

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**1132764**

**ŠTATISTICKÉ METÓDY V RIADENÍ KVALITY**

**2011**

**Marek Pišný**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**ŠTATISTICKÉ METÓDY V RIADENÍ KVALITY**

**Bakalárska práca**

Študijný program:	Manažérstvo kvality produkcie
Študijný odbor:	Kvalita produkcie 2386700
Školiace pracovisko:	Katedra kvality a konštruovania strojov
Školiteľ:	Ing. Miroslav Prístavka PhD.

**Nitra 2011**

**Marek Pišný**



## Čestné vyhlásenie

Podpísaný Marek Pišný čestne vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Využitie Shewhartových regulačných diagramov v praxi“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry a ďalších informačných zdrojov

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

V Nitre 29. 04. 2011

.....

vlastnoručný podpis

## **Pod'akovanie**

Týmto si dovoľujem poďakovať môjmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Miroslavovi Prístavkovi PhD., za pomoc, ktorú mi poskytol, odborné vedenie, cenné rady a usmerňovanie pri písaní tejto bakalárskej práce.

Ďalej by som chcel poďakovať firme Huhn Press Tech, Vráble za spoluprácu, poskytnutie odborných informácií, rád ohľadom riešenej problematiky a ochotu pomôcť mladému študentovi.

Veľká vďaka patrí aj mojim starostlivým rodičom, ktorí ma v štúdiu výdatne podporovali a vytvárali mi optimálne podmienky.

## **Abstrakt**

Základom toho aby organizácia bola úspešná a uspokojila požiadavky náročných zákazníkov je potrebné aby organizácie udržiavali proces pod štatistickou kontrolou. Pre organizáciu je dôležité využívanie riadenie kvality. Cieľom bakalárskej práce bolo vypracovanie regulačných diagramov a vypočítanie indexov spôsobilosti procesu  $C_p$ ,  $C_{pk}$ . Aby bol proces spôsobilý musia byť indexy spôsobilosti procesu  $C_p$  väčší alebo rovný ako 1,33 a  $C_{pk}$  väčší alebo rovný ako 1,33. Regulačné diagramy a spôsobilosť procesu boli vykonávané v organizácii Huhn Press Tech Vráble. Na výrobku Gehause 225 Tandem typ DV03, na ktorom sme merali priemer  $\varnothing 44h11$ . Výrobok sa používa do brzdnych systémov v automobilovom priemysle.

**Kľúčové slová:** spôsobilosť procesu, indexy spôsobilosti  $C_p$ ,  $C_{pk}$ , riadenie kvality, regulačné diagramy

## **The Abstract**

The basis of the organization to be successful and satisfy the needs of demanding customers, organizations need to maintain process under statistical control. For the organization it is important to use quality management. Aim of this thesis was develop control charts and calculate the process ability index  $C_p$ ,  $C_{pk}$ . That the process must be capable of process ability indexes  $C_p$  greater than or equal to 1,33 and  $C_{pk}$  greater than or equal to 1,33. Control charts and process ability were performed in the organization Huhn Press Vráble Tech. On the product Gehäuse type 225 Tandem DV03, which was measured average  $\phi 44h11$ . The product is used in the braking systems for the automotive industry.

**Key words:** ability of proces, quality management, indexs of ability  $C_p$  and  $C_{pk}$ , control charts.

## Použité označenie

$d_2$	konštanta meniac sa v závislosti od rozsahu podskupiny
$f(x)$	funkcia hustoty pravdepodobnosti
$k$	počet podskupín
$n$	rozsah podskupín
$s$	smerodajná odchýlka v podskupine, mm
$\bar{x}$	priemer procesu, mm
$x_{ij}$	nameraná hodnota v i-tej podskupine
$x_{ij \max}$	maximálna nameraná hodnota v i-tej podskupine, mm
$x_{ij \min}$	minimálna nameraná hodnota v i-tej podskupine, mm
$A_2, D_3, D_4$	konštanty meniace sa v závislosti od rozsahu podskupiny.
$C_p$	index spôsobilosti procesu
$C_{pk}$	korigovaný index spôsobilosti procesu
$CL$	centrálna priamka, mm
$F(x)$	distribučná funkcia
$f(x)$	funkcia rozdelenia hustoty
$LCL \bar{x}$	dolná regulačná medza pre priemer
$LSL$	dolná medzná hodnota daná špecifikáciou, mm
$SMK$	system manažmentu kvality
$SPC$	štatistická regulácia procesu (Statistical Process Control)
$T$	tolerancia znaku
$UCLR$	horná regulačná medza pre rozpätie
$UCL \bar{x}$	horná regulačná medza pre priemer
$USL$	horná medzná hodnota daná špecifikáciou, mm
$s$	skutočná hodnota smerodajnej odchýlky rozdelenie jednotlivých hodnôt, mm
$T$	tolerancia



## Obsah:

Použité označenie .....	8
Obsah: .....	9
ÚVOD.....	10
1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....	12
1.1. História a vývoj zabezpečovania kvality .....	12
1.2. Manažérstvo kvality .....	13
1.2.1. Systém manažérstva kvality .....	13
1.2.2. Základné pojmy a termíny .....	15
1.2.3. Riadenie kvality .....	16
1.2.4. Normy systému manažérstva kvality.....	18
1.3. Shewhartove regulačné diagramy.....	18
1.3.2. Postup pri tvorbe regulačných diagramov .....	23
1.3.3. Interpretácia regulačných diagramov .....	24
1.3.4. Spôsobilosť procesu .....	27
2 CIEĽ PRÁCE .....	28
3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA .....	29
3.1. Regulačné diagramy meraním pre priemer $\bar{X}$ a smerodajnú odchýlku $s$ .....	29
3.1.1. Získavanie údajov.....	29
3.1.2. Zostrojenie histogramu .....	31
3.1.3. Spôsobilosť procesu .....	32
4 VÝSLEDKY PRÁCE.....	34
4.1. Charakteristika organizácie Huhn Press Tech.....	34
4.2. Údaje o pracovisku výrobku.....	35
4.3. Vyhodnotenie nameraných hodnôt.....	36
5 ZÁVER.....	41
6 POUŽITÁ LITERATÚRA:.....	42

# ÚVOD

V posledných desaťročiach sa v manažérstve kvality veľmi mnohé zmenilo tieto zmeny prebiehajú dodnes a vyvíjajú sa stále rýchlejšie.

V období keď bolo nedostatok výrobkov si organizácie mohli samy určovať aký druh výrobku budú vyrábať a v akých množstvách. Kvalitu výrobkov musel zákazník prijať takú aká bola. Dnes to je zákazník, ktorý určuje aké druhy výrobkov a množstvo sa má vyrobiť. Dnes sa stretávame s trhmi, ktoré určujú zákazníci a kde platia úplne odlišné pravidlá ako predtým.

Ak produkty dokážu naplniť potreby a očakávania zákazníkov, zvýši sa trhový podiel, perspektíva podniku, ako aj jeho zisk. (Kapsdorferová, 2010)

Pojem kvality sa preto musel zmeniť z predchádzajúceho „dodržania špecifikácií“ na „splnenie požiadaviek a očakávaní zákazníkov“ (Mateides, 2006)

Dnes však nestačí ani to. Na trhoch, ktoré určujú zákazníci je veľmi veľká konkurencia je nutné splniť požiadavky zákazníka omnoho lepšie, kvalitnejšie a hlavne za nižšiu cenu ako konkurencia. Úspešnosť organizácie dnes vo veľkej miere závisí od toho ako rýchlo je organizácia schopná sa prispôbiť požiadavkám a želaniam zákazníkov. Dnes sa mnoho organizácií začalo zaujímať o problematiku kvality. Zákazníci na celom svete sa v dnešnej dobe orientujú na kvalitu, informovanosť, cenu a dostupnosť. Rozvoj technológií dnešného sveta vo veľkej miere ovplyvnil život vo všetkých oblastiach. Hranice možností ľudstva sa každým dňom posúvajú dopredu. To čo sa minulý rok, mesiac, týždeň považovalo za nemožné je už dnes bežný štandard.

Tým, že štáty prijímajú stále náročnejšie a novšie normy sa zvyšuje kvalita výrobkov ponúkaných na trhoch a tým sa snažia oživiť a sprístupniť kvalitný domáci trh pre spotrebiteľov.

Aby boli organizácie konkurencieschopné a udržali si hospodársku výkonnosť, sú nútené zavádzať efektívne a účinné systémy manažérstva kvality, najmä podľa súboru noriem ISO 9000, ktoré vytvárajú predpoklad certifikácie. (Hrubec, 2001)

Účinným nástrojom ako zlepšovať kvalitu je zavádzanie štatistických metód do procesu pomocou, ktorých hľadáme príčiny nestability, kontrolujeme účinnosť čím sa zvyšuje produktivita a kvalita výroby.

Hlavný nástroj pomocou, ktorého plníme ciele štatistickej regulácie je regulačný diagram, ktorý navrhol Dr. Walter Shewhart. Podľa neho sa aj regulačné diagramy nazývajú Shewhartovými regulačnými diagramami.

Cieľom regulačných diagramov je dostať výrobný proces pod štatistickú kontrolu. Proces je pod štatistickou kontrolou vtedy, ak jedinou príčinou rozptylu sú náhodné príčiny. Tento stav dosiahneme ak vylúčime všetky vymedziteľné príčiny rozptylu. Ak je výrobný proces pod štatistickou kontrolou, vieme predpovedať jeho kvalitu a taktiež môžeme predpovedať ako budú splnené požiadavky zákazníka.

Cieľom tejto bakalárskej práce je vo výrobnej organizácii Huhn Press Tech, Vráble zaviesť metódy štatistickej regulácie v riadení kvality pomocou Shewhartových regulačných diagramov.

# 1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

## 1.1. História a vývoj zabezpečovania kvality

Prakticky od začiatku výmeny tovarov sa vyskytovala požiadavka kupujúceho, aby tovar mal vlastnosti, ktoré sa od neho pri kúpe predpokladajú. S rozmachom obchodu a najmä nadobúdajúcou zložitou výrobkov už v období priemyselnej revolúcie táto požiadavka nadobúdala stále na väčšom význame. Požiadavky určitej záruky alebo vyjadrenie odborníka na kvalitu malo pre obchodníka alebo budúceho používateľa značný význam, často aj z príčiny, že tovar napr. z dôvodu vzdialenosti nemal možnosť ani sám pozrieť. Systematicky sa začala požiadavka písomného prejavu odpovedajúcej kvality uplatňovať najskôr v strojárstve pri stavbe lodí.

