

Metrológia

ako základný nástroj získavania objektívnych informácií o meranej veličine

Alena Breznická

Celosvetový trend preukazovania kvality spočíva aj v dôveryhodnosti meraní a získavaní údajov významných faktorov pri posudzovaní hodnoteného stavu, medzi ktoré môžeme zaradiť i vyhodnotenie neistôt nameraných veličín technického stroja. Meranie je totižto základom objektívneho hodnotenia javov a podkladom na prijímanie rozhodnutí na základe faktov. Avšak každé meranie je zaťažené nejakou chybou. Rozdiel v tom, čo by malo byť a čo je, možno v zjednodušenej forme pokladať za chybu. Preto prichádza dôležitá potreba vedieť takúto chybu včas identifikovať, vyhodnotiť a v neposlednom rade vedieť ju riadiť. Kontrola a metrológia predstavujú základ zníženia variability a zlepšenia kvality súčiastok aj celých výrobkov. Súčasťou tohto procesu je zber údajov, na základe ktorých sa hodnotí aktuálny stav kvality. Vďaka vhodným spôsobom kontroly a merania sa dajú prijať rozhodnutia na zlepšenie tohto stavu. Základným dôvodom na vykonávanie kontroly a merania je snaha umožniť výrobcovi a poskytovateľovi služieb analyzovať svoje výrobky a získať tak spätnú väzbu o ich kvalite. Získa sa tak možnosť vykonávať krátkodobé korekcie alebo dlhodobé opatrenia na zlepšenie kvality výrobkov.

Stratégia merania

Meranie predstavuje súbor operácií, ktoré majú za cieľ určenie hodnoty veličiny. Cieľom merania je určenie hodnoty meranej veličiny, teda určitej veličiny, ktorá sa má merať. Meranie sa preto začína príslušnou špecifikáciou meracej metódy a postupu merania. Postup merania predstavuje súhrn operácií, ktoré sú osobitne opísané a ktoré sa využívajú na vykonanie konkrétneho merania podľa danej metódy. Vedeckú bázu merania predstavuje princíp merania (napríklad termoelektrický jav pri meraní teploty). Metóda merania je logická postupnosť operácií, opísaná všeobecným spôsobom, ktorá sa využíva na vykonanie požadovaného merania. Merací postup predstavuje súbor operácií, ktoré sú opísané všeobecným spôsobom, pričom sa používa na vykonanie konkrétneho merania podľa danej metódy.

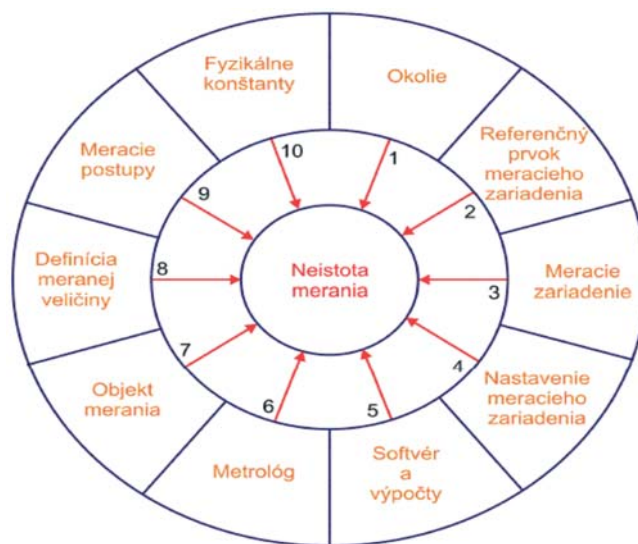
Pojmy presnosť a správnosť

Je dôležité od začiatku rozlišovať medzi presnosťou a správnosťou:

1. Pojem **presnosť** obsahuje stupeň zhody s etalónom. Presnosť sa vzťahuje ku kvalite výsledku a odlišuje sa od správnosti, ktorá sa vzťahuje ku kvalite operácie, pomocou ktorej sa dosiahne výsledok. Môže sa stať, že na dosiahnutie výsledku treba zmeniť zariadenie alebo postup. Tento prípad nastáva, ak sa požaduje vyšší stupeň presnosti, ako sa dá dosiahnuť pomocou práve používaného zariadenia alebo metódy.
2. Pojem **správnosť** predstavuje stupeň zjemnenia pri vykonávaní niektorej operácie alebo stupeň dokonalosti zariadení a metód, ktoré sa používajú na dosiahnutie výsledku.

