



## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**APVV-0096-10**

**Štatistické metódy pre analýzu neistôt v metrologii**

Zodpovedný riešiteľ **Doc. RNDr. Viktor Witkovský, CSc.**

Príjemca **Ústav merania SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav merania SAV
2. Matematický ústav SAV
3. Strojnícka fakulta STU v Bratislave
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. WIMMER, G. - PALENČÁR, R. - WITKOVSKÝ, V. - ĎURIŠ, S.: Vyhodnotenie kalibrácie meradiel. Štatistické metódy pre analýzu neistôt v metrologii. Vydavateľstvo Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, 2015. Pripravené do tlače.
2. PALENČÁR, R. - ĎURIŠ, S. - BROKEŠ, V.: Neistoty pri realizácii teplotnej stupnice. Vydavateľstvo Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, 2014. 161 str., ISBN 978-80-227-4286-3. V tlači.
3. PALENČÁR, R. - ĎURIŠ, S. - RANOSTAJ, J.: Conclusions and some comments on the calculation of uncertainty when constructing a temperature scale. Measurement Techniques 54 (8), 2011, 40–45.
4. KÖNING, R. - WIMMER, G. - WITKOVSKÝ, V.: Ellipse fitting by nonlinear constraints to

demodulate quadrature homodyne interferometer signals and to determine the statistical uncertainty of the interferometric phase. Measurement Science and Technology 25 (Number 11, November 2014 ), 2014, 115001 (11pp), doi:10.1088/0957-0233/25/11/115001

5. WITKOVSKÝ, V. - WIMMER, G. - DUBY, T.: Logarithmic Lambert  $W \times F$  random variables for the family of chi-squared distributions and their applications. Statistics & Probability Letters 96, 2015, 223-231.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Medzi hlavné výsledky riešenia projektu patria:

- nové metódy riešenia odhadov parametrov a charakterizácia ich štatistických vlastností,
- nové postupy vyhodnotenia kalibrácie,
- nové metódy vyhodnotenia medzilaboratórných porovnávaní,
- algoritmy pre vyhodnotenie kalibrácie meradiel a pre medzilaboratórne porovnávania.

Tieto výsledky sa uplatnia v teórii spracovania výsledkov meraní, ako aj v metrologických a technických aplikáciách a experimentálnom výskume. Ide hlavne o oblasti, kde je dôležité zahrnúť do vyhodnotenia aj presnosti samotných meraní.

Publikované výsledky vo forme vedeckých článkov, monografií, učebníc a algoritmov, budú využívané hlavne

- pre ďalší rozvoj teórie vyhodnotenia kalibrácie a stanovenia príslušných neistôt v kalibrácii,
- pri kalibrácii meradiel v národnom metrologickom ústave (Slovenský metrologický ústav v Bratislave),
- pre realizáciu a vyhodnotenie medzilaboratórných experimentov na úrovni národných metrologických ústavov,
- pri tvorbe noriem a štandardov v rámci SR, ako aj pre tvorbu medzinárodných noriem a štandardov ISO (International Standardization Organization), (TK 110 Metrologia, TK 71 Aplikácie štatistických metód v riadení kvality),
- pri výučbe v inžinierskom štúdiu Meranie a skúšobníctvo a v celoživotnom vzdelávaní na SjF STU,
- v doktorandskom štúdiu, pri riešení dizertačných prác doktorandov SjF STU, MÚ SAV a ÚM SAV, ako aj v národnom metrologickom ústave. Ich prostredníctvom sa vytvoria predpoklady aj pre šírenie výsledkov na ich budúce pracoviská.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku** (max. 20 riadkov)

Projekt "Štatistické metódy pre analýzu neistôt v metrologii" bol zameraný na rozvoj teórie a aplikácii matematicko-štatistických metód v dvoch základných oblastiach metrologie:

i) na riešenie problematiky kalibrácie, ii) na riešenie problematiky medzilaboratórných porovnávaní. Cieľom projektu pri riešení problematiky kalibrácie bolo vypracovať ucelenú teóriu vyhodnotenia kalibrácie snímačov a prevodníkov, stanovenia príslušných neistôt pri kalibrácii snímačov a vyhodnotenie výsledkov meraní kalibrovaným prístrojom. Cieľom projektu pri riešení problematiky medzilaboratórných porovnávaní bol návrh odhadovacích metód a procedúr na určenie referenčnej hodnoty (RV – reference value, resp. KCRV – key comparison reference value), t.j. odhadu parametra spoločnej strednej hodnoty veličiny meranej v rôznych laboratóriách a metód na určenie exaktných (resp. aproximatívnych) intervalových odhadov pre túto veličinu. Stanovené ciele boli úspešne dosiahnuté a publikované vo vedeckých a odborných časopisoch, v monografiách a na vedeckých konferenciách. Za hlavný reprezentatívny výsledok riešenia stanovených úloh projektu považujeme monografie zamerané na teóriu kalibrácie:

1. WIMMER, G. - PALENČÁR, R. - WITKOVSKÝ, V. - ĎURIŠ, S.: Vyhodnotenie kalibrácie meradiel. Vydavateľstvo STU Bratislava, 2015.
2. PALENČÁR, R. - ĎURIŠ, S. - BROKEŠ, V.: Neistoty pri realizácii teplotnej stupnice.

**Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku**  
(max. 20 riadkov)

The project "Statistical methods for the analysis of uncertainty in metrology" was focused on the development of the theory and applications of the mathematical and statistical methods in two basic areas of metrology. The main project objectives were the following: i) to address the calibration problems ii) to address the interlaboratory comparisons problems. The aim of the project in the area of calibration was to develop a comprehensive theory of evaluation and calibration of sensors, transducers, and establishing the relevant uncertainties in the calibration of the sensors and evaluate the measurement results obtained by the calibrated instruments. The aim of the project in the area of inter-laboratory comparisons was focused on determining the reference value or the key comparison reference value, respectively, i.e. determination of the common value measured in several different laboratories, and methods for determining the exact or approximate interval estimators for this value. These project objectives were successfully completed and the results have been published in scientific journals, monographs and conference proceedings. As the main outcome we consider the monographs on the theory of calibration:

1. WIMMER, G. - PALENČÁR, R. - WITKOVSKÝ, V. - ĎURIŠ, S. : Evaluation of the Gauge Calibration (in Slovak). Publishing House: STU Bratislava, 2015.
2. PALENČÁR, R. - ĎURIŠ, S. - BROKEŠ, V. : Uncertainties in the Implementation of the Temperature Scale (In Slovak). Publishing House: STU Bratislava, 2014.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

Doc. RNDr. Viktor Witkovský, CSc.

V Bratislave, 28. 11. 2014

**Štatutárny zástupca príjemcu**

Doc. Ing. Milan Tyšler, CSc.

V Bratislave, 28. 11. 2014

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu