



Politechnika
Świętokrzyska



Targi Kielce
exhibition & congress centre



Główny
Urząd
Miar

Kongres

METROLOGIA

- szansa i wyzwanie przyszłości

Data: 6 kwietnia 2022 r.

XXX Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej

CONTROL-STOM



Projekt pt. „Metrologia szansa i wyzwanie przyszłości” realizowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pn. „Społeczna Odpowiedzialność Nauki” na podstawie umowy nr SONP/SP/512777/2021 z dnia 07. 12.2021r.

1. Organizatorzy:

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA

Politechnika Świętokrzyska, najstarsza uczelnia techniczna w regionie świętokrzyskim, jest istotnym ośrodkiem badawczo-naukowym w zakresie rozwoju regionalnego i podnoszenia poziomu innowacyjności. Współpracuje zarówno z przedsiębiorcami, instytucjami otoczenia biznesu, a także jednostkami sektora publicznego. Uczelnia stanowi zaplecze badawczo-naukowe, posiada 163 prawa własności przemysłowej, z czego 105 to patenty na wynalazki, które mogą być przedmiotem transferu technologii do biznesu. Dzięki rozbudowie infrastruktury i bazy laboratoryjno- aparaturowej z roku na rok dynamicznie rośnie liczba zawartych umów na realizację komercyjnych prac badawczych i projektów B+R. Uczelnia zatrudnia ponad 171 ekspertów z różnych dziedzin, w tym metrologii, kształci studentów na 21 kierunkach w ramach pięciu wydziałów. W ostatnich latach aktywnie uczestniczy jako partner projektu w budowie nowoczesnej infrastruktury badawczej, centrum polskiej metrologii tj. Świętokrzyskiego Kampusu Laboratoryjnego Głównego Urzędu Miar.

TARGI KIELCE

Targi Kielce stanowią ważny punkt na mapie targowej Europy. To miejsce z wieloletnim doświadczeniem w organizacji najbardziej liczących się wydarzeń branżowych. Sztandarową wystawą kieleckiego ośrodka jest Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego. W kalendarzu targów nie brakuje także wydarzeń ściśle technicznych tj.: Międzynarodowe Targi Obróbki Metali, Obrabiarek i Narzędzi STOM-TOOL czy targi PLASTPOL. Część kieleckiego ośrodka wystawienniczego stanowi Centrum Kongresowe, gdzie każdego roku odbywają się zarówno kameralne spotkania i wernisaże, seminaria, szkolenia, konferencje, jak również duże koncerty, kongresy i wystawy.

GŁÓWNY URZĄD MIAR

Główny Urząd Miar jest krajową instytucją metrologiczną zajmującą się teoretycznymi i praktycznymi zagadnieniami związanymi z pomiarami. Do podstawowych zadań urzędu należy zapewnienie jednolitości miar i wymaganej dokładności pomiarów wielkości fizycznych w Polsce oraz powiązania krajowego systemu miar z systemem międzynarodowym.

W laboratoriach GUM prowadzone są prace o charakterze badawczo-rozwojowym, niezbędne do budowy, utrzymania i modernizacji wzorców jednostek miar oraz wytwarzania certyfikowanych materiałów odniesienia.

2. Przedmowa

Szanowni Państwo,

Organizacja Kongresu Metrologicznego jest bardzo ważnym i znaczącym symbolem zmian, jakie dokonują się w naszym regionie. Przemian, których Politechnika Świętokrzyska jest aktywnym uczestnikiem. Budowa nowego ośrodka badawczego jest podwaliną zmian i przeobrażeń gospodarczych, technologicznych, innowacyjnych działań i aktywności, które staną się tematem dzisiejszych prezentacji i dyskusji.

Potrzeba realizacji dzisiejszego spotkania wynika z konieczności zwiększenia popularyzacji wiedzy o możliwościach zastosowania METROLOGII w różnych dziedzinach życia gospodarczego, jak również stworzenia optymalnych warunków rozwoju przedsiębiorstw wykorzystujących w swojej działalności zagadnienia z nią związane. Włączenie się w debatę, która odbędzie się po wygłoszeniu prezentacji zaproszonych gości, pozwoli na wyciągnięcie wniosków, które przyczynią się do dokonania zmian w przedmiotowym zakresie.

*Organizowany Kongres Metrologiczny jest pochodną budowy ośrodka badawczego, jakim jest **Świętokrzyski Kampus Laboratoryjny Głównego Urzędu Miar w Kielcach**. Realizacja tak ważnego dla regionu projektu, we współpracy z Głównym Urzędem Miar, zakłada uruchomienie laboratoryjnej bazy badawczo – wdrożeniowej. Powstaną najnowocześniejsze laboratoria metrologiczne, które usprawnią procesy badawczo rozwojowe, a także staną się podłożem do zaistnienia wielu interakcji nauki z działalnością gospodarczą.*

W związku z powyższym, w celu zawiązania szerszej współpracy pomiędzy działalnością naukową i biznesem, zostanie powołany Klastr Metrologiczny, który będzie inicjował taką współpracę i wspierał przedsiębiorców w zakresie zagadnień metrologicznych.

Na dzisiejszym Kongresie zostanie również uroczystie podpisana deklaracja, która zapoczątkuje powołanie Klastra Metrologicznego, skupiającego firmy, podmioty i jednostki naukowe, zainteresowane zagadnieniami metrologicznymi..

Jako Rektor Politechniki Świętokrzyskiej jestem zaszczycony, mogąc uczestniczyć w dzisiejszej uroczystości, tak ważnej dla rozwoju nauki i dla rozwoju gospodarczego regionu świętokrzyskiego.

Raz jeszcze dziękuję władzom krajowym i regionalnym za zaproszenie Politechniki Świętokrzyskiej do udziału w projekcie budowy Świętokrzyskiego Kampusu Laboratoryjny Głównego Urzędu Miar i do współtworzenia nowej jakości w zakresie wpływu metrologii na życie gospodarcze, naukowe i akademickie.



prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba
Rektor Politechniki Świętokrzyskiej

O projekcie „Metrologia – szansa i wyzwanie przyszłości”

Projekt pt. „Metrologia szansa i wyzwanie przyszłości” realizowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pn. „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”, wartość projektu: 634 190,00 zł.

Projekt ma za zadanie przybliżyć znaczenie metrologii w codziennym życiu społecznym i gospodarczym. Promowanie oraz popularyzacja metrologii w ramach projektu nastąpi m.in. poprzez:

- organizację Kongresu Metrologicznego adresowanego do szerokiej grupy odbiorców, podczas którego podpisana zostanie uroczysta deklaracja utworzenia Klastra Metrologicznego;
- organizację prelekcji dla uczniów szkół średnich prowadzonych przez specjalistę w dziedzinie metrologii;
- emisję cyklu 10 programów przygotowanych z TVP Kielce pn.: „Metrologia - fascynujący świat pomiarów” oraz cyklu 10 programów przygotowanych z RADIEM KIELCE pt.: „Metrologia i biznes”. Audycje i programy będą opierać się na wywiadach z ekspertami, specjalistami, pracownikami laboratoriów, działów kontroli i jakości, technologami, technikami, menadżerami odpowiedzialnymi za optymalizację procesów produkcyjnych z danej branży gospodarki;
- przygotowanie i dystrybucja gry planszowej dotyczącej jednostek miar i dokładności pomiarów;
- organizacja webinarium pn.: „Nowy Europejski Zielony Ład” z udziałem przedstawicieli sektora ochrony środowiska oraz branż powiązanych;
- przygotowanie zajęć animacyjnych dla dzieci pod nazwą „Metrologia dla juniora” w wieku 8 – 12 lat mających za zadanie rozbudzić ciekawość metrologią od najmłodszych lat;
- przygotowanie broszur informacyjnych dotyczących współpracy metrologii i biznesu;
- organizacja wykładów historycznych z zakresu metrologii;
- pokaz filmu Rachuba Świata wraz z dyskusją tematyczną.

Kongres Metrologiczny

Organizowany Kongres stanowi narzędzie rozwoju kapitału ludzkiego poprzez popularyzację wiedzy z zakresu metrologii dla potrzeb rozwoju społeczno-gospodarczego.

Założeniem Kongresu jest połączenie wiedzy teoretycznej i praktycznej tj. płaszczyzny nauki i przemysłu w celu wypracowania wspólnej przestrzeni działania. W ramach

Kongresu zostaną podjęte obszary tematyczne, które będą stanowiły o strategicznych kierunkach rozwoju metrologii, w tym w szczególności: postęp metrologiczny i technologiczny, rozwój gospodarki opartej na wiedzy oraz przemysł 4.0., innowacje i badania w dziedzinie metrologii.

Efektom Kongresu będzie wypromowanie w środowisku biznesowym metrologii jako dziedziny nauki i możliwości jej efektywnego wykorzystania w nowoczesnym przemyśle.

Idea Klastra Metrologicznego

Klaster Metrologiczny będzie wspólną przestrzenią dla dalszych działań pomiędzy podmiotami gospodarczymi a instytucjami naukowymi. Wśród korzyści przystąpienia do klastra należy wskazać m.in.

- wsparcie dla firm oferowane przez instytucje naukowe i budowane nowoczesne centrum badawczo-rozwojowe
- współpraca z administracją rządową i samorządową
- nawiązywanie nowych kontaktów biznesowych oraz budowanie wzajemnych więzi między przedsiębiorstwami oraz innymi klastrami w kraju i zagranicą,
- promocję członków wewnątrz, jak i na zewnątrz klastra poprzez użycie jego marki i udział w wydarzeniach przez niego organizowanych.

Firmy, które zdecydują się na współpracę oferowaną w ramach Klastra, udoskonala swoje zdolności do adaptacji technologii optycznych, nanotechnologii, akustyki, czy technologii materiałowych, wpisujących się w zaawansowane technologie mechatroniczne i nowoczesne technologie materiałowe w oparciu o metrologię.

Podczas Kongresu - Deklarację o współpracy w celu utworzenia Klastra podpisały:

Academy Alfa Sp. z o. o.

ACCRETECH

Aplisens S.A.

Centrum Certyfikacji TÜV SÜD Polska Sp. z o.o.

Fabryka Wag Kalisto

Faktor - Centrum Techniki Pomiarowej

FORMASTER S.A.

GL OPTIC

Główny Urząd Miar

ITA Sp. z o.o. Sp. k.
Izba Rzemieślników i Przedsiębiorców w Kielcach
KH-KIPPER Sp. z o.o.
Laboratoryjnie.pl
Lasertex Sp. z o.o.
LENSO Sp. z o.o.
Mahr Polska Sp. z o.o.
MESKO S.A.
Metrica
Politechnika Opolska
Politechnika Poznańska
Politechnika Świętokrzyska
Politechnika Warszawska
Polska Grupa Zbrojeniowa S.A.
RADWAG Wagi Elektroniczne
Regionalne Centrum Naukowo - Technologiczne w Podzamczu
Scarlet Oak Sp. z o.o.
SMART SOLUTIONS Sp. z o. o.
SMARTTECH Sp. z o.o.
Staropolska Izba Przemysłowo-Handlowa
Stowarzyszenie Forum Pracodawców
Świętokrzyski Związek Pracodawców Prywatnych Lewiatan
Świętokrzyskie Centrum Innowacji i Transferu Technologii Sp. z o.o.
Targi Kielce S.A.
Testo Industrial Services sp. z o.o.
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
Z.E.U.P. POZYTON Sp. z o.o.
ZURAD Sp. z o.o.

Treść deklaracji powołania Klastra Metrologicznego

My, niżej podpisani, deklarujemy wolę podjęcia współpracy w celu utworzenia Klastra Metrologicznego jako platformy integrującej podmioty sektora biznesu, instytucje naukowe oraz organizacje pozarządowe związane z branżą metrologii. Łączy nas idea kreowania optymalnych warunków do rozwoju przedsiębiorstw i polskiej gospodarki. Chcemy urzeczywistnić tę koncepcję poprzez szeroki transfer wiedzy i technologii, wymianę doświadczeń opartą na wzajemnym zaufaniu i uczciwości oraz aktywne odkrywanie i wdrażanie innowacji. Strategiczny cel funkcjonowania Klastra zakłada osiągnięcie trwałej zdolności dostarczania polskiemu przemysłowi wartości dodanej w postaci najnowocześniejszych rozwiązań metrologicznych, by umożliwić polskim firmom podjęcie realnej konkurencji na globalnym rynku.

Główne obszary tematyczne związane z działalnością Kłastry:

- Zaawansowane techniki pomiarowe
- Zdrowie i bezpieczeństwo żywności
- Energia i ochrona środowiska
- Technologie cyfrowe

Najważniejsze zadania Kłastry Metrologicznej

- działanie na rzecz szeroko pojętej innowacyjności oraz tworzenie nowoczesnych rozwiązań w sektorze metrologii dla polskiego przemysłu
- transfer wiedzy, technologii i kompetencji pomiędzy interesariuszami Kłastry
- wypracowanie optymalnego modelu współpracy między środowiskiem naukowym a światem biznesu w zakresie badań i rozwoju oraz kształcenia kadr dla gospodarki
- ustanowienie dla przedsiębiorców „szybkiej ścieżki” konsultacji merytorycznych dotyczących projektów rozwojowych z przedstawicielami instytucji naukowych
- wyszukiwanie i wskazywanie partnerów naukowych oraz biznesowych przy realizacji przez firmy projektów badawczo-rozwojowo-wdrożeniowych
- wspieranie procesu komercjalizacji wyników prac badawczych i naukowych prowadzonych przez uczestników Kłastry
- budowanie przewagi konkurencyjnej firm zrzeszonych w Kłastrze poprzez dostęp do zasobów infrastruktury badawczej i kompetencji intelektualnych ośrodków naukowych będących uczestnikami Kłastry
- informowanie o możliwościach pozyskania zewnętrznego wsparcia kapitałowo-finansowego przy prowadzeniu prac badawczych oraz realizacji projektów związanych z wdrożeniem na rynek nowego produktu/nowej usługi
- świadczenie usług w zakresie internacjonalizacji przedsiębiorstw i ekspansji na rynki zagraniczne
- udział w posiedzeniach gremiów na poziomie rządowym, międzyresortowym oraz samorządowym, wyznaczających kształt polityki rozwoju przedsiębiorczości w Polsce oraz określających obszary i sektory polskiej gospodarki, które kwalifikują się do pomocy publicznej ze strony państwa oraz instytucji europejskich

3. Agenda

Część I - Hala G, Stoisko G-60 (Główny Urząd Miar)

- 11:00 Otwarcie Kongresu
11:00 do 11:30 Wystąpienia otwierające
11:30 do 11:50 Uroczyste podpisanie deklaracji o współpracy w celu utworzenia Klastra Metrologicznego

Część II – Centrum Kongresowe,

- 12:00 do 12:20 **Aneta Zielińska-Sroka**, zastępca dyrektora w Departamencie Komunikacji i Marketingu
Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości
PARP Twoim partnerem w biznesie. Oferta wsparcia dla MŚP.
- 12:20 do 12:40 **Prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski** - Politechnika Poznańska
Digitalizacja jako podstawowy element Metrologii 4.0.
- 12:40 do 13:00 **Prof. dr hab. inż. Janusz Gajda**, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Dynamiczne ważenie pojazdów samochodowych.
- 13:00 do 13:20 **Prof. dr hab. inż. Grzegorz Królczyk**, Politechnika Opolska
Analiza topografii powierzchni w nauce i praktyce przemysłowej.
- 13:20 do 13:40 **Dr hab. inż. Włodzimierz Makiela prof. PŚK**, Politechnika Świętokrzyska
Pomiary odchyłek kształtu – metody i możliwości laboratorium Politechniki Świętokrzyskiej – oferta dla przemysłu
- 13:40 do 14:25 Debata - Kapitał społeczny i nowoczesna aparatura w kreowaniu innowacji metrologicznych.
Moderator: dr Andrzej Kurkiewicz, Pełnomocnik Prezesa GUM ds. badań i rozwoju.
- 14:30 Zakończenie

4. Świętokrzyski Kampus Laboratoryjny Głównego Urzędu Miar

Projekt realizowany jest przez konsorcjum GUM i Politechniki Świętokrzyskiej w ramach Osi Priorytetowej I – Innowacje i nauka Działanie 1.1 Wsparcie infrastruktury B+R Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014–2020

Strategicznym celem zaplanowanej infrastruktury naukowo–badawczej oraz rozwojowo–wdrożeńowej Kampusu jest zwiększone urynkowanie działalności badawczo–rozwojowej poprzez wykorzystanie nauki z dziedziny metrologii do podniesienia konkurencyjności polskich firm na rynku europejskim i światowym. Projekt zakłada utworzenie w Kielcach centrum polskiej metrologii, miejsca, w którym spotykać się będą środowiska naukowe, badawcze oraz te bezpośrednio i pośrednio związane z przemysłem. Istotność metrologii dla gospodarki podkreślają najwyżsi przedstawiciele polskiego rządu: „Ta niezwykle ważna dziedzina dla rozwoju każdego przemysłu, jaką jest metrologia, służy gospodarce i całemu przemysłowi.” – Mateusz Morawiecki, Prezes Rady Ministrów w dniu 13 października 2018 r.

Głównym priorytetem projektu ŚKLGUM jest uzupełnienie obecnego potencjału laboratoryjnego GUM i PŚk, w efekcie czego stworzone zostaną warunki do współpracy pomiędzy profesjonalną i innowacyjną metrologią laboratoryjną a gospodarką. Zaplanowana do stworzenia infrastruktura badawcza, naukowa i rozwojowa ŚKLGUM zwiększy urynkowanie działalności badawczo–rozwojowo–wdrożeńowej i pomiarowej poprzez wykorzystanie badań naukowych z dziedziny metrologii. Powstała baza laboratoryjna będzie prowadzić swoją działalność w obszarach związanych z inteligentnymi specjalizacjami Regionu Świętokrzyskiego, tj.: branża metalowo–odlewnicza, zrównoważony rozwój energetyczny, technologie informacyjno–komunikacyjne oraz nowe metody pomiarów w medycynie.

Współpraca między instytucjami przyczyni się do budowania kompetencji zawodowych absolwentów PŚk, dostosowanych do aktualnych potrzeb rynku pracy. Dostęp do nowoczesnej infrastruktury B+R, możliwość realizowania studiów doktoranckich związanych z metrologią, uczestnictwo w kołach naukowych, realizacja projektów badawczych, pozwoli na zatrzymanie i przyciągnięcie wartościowej kadry pracowniczej. ŚKLGUM przyczyni się również do niwelowania deficytu pracowników na świętokrzyskim rynku pracy pod kątem braku atrakcyjnych i stabilnych miejsc zatrudnienia, braku możliwości rozwoju zawodowego oraz podwyższania umiejętności, nabywania doświadczeń i uprawnień zawodowych.

W strefie laboratoryjno–badawczej powstają laboratoria badawczo–pomiarowe, które zostaną wyposażone w specjalistyczny sprzęt i aparaturę B+R. Strefa ta stanowić będzie zaplecze niezbędne do prowadzenia badań podstawowych, badań przemysłowych

i / lub eksperymentalnych prac rozwojowych oraz posłuży do rozpowszechniania na szeroką skalę wyników takich działań – poprzez dydaktykę, otwarte bazy danych, otwarte oprogramowanie oraz publikacje i / lub transfer wiedzy z zakresu następujących dziedzin metrologicznych: akustyki, ultradźwięków i drgań; czasu i częstotliwości, długości, masy, termometrii. Powstanie również laboratorium, które będzie prowadzić prace badawczo-rozwojowe m.in. w dziedzinach związanych z technologiami cyfrowymi.

Nowe laboratoria metrologiczne usprawnią procesy badawczo-rozwojowe w zakresie ustalania jednolitości miar, przy uwzględnieniu wymaganej dokładności pomiarów wielkości fizycznych. Projekt umożliwi również dokonanie jakościowej zmiany w funkcjonowaniu jednostek badawczych na rzecz dynamicznej interakcji z przemysłem i nauką. Działalność kampusu laboratoryjnego i jego interakcja z nauką i gospodarką doprowadzi do aktywnej współpracy instytucji naukowych, związanej z wymianą myśli technologicznej w zakresie innowacyjnych metod pomiaru i rozwoju najnowszych technologii.

Wybudowany Kampus wpłynie na rozwój badań naukowych na poziomie krajowym i europejskim. Wyposażenie laboratoriów w nowoczesną infrastrukturę, zminimalizowanie wpływu warunków środowiskowych oraz zakłóceń, zwiększenie możliwości technicznych w stosunku do stanu obecnego bezpośrednio wpłyną na jakość prowadzonych badań naukowych. Jakość ta wyrażona zostanie poprzez wykonywanie pomiarów zaawansowanych i nietypowych oraz przez zapewnienie spójności pomiarowej na światowym poziomie.

5. Możliwości badawczo-rozwojowe Świętokrzyskiego Kampusu Laboratoryjnego Głównego Urzędu Miar

Kampus to nowa jakość w polskiej gospodarce, która daje szansę rodzimym przedsiębiorcom na rozwój w nieosiągalnych dotąd kierunkach. Potencjał komercjalizacji przedsięwzięcia jest ogromny z uwagi na unikalność zadań, które będzie realizował Kampus. Pozyskanie partnerów biznesowych zainteresowanych komercjalizacją wiedzy, technologii i wyników badań, odbywać się będzie przy współudziale jednostek naukowych. Prowadzone wspólnie z partnerami biznesowymi, projekty badawcze będą ścieżką zarówno do komercjalizacji, jak i rynkową formą finansowania nauki.

Zakłada się, że każdy realizowany wspólnie projekt będzie mógł prowadzić do komercjalizacji, w każdym możliwym wariantcie: sprzedaż praw firmie, licencja lub nawet powołanie spółki wspólnie z przedsiębiorcą.

Stanowiska pomiarowo-badawcze KAMPUS będą funkcjonować w 6 dziedzinach pomiarowych:

- akustyka i drgania
- czas i częstotliwość
- długość
- masa
- termometria, klimat i ocena paliw
- badania oprogramowania i technologii IT

W ramach prac badawczych przewidziane jest:

- opracowywanie nowych metod pomiarowych
- udoskonalanie istniejących technik pomiarowych
- rozwój i budowa wzorców pomiarowych
- budowa nowych stanowisk pomiarowych
- badanie i pomiary różnego typu przyrządów i stanowisk pomiarowych

Zamierzeniem konsorcjantów projektu KAMPUS jest ścisła współpraca z przemysłem i przedsiębiorcami.

6. Oferta kształcenia Politechniki Świętokrzyskiej w zakresie zdobywania kwalifikacji na potrzeby ŚKL GUM

Politechnika Świętokrzyska w Kielcach jest najstarszą techniczną uczelnią w regionie świętokrzyskim. Uczelnia prowadzi kształcenie na 21 kierunkach i ponad 60 specjalnościach na 5 wydziałach.

Zagadnienia z zakresu metrologii poruszane są na **studiach stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego i drugiego stopnia** na kierunkach:

- Informatyka przemysłowa,
- Inżynieria bezpieczeństwa,
- Geodezja i kartografia,
- Mechanika i budowa maszyn,
- Wzornictwo przemysłowe
- **Automatyka i Robotyka, ze szczególnym uwzględnieniem specjalności Kompu-**

terowe Systemy Sterowania i Pomiarów możliwej do wyboru zarówno na studiach stacjonarnych jak i niestacjonarnych.