Presnosť merania a vzťah ovplyvňujúcich veličín k výsledku merania

Prvým krokom pri meraní je špecifikácia meranej veličiny. Meraná veličina sa nedá špecifikovať hodnotou, ale iba rozptylom veličiny. Z pri-



Obr.1 Vplyv na výsledok merania

ncípu sa však meraná veličina nedá úplne opísať bez nekonečného množstva informácií. Preto v rozsahu, aký sa vyžaduje na interpretáciu merania, neúplná definícia meranej veličiny zavádza neistotu výsledku merania, zložku neistoty, ktorá môže, ale nemusí mať významnú hodnotu vo vzťahu k požadovanej presnosti merania. Budeme sa zaoberať prípadom, keď sa má merať veličina Y , ktorá sa nazýva meraná veličina; nemeria sa priamo, ale sa odvádza z N ostatných veličín X_1, X_2, \dots, X_N pomocou funkčného vzťahu f , ktorý sa často nazýva rovnica merania:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$$

Vplyvy na výsledok merania

Hlavní prispievatelia k neistote merania a ich jednotlivé zložky sa dajú rozdeliť do nasledujúcich skupín:

1. okolie,
2. objekt merania,
3. operátor, pričom sem patrí aj meradlo a stratégia merania.

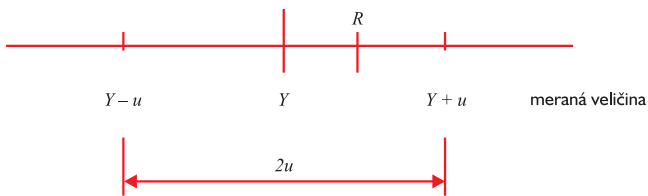
Neistoty merania

Slovo neistota znamená pochybnosť, takže v najširšom zmysle slova neistota merania znamená pochybnosť o platnosti výsledku merania. Vďaka nedostatku rôznych slov na opis tejto všeobecnej koncepcie neistoty sa používa pojem neistota merania. Formálnu definíciu pojmu neistota merania uvádza aktuálne vydanie dokumentu VIM, v ktorom sa uvádza: Neistota merania predstavuje parameter priradený k výsledku merania charakterizujúci rozptyl hodnôt, ktoré sa dajú odôvodnene priradiť k meranej veličine. Grafické vyjadrenie môžeme znázorniť na obr. 2.

Odhad zložiek neistôt

Dá sa vykonať dvoma rôznymi spôsobmi:

1. vyhodnotenie metódou typu A,
2. vyhodnotenie metódou typu B.



Obr.2 Odčítaná hodnota a neistota merania

Vyhodnotenie metódou typu A predstavuje vyhodnotenie zložiek neistoty u_{xx} pomocou štatistických prostriedkov. Vyhodnotenie metódou typu B predstavuje vyhodnotenie zložiek neistoty u_{xx} inak ako štatistickými metódami. Vo väčšine prípadov sa pomocou vyhodnotenia metódou typu A dosahuje presnejší odhad neistoty ako pomocou metódy typu B. Aj tak však metóda typu B ponúka vo väčšine prípadov dostatočne presný odhad zložiek neistoty.

Vyhodnotenie zložky neistoty u_{xx} metódou typu A vyžaduje údaje z opakovaných meraní. Pomocou štatistických vzťahov sa dá vypočítať smerodajná odchýlka rozdelenia pravdepodobnosti alebo strednej hodnoty. Zvyčajne ide o prípad, keď sa za najlepší odhad hodnoty meranej veličiny pokladá priemer z niekoľkých nameraných hodnôt. Ak sa získa n nameraných hodnôt, potom sa priemer z týchto hodnôt jednoducho vypočíta ako ich súčet vydelený počtom hodnôt n (stredná hodnota). Ak každú z pozorovaných (nameraných) hodnôt označíme značkou x_i , na výpočet strednej hodnoty z n nameraných hodnôt môžeme použiť vzťah

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Experimentálna smerodajná odchýlka s charakterizuje variabilitu alebo rozptylenie pozorovaných hodnôt x_i . Tento jav vyjadruje vzťah

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{(n-1)}}$$

Smerodajná odchýlka strednej hodnoty vzorky S sa rovná smerodajnej odchýlke vzorky, vydelenej odmocninou počtu meraní n :

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n \cdot (n-1)}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

Keď sa stredná hodnota alebo smerodajná odchýlka zakladá na veľmi malom počte opakovaných meraní, odhadnuté hodnoty smerodajnej odchýlky nemusia byť správne, môžu byť prípadne príliš malé.

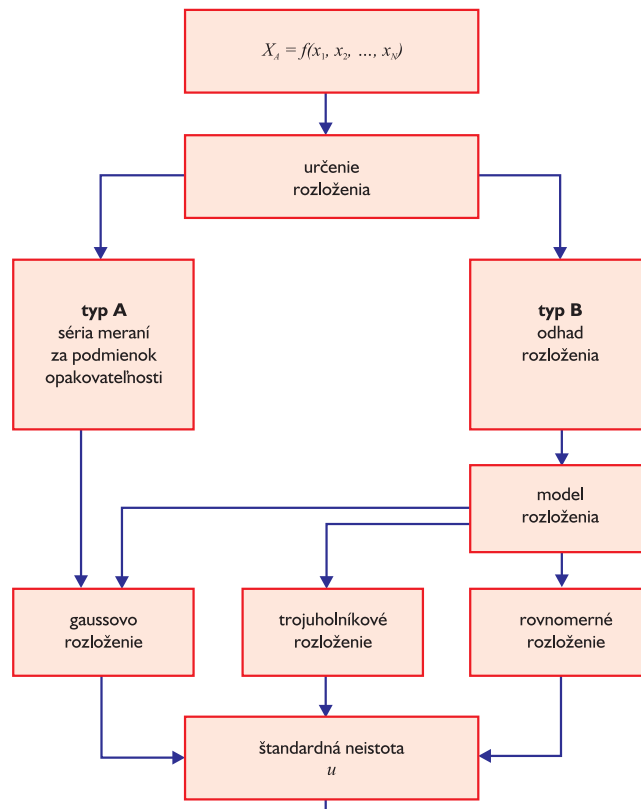
Vyhodnotenie metódou typu B

Vyhodnotenie smerodajnej odchýlky inak ako štatistickými metódami sa najčastejšie obmedzuje na predchádzajúce skúsenosti alebo jednoducho na odhad, čo by mohlo byť smerodajnou odchýlkou. Tieto neistoty sú považované za známe, identifikovateľné a kvantifikovateľné zdroje. Odhad neistoty typu B je teda vymedzený na kvalifikovanom úsudku založenom na všetkých dostupných zdrojoch údajov meranej veličiny a jej možných zmenách. Za zdroje vyhodnocovania považujeme:

1. predchádzajúce zdroje a výsledky,
2. skúsenosti a všeobecné znalosti o správaní meraného objektu, meracích metódach, prostriedkoch a podmienkach merania,
3. informácie získané od výrobcu,
4. údaje z certifikátu, kalibračných a overovacích listov,
5. neistoty referenčných údajov prevzatých z rôznych prameňov.

Postup vyhodnocovania neistoty typu B

1. Stanovenie rôznych zdrojov neistôt podľa návodu vo vyššie uvedenom texte.
2. Stanovenie štandardnej neistoty vplyvom každého zdroja – certifikátu, technickej dokumentácie, technickej normy, kalibračných listov.
3. Posúdenie korelácie medzi jednotlivými zdrojmi.



Obr.3 Grafické znázornenie postupu vyhodnocovania neistôt

4. Určenie vzťahu medzi veličinou a jednotlivými zdrojmi neistôt.
5. Použitím zákona šírenia neistôt sa pre danú funkciu vypočíta neistota u_b .

Záver

Vo všetkých sférach činností je teda meranie zdrojom objektívnych informácií a môžeme ho považovať za základ efektívneho rozhodovania a objektívneho zhodnocovania stavu. Bez dostatočne presných meraní nemožno zabezpečiť napr. kontrolu, s akou chybou pracuje stroj.

Literatúra

- [1] PALEŇČÁR, R., HALAJ, M.: Metrologické zabezpečenie systémov riadenia kvality. Bratislava: STU 1998. ISBN 80-227-1171-3.
- [2] PALEŇČÁR, R., KUREKOVÁ, E., VDOLEČEK, F., HALAJ, M.: Systém riadenia merania. Bratislava: Grafické štúdio Ing. Peter Juriga 2001. ISBN 80-968449-7-0.
- [3] Autorský kolektív Metrologické zabezpečenie kvality, MŠ KEGA 3/125403, Knižnica TnUAD.
- [4] OBMAŠČÍK, M.: Metrologia chýb a neistôt merania a meradiel dĺžok. Žilina: MAMS 1998.

Ing. Alena Breznická

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne
 Fakulta mechatroniky
 Katedra metrologie a kvality
 Študentská 1, 911 50 Trenčín
 e-mail: breznicka@tnuni.sk