

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

1132758

**RIADENIE KVALITY VO VÝROBNOM PROCESE**

**2011**

**Tomáš Miřetinský**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**RIADENIE KVALITY VO VÝROBNOM PROCESE**

**Bakalárska práca**

Študijný program:	Manažérstvo kvality produkcie
Študijný odbor:	2386700, kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra kvality a strojárskych technológií
Školiteľ:	Miroslav Prístavka, Ing., PhD.

**Nitra, 2011**

**Tomáš Miřetinský**

## Zadávací protokol

## **Čestné vyhlásenie**

Prehlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Riadenie kvality vo výrobnom procese“ vypracoval samostatne s využitím uvedenej odbornej literatúry.

V Nitre 15. marca 2011

.....

vlastnoručný podpis

## **Pod'akovanie**

Ďakujem za pomoc, odborné vedenie a rady pri spracovaní mojej bakalárskej práce svojmu školiteľovi Ing. Miroslavovi Prístavkovi, PhD., pracovníkovi katedry kvality a strojárskych technológií Technickej fakulty, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Ďalej by som chcel poďakovať firme Huhn PressTech spol. s.r.o., Vráble za poskytnutie odborných informácií, rád ohľadom riešenej problematiky a ochotu pomôcť.

## **Abstrakt**

Bakalárska práca je zameraná na zisťovanie spôsobilosti výrobného zariadenia RASTER 400 v organizácii Hunh PresTech spol. s.r.o. Vráble v procese lisovania.

Overuje sa či výroba podlieha známym zákonitostiam a toleranciam. Odoberieme 50 výrobkov idúcich za sebou a odmeria sa ich vnútorný priemer. Následne sa prejde k posúdeniu stability nameraných hodnôt. Pred určením indexov spôsobilosti je potrebné určiť normalitu nameraných hodnôt.

Vypočítané hodnoty indexov budú porovnávané s požadovanými indexmi spôsobilosti. Na základe vypočítaných indexov spôsobilosti sa bude overovať spôsobilosť lisu RASTER 400.

**Kľúčové slová:** spôsobilosť výrobného zariadenia, indexy spôsobilosti výrobného zariadenia, riadenie kvality.

## **Abstract**

The thesis is focused on the determination capability of the manufacture machine RASTER 400 in the Hunh PresTech al. Company Ltd. Vráble in the process of pressing.

Verifying whether production is subject to known regularities and tolerances. Take back products for 50 consecutive and measured their internal diameter. Subsequently passed to assess the stability of measured values. Before determining the indices of competence is necessary to determine the normality of the measured values.

Calculated index values will be compared with the required values. Based on the calculated indices of competence will verify eligibility of machine RASTER 400.

Keywords: capability of manufacture machine, indexes of capability of manufacture machines, quality control.

## Prehľad použitých skratiek

$C_m$	- index spôsobilosti stroja
$C_{mk}$	- index spôsobilosti stroja
CL	- centrálna priamka, mm
$f(x)$	- funkcia hustoty pravdepodobnosti
$F(x)$	- distribučná funkcia
$j$	- poradové číslo nameranej hodnoty v podskupine
$k$	- počet podskupín
$n$	- rozsah podskupiny
$n_j$	- absolútna početnosť
$P_j$	- relatívna početnosť
$s_i$	- smerodajná odchýlka v podskupine, mm
$\bar{s}$	- priemerná smerodajná odchýlka, mm
$\bar{X}$	- výberový priemer, mm
$\bar{\bar{X}}$	- spoločná priemerná hodnota, mm
$X_{ij}$	- nameraná hodnota v $i$ - tej podskupine
$X_i$	- hodnota reprezentujúca $i$ - triedu
$X_N$	- priemerná hodnota zo všetkých meraní
USL	- horná tolerančná hodnota, mm
LSL	- dolná tolerančná hodnota, mm
HMZ <sub>x</sub>	- horná medza zásahu pre priemer, mm
DMZ <sub>x</sub>	- dolná medza zásahu pre priemer, mm
HMZ <sub>s</sub>	- horná medza zásahu pre smerodajnú odchýlku, mm
SMK	- systém manažérstva kvality
T	- tolerancia znaku
$\sigma$	- skutočná hodnota smerodajnej odchýlky vypočítaná zo všetkých meraní, mm
$\sigma^2$	- rozptyl, mm



# Obsah

<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....</b>	<b>13</b>
1.1 Systémy manažerstva kvality.....	15
1.2. ISO normy pre systémy manažerstva kvality.....	17
1.3 Certifikácia a akreditácia.....	17
1.4 Štatistické metódy v riadení kvality.....	18
1.4.1 Paretová analýza.....	19
1.4.2 Diagram príčin a následkov (Ishikawov diagram).....	20
1.4.3 Vývojový diagram (Postupový diagram).....	21
1.4.4 Kontrolný hárok.....	22
1.4.5 Korelačný diagram.....	22
1.4.6 Histogram (Stĺpcový diagram).....	23
1.4.7 Regulačný diagram.....	24
1.4.7.1 Typy regulačných diagramov.....	24
1.4.7.2 Zostrojenie regulačných diagramov.....	26
1.5 Spôsobilosť výrobného zariadenia.....	27
1.5.1 Postup pri zisťovaní spôsobilosti stroja.....	27
1.5.1.1 Voľba kontrolných znakov.....	27
1.5.1.2 Okrajové podmienky.....	28
1.5.1.3 Získavanie údajov.....	28
1.5.1.4 Vyhodnotenie nameraných hodnôt.....	29
<b>2 CIEĽ.....</b>	<b>30</b>
<b>3 METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>31</b>
3.1 Okrajové podmienky.....	31
3.2 Získavanie údajov.....	31
3.3 Vyhodnotenie nameraných hodnôt.....	31
3.3.1 Zákonitosti.....	31
3.3.1.1 Skúmanie zákonitosti nameraných hodnôt.....	31
3.3.2 Stabilita.....	32
3.3.2.1 Určenie stability nameraných hodnôt.....	32

3.3.2.2	Stanovenie medzných hraníc pre priemernú hodnotu a smerodajnú odchýlku.....	33
3.4	Vyhodnotenie normality.....	34
3.5	Výpočet indexu spôsobilosti stroja $C_m$ a $C_{mk}$ .....	36
<b>4</b>	<b>VLASTNÁ PRÁCA.....</b>	<b>38</b>
4.1	Charakteristika organizácie.....	38
4.2	Údaje o pracovisku.....	38
4.3	Charakteristika výrobku.....	38
4.4	Vyhodnotenie nameraných hodnôt.....	39
4.4.1	Zákonitosti.....	39
4.4.1.1	Skúmanie zákonitosti nameraných hodnôt.....	39
4.4.2	Stabilita.....	40
4.4.2.1	Určenie stability nameraných hodnôt.....	40
4.5	Vyhodnotenie normality nameraných hodnôt.....	42
4.6	Výpočet indexov spôsobilosti výrobného zariadenia $C_m$ a $C_{mk}$ .....	44
	<b>NÁVRH NA VYUŽITIE.....</b>	<b>45</b>
	<b>ZÁVER.....</b>	<b>46</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....</b>	<b>47</b>

# ÚVOD

Posledné desaťročie minulého storočia prinieslo zmeny v problematike kvality a manažmentu kvality. V praktickej rovine to bolo sprevádzané budovaním systémov kvality právnymi subjektmi a to hlavne podľa noriem ISO 9000 a ich následnou certifikáciou.

Revízia noriem ISO 9000 priniesla nové pohľady na budovanie a zdokonaľovanie systémov kvality v rôznych organizáciách. Systém kvality podľa tejto normy je považovaný za sústavu na seba nadväzujúcich procesov a nie za množinu prvkov.

Výrobné organizácie poskytujúce služby sú povinné rešpektovať a dodržiavať všetky zákony týkajúce sa ich činnosti s cieľom uspokojiť požiadavky zákazníka. Každá organizácia musí odolávať tlakom zo strany konkurencie. Úspešnosť fungovania každej z nich je vo veľkej miere závislá od rýchlosti a schopnosti prispôbiť sa požiadavkám zákazníkov, pretože trh predávajúceho sa zmenil na trh kupujúceho. Manažment organizácie je teda nútený zaoberať sa kvalitou a stabilitou svojich procesov, ich riadením a neustálym zlepšovaním, ale zároveň na druhej strane by mal byť schopný optimalizovať náklady spojené s výrobou a poskytovaním služieb.

Kvalita sa stáva základným faktorom rozhodovania zákazníka pri výbere medzi viacerými produktmi. Z toho dôvodu je aj kľúčovým faktorom obchodného úspechu a zachovania, ale aj upevnenia si pozície výrobcu na trhu.

Dôležitým aspektom kvality výrobného procesu je trvalá stabilita, ktorá sa dá dosiahnuť jeho reguláciou. Často používaným nástrojom regulovania sú štatistické metódy.

Efektívny program zlepšovania kvality môže byť nástrojom zvyšovania produktivity a znižovania nákladov, môže sa teda stať efektívnym nástrojom zlepšovania pozície podniku na trhu, a zároveň vedie aj k snahe eliminovať nehospodárnosť (produkcii nezhodných výrobkov).

Posledným krokom pri zavádzaní systémov manažérstva kvality je ich samotná certifikácia. Pri certifikačnej preverke nezávislá akreditovaná tretia strana preveruje, či systém vyhovuje požiadavkám normy ISO 9001:2008. Jednou z požiadaviek pri získaní certifikátu na systém manažérstva kvality je, aby organizácia zaviedla a uplatňovala v rámci riadenia kvality štatistické metódy, ktoré pomáhajú hľadať príčiny štatistickej nestability procesu, kontrolujú účinnosť ich odstraňovania, stabilizujú priebeh procesu

a zvyšujú kvalitu a produktivitu práce. Certifikát je potom pre zákazníka „oficiálnym potvrdením“, že systém v organizácii je efektívny a funkčný.

Preto cieľom mojej bakalárskej práce bolo zistiť spôsobilosť výrobného zariadenia v organizácii Huhn PressTech spol. s.r.o., Vráble.

# 1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

V priebehu existencie trhového hospodárstva sa pohľady na kvalitu a definície kvality menili a ďalej menia. Ich vývoj sa prispôsobuje zmenám vo výrobnom procese a zmenám podmienok, v ktorých boli výrobky realizované. Je potrebné si uvedomiť, že požiadavky zákazníkov sa s časom menia, z čoho vyplýva, že ani kvalita nie je nemenná.

Kvalitu môžeme chápať ako súhrn vlastností a znakov výrobku alebo služby, ktoré mu (jej) dávajú schopnosť uspokojovať vopred dohodnuté podmienky (požiadavky). V niektorých literatúrach sa kvalita definuje ako vhodnosť pre použitie, vhodnosť pre daný účel, uspokojenie požiadaviek spotrebiteľa alebo ako zhoda s požiadavkami.

Kvalitu výrobku je definovaná ako súhrn úžitkových vlastností a výrobných nákladov. Úžitkové vlastnosti výrobku sú veľmi rozdielne a ich vzájomný pomer určuje charakter spotreby. K najdôležitejším úžitkovým vlastnostiam patria: funkčnosť, výkonnosť, funkčná presnosť, ovládateľnosť, spoľahlivosť, hygienickosť, bezpečnosť estetická pôsobivosť (Hrubec, 2001).

Všetky uvedené úžitkové vlastnosti výrobku možno stotožniť s kvalitatívnymi vlastnosťami, ktoré tvoria **technickú stránku kvality**.

Kvalitu výrobku ovplyvňujú aj náklady vynaložené na jeho výrobu, v tejto súvislosti hovoríme o **ekonomickej stránke kvality**. Medzi týmito dvoma stránkami kvality existuje úzky vzťah. Preto sa hľadá optimálna kvalita výrobku s dobrými úžitkovými vlastnosťami pri minimálnych nákladoch.

Podľa normy ISO 9000:2005 je kvalita miera, akou súbor vlastných charakteristík spĺňa požiadavky. Charakteristika je odlišujúca črta, ktorá môže byť vlastná alebo pridelená, kvalitatívna alebo kvantitatívna. Požiadavka je potreba alebo očakávanie, ktoré sa určia, všeobecne sa predpokladajú alebo sú povinné.

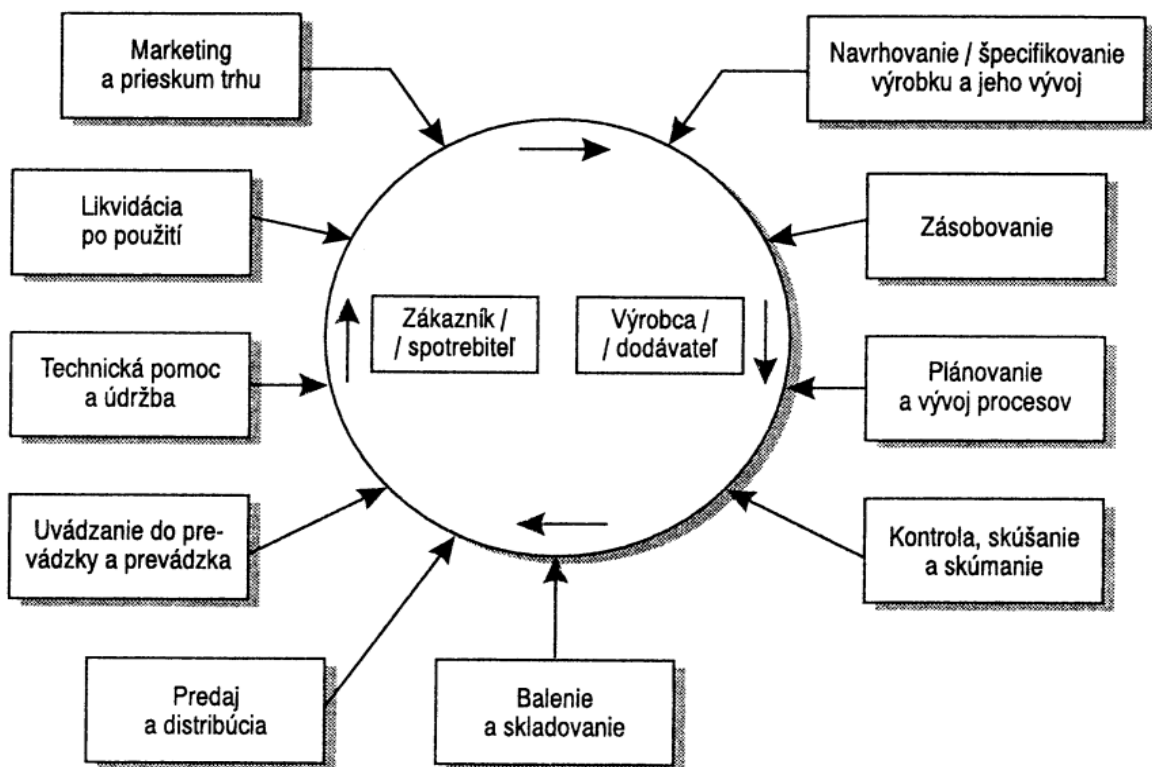
V súčasnej dobe sa výrobné organizácie, ale aj jednotlivci musia vyrovnáť s problematikou trhového hospodárstva a dosiahnuť stav porovnateľný s vyspelou svetovou ekonomikou. Schopnosť presadiť sa kvalitnými výrobkami a službami na svetových trhoch sa stáva podmienkou ekonomického prežitia. Funkčnosť dynamicky sa vyvíjajúceho svetového obchodu je závislá predovšetkým od dôvery medzi výrobcom a odberateľom, pričom rozhodujúcim faktorom tvorby dôvery je práve kvalita výrobkov a záruky jej stálosti.

Kvalita sa teda stala základom konkurenčnej schopnosti organizácie a súbor noriem ISO 9000 dáva v tomto vzťahu záruku jej dodržania.

Z doterajších poznatkov vyplýva, že kvalita sa musí zamerať na celkový cyklus výrobku, t.j. na:

- marketing a prieskum trhu
- navrhovanie špecifikovania výrobku a jeho vývoj
- zásobovanie
- plánovanie a vývoj procesu
- výrobu
- kontrolu, skúšanie a skúmanie
- balenie a skladovanie
- predaj a distribúciu
- uvedenie do prevádzky a prevádzku
- technickú pomoc a údržbu
- likvidáciu po použití

Tieto funkcie sú prvky výrobného cyklu. Ak životný cyklus výrobku zobrazíme do kruhu získame slučku (špirálu) kvality (obr. 1)



Obr. 1: Slučka kvality (Hrubec, 2001).

## 1.1 Systémy 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.

Určilo sa 8 zásad manažérstva kvality, ktoré môže vrcholový manažment využiť pri vedení organizácie smerom k zlepšovaniu výkonnosti:

- Zameranie sa na zákazníka
- Vodcovstvo/ vedenie
- Zapojenie pracovníkov
- Procesný prístup
- Systémový prístup k manažérstvu
- Trvalé zlepšovanie
- Rozhodovanie na základe faktov
- Vzájomné výhodné vzťahy s dodávateľmi

Systémy manažérstva kvality môžu pomôcť organizáciám zvýšiť spokojnosť zákazníka.

Zákazníci požadujú produkty s charakteristikami, ktoré vyhovujú ich potrebám a očakávaniam. Tieto potreby a očakávania sa vyjadrujú v špecifikáciách produktu a súhrnne sa označujú ako požiadavky zákazníka. Svoje požiadavky si môže zákazník špecifikovať v zmluve alebo ich môže určiť samotná organizácia. V oboch prípadoch zákazník v konečnom dôsledku určuje prijateľnosť produktu. Pretože potreby a očakávania zákazníka sa menia a tiež narastajú konkurenčné tlaky a technický pokrok, organizácie sú nútené trvalo zlepšovať svoje produkty a procesy.

Využívanie systému manažérstva kvality stimuluje organizácie analyzovať požiadavky zákazníka, definovať procesy, ktoré prispievajú k vytvoreniu produktu prijateľného pre zákazníka a udržať tieto procesy pod kontrolou. Systém manažérstva kvality môže poskytnúť rámec na trvalé zlepšovanie s cieľom zvýšiť pravdepodobnosť dosiahnutia spokojnosti zákazníka a spokojnosti ďalších zainteresovaných strán. Poskytuje

dôveru organizácii a jej zákazníkom, že organizácia je schopná poskytovať produkty, ktoré trvalo spĺňajú požiadavky.

Normy ISO súboru 9000 rozlišujú požiadavky na systémy manažérstva kvality a požiadavky na produkty.

Požiadavky na systémy manažérstva kvality špecifikuje norma ISO 9001. Požiadavky na systémy manažérstva kvality sú všeobecné a použiteľné v organizáciách akéhokoľvek priemyselného alebo ekonomického odvetvia, bez ohľadu na ponúkanú kategóriu produktov. Sama norma 9001 neurčuje požiadavky na produkty.

Požiadavky na produkty môžu špecifikovať zákazníci alebo ich špecifikuje organizácia, ktorá reaguje na požiadavky zákazníka alebo predpis. Požiadavky na produkty, a v niektorých prípadoch na súvisiace procesy, môžu napríklad obsahovať technické špecifikácie, normy na produkty, normy na procesy, zmluvné dohody a požiadavky predpisov.

Prístup k vypracovaniu a zavedeniu systému manažérstva kvality sa skladá z niekoľkých krokov vrátane:

- určenia potrieb a očakávaní zákazníkov a ďalších zainteresovaných strán,
- vytvorenia politiky kvality a cieľov kvality organizácie,
- určenia procesov a zodpovednosti nevyhnutných na dosiahnutie cieľov kvality,
- určenia a poskytnutia zdrojov nevyhnutných na dosiahnutie kvality,
- určenia metód merania, efektívnosti a účinnosti každého procesu,
- využitia týchto ukazovateľov na určenie efektívnosti a účinnosti každého procesu,
- určenia prostriedkov na prevenciu nezhôd a vylúčenia ich príčin,
- určenia a využívania procesu na trvalé zlepšovanie systému manažérstva kvality.

Takýto prístup sa dá použiť aj na udržiavanie a zlepšovanie existujúceho systému manažérstva kvality.

Organizácia, ktorá prijme tento prístup, vytvára dôveru v spôsobilosť svojich procesov a v kvalitu svojich produktov a poskytuje základ na trvalé zlepšovanie. To môže viesť k zvýšenej spokojnosti zákazníkov a ďalších zainteresovaných strán a k úspechu organizácie (Hrubec, Virčíková, 2009).



## 1.2 ISO normy pre systémy manažérstva kvality

Súbor noriem ISO 9000 bol vypracovaný s cieľom pomáhať organizáciám všetkých typov a veľkostí zaviesť a prevádzkovať efektívne systémy manažérstva kvality:

- **ISO 9000:2005** opisuje základy systémov manažérstva kvality a špecifikuje terminológiu systémov manažérstva kvality.
- **ISO 9001:2008** špecifikuje požiadavky na systém manažérstva kvality tam, kde organizácia potrebuje preukázať svoju schopnosť poskytovať produkty, ktoré spĺňajú požiadavky zákazníka a použiteľných predpisov, a zameriava sa na zdôraznenie spokojnosti zákazníka.
- **ISO 9004:2001** poskytuje návod, ktorý berie do úvahy efektívnosť, ako aj účinnosť systému manažérstva kvality. Cieľom tejto normy je zlepšovanie výkonnosti organizácie, spokojnosť zákazníkov a ďalších zainteresovaných strán (Hrubec, Virčíková, 2009).

## 1.3 Certifikácia a akreditácia

Certifikácia je činnosť certifikujúceho orgánu, pri ktorej sa zisťuje a vydaním certifikátu osvedčuje, že výrobok, systém kvality alebo odbornosť pracovníka je v zhode s požiadavkami predpisov alebo s dohodnutými resp. deklarovateľnými znakmi alebo vlastnosťami.

- Podľa príslušného objektu certifikácie rozoznávame certifikáciu:
  - výrobkov ( EN 45 011)
  - systémov kvality ( EN 45 012)
  - pracovníkov ( EN 45 013)

Certifikovaný systém manažérstva kvality znamená, že audítorská organizácia na základe predloženej dokumentácie auditovanej organizácie náhodne preverí realizáciu požiadaviek normy ISO 9001 a ak nenájde závažné nezhody medzi požiadavkami normy a ich realizáciou, následne vydá certifikát SMK.

Akreditácia, rozumieme ňou nezávislé preverenie spôsobilosti subjektu (laboratórium, skúšobňa alebo certifikačné miesto) vykonávať špecifikovanú činnosť podľa medzinárodne prijatých kritérií, obsiahnutých najmä v medzinárodných normách.

Akreditačné kritéria tvoria súbor požiadaviek, akreditačného orgánu, ktoré musia byť splnené preto, aby dané miesto bolo akreditované.

Notifikácia je krok, ktorý vykonáva štát alebo ním poverený orgán. Týmto krokom oznamujeme príslušnému miestu EÚ, že laboratórium, skúšobňa, certifikačné miesto, alebo inšpekčný orgán boli akreditované národným orgánom na výkon príslušných činností (Hrubec, 2001).

## 1.4 Štatistické metódy v riadení kvality

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 (Hrubec, 2001).

Výrobok, ktorý má byť vhodný na použitie, by sa mal vyrábať v stabilnom procese. Vo výrobnom procese sa vstupy transformujú na produkt, na ktorom možno definovať ukazovatele kvality podliehajúce určitej variabilite. Úlohou štatistického riadenia je znižovať variabilitu až na minimálne možnú úroveň.

Pri analýze a zlepšovaní procesov sa vychádza z predpokladu, že variabilitu hodnôt ukazovateľov kvality spôsobujú dva druhy príčin:

- **Náhodné príčiny** – príčiny, ktoré sú stálou súčasťou procesu a nedajú sa z neho odstrániť napr.: chvenie stroja, kolísanie teploty chladiacej kvapaliny, homogenita materiálu a pod. Pôsobia aj za ustáleného stavu a preto výstupné veličiny nenadobúdajú stále rovnaké hodnoty. Nemenia tvar a parametre rozdelenia.
- **Vymedziteľné príčiny** – príčiny, ktoré nie sú stálou súčasťou procesu, ale vznikajú v dôsledku špecifických okolností. Vyvolávajú reálnu zmenu v procese, čiže sa dajú identifikovať. Vyžaduje sa aby tieto príčiny boli v procese identifikované, aby boli vykonaná náprava a účinné opatrenia, ktoré zabráni ich opakovaniu. (Identifikácia, náprava, prevencia). Medzi vymedziteľné príčiny patrí: opotrebenie rezného nástroja, nastavenie nástroja na nesprávnu hodnotu rozmeru a pod.

Proces, ktorý ovplyvňujú len náhodné veličiny, sa nazýva stabilný proces, to znamená, že proces je v štatisticky zvládnutom stave. Stabilita procesu indikuje len to, že variabilitu hodnôt výstupov možno predvídať v štatisticky definovaných hraniciach.

Na druhej strane, ak na proces začnú pôsobiť aj vymedziteľné príčiny, proces sa stáva nestabilným. Pokiaľ však identifikujeme a odstránime vymedziteľné príčiny, proces sa stane stabilným.

Používané štatistické metódy v priemyselnej praxi môžeme rozdeliť do troch kategórií:

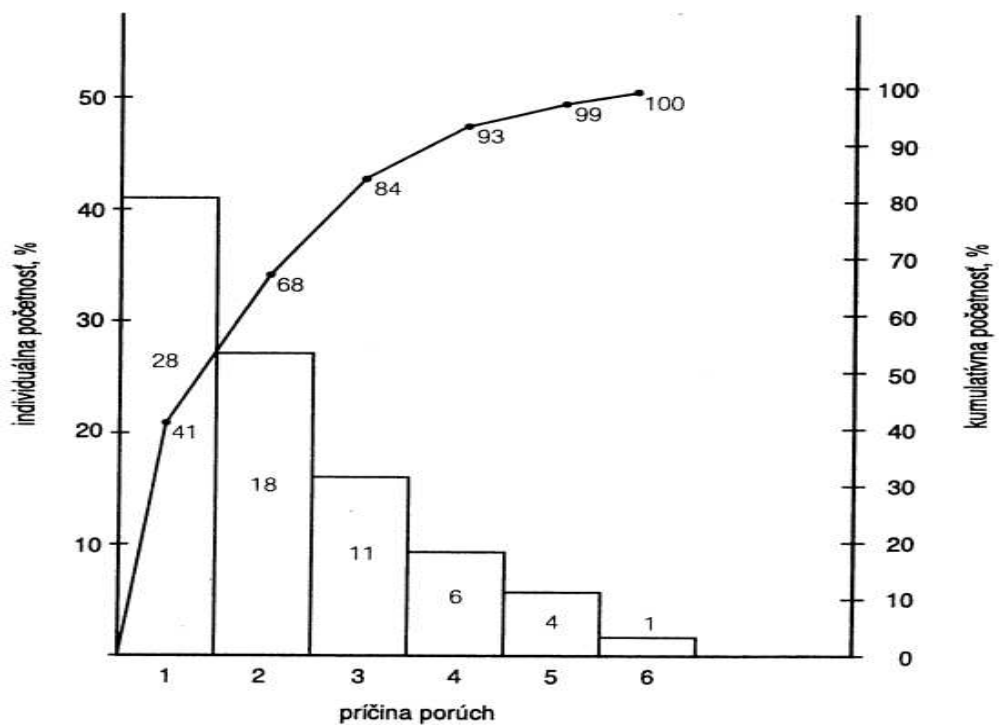
- **Jednoduché (základné, elementárne) štatistické metódy** – patrí sem 7 nástrojov: Paretova analýza, diagram príčin a následkov (Ishikawov diagram), vývojový (postupový) diagram, kontrolný hárok, histogram, korelačný diagram a regulačný diagram (Shewhartov).
- **Stredne obtiažné štatistické metódy** – štatistická prebierka, rôzne metódy štatistických odhadov a testov, metódy plánovania a vyhodnocovanie pokusov.
- **Náročné štatistické metódy** – zložitejšie metódy plánovania experimentov, mnohofaktorová analýza a rôzne metódy operačného výskumu (Hrubec, 2001).

### 1.4.1 Paretova analýza

Paretova analýza má pomôcť určiť v čom je problém. Oddeluje hlavné príčiny, spôsobujúce riešený problém, od menej dôležitých.

Pozostáva z nasledovných krokov:

- určiť závažný problém
- vymedziť časové rozpätie jeho výskytu
- zozbierať údaje o probléme
- určiť možné príčiny
- stanoviť a usporiadať absolútne početnosti príčin v zostupnom poradí a vypočítať kumulatívne relatívne početnosti
- zostrojiť Paretov diagram (obr.2)
  - na os x zakresliť príčiny postupne zoradené podľa počtu porúch
  - na os y zakresliť individuálnu početnosť v % vyjadrenú výškou stĺpca
- vytvoriť na pravej strane grafu druhú os y s kumulatívnou relatívnou početnosťou v %
- zakresliť poruchy do grafu kumulatívnou krivkou
- zdokumentovať výsledky analýzy a informovať zainteresovaných (diagram vyvesiť na pracovisku)



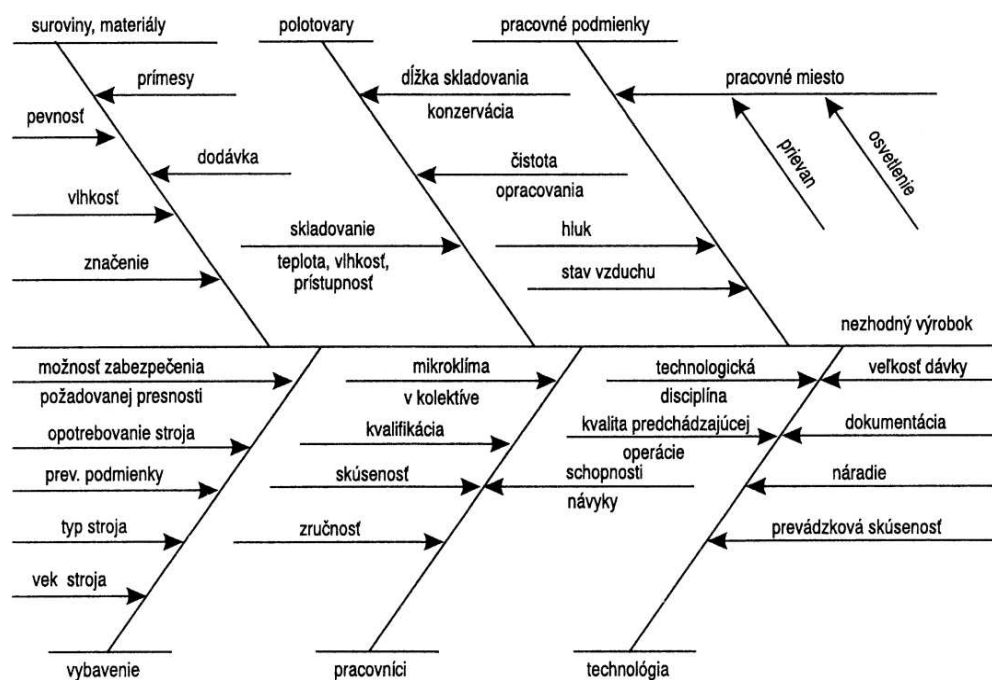
Obr.2: Pareto diagram

#### 1.4.2 Diagram príčin a následkov (Ishikawov diagram)

Diagram príčin a následkov (obr.3) je jednoduchým nástrojom zhromažďovania informácií o procesoch, výsledkoch, výkonnosti procesu atď. Tento nástroj je vhodný pre tímovú prácu, vyznačuje sa jednoduchou pochopiteľnosťou a preto je ho možné použiť na všetkých úrovniach riadenia. Pomáha pri riešení problému a umožňuje lepšie porozumenie problému tým, že ukazuje vzťahy medzi nájdenými príčinami a následkami. (Konvalina, 2001).

Postup pri zostrojovaní diagramu:

- vytvoriť riešiteľskú skupinu
- určenie koordinátora
- definovať predmet problému a zaznačiť ho na pravú stranu vodorovnej osi diagramu
- určiť hlavné príčiny a príčiny nižšej úrovne
- zverejnenie diagramu na pracovisku v dosahu zainteresovaných pracovníkov
- po 2-3 dňoch opätovne prediskutovať problém a doplniť ďalšie príčiny



Obr.3: Ishikawov diagram

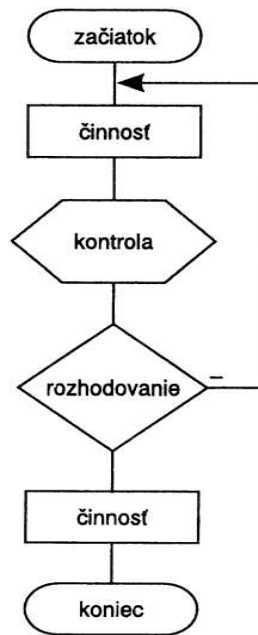
### 1.4.3 Vývojový diagram (postupový diagram)

Vývojový diagram (obr.4) sa používa na grafické znázornenie postupu riešenia problému. Pomáha porozumieť ako proces pracuje.

Postup pri zhotovení vývojového diagramu:

- spracovať vývojový diagram existujúceho chybného procesu
- spracovať vývojový diagram toho istého procesu v ideálnom stave
- porovnať diagramy
- spracovať nápravné opatrenia

Znalosť vyhotovenia a následného použitia vývojových diagramov je potrebná pri výstavbe systémov manažérstva kvality podľa ISO 9000, ktoré odporúčajú, aby riešiteľský tím spravoval návrh činností, z ktorých daný proces pozostáva a z nich vychádzal pri zostavení vývojového diagramu (Hrubec, 2001).



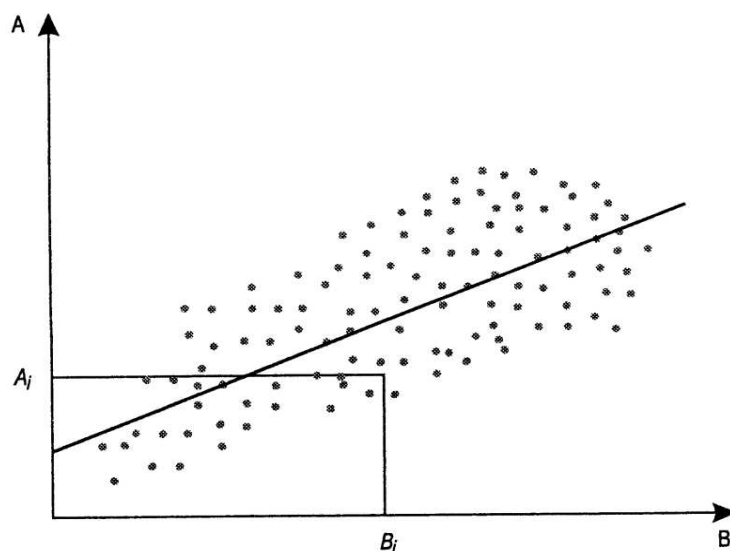
Obr.4: Vývojový diagram

#### 1.4.4 Kontrolný hárok

Kontrolný hárok (Tabelárny diagram) sa používa pri priebežnej a vstupnej kontrole polotovarov súčiastok, hotových skupín, pri analýze zariadení a technologického procesu, analýze nezhodných výrobkov a v mnohých iných prípadoch. Pred spracovaním údajov je potrebné tieto systematizovať formou tabuľky, ktorú možno považovať za najjednoduchšiu formu kontrolného hároku (Hrubec, 2001).

#### 1.4.5 Korelačný diagram

Korelačný diagram (obr.5) sa používa na vyjadrenie závislosti jedných ukazovateľov (charakteristík, javov) od iných. Podobne ako metóda rozvrstvenia aj korelácia sa používa na objasnenie príčinnno-účinkových vzťahov (analýza vzťahu príčiny a účinku). Ak sa sleduje závislosť medzi dvoma veličinami, tak hovoríme o párovej korelácii. Ak analyzujeme závislosť medzi niekoľkými veličinami, tak hovoríme o množinovej korelácii (Hrubec, 2001).

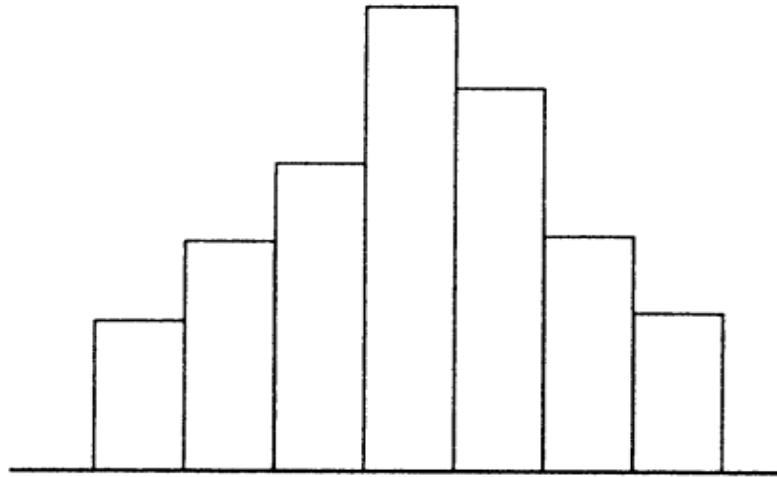


Obr.5: Korelačný diagram

### 1.4.6 Histogram (Stĺpcový diagram)

Histogram (obr.6) je grafické znázornenie intervalového rozdelenia početnosti napr. početnosti hodnôt znaku kvality – rozmer výrobku, napätí alebo hodnôt výrobných činiteľov, ktoré sa podieľajú na kvalite výrobku - napr. rezná rýchlosť, teplota atď. Je to stĺpcový graf, kde základňa jednotlivých stĺpcov odpovedá šírke intervalu a výška stĺpcov vyjadruje početnosť hodnôt sledovanej veličiny v danom intervale. V praxi sa histogramy často používajú, pretože sú prehľadné a jednoducho sa zostavujú. Podávajú tieto informácie (Konvalina, 2001):

- odhad polohy a rozptýlenosti hodnôt sledovaného znaku kvality či parametrov procesu
- odhad tvaru rozdelenia sledovaného znaku akosti či parametrov procesu
- identifikácia zmien procesu
- prvotné informácie o spôsobilosti procesu



Obr.6: Histogram

### 1.4.7 Regulačný diagram

Regulačný diagram ako určitý grafický prostriedok, ktorý využíva princíp štatistických testov významovosti pri riadení výrobného procesu bol prvý krát navrhnutý Dr. Walterom Shewhartom v roku 1920. Dr. Shewhart ako prvý pri štúdiu výrobných údajov odlíšil regulované a neregulované kolísanie, vďaka čomu teraz môžeme hovoriť o náhodných a vymedziteľných príčinách. Vypracoval jednoduchý ale účinný nástroj pre odlíšenie týchto dvoch typov príčin – regulačný diagram.

Cieľom regulačných diagramov je udržať výrobný proces v štatisticky zvládnutom stave. V štatisticky zvládnutom stave je proces, pri ktorom sú jedinou príčinou rozptylu náhodné príčiny. Tento stav možno docieľiť vylúčením všetkých vymedziteľných príčin rozptylu (poškodenie stroja, chyba obsluhy,...).

V zásade majú regulačné diagramy nasledujúce ciele:

- objasniť či je proces v štatisticky zvládnutom stave a signalizovať existenciu vymedziteľných príčin
- udržať proces v štatisticky zvládnutom stave predpisovaním medzí zásahu
- preukázať opatrenia pre zlepšenie spôsobilosti procesu

#### 1.4.7.1 Typy regulačných diagramov

Norma STN 8258 uvádza tieto typy regulačných diagramov:

- **Regulačné diagramy meraním:** Týkajú sa veličín, ktoré sú spojité a merateľné. Obyčajne sa používa dvojica regulačných diagramov, a to zvlášť



na reguláciu polohy regulovanej veličiny (prostredníctvom regulácie strednej hodnoty alebo inej charakteristiky polohy, napríklad mediánu) a zvlášť na reguláciu jej variability (prostredníctvom regulácie rozpätia, smerodajnej odchýlky alebo rozptylu regulovanej veličiny). Medzi regulačné diagramy meraním patrí:

- diagram pre priemer a diagram pre rozpätie ( $\bar{X}; \bar{R}$ )
  - diagram pre priemer a smerodajnú odchýlku ( $\bar{X}; S$ )
  - diagram pre individuálne hodnoty a diagram pre kľzavé rozpätie ( $\bar{X}; R_{kl}$ )
  - diagram pre medián a diagram pre rozpätie ( $M_e; \bar{R}$ )
- **Regulačné diagramy porovnávaním:** Týkajú sa nespojitých náhodných veličín, ktoré popisujú kvalitatívne vlastnosti znakov. Z hľadiska danej špecifikácie rozoznávame iba dva stavy jednotky: zhodná a nezhodná. Tieto metódy nie sú založené na technických, ale skôr na ekonomických ukazovateľoch.

Rozlišujeme nasledovné regulačné diagramy:

- diagram pre podiel nezhodných jednotiek (p) alebo diagram pre počet nezhodných jednotiek (np)
- diagram pre počet nezhôd (c) alebo diagram pre počet nezhôd na jednotku (u)

Regulačné diagramy meraním a porovnávaním sú viazané na dve rozdielne situácie:

- **Základné hodnoty nie sú stanovené** – ich úlohou je zistiť, či hodnoty sledovanej výberovej charakteristiky majú rozptyl len v rozpätí, ktoré je možné pripísať iba pôsobeniu náhodných príčin.
- **Základné hodnoty sú stanovené** – ich úlohou je zistiť, či pozorované hodnoty výberovej charakteristiky sa líšia od hodnôt daných predpisom viac, ako je možné očakávať pri pôsobení iba náhodných príčin (Hrubec, 2001).

### Vyhodnotenie regulácie procesu

Regulačné medze môžu byť interpretované takto: keby zostala variabilita procesu od jedného výrobku k druhému a priemer procesu konštantný na existujúcich úrovniach, výberové charakteristiky by samé kolísali náhodne, avšak málokedy by sa objavili mimo regulačné medze. Podobne by sa v údajoch nemali prejavovať trendy alebo zoskupenia, iba

keby boli vyvolané náhodou. Cieľom analýzy regulačných diagramov je identifikovať akýkoľvek dôkaz, že variabilita procesu alebo priemer procesu nepracujú na konštantnej úrovni – že jeden alebo oba tieto parametre procesu sú štatisticky nezvládnuté, a následne treba urobiť zodpovedajúce opatrenie. Regulačné diagramy sa analyzujú oddelene, alebo porovnanie zoskupení medzi oboma grafmi môže často dať doplnkový pohľad na vymedziteľné príčiny, ovplyvňujúce proces (Hrubec, 2001).

#### 1.4.7.2 Zostrojenie regulačného diagramu

Regulačný diagram je nástroj štatistickej regulácie procesu, ktorý umožňuje určiť, či je proces stabilný alebo nestabilný.

Regulačný diagram je graf, v ktorom na x-ovej os vyznačujeme časové okamihy jednotlivých podskupín a na y-ovej sa zakresľujú hodnoty výberových charakteristík patriace týmto podskupinám.

Typický regulačný diagram obsahuje:

- **centrálnu priamku CL**, ktorá reprezentuje očakávanú hodnotu regulovanej veličiny, keď je proces stabilný (zvyčajne je to stredná hodnota výberovej charakteristiky),
- **hornú regulačnú medzu UCL a dolnú regulačnú medzu LCL**, ktoré sa počítajú z údajov získaných v čase, keď bol proces stabilný,
- **body pozorovania**, z ktorých sú vždy dva bezprostredne susedné spojené lomenou úsečkou.

Pre odhad regulačných medzí sa používa trojnásobok smerodajnej odchýlky. Regulačné medze definujú variabilitu výberovej charakteristiky spôsobenú náhodnými príčinami. Bod mimo regulačné medze alebo usporiadanie bodov vykazujúce trend, indikuje prítomnosť vymedziteľných príčin, ktoré musia byť objasnené a následne sa musia vykonať opatrenia na ich nápravu (Hrubec, 2001).

## 1.5 Spôsobilosť výrobného zariadenia

Pokiaľ má byť zavedené do výroby nejaké výrobné zariadenie, je potrebné najprv zistiť, či je spôsobilé s dostatočnou istotou vyrábať výrobky v požadovaných parametroch.

Najprv sa zisťuje spôsobilosť výrobného zariadenia u výrobcu, ešte pred jeho dodaním zákazníkovi, a potom sa skúška spravidla opakuje ešte raz po inštalácii výrobného zariadenia u zákazníka.

Postup skúmania spôsobilosti zahŕňa krátkodobé posúdenie vplyvov pôsobiacich na proces, ktoré sú podmienené strojom. Vonkajšie rušivé vplyvy možno zhrnúť pod pojmy – pracovník, stroj, materiál, metóda a okolité prostredie.

Cieľom zisťovania spôsobilosti stroja je dôkaz že:

- výroba na stroji prebieha v známych zákonitostiach,
- stroj je schopný vyrábať v požadovaných toleranciách.

### 1.5.1 Postup pri zisťovaní spôsobilosti stroja

- Voľba kontrolných znakov
- Dokumentovanie okrajových podmienok kontroly
- Získavanie údajov
- Vyhodnotenie nameraných hodnôt
- Výpočet indexu spôsobilosti stroja  $C_m$  a  $C_{mk}$
- Vyhodnotenie indexov spôsobilosti stroja  $C_m$  a  $C_{mk}$

#### 1.5.1.1 Voľba kontrolných znakov

Voľba kontrolných znakov rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje výsledky hodnotenia. V zásade je dôležitý každý znak, ktorý môže posudzovaný stroj ovplyvniť. Pri nákupe nových výrobných zariadení musí byť pre každý znak stanovená požadovaná hodnota vyjadrujúca spôsobilosť stroja a následným sledovaním musí byť dokázaná.

Kontrolné znaky sú zoradené podľa priority nasledovným spôsobom:

- špecifické zákaznícke parametre,
- kritické parametre z hľadiska funkcie,
- kritické parametre z hľadiska výroby – dlhé výrobné cykly, drahá výroba

- kritické parametre z pohľadu kontroly – časovo náročná kontrola

### **1.5.1.2 Okrajové podmienky**

Aby sme mohli dospieť k spoľahlivému záveru, je treba vždy dokumentovať všetky okrajové podmienky, za ktorých bola kontrola urobená. Okrajové podmienky sa nanášajú do vyhodnocovacieho listu.

Okrajovými podmienkami rozumieme:

- údaje o nastavení stroja – otáčky, posuv, náradie, takt, chladiaca emulzia, teplota, elektrický prúd, výkon, zmeny pri optimalizačných opatreniach a pod.
- údaje o príslušnom výrobnom procese – polotovary od rôznych dodávateľov, rôzne spôsoby predpracovania, rôzny výrobný tok, výmena obsluhy (zmenové striedanie), čas práce výrobného zariadenia pred odobratím vzoriek pre skúšku.
- charakteristika miesta – teplota okolia, vlhkosť vzduchu, tlak vzduchu, otrasy pôsobiace na výrobné zariadenie, umiestnenie výborného zariadenia v budove, neobvyklé udalosti (otvorenie okien, zapnutie alebo vypnutie kúrenia a pod.).

Pri posudzovaní spôsobilosti stroja nesmie dochádzať počas výroby výrobku určeného na skúšku k rušivým vplyvom, ako je prerušenie procesu, výmena obsluhy, obnova nástroja alebo zmena okrajových podmienok (Hrubec, 2001).

### **1.5.1.3 Získavanie údajov**

Náhodná kontrola by nás mala prostredníctvom štatistického vyhodnotenia informovať o rozptylovom správaní sa posudzovaného výrobného zariadenia v určitom krátkom časovom úseku.

Výrobné zariadenie sa pre prípad odoberania vzoriek predbežne nastavuje tak, aby namerané hodnoty ležali pokiaľ možno v strede tolerančného poľa. Podľa procesu sa odoberá minimálne 50 (pokiaľ možno 100 a viac) vyrábaných výrobkov určených pre skúšky. Výrobky sa odoberajú tak, ako idú za sebou a zodpovedajúcim spôsobom sa označia (Hrubec, 2001).

#### 1.6.1.4 Vyhodnotenie nameraných hodnôt

Namerané odchýlky od menovitej hodnoty sa zapisujú do päťmiestnych kolónok v tabuľke vyhodnocovacieho listu, v poradí podľa označenia výrobku. Následne sa hodnoty nanášajú do diagramu.

Ďalej je potrebné zistiť, či namerané hodnoty podliehajú známej zákonitosti. Pokiaľ sú namerané hodnoty chaoticky usporiadané (zákonitosť neexistuje), ďalšie štatistické vyhodnocovanie sa nerobí. Výrobné zariadenie nie je v tomto prípade spôsobilé.

Ak namerané hodnoty vykazujú nejaký trend, je potrebné zaviesť opatrenia na odstránenie tohto trendu a posúdenie spôsobilosti stroja opakovať. Pokiaľ nenastane zlepšenie, nie je proces vzhľadom na spôsobilosť stroja zvládnutý a nie je možné počítat hodnoty  $C_m$  a  $C_{mk}$ .

Ak priebeh nameraných hodnôt podlieha normálnemu rozloženiu, môžeme konštatovať, že proces je vzhľadom na spôsobilosť stroja zvládnutý a môžeme určovať hodnoty  $C_m$  a  $C_{mk}$  (Hrubec, 2001).

## 2 CIEĽ

Predtým ako sa zavedie výrobné zariadenie do výroby, je potrebné zistiť, či je spôsobilé vyrábať výrobky v požadovaných parametroch a požadovanej kvality spĺňajúce požiadavky zákazníka.

Cieľom bakalárskej práce je zistiť spôsobilosť výrobného zariadenia v organizácii Huhn PressTech spol. s.r.o., Vráble, ktoré sa používa na výrobu výrobku Gehäuse 225 Tandem typ DV 03 (predný kryt posilňovača bŕzd) . Na dosiahnutie požadovaného cieľa je potrebné vypracovať nasledovnú metodiku:

- odobratie päťdesiatich za sebou idúcich výrobkov a odmeranie vnútorného priemeru
- posúdenie stability nameraných hodnôt
- posúdenie normality
- stanovenie spôsobilosti výrobného zariadenia pomocou indexov spôsobilosti  $C_m$  a  $C_{mk}$

## **3 METODIKA PRÁCE**

### **3.1 Okrajové podmienky**

Aby sme mohli dospieť k spoľahlivému záveru, je treba vždy dokumentovať všetky okrajové podmienky, za ktorých bola kontrola urobená. Okrajovými podmienkami rozumieme údaje o nastavení výrobného zariadenia lisu RASTER 400, údaje o procese a charakteristické údaje o mieste, kde je výrobné zariadenie inštalované.

Pri posudzovaní spôsobilosti výrobného zariadenia nesmie dochádzať počas výroby výrobku určeného a skúšku k rušivým vplyvom ako napr.: prerušenie procesu, výmena obsluhy, obnova nástroja alebo zmena okrajových podmienok.

### **3.2 Získavanie údajov**

Výrobné zariadenie sa pre prípad odoberania vzoriek predbežne nastavuje tak, aby namerané hodnoty ležali pokiaľ možno v strede tolerančného poľa. Podľa procesu sa odoberá minimálne 50 vyrábaných výrobkov určených pre skúšky. Výrobky sa odoberajú tak, ako idú za sebou a zodpovedajúcim spôsobom sa označia (Hrubec, 2001).

### **3.3 Vyhodnotenie nameraných hodnôt**

#### **3.3.1 Zákonitosti**

##### **3.3.1.1 Skúmanie zákonitosti nameraných hodnôt**

Namerané hodnoty zapisujeme do päťmiestnych kolónok v tabuľke vyhodnocovacieho listu, v poradí podľa označenia výrobku. Následne nanášame jednotlivé hodnoty do diagramu.

Pred zahájením ďalšieho postupu vyhodnocovania je potrebné zistiť, či namerané hodnoty nanesené do karty podliehajú známej zákonitosti. Pokiaľ sú namerané hodnoty chaoticky usporiadané, nerobíme ďalšie štatistické vyhodnocovanie. Výrobné zariadenie v tomto prípade nie je spôsobilé. Musia sa vykonať opatrenia pre zlepšenie tohto stavu a otvoriť nové skúmanie zákonitosti.

Pokiaľ nedosiahneme ani pomocou rôznych opatrení zlepšenie, potom nie je proces vzhľadom na spôsobilosť stroja zvládnutý. Ak vieme z diagramu jednotlivých hodnôt odhadnúť, že namerané hodnoty vykazujú určitý trend, je potrebné zaviesť opatrenia na odstránenie tohto trendu a posúdenie spôsobilosti stroja opakovať.

Ďalej je potrebné dbať na to, aby priebeh grafu na  $\bar{X}$  – karte a s – karte bol spojitý a bez vymedziteľných hodnôt. Na  $\bar{X}$  – karte je možné trend rozpoznať často lepšie ako na karte jednotlivých hodnôt. Zmenený priebeh hodnôt na s – karte poukazuje na nestabilitu výrobného procesu. Túto nestabilitu je potrebné posúdiť a následne odstrániť (Hrubec, 2001).

### 3.3.2 Stabilita

#### 3.3.2.1 Určenie stability nameraných hodnôt

Z minimálne päťdesiatich po sebe odobraných výrobkoch vytvoríme umelé podskupiny s minimálnym rozsahom  $n=5$ .

Pri teste na stabilitu sa vypočíta pre každú podskupinu priemerná hodnota  $\bar{X}_i$  a smerodajná odchýlka  $s_i$ .

Priemerná hodnota znaku v podskupine:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (1)$$

pre  $i = 1, 2, \dots, k$  a pre  $j = 1, 2, \dots, n$ ,

kde:  $i$  - poradové číslo podskupiny,

$j$  - poradové číslo nameranej hodnoty v podskupine,

$k$  - počet podskupín,

$n$  - rozsah podskupiny,

$X_{ij}$  - nameraná hodnota v  $i$  – tej podskupine.

Smerodajná odchýlka v podskupine:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2} \quad (2)$$



pre  $i = 1, 2, \dots, k$  a pre  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Vypočítané hodnoty  $\bar{X}_i$  a  $s_i$  sa nanesú do diagramu na  $\bar{X}$  – karte a  $s$  – karte. Aby sme dosiahli vhodnú mierku pre oba diagramy, je potrebné najskôr vypočítať extrémne hodnoty  $\bar{X}_{\max}$ ,  $\bar{X}_{\min}$ ,  $s_{\max}$ .

Spoločná priemerná hodnota  $\bar{\bar{X}}$ :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{X}_i \quad (3)$$

Priemerná smerodajná odchýlka  $\bar{s}$ :

$$\bar{s} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i \quad (4)$$

### 3.3.2.2 Stanovenie medzných hodnôt pre priemernú hodnotu a smerodajnú odchýlku

Horná medza zásahu:

$$HMZ_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 1,3 \cdot \bar{s} \geq \bar{X}_{\max} \quad (5)$$

Dolná medza zásahu:

$$DMZ_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 1,3 \cdot \bar{s} \leq \bar{X}_{\min} \quad (6)$$

Ak je najväčšia zistená smerodajná odchýlka z päťčlenných skupín  $s_{\max}$  menšia ako  $2,1 \cdot \bar{s}$ , potom môžeme považovať smerodajnú odchýlku za stabilnú (Hrubec, 2001).

$$HMZ_s = 2,1 \cdot \bar{s} \geq s_{\max} \quad (7)$$

### 3.4 Vyhodnotenie normality

Pomocou normálového rozdelenia sa kontroluje normalita nameraných hodnôt. Súbor s nameranými hodnotami je rozdelený do tried, ktoré reprezentujú triedené intervaly. Jednotlivé hodnoty sa zaradia do tried.

Počet triedených intervalov  $k$  vypočítame:

$$k = \sqrt{N} \quad (8)$$

kde:  $N$  - rozsah súboru

Výsledok zaokrúhlime k najbližšiemu celému číslu.

Šírku triedeného intervalu  $d$  vypočítame:

$$d = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} \quad (9)$$

kde:  $x_{\max}$  a  $x_{\min}$  – maximálna hodnota premennej v štatistickom súbore

Začiatok prvého triedeného intervalu sa určí tam, kde je prvý bod informácie  $x_{\min}$ . Určia sa rady rozdelenia početnosti (absolútne početnosti  $n_j$ , kumulatívna absolútna početnosť  $\sum n_j$ , relatívne početnosti  $P_j$ , kumulatívna relatívna početnosť  $\sum P_j$ ).

$$P_j = \frac{n_j}{N} \quad (10)$$

Na os  $x$  sa nanášajú hodnoty reprezentujúce jednotlivé triedy. Na os  $y$  nanášame relatívne početnosti.

Aritmetický priemer  $\bar{X}$ , rozptyl  $\sigma^2$  a smerodajnú odchýlku  $\sigma$  vypočítame podľa rovníc:

$$\bar{X} = X_{is} \cdot P_j \quad (11)$$

$$\sigma^2 = (X_{is} - \bar{X})^2 \cdot P_j \quad (12)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (13)$$

kde:  $X_{is}$ - tret i – teho triedneho intervalu

Rozdelenie pravdepodobnosti náhodnej premennej nazývame normálnym, ak hustota pravdepodobnosti  $f(x)$  tohto rozdelenia je daná výrazom:

$$f(x_{js}) = \frac{d}{\sigma} f_0 \left( \frac{X_{js} - \bar{X}}{\sigma} \right) \quad (14)$$

$$f(-x) = f_0(x) \quad (15)$$

kde:  $d$  – šírka triedeného intervalu

$X_{js}$  – stred j-teho intervalu v zadanom triedenom intervale

$f(x_{js})$  – funkcia hustoty pravdepodobnosti

Distribučnú funkciu normálového rozdelenia vypočítame:

$$F(x_{jk}) = F_0 \left( \frac{X_{jk} - \bar{X}}{\sigma} \right) \quad (16)$$

$$F(-x) = 1 - F_0(x) \quad (17)$$

kde:  $x_{jk}$  – koniec j-teho intervalu v zadanom triedenom intervale

### 3.5 Výpočet indexu spôsobilosti stroja $C_m$ a $C_{mk}$

Po potvrdení stability nameraných hodnôt a po zistení tvaru rozloženia musíme stanoviť pre určenie indexu spôsobilosti stroja  $C_m$  a  $C_{mk}$  smerodajnú odchýlku zo všetkých nameraných hodnôt. To je možné urobiť buď nanesením nameraných hodnôt na pravdepodobnostnú sieť, zvlášť keď bol urobený test tvaru rozloženia podľa tejto metódy alebo výpočtom.

Výpočet smerodajnej odchýlky:

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_N)^2} \quad (18)$$

kde:  $N$  - celkový počet nameraných hodnôt

$\bar{X}_N$  - priemerná hodnota vypočítaná zo všetkých meraní

Priemerná hodnota zo všetkých meraní:

$$\bar{X}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (19)$$

kde:  $i$  - 1, 2, ...,  $N$ ,

$X_i$  -  $i$  - ta hodnota nameraného znaku

**Index spôsobilosti stroja  $C_m$**  vypočítame:

$$C_m = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma_{N-1}} = \frac{T}{6 \cdot \sigma_{N-1}} \quad (20)$$

kde:  $T$  - tolerancia znaku

$USL, LSL$  - horná a dolná tolerančná medza

Tento index poskytuje informáciu o tom, v akej miere využíva rozptyl nameraných hodnôt predpísanú toleranciu. Vyhodnotenie neberie do úvahy polohu nameraných hodnôt

v tolerančnom poli. Z tohto dôvodu môže byť hodnota  $C_m$  vypočítaná podľa vyššie uvedeného vzorca použitá jedine pre regulovateľné procesy. Pri regulovateľných procesoch musí byť možné umiestniť priemernú hodnotu z nameraných hodnôt do stredu tolerančného poľa.

Minimálna požiadavka na hodnotu  $C_m$  pre spôsobilý stroj:

$$C_m \geq 1,66 \quad (21)$$

Ak je stanovená hodnota  $C_m$  väčšia alebo rovná 1,66, tak je požadovaná spôsobilosť stroja dosiahnutá.

**Index spôsobilosti stroja  $C_{mk}$**  zohľadňuje proti indexu  $C_m$  ešte polohu priemernej hodnoty  $\bar{X}_N$  v tolerančnom poli. Vzdialenosť priemernej hodnoty od hranice tolerančného poľa je trojnásobok veľkosti smerodajnej odchýlky.

Index spôsobilosti stroja  $C_{mk}$  vypočítame:

$$C_{mk} = \frac{USL - \bar{X}_N}{3 \cdot \sigma_{N-1}} \quad (22)$$

$$C_{mk} = \frac{\bar{X}_N - LSL}{3 \cdot \sigma_{N-1}} \quad (23)$$

Pre vyhodnotenie sa používa menšia hodnota z oboch vzorcov.

Minimálna požiadavka pre hodnotu  $C_{mk}$  pre spôsobilý stroj:

$$C_{mk} \geq 1,67 \quad (24)$$

Výpočet indexu spôsobilosti stroja  $C_{mk}$  má zmysel pre regulovateľné procesy a je zvlášť dôležitý pre neregulovateľné procesy (Hrubec, 2001).

## **4 VLASTNÁ PRÁCA**

### **4.1 Charakteristika organizácie Huhn Press Tech**

Spoločnosť Huhn PressTech spol. s r.o. je dcérskou spoločnosťou nemeckej spoločnosti Heinrich HUHNS GmbH + Co. KG.

Skupina Huhn je jedným z popredných výrobcov kovových výliskov a konštrukčných celkov. Ponuka firmy zahŕňa najrôznejšie plechové tvarové súčiastky, ako sú samostatné komponenty, alebo konštrukčné celky používané v rôznych oblastiach.

Výrobky tejto spoločnosti nachádzajú uplatnenie vo viacerých priemyselných odvetviach, prevažne však v automobilovom priemysle a sním súvisiacej sieti dodávateľov. Naša činnosť sa nesie v znamení kvality, hospodárnosti a absolútnej spoľahlivosti. Na ceste za cieľom je táto firma ideálnym partnerom.

### **4.2 Údaje o pracovisku**

Údaje o zariadení:

Rok výroby: 2001

Tlak: 8 000 kN

Hmotnosť stroja: 15 ton

Produktivita: 4000 ks krytov za 8 hodinovú pracovnú zmenu

Charakteristika prostredia:

Pracovná teplota prostredia: 20°C

Tlak: 1020 Pa

Vlhkosť vzduchu: 80 %

### **4.3 Charakteristika výrobku**

Výrobok Gehäuse 225 Tandem typ DV 03 (predný kryt posilňovača bŕzd) sa používa v brzdných systémoch automobilov Daimler.

Sledovaným znakom je vnútorný priemer krytu posilňovača bŕzd.

Menovitá hodnota:  $44_0^{+160}$

Materiál: za studena tvárnená oceľ DX 54 D+ZA 255-B-0

Hrúbka materiálu: 1,3 mm

Počet výrobkov: 50

### **Popis procesu**

Pracovná operácia: lisovanie

Znak: priemer

### **Postup merania:**

- Kontrolovaný výrobok sme osadili do prípravku, v ktorom bol magneticky uchytý
- Digitálnym meracím zariadením ZEISS CONT G2 bol odmeraný vnútorný priemer  $44_0^{+0,160}$

Výrobný výkres a bližšie charakteristiky k výrobku nám neboli poskytnuté z dôvodu Know-how.

## **4.4 Vyhodnotenie nameraných hodnôt**

### **4.4.1 Zákonitosti**

#### **4.4.1.1 Skúmanie zákonitosti nameraných hodnôt**

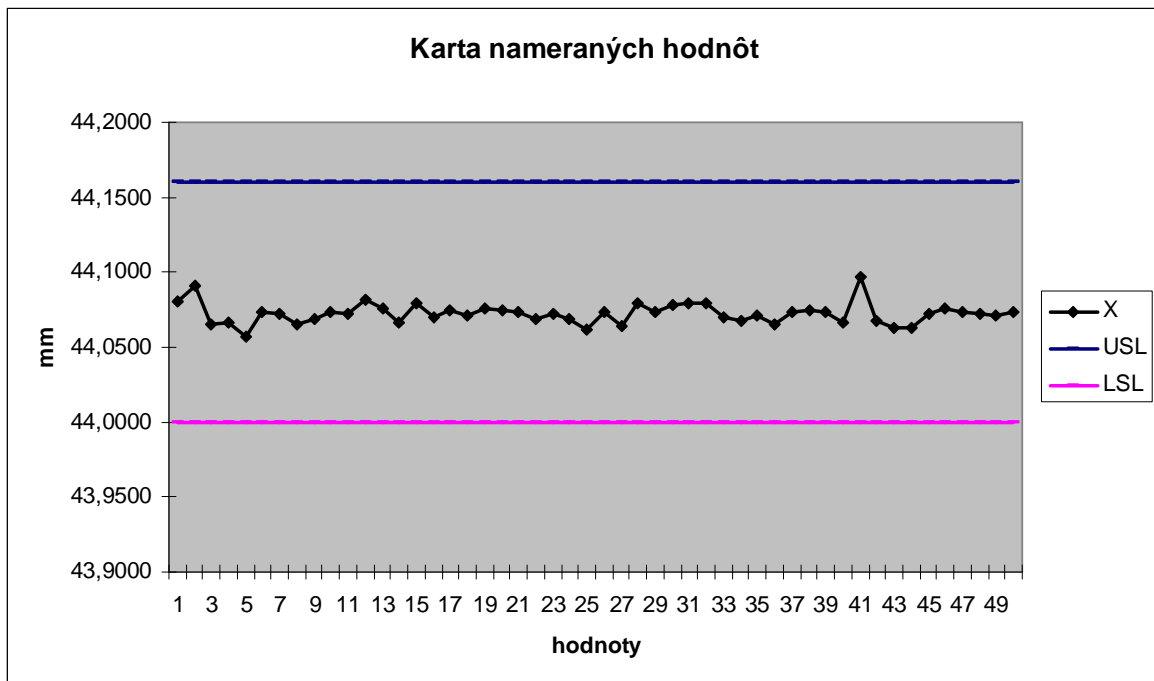
Pri zisťovaní spôsobilosti výrobného zariadenia sa postupovalo podľa metodiky uvedenej v kapitole 3. Metodika práce.

Z výrobného procesu bolo odobratých 50 za sebou vyrobených výrobkov. Na každom z nich bol v poradí odmeraný príslušný rozmer.

Namerané hodnoty boli zapísané do tabuľky 1. Namerané hodnoty boli rozdelené do 10 podskupín po 5 hodnotách. Pred ďalším vyhodnocovaním bolo zistené, že namerané hodnoty nanesené do karty jednotlivých hodnôt podliehajú normálnemu rozdeleniu.

**Tab. 1: Namerané hodnoty**

Por. Č.	x1	x2	x3	x4	x5	$\bar{X}_i$	$S_i$
1	44,0801	44,0723	44,0729	44,0797	44,0751	44,0760	0,0110
2	44,0908	44,0816	44,0692	44,0792	44,0677	44,0777	0,0095
3	44,0656	44,0758	44,0728	44,0700	44,0630	44,0694	0,0052
4	44,0662	44,0660	44,0684	44,0681	44,0632	44,0664	0,0021
5	44,0573	44,0796	44,0622	44,0709	44,0720	44,0684	0,0088
6	44,0732	44,0700	44,0732	44,0649	44,0752	44,0713	0,0040
7	44,0722	44,0747	44,0646	44,0740	44,0733	44,0718	0,0041
8	44,0649	44,0715	44,0792	44,0742	44,0728	44,0725	0,0052
9	44,0693	44,0753	44,0733	44,0739	44,0706	44,0725	0,0025
10	44,0739	44,0744	44,0778	44,0798	44,0719	44,0756	0,0048



Obr.12. Karta nameraných hodnôt

#### 4.4.2 Stabilita

##### 4.4.2.1 Určenie stability nameraných hodnôt

Pre každú podskupinu boli vypočítané priemerné hodnoty  $\bar{X}_i$ ,  $S_i$ , podľa vzorcov 1 a 2 a následne boli nanesené do diagramov na  $\bar{X}$  - karte a s – karte. Priebeh grafov na



oboch diagramoch je spojitý bez vymedziteľných vplyvov. Z diagramov sa zistila stabilita procesu.

Pre dosiahnutie vhodnej mierky pre obidva diagramy boli určené extrémne hodnoty:

$$\bar{X}_{\max} = 44,0777 \text{ mm}, \bar{X}_{\min} = 44,0664 \text{ mm}, s_{\max} = 0,0110 \text{ mm}$$

Vypočítali sme spoločnú priemernú hodnotu  $\bar{\bar{X}} = 44,0722 \text{ mm}$  a priemerná smerodajná odchýlka  $\bar{s} = 0,0057 \text{ mm}$ .

Strednú polohu skúmaného procesu možno považovať za stabilnú, jednotlivé hodnoty  $\bar{X}$  neprekračujú hornú medzu stability HMZ a dolnú medzu stability DMZ:

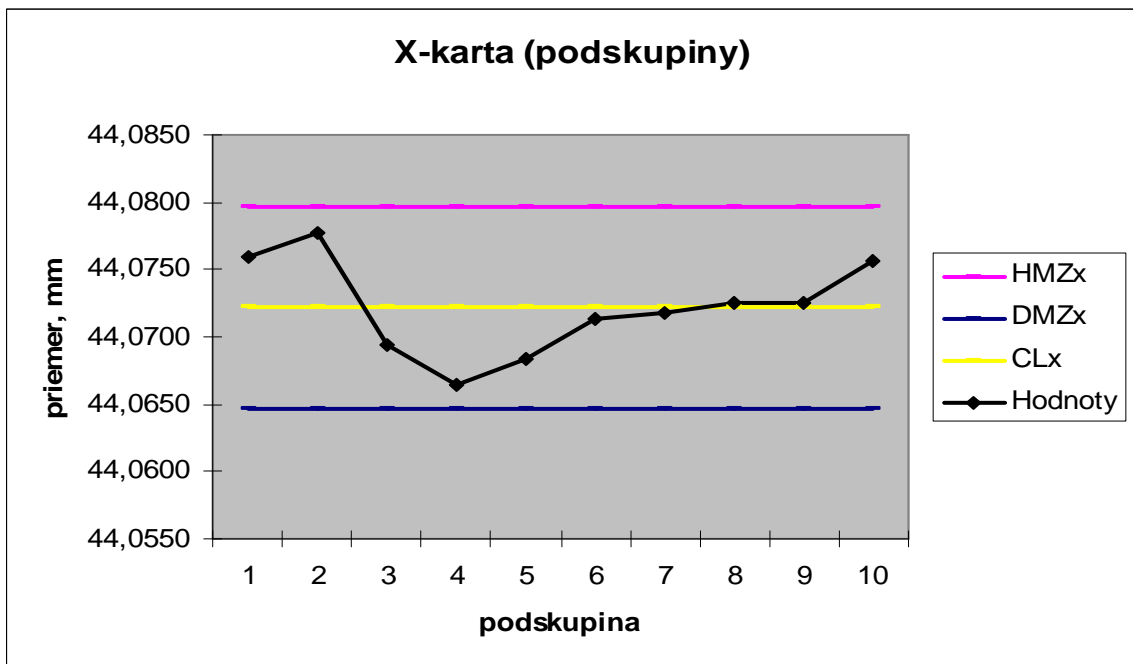
$$HMZ_x = 44, \geq \bar{X}_{\max} = 44,0796 \text{ mm}$$

$$DMZ_x = 44, \leq \bar{X}_{\min} = 44,0647 \text{ mm}$$

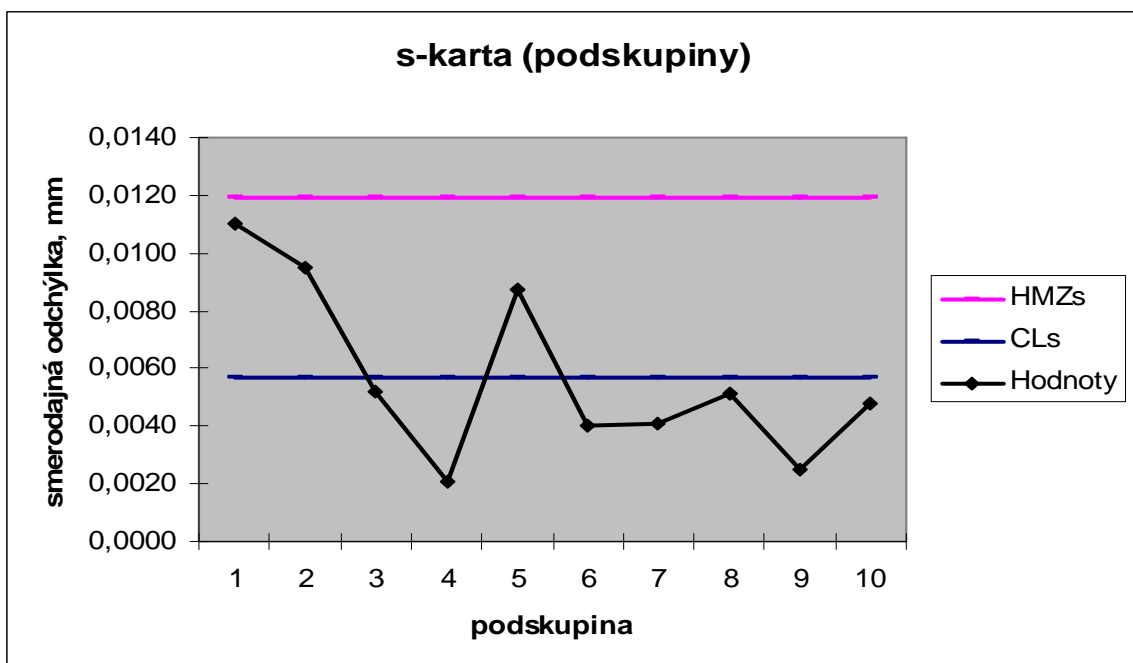
Smerodajnú odchýlku považujeme za stabilnú  $s_{\max}$  neprekračuje hornú medzu stability  $HMZ_s$ :

$$HMZ_s = 0,0119 \geq s_{\max} = 0,0110 \text{ mm}$$

Z testu stability vyplýva, že na proces nepôsobia žiadne rušivé vplyvy. Stredné hodnoty a smerodajné odchýlky neprekračujú medze stability a preto sa prešlo k vyhodnocovaniu normality.



Obr.13:  $\bar{X}$  – karta



Obr.14: s - karta

#### 4.5 Vyhodnotenie normality nameraných hodnôt

Pomocou normálneho rozdelenia som kontroloval normalitu nameraných hodnôt. Súbor s nameranými hodnotami som rozdelil do tried, ktoré reprezentujú jednotlivé triedne

intervaly. Predstavu o výsledkoch nám umožňuje ich zobrazenie pomocou histogramu. Histogram má symetrický tvar z vrcholom blízko nominálnej hodnoty. Histogram zvonovitého tvaru je obyčajne obrazom normálneho Gaussovho rozdelenia.

Na os x boli nanesené hodnoty reprezentujúce jednotlivé triedy. Na os y boli nanesené relatívne početnosti.

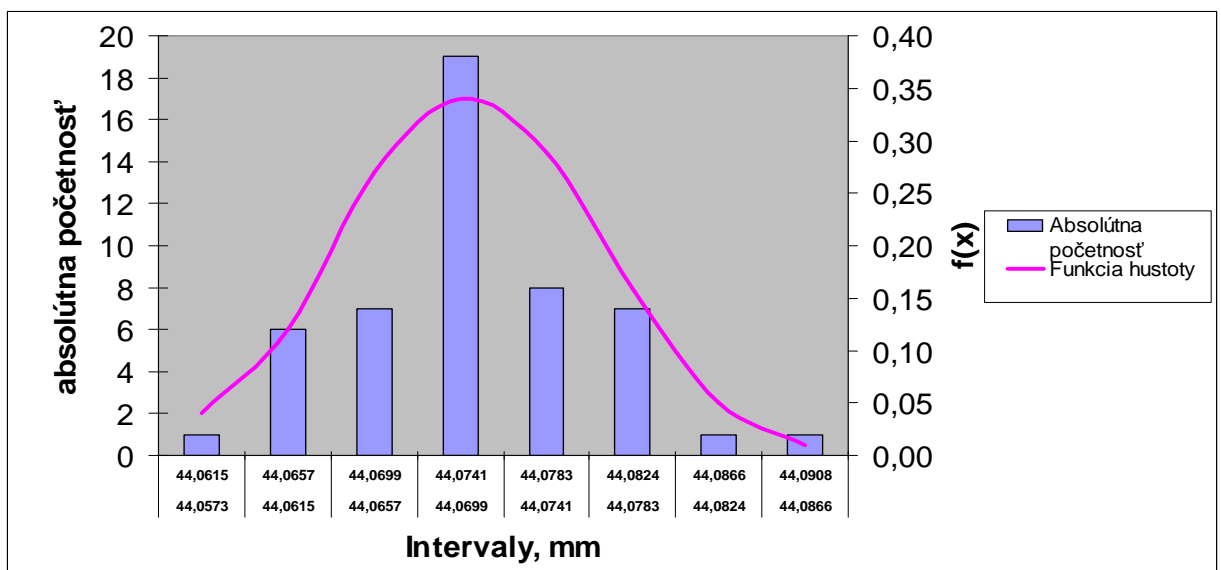
Následne bola vypočítaná hustota pravdepodobnosti  $f(x)$  a distribučná funkcia normálneho rozdelenia. Hodnoty boli zapísané do tabuľky (tab.2). S nameraných hodnôt sme vytvorili histogram a naniesli sme krivku hustoty pravdepodobnosti  $f(x)$  (obr.15). Následne bola zakreslená krivka kumulatívne relatívnej početnosti  $\sum P_j$  a distribučná funkcia (obr.16).

Počet triednych intervalov:  $k = 8$

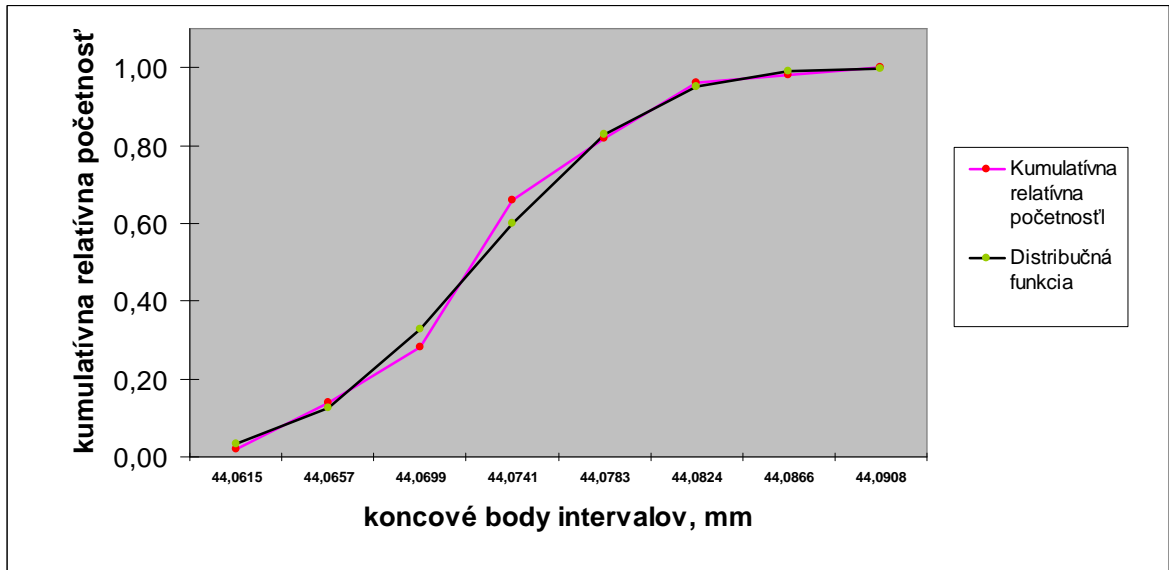
Šírka triednych intervalov:  $d = 0,00419 \text{ mm}$

Tab. 2: Rady rozdelenia početnosti

Interval, mm	44,0573	44,0615	44,0657	44,0699	44,0741	44,0783	44,0824	44,0866
	44,0615	44,0657	44,0699	44,0741	44,0783	44,0824	44,0866	44,0908
$n_j$	1	6	7	19	8	7	1	1
$\Sigma n_j$	1	7	14	33	41	48	49	50
$P_j$	0,02	0,12	0,14	0,38	0,16	0,14	0,02	0,02
$\Sigma p_j$	0,02	0,14	0,28	0,66	0,82	0,96	0,98	1
$f(x)$	0,04	0,12	0,27	0,34	0,29	0,16	0,05	0,01
$F(x)$	0,03	0,13	0,33	0,6	0,83	0,95	0,97	0,99



Obr.15: Histogram a funkcia hustoty pravdepodobnosti  $f(x)$



Obr.16: Krivka kumulatívnej relatívnej početnosti  $\Sigma P_j$  a distribučná funkcia  $F(x)$

#### 4.6 Výpočet indexov spôsobilosti výrobných zariadení $C_m$ a $C_{mk}$

Potvrdením stability nameraných hodnôt bola pre výpočet indexov spôsobilosti výrobného zariadenia vypočítaná smerodajná odchýlka a stredná hodnota:

$$\bar{X}_N = 44,0722 \text{ mm}$$

$$\sigma_{N-1} = 0,0059 \text{ mm}$$

Hodnota indexu spôsobilosti stroja  $C_m$  bola 4,54, to znamená, že spôsobilosť lisu je väčšia ako stanovená  $C_m \geq 1,66$ .

Následne sa vypočítal korigovaný index spôsobilosti stroja  $C_{mk} = 4,0623$ , ktorý bol vyšší ako stanovená hodnota  $C_{mk} \geq 1,67$ . Index spôsobilosti stroja  $C_{mk}$  zohľadňuje proti indexu  $C_m$  polohu procesu  $\bar{X}_N$  v tolerančnom poli.

## 5 NÁVRH NA VYUŽITIE

Predtým ako má byť do výroby zavedené výrobné zariadenie, je potrebné zistiť, či je spôsobilé vyrábať výrobky v požadovaných parametroch.

Ako prvé sa zisťuje spôsobilosť výrobného zariadenia u výrobcu, ešte pred tým ako je dodané zákazníkovi, aby sme získali dôkaz o výkone daného zariadenia. Skúška sa z pravidla opakuje ešte raz po inštalácii výrobného zariadenia v podniku. Rovnaký postup sa vykonáva aj pri zariadeniach, ktoré sú už k dispozícii, prípadne po oprave. Ak prebehne skúška kladne, nasleduje posúdenie spôsobilosti procesu.

Dokázaná spôsobilosť lisu RASTER 400 môže byť ukázkou kvality výroby aj pre iné procesy alebo výrobné organizácie.

## 6 ZÁVER

Pravidelné overovanie spôsobilosti výrobného zariadenia je dôležité z hľadiska udržiavania kvality procesu. Schopnosť organizácie vyrábať kvalitne a spoľahlivo je základom pre dlhodobu udržateľné fungovanie výrobného programu a teda pre celkovú životaschopnosť organizácie.

Cieľom bakalárskej práce bolo zistiť spôsobilosť výrobného zariadenia Raster 400 v organizácii Huhn PressTech. spol. s.r.o., Vrábľa. Na dosiahnutie požadovaného cieľa bolo potrebné stanoviť metodiku. Metodika pozostávala z týchto častí:

- odobratie 50 za sebou idúcich vzoriek a odmeranie ich vnútorného priemeru
- určenie stability nameraných hodnôt
- posúdenie stability
- určenie normality
- stanovenie spôsobilosti výrobného zariadenia pomocou indexov spôsobilosti  $C_m$  a  $C_{mk}$

Namerané hodnoty boli nanesené do karty jednotlivých hodnôt. Následne sa pre každú podskupinu sa vypočítala priemerná hodnota  $\bar{X}_i$  a smerodajná odchýlka  $s_i$  a tieto hodnoty sa naniesli do diagramov. Aby sme dosiahli lepšiu mierku pre diagramy určili sme si hraničné hodnoty  $HMZ_x$ ,  $DMZ_x$ ,  $HMZ_s$ . Kontrolou nameraných hodnôt bola potvrdená stabilita hodnôt. Pred stanovením indexov spôsobilosti výrobného zariadenia sa musela potvrdiť normalita nameraných hodnôt. Vyhотовili sme rady rozdelenia početnosti. Vypočítali sme aritmetický priemer a smerodajnú odchýlku. Na základe výpočtov funkcie hustoty pravdepodobnosti a relatívnej početnosti sme graficky zobrazili histogram. Na ďalšom grafe sme znázornili krivku kumulatívnej relatívnej početnosti spolu s distribučnou funkciou.

Po potvrdení normality údajov sme mohli pristúpiť k stanoveniu indexov spôsobilosti. Dospeli sme k výsledkom  $C_m = 4,54$  a  $C_{mk} = 4,06$ . Požadované hodnoty indexov spôsobilosti boli prekročené.

**Spôsobilosť lisu Raster 400 bola potvrdená.**

## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. DUFINEC, I. Inžinierstvo kvality (Meranie analýza a zlešovanie). 2003. 1. vydanie
2. FIALA, A. 2002. Management jakosti s podporou noriem ISO 9000:2000. Verlag Dashöfer, 2002
3. HRUBEC, J. – Virčíková, E. a kolektív. 2009. Integrovaný manažérsky systém. 1. vydanie Nitra, 542s, ISBN 978-80-552-0231,63
4. HRUBEC, J. 2001. Riadenie kvality . 1. vyd. Nitra : ES SPU.2001, 203s ISBN 80-8043-031-6
5. HRUBEC, J. Zvyšovanie kvality a spoľahlivosti výrobkov vo výrobnom procese. Nitra, SPU, 2001, 130 s. ISBN 80-7137-896-8
6. CHAJDIAK, I. 1998. Štatistické riadenie kvality. STATIS, Bratislava, 1998
7. KAPSDORFEROVÁ, Z. 2010. Manažment kvality. 1. vydanie Nitra, 146s, ISBN 978-80-552-0490-1
8. KONVALINA, i.2001.ŘÍZENÍ JAKOSTI: Metódy a nástroje řízení jakosti, 1.vyd. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a informatiky.2001, 69 s.
9. KMEŤ, S. 1993. Akosť v praxi. Žilina : MASM, 1993. 281 s. ISBN 80-85348-21-7
10. KMEŤ, S. – HEKELOVÁ, E. a i. 1998. Komplexný manažment kvality. Žilina, 1998
11. KUDLIČKA, J. CAJCHOVÁ, O. RAKYTA, M. 1998, Využitie štatistických metód pri analýze a zdokonaľovaní procesov, MASM, Akadémia pre marketing a manažment v Žiline 1998, 67 s.
12. MATEIDES, A. 2006. Manažérstvo kvality. Ing. Miroslav Mračko, Bratislava. 2006. ISBN 80-8057-656-4
13. ŠALGOVIČOVÁ, J. 2006. Normalizácia, posudzovanie zhody, certifikácia výrobku a akreditácia. Bratislava: STU v Bratislave, 2004. 145 s. ISBN 80-227-2144-1
14. STN EN ISO 9000:2005 Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník
15. STN EN ISO 9001:2001 Systémy manažérstva kvality. Požiadavky
16. STN EN ISO 9004:2001 Systémy manažérstva kvality. Návod na zlepšovanie výkonnosti
17. STN EN ISO 8258:1995 Shewartove regulačné diagramy

18. QS 9000 – Požadavky na systém jakosti, 1999. 3. vyd. Česká společnost pro jakost, 1999. 135s. ISBN 80-02-012943