Všetko sa začalo v Londýne práve v období priemyselnej revolúcie a intenzívneho obchodu s anglickými kolóniami. Jednalo sa hlavne o poistenie zakúpeného nákladu, ktorý dovážali lode do Anglicka napr. z Indie. Podnikateľ Lloyd postupne zistil, že môže zodpovedne uzavrieť primeranú poisťovaciu zmluvu iba vtedy, keď bude poznať technický stav danej lode. Postupne došiel k názoru, že najspoľahlivejší stav lode možno zistiť, pokiaľ bude poznať, z akých materiálov, ako a kde bola loď stavaná. Ďalej bolo nutné poznať kapitána a spôsob údržby a prevádzkovania plavidla. Tieto všetky faktory ovplyvňujúce zmluvu viedli nakoniec k zostaveniu jednotných technických pravidiel pre stavbu lodí, predpisov pre pravidelné opakované kontroly lodí a nakoniec i k dokumentovaniu celého tohto systému. Prirodzene s tým sa vytvoril aj systém určitej výrobnéj kontroly a i získavanie oprávnení k stavbe. Tak vznikol prvý lodný register na svete a dá sa povedať aj svojim spôsobom systém zabezpečovania kvality pri stavbe lodí. Spôsob vykonávania týchto prác sa nazýva „klasifikácia“, čo v angličtine znamená „triedenie“.

Námorný obchod nebol prirodzene obmedzený iba na Anglicko, a tak v 19. storočí vznikali s rozvojom poisťovníctva obdobne i ďalšie lodné registri. Mimo uvedeného LLOYDS REGISTER of Schipping v Londýne, vznikali významne a veľké AMERICSN BUREAU of Schipping (USA), DET NORRSKE VERITAS (Nórsko a Škandinávia) a z hľadiska dnešných objemov významný Japonský lodný register NK a iné.

Postupne rýchlo vznikala potreba podobných služieb nielen pre oblasť námorného obchodu, ale aj pre priemysel a obchod. Rozhodujúcim medzníkom bol vynález parného

stroja. Pri prevádzkovaní stroja, ktorý poháňal rôzne priemyselné a dopravné zariadenia, dochádzalo často k nehodám pri prevádzke parných kotlov. Táto obecná požiadavka vznikajúca z potreby zaisťovania bezpečnosti obyvateľstva a zamestnancov sa postupne rozšírila aj na ďalšie druhy zariadení, u ktorých prevádzka bolo zvlášť nebezpečná. Takýmito zariadeniami sú napr. tlakové nádoby, plynové zariadenia, zdvíhacie zariadenia a iné. Zvláštne predpisy vznikali v baníctve a v doprave.

V súčasnej dobe medzi najnebezpečnejšie patrí oblasť jadrovej energetiky. Tak vznikali technické dozorné organizácie ako sú v Nemecku a Rakúsku technické dozorné spolky TÜV, vo Francúzsku napr. Service de Mines, u nás Ústav technického dozoru, t.j. dnešný SÚBP, atď.

Vznik a postup vytvárania technických pravidiel v jednotlivých krajinách malo rozdielnu formu a obsah. K tomu viedli najrôznejšie dôvody, napr. zvláštnosti právnych systémov v jednotlivých krajinách, ovplyvňovanie úrovne technického rozvoja a nadväznosť na národné technické normalizačné systémy, ktoré vznikali zároveň.

Otázka vhodného riešenia v dohľadnej dobe problematiku technických kontrol a skúšok, technického dozoru a certifikácie, ako písomného dokladu zhody tovaru s predpísanými požiadavkami je teda napriek svojej zložitosti a obtiažnosti veľmi aktuálna. (Hrubec, 1994)

## **1.2. Manažérstvo kvality**

Manažment kvality predstavuje súhrn subjektívnych a objektívnych znakov, zdrojov, organizačných opatrení a zodpovedností potrebných na realizáciu činností zabezpečujúcich optimálny priebeh všetkých procesov tak, aby sa dosiahol maximálny efekt zdrojov, opatrení a procesov a zhoda s požiadavkami zákazníka.

(Kapsdorferová, 2010)

### **1.2.1. Systém manažérstva kvality**

Aby sa organizácia úspešne riadila a fungovala, je nevyhnutné usmerňovať ju a riadiť a 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.

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 zákazníkovi, že organizácia je schopná poskytovať produkty, ktoré trvalo spĺňajú požiadavky. Normy súboru ISO 9000 rozlišujú požiadavky na systémy manažérstva kvality a požiadavky na produkty. Požiadavky na systém manažérstva kvality špecifikuje norma ISO 9001. Požiadavky na systém manažérstva kvality sú všeobecne 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,
- vytvorenie 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 a kolektív, 2009)

## 1.2.2 Základné pojmy a termíny

### 1.2.2.1 Termín súvisiace s kvalitou

**Kvalita** – miera, akou súbor vlastných charakteristík spĺňa požiadavky. Termín kvalita sa môže požívať s prívlastkami, ako sú zlá, dobrá alebo výborná.

**Požiadavka** – potreba alebo očakávanie, ktoré sa určia, všeobecne sa predpokladajú alebo sú povinné. No označenie špecifického druhu požiadavky možno použiť spresňujúci výraz, ako napr. požiadavka na produkt, požiadavky na systém manažérstva kvality, požiadavky zákazníka. Určená požiadavky je napríklad taká, ktorá sa uvádza v dokumente. Požiadavky môžu predkladať rozličné zainteresované strany.

**Spôsobilosť** – schopnosť organizácie, systému alebo procesu realizovať produkt, ktorý spĺňa požiadavky naň kladené.

(STN EN ISO 9000:2006)

### 1.2.2.2 Termíny súvisiace s manažérstvom

**Manažérstvo** – koordinované činnosti zamerané na usmerňovanie a riadenie organizácie.

**Vrcholový manažment** – osoba alebo skupina osôb, ktoré usmerňujú alebo riadia organizáciu na najvyššej úrovni.

**Systém** – súbor vzájomne previazaných alebo vzájomne pôsobiacich prvkov.

**Systém manažérstva** – systém na určenie politiky a cieľov na dosiahnutie týchto cieľov. Manažérsky systém organizácie môže zahŕňa manažérske systémy, ako je systém manažérstva kvality, systém manažérstva financií alebo systém environmentálneho manažérstva.

(STN EN ISO 9000:2006)

### 1.2.2.3 Termíny súvisiace so systémom manažérstva kvality

**Manažérstvo kvality** – koordinačné činnosti zamerané na usmerňovanie a riadenie organizácie s ohľadom na kvalitu.

**Systém manažérstva kvality** – systém manažérstva na usmerňovanie a riadenie organizácie s ohľadom na kvalitu.

**Politika kvality** – celkové zámery a pôsobenia organizácie v oblasti kvality, oficiálne vyhlásenie vrcholovým manažmentom. Politika kvality má byť všeobecne v súlade s celkovou politikou organizácie a má poskytovať rámec na formuláciu cieľov kvality.

**Cieľ kvality** – niečo, čo sa hľadá alebo o čo sa usiluje v súvislosti s kvalitou. Ciele kvality sa majú zakladať na politike kvality organizácie.

**Plánovanie kvality** – časť manažérstva kvality, ktorá sa zameriava na vytvorenie cieľov kvality, a ktorá špecifikuje nevyhnutné prevádzkové procesy a súvisiace zdroje na splnenie cieľov kvality.

**Riadenie kvality** – časť manažérstva kvality zameraná na plnenie požiadaviek na kvalitu.

**Zabezpečovanie kvality** – časť manažérstva kvality zameraná na poskytovanie dôvery, že sa splnia požiadavky na kvalitu.

**Zlepšovanie kvality** – časť manažérstva kvality zameraná na zvyšovanie spôsobilosti plniť požiadavky na kvalitu.

**Stále zlepšovanie** – opakovaná činnosť zameraná na zvyšovanie schopnosti plniť požiadavky.  
(STN EN ISO 9000:2006)

### 1.2.3 Riadenie kvality

Je cieľavedomá činnosť zameraný na plnenie požiadaviek na kvalitu. V zmysle noriem ISO zahŕňa dokumentované postavenie vrcholového manažmentu a ostatných stupňov riadenia a ich zodpovednosti za kvalitu, vypracovaní vízie, stratégie, politiky a cieľov kvality, uplatňovanie adekvátnych metód a nástrojov na dosahovanie stanovených cieľov, ako aj pravidelnú kontrolu plnenia cieľov a prijímanie opatrení na ich dosiahnutie.

Organizácie dnes pod riadením kvality chápu predovšetkým budovanie a udržiavanie systému riadenia kvality podľa noriem ISO radu 9000. Toto chápanie je nedostatočné, pretože

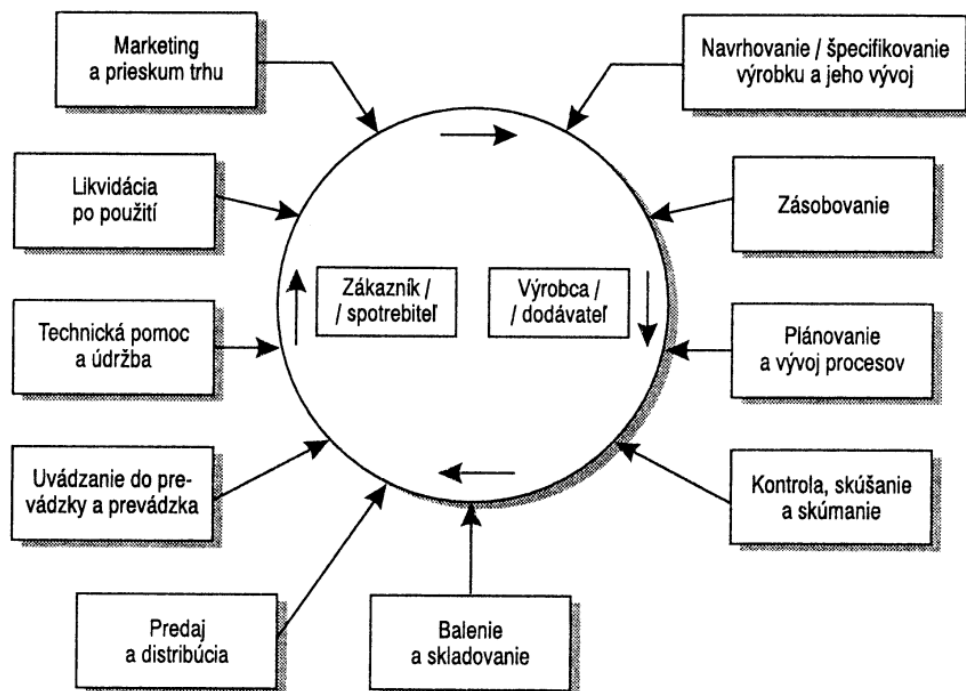


skutočné manažérstvo kvality organizácie je potrebné spojiť s chápaním kvality produktu zákazníkom. Jednotlivé organizácie môžu dávať odlišný dôraz na jednotlivé charakteristiky kvality produktu, v závislosti od ich predstáv o vnímaní kvality produktu zákazníkom. Dôsledkom môže byť, že organizácia síce má zavedený, dokonca certifikovaný systém riadenia kvality, ale kvalita vyrábaných produktom je vzhľadom na ich konkurenčné postavenie na trhu a uspokojovanie potrieb zákazníkov nedostatočná.

(Mateides, 2006)

Termín riadenie kvality je zameraný na celkový životný cyklus výrobku. Tieto funkcie, ktoré musí výrobný podnik dodržať, sú prvky výrobného cyklu. Tento cyklus môže byť zobrazený kruhom, ktorému hovoríme **slučka kvality** (Obr. 1) alebo špirála kvality.

(Hrubec, 2001)



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

### 1.2.4 Normy systému manažérstva kvality

- **Norma STN EN ISO 9000:2006 Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník.**

Norma opisuje základy manažérstva kvality špecifikuje terminológiu systémov manažérstva kvality.

- **Norma STN EN ISO 9001:2009 Systémy manažérstva kvality. Požiadavky.**

Norma špecifikuj 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.

- **Norma STN EN ISO 9004:2001 Systémy manažérstva kvality. Návod na zlepšovanie výkonnosti.**

Norma 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.

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

Táto norma poskytuje zásady auditovanie, riadenia programov auditu, realizáciu auditov systému manažérstva kvality a systému environmentálneho manažérstva, ako aj návod na kompetentnosť audítorov systému manažérstva kvality a systému environmentálneho manažérstva..

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

### 1.3. Shewhartove regulačné diagramy

Shewhart sa narodil v New Canton v Illinois v USA dňa 18. marca 1891. Vzdelával sa na univerzite v Illinois v štáte Kalifornia vo fyzike. Kde spravil aj doktorantúru a krátke obdobie tu pôsobil ako akademik

Walter Shewhart vypracoval v roku 1926 teóriu štatistickej regulácie procesov (SPC). Jej cieľom je udržiavať procesy v stave štatistickej regulácie, pretože podľa tejto teórie len vtedy budú mať konzistentnú kvalitu produktov. Shewhart tým vlastne zdôrazňoval zabezpečovanie kvality už vo fáze produkcie výrobkov, teda pri procesoch, na rozdiel od finálnej kontroly.

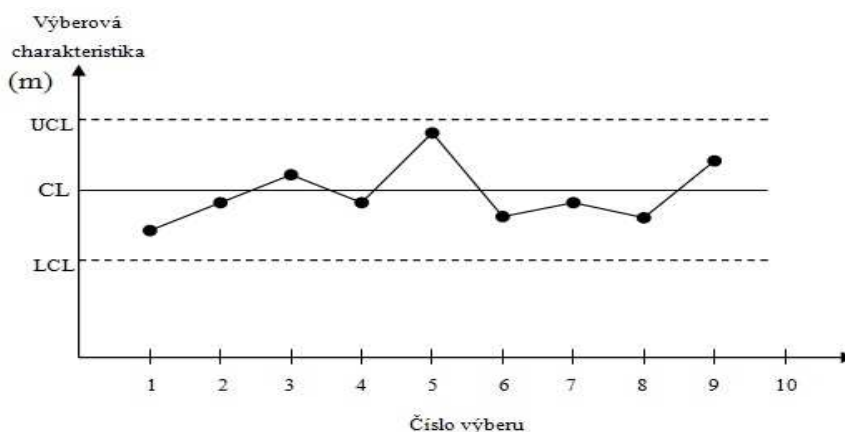
Kvalita musí byť kvantifikovateľná , ak majú byť výrobcovia schopní používať štatistické postupy a jej meranie. Podľa Shewharta musíme definovať kvalitu produktu takým spôsobom, že nameraná číselná hodnota tejto kvality slúži nasledujúcim dvom účelom:

- Umožniť niekomu, aby sa presvedčil, či sa kvalita produktu za dané časové obdobie líši alebo nie od kvality za nejakú inú periódu, vzatú ako porovnávacía základňa.
- Umožniť porovnanie kvality produktov počas dvoch či viacerých období, aby sme mohli určiť, či sú rozdiely väčšie, alebo nie, než tie, ktoré by mali byť ponechané náhodným vplyvom.

Shewhart poukázal na skutočnosť, že pri meraní charakteristiky určenej premennej produktu vyznačujúcej sa variabilitou, môžeme získať rôznu frekvenčnú distribúciu meranej veličiny. Máme potom buď stabilitu, alebo nestabilitu v distribúcii meraných hodnôt. Inak povedané, máme existenciu alebo neexistenciu štatistickej regulácie. Shewhartove regulačné diagramy boli skonštruované s cieľom zistenia, či distribúcia meranej veličiny je štatisticky stabilné alebo nestabilná, či rozdelenie sledovaného znaku kvality vyrábaného výrobku bolo štatisticky stabilné alebo nie, čo malo veľký pozitívny vplyv na diagnózu problémov vo výrobe. Regulačné diagramy poskytujú prostriedok na diagnózu príčin vzniku nekvality.

Regulačný diagram (Obr. 2) je prostriedok na operatívne definovanie koncepcie stabilného procesu. Obsahuje tri priamky a body, ktoré prezentujú pozorovania:

- **Centrálna priamky CL** (Center Line), ktorá reprezentuje priemernú hodnotu regulovanej veličiny, keď je proces stabilný,
- **Horná regulačná hranica UCL** (Upper Control Limit) a **dolná regulačná hranica LCL** (Lower Control Limit), ktoré sa vypočítajú tiež z údajov, keď bol proces stabilný



**Obr. 2**  
**Regulačný diagram**

Shewhart uvádza tri základné princípy chápania regulačných diagramov

(M. Terek, Ľ. Hrnčiarová, 1999):

1. Systémy náhodných príčin nie sú rovnaké v tom zmysle, že by umožňovali prognózovať budúcnosť v podmienkach minulosti.
2. Konštantné systémy náhodných príčina v prírode existujú
3. Vymedziteľné príčiny variability možno identifikovať a eliminovať.

Do regulačného diagramu sa zakresľujú individuálne hodnoty alebo hodnoty nejakej výberovej charakteristiky, napríklad výberového arytmiického priemeru, výberového rozpätia alebo výberového podielu. Regulačné hranice definujú variabilitu výberovej charakteristiky spôsobenú náhodnými príčinami. Do mimo regulačných hraníc indikuje možnú prítomnosť vymedziteľných príčin. Regulačné hranice nemožno zamieňať s tolerančnými hranicami alebo inými cieľovými hodnotami procesu. Možno ich jednoducho charakterizovať ako prognózu veľkosť variability danej systémom. Regulačné diagramy sú nástrojom štatistickej regulácie procesu.

(Mateides, 2006)

Podľa STN ISO 8258 existujú dva typy regulačných diagramov:

### **1. Regulačné diagramy meraním:**

Týkajú sa veličín, ktoré sú spojité a merateľné. Meraním sa získa kvantitatívny popis číslami, ktoré udávajú usporiadanie, ale aj hodnotu veličiny. Pri regulácii meraním sú najčastejšie dvojice regulačných diagramov vedené zvlášť pre ukazovatele polohy, ktoré vyjadrujú zoradenie výrobného zariadenia a zvlášť pre ukazovatele rozptylu, charakterizujúce výrobnú presnosť zariadenia. Norma STN ISO 8258 uvažuje nasledujúce regulačné diagramy:

- Diagram pre priemer ( $\bar{X}$ ) a diagram pre rozpätie (R),
- Diagram pre priemer ( $\bar{X}$ ) a diagram pre smerodajnú odchýlku (s),
- Diagram pre individuálne hodnoty (X) a diagram pre kľzavé rozpätie ( $R_{KL}$ ),
- Diagram pre medián ( $Me$ ) a diagram pre rozpätie (R).

Regulačné diagramy meraním sú veľmi účinné nástroje, ktoré možno použiť, pokiaľ sú k dispozícii údaje získané z procesu meraním. Napr. priemer čapu v milimetroch, odpor v ohmoch, hluk v decibeloch, atď.

Regulačné diagramy meraním pomáhajú vysvetliť údaje získané z procesu ako z pohľadu jeho rozptylu (variabilita od jedného kusa k druhému), tak z pohľadu jeho polohy (priemer procesu). Preto regulačné diagramy meraním by mali byť vždy robené a analyzované vo dvojiciach – jeden diagram pre polohu a druhý pre rozptyl. Najobvyklejšiu dvojicu predstavujú  $(\bar{X}, R)$ - diagramy. Hodnota  $\bar{X}$  vyjadruje výberový priemer hodnôt získaných z malých podskupín a je mierou polohy procesu; hodnota R je rozpätie hodnôt v každej podskupine a je mierou rozptylu procesu.

Vo všetkých aplikáciách regulačných diagramov meraním v tejto publikácii sa predpokladá, že vo vnútri výberu má sledovaný znak kvality **normálne (Gaussovo) rozdelenie**. Odchýlku od tohto predpokladu budú ovplyvňovať účinnosť diagramov. Konštanty pre výpočet regulačných medzí boli odvodené za predpokladu normality.

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

## 2. Regulačné diagramy porovnávaním:

Týkajú sa nespojitých náhodných veličín, ktoré popisujú kvalitatívne vlastnosti znakov. Tieto metódy regulácie nie sú založené na technických, ale skôr na ekonomických ukazovateľoch. Vychádzajú z predpokladu, že výrobky pri kontrole delíme na výrobky, ktoré vyhovujú požiadavkám na ne kladeným a na výrobky, ktoré požiadavky nespĺňajú. Norma STN ISO 8258 uvažuje tieto 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).

Každý z týchto dvoch typov regulačných diagramov (meraním a porovnávaním) je viazaný na dve rozdielne situácie: Regulačné diagramy sú väčšinou uvažované pre kvantitatívne údaje, ale ich verzie sú vypracované i pre kvalitatívne údaje. Pri kvalitatívnych údajoch pracujeme s dvoma hodnotami (zhodný/nezhodný; dobrý/zlý; zlyhá/nezlyhá; prejde/neprejde; prítomný/neprítomný), t.j. jav A sa pri skúmanom výrobku **vyskytuje** alebo jav A sa pri skúmanom výrobku **nevyskytuje**. Zvyčajne, v procesoch riadenia kvality, jav A predstavuje nezhodný, poškodený, parametre nespĺňajúci výrobok. Jav A sa vyskytuje s pravdepodobnosťou **p**, pričom p vypočítame ako podiel

V tomto prípade výsledným vyjadrením vlastnosti je počet np výskytov javu A (chýb, nezhodných výrobkov a pod. ) vo výbere n výrobkov alebo podiel p výskytu javu A vo výbere n výrobkov.

Druhý spôsob vyjadrenia vlastnosti predstavuje situácia, ak máme určitý objekt (výrobok) a na ňom sa môžu vyskytovať chyby, nezhody a pod. Realizujeme výber určitého počtu objektov n. Počet nezhôd na všetkých objektoch označujeme c. Počet nezhôd na jeden objekt potom je

V prvej situácii jeden výrobok môže byť buď zhodný alebo nezhodný, v druhej situácii na jednom výrobku môžeme zistiť žiadnu, jednu, dve, ... viac nezhôd.

Údaje sa pri kontrole porovnávaním získavajú rýchlo a pomerne lacno a často bez požiadaviek na špecializovanú kvalifikáciu.

V prípade regulačných diagramov meraním je bežné v praxi zachovať dvojicu regulačných diagramov, jeden pre reguláciu priemeru a druhý pre reguláciu rozptylu. To je potrebné, pretože v regulačných diagramoch meraním sa predpokladá normálne rozdelenie, a to závisí na týchto dvoch parametroch. Avšak v prípade regulačných diagramov porovnávaním bude stačiť jeden diagram, lebo predpokladané rozdelenie má len jeden nezávislý parameter, totiž priemernú úroveň. Diagramy pre **p** a **np** sú založené na binomickom rozdelení, zatiaľ čo diagramy pre **c** a **u** sú založené na Poissonovom rozdelení.

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

#### **a) Základné hodnoty nie sú stanovené**

Účelom je zistiť, či pozorované hodnoty sledovanej výberovej charakteristiky majú rozptyl len v rozmedzí, ktoré je možné pripísať iba pôsobeniu náhodných príčin.

#### **b) Základné hodnoty sú stanovené**

Hodnoty sú dané vo forme špecifických požiadaviek alebo technického zadania. Účelom je zistiť, či pozorované hodnoty výberovej charakteristiky sa líšia od hodnôt daných predpisom viac, ako je možné očakávať pri pôsobení iba náhodných príčin. Hodnoty dané predpisom môžu byť založené na skúsenosti alebo predchádzajúcich informáciách.

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

### **1.3.2 Postup pri tvorbe regulačných diagramov**

#### **1. Určenie spôsobu odberu**

Štatistická regulácia je výberovou formou kontroly, kontrolujú sa iba vybrané výrobky. Z hľadiska charakteru delíme výrobky na tri skupiny – plnotvarné (tri rozmery sú presne definované a nemenné), polotvarné (jeden z rozmerov sa určuje podľa požiadaviek zákazníka) a beztvorné (sypké, tekuté). Pre každý druh výrobku platia rôzne zásady odberu.

(A. Linczenyi, 1996)

#### **2. Určenie veľkosti kontrolného intervalu**

Veľkosť kontrolného intervalu (od 1. kontroly po 2. kontrolu) závisí od charakteru výrobného procesu, rýchlosti produkcie, výšky nákladov na kontrolu a menlivosti výrobných podmienok.

#### **3. Určenie počtu výberov k**

Počet výberov určuje, koľko výberov sa v rámci regulácie uskutoční. Rozsah výberov závisí predovšetkým od veľkosti výberu.

#### **4. Realizácia jednotlivých meraní**

Ak poznáme rozsah jedného výberu a počet jednotlivých parametrov, možno pristúpiť k samotnému meraniu. Výsledky jednotlivých meraní sa zvyčajne zaznamenávajú do tabuľky, v ktorej sú uvedené potrebné štatistické charakteristiky.

#### **5. Výpočet hraníc a centrálnej priamky**

Pri regulačných diagramoch sa vypočítavajú tri základné údaje – centrálna priamka CL, horná regulačná hranica UCL a dolná regulačná hranica LCL. Pre každý typ regulačného diagramu existujú špecifické výpočty týchto charakteristík.

## 6. Vyhotovenie diagramu

Namerané hodnoty sa zaznačia do regulačného diagramu. Priestor medzi LCL a UCL predstavuje regulačné pole. Následne vynášame do diagramu jednotlivé výberové charakteristiky podľa typu regulačného diagramu a jednotlivé vody spojíme úsečkou, čím vznikne regulačná lomená čiara.

(Mateides, 2006)

### 1.3.3 Interpretácia regulačných diagramov

Základná interpretácia regulačných diagramov je jednoduchá. Pokiaľ ostávajú procesy v rámci hraníc regulácie, predpokladá sa, že variabilita vznikla v dôsledku bežných príčin. Ak však pozorovanie dokáže opak, je nutné dôslednejšie sa venovať pozorovaniu, aby sme odhalili príčiny odchýlok. Ak ide o stabilný systém, pozorovanie mimo hraníc regulácie je zvyčajne dôsledkom špecifických príčin.

Ak pozorujeme nejaký jav (napr. ako výkon) počas určitej doby, musíme sa venovať pozorovaniu, ktoré spadá mimo hraníc regulácie. Ak sa stane, že počas tejto doby stále viac pozorovaní spadá mimo hraníc regulácie, môže to tiež znamenať, že samotný systém sa začína vymykať spod kontroly (mení sa a je menej efektívny). Rôzna interpretácia regulačných diagramov:

- **Stabilita** – pozorovaný proces je stabilný vtedy, ak sú všetky body v rámci definovaného UCL a LCL. Proces je pod kontrolou.
- **Nestabilita** – proces je nestabilný (nie je pod kontrolou), ak niektoré pozorovania spadajú mimo UCL a LCL. Takýto stav poukazuje na špecifickú variabilitu.
- **Varovné signály** – stav, keď sa viac po sebe uskutočnených pozorovaní nachádza nad alebo pod priemerom, označujeme to pojmom tendencia. I keď sú tieto pozorovania medzi UCL a LCL, tendencie by sme mali pozorne sledovať, pretože môžu naznačovať, že sa proces začína vymykať spod kontroly.
- **Trendy** – ak sa tendencia stáva výraznejšou (stále viac za sebou nasledujúcich pozorovaní sa nachádza nad alebo pod priemerom), mohlo by to znamenať, že sa trend vyvíja pozitívnym alebo negatívnym smerom. (Obr. 3), (Obr. 4)



- **Cyklické javy** – ak sa javy opakujú (napr. chyby pri účtovaní sú častejšie na začiatku než na konci každého mesiaca), ide o existenciu cyklických javov. Cyklický graf znázorňuje časovú závislosť externých faktorov, ako napr. sezónnosť alebo pracovný úväzok.

Tiež si všimnite, že keď pracujeme s percentuálnymi údajmi, postačuje jeden graf. Keď však pracujeme s premenlivými znakmi, potrebujeme regulačné diagramy nielen pre priemery, ale aj pre štandardné odchýlky. Hoci tvorba diagramov nie je zložitá, musíte byť pripravení na veľa praktických problémov. Niektoré z nich:

1. Pri určovaní hraníc regulácie pre percentuálne údaje LCL môže byť záporné číslo, ktoré nedáva zmysel, ak sú vaše údaje v podstate súčtami. V tom prípade považujte za spodnú hranicu nulu.
2. Pri práci s rôznymi podskupinami (ako v prípade hodnotenia výkonov v rôznych predajniach) sme predpokladali rovnakú veľkosť vzorky. Ak to tak nie je, spriemerujte veľkosť vzoriek, pokiaľ sú približne rovnaké ( $\pm 20\%$ ). Ak sú veľkosti vzoriek príliš rozdielne, pre každú podskupinu musíte použiť detailnejšie výpočty.
3. Ak podskupiny ne sú homogénne, potom je rozpätie hraníc regulácie príliš široké.

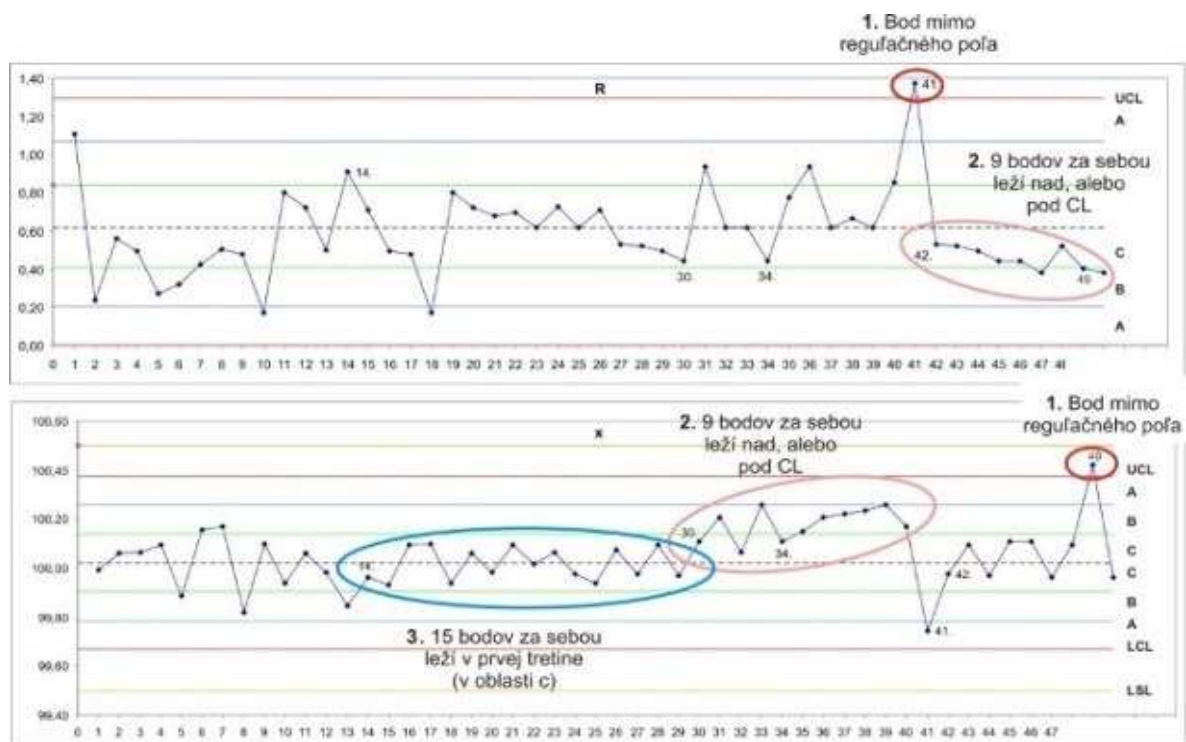
Z toho vyplýva, že regulačný diagram nebude v prípade zmien veľmi flexibilný. Kedykoľvek máme pochybnosti o tom, či sú podskupiny všeobecne porovnateľné, mali by ste ich rozvrstviť a vytvoriť osobitné regulačné diagramy. Napr. ak vytvárate regulačný diagram pre čakaciu dobu, vidiecke a mestské predajne sú pravdepodobne príliš rozdielne, čo by ovplyvnilo hranice regulácie. V takýchto prípadoch je výhodnejšie pristupovať k mestským a vidieckym predajniam ako k rozdielnym skupinám a podľa toho ich aj analyzovať. Ak by sme tak nepostupovali, mohli by sme pripísať väčšiu variabilitu bežným príčinám a nepodarilo by sa nám identifikovať špecifické príčiny. Ak máme proces pod kontrolou, neznamená to, že naša produkcia je uspokojivá, či dokonca zákazníkmi akceptovaná. Znamená to len toľko, že je v súlade s tým, čo očakávame od existujúceho systému. To však nemusí mať nič spoločné s požiadavkami zákazníka.

Podľa STN ISO 8258 existuje osem základných testov regulačných diagramov:

- test – bod padne mimo regulačného poľa,

- test – 9 po sebe idúcich bodov leží len v jednej polovici regulačného poľa,
- test – 6 po sebe idúcich pozorovaných bodov klesá alebo stúpa,
- test – 14 po sebe idúcich bodov pravidelne kolíše hore alebo dole,
- test – 2 z 3 pozorovaných bodov ležia v oblasti A,
- test – 4 z 5 pozorovaných bodov ležia v oblasti B alebo A,
- test – 15 po sebe idúcich pozorovaných bodov leží v oblasti C,
- test – žiadny z 8 bodov neleží v pásme C.

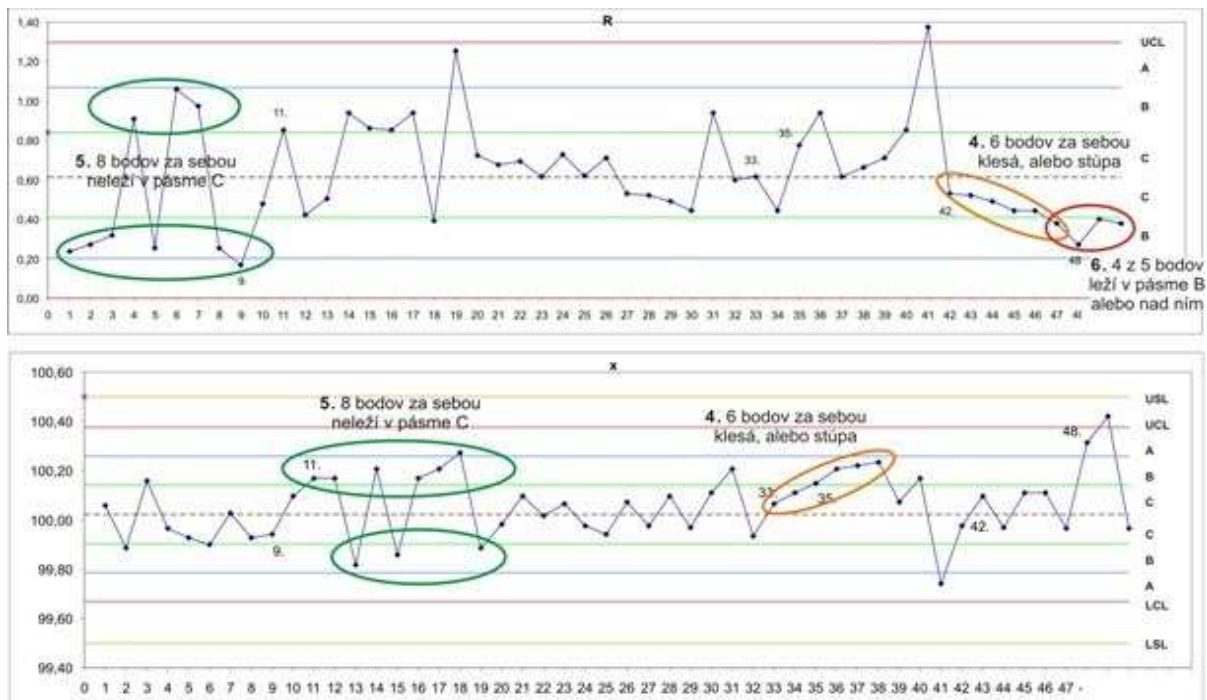
(Mateides, 2006)



**Obr. 3**

**Zobrazenie trendov**

Zdroj: [http://bazant.files.wordpress.com/2010/11/1\\_web.jpg](http://bazant.files.wordpress.com/2010/11/1_web.jpg)



Obr. 4

### Zobrazenie trendov

Zdroj : [http://bazant.files.wordpress.com/2010/11/2\\_web.jpg](http://bazant.files.wordpress.com/2010/11/2_web.jpg)

### 1.3.4 Spôsobilosť procesu

K vyhodnoteniu spôsobilosti procesu prejdeme vtedy, keď sú splnené tieto predpoklady:

- **proces je štatisticky stabilizovaný**, t.j. boli vyriešené problémy regulácie tak v  $\bar{X}$ -diagramoch, ako aj v R- diagramoch (vymedziteľné príčiny boli identifikované, analyzované, napravené a vytvorená prevencia ich opätovnému vzniku),
- **jednotlivé merania pochádzajúce z toho procesu podliehajú normálnemu rozdeleniu**, t.j. mal by sa vykonať test normality. Normalitu môžeme preskúmať pomocou histogramu, zakresleným hodnôt empirickej distribučnej funkcie na pravdepodobnostnú sieť normálneho rozdelenia alebo omnoho presnejšou metódou napr. Personovým  $\chi^2$  kritériom,
- **technické a ostatné špecifikácie** presne vyjadrujú požiadavky zákazníka,
- **nominálna hodnota návrhu** je v strede poľa.

Mierami spôsobilosti výrobného procesu sú indexy spôsobilosti procesu  $C_p$  a  $C_{pk}$ . (Hrubeč, Virčíková a kolektív, 2009)

## 2 CIEĽ PRÁCE

Aby organizácia v dnešnej dobe bola úspešná a uspokojila stále narastajúce požiadavky dnešných zákazníkov je potrebné aby organizácie udržiavali proces pod štatistickou kontrolou. Úspešnosť fungovania každej organizácie vo veľkej miere závisí od rýchlosti a schopnosti prispôbiť sa požiadavkám zákazníkov. Pre organizáciu je dôležité využívanie riadenie kvality, ktoré im pomáha plniť požiadavky zákazníkov. Regulačné diagramy pomáhajú dostať proces pod štatistickú kontrolu. Pokiaľ je proces pod štatistickou kontrolou, jeho kvalita je predpovedaná a je možno určiť do akej miery budú splnené požiadavky zákazníkov.

Cieľom bakalárskej práce je zaviesť štatistické metódy v riadenia kvality a pomocou nich zostaviť regulačné diagramy pre hydraulicky lis Raster 400 , ktorý sa používa na výrobu Gehause 225 Tandem typ DV03 v firme Huhn Press Tech, Vráble. Na súčiastke sme merali stredný priemer  $\varnothing 44h11$ . Cieľom je zistiť spôsobilosť procesu pomocou indexov  $C_p$  a  $C_{pk}$ .

## 3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA

### 3.1 Regulačné diagramy meraním pre priemer $\bar{X}$ a smerodajnú odchýlku $s$

Diagramy pre rozpätie boli vyvinuté ako nástroje pre meranie kolísania procesu, pretože rozpätie je možné ľahko vypočítať a je výhodné pre malé rozsahy podskupín. Výberová smerodajná odchýlka  $s$  je oveľa výdatnejší ukazovateľ variability procesu, zvlášť pre väčšie podskupiny.

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

#### 3.1.1. Získavanie údajov

- z výrobného procesu odoberieme 100 výrobkov v pravidelných časových intervaloch,
- rozsah podskupiny  $n$  si zvolíme  $n=5$ , počet podskupín  $k=20$

$$k = \frac{N}{n} = \frac{100}{5} = 20 \quad (1)$$

- vypočítame **priemernú hodnotu znaku**  $\bar{X}_i$  pre každú podskupinu:

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

pre  $i = 1, 2, \dots, k$

pre  $j = 1, 2, \dots, n$

- vypočítame **smerodajnú odchýlku**  $s$  pre každú podskupinu:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2} \quad (3)$$

$k$  – počet podskupín

$n$  – rozsah podskupiny

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

Z hodnôt, ktoré sme vypočítali teraz pristúpime k výpočtu priemeru procesu  $\bar{\bar{X}}$  a priemeru výberových smerodajných odchýlok jednotlivých podskupín  $\bar{s}$

- Vypočítame priemer procesu  $\bar{\bar{X}}$  :

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

- Vypočítame priemer výberových smerodajných odchýlok jednotlivých podskupín:

$$\bar{s} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i \quad (5)$$

Centrálne priamky regulačných diagramov tvoria pri priemere  $\bar{\bar{X}}$  a pri výberovej smerodajnej odchýlke jednotlivých podskupín  $\bar{s}$ . Centrálne priamky sa znázorňujú plnou vodorovnou čiarou. Na os „x“ nanesieme počet podskupín k a na os „y“ pre prvý regulačný diagram priemernú hodnotu znaku každej podskupiny a pre druhý graf výberovú smerodajnú odchýlku v podskupine. Body spojíme priamkami, tak aby sa nám zviditeľnili zoskupenia a trendy.

### Výpočet regulačných medzí

Vypočítame si hornú a dolnú regulačnú medzu pre smerodajné odchýlky a pre priemery podľa rovníc. Počítame ich kvôli tomu, aby sme mohli určiť šírku poľa, v ktorom sa budú nachádzať jednotlivé body.

- vypočítame si regulačné medze – hornú a dolnú pre priemery  $\bar{\bar{X}}$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \cdot \bar{s} \quad (6)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \cdot \bar{s} \quad (7)$$

- následne si vypočítame regulačné medze – hornú a dolnú pre smerodajnú odchýlku s:

$$UCL_s = B_4 \cdot \bar{s} \quad (8)$$

$$LCL_s = B_4 \cdot \bar{s} \quad (9)$$

kde  $B_4$ ,  $B_3$  a  $A_3$  sú konštanty meniace sa v závislosti od rozsahu podskupín od 2 do 25. (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

## Vyhodnotenie regulačných medzí

Z vypočítaných hodnôt môžeme zostrojiť regulačný diagram pre priemer a pre smerodajnú odchýlku. Podľa toho, či body sa body nachádzajú medzi hornou a dolnou medzou, určíme či je proces v štatisticky zvládnutom stave. Ak niektoré body ležia mimo regulačných medzí konštatujeme, že proces je v štatisticky nezvládnutom stave (pôsobia naň vymedziteľné príčiny).

Sú prípady, keď všetky výberové rozpätia sú vo vnútri regulačných medzí a proces i napriek tomu nie je štatisticky zvládnutý. Je to v nasledujúcich prípadoch:

- 7 bodov leží v rade za sebou nad alebo pod centrálnou priamkou  $\bar{X}$ ,
- 7 bodov je v rade a vytvára stúpajúcu postupnosť (každý bod má rovnakú hodnotu alebo väčšiu než predchádzajúci bod) alebo klesajúcu postupnosť,
- asi 2/3 zakreslených bodov by malo ležať vo vnútri strednej tretiny oblasti ohraničenej regulačnými medzami a okolo 1/3 bodov by malo byť v okrajových pásmach dvojtretinovej oblasti.

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

### 3.1.2 Zostrojenie histogramu

Ak chceme zostrojiť histogram musíme si zostrojiť rady rozdelenia početností:

- vypočítame počet triednych intervalov „k“

$$k = \sqrt{N} \quad (10)$$

- musíme stanoviť šírku triedneho intervalu „d“

$$d = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k} \quad (11)$$

- musíme určiť absolútnu početnosť „ $n_j$ “
- musíme vypočítať kumulatívnu absolútnu početnosť „ $\sum n_j$ “
- musíme vypočítať relatívnu početnosť „ $P_j$ “

$$P_j = \frac{n_j}{N} \quad (12)$$

- musíme vypočítať kumulatívnu relatívnu početnosť „ $\sum P_j$ “

Histogram je špeciálny typ stĺpcového diagramu zobrazujúci početnosti triednych intervalov náhodnej veličiny. Podáva informáciu o rozdelení hodnôt premennej z daného rozpätia (o jeho tvare, vrcholoch a extrémnych hodnotách). Šírky stĺpcov v histograme patriacich do daného intervalu. Konštrukcia histogramu vyplýva z grafického zobrazenia absolútnych početností intervalov variačného triedenia analyzovaného súboru údajov, kde:

- výška stĺpca je hodnota  $n_j$
- šírka stĺpca je dĺžka intervalu od  $t_{i-1}$  po  $t_i$  vrátane

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

### 3.1.3 Spôsobilosť procesu

K vyhodnoteniu spôsobilosti procesu prejdeme vtedy, keď sú splnené tieto predpoklady:

- proces je štatisticky stabilizovaný, t.j. boli vyriešené problémy regulácie tak v  $\bar{X}$ -diagramoch, ako aj v s-diagramoch (vymedziteľné príčiny boli identifikované, analyzované, napravené a vytvorená prevencia proti ich opätovnému vzniku,)
- jednotlivé merania pochádzajúce z toho procesu podliehajú normálnemu rozdeleniu, t.j. mal by sa vykonať test normality. Normalitu môžeme preskúmať pomocou histogramu, zakreslením hodnôt empirickej distribučnej funkcie na pravdepodobnostnú sieť normálneho rozdelenia alebo omnoho presnejšou metódou. Pearsonovým kritériom,
- technické a ostatné špecifikácie presne vyjadrujú požiadavky zákazníka,
- nominálna hodnota návrhu je v strede tolerančného poľa

Meraniami spôsobilosti výrobného procesu sú indexy spôsobilosti procesu  $C_P$  a  $C_{PK}$ . Skôr ako sa pristúpi k výpočtu indexov spôsobilosti procesu, odhadne sa smerodajná (štandardná) odchýlka procesu podľa rovnice:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{C_4} = \hat{\sigma}_{s/C_4} \quad (13)$$

kde:

$\bar{s}$  - priemer výberových smerodajných odchýlok

$C_4$  – konštanta meniac sa rozsahom podskupiny; jej hodnoty sú uvedené v tabuľkách



Spôsobilosť môžeme popísať ako funkciu vzdialenosti priemeru procesu  $\bar{X}$  od tolerančných medzí.

Index spôsobilosti procesu  $C_p$  sa vypočíta:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \hat{\sigma}} = \frac{T}{6 \cdot \hat{\sigma}} \quad (14)$$

Kde:

USL – horná tolerančná medza (Upper Specification Limit)

LSL – dolná tolerančná medza (Lower Specification Limit)

T – tolerancia znaku

Hodnota  $C_p$ , ktorá je menšia ako 1, ukazuje, že proces nie je stabilný. Pokiaľ  $C_p=1$ , znamená to, že proces je blízko spôsobilosti. V praxi sa za minimálnu prípustnú hodnotu považuje  $C_p=1,33$  pretože vždy existuje určité kolísanie vyvolané odberom jednotiek a žiadny výrobný proces nie je nikdy úplne v štatisticky zvládnutom stave.

Je treba poznamenať, že  $C_p$  meria iba vzťah tolerančných medzí k rozmedziu procesu, poloha alebo centrovanie výrobného procesu sa neuvažuje. Mohlo by sa stať, že i pri vysokej hodnote  $C_p$  bude určité percento hodnôt mimo tolerančných medzí (nakoľko  $C_p$  zohľadňuje iba rozptyl nameraných hodnôt nezávisle na ich strednej polohe). Preto je dôležité uvažovať s odstupňovanou vzdialenosťou medzi priemerom procesu a najbližšou tolerančnou medzou. S týmto uvažuje korigovaný index spôsobilosti procesu  $C_{pk}$  (ktorý zohľadňuje okrem rozptylu nameraných hodnôt ešte polohu stredných hodnôt  $\bar{X}$  v tolerančnom poli).

Korigovaný index spôsobilosti procesu  $C_{pk}$  sa vypočíta:

$$C_{pk} = \frac{USL - \bar{X}}{3 \cdot \hat{\sigma}} \quad (15)$$

$$C_{pk} = \frac{\bar{X} - LSL}{3 \cdot \hat{\sigma}} \quad (16)$$

Uprednostňuje sa menšia hodnota  $C_{pk}$  z oboch vzorcov. Proces je považovaný za spôsobilý, pokiaľ je menšia vypočítaná hodnota  $C_{pk}$  väčšia alebo rovná 1,33.

V prípade, že  $C_{pk} < 1$  ide o nespôsobilý proces.

V prípade, že  $C_{pk} = 1$  proces je blízko spôsobilosti.

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

## 4 VÝSLEDKY PRÁCE

### 4.1 Charakteristika organizácie Huhn Press Tech

Organizácia Huhn PressTech spol. s r.o. je dcérskou spoločnosťou nemeckej spoločnosti Heinrich HUH N 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 organizácii nachádzajú uplatnenie vo viacerých priemyselných odvetviach, prevažne však v automobilovom priemysle a s ním súvisiacej sieti dodávateľov. Naša činnosť sa nesie v znamení kvality, hospodárnosti a absolútnej spoľahlivosti. Na ceste za cieľom je táto firma ideálnym partnerom.

<http://www.heinrich-huhn.de/si/unternehmen/index.php>



**Obr. 5**  
**Logo firmy Huhn Press Tech**

#### **September 1994**

Podpis Spoločenskej zmluvy medzi Pal-Inalfa a.s. (predtým VEB PALT Autobrzdý, neskôr PAL-Vráble) a Huhn Industrietechnik GmbH, založenie joint venture – podniku so zahraničnou majetkovou účasťou 50/50 - so zameraním na výrobu dielov posilňovača bŕzd a iných kovových častí.

#### **December 1994**

Zahájenie výroby v priestoroch firmy Pal-Inalfa a.s., Vráble.

#### **Marec 1995**

Zápis firmy PAL-HUHN spol. s r.o. do Obchodného registra.

#### **Máj 2000**

Spoločnosť sa rozhodla, že Huhn Industrietechnik GmbH prevezme obchodné podiely firmy Inalfa Industries Slovakia, že zakúpi priemyselnú plochu, zrekonštruuje výrobnú halu a premenuje firmu na HUH N PressTech spol. s r.o..

#### **Október 2001**

Zahájenie výroby v nových priestoroch firmy.

#### **Máj 2004**

Spoločnosť prijala rozhodnutie o rozšírení firmy vo Vrábľoch.

**Jún 2005**

Stavba ďalšej výrobnjej haly.

(<http://www.heinrich-huhn.de/si/unternehmen/historie.php>)

## **4.2 Údaje o pracovisku výrobku**

Na výrobu výrobku Gehäuse 225 Tandem typ DV03, ktorý sa používa v brzdnom systéme automobilového priemyslu. Na výrobu výrobku sa používa hydraulický lis RASTER 400.

Rok výroby: 2001

Tlak: 8 000 kN

Hmotnosť stroja: 15 ton

Teplota na pracovisku: 20°C

Tlak: 1020 Pa

Vlhkosť vzduchu: 80 %

Meranie sme robili pomocou meracieho zariadenia Zeiss Contura 7/10/6 so systémom Zeiss Calypso.



**Obr. 6**

**Meracie zariadenie Zeiss Calypso**

Zdroj: [http://www.inspectionengineering.com/PreOwned\\_CMMs.htm](http://www.inspectionengineering.com/PreOwned_CMMs.htm)

### **Gehäuse 225 Tandem typ DV03**

Materiál: za studena tvárnená oceľ H 280 LA

Hrúbka materiálu: 0,9 mm

Použitie: v brzdnych systémov v automobiloch značky Daimler

Na výrobku sme merali priemer  $\varnothing 44h11$ . Tolerancia  $h11 +0,16\text{mm}$ .



Obr. 7

### Súčiastka Gehäuse 225 Tandem typ DV03

Zdroj: <http://www.heinrich-huhn.de/en/produktbeispiele/bremskraftverstaerker.php>

## 4.3 Vyhodnotenie nameraných hodnôt

Z procesu sme odobrali 100 výrobkov. Odoberali sme 5 po sebe idúcich výrobkov každých 20 minút. Stanovil sa rozsah podskupiny  $n = 5$ . Vypočítali sme rozsah podskupiny  $k = 20$ . Z odobratých výrobkov sme vypočítali priemer  $\bar{X}_i$  z rovnice (2) a výberový smerodajnú odchýlku  $s$  z rovnice (3). Priemer procesu sme vypočítali zo vzorca (4)  $\bar{\bar{X}} = 44,0751$  mm. Priemer smerodajných odchýlok  $\bar{s} = 0,017322$  mm zo vzorca (5), tieto hodnoty tvoria centrálnu priamku jednotlivých regulačných diagramov. Výpočty sú uvedené v tabuľke nameraných hodnôt (Tab. 1)

Následne po výpočtoch priemeru a smerodajnej odchýlky sme pristúpili k výpočtom regulačných medzí pre priemer  $\bar{X}$  a smerodajnú odchýlku  $s$ .

Výpočtami sme dostali nasledovné hodnoty:

Z rovníc (6) a (7) sme vypočítali hornú a dolnú regulačnú medzu pre priemer  $\bar{X}$

$$UCL_{\bar{X}} = 44,09986 \text{ mm}$$

$$LCL_{\bar{X}} = 44,05042 \text{ mm}$$

a z rovníc (8) a (9) sme vypočítali hornú a dolnú regulačnú medzu pre smerodajnú odchýlku  $s$

$$UCL_s = 0,036186 \text{ mm}$$

$$LCL_s = 0 \text{ mm}$$

Regulačné diagramy sú uvedené na obrázkoch.

(Obr. 8) – Regulačný diagram pre priemer

(Obr. 9) – Regulačný diagram pre smerodajnú odchýlku

Na regulačných diagramoch sme neodhalili žiadne zoskupenia bodov ani trendy. Mimo regulačných medzí sa nevyskytovali žiadne body. Na základe posúdenia nameraných hodnôt môžeme potvrdiť, že namerané hodnoty podliehajú zákonitosti. Po tom ako sme zostrojili  $\bar{x}$  – kartu a  $s$  – kartu je na prvý pohľad vidieť, že **proces je stabilný** a že naň nepôsobia žiadne rušivé vplyvy.

Rady rozdelenia početností (Tab. 2) sme zostrojili z nameraných hodnôt. Počet triednych intervalov sme stanovili zo vzorca (10)  $k = 10$ , šírku triednych intervalov  $d = 0,016$  sme vypočítali zo vzorca (11). Následne sme vypočítali absolútne početnosti  $n_j$ , relatívne početnosti zo vzorca (12). Potom sme vypočítali kumulatívnu relatívnu početnosť  $\sum P_j$ . Vypočítané hodnoty sú uvedené v tabuľke č. 2

Na základe vypočítaných hodnôt sme zostrojili histogram (Obr. 10) a krivku kumulatívnej relatívnej početnosti a distribučnej funkcie  $f(x)$  (Obr. 11). Pomocou histogramu a krivky kumulatívnej relatívnej početnosti sme zistili, že rozdelenie náhodnej veličiny je normálne.

Na určenie spôsobilosti procesu sme si vypočítali odhad smerodajnej odchýlky  $\hat{\sigma} = 0,00921$  mm podľa vzorca (13).

Výpočty indexu spôsobilosti procesu:

$C_P = 1,89$  podľa vzorca (14)

$C_{PK} = 2,71$  podľa vzorca (15)

$C_{PK} = 3,07$  podľa vzorca (16)

Proces považujeme za spôsobilý, ak je vypočítaná hodnota  $C_P$  väčšia alebo rovná 1,33. Pri indexe  $C_{PK}$  musí byť menšia z dvoch hodnôt väčšia alebo rovná 1,33.

Náš proces môžeme vyhlásiť za **spôsobilý**.

Por. Č.	Namerané hodnoty					$X_i$	$S_i$	$X_{ij}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$			
1	44,0608	44,0727	44,0745	44,0683	44,0813	44,0715	0,009892	220,3576
2	44,0802	44,0964	44,0926	44,0751	44,0928	44,0874	0,009504	220,4371
3	44,0684	44,0619	44,0674	44,0874	44,0639	44,0698	0,005203	220,3490
4	44,0891	44,0877	44,0595	44,083	44,0695	44,0778	0,002081	220,3888
5	44,0832	44,0774	44,0672	44,0576	44,0886	44,0748	0,008751	220,3740
6	44,0715	44,0815	44,0938	44,0716	44,0955	44,0828	0,004034	220,4139
7	44,0636	44,0935	44,0589	44,0629	44,0644	44,0687	0,004108	220,3433
8	44,0792	44,0652	44,0939	44,0637	44,067	44,0738	0,005163	220,3690
9	44,0933	44,0678	44,079	44,0585	44,0799	44,0757	0,002464	220,3785
10	44,0609	44,0576	44,0923	44,0955	44,0747	44,0762	0,010902	220,3810
11	44,0594	44,0764	44,0612	44,0959	44,0623	44,0710	0,015455	220,3552
12	44,0785	44,0748	44,0868	44,0650	44,0926	44,0795	0,010703	220,3977
13	44,0723	44,0759	44,0774	44,0798	44,0719	44,0755	0,003371	220,3773
14	44,0918	44,0645	44,0783	44,0667	44,0740	44,0751	0,010877	220,3753
15	44,0966	44,0839	44,0964	44,0665	44,0773	44,0841	0,01288	220,4207
16	44,0604	44,0678	44,0587	44,0585	44,0804	44,0652	0,009327	220,3258
17	44,0900	44,0819	44,0820	44,0990	44,0651	44,0836	0,012508	220,4180
18	44,0615	44,0742	44,0951	44,0787	44,0939	44,0807	0,014111	220,4034
19	44,0907	44,0705	44,0616	44,0933	44,0786	44,0789	0,013384	220,3947
20	44,0614	44,0743	44,0823	44,0787	44,0812	44,0756	0,008503	220,3779
						$\sum X_i$	$\sum S_i$	$\sum X_{ij}$
						<b>44,0764</b>	<b>0,008661</b>	<b>220,3819</b>

**Tab. 1**  
**Tabuľka nameraných hodnôt**

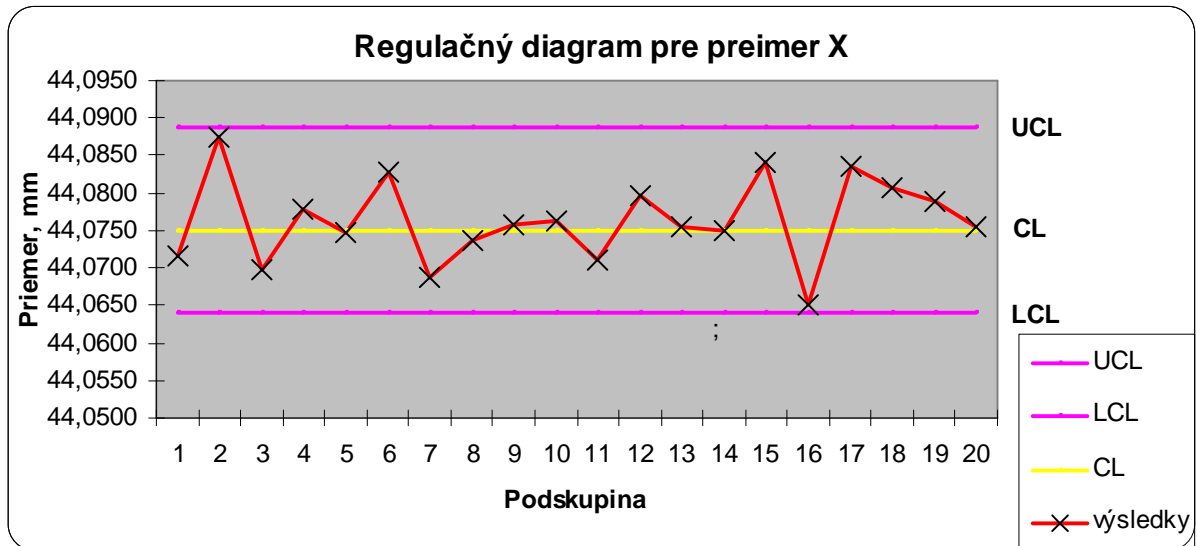
## Dosiahnuté výsledky:

### Regulačný diagram pre priemer X

$UCL_X$ : 44,0874 mm

$LCL_X$ : 44,0651 mm

CL: 44,0764 mm



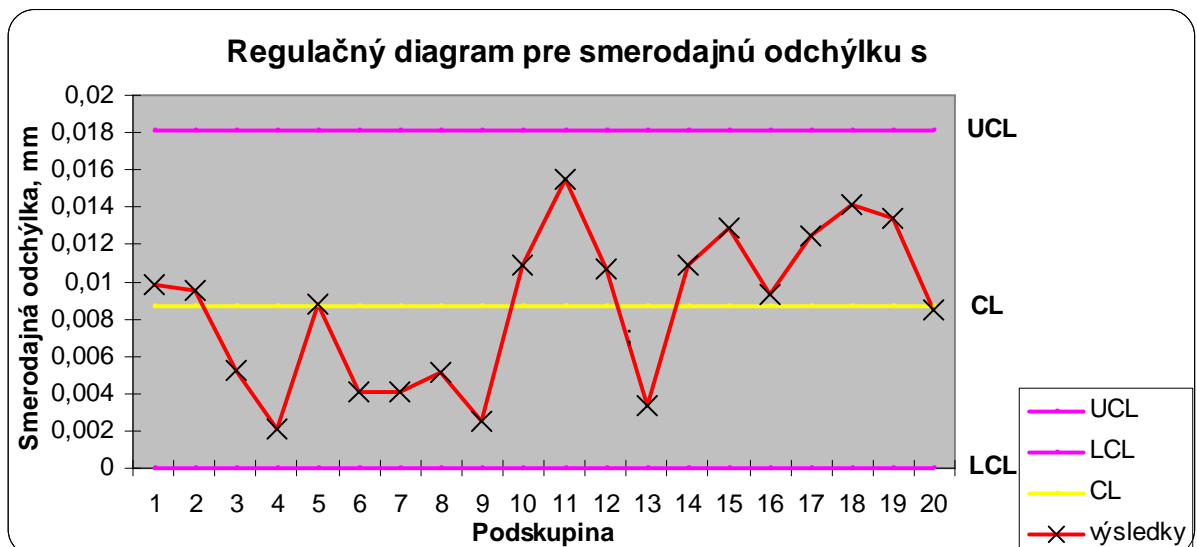
Obr.8  
Regulačný diagram pre priemer X

### Regulačný diagram pre smerodajnú odchýlku s

$UCL_S$ : 0,01809 mm

$LCL_S$ : 0 mm

CL: 0,00866 mm



Obr. 9  
Regulačný diagram pre smerodajnú odchýlku s

Podsk.	Priemer diery		Stred intervalu	Absolútne početnosti	$\sum ni$	$P_j$	$\sum P_j$	$F(x)$	$f(x)$
	DH,mm	HH,mm	$x_i$ , mm	$n_i$					
1	44,0576	44,0576	44,05760	2	2	0,02	0,02	0,016	4,50573
2	44,0617	44,0617	44,06170	5	7	0,05	0,07	0,046	11,1789
3	44,0658	44,0658	44,06580	8	15	0,08	0,15	0,113	22,1671
4	44,0699	44,0699	44,06990	14	29	0,14	0,29	0,231	35,1314
5	44,0740	44,0740	44,07400	18	47	0,18	0,47	0,396	44,5
6	44,0781	44,0781	44,07810	18	65	0,18	0,65	0,583	45,0506
7	44,0822	44,0822	44,08220	16	81	0,16	0,81	0,753	36,4517
8	44,0863	44,0863	44,08630	9	90	0,09	0,9	0,876	23,5729
9	44,0904	44,0904	44,09040	7	97	0,07	0,97	0,949	12,1839
10	44,0945	44,0990	44,09675	3	100	0,03	1	0,996	1,47365

