

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1130260

**VYUŽITIE ŠTATISTICKÝCH METÓD V RIADENÍ
KVALITY**

2011

Zuzana Bödörová

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**VYUŽITIE ŠTATISTICKÝCH METÓD V RIADENÍ
KVALITY
(Bakalárska práca)**

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

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Zuzana Bödörövä vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Využitie štatistických metód v riadení kvality“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 15. apríla 2011

.....

Pod'akovanie

Dovoľujem si poďakovať vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Miroslavovi Prístavkovi, PhD. za odborné rady a usmerňovanie pri jej vypracovaní.

Rovnako ďakujem aj kolektívu pracovníkov organizácie SE Bordnetze – Slovakia s.r.o.,Nitra.

Abstrakt

Súbor noriem ISO 9000 pomáha všetkým organizáciám využívať štatistické metódy pri zavádzaní efektívnych systémov manažérstva kvality. Norma ISO 9001 špecifikuje požiadavky na systém manažérstva kvality. Jedna z požiadaviek systému manažérstva kvality je zameraná na zistenie spôsobilosti výrobného zariadenia.

Pred zahájením sériovej výroby je potrebné najskôr zistiť, či je výrobné zariadenie spôsobilé s dostatočnou mierou vyrábať výrobky požadovaných rozmerov a parametrov.

Cieľom bakalárskej práce bolo navrhnúť a vypracovať štatistické metódy, ktoré je možné použiť pri zisťovaní spôsobilosti výrobných zariadení vo vybranej výrobnéj organizácii.

Navrhnuté metódy boli realizované v spoločnosti SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra pri procese zvarovania káblových zväzkov.

Hlavným cieľom bolo zistiť, či výrobné zariadenie – zvaracie zariadenie GLOBAL SPLICER 40 je spôsobilé vyrábať výrobky v požadovaných toleranciách.

Hodnoty indexov spôsobilosti zvaračky pre skúšku ťahových síl:

$$C_m = 2,97 \text{ a } C_{mk} = 2,95$$

Získané hodnoty indexov spôsobilosti C_m a C_{mk} boli porovnané s požadovanými hodnotami.

Požadované hodnoty indexov spôsobilosti $C_m \geq 1,66$ a korigovaných indexov spôsobilosti $C_{mk} \geq 1,67$ boli pri ťahovej skúške splnené.

Spôsobilosť výrobného zariadenia – zvaračky GLOBAL SPLICER 40 bola potvrdená.

„Kľúčové slová: výrobné zariadenie, riadenie kvality, index spôsobilosti výrobného zariadenia“.

Das Abstrakt

Reihe von Standards ISO 9000 hilft allen Organisationen verwenden statistische Methoden zur Einführung einer effektiven Qualitätsmanagement-Systeme. Die Norm ISO 9001 legt die Anforderungen für Qualitätsmanagementsysteme. Eine Forderung der Qualitätsmanagement-System ist auf der Suche nach Produktionsstätten Kompetenz konzentriert.

Vor dem Start der Produktion ist zunächst zu prüfen, ob die Produktion der Installation einen ausreichenden Stand verursacht Waren gewünschten Abmessungen und Parameter erzeugen.

Ziel dieser Arbeit war die Konzeption und Entwicklung einer statistischen Methode, die zu Produktionsstätten in ausgewählten Fertigung Organisation verwendet werden kann. Vorgeschlagenen Methoden waren in Unternehmen umgesetzt SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra am Schweißen Kabelbaum.

Primäres Ziel es war festzustellen, ob die Fertigung der Lage – Schweißanlagen GLOBAL SPLICER 40 Produkte in der geforderten Toleranzen herstellen sind.

Schweißbarkeit Indexwerte für den Test von Zugkräften:

$$C_m = 2,97 \text{ a } C_{mk} = 2,95$$

Fähigkeit Index C_m und C_{mk} erhaltenen Werte wurden mit Sollwerten verglichen.

Soll Fähigkeit Index $C_m \geq 1,66$ und korrigiert Fähigkeit Index $C_{mk} \geq 1,67$ wurden in den Zugversuch zufrieden.

Fähigkeit der Produktionsanlagen - Schweißanlagen GLOBAL SPLICER 40 wurde bestätigt.

„Die Schlagworte: Produktionsstätte, Quality Control, Fähigkeit Index der Fertigungseinrichtungen“.

Použité označenia:

n	- rozsah podskupiny
k	- počet podskupín
CL	- centrálna priamka, N
C_m	- index spôsobilosti stroja
C_{mk}	- korigovaný index spôsobilosti stroja
\bar{s}	-priemerná smerodajná odchýlka, N
s_i	-smerodajná odchýlka v i-tej podskupine, N
s_{max}	-maximálna smerodajná odchýlka, N
DMZ	-dolná medza zásahu, N
HMZ	-horná medza zásahu, N
USL	-horná tolerančná hodnota, N
LSL	-dolná tolerančná hodnota, N
N	-celkový počet nameraných hodnôt
$\bar{\bar{X}}$	-spoločná priemerná hodnota, N
\bar{X}_i	-priemerná hodnota znaku v podskupine, N
\bar{X}_N	-priemerná hodnota vypočítaná zo všetkých meraní, N
X_i	-i-ta hodnota nameraného znaku, N
X_{ij}	-nameraná hodnota v i-tej podskupine, N
X_{max}	-maximálna nameraná hodnota, N
X_{min}	-minimálna nameraná hodnota, N
σ_{N-1}	-skutočná hodnota smerodajnej odchýlky rozdelenia jednotlivých hodnôt, N

Obsah

Úvod	10
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	11
1.1 Normy pre systém manažérstva kvality.....	11
1.2 Normy pre certifikácie a vyhlásenie zhody	11
1.3 Normy na preverovanie systémov manažérstva kvality	12
1.4 Audit systému manažérstva kvality	12
1.5 QS – 9000 (Systém požiadaviek kvality)	13
1.6 VDA 6.1	13
1.7 Štatistické metódy v riadení kvality	15
1.8 Jednoduché štatistické metódy	16
1.8.1 Paretova analýza	16
1.8.2 Diagram príčina-účinok	17
1.8.3 Vývojový diagram	18
1.8.4 Kontrolný hárok	19
1.8.5 Histogram	19
1.8.6 Korelačný diagram	20
1.8.7 Regulačný diagram	21
1.9 Spôsobilosť výrobného zariadenia	23
2 Cieľ práce	25
3 Metodika práce	26
3.1 Získavanie údajov	26
3.2 Vyhodnotenie získaných údajov	26
3.2.1 Zákonitosti	26
3.2.2 Stabilita	27
3.2.2.1 Určenie stability nameraných hodnôt	27
3.2.2.2 Stanovenie medzných hodnôt	28
3.2.2.3 Posúdenie stability	28
3.3 Výpočet indexu spôsobilosti stroja C_m a C_{mk}	28
4 Výsledky práce	31

4.1	Charakteristika spoločnosti SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra	31
4.2	Spôsobilosť zvaracieho zariadenia Global Splicer 40	32
4.2.1	Skúšky ťahových síl	35
4.2.1.1	<i>Stabilita</i>	36
4.2.1.2	<i>Výpočet indexov spôsobilosti stroja C_m a C_{mk}</i>	41
5	Návrh na využitie	42
6	Záver	43
7	Zoznam použitej literatúry	44

Úvod

V súčasnosti zavádzanie štatistických metód do oblastí výrobného procesu veľkou mierou prispieva k udržaniu úspešných výrobných organizácií na úrovni svetového štandardu.

Využívanie štatistických metód v praxi na riadenie kvality je dôležitým faktorom hlavne pri sériovej výrobe. Budúcnosť každej výrobných organizácie spočíva v neustálom zlepšovaní výrobkov, servisu a schopnosti všetkých zúčastnených dynamicky, flexibilne a s veľkým záujmom reagovať na požiadavky zákazníka. Práve toto je spôsob každej organizácie na udržanie a zvyšovanie konkurencie schopnosti. Kvalita produktov preto jednoznačne určuje úspešnosť výrobných organizácie na trhu.

Normy ISO radu 9000 vyžadujú štatistickú reguláciu procesov vo všetkých systémoch manažérstva kvality. Je to súbor metód, ktoré slúžia k udržaniu výrobného procesu v štatisticky zvládnutom stave. Správne zavádzanie a fungovanie štatistických metód do oblastí výrobného procesu zvyšuje produktivitu práce, ale najmä kvalitu produktov a následne aj spokojnosť zákazníkov. Zvýšené požiadavky na využívanie štatistických metód sú obsiahnuté v normách pre automobilový priemysel (VDA 6.1, QS – 9000). Zavedením systému manažérstva kvality organizácia zodpovedá svetovému štandardu, analyzuje požiadavky zákazníka a udržiava procesy v štatisticky zvládnutom stave. K zisteniu, či je proces pod štatistickou kontrolou alebo nie je, slúžia výstupné veličiny procesu a ich hodnoty, ktoré proces charakterizujú.

Pred zahájením sériovej výroby je potrebné najskôr zistiť, či je výrobné zariadenie spôsobilé s dostatočnou mierou vyrábať výrobky požadovaných rozmerov a parametrov.

Využívanie štatistických metód je predpokladom zavedenia efektívnych systémov manažérstva kvality a napomáha k zvyšovaniu kvality vyrábaných produktov.

Norma ISO 9001 špecifikuje požiadavky na systém manažérstva kvality. Jedna z požiadaviek systému manažérstva kvality je zameraná na zistenie spôsobilosti výrobného zariadenia.

Cieľom bakalárskej práce je navrhnúť a vypracovať štatistické metódy, ktoré je možné použiť pri zisťovaní spôsobilosti výrobných zariadení vo vybranej výrobných organizácii. Navrhnuté metódy boli realizované v spoločnosti SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra pri procese zvarovania káblových zväzkov.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Normy pre systém manažerstva kvality

Súbor noriem ISO 9000 bol vypracovaný, aby organizáciám všetkých typov a veľkostí pomohol zaviesť a prevádzkovať efektívne systémy manažerstva kvality :

ISO 9000

- Špecifikuje terminológiu systémov manažerstva kvality a opisuje základy systémov manažerstva kvality,

ISO 9001

- špecifikuje požiadavky na systém manažerstva kvality tam, kde je pre organizáciu potrebné preukázať svoju schopnosť poskytovať produkty, ktoré spĺňajú požiadavky zákazníka a použiteľných predpisov, a zameriava sa na zdôraznenie spokojnosti zákazníka,

ISO 9004

- poskytuje návod, ktorý berie do úvahy tak efektívnosť, ako aj účinnosť systému manažerstva kvality. Cieľom tejto normy je zlepšovanie výkonnosti organizácie, spokojnosť zákazníkov a ďalších zainteresovaných strán.

Tieto normy ako súbor vytvárajú navzájom súvisiacu skupinu noriem systému manažerstva kvality a tým uľahčujú vzájomné pochopenie v národnom a medzinárodnom obchode (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

1.2 Normy pre certifikácie a vyhlásenie zhody

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.

V zmysle noriem EN rad 45000 je účelné certifikovať systémy kvality, výrobky a pracovníkov.

Podľa príslušného objektu certifikácie rozoznávame:

- certifikáciu systémov kvality, založenú na preverovaní ich súladu s ISO 9001, certifikačné miesto musí spĺňať kritériá určené v norme ISO/IEC 17021:2006,
- certifikáciu výrobkov, založenú na skúškach, certifikačné miesto musí spĺňať kritériá EN 45011,
- certifikáciu pracovníkov, založenú na preverovaní ich odborných vedomostí z problematiky kvality, certifikačné miesto musí spĺňať kritériá normy ISO/IEC 17024:2003.

V norme EN 45010 sú uvedené všeobecné požiadavky na posudzovanie a akreditáciu certifikačných orgánov.

V norme EN 45014 sú uvedené všeobecné kritériá zhody dodávateľom.

1.3 Normy na preverovanie systémov manažérstva kvality

Norma ISO 19011

- poskytuje návod na zásady auditovania, 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.

Norma je vhodná pre všetky organizácie, ktoré potrebujú realizovať interné alebo externé audity systému manažérstva kvality alebo systému environmentálneho manažérstva alebo riadiť program auditu (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

1.4 Audit systému manažérstva kvality

Audit je používaný na určenie rozsahu, v akom boli splnené požiadavky systému manažérstva kvality. Výsledky auditu môžu byť použité na posúdenie efektívnosti systému manažérstva kvality a na určenie príležitostí na zlepšenie.

- norma ISO 19011:2002 poskytuje návod na auditovanie systému manažérstva kvality alebo systému environmentálneho manažérstva.

1.5 QS – 9000 (Quality System Requirements 9000) – Systém požiadaviek kvality

QS 9000 (pre americký automobilový priemysel) je smernica, ktorá sa zakladá na ISO 9001. Súčasťou smernice sú prídavné požiadavky pre automobilový priemysel.

Cieľom požiadaviek na systém kvality QS – 9000 je vypracovanie základných systémov kvality, ktoré poskytujú možnosť na neustále zlepšovanie, zdôrazňujú prevenciu chýb a znižovanie odchýlok a strát v dodávateľskom reťazci. (Leščišin, 2001)

Systém kvality QS – 9000 sa vzťahuje na všetky pracoviská interných a externých dodávateľov materiálu pre výrobu, dielov pre výrobu a servis alebo tepelného spracovania, pokovovania, lakovania a ostatných dokončovacích prác, uplatňujúcim tento dokument priamo zákazníkom.

Výrobcovia nákladných automobilov a ďalšie spoločnosti vyžadujú, aby boli dodávateľmi zavedené, uplatňované a dokumentované účinné systémy kvality založené na QS – 9000 v termínoch stanovených ich zákazníkmi. Požiadavky QS – 9000 je potrebné začleniť do systému kvality dodávateľa a popísať v príručke kvality. Postup, ktorým sa hodnotí zhoda s QS – 9000 je popísaný v požiadavkách. Každý zákazník má spracovaný vlastný systém hodnotenia dodávateľov.

Termín QS – 9000 je vlastníctvom organizácií Ford, General Motors a Chrysler a je chránený autorským právom. (QS – 9000, 1998)

1.6 VDA 6.1 (Verein der Automobilhersteller e. V.)

VDA 6.1 je nemecká smernica v automobilovom priemysle pre systém manažérstva kvality.

VDA je predstaviteľom neziskovej organizácie nemeckých výrobcov automobilov, ako aj ich dodávateľov, ktorá združuje renomované organizácie ako:

- Audi AG, (Ingolstadt), Mercedes Benz AG, (Stuttgart), Porsche AG, (Stuttgart), Volkswagen AG, (Wolfsburg), Adam Opel AG, (Rüsselsheim), BMW AG, (München) atď.

- Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA) vydala v decembri 1998 štvrté vydanie smernice. Táto smernica stala povinnou pre všetkých nemeckých automobilových výrobcov od 1. apríla 1999.

Norma VDA je rozdelená do dvoch častí. Prvá časť je označená ako manažment a druhá je zameraná na produkty a procesy. Na získanie registrácie je potrebné počas auditu, aby minimálne 90% odpovedí na všetky otázky bolo správnych. (Mateidas, 2006)

VDA 6.1 je rozdelená na 22 prvkov, ktoré tvoria katalóg pre audit systému. VDA 6.1 obsahuje upresnenia, ktoré nie je možné brať ako úplný dotazník. Ku každému prvku sú uvedené všeobecné požiadavky, krátko vysvetlená tematika a následne otázky. Dodatočne sa uvádzajú odkazy na spoločne platné zväzky VDA. Otázky označené hviezdíčkou majú mimoriadny vplyv na výrobok. Každá otázka je členená nasledovne (VDA, 2000):

1. formulácia otázky,
2. definícia – pojmy použité pri formulácii sú definované podľa príslušných noriem a normy sú citované,
3. požiadavky (vysvetlenie) – sú stanovené požiadavky na systém manažmentu kvality, celkový počet otázok je 25.

Pri interných auditoch (prvou stranou) a zákazníckych auditoch (druhou stranou) môžu byť pridané ďalšie otázky a prvky.

Pri certifikačnom audite (tretou stranou) možno použiť prídavné požiadavky, ktoré tvoria dôležitú a podstatnú časť systému manažmentu kvality.

Výsledky auditu systému manažerstva kvality sa znázorňujú do vzorového formulára.

Pri záverečnom prekonzultovaní oznámi audítor vedeniu organizácie, aké nezhody sa vyskytli a aké nápravné opatrenia majú byť uskutočnené. Po skončení auditu vypracuje audítor správu o audite. Pri splnení požiadaviek na 90-100% je udelené osvedčenie VDA 6.1 a je platné nasledujúce tri roky. (Truneček, 1999)

1.7 Štatistické metódy v riadení kvality

Štatistické metódy vo výrobnom procese sa systematicky začali používať v Japonsku po druhej svetovej vojne, najmä od roku 1949.

Štatistické metódy môžeme považovať za účinný nástroj v zabezpečovaní kvality. O použití štatistických metód explicitne hovorí norma ISO 9004.

Dôležitým prvkom všetkých etáp slučky kvality je správne použitie štatistických metód a neobmedzuje sa iba na povýrobné (kontrolné) etapy.

Používané štatistické metódy môžeme rozdeliť podľa náročnosti do troch kategórií (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009):

- jednoduché (základné, elementárne) štatistické metódy,
- stredne obtiažne štatistické metódy,
- náročné štatistické metódy.

Prvú kategóriu tvorí sedem nástrojov: Paretova analýza, diagram príčina – účinok (Ishikawov diagram), vývojový (postupový) diagram, kontrolný hárok, histogram, korelačný diagram a regulačný diagram (Shewhartov). Sú používané na všetkých úrovniach a útvaroch organizácie.

Do druhej kategórie patria: metódy štatistických odhadov a testov, štatistická prebierka, metódy plánovania a vyhodnocovanie pokusov. Sú určené pre inžinierov, technikov a pracovníkov útvarov riadenia kvality.

Tretiu kategóriu tvoria zložitejšie metódy plánovania experimentov, mnohofaktorová analýza a rôzne metódy operačného výskumu. Tieto metódy sú určené pre malý okruh špecialistov v oblasti analýz a kvality.

Výrobné a technologické procesy transformujú vstupné veličiny na veličiny výstupné. Ani za ustáleného stavu výstupné veličiny nenadobúdajú stále rovnaké hodnoty. Dôvodom sú náhodné príčiny, ktoré sa nedajú odstrániť napr. chvenie stroja, nerovnorodosť obrábaného materiálu, kolísanie teploty chladiacej kvapaliny a pod. Náhodné príčiny nemenia tvar a parametre rozdelenia.(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009).

Ak je proces v neustálom stave, tak sa predpokladá, že dôvodom sú vymedziteľné príčiny. Rozumieme pod nimi identifikovateľné príčiny, ktoré vyvolávajú reálnu zmenu vo výrobnom procese. STN ISO 8258 vyžaduje, aby tieto príčiny boli zistené, aby bola

urobená náprava a účinné opatrenia, ktoré zabránia ich opakovaniu (identifikácia, náprava, prevencia). Medzi systematické vplyvy zaradíme napr. opotrebenie rezného nástroja, nastavenie na nesprávnu hodnotu rozmeru a pod. (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

Analýza výrobného procesu znamená skúmať faktory, ktoré pôsobia na proces, klasifikovať tieto faktory podľa významnosti ich vplyvu na proces a riadiť ich tak, aby bol dosahovaný ustálený a požadovaný stav procesu.

1.8 Jednoduché štatistické metódy

1.8.1 Paretova analýza

Paretove diagramy sú možnosťou objektívneho formulovania skutočného stavu vecí v prijateľnej a názornej forme.

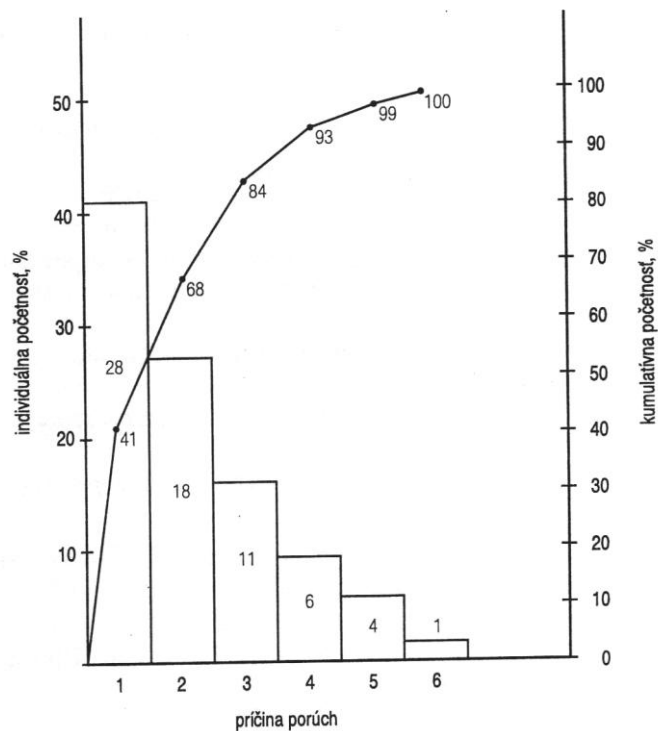
Využívanie Paretovej analýzy je mnohostranné. V oblasti kvality ju možno použiť pri určovaní počtu nezhodných výrobkov, stratách z nezhodných výrobkov podľa ich druhov, nákladových a časových stratách spojených s odstraňovaním nezhodných výrobkov, analýze nezhodných výrobkov, príčin nedodržania technologickej disciplíny, príčin prestojov a pod. (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

Základné hodnoty pre zostrojenie Paretovho diagramu sú v tab. 1. Na obr. 1 je znázornená Paretova analýza príčin porúch motora.

Tab. 1: Tabuľka pre konštrukciu Paretovho diagramu

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

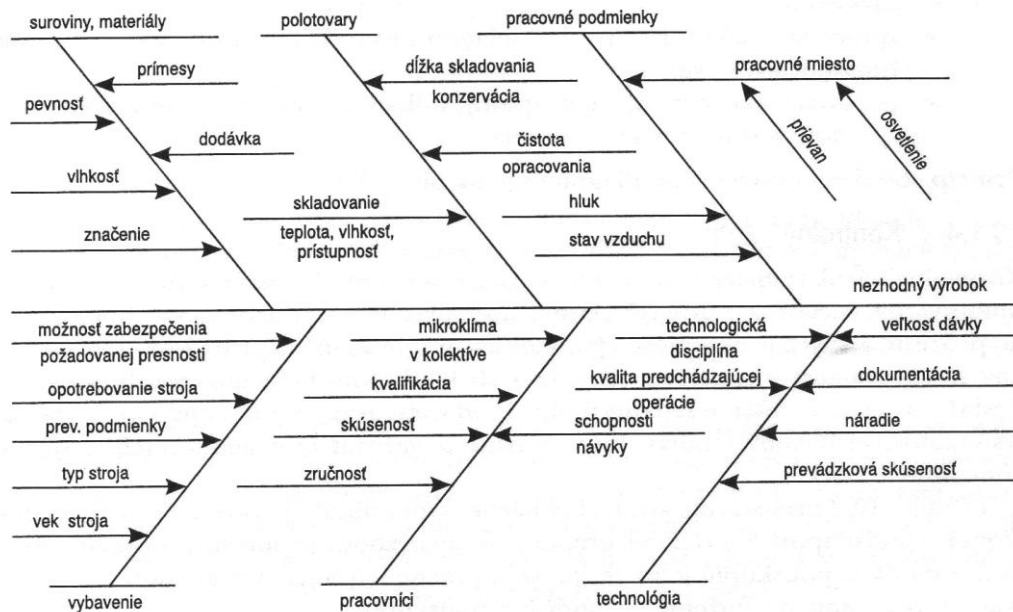
Príčiny porúch sú nasledovné: 1 – nadmerné opotrebenie, 2 – nečistoty, 3 – poškodené tesnenie, 4 – chybná montáž, 5 – nezhoda materiálu, 6 – zadretie.



Obr. 1: Paretova analýza príčin porúch motora (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

1.8.2 Diagram príčina – účinok

Diagram príčiny a účinku, nazývaný tiež Ishikawov diagram (niekedy rybacia kosť) je nástroj, ktorý umožní odhaliť a zoskupovať faktory ovplyvňujúce skúmaný problém. Tento diagram sa zaraďuje medzi základné nástroje riadenia kvality, je základom pre zhromažďovanie informácií potrebných na zdokonaľovanie procesov. Tento nástroj je jednoduché pochopiť a je vhodný pre tímovú prácu. Umožňuje lepšie porozumieť danému problému tým, že ukazuje vzájomné vzťahy medzi nájdenými príčinami a následkami a pomáha pri riešení problému. Príklad diagramu príčina – účinok je na obr. 2.



Obr. 2: Diagram príčina – účinok pri analýze nezhodného výrobku

1.8.3 Vývojový diagram

Vývojový (postupový) diagram patrí k najjednoduchším nástrojom riadenia kvality. Pomáha porozumieť ako proces pracuje. Pomáha nám určiť ako jednotlivé činnosti postupujú za sebou a identifikujú proces. Vývojový diagram je možné použiť pri popise ľubovoľného procesu.

Používa sa pri zostavovaní systému zabezpečovania kvality podľa noriem ISO 9000. Princíp zostavenia postupového diagramu je na obr. 3.



Obr. 3: Príklad vývojového diagramu

1.8.4 Kontrolný hárok

Kontrolný hárok (tabelárny diagram) sa používa pri priebežnej a vstupnej kontrole polotovarov, súčiastok, hotových skupín, pri analýze nezhodných výrobkov, pri analýze zariadení a technologického procesu a v mnohých iných prípadoch. Obsah hárkov sa rozpracúva v závislosti na získaných konkrétnych údajoch, ktoré sú nevyhnuté a dostačujúce pre riešenie zadanej úlohy. Pred spracovaním údajov je potrebné tieto systematizovať formou tabuľky, ktorá je považovaná za najjednoduchšiu formu kontrolného hároku. (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

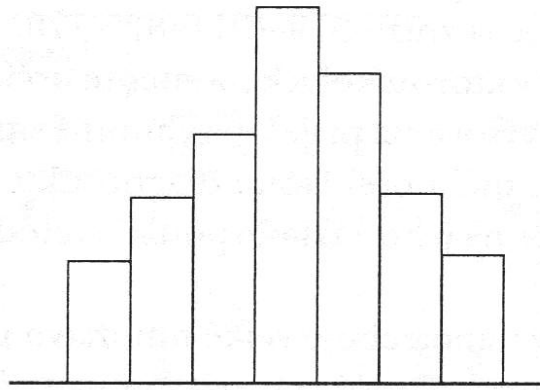
1.8.5 Histogram

Histogram predstavuje grafické znázornenie intervalového rozdelenia početnosti. Histogram je akosi sumarizáciou premenlivosti určitej množiny číselných údajov. Grafická zobrazenie histogramu umožňuje pozorovať určité rysy, ktorých zistenie z jednoduchej tabuľky je veľmi náročné. Tabuľka obsahuje číselné údaje.

Histogram je stĺpcový graf, ktorého základňa jednotlivých stĺpcov odpovedá šírke intervalu a výška stĺpcov zobrazuje početnosť hodnôt sledovanej veličiny v danom intervale. V praxi sa používajú, pretože sú prehľadné a jednoducho zostaviteľné. Podávajú nasledujúce informácie (Konvalina, 2001):

- odhad polohy a rozptýlenosti hodnôt sledovaných parametrov procesu či znaku kvality,
- približný tvar rozdelenia sledovaného znaku akosti či parametrov procesu,
- identifikácia zmien, ktoré nastali v procese,
- prvotné informácie o spôsobilosti daného procesu.

Medzi základné typy histogramov patrí napr. histogram zvonovitého tvaru, dvojrcholový histogram, histogram plochého tvaru, hrebeňovitého tvaru, asymetrického tvaru. Histogram zvonovitého tvaru je znázornený na obr. 4.

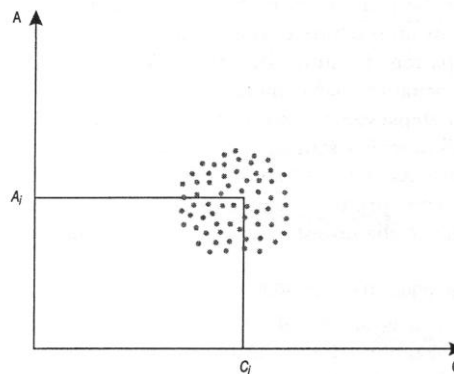


Obr. 4: Histogram zvonovitého tvaru

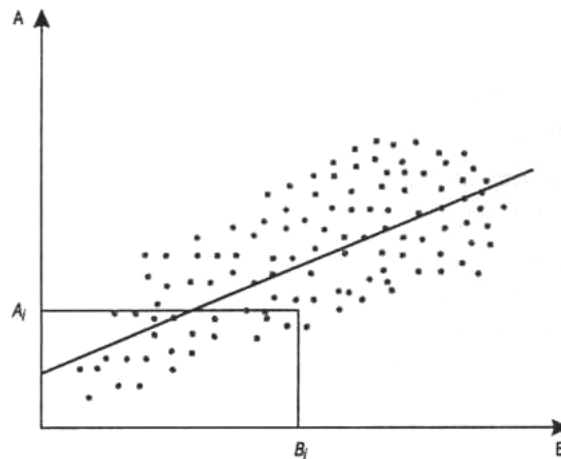
1.8.6 Korelačný diagram

Korelačný diagram (Scatter diagram) sa používa na vyjadrenie závislosti jedných ukazovateľov (charakteristík, javov) od iných ukazovateľov. Korelácia sa používa na objasnenie príčinnno – účinkových vzťahov. Ak analyzujeme závislosť medzi dvoma veličinami, tak hovoríme o párovej korelácii. Ak sledujeme závislosť medzi niekoľkými veličinami, tak hovoríme o množinovej korelácii. (Hrubec, 2001)

Korelačná závislosť medzi parametrami A a C je znázornená na obr. 5 a korelačná závislosť medzi parametrami A a B je na obr. 6.



Obr. 5: Graf korelačnej závislosti medzi parametrami A a C



Obr. 6: Graf korelačnej závislosti medzi parametrami A a B

1.8.7 Regulačný diagram

Cieľom regulačných diagramov je udržať výrobný proces v štatisticky zvládnutom stave (dostať a udržať proces pod štatistickou kontrolou). Proces pod štatistickou kontrolou je proces, pri ktorom sú jedinou príčinou rozptylu náhodné príčiny. Tento stav je cieľom, ktorý je možné dosiahnuť vylúčením všetkých vymedziteľných príčin rozptylu (zmeny materiálu, poškodenie nástroja, chyby obsluhy). Pokiaľ je proces pod štatistickou kontrolou je jeho kvalita predpovedaná a je možné posúdiť do akej miery budú splnené požiadavky zákazníka.

Pre analýzu variabilných a atributívnych znakov boli vyvinuté rôzne typy regulačných diagramov. V zásade všetky regulačné diagramy majú nasledujúce ciele (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009):

- objasniť, či je proces v štatisticky zvládnutom stave a signalizovať existenciu vymedziteľných príčin,
- udržať stav pod štatistickou kontrolou predpisovaním medzí zásahu,
- preukázať opatrenia na zlepšenie spôsobilosti procesu.

Podľa STN ISO 8258 rozoznávame dva typy Shewhartových regulačných diagramov:

A. Regulačné diagramy meraním

Týkajú sa spojitých a merateľných veličín. Meraním sa získava kvantitatívny popis číslami, udávajúcimi 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 (variability), ktoré charakterizujú výrobnú presnosť zariadenia. Norma STN ISO 8258 uvažuje nasledujúce regulačné diagramy:

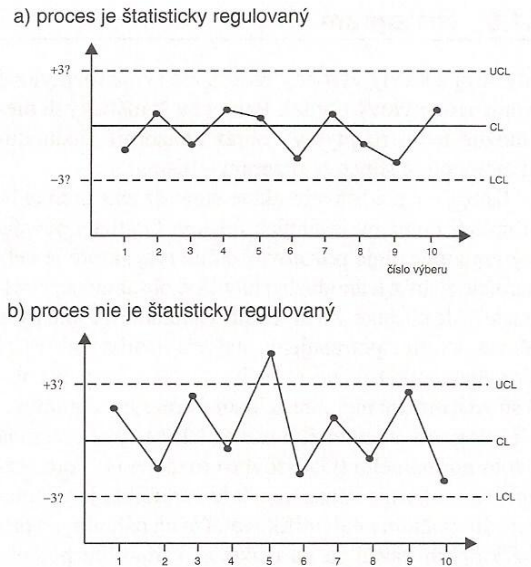
- diagram pre priemer (\bar{X}) a diagram pre rozpätie (R),
- diagram pre priemer (\bar{X}) a diagram pre smerodajnú odchýlku (s),
- diagram pre individuálne hodnoty (X) a diagram pre kĺzavé rozpätie (R_{KL}),
- diagram pre medián (Me) a diagram pre rozpätie (R).

B. Regulačné diagramy porovnávaním

Týkajú sa nespojitých náhodných veličín, ktoré sú určené na popis kvalitatívnych vlastností znakov. Tieto metódy regulácie sú skôr založené na ekonomických ukazovateľoch ako na technických. Vychádzajú z predpokladu, že výrobky pri kontrole sa delia na výrobky, ktoré vyhovujú požiadavkám na ne kladeným a na výrobky, ktoré nespĺňajú tieto požiadavky. Norma STN ISO 8258 rozlišuje nasledovné regulačné diagramy (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009):

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

Príklad Shewhartovho regulačného diagramu je na obr. 7.



Obr. 7: Shewhartov regulačný diagram: a. – proces je štatisticky regulovaný, b. – proces nie je štatisticky regulovaný

Každý z týchto dvoch typov regulačných diagramov (meraním a porovnávaním) je viazaný na dve rozdielne situácie (Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009):

1. 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.

2. 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.

1.9 Spôsobilosť výrobného zariadenia

Výrobné zariadenie, ktoré je spôsobilé vyrábať výrobky v požadovaných parametroch môže byť zavedené do výroby. Zisťovanie schopnosti zariadenia produkovať výrobky, ktoré spĺňajú dané špecifické požiadavky sa nazýva analýza spôsobilosti výrobného zariadenia. Pri skúške môže byť variabilita procesu spôsobená len jedným prvkom a tým

je sústava výrobného zariadenia (stroj, nástroj, prípravok). Vplyv ostatných výrobných prvkov je pri tejto skúške obmedzený na minimum. Prostredníctvom zvoleného kritického parametra posudzujeme spôsobilosť výrobného zariadenia. Parameter, ktorý významne vplýva na kvalitu výrobku môže byť dvojakého charakteru:

- technologický parameter stroja,
- parameter výrobku.

Cieľom zistenia spôsobilosti stroja je dôkaz o tom, že:

- výroba na stroji prebieha v známych zákonitostiach,
- stroj vyrába výrobky v požadovaných toleranciách.

Spôsobilosť výrobného zariadenia zisťujeme najskôr u výrobcu (zakúpenie nového stroja) ešte pred dodaním zákazníkovi.

Za určitých podmienok sa skúška opakuje v súlade so zákazníkom, napr. pri použití nových zariadení/nástrojov, pri objednávke nových dielov, pri zmene výrobného postupu (výstupného stavu), pri zúžení tolerancií, pri premiestnení stroja, oprave stroja a pri dlhšom prerušení výroby.

Postup skúmania spôsobilosti stroja zahŕňa krátkodobé posúdenie vplyvov, ktoré pôsobia na proces a sú podmienené strojom. Je potrebné vziať do úvahy všetky možné ďalšie vplyvy, ktoré môžu pôsobiť na proces v priebehu ďalšej činnosti stroja. Vonkajšie rušivé vplyvy je možné zhrnúť pod pojmy pracovník, stroj, materiál, metóda a okolité prostredie. (Hrubec, 2001)

2 Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce je využitie štatistických metód v riadení kvality. V práci sa zameriame na zistenie spôsobilosti výrobného zariadenia. Spôsobilosť výrobného zariadenia sa zisťovala v organizácii SE Bordnetze s.r.o Nitra, a bola realizovaná na zväračke

Organizácia SE Bordnetze s.r.o Nitra má v súčasnosti zavedený efektívny systém manažérstva kvality vo všetkých fázach. Zameriava sa na zlepšovanie výrobkov a servisu, čím prejavuje schopnosť všetkých zúčastnených dynamicky, flexibilne a s veľkým záujmom reagovať na požiadavky zákazníka.

Pred zahájením sériovej výroby je potrebné zistiť, či výrobné zariadenia spĺňa spôsobilosť vyrábať výrobky v požadovaných parametroch.

K zisteniu spôsobilosti výrobného zariadenia je potrebné:

- navrhnuť a zaviesť metodiku na zistenie spôsobilosti výrobného zariadenia v procese zvárania káblových zväzkov
- zdokumentovať parametre stroja
- spracovať a vyhodnotiť získané údaje
- určiť stabilitu nameraných hodnôt pre smerodajnú odchýlku s a pre priemer \bar{X}
- vypočítať indexy spôsobilosti výrobných zariadení C_m a C_{mk}

3 Metodika práce

Spôsobilosť výrobného zariadenia sa bude zisťovať na zväzke káblových zväzkov **Schweißmaschine Global Splicer 40** v dôsledku zavedenia nového stroja do procesu výroby.

Skúšky na zistenie spôsobilosti výrobného zariadenia budeme realizovať pomocou meracích prístrojov **EPM typ 10**. Tieto prístroje sú určené na meranie ťahových síl.

3.1 Získavanie údajov

Výrobné zariadenie, z ktorého sú odoberané vzorky sa prednastavuje tak, aby získané hodnoty ležali v strede tolerančného poľa. Z výrobného zariadenia sa odoberá 50 vzoriek vyrábaných výrokov. Výrobky sa odoberajú v slede za sebou, následne sa na každom vykoná skúška a zaznamenajú sa namerané hodnoty.

3.2 Vyhodnotenie získaných údajov

3.2.1 Zákonnosti

Namerané hodnoty sa rozdeľujú do desiatich podskupín, pričom každá podskupina obsahuje päť nameraných hodnôt. Hodnoty sa zaznamenávajú v tabuľke vyhodnocovacieho listu. Získané hodnoty sa následne nanášajú do diagramu pre priemer a pre smerodajnú odchýlku.

U nameraných hodnôt je potrebné zistiť, či podliehajú známej zákonitosti. Ak namerané hodnoty ležia mimo tolerančného poľa a sú chaoticky usporiadané, neexistuje tu zákonitosť a ďalšie štatistické vyhodnotenie sa nerobí. Výrobné zariadenie nie je pri takomto výsledku spôsobilé.

Pokiaľ nedosiahneme pomocou rôznych opatrení zlepšenie, proces nie je v štatisticky zvládnutom stave.

Ak priebeh nameraných hodnôt podlieha normálnemu rozloženiu, proces je vzhľadom na spôsobilosť stroja pod štatistickou kontrolou a môžeme vypočítať hodnoty indexov spôsobilosti stroja C_m a C_{mk} .

3.2.2 Stabilita

3.2.2.1 Určenie stability nameraných hodnôt

Vytvoria sa podskupiny z minimálne päťdesiatich po sebe odobratých výrobkov s minimálnym rozsahom $n = 5$.

Pre každú podskupinu je vypočítaná 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 $i = 1, 2, \dots, k$

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

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

Vypočítané hodnoty \bar{X}_i a s_i sa nanesú do diagramu a zostaví sa \bar{X} -karta a s -karta. Na určenie mierky pre oba diagramy je potrebné najskôr vypočítať extrémne hodnoty

$\bar{X}_{\max}, \bar{X}_{\min}, s_{\max}$.

Z vypočítaných priemerných hodnôt sa spoločná priemerná hodnota $\bar{\bar{X}}$:

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

a priemerná smerodajná odchýlka \bar{s} :

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

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

3.2.2.2 Stanovenie medzných hodnôt pre priemernú hodnotu a smerodajnú odchýlku

Pokiaľ jednotlivé hodnoty \bar{X} neprekračujú hornú medzu zásahu HMZ:

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

alebo dolnú medzu zásahu DMZ:

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

môžeme strednú polohu skúmaného procesu považovať za stabilnú.

Smerodajnú odchýlku môžeme považovať za stabilnú, ak je najväčšia zistená smerodajná odchýlka z päťčlenných skupín s_{\max} menšia ako $2,1 \cdot s$.

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

(Hrubec, Virčíková a kolektív, 2009)

3.2.2.3 Posúdenie stability

Štatistické vyhodnocovanie sa môže začať ak stredné hodnoty a smerodajné odchýlky ležia medzi medznými hodnotami. Ak hodnoty prekročia hornú a dolnú medzu zásahu, nemôže sa vykonať štatistické vyhodnotenie.

Ak boli príčiny nájdené a odstránené, musí sa znovu urobiť posúdenie spôsobilosti stroja.

3.3 Výpočet indexu spôsobilosti stroja C_m a C_{mk}

Po zistení tvaru rozloženia hodnôt a po potvrdení stability nameraných hodnôt je potrebné stanoviť na určenie indexu spôsobilosti stroja C_m smerodajnú odchýlku zo všetkých nameraných hodnôt.

Smerodajná odchýlka:

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_N)^2} \quad (8)$$

kde: N – celkový počet nameraných hodnôt,

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

$$\bar{X}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (9)$$

kde: i = 1, 2, ... N,

X_i – i-ta hodnota nameraného znaku.

Index spôsobilosti stroja C_m sa vypočíta zo vzťahu:

$$C_m = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma_{N-1}} = \frac{T}{6 \cdot \sigma_{N-1}} \quad (10)$$

kde: T – tolerancia znaku,

USL, LSL – horná a dolná tolerančná medza

Index spôsobilosti stroja poskytuje informáciu o tom, v akej miere je predpísaná tolerancia využívaná rozptylom nameraných hodnôt. Polohu nameraných hodnôt v tolerančnom poli vyhodnotenie do úvahy neberie.

Minimálna požiadavka na hodnotu indexu spôsobilosti C_m pre spôsobilý stroj:

$$C_m \geq 1,66$$

Požadovaná spôsobilosť stroja je dosiahnutá, ak je stanovená hodnota C_m väčšia alebo rovná hodnote 1,66.

Index spôsobilosti stroja C_{mk} sa vypočíta zo vzťahu:

$$C_{mk} = \frac{USL - \bar{X}_N}{3 \cdot \sigma_{N-1}} \quad (11)$$

$$C_{mk} = \frac{\bar{X}_N - LSL}{3 \cdot \sigma_{N-1}} \quad (12)$$

Pre vyhodnotenie výsledkov sa použije menšia hodnota z oboch vzorcov. Korigovaný

index spôsobilosti zohľadňuje aj polohu priemernej hodnoty \bar{X}_N v tolerančnom poli.

Minimálna požiadavka na korigovaný index spôsobilosti C_{mk} pre spôsobilý stroj:

$$C_{mk} \geq 1,67$$

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

4 Výsledky práce

4.1 Charakteristika spoločnosti SE Bordnetze - Slovakia s.r.o., Nitra

V roku 1996 bola v Nitre založená spoločnosť Volkswagen Elektrické Systémy s.r.o. Zakladateľom firmy bola nemecká spoločnosť Volkswagen Bordnetze GmbH, ktorý bola založená firmou Volkswagen AG a Siemens AG.

Z dôvodu zmeny vlastníkov bola v novembri 2006 firma Volkswagen Elektrické Systémy s.r.o. premenovaná na SE Bordnetze – Slovakia s.r.o. alebo skrátené SEBN – SK.

Počas svojej existencie získala spoločnosť pevné miesto medzi priemyselnými podnikmi krajiny a dnes je jedným z najdôležitejších producentov káblových zväzkov na Slovensku. Spoločnosť je certifikovaná podľa medzinárodných noriem:

- DIN ISO 9000 : 2000
- ISO/TS 16949 : 2002
- ISO 14001 : 2001

Predmetom výroby spoločnosti SEBN – SK sú produkty:

- zákazníkom špecifikovaný káblový zväzok – KSK

Je špecifický zväzok káblov naprojektovaný výrobcom vozidla. Spája všetky elektrické komponenty automobilu od bežných základných funkcií ako sú napr. riadenie motora, brzdenie, osvetlenie až k moderným informačným systémom ako sú navigácia, telefón atď.

- motorový káblový zväzok
- ostatné káblové zväzky

SE Bordnetze – Slovakia s.r.o. dodáva káblové zväzky pre tieto modely áut:

VW Golf, VW Polo, VW Touareg, VW Passat, Audi Q7, Škoda Superb, Porsche Cayenne a to pre výrobcov osobných áut v Slovenskej republike, Českej republike, Maďarsku a Nemecku.

4.2 Spôsobilosť zváracieho zariadenia Global Splicer 40

Zváracie zariadenie Global Splicer 40 (výrobca Schunk, obr.8) sa používa na zváranie káblových zväzkov pomocou ultrazvukového zvaru.

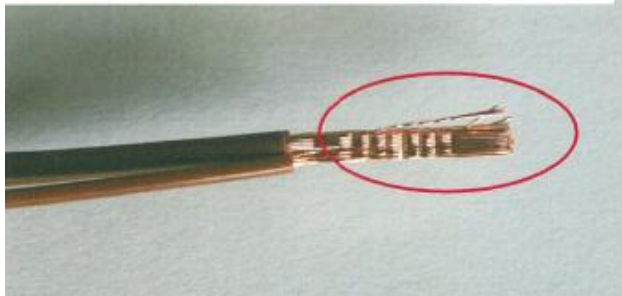


obr.8

Parametre správneho ultrazvukového zvaru:

- zvar musí byť pravouhlý
- nesmie mať chýbajúce a uvoľnené drôtičky (obr.9)
- nesmie byť prehriaty – prepálený (modrasté sfarbenie, obr.10)
- nesmie mať trhliny
- nesmie byť poškodená izolácia vodičov
- nesmie mať cudzie telesá vo zvare (prípustné sú iba rozlišovacie farebné vlákna od výrobcu vodiča)
- výška ostriny musí byť menšia ako priemer najväčšej žily vodiča vo zvare (obr.11)
- izolácia vodičov musí byť v jednej rovine
- maximálne prečnievanie vodičov môže byť 1 mm (obr.12)
- vzdialenosť zvaru a izolácie vodičov je 3-6 mm (obr.12)

Slabo zalisovaný zvar - nezachytené drôtičky



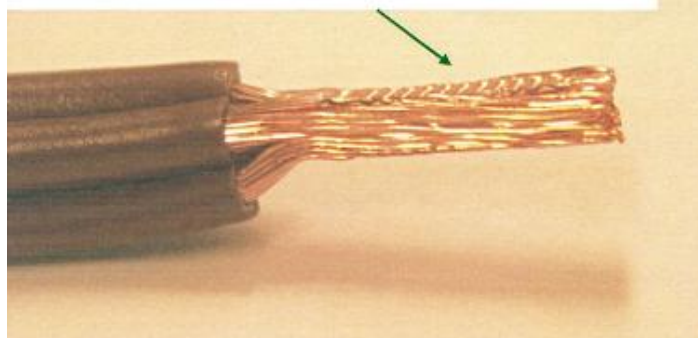
obr.9

Prepálený zvar, ostrina na zvare

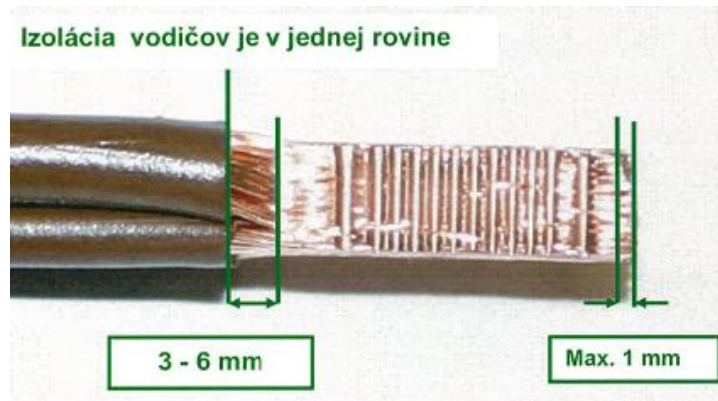


obr.10

Výška ostriny je menšia ako priemer najhrubšieho drôtika vo zvare

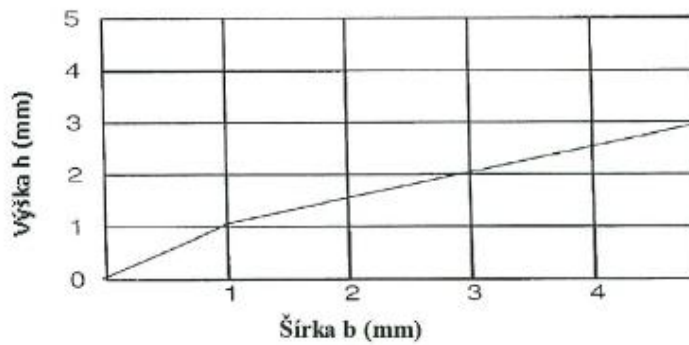


obr.11



obr.12

Pomer výšky a šírky zvaru definuje tab.2



- optimálne hodnoty musia byť preverené skúškou ťahových síl
- predpísané hodnoty ťahových síl musia byť dodržané

4.2.1 Skúšky ťahových síl

Skúšky ťahových síl sme robili pomocou skúšobného zariadenia EMP 10 (obr.13)



obr.13

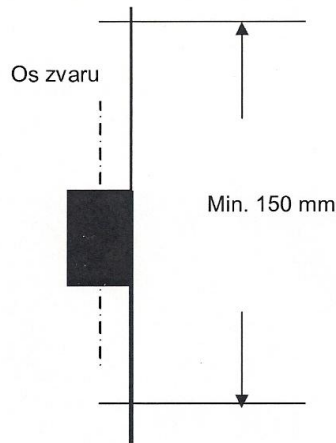
Ťahová sila je popísaná v norme VW 60307. Skúšky ťahových síl sa vykonávali na vodiči prierezu $0,5\text{mm}^2$. Ide o deštrukčnú skúšku, pri ktorej je spoj podrobený skúške ťahom a po dosiahnutí stanovených hodnôt dochádza k roztrhnutiu spoja. Do pohyblivých čeľustí skúšobného zariadenia EPM 10 sa upol vodič, ktorého ťahovú silu meriame. Do nepohyblivých čeľustí sa upína oprotiležiaci vodič (obr.14)



obr. 14

Ťahovú silu meriame na vodiči ležiacom na vrchu zvaru, t.j. na vodiči s najmenším prierezom. Ukladanie vodičov vo zvaru sa riadi podľa FV – 043. Každý zvar meriame len 1 krát.

Aby sa zamedzilo strihovým silám pri skúške, je potrebné zvoliť taký oprotiležiaci vodič, aby pozdĺžna os zvaru ležala paralelne k skúšanému vodiču (obr.15)



obr.15

Prierez oprotiležiaceho vodiča musí byť väčší ako je prierez skúšaného vodiča, prípadne môže byť rovnaký.

4.2.1.1 Stabilita

Namerané hodnoty boli rozdelené do „umelých“ podskupín o rozsahu 5 výrobkov v poradí výroby. Namerané hodnoty rozdelené v podskupinách sú v tab. 3. Vypočítané hodnoty výberových priemerov a výberových smerodajných odchýlok sú v tab. 3. Namerané hodnoty v poradí sú zobrazené na karte jednotlivých hodnôt v tab.4.

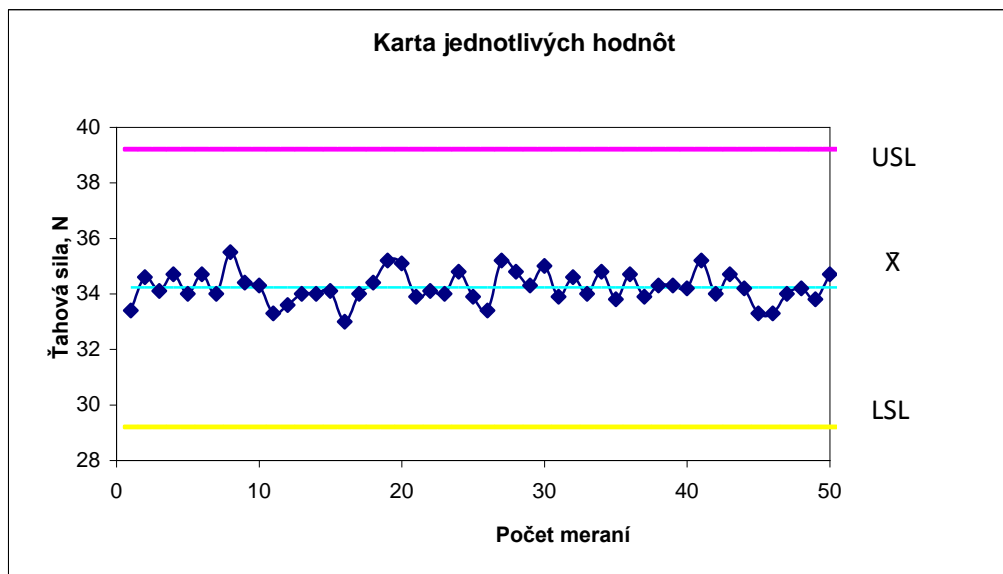
Z nameraných hodnôt boli pre každú podskupinu vypočítané výberové charakteristiky \bar{X} a s. Následne boli hodnoty zakreslené do \bar{X} - karty a s – karty. V tab. 5 je znázornená s – karta a v tab. 6 je \bar{X} - karta.

Tab. 3: Namerané hodnoty rozdelené do podskupín

SE Bordnetze - Slovakia, s.r.o		Spôsobilosť výrobného zariadenia – zväracie zariadenie				Strana 1/4																																																																																																						
ZÁKLADNÉ ÚDAJE:		VÝROBNÉ ZARIADENIE:		PARAMETRE STROJA:																																																																																																								
Priemerná hodnota	34,0 N	Stroj	Zváračka	Tlak (bar)	1,75	2,35																																																																																																						
USL	39,0 N	Typ	Global Splicer 40	Šírka (mm)	1,44	3,76																																																																																																						
LSL	29,0 N	Výrobca	Schunk	Energia (Ws)	189	600																																																																																																						
Počet meraní	50	Číslo	966 315-2	Amplitúda(%)	75	105																																																																																																						
Rozsah súboru	5	MERACIE ZARIADENIE:		Prierez (mm ²)	1,5	7,5																																																																																																						
		Typ zariadenia	Ťahový stroj EPM	VÝROBOK:																																																																																																								
		Typ	EPM 10	Meraný znak	Skúška ťahovej sily																																																																																																							
		Výrobca	Mav Prüftechnik Berlin																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Podskupina</th> <th colspan="5">Namerané hodnoty, mm</th> <th rowspan="2">\bar{X}_i, mm</th> <th rowspan="2">s_i, mm</th> </tr> <tr> <th>X₁</th> <th>X₂</th> <th>X₃</th> <th>X₄</th> <th>X₅</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>33,4</td> <td>34,6</td> <td>34,1</td> <td>34,7</td> <td>34,0</td> <td>34,16</td> <td>0,522</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>34,7</td> <td>34,0</td> <td>35,5</td> <td>34,4</td> <td>34,3</td> <td>34,58</td> <td>0,572</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>33,3</td> <td>33,6</td> <td>34,0</td> <td>34,0</td> <td>34,1</td> <td>33,80</td> <td>0,339</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>33,0</td> <td>34,0</td> <td>34,4</td> <td>35,2</td> <td>35,1</td> <td>34,34</td> <td>0,899</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>33,9</td> <td>34,1</td> <td>34,0</td> <td>34,8</td> <td>33,9</td> <td>34,14</td> <td>0,378</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>33,4</td> <td>35,2</td> <td>34,8</td> <td>34,3</td> <td>35,0</td> <td>34,54</td> <td>0,720</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>33,9</td> <td>34,6</td> <td>34,0</td> <td>34,8</td> <td>33,8</td> <td>34,22</td> <td>0,449</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>34,7</td> <td>33,9</td> <td>34,3</td> <td>34,3</td> <td>34,2</td> <td>34,28</td> <td>0,286</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>35,2</td> <td>34,0</td> <td>34,7</td> <td>34,2</td> <td>33,3</td> <td>34,28</td> <td>0,719</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>33,3</td> <td>34,0</td> <td>34,2</td> <td>33,8</td> <td>34,7</td> <td>34,00</td> <td>0,515</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td>$\bar{X} = 34,234$</td> <td>$\bar{s} = 0,5399$</td> </tr> </tbody> </table>								Podskupina	Namerané hodnoty, mm					\bar{X}_i , mm	s _i , mm	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	1	33,4	34,6	34,1	34,7	34,0	34,16	0,522	2	34,7	34,0	35,5	34,4	34,3	34,58	0,572	3	33,3	33,6	34,0	34,0	34,1	33,80	0,339	4	33,0	34,0	34,4	35,2	35,1	34,34	0,899	5	33,9	34,1	34,0	34,8	33,9	34,14	0,378	6	33,4	35,2	34,8	34,3	35,0	34,54	0,720	7	33,9	34,6	34,0	34,8	33,8	34,22	0,449	8	34,7	33,9	34,3	34,3	34,2	34,28	0,286	9	35,2	34,0	34,7	34,2	33,3	34,28	0,719	10	33,3	34,0	34,2	33,8	34,7	34,00	0,515							$\bar{X} = 34,234$	$\bar{s} = 0,5399$
Podskupina	Namerané hodnoty, mm					\bar{X}_i , mm	s _i , mm																																																																																																					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅																																																																																																							
1	33,4	34,6	34,1	34,7	34,0	34,16	0,522																																																																																																					
2	34,7	34,0	35,5	34,4	34,3	34,58	0,572																																																																																																					
3	33,3	33,6	34,0	34,0	34,1	33,80	0,339																																																																																																					
4	33,0	34,0	34,4	35,2	35,1	34,34	0,899																																																																																																					
5	33,9	34,1	34,0	34,8	33,9	34,14	0,378																																																																																																					
6	33,4	35,2	34,8	34,3	35,0	34,54	0,720																																																																																																					
7	33,9	34,6	34,0	34,8	33,8	34,22	0,449																																																																																																					
8	34,7	33,9	34,3	34,3	34,2	34,28	0,286																																																																																																					
9	35,2	34,0	34,7	34,2	33,3	34,28	0,719																																																																																																					
10	33,3	34,0	34,2	33,8	34,7	34,00	0,515																																																																																																					
						$\bar{X} = 34,234$	$\bar{s} = 0,5399$																																																																																																					

Tab. 4: Karta jednotlivých hodnôt

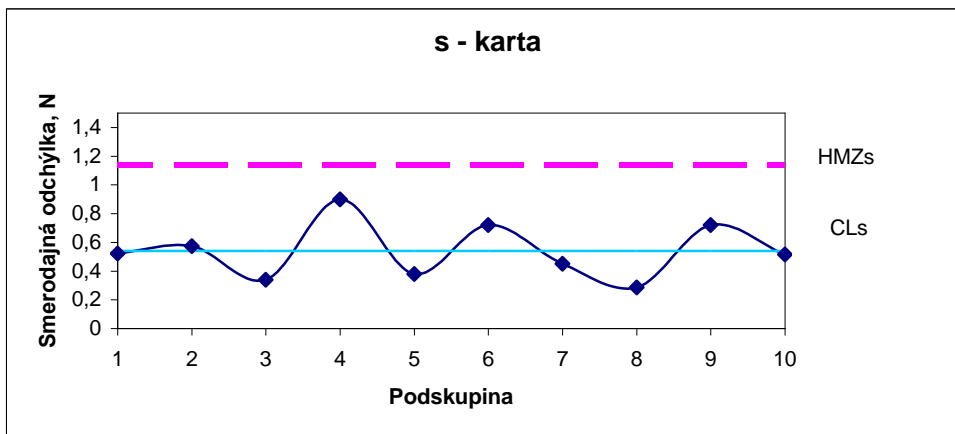
SE Bordnetze - Slovakia, s.r.o	Spôsobilosť výrobného zariadenia – zvaracie zariadenie				Strana 2/4	
ZÁKLADNÉ ÚDAJE:		VÝROBNÉ ZARIADENIE:		PARAMETRE STROJA:		
<i>Priemerná hodnota</i>	34,0 N	<i>Stroj</i>	Zváračka	<i>Tlak (bar)</i>	1,75	2,35
<i>USL</i>	39,0 N	<i>Typ</i>	Global Splicer 40	<i>Šírka (mm)</i>	1,44	3,76
<i>LSL</i>	29,0 N	<i>Výrobca</i>	Schunk	<i>Energia (Ws)</i>	189	600
<i>Počet meraní</i>	50	<i>Číslo</i>	966 315-2	<i>Amplitúda(%)</i>	75	105
<i>Rozsah súboru</i>	5	MERACIE ZARIADENIE:		<i>Prierez(mm²)</i>	1,5	7,5
		<i>Typ zariadenia</i>	Ťahový stroj EPM	VÝROBOK:		
		<i>Typ</i>	EPM 10	<i>Meraný znak</i>	Skúška ťahovej sily	
		<i>Výrobca</i>	Mav Prüftechnik Berlin			



UKAZOVATELE PRE VÝBER, N	
Maximálna hodnota	35,5
Minimálna hodnota	33,0
Stredná hodnota	34,2
VÝSLEDOK ANALÝZY	
Počet hodnôt nad USL	0
Počet hodnôt pod LSL	0

Tab. 5: s - karta

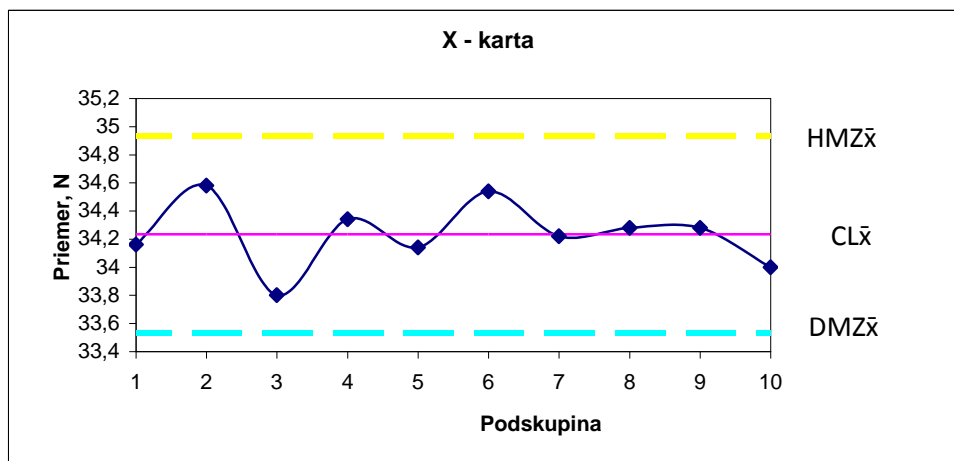
SE Bordnetze - Slovakia, s.r.o	Spôsobilosť výrobného zariadenia – zvaracie zariadenie				Strana 3/4	
ZÁKLADNÉ ÚDAJE:		VÝROBNÉ ZARIADENIE:		PARAMETRE STROJA:		
<i>Priemerná hodnota</i>	34,0 N	<i>Stroj</i>	Zváračka	<i>Tlak</i>	1,75(bar)	2,35
<i>USL</i>	39,0 N	<i>Typ</i>	Global Splicer 40	<i>Šírka</i>	1,44(mm)	3,76
<i>LSL</i>	29,0 N	<i>Výrobca</i>	Schunk	<i>Energia</i>	189(Ws)	600
<i>Počet meraní</i>	50	<i>Číslo</i>	966 315-2	<i>Amplitúda</i>	75(%)	105
<i>Rozsah súboru</i>	5	MERACIE ZARIADENIE:		<i>Prierez</i>	1,5(mm ²)	7,5
		<i>Typ zariadenia</i>	Ťahový stroj EPM	VÝROBOK:		
		<i>Typ</i>	EPM 10	<i>Meraný znak</i>	Skúška ťahovej sily	
		<i>Výrobca</i>	Mav Prüftechnik Berlin			



UKAZOVATELE PRE VÝBER, N	
Maximálna hodnota	0,9
Minimálna hodnota	0,34
Stredná hodnota	0,54
HMZ _s	1,134
VÝSLEDOK ANALÝZY	
Počet hodnôt nad HMZ _s	0

Tab. 6: \bar{X} - karta

SE Bordnetze - Slovakia, s.r.o	Spôsobilosť výrobného zariadenia – zvaracie zariadenie					Strana 4/4
ZÁKLADNÉ ÚDAJE:		VÝROBNÉ ZARIADENIE:		PARAMETRE STROJA:		
<i>Priemerná hodnota</i>	34,0 N	<i>Stroj</i>	Zváračka	<i>Tlak(bar)</i>	1,75	2,35
<i>USL</i>	39,0 N	<i>Typ</i>	Global Splicer 40	<i>Šírka(mm)</i>	1,44	3,76
<i>LSL</i>	29,0 N	<i>Výrobca</i>	Schunk	<i>Energia(Ws)</i>	189	600
<i>Počet meraní</i>	50	<i>Číslo</i>	966 315-2	<i>Amplitúda(%)</i>	75	105
<i>Rozsah súboru</i>	5	MERACIE ZARIADENIE:		<i>Prierez(mm²)</i>	1,5	7,5
		<i>Typ zariadenia</i>	Ťahový stroj EPM	VÝROBOK:		
		<i>Typ</i>	EPM 10	<i>Meraný znak</i>	Skúška ťahovej sily	
		<i>Výrobca</i>	Mav Prüftechnik Berlin			



UKAZOVATELE PRE VÝBER, N	
Maximálna hodnota	34,58
Minimálna hodnota	33,8
Stredná hodnota	34,234
$HMZ_{\bar{x}}$	34,94
$DMZ_{\bar{x}}$	33,53
VÝSLEDOK ANALÝZY	
Počet hodnôt nad HMZ	0
Počet hodnôt nad DMZ	0

4.2.1.2 Výpočet indexov spôsobilosti stroja C_m a C_{mk}

Z daných výsledkov posúdenia stability boli vypočítané indexy spôsobilosti zväracieho zariadenia Global Splicer 40 pre skúšku ťahových síl.

Vypočítané hodnoty:

$$C_m = 2,97$$

$$C_{mk} = 2,95$$

Vypočítané hodnoty boli porovnané s požadovanými hodnotami. Požiadavka pre index spôsobilosti stroja $C_m \geq 1,66$ a pre korigovaný index spôsobilosti stroja $C_{mk} \geq 1,67$ je splnená.

Spôsobilosť výrobného zariadenia – zväračky GLOBAL SPLICER 40 je potvrdená.

5 Návrh na využitie

Spôsobilosť výrobného zariadenia ja dôležitým ukazovateľom kvality vyrábaného výrobku, aby boli v čo najvyššej možnej miere splnené požiadavky zákazníka.

Preto bolo vo všetkých oblastiach výroby produktov zavedené používanie štatistických metód, aby bolo možné posúdiť, či dané výrobné zariadenie je spôsobilé vyrábať výrobky požadovaných parametrov.

V práci je uvedený postup, ktorý je možné použiť na zistenie a overenie spôsobilosti výrobného zariadenia. Uvedená metodika predstavuje univerzálny postup pre zisťovanie stability a spôsobilosti výrobného zariadenia. Tento postup je však potrebné realizovať vždy pred spustením sériovej výroby.

Navrhnutá metodika práce bola realizovaná v organizácii SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra. Metóda zisťovania spôsobilosti výrobného zariadenia bola zavedená do procesu zvárania káblových zväzkov.

Pomocou dosiahnutých výsledkov bola dosiahnutá spôsobilosť zváracieho zariadenia GLOBAL SPLICER 40.

Navrhnutú metodiku zistenia spôsobilosti výrobného zariadenia je možné aplikovať aj na ostatné zariadenia v organizácii SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra.

6 Záver

Súbor noriem ISO 9000 pomáha všetkým organizáciám využívať štatistické metódy pri zavádzaní efektívnych systémov manažérstva kvality. Za účinný nástroj riadenia kvality sa považujú práve štatistické metódy. Norma ISO 9001 špecifikuje požiadavky na systém manažérstva kvality. Jedna z požiadaviek systému manažérstva kvality je zameraná na zistenie spôsobilosti výrobného zariadenia, a preto cieľom bakalárskej práce bolo navrhnúť a vypracovať štatistické metódy, ktoré je možné použiť pri zisťovaní spôsobilosti výrobných zariadení vo vybranej výrobnej organizácii – SE Bordnetze – Slovakia s.r.o., Nitra. Zavedením systému manažérstva kvality organizácia zodpovedá svetovému štandardu, analyzuje požiadavky zákazníka a udržiava procesy v štatisticky zvládnutom stave. Navrhnuté štatistické metódy boli zavedené vo výrobnom procese zvárania káblových zväzkov zváracím zariadením GLOBAL SPLICER 40 z dôvodu zavedenia nového stroja do prevádzky.

Analýzou spôsobilosti výrobného zariadenia bola preukázaná schopnosť výrobného zariadenia zváracieho zariadenia GLOBAL SPLICER 40 produkovať výrobky požadovanej kvality a parametrov, ktoré spĺňajú špecifické požiadavky zákazníka. Na určenie indexov spôsobilosti zváracieho zariadenia a posúdenia stability bolo z výrobného procesu odobratých 50 vzoriek káblových zväzkov podľa poradia ich výroby.

Na každom výrobku bola urobená skúška ťahových a lúpacích síl a namerané hodnoty spracujeme podľa príslušnej metodiky. Z nameraných hodnôt boli vypočítané stredné hodnoty priemerov v podskupinách \bar{X} , stredná hodnota výberových smerodajných odchýlok \bar{s} a hodnoty medzí zásahu. Pomocou výsledkov bola posúdená stabilita výrobného procesu. Požiadavky stability procesu boli splnené, a preto konštatujeme, že proces je stabilný.

Hodnoty indexov spôsobilosti zväračky pre skúšku ťahových síl:

$$C_m = 2,97 \text{ a } C_{mk} = 2,95$$

Požadované hodnoty indexov spôsobilosti $C_m \geq 1,66$ a korigovaných indexov spôsobilosti $C_{mk} \geq 1,67$ boli pri ťahových skúškach splnené. Spôsobilosť výrobného zariadenia – zväračky GLOBAL SPLICER 40 bola potvrdená.

V súčasnosti má zvolená metodika využitia štatistických metód široké uplatnenie v rôznych odvetviach strojárskych výroby. Navrhnutá metodika je univerzálna a je možné ju použiť aj v iných výrobných procesoch v rôznych organizáciách.

7 Zoznam použitej literatúry

1. BÖDÖROVÁ, M., 2008. Využitie štatistických metód v riadení kvality (Bakalárska práca), Nitra, 2008.
2. DUFINEC, I. 2003. Inžinierstvo kvality: Meranie, analýza a zlepšovanie. 1. vyd. Košice: Vydavateľstvo Elfa. 2003. s. 170. ISBN 80-01-02304-8.
3. FEKETE, M., 2001. Manažment kvality. Bratislava: Univerzita Komenského. 2001.
4. HEKELOVÁ, E., GAŠPARÍK, J. 2001. Manažérstvo kvality v sektore priemyslu a služieb. Bratislava: CEMAKS, 2001.
5. HRUBEC, J. 1994. Akosť a spoľahlivosť strojov. Nitra: SPU. 1994. s. 188. ISBN 80-7137-168-8.
6. HRUBEC, J. 1991. Prevádzková spoľahlivosť strojov I.: Návody na cvičenia. 3. vyd. Nitra: SPU. 1991. s.198. ISBN 80-85175-84-3.
7. HRUBEC, J., 2001. Riadenie kvality. 1. vyd. Nitra: ES SPU. 2001. s. 203. ISBN 80-8043-031-6.
8. HRUBEC, J., VIRČÍKOVÁ, E. a kolektív., 2009. Integrovaný manažérsky systém. 1.vyd. SPU Nitra, 2009. s. 543. ISBN 978-80-552-0231-0.
9. CHAJDIAK, J. 1998. Štatistické riadenie kvality. Bratislava: STATIS. 1998. s. 174. ISBN 80-85659-12-3.
10. CHAJDIAK, J., KOMORNÍK, J., KOMORNÍKOVÁ, M. 1999. Štatistické metódy. Bratislava: STATIS. 1999. s. 282. ISBN 80-85659-13-1.
11. ISO 9000 : 2005 Quality management systems. Fundamentals and vocabulary zavedená v STN EN ISO 9000 : 2006 Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník. (ISO 9000 : 2005) (01 0300).
12. ISO 9001 : 2008 Quality management systems. Requirements zavedená v STN EN ISO 9001 : 2009 Systémy manažérstva kvality. Požiadavky. (ISO 9001 : 2008) (01 0320).
13. ISO 9004 : 2000 Quality management systems – Guidelines for performance improvements zavedená v STN EN ISO 9004 : 2001 Systémy manažérstva kvality. Návod na zlepšovanie výkonnosti (ISO 9004 : 2001) (01 0321).
14. KONVALINA, I. 2001. Řízení jakosti: Metody a nástroje řízení jakosti. 1. vyd. Vysoké učení technické v Brně. 2001. s. 69.

15. LEŠČIŠIN, M. 2001. Manažment kvality: Ekonomické aspekty. Bratislava: Ekonóm. 2001.
16. MATEIDAS, A., 2006. Manažérstvo kvality: História, koncepty, metódy. Bratislava. 2006. s. 751. ISBN 80-8057- 656-4.
17. QS 9000: Chrysler, Ford, General Motors: Forderungen an Qualitätsmanagement – Systeme, QS – 9000. 3. vyd., 1998.
18. TRUNEČEK, J. 1999. Systémy podnikového řízení ve společnosti znalosti. Praha: Ediční oddělení VŠE. 1999.
19. VDA: Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie, Grundlagen für Qualitätsaudits, Auditierung und Zertifizierung. VDA 6, Teile 1 – 6, vydanie 2000.