

Korzyści wynikające z udziału w projektach badawczych w metrologii – EMRP SIB 58 ANGLE

The benefits of participation in research projects in metrology – EMRP SIB 58 ANGLE

Joanna Przybylska (Główny Urząd Miar)

Precyzyjne pomiary kąta płaskiego znajdują zastosowanie m.in. w przemyśle samochodowym, lotniczym i robotyce, a także w kilku zastosowaniach naukowych (np. w pomiarze stałej grawitacji G i kątowej stabilizacji optycznych elementów rentgenowskich). W ramach projektu SIB 58 ANGLE opracowane zostały nowe systemy pomiarowe, urządzenia, nowe metody, zdobyto nową wiedzę i najlepsze praktyki, umożliwiające precyzyjne pomiary kąta płaskiego, zaspokajające rygorystyczne wymagania przemysłu. Zdolności pomiarowe GUM w dziedzinie kąta zostały udoskonalone.

Precise measurements of plane angle have application to automotive or aircraft industry and robotics as well as to several scientific researches (e.g. the measurement of the gravitational constant G and the angular stabilisation of X-ray optical components). In the frame of the project SIB 58 ANGLE new measuring systems, new equipment, new measuring methods were developed, new knowledge and best practices were obtained. It enables high precision angle measurements which meet rigorous industry requirements. The angle measurement capabilities of GUM were improved.

18

Laboratorium Kąta Zakładu Długości i Kąta GUM (obecnie Pracownia Kąta Samodzielnego Laboratorium Długości) był jednym z partnerów wspólnego projektu EMRP SIB58 Angles „Angle Metrology”. Koordynatorem projektu był Prof. Dr. Tanfer Yandayan (TÜBITAK UME). Projekt trwał 36 miesięcy – od 01.09.2013 r. do 31.08.2016 r.

Projekt podzielony był na 6 pakietów roboczych. Dwa projekty WP1 i WP2 dotyczyły autokolimatorów, ich wzorcowania i zastosowania w deflektometrii, trzeci WP3 związany był z nowymi metodami wzorcowań enkoderów kątowych i stołów obrotowych wyposażonych w enkodery kątowe. Pakiet WP4 obejmował prace nad budową nowych generatorów małych kątów o dużym zakresie pomiarowym, a dwa ostatnie WP5 i WP6 dotyczyły przekazywania zdobytej wiedzy i zarządzania projektem. Laboratorium Kąta brało aktywny udział w projektach WP2, WP3 oraz WP5 i WP6.

W odniesieniu do zadań projektu, przed jego rozpoczęciem, Laboratorium:

- ▶ posiadało możliwość wzorcowania autokolimatorów tylko o małych rozdzielczościach (0,1"), z niepewnością rozszerzoną 0,3",

- ▶ było w trakcie procesu zmiany (opracowywanie algorytmu, pomiary i ich analiza, opracowywanie budżetu niepewności) metody wzorcowania autokolimatorów tak, aby można było wzorcować autokolimatory o wyższej rozdzielczości,
- ▶ posiadało możliwość wzorcowania enkoderów kątowych (stołów obrotowych) z niepewnością rozszerzoną 1" oraz miało duże trudności przy wzorcowniach precyzyjnych enkoderów.

Dzięki udziałowi w projekcie Laboratorium uzyskało następujące korzyści:

- ▶ może udoskonalić swoją metodę wzorcowania autokolimatorów o wyższych rozdzielczościach oraz wzorcować autokolimatory dwoma różnymi metodami, z niepewnością rozszerzoną 0,1",
- ▶ może wyznaczać wartości błędów interpolacji stołu obrotowego, stosując algorytm, przetestowany w trakcie projektu (błędy interpolacji są bardzo ważnym składnikiem wielu budżetów niepewności pomiarów wykonywanych na stanowisku państwowego wzorca jednostki kąta płaskiego),
- ▶ zdobyło nową wiedzę dotyczącą właściwego mocowania i przeprowadzania pomiarów precyzyj-

nych enkoderów kątowych (stołów obrotowych). Wiedza ta pozwoli na udoskonalenie metody wzorcowania oraz skonstruowanie odpowiednich urządzeń pomocniczych,

- ▶ dzięki możliwości bezpośrednich dyskusji z ekspertami z innych instytucji metrologicznych, naukowo-badawczych oraz z producentami precyzyjnego sprzętu pomiarowego, zapoznania się z ich laboratoriami, wzięcia udziału w szkoleniach, konferencjach i wizytach technicznych Laboratorium zdobyło nową, bardzo cenną, wiedzę z zakresu pomiarów kąta płaskiego, która będzie wykorzystana w przyszłych pracach badawczych oraz przekazywana zainteresowanym laboratoriom w kraju, poprzez np. referaty na konferencjach,
- ▶ nawiązało wiele kontaktów z zagranicznymi ekspertami z dziedziny pomiarów kąta płaskiego (ale też i z dziedzin pokrewnych), które mogą w przyszłości owocować łatwiejszą współpracą czy konsultacjami.

Szczególnie ważna dla Laboratorium jest nowa wiedza z zakresu pomiarów precyzyjnych enkoderów kątowych (stołów obrotowych), gdyż w ostatnich latach obserwowany jest wzrost zapotrzebowania na tego typu wzorcowania.

Wzorcowanie enkoderów kątowych (stołów obrotowych) jest bardzo ważne, ponieważ są one powszechnie stosowane w różnych typach przyrządów, zarówno w metrologii, jak i w przemyśle, medycynie czy też nauce. Precyzyjne enkodery są przeznaczone do pomiaru wartości kąta obrotu (pozycji kątowej)

w pełnym zakresie pomiarowym (360°) z rozdzielczością nanoradianów. Zdecydowana większość enkoderów kątowych wykorzystuje zjawiska optyczne. Ich podstawowymi elementami są kręgi podziałowe oraz głowice skanujące. Dodatkowo najbardziej precyzyjne enkodery są wyposażone w systemy do interpolacji sygnałów, dzięki którym możliwe jest kilkukrotne zwiększenie ich rozdzielczości. Najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na poprawność wskazań enkodera kąтового jest właściwe zamocowanie kręgu w odniesieniu do osi obrotu, właściwe połączenie enkodera z przyrządem oraz proces interpolacji. Wyzwaniem dla laboratoriów, które wzorcują enkodery kątowe o wysokich rozdzielczościach, jest skonstruowanie i zbudowanie specjalnego urządzenia pomocniczego, które umożliwi jak najdokładniejsze zamocowanie wzorcowanego enkodera i połączenie go z enkoderem odniesienia oraz zastosowanie metod umożliwiających wyznaczenie wartości błędów interpolacji.

Autokolimatory fotoelektryczne są stosowane do precyzyjnych i bezkontaktowych pomiarów małych przesunięć kątowych zwierciadła (lub jakiegokolwiek powierzchni odbijającej) w zakresie mniejszym niż 1° . Mają zastosowanie w metrologii, nauce i przemyśle, umożliwiając precyzyjne kątowe ustawienie, a także pomiary prostoliniowości, równoległości, prostopadłości, płaskości. Z uwagi na to, że obecnie produkowane są autokolimatory o coraz wyższych rozdzielczościach, istnieje potrzeba opracowywania nowych metod ich wzorcowania, a tym samym oferowania klientom coraz lepszych usług.