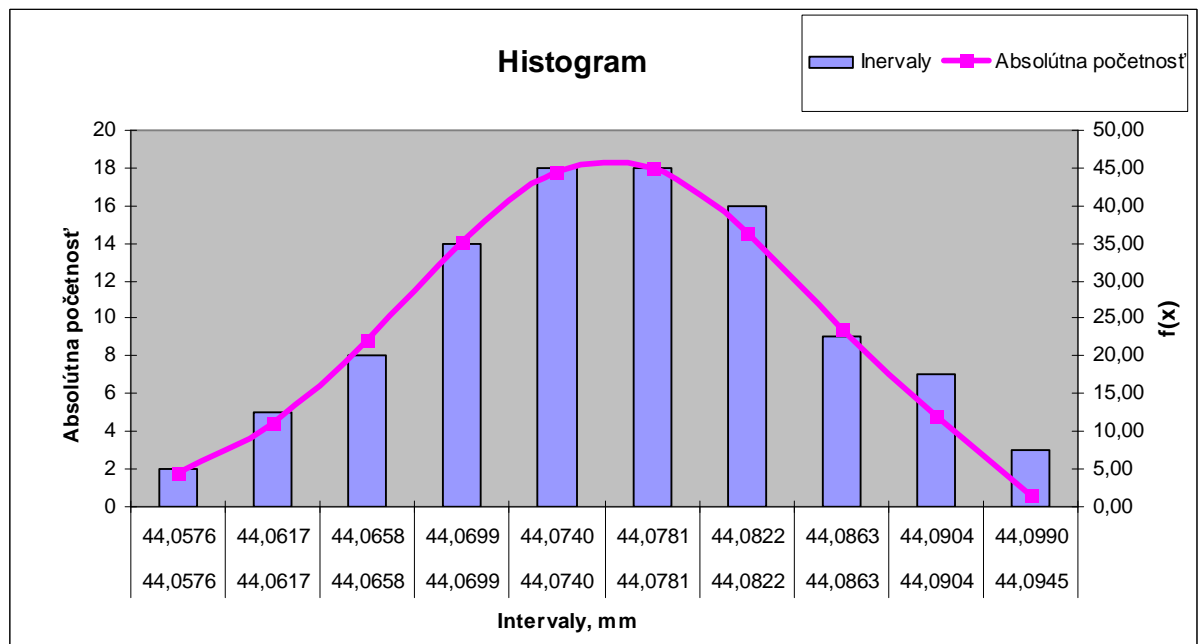
100

Tab.2

Tabuľka rozdelenia intervalov

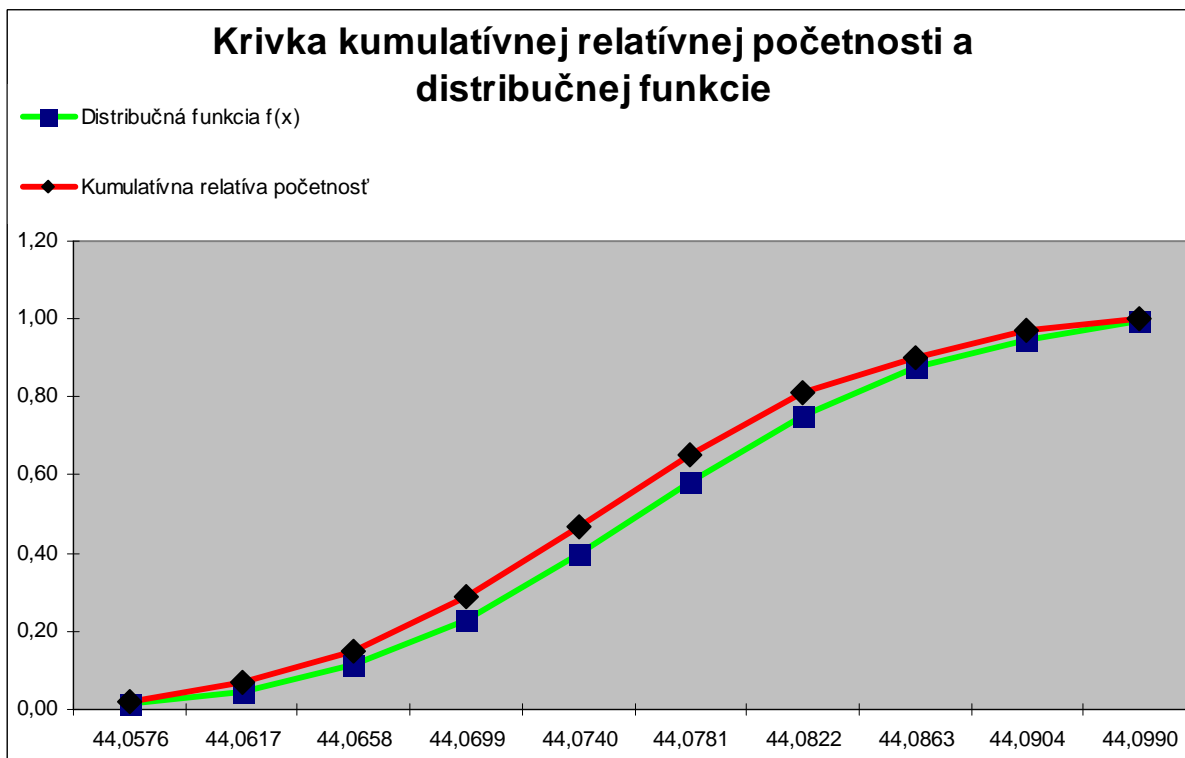
počet triednych intervalov  $k = 10$

šírka triednych intervalov  $d = 0,004140$



Obr.10

Histogram



Obr.11

**Krivka kumulatívnej relatívnej početnosti a distribučnej funkcie  $f(x)$**



## 5 ZÁVER

Ako nástroj zabezpečovanie kvality sa vo výrobnom procese sa najčastejšie používa štatistická regulácia. Medzi najjednoduchšie metódy patria práve regulačné diagramy, pretože sú veľmi citlivé a dokážu odhaliť a veľmi presne určiť vymedziteľné príčiny, ktoré na proces vplývajú. Ak na proces pôsobia len náhodné príčiny, môžeme povedať, že proces je v štatisticky zvládnutom stave.

V organizácii Huhn Press Tech, reguláciu regulačnými diagramami zatiaľ nevyužívajú. Cieľom bolo zistiť, či je proces spôsobilý a či naň vplývajú len náhodné príčiny. Využívanie regulačných diagramov ako nástroj štatistickej regulácie v blízkej dobe plánujú. Proces výroby súčiastky Gehause 225 Tandem typu DV03 je podľa môjho výskumu a výpočtov stabilný.

Meranie sme robili pomocou meracieho zariadenia Zeiss Contura 7/10/6 so systémom Zeiss Calypso. Na súčiastke Gehause 225 Tandem typu DV03 sme merali priemer  $\phi 44h11$ . Súčiastka sa používa v brzdnom systéme do automobilov. Organizácie sa zaoberá výrobou kovových výliskov a konštrukčných celkov. Pre to aby sme proces vyhlásili ako stabilný bolo treba aby sme dosiahli index  $C_p$  väčší alebo rovný 1,34 a korigovaný index  $C_{pk}$  aby bol väčší alebo rovný 1,33, to sa nám aj podarilo. Vypočítané indexy  $C_p = 2,89$  a menší  $C_{pk} = 2,71$ . Ďalej sme vypočítali priemer procesu  $\bar{X} = 44,0764$  mm, priemer smerodajnej odchýlky  $\bar{s} = 0,00921$  mm, ktoré tvoria centrálnu priamku regulačných diagramov. Hornú a dolnú regulačnú medzu pre priemer  $X$  ( $UCL_X: 44,0874$  mm,  $LCL_X: 44,06512$  mm) Hornú a dolnú regulačnú medzu pre smerodajnú odchýlku  $s$  ( $UCL_S: 0,018093$  mm,  $LCL_S: 0$  mm) Štatistická regulácia je jedným z krokov ako byť úspešnou organizáciou na dnešnom konkurencie preplnenom trhu.

## 6 POUŽITÁ LITERATÚRA:

1. CHAJDIAK, I. 1998. *Štatistické riadenie kvality*. STATIS, Bratislava, 1998
2. HRUBEC, J., 1994. *Akosť a spoľahlivosť strojov*. 1. vydanie Nitra., 181s, OSBN 80-7137-168-8
3. HRUBEC, J., EDITA VIRČÍKOVÁ 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. KAPSDORFEROVÁ, Z.,2010. *Manažment kvality*. 1. vydanie Nitra, 146s, ISBN 978-80-552-0490-1
6. KUDLIČKA, J CAJCHOVÁ,O. RAKYTA, M.1998, *Využitie štatistických metód pri analýze a zdokonaľovaní procesov*, MASM, Akadémia pre marketing a manažment v Žiline 1998, 67s
7. KMEŤ, S. – HEKELOVÁ, E. a i. 1998. *Komplexný manažment kvality*. Žilina, 1998.
8. LINCZÉNYI, A. 1997. *Riadenie kvality a reengineering podnikateľských procesov*, In.: Zborník Quality 97, Nitra 1997, s. 8-12.
9. LINCZÉNYI, A. – NOVÁKOVÁ, R. 2001. *Manažérstvo kvality*. Bratislava: STU MtF, 2001
10. MATEIDES, A. 2006. *Manažérstvo kvality*. Ing. Miroslav Mračko, Bratislava. 2006. ISBN 80-8057-656-4
11. SEDLÁK M. 2001. *Manažment*. Bratislava: Ekonómia, 2001
12. STN EN ISO 9000:2006 *Systémy manažérstva kvality*. Základy a slovník
13. STN EN ISO 9001:2009 *Systémy manažérstva kvality*. Požiadavky
14. STN EN ISO 9004:2000 *Systémy manažérstva kvality*. Návod na zlepšovanie výkonnosti
15. ŠALGOVIČOVÁ, J. 2006. *Terminológia kvality*. Bratislava: STU v Bratislave, 2006. 156 s. ISBN 80-227-2370-3

### **Dostupné na internete**

16. Manažment v teórii a v praxi ročník 6, 2010, číslo 1 [cit. 2011-04/02] Dostupné na internete: <<http://caspoisy.euke.sk/mtp>>
17. (<http://www.heinrich-huhn.de/si/unternehmen/historie.php>)
18. (<http://www.heinrich-huhn.de/si/unternehmen/index.php>)