúsku, Číne a v USA.

### Štatistická prebieerka

V rámci štatistickej prebieerky na základe normy STN EN 10002-1:1997 bola vykonaná statická skúška ťahom. Vyhodnotením nameraných veličín zo statickej skúšky ťahom sme zistovali, či pevnosť v ťahu nami zistená sa zhoduje s pevnosťou v ťahu udávanou výrobcom. Výrobca udáva pevnosť v ťahu oboch materiálov 480 N/mm<sup>2</sup>.

Pre materiál skrutky vyrábanej sústružením aj tvárnením za studena bolo odobratých 10 vzoriek, ktoré boli podrobené statickej skúške ťahom.

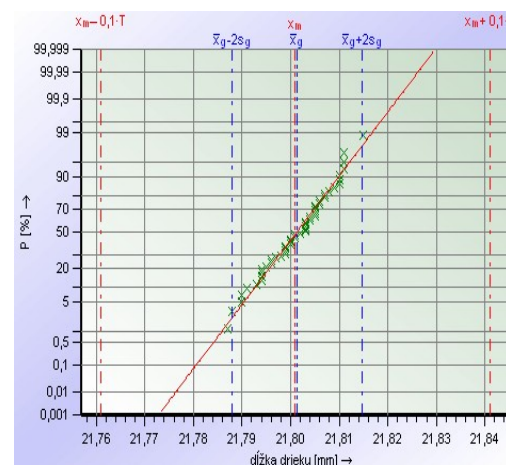
Priemerná pevnosť v ťahu materiálu pre tvárnenie: **483,12 N/mm<sup>2</sup>** a materiálu pre sústruženie **486,34 N/mm<sup>2</sup>**. **Pevnosť v ťahu oboch materiálov bola dokázaná.**

### Analýza systému merania

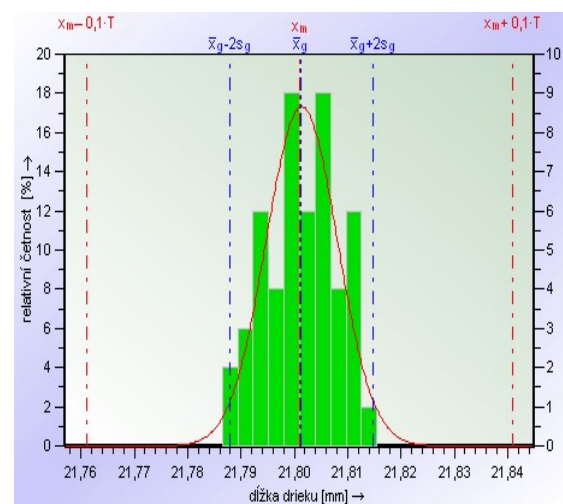
*Stanovenie indexov spôsobilosti odchýlkomera  $C_{gm}$  a  $C_{gmk}$*

Na skrutke sa merala dĺžka drieku o rozmere 22 – 0,4 mm. Pri kontrole máme odchýlkomer nastavený na menovitú hodnotu 22,00 mm. Od začiatku zberu hodnôt v nepretržitom slede výroby odoberáme 50 výrobkov a v rovnakom poradí ich namerané hodnoty zaznamenávame. V tom istom poradí sa vytvárajú umelé podskupiny s rozsahom 5 výrobkov. Pre každú podskupinu z uvedených nameraných hodnôt vypočítavame výberové charakteristiky  $\bar{X}$ ,  $R$ . Tieto údaje v teste normality pomocou pravdepodobnostnej siete normálneho rozdelenia potvrdzujú (obr. 1), že na proces tvárnenia za studena nepôsobia žiadne vymedziteľné príčiny a normalita rozdelenia nameraných údajov je potvrdená. Údaje procesu tvárnenia za studena charakterizujeme aj pomocou histogramu (obr. 2), kde pozorujeme porovnanie šírky a polohy nameraných údajov vzhľadom na

tolerančné pásmo. Na základe pravdepodobnostnej siete (obr. 1) možno konštatovať, že test normality bol splnený. Z vypočítaných ukazovateľov spôsobilosti meracieho zariadenia  $C_{gm} = 2,0$  a  $C_{gmk} = 1,98$  môžeme konštatovať, že meracie zariadenie odchýlkomer je spôsobilé, nakoľko ukazovatele  $C_{gm}$  a  $C_{gmk} > 1,33$ .



Obr. 1 Pravdepodobnostná sieť



Obr. 2 Histogram

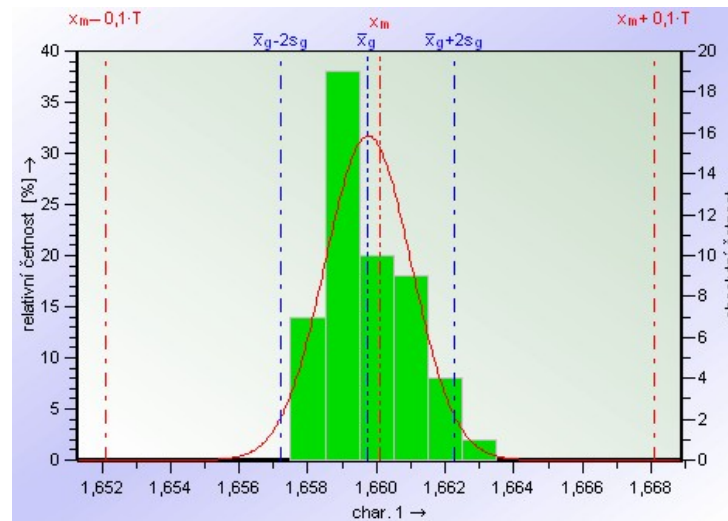
#### Stanovenie celkového pásma rozptylu meracieho zariadenia $S_M$ (podľa metódy s)

Meranie uskutočňujú 3 pracovníci. Prvý pracovník uskutočnil dve po sebe idúce merania tej istej skrutky a tým istým spôsobom postupoval pri ostatných deviatich výrobkoch. Ďalší dvaja pracovníci postupovali pri meraní tých istých 10 skrutiek takým istým spôsobom ako prvý pracovník. Namerané hodnoty boli zaznamenané do protokolu. Celkové pásmo rozptylu odchýlkomera  $S_M = 0,6 \%$ , t.j. dobré.

#### Stanovenie indexov spôsobilosti meracieho zariadenia $C_{gm}$ a $C_{gmk}$

Na skrutke sa merala šírka zápichu o rozmere  $1,62^{+0,08}$  mm.

Pri kontrole máme profilprojektor nastavený na menovitú hodnotu 1,62 mm. Od začiatku zberu hodnôt v nepretržitom slede výroby odoberáme 50 výrobkov a v rovnakom poradí ich namerané hodnoty zaznamenávame. V tom istom poradí sa vytvárajú umelé podskupiny s rozsahom 5 výrobkov. Pre každú podskupinu z uvedených nameraných hodnôt vypočítavame výberové charakteristiky  $\bar{X}$ ,  $R$ . Tieto údaje v teste normality potvrdzujú, že na proces sústruženia nepôsobia žiadne vymedziteľné príčiny a normalita rozdelenia nameraných údajov je potvrdená. Údaje procesu tvárnenia za studena charakterizujeme aj pomocou histogramu (obr. 3). Môžeme konštatovať, že test normality bol splnený. Z vypočítaných ukazovateľov spôsobilosti meracieho zariadenia  $C_{gm} = 2,12$  a  $C_{gmk} = 2,02$  môžeme konštatovať, že meracie zariadenie profilprojektor je spôsobilé, nakoľko ukazovatele  $C_{gm}$  a  $C_{gmk} > 1,33$ .



Obr. 3 Histogram

Stanovenie celkového pásma rozptylu meracieho zariadenia  $S_M$  (podľa metódy s)  
60 nameraných hodnôt sme zaznamenali do protokolu. Celkové pásmo rozptylu profilprojektora je  $S_M = 3,01558 \%$ .

#### Spôsobilosť výrobných zariadení

##### Spôsobilosť sústruhu TRAUB TB 30

Na skrutke sa merala šírka zápichu o rozmere  $1,62^{+0,08}$  mm. Bolo odozatých 50 výrobkov za sebou. Určila sa stabilita nameraných údajov, údaje boli zakreslené do  $\bar{X}$  a s kariet. Na základe posúdenia stability boli vypočítané indexy spôsobilosti sústruhu TRAUB TB 30.

Výsledné hodnoty:  $C_m = 1,68$ ,  $C_{mk} = 1,67$ . (podmienka:  $C_m \geq 1,66$ ,  $C_{mk} \geq 1,67$ ).

Výrobné zariadenie sústruh TRAUB je spôsobilé.

### Spôsobilosť lisu HILGELAND CF2AZ

Na skrutke sa merala dĺžka drieku o rozmere  $22_{-0,4}$  mm. Bolo odobratých 50 výrobkov za sebou. Určila sa stabilita nameraných údajov, údaje boli zakreslené do  $\bar{X}$  a s kariat. Na základe posúdenia stability boli vypočítané indexy spôsobilosti lisu HILGELAND.

Výsledné hodnoty:  $C_m = 3,76$ ,  $C_{mk} = 2,67$ . (podmienka:  $C_m \geq 1,66$ ,  $C_{mk} \geq 1,67$ ). Výrobné zariadenie sústruh TRAUB je spôsobilé.

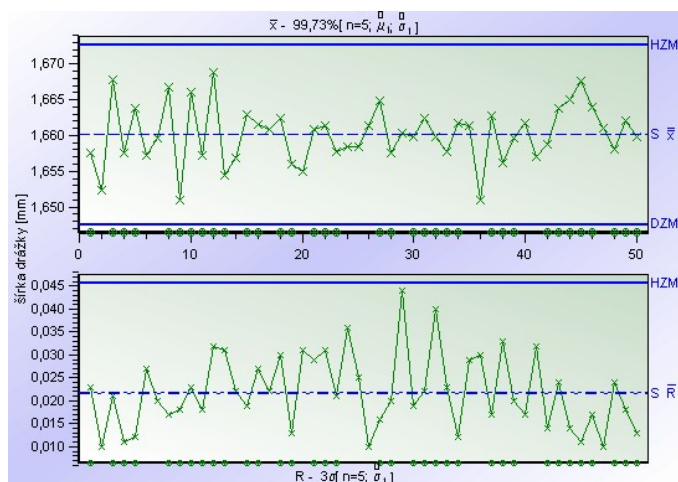
### Spôsobilosť procesu

#### Proces sústruženia – regulačné diagramy ( $\bar{X}$ , R) pre priemer a rozpätie

Pre ( $\bar{X}$ , R) regulačný diagram platia tieto regulačné medze:

$$UCL_X = 1,6758 \text{ mm} \quad UCL_R = 0,04525 \text{ mm}$$

$$LCL_X = 1,6448 \text{ mm} \quad LCL_R = \text{neurčuje sa}$$



Obr. 4 Regulačný diagram

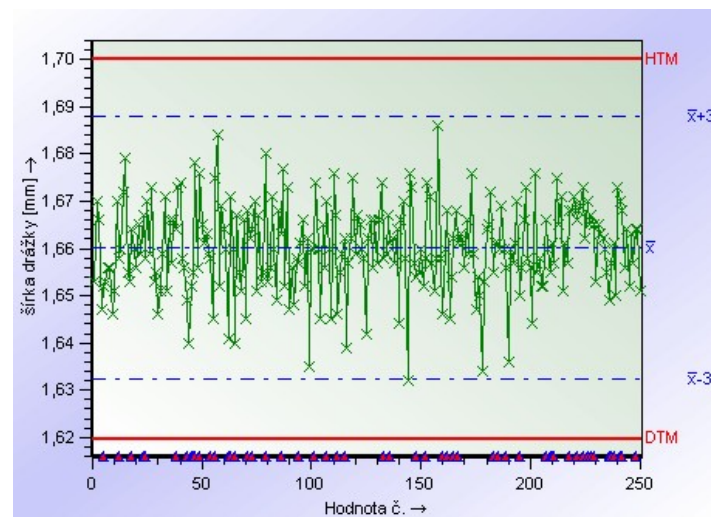
Bol vykonaný test normality ako jedna z podmienok k určeniu spôsobilosti procesu. Na základe Pearsonovho testu bola normalita dokázaná, nakoľko:  $P = 35$

%. Keďže aj regulačné diagramy potvrdzujú, že proces je pod štatistickou kontrolou, prešli sme na určenie indexov spôsobilosti procesu  $C_p$  a  $C_{pk}$ . Meraním sme získali hodnoty pre 50 podskupín.

Dosiahnuté výsledky:  $C_p = 1,45$ ,  $C_{pk} = 1,44$ . (Podmienka:  $C_p$  a  $C_{pk} \geq 1,33$ ).

