



## UPLATNENIE METÓDY OPAKOVATEĽNOSTI PRI SLEDOVANÍ SPÔSOBILOSTI DIGITÁLNEHO MERADLA TYPU MITUTOYO

KATARÍNA LESTYÁNSZKA ŠKURKOVÁ

### USING THE REPEATABILITY METHOD BY THE CAPABILITY OF MEASURING EQUIPMENT - DIGITAL MEASURING MITUTOYO

#### ABSTRAKT

*Namerané údaje sa dnes viac využívajú ako kedykoľvek predtým. Napríklad rozhodnutie o zriadení výrobného procesu sa obvykle robí na základe nameraných údajov. Ak proces nie je štatisticky zvládnutý, robí sa nápravné opatrenie. Užitočnosť nápravných opatrení, ktoré sa zakladajú na údajoch, je daná kvalitou nameraných údajov. Aby sme si boli istí, že prospech získaný z nameraných údajov bude v porovnaní s vynaloženými nákladmi dostatočne veľký, musíme sústrediť pozornosť na kvalitu nameraných údajov. [2]*

*Za týmto účelom je nevyhnutné sledovať spôsobilosť digitálneho meradla typu Mitutoyo, ktorá sa používa pri kontrole rozmeru výlisku v procese lisovania.*

**Kľúčové slová:** namerané údaje<sup>1</sup>, digitálne meracie zariadenie<sup>2</sup>, proces<sup>3</sup>, spôsobilosť<sup>4</sup>

#### ABSTRACT

*Measured values are today used more than before. For example the decision about starting of the production process is usually taken on the basis of measured values. If the process is not under the statistical control, there is taken the corrective action. The efficiency of the corrective action is based on values, is given by quality of measured values. To be sure that the benefits obtained from the measured values will be – in comparison with the costs incurred – large enough, we must pay attention to the quality on the measured data.*

*Therefore it is necessary to control the measuring equipment capability – digital measuring equipment Mitutoyo, which is used in the pressing process for control of the molded part dimension.*

**Key words:** measured values<sup>1</sup>, digital measuring equipment<sup>2</sup>, process<sup>3</sup>, capability<sup>4</sup>

#### ÚVOD

Požiadavky na kvalitu sa v poslednom období rozšírili do takej miery, že kvalita sa v podobe manažérstva kvality stáva rozhodujúcim činiteľom riadenia podnikov. Prístupy používané pri hodnotení spôsobilosti procesov a výrobných zariadení, resp. strojov sú známe už dlhšie. V priemyselnej praxi sa začali tieto metódy uplatňovať až v súvislosti so systémami manažérstva kvality budovanými podľa noriem radu ISO 9000, z ktorých priamo vyplýva požiadavka aplikovať tieto metódy.

Pri posudzovaní spôsobilosti procesov, strojov a meradiel ide o posúdenie ich schopnosti dodržiavať stanovené požiadavky. Zisťovanie spôsobilosti je potrebné uskutočňovať tam, kde sú stanovené požiadavky na kvalitu produktu, ktorými môžu byť napr. tolerančné hranice, zákaznikom stanovené špecifikácie a pod. [4]

Spôsobilosť meradla, resp. meracieho zariadenia charakterizuje vhodnosť meradla na meranie určitého znaku kvality v danom rozpätí a od jeho úrovne závisí presnosť údajov o kvalite produktov. [4]

Spôsobilosť meracieho systému je charakterizovaná jeho neistotou, tzn. mierou rozptýlenia nameraných hodnôt meranej veličiny za konkrétnych podmienok merania. Pri hodnotení spôsobilosti meracieho prostriedku sa porovnáva variabilita merania s určitým podielom šírky tolerančného poľa sledovaného znaku kvality, čiže spôsobilosť meradla vyjadruje vhodnosť jeho použitia na kontrolu znaku kvality v určitom tolerančnom rozpätí. [4]

Cieľom preto bolo overiť spôsobilosť digitálneho meradla typu Mitutoyo splniť danú požiadavku na presnosť systému merania pre proces lisovania pri nábehu sériovej výroby výrobku „Radhaus hinten aussen“.

Spôsobilosť meracieho zariadenia:

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

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

Index  $C_{gm}$  je pomer 0,2 x tolerancia znaku  $T$  k šesťnásobku smerodajnej odchýlky opakovaných meraní  $s_w$ .

Index  $C_{gmk}$  je pomer 0,1 x tolerancia znaku  $T$  k trojnásobku smerodajnej odchýlky  $s_w$  s prihliadnutím k polohe strednej hodnoty  $\bar{X}$  a nameranej prístrojom. [1]

## HODNOTENIE SYSTÉMU MERANIA METÓDOU OPAKOVATELNOSTI

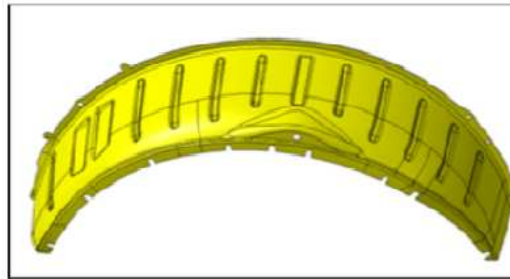
Opakovateľnosť merania predstavuje zhodnosť merania v podmienkach opakovateľnosti, kedy nezávislé výsledky merania získa ten istý pracovník tým istým meradlom na tom istom mieste merania v čo najkratšom časovom rozmedzí.

Realizácia:

- posúdenie treba vykonať na predpokladanom mieste použitia meracieho zariadenia
- pred začiatkom skúšky treba meracie zariadenie nastaviť a justovať podľa návodu.
- nastavovacie a kalibrovacie normály sa musia medzi jednotlivými meraniami vybrať z meracej pozície a znovu založiť
- meranie na normále sa musí vykonať vždy na rovnakom mieste a v rovnakej polohe
- vykonať min. 25 opakovaných meraní, hodnoty sa nanášajú do formulára. [3]

## MATERIÁL A METÓDY

Spoločnosť sídliaca na západnom Slovensku na konci roku 2009 získala Nominačný list na výrobu zostavy dielu s názvom „Radhaus“. Táto zostava sa skladá zo 4 dielcov. V spoločnosti sa nakupujú a lisujú jednotlivé časti tejto zostavy a tieto sa neskôr zväzujú do jednej zostavy. Hlavná časť zostavy je dielec s názvom „Radhaus hinten aussen“ (Obr. 1).



Obr. 1 Výrobok „Radhaus hinten aussen“ [5]

Na danom dielci sa sleduje rozmer  $5,5 \pm 0,5$  mm (Obr. 2).



Obr. 2 Sledovaný rozmer na výrobku [5]

V októbri 2010 organizácia začala vyrábať prvé kusy sledovaného výrobku. Pri kontrole sledovaného rozmeru sa zistilo, že tento rozmer nezodpovedá požiadavke zákazníka. Taktiež pri ich výrobe dochádzalo aj k deformácii použitého materiálu, v niektorých prípadoch došlo aj k jeho roztrhnutiu. Vzhľadom na tieto skutočnosti, organizácia vyrábala zmätky, a tým sa zvyšovali náklady na ich výrobu. Preto bolo potrebné zistiť príčiny vzniku týchto zmätkov a okamžite ich odstrániť.

Predtým, ako pristúpime k samotnému hodnoteniu výrobného procesu lisovania, je nevyhnutné preveriť spôsobilosť meracieho zariadenia – digitálneho meradla Mitutoyo (obr. 3).



Obr. 3 Digitálne meradlo Mitutoyo [5]

Údaje o meracom zariadení:

Typ: posuvné meradlo digitálne  
 Rozsah: 0 až 150 mm  
 Hodnota dielika stupnice: 0,01 mm  
 Výrobca: Mitutoyo  
 Sériové číslo: 08540806  
 Údaje o meranej vzorke:  
 Typ: rovnobežná koncová mierka  
 Číslo: 253310.2  
 Skutočná hodnota vzorky: 5,00 mm

Následne je možné pristúpiť k dokazovaniu spôsobilosti pomocou indexu  $C_{gm}$  a  $C_{gmk}$ , ktorého hodnota musí byť  $\geq 1,33$ . Ak je zistený index  $C_{gm}$  a  $C_{gmk} < 1,33$ , potom je treba urobiť nápravné opatrenia.

$$C_{gm} = \frac{0,2.T}{6.s_w} \quad (1)$$

$C_{gmk}$  = menšia hodnota z

$$C_{gmk} = \frac{(X_r + 0,1.T) - \bar{X}_a}{3.s_w} \quad (2)$$

alebo

$$C_{gmk} = \frac{\bar{X}_a - (X_r - 0,1.T)}{3.s_w} \quad (3)$$

kde:  $s_w$  – smerodajná odchýlka

$\bar{X}_a$  - priemerná hodnota,

$X_r$  - konvenčne pravá hodnota,

$T$  – tolerancia znaku. [6]

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

**Postup pri analýze spôsobilosti meracieho zariadenia metódou opakovateľnosti bol nasledovný:**

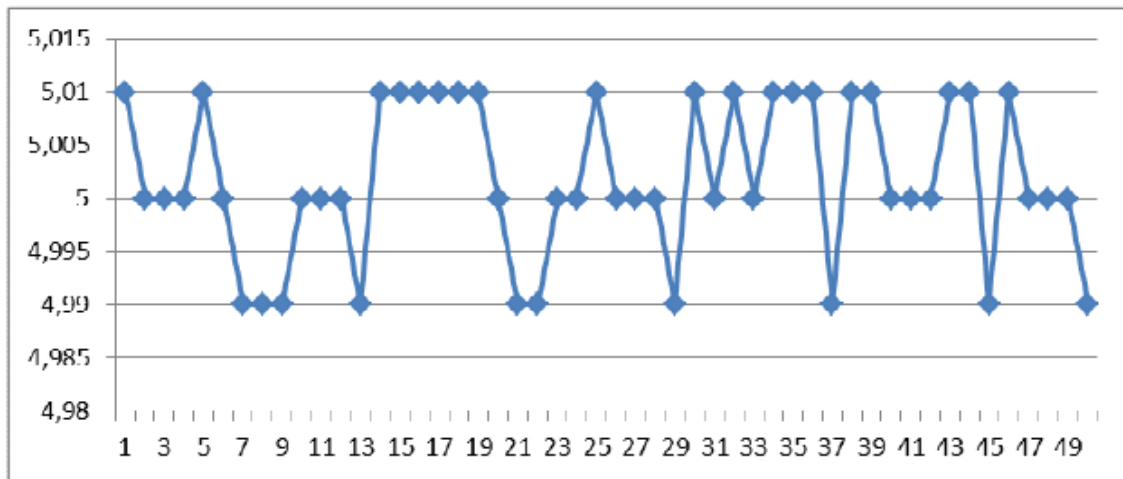
1. *Pred zahájením merania boli dodržané nasledovné pokyny:*
  - meranie bolo realizované na predpokladanom mieste použitia meracieho zariadenia,
  - koncové mierky boli medzi jednotlivými meraniami vybrané z meracej pozície a znova založené,
  - meranie na koncových mierkach bolo prevádzkané vždy na rovnakom mieste a v rovnakej polohe.
2. *Zhromažďovanie údajov*

Postupne bolo vykonaných 50 opakovaných meraní s rozsahom 5 a namerané hodnoty boli zaznamenané do tabuľky jednotlivých hodnôt (Tab. 1).

Tabuľka 1 Namerané hodnoty rozmerov výliskov [5]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5,01	5,00	5,00	5,01	4,99	5,00	5,00	5,01	5,00	5,01
2.	5,00	4,99	5,00	5,01	4,99	5,00	5,01	4,99	5,00	5,00
3.	5,00	4,99	4,99	5,01	5,00	5,00	5,00	5,01	5,01	5,00
4.	5,00	4,99	5,01	5,01	5,00	4,99	5,01	5,01	5,01	5,00
5.	5,01	5,00	5,01	5,00	5,01	5,01	5,01	5,00	4,99	4,99

Graf nameraných hodnôt pre potreby určenia spôsobilosti meracieho zariadenia je uvedený na obrázku 4.



Obr. 4 Graf nameraných hodnôt [5]

### 3. Výpočet indexov spôsobilosti meracieho zariadenia

Údaje potrebné pre výpočet indexov spôsobilosti meracieho zariadenia:

$$\bar{X}_a = 5,002 \text{ mm}$$

$$s_w = 0,0001666 \text{ mm}$$

Výpočet indexov spôsobilosti meradla:

$$C_{gm} = 2,00$$

$$C_{gmk} = 1,99$$

Dodržaním podmienky  $C_{gm}, C_{gmk} \geq 1,33$  sa potvrdilo, že meracie zariadenie je spôsobilé.

Formulár pre vyhodnotenie indexu spôsobilosti meradla - digitálneho posuvného meradla Mitutoyo je uvedený na obr. 5.