Studia stacjonarne (dzienne)

- 3,5-letnie (7 semestrów) studia pierwszego stopnia
- 1,5-roczone (3 semestry) studia drugiego stopnia

Studia niestacjonarne (zaoczne)

- 4-letnie (8 semestrów) studia pierwszego stopnia
- 1,5-roczone (3 semestry) studia drugiego stopnia

Kontakt: Dziekanat Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn, Budynek B, pok. 13, tel. 41 34 24 492, [e-mail:wmibm@tu.kielce.pl](mailto:wmibm@tu.kielce.pl)

Tematyka zajęć obejmuje szerokie spektrum metrologii, takie jak: analizę błędów pomiarów, obliczanie niepewności pomiarów, nowoczesne metody pomiaru wielkości geometrycznych oraz analizę wymiarową.

Studenci uzyskują umiejętności w zakresie przeprowadzania pomiarów za pomocą różnego rodzaju przyrządów pomiarowych, w tym profilometrów, przyrządów do pomiaru zarysów okrągłości i walcowości oraz współrzędnościowych maszyn pomiarowych.

W celu uzupełnienia lub nabycia nowych kwalifikacji Politechnika Świętokrzyska prowadzi również studia podyplomowe o kierunku „**Metrologia w Inżynierii Mechanicznej**”.

Celem studiów jest teoretyczne i praktyczne wskazanie możliwości wykorzystanie metrologii w pomiarach inżynierii mechanicznej. Szczególną uwagę zwraca się na zagadnienia inżynierii jakości, dokładności pomiarów, pomiarów struktury powierzchni.

Absolwenci po ich ukończeniu posiadają umiejętności w zakresie technologii pomiarowej w różnych obszarach technologii maszyn.

Zakres tematyczny studiów dostosowany jest do potrzeb wiodących gałęzi przemysłu i realizowany w następujących blokach tematycznych

- Metrologia I
- Zagadnienia dokładności pomiarowej
- Metrologia produkcyjna
- Inżynieria jakości
- Metrologia warstwy wierzchniej

- Metrologia II
- Komputerowe Pomiary Wielkości Geometrycznych

Na studia zastają zakwalifikowani absolwenci studiów technicznych I i II stopnia oraz studiów technicznych jednolitych magisterskich. Dodatkowo, na studia zostają zakwalifikowani także studenci ostatniego roku studiów technicznych I stopnia oraz ostatniego roku studiów technicznych jednolitych magisterskich, pod warunkiem dostarczenia do dnia rozpoczęcia zajęć dyplomu potwierdzającego kwalifikację pełną na poziomie co najmniej 6.

Liczba godzin: 250 (2 semestry).

Kontakt: Centrum Kształcenia Ustawicznego w Politechnice Świętokrzyskiej, 25-314 Kielce, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, Budynek C. Pok. 2.07HC, tel. 41 3424333, e-mail: cku@cku.tu.kielce.pl

Od 2019 roku Politechnika Świętokrzyska uruchomiła **Szkołę Doktorską**, która zastąpiła studia doktoranckie. Dzięki powołaniu Szkoły Doktorskiej przez PŚk zmienił się całkowicie model kształcenia doktorantów. Kształcenie trwa 8 semestrów i jest realizowane na podstawie programu nauczania i indywidualnego planu badawczego. Poprzez zastosowanie interdyscyplinarności w badaniach naukowych doktorant otrzymuje zaawansowany dobór kompetencji cennych dla gospodarki.

Zgodnie z przyjętymi zasadami Szkoła Doktorska proponuje kształcenie w dyscyplinach naukowych, w których Politechnika Świętokrzyska posiada uprawnienia do nadawania stopnia doktora – są to m.in. inżynieria mechaniczna, automatyka, inżynieria lądowa i transport. Doktorant wybiera jedną z dyscyplin, ale w ramach programu studiów może dokonać wyboru przedmiotów modułowych niezwiązanych z dyscypliną podstawową.

7. Streszczenia wystąpień zaproszonych gości

- 7.1. *Dynamiczne ważenie pojazdów samochodowych* - prof. dr hab. inż. Janusz Gajda – Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie,
- 7.2. *Digitalizacja jako podstawowy element Metrologii 4.0* - prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski – Politechnika Poznańska,
- 7.3. *Analiza topografii powierzchni w nauce i praktyce przemysłowej* - prof. dr hab. inż. Grzegorz Królczyk – Politechnika Opolska,
- 7.4. *Pomiary odchyłek kształtu – metody i możliwości laboratorium Politechniki Świętokrzyskiej- oferta dla przemysłu* - dr hab. inż. Włodzimierz Makiela prof. PŚk – Politechnika Świętokrzyska,

Dynamiczne ważenie pojazdów samochodowych

prof. dr hab. Janusz Gajda

*Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,
Katedra Metrologii i Elektroniki, 30-059 Kraków,
al. Mickiewicza 30, e-mail: jgajda@agh.edu.pl*

Dynamiczny rozwój transportu drogowego osób i towarów obserwowany na Świecie, w tym również w Polsce i w innych krajach Europy środkowo-wschodniej spowodował konieczność efektywnej kontroli masy pojazdów poruszających się po drogach oraz eliminowania pojazdów przeciążonych. Pod pojęciem pojazdów przeciążonych rozumie się pojazdy, których masa całkowita lub nacisk statyczny na oś przekraczają dopuszczalne wartości, określone w stosownych dokumentach. Takie pojazdy są nie tylko realnym zagrożeniem bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego, ale również powodują istotne przyspieszenie procesu niszczenia infrastruktury drogowej, zagrażają środowisku naturalnemu i powodują naruszenie zasad uczciwej konkurencji w transporcie.

System kontroli masy pojazdów samochodowych opiera się obecnie przede wszystkim na „ręcznym” ważeniu pojazdów na wagach statycznych lub wolnoprzejazdowych. Do celów kontrolnych w Polsce powszechnie stosuje się przenośne wagi statyczne. Organem uprawnionym do przeprowadzania takich kontroli jest Inspekcja Transportu Drogowego (ITD). Zadaniem tym zajmuje się około 600 inspektorów ITD oraz wykorzystywanych jest 300 stacji ważenia pojazdów, wyposażonych w przenośne wagi statyczne, ale także wagi platformowe i wagi wolnoprzejazdowe (prędkość pojazdów ograniczona do 5km/h). Procedura kontroli jest czasochłonna. Każdy kontrolowany pojazd

jest zatrzymywany i kierowany na stanowisko ważenia. Taka procedura trwa nawet 60 minut, co powoduje, że system nie jest efektywny. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki stosowane wagi statyczne oraz wagi wolnoprzejazdowe podlegają prawnej kontroli metrologicznej.