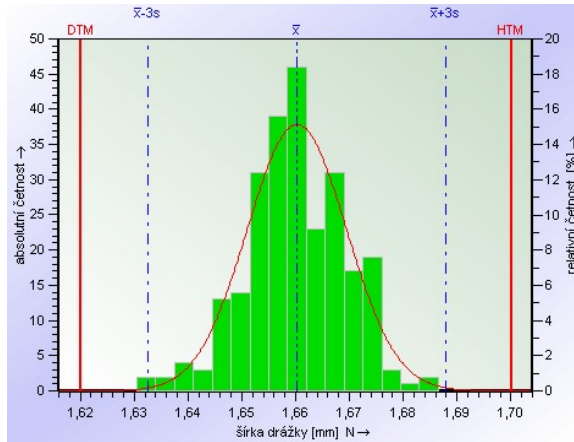
Proces sústruženia je udržateľný a je možné pokračovať v jeho ďalšom zlepšovaní.

Pre podrobnejšiu predstavu o výsledkoch v časovej postupnosti výroby sú namerané hodnoty prezentované v karte nameraných hodnôt na obr. 5. Okrem toho pozorujeme výsledky procesu aj pomocou histogramu (obr. 6), kde posudzujeme, akú má proces polohu, variabilitu a tvar v porovnaní k tolerančnému poľu.



Obr. 5 Karta nameraných hodnôt





Obr. 6 Histogram

### Proces tvárnenia za studena – regulačné diagramy ( $\bar{X}$ , $R$ ) pre priemer a rozpätie

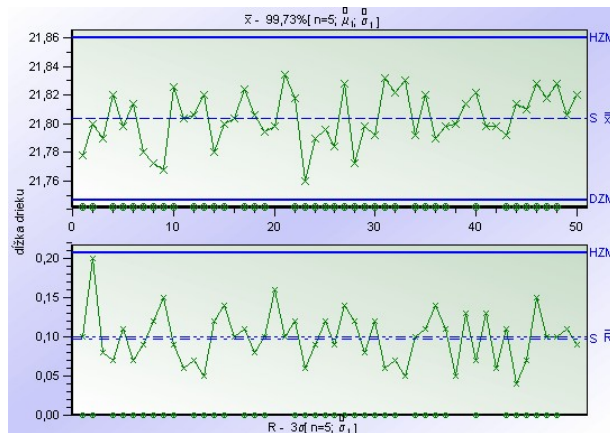
Pre ( $\bar{X}$ ,  $R$ ) regulačný diagram platia tieto regulačné medze:

$$UCL_X = 21,862 \text{ mm}$$

$$UCL_R = 0,208 \text{ mm}$$

$$LCL_X = 21,748 \text{ mm}$$

$$LCL_R = \text{neurčuje sa}$$



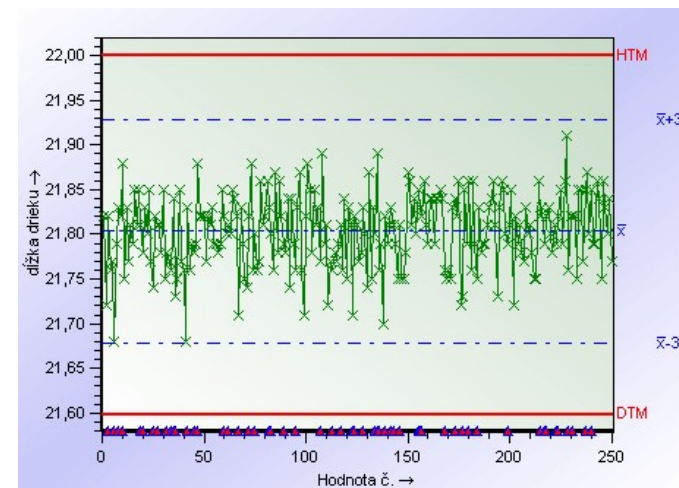
Obr. 7 Regulačný diagram ( $\bar{X}$ ,  $R$ )

Bol vykonaný test normality ako jedna z podmienok k určení spôsobilosti procesu. Na základe Pearsonovho testu bola normalita dokázaná, nakoľko:  $P = 20\%$ . Keďže aj regulačné diagramy potvrdzujú, že proces je pod štatistickou kontrolou, prešli sme na určenie indexov spôsobilosti procesu  $C_p$  a  $C_{pk}$ . Meraním sme získali hodnoty pre 50 podskupín.

Dosiahnuté výsledky:  $C_p = 1,60$ ,  $C_{pk} = 1,57$ . (Podmienka:  $C_p$  a  $C_{pk} \geq 1,33$ ).

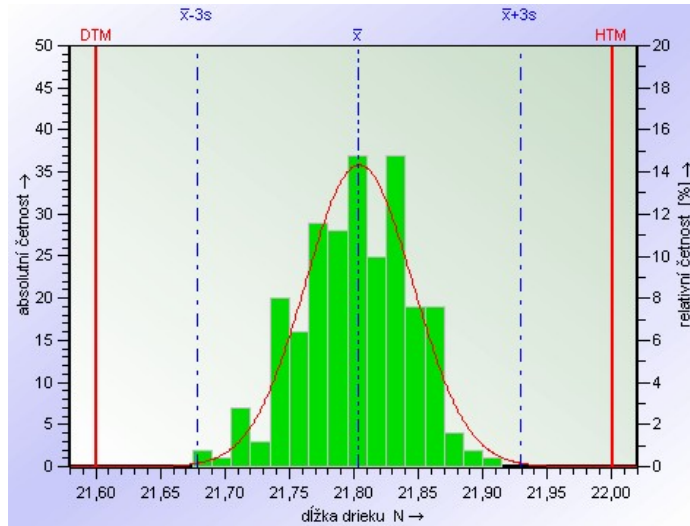
Proces tvárnenia za studena je udržateľný a je možné pokračovať v jeho ďalšom zlepšovaní.

Pre podrobnejšiu predstavu o výsledkoch v časovej postupnosti výroby sú namerané hodnoty prezentované v karte nameraných hodnôt na obr. 8. Okrem toho pozorujeme výsledky procesu aj pomocou histogramu (obr. 9), kde posudzujeme, akú má proces polohu, variabilitu a tvar v porovnaní k tolerančnému poľu.



Obr. 8 Karta nameraných hodnôt





Obr. 9 Histogram

## ZHODNOTENIE A ZÁVER

V technológii výroby výrobku je potrebné poznať, či je spôsobilé meracie zariadenie a výrobné zariadenie. Potom môžeme prejsť k hodnoteniu spôsobilosti procesu, ktorý je dôležitý najmä z hľadiska výroby kvalitného výrobku. Rozbor problému aplikácie štatistických metód patril do prípravnej fázy tvorby metodík na samotné vyhodnocovanie dvoch výrobných zákaziek. Išlo o výrobu skrutiek, pričom u každej z nich sme sledovali iný rozmer vyrábaný: sústružením (šírka zápichu) a tvárnením za studena (dĺžka drieku).

Dôležité bolo zamerať pozornosť na:

- analýzu prístrojového vybavenia,
- analýzu dostupnosti informácií,
- analýzu zberu a spracovania informácií,
- analýzu časových a finančných možností,
- analýzu možností kvalifikovaného spracovania a interpretácie výsledkov.

Úlohou práce bolo na základe požiadavky RIBE Slovakia, k.s. zaviesť a využiť štatistické metódy pri vyhodnocovaní ukazovateľov procesu sústruženia a procesu tvárnenia za studena pri výrobe skrutiek. Obsah je tvorený štatistickým spracovaním na základe STN EN ISO 9000 a STN ISO 8258, ktoré budú slúžiť ako smerodajné prostriedky pre vedúcich pracovníkov jednotlivých oddelení, ale aj pre vrcholový manažment organizácie.

Práca je rozdelená do nasledovných častí (metodík):

- štatistická prebieška – zamerali sme sa na overenie pevnosti materiálu v ťahu s hodnotou, ktorú udáva dodávateľ polotovaru,
- analýza systému merania – overenie spôsobilosti dvoch meradiel: odchýlkomera a profilprojektora a stanovenie celkového pásma rozptylu,
- spôsobilosť výrobných zariadení – overenie spôsobilosti dvoch výrobných zariadení: lisu Hilgeland CF2AZ a sústruhu TRAUB TB 30,
- spôsobilosť procesu – 1. zostrojenie regulačných diagramov ( $\bar{X}$ ,  $R$ ) ako dôkaz, že proces je pod štatistickou kontrolou. 2. otestovanie normality – podliehajú všetky namerané hodnoty normálnemu rozdeleniu? 3. stanovenie indexov spôsobilosti procesu  $C_p$  a  $C_{pk}$

Nakoľko sme sledovali dve výrobné zákazky (dva procesy), každá časť vlastnej práce je rozdelená na vyhodnotenie ukazovateľov v procese sústruženia a na vyhodnotenie ukazovateľov v procese tvárnenia za studena.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Hrubec, J.: Riadenie kvality. Nitra: SPU v Nitre, 2000, 203 s. ISBN 80-7137-849-6
2. Hrubec, J.: Zlepšovanie kvality a spoľahlivosti výrobkov vo výrobnom procese. (podľa noriem STN ISO 9000). Nitra, SPU v Nitre, 2001, 130 s. ISBN 80-7137-896-8

3. Hrubec, J. – Borkowski, S.: Efficiency of exploitation machine and capability of process quality. ORGMASZ Warszawa, 2006. ISBN 83-86929-99-5
4. Mateides, A.: Manažérstvo kvality. Ing. Miroslav Mračko, Bratislava. 2006. ISBN 80-8057-656-4
5. Mateides, A. – Strašík, A.: Manažérstvo kvality. Ekonomická fakulta UMB, Banská Bystrica. 2004.
6. Nenadál, J. 2004. Měření v systémech managementu jakosti, Praha: Management Press, 2004.
7. Rinne, M.: Statistische Methoden der Qualitätssicherung. Hanser, 1995.
8. Technická špecifikácia ISO/TS 16949:2002
9. Virčíková, E.: Integrované manažérske systémy. ALFA Košice, 106 s., ISBN 987-80-8073-761-0

Použité normy:

1. STN EN ISO 9000:2006: Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník.
2. STN EN ISO 9001:2001: Systémy manažérstva kvality. Požiadavky
3. STN EN ISO 9004:2000: Systémy manažérstva kvality. Návod na zlepšovanie výkonnosti..
4. STN ISO 8258 (01 0271):1995. Shewhartove regulačné diagramy
5. VDA: Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie, Grundlagen für Qualitätsaudits, Auditierung und Zertifizierung. VDA 6, Teile 1 – 6, vydanie 2000.

## PUBLIKOVANÉ PRÁCE SÚVISIACE S PROBLEMATIKOU

ŠESTÁK, M. – HRUBEC, J. – ŠKŮRKOVÁ, K.: Burned process of CO<sub>x</sub> and NO<sub>x</sub> at 6 W turbomachines. (monografia). Warszawa, 2006. s. 65 – 72. ISBN – 83-86929-99-5

HRUBEC, J. – ŠKŮRKOVÁ, K. – PRÍSTAVKA, M.: Spôsobilosť meracieho zariadenia pri kontrole teliesok valivých ložísk. 3. medzinárodná vedecká konferencia „Bezpečnosť, kvalita, spoľahlivosť“. (CD) ISBN 978-80-8073-828-0

HRUBEC, J. – ŠKŮRKOVÁ, K.: The production facilities capability at body roller bearings sharpening. (monografia.) Warszawa, 2007. s. 41 – 46. ISBN – 978-83-924215-3-5

HRUBEC, J. - ŠKŮRKOVÁ, K. - SIMONÍK, J. - PISZCZALKA, J. – PRÍSTAVKA, M.: Finding The Production Facilities Capability Before Starting Serial Production. (monografia). Warszawa, 2007. ISBN 83-7244-839-6

HRUBEC, J. – ŽABÁR, P. – ŠKŮRKOVÁ, K.: The measuring machinery capability at control of body roller bearings. (monografia). Saint – Petersburg, 2008. s. 9 – 14. ISBN 978-5-91155-012-7

ŠKŮRKOVÁ, K. – HRUBEC, J. – ŠIMKA, R.: Štatistické hodnotenie výkonnosti výrobných zariadení v RIBE Slovakia, k.s. UKF v Nitre, 2007. Veda – vzdelávanie – prax. Nitra. ISBN 978-80-8094-205-2

ŠKŮRKOVÁ, K. – HRUBEC, J. – PRÍSTAVKA, M.: Spôsobilosť procesu tvárnenia za studena pri výrobe skrutiek. Nitra 2008 Kvalita a spoľahlivosť technických systémov. (CD) ISBN: 978-80-552-0059-0

PRÍSTAVKA, M. – HRUBEC, J. – ŠKŮRKOVÁ, K.: Spôsobilosť meracieho zariadenia. Nitra 2008 Kvalita a spoľahlivosť technických systémov. (CD) ISBN: 978-80-552-0059-0