Vyhodnotenie indexu schopnosti meradla C <sub>gm</sub> , C <sub>gmK</sub>		
Výrobné číslo 253310.2	Názov / typ meradla digitálne posuvné meradlo Mitutoyo	Rozlišovacia schopnosť
Evidenčné číslo 8540806	Rok uvedenia do prevádzky	Presnosť 0,01
Rok výroby	Rozsah	Interval kalibrácie
Údaje o normále		Údaje o výrobku
Názov	koncová mierka	Názov
Číslo	253310.2	Číslo
Hodnota Xr	5 mm	Znak
Teplota	20°C	Tolerancia horná dolná
Nastavená hodnota		
Namerané hodnoty		
1. 5,03 42. 5,02		
2. 5,02 43. 5,02		
3. 5,18 44. 5,04		
4. 5,1 45. 5,04		
5. 5,02 46. 5,05		
6. 5,05 47. 4,96		
7. 5,09 48. 5,05		
8. 5,13 49. 5,05		
9. 4,97 50. 4,91		
10. 5,13		
11. 5		
12. 4,96		
13. 5		
14. 5,06		
15. 5,06		
16. 4,97		
17. 5,05		
18. 4,96		
19. 5,08		
20. 4,95		
21. 4,95		
22. 4,94		
23. 4,95		
24. 4,91		
25. 5,11		
26. 5,1	Stredná hodnota X <sub>s</sub> = 5,002 mm	
27. 5,01	Standardná odchýlka SIG-1 = 0,0001666 mm	
28. 4,95	Index schopnosti meradla C <sub>gm</sub> = 2,0 mm	
29. 5,05	Index schopnosti meradla C <sub>gmK</sub> = 1,99 mm	
30. 4,96	Vyhodnotenie : Meracie zariadenie vyhovuje	
31. 5,01	Kontrolu vykonal : Kozáčková Podpis:	
32. 4,98	Dátum : 27.11.2010	
33. 5,01		
34. 4,91		
35. 4,96		
36. 5,01		
37. 4,99		
38. 5,01		
39. 5,05		
40. 4,98		
41. 5,02		

Obr. 5 Formulár pre vyhodnotenie indexu spôsobilosti meradla Mitutoyo [5]

## ZÁVER

Hodnotenie digitálne meracieho zariadenia – posuvné meradlo Mitutoyo pomocou metódy opakovateľnosti dokázalo, že meracie zariadenie môžeme kvalifikovať ako spôsobilé pri hodnotení sledovaného znaku kvality, ktorým bol rozmer výliskov.

Takisto hodnoty indexov spôsobilosti  $C_{gm} = 2,00$  a  $C_{gmK} = 1,99$  dokázali, že meracie zariadenie – digitálne posuvné meradlo Mitutoyo je spôsobilé, nakoľko dosiahnuté hodnoty indexov spôsobilosti sú vyššie ako predpísaná hodnota 1,33.

Na základe takto získaných údajov je následne možné pristúpiť k hodnoteniu spôsobilosti procesu lisovania. Tieto informácie sú pre organizáciu signálom na zlepšovanie kvality a dôkazom pre zákazníka o stabilných výrobných podmienkach.



## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] HRUBEC, J.: Riadenie kvality. Nitra: SPU v Nitre, 2001. s.203. ISBN 80-7137-849-6
- [2] HRUBEC, J. – KRCHNÁK, P. – LESTYÁNSZKA, K.: Inžinierstvo kvality produkcie. 1. Vyd., Vydavateľstvo SPU v Nitre, Nitra, 2014, 166 s. ISBN 978-80-552-1174-9
- [3] HRUBEC J., VIRČÍKOVÁ, E: Integrovaný manažérsky systém. Nitra: SPU v Nitre, 2009. s.543. ISBN 978-80-552-0231-0
- [4] KUČEROVÁ, M. – LESTYÁNSZKA, K.: Štatistické metódy kontroly kvality. 1. Vyd., Trnava: AlumniPress MTF STU, 2011, 150 s. ISBN 978-80-8096-146-6
- [5] KOZÁČKOVÁ, J.: Vypracovanie návrhu pre uplatnenie štatistických metód pri nábehu sériovej výroby výrobku „Radhaus hinten aussen“. Diplomová práca. MTF STU v Trnave, 2011.
- [6] GIRMANOVÁ, L., Šolc, M. a kol: Nástroje a metódy manažérstva kvality. 1. Vyd. – Košice: HF TU, 2009, 145 s. ISBN 978-80-553-0144-0

## ADRESA AUTORA:

**Katarína LESTYÁNSZKA ŠKURKOVÁ, Ing. PhD.**, Slovenská technická univerzita v Bratislave,  
Materiálovotechnologická fakulta, Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality, Botanická 49, 917 24 Trnava, Slovenská republika, e-mail:katarina.skurkova@stuba.sk

### **RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU**

*Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.*

### **REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS**

*Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.*