Równolegle następuje rozwój systemów dynamicznego ważenia pojazdów nazywanych systemami Weigh-In-Motion (WIM). Systemy WIM są zazwyczaj budowane w postaci pary czujników lub układu wielu czujników nacisku, zamontowanych w pasie ruchu, w nawierzchni drogi, współpracujących z systemem komputerowym, realizującym algorytm estymacji masy pojazdu oraz statycznego nacisku wywieranego na podłoże przez każdą oś. Wielkością, na którą bezpośrednio reagują czujniki nacisku jest natomiast dynamiczny nacisk wywierany na podłoże przez oś, która aktualnie znajduje się nad czujnikiem. Idea działania systemów WIM jest jak widać dosyć prosta. Problemy pojawiają się gdy zaczynamy dążyć do wysokiej i stabilnej dokładności uzyskanego w ten sposób wyniku ważenia. Przyczyn ograniczających tę dokładność jest wiele i w zależności od źródła ich pochodzenia można je podzielić na trzy grupy:

Czynniki związane z ważonym pojazdem:

- pionowe wahania pojazdu,
- prędkość i zmiana prędkości pojazdu podczas przejazdu przez stanowisko WIM,
- efekt windy powietrznej zależny od prędkości i kierunku wiatru.

Czynniki związane z nawierzchnią drogi:

- szeroko rozumiana jakość drogi,
- przestrzenna powtarzalność nacisku osi,
- zmiana parametrów nawierzchni pod wpływem zmian temperatury.

Czynniki związane z systemem WIM:

- liczba i technologia zastosowanych czujników nacisku,
- sposób ich montażu i rozmieszczenia wzdłuż stanowiska WIM,
- błąd pomiaru prędkości,
- dokładność i częstotliwość kalibracji systemu.

Tak liczny zbiór czynników zakłócających pomiar w systemach WIM, powoduje że obecnie te systemy pełnią bardzo istotną, ale jedynie pomocniczą rolę w wykrywaniu pojazdów przeciążonych. Mianowicie pracują one jako systemy preselekcyjne, ułatwiając inspektorom ITD typowanie pojazdów kierowanych do kontroli. Przyczynia się to bez wątpienia do pewnej poprawy efektywności prowadzonej kontroli, która jednak nadal pozostaje niezadowolająca.

Rozwój systemów dynamicznego ważenia pojazdów samochodowych odbywa się w dwóch obszarach. Następuje rozwój technologii stosowanych czujników nacisku, a równocześnie są prowadzone prace badawcze w poszukiwaniu nowych rozwiązań konstrukcyjnych systemów WIM (systemy wieloczujnikowe – MS-WIM) oraz prace nad rozwojem algorytmów estymacji masy pojazdów i nacisku statycznego osi, algorytmów kalibracji, kryteriów oceny dokładności wyników ważenia, prace nad zwiększeniem odporności systemów WIM na czynniki zakłócające oraz prace mając na celu zwiększenie wiarygodności wyników ważenia, pozyskiwanych z takich systemów. Obserwowany obecnie w skali światowej kierunek rozwoju systemów WIM ma na celu doprowadzenie do stanu, w którym będzie możliwe bezpośrednie wykorzystanie wyników ważenia, pozyskiwanych za ich pomocą, do działań administracyjnych, mających na celu egzekwowanie przepisów obowiązujących w zakresie transportu drogowego. Takie systemy są nazywane administracyjnymi systemami WIM.

Zaletą wdrożenia do praktycznego stosowania administracyjnych systemów WIM byłaby ciągła kontrola masy wszystkich pojazdów przejeżdżających przez stanowisko WIM, ważenie odbywałoby się w systemie 24/7, niezależnie od pory roku i pogody, proces ważenia nie powodowałby zakłóceń w ruchu drogowym, nie angażowałby pod względem czasowym użytkowników ruchu.

Praktyczne wdrożenie administracyjnych systemów WIM wymaga rozwiązania problemów lokujących się w trzech obszarach:

- zapewnienie stabilnej, znanej i możliwie wysokiej dokładności ważenia (masa całkowita, nacisk osi),
- wprowadzenie stosownych regulacji prawnych, umożliwiających administracyjne stosowanie WIM,
- opracowanie dokumentów dotyczących metrologicznej legalizacji systemów WIM.

Wymagana dokładność administracyjnych systemów WIM zapewniająca skuteczne eliminowanie przeciążonych pojazdów jest oceniana na $\pm 2\%$ w odniesieniu do masy całkowitej. Zapewnienie tak wysokiej i stabilnej dokładności nie jest zadaniem łatwym i wymaga rozwiązania wielu problemów z obszaru metrologii. Do najważniejszych należy zaliczyć: opracowanie metody kalibracji i legalizacji systemów administracyjnych, opracowanie metody kompensacji wpływu czynników środowiskowych, opracowanie konstrukcji administracyjnego systemu WIM, opracowanie algorytmów estymacji masy całkowitej pojazdu oraz nacisku statycznego osi, opracowanie kryteriów oceny dokładności ważenia w systemach administracyjnych, opracowanie metodyki i narzędzi umożliwiających ciągle monitorowanie dokładności wyników ważenia w zmieniających się warunkach eksploatacji systemów WIM.

Jakkolwiek nie są to zagadnienia proste do rozwiązania, to jednak wydaje się że obecny stan wiedzy i techniki umożliwia budowę systemów WIM, przeznaczonych do wypełniania funkcji administracyjnej. Trzeba również podkreślić, że prace są prowadzone w tym kierunku nie tylko w Polsce ale również w innych krajach Europy i Świata.

W Polsce badania naukowe nad systemami WIM są prowadzone od kilkunastu lat przez zespół z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Notka biograficzna autora:

Janusz Gajda otrzymał tytuł magistra, stopień doktora, doktora habilitowanego i tytuł profesora odpowiednio w latach 1978, 1985, 1993 i 2001. Obecnie jest on zatrudniony na stanowisku profesora w Katedrze Metrologii i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Obszarami zainteresowania są: metrologia elektryczna i elektroniczna, identyfikacja obiektów, przetwarzanie sygnałów, pomiary parametrów ruchu drogowego oraz pomiary biomedyczne.

Digitalizacja jako podstawowy element Metrologii 4.0

Prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski

Politechnika Poznańska

e-mail: michal.wieczorowski@put.poznan.pl

Metrologia długości i kąta od wielu lat przeżywa nieustanny i bardzo intensywny rozwój. Jest to związane z szeregiem istotnych elementów, wśród których warto uwzględnić nowe aplikacje zasad fizycznych, automatyzację i rozwój technik komputerowych i nowe metody wytwarzania – w tym szczególnie wytwarzanie przyrostowe. Wspólnie ze strategią Metrologia 4.0, czyli metrologicznym podejściem do Przemysłu 4.0 doprowadziło to do powstania nowych rozwiązań i algorytmów [1]. Są wśród nich nowe sensory, zastosowanie sztucznej inteligencji i internetu rzeczy, automatyzacja podejmowanych działań, a także digitalizacja i związane z nią duże zbiory danych. Współistnienie Metrologii z Przemysłem, czy szerzej z wytwarzaniem, historycznie rzecz biorąc ma miejsce od zarania dziejów i było widoczne w pierwszej, drugiej oraz trzeciej rewolucji przemysłowej. Kiedy zatem rok 2011 przyniósł początki obecnej, czwartej rewolucji przemysłowej, techniki pomiarowe korzystały już z rozwoju skanowania (w tym również za pomocą fal elektromagnetycznych) i związanymi z tym technologiami big data oraz wkraczającą coraz powszechniej digitalizacją i pracą na kolorowych mapach odchyłek. Zaczęto również powszechnie analizować powierzchnie swobodne zastępując opis matematyczny chmurą punktów.

Współrzędnościowe maszyny pomiarowe w skali makro od szeregu lat zdobyły sobie popularność i stały się nieodzowne w różnych gałęziach przemysłu. Ale różnorodność, skomplikowane kształty oraz zadania pomiarowe doprowadziły do rozwoju optycznych narzędzi pomiarowych, które pozwalają na realizację zadań trudnych do osiągnięcia metodą stykową. Głowice optyczne, skanujące zastosowane na współrzędnościowych maszynach pomiarowych z czasem rozwinęły się w samodzielne urządzenia – skanery 3D, które pozwalają na digitalizację (dyskretyzację geometrii) mierzonych powierzchni i ich wykorzystanie w kontroli jakości oraz inżynierii odwrotnej, rozumianej jako proces pozyskiwania informacji o fizycznym produkcie oraz ich analizowania i przetwarzania w celu opracowania technicznych danych i wytworzenia nowego produktu w takiej samej bądź ulepszonej postaci. Ogromną zaletą współrzędnościowych skanerów optycznych jest szybkość pozyskiwania ogromnej ilości informacji o mierzonym wyrobie oraz czytelność w prezentacji wyników [2]. Opierają się one na zasadzie pomiaru światła odbitego bądź rozproszonego od powierzchni mierzonego obiektu i wykorzystują światło strukturalne lub laserowe. Skanery światła strukturalnego są oparte na projekcji światła o określonej strukturze tzn. ich projektory rzutują na mierzoną powierzchnię wzory np. kodów Grey'a, prążków przesuniętych w fazie czy innych form kodu (kształty swobodne, koła itp.). Są one z reguły systemami umieszczonymi na statywach, ale występują także urządzenia funkcjonujące na zasadzie odrębnych, stacjonarnych maszyn pomiarowych, do których wkłada się mierzony przedmiot i realizuje pomiar w trybie automatycznym. W wielu aplikacjach skanery światła strukturalnego coraz częściej zastępowane są nowszymi rozwiązaniami, a mianowicie skanerami laserowymi. Z uwagi na mniejszy rozmiar i możliwość pomiaru „z ręki” wypierają one skanery mocowane na statywach, zapewniając znacznie lepszą mobilność oraz praktycznie zerową wrażliwość na światło zewnętrzne. Zasada działania laserowych głowic skanujących opiera się na emitowaniu, przez układ optyczny na powierzchni skanowanego obiektu, punktu, linii lub zestawu linii laserowych obserwowanych przez kamerę CCD. Coraz powszechniej stosowane jest światło niebieskie, pozwalające uzyskać lepszą rozdzielczość i parametry dokładnościowe.

Skanowanie przestrzenne będące praktycznym efektem rozwoju optycznych technik skanowania, jest jednym z podstawowych procesów pomiarowych stosowanych w Metrologii 4.0. Elementem tych technik jest digitalizacja oparta na dużych zbiorach danych, generowanie kolorowych map odchyłek i praca na powierzchniach swobodnych, dla których opis zastępowany jest chmurą punktów. Skaner ma także możliwość działania z tzw. kobotem, czyli robotem współpracującym, dzięki czemu staje się wyrazem funkcjonowania metrologii jak najbliższej produkcji. Bardziej zaawansowane wykorzystanie systemu skanującego odbywa się w celach pomiarowych, gdzie instaluje się roboty produkcyjne, o dużych prędkościach ustawczych i roboczych.

Promieniowanie elektromagnetyczne można w metrologii wykorzystać nie tylko w zakresie widzialnym. Przykładem tego jest tomografia komputerowa, która bazuje na promieniowaniu X. Jest ona coraz częściej stosowana nie tylko do analizy wad, ale także cech geometrycznych [3].

Tomografia komputerowa jest rodzajem tomografii rentgenowskiej, metodą pozwalającą na uzyskanie obrazów tomograficznych (przekrojów) badanego obiektu. Wykorzystuje złożenie projekcji obiektu wykonanych z różnych kierunków do utworzenia obrazów przekrojowych (2D) i przestrzennych (3D). Tomografia opiera się na twierdzeniu austriackiego matematyka Johanna Radona, który w 1917 roku udowodnił, że obraz dwu- i trójwymiarowego obiektu można odtworzyć w sposób zupełny z nieskończonej ilości rzutów tego przedmiotu. Promienie X są - podobnie jak światło - falami elektromagnetycznymi, a ich długość fali mieści się w zakresie 0,001 do 1 nm. Są generowane przez hamowanie szybkich elektronów w ciałach stałych z dodatkowym efektem w postaci wybijania elektronów, po których tworzą się puste miejsca. Promienie te są w różnym stopniu pochłaniane przez różne materiały. Pochłanianie rośnie wraz ze wzrostem gęstości materiału, która z kolei wzrasta z liczbą atomową.

Współcześnie w tomografach stosowanych w budowie maszyn wykorzystywane są dwa podstawowe typy lamp: transmisyjne i kierunkowe. Lampa transmisyjna pozwala uzyskać większe powiększenie, a lampa kierunkowa większą moc. Z kolei w celu uzyskania lepszej rozdzielczości tomografów stosuje się lampy typu mikrofokus i nanofokus. Zwłaszcza ta druga, wyposażona dodatkowo w przesłonę pozwala uzyskać plamkę o bardzo małej wielkości, nawet poniżej 1 mikrometra. Ważnym elementem tomografu jest detektor, czyli system prezentujący uzyskany obraz. Najpierw promienie X są zamieniane na światło widzialne przez folię lub kryształ scyntylacyjny. Następnie światło widzialne odbierają fotodiody, umożliwiając prezentację obrazu. Klasycznym układem w tomografach technicznych jest taki, w którym mierzony obiekt znajduje się na stole obrotowym, a lampa i detektor są nieruchome lub wykonują ruch liniowy. Spotyka się jednak również rozwiązania, w których przedmiot przemieszcza się liniowo, a lampa z detektorem wykonują ruch obrotowy wokół niego, co łącznie daje przestrzenny układ spiralny. Takie rozwiązanie jest przeznaczone bezpośrednio do pracy w linii produkcyjnej lub do oceny wybranych wyrobów równoległe z linią produkcyjną. Kolejnym krokiem po zebraniu obrazów jest rekonstrukcja całego przedmiotu. Odbywa się ona w przestrzeni, traktowanej jako trójwymiarowa tablica voxel. Definitywnie voxel (ang. *volumetric element* - analogicznie do piksel) jest to najmniejszy element przestrzeni 3D, odpowiednik piksela w 2D. Niezwykle istotnym elementem w tomografach technicznych jest jakość uzyskiwanego obrazu. Z uwagi na specyfikę promieniowania rentgenowskiego i zjawiska zachodzące przy jego przechodzeniu przez przedmioty mierzone, obraz zniekształcony jest przez różne artefakty. Cechą dobrego oprogramowania przygotowującego plik wyjściowy do dalszej analizy jest ich usunięcie. Dzięki

temu możliwe jest uzyskanie bardzo dobrego zbioru danych wyjściowych, co ma krytyczne znaczenia dla dokładnej analizy cech geometrycznych i wad.

Tomografia techniczna również umożliwia digitalizację przedmiotów, łącznie z powierzchniami niewidocznymi. Podstawowym warunkiem jest tu wyodrębnienie powierzchni z danych przestrzennych. Na tej podstawie - podobnie jak w przypadku skanerów - można dokonać porównania z istniejącymi danymi CAD lub eksportu dla celów inżynierii odwrotnej.

Bibliografia

1. Wieczorowski M., Digitalizacja powierzchni w aplikacjach mikro, mezo i makro, *Mechanik*, 11, 2018, 944-949.
2. Wieczorowski M., Ruciński M., Koteras R., *Application of Optical Scanning for Measurements of Castings and Cores*, *Archives of Foundry Engineering*, 2010, Vol. 10, s. 265-268.
3. Gapiński B.: *Obrazowanie i pomiary w technicznej tomografii komputerowej ze szczególnym uwzględnieniem przedmiotów wykonanych technikami przyrostowymi i analizy nierówności powierzchni*. Wydawnictwo Studio Poligrafia, ISBN 978-83-953889-0-3, 2019.

Notka biograficzna autora:

prof. dr hab. inż. Michał WIECZOROWSKI

Prorektor ds. rozwoju i współpracy z gospodarką w kadencji 2020-2024

Kierownik Zakładu Metrologii i Systemów Pomiarowych w Instytucie Technologii Mechanicznej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej

dysciplina: inżynieria mechaniczna; specjalności: metrologia techniczna, współrzędnościowa technika pomiarowa, topografia powierzchni, tomografia komputerowa, nanometrologia;

ur. 01.10.1965, Poznań; absolwent Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Poznańskiej 1989; doktorat - 1996; habilitacja 2009; tytuł profesora - 2015;

Członek Prezydium Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk oraz członek Komisji Inżynierii Powierzchni przy O/PAN w Poznaniu.

Członek Akademii Inżynierskiej w Polsce.

Członek Zespołu doradczego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego ds. oceny wniosków i raportów w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy”.

Członek Zespołu doradczego do spraw programu pod nazwą „Polska Metrologia”,

Członek Prezydium Wielkopolskiej Rady Regionalnej Przemysłu Przyszłości

Członek Zarządu Polskiego Stowarzyszenia Stypendystów Fulbrighta

Stypendysta fundacji Fulbright'a w Northwestern University w Evanston w Stanach Zjednoczonych (w zakresie inżynierii mechanicznej jest to czwarta uczelnia na świecie według listy szanghajskiej).

Visiting Professor w Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis (Francja).

Associate Editor w czasopismach Measurement: Journal of the International Measurement Confederation (IMEKO) i Measurement: Sensors

Członek Rady Programowej czasopism: Mechanik oraz Inżynieria Maszyn.

Auditor techniczny w Polskim Centrum Akredytacji.

Ekspert gospodarczo-biznesowy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

Ekspert Banku Gospodarstwa Krajowego w programie Kredyt na innowacje technologiczne

Ekspert PARP w programie Przemysł 4.0 i Polski Produkt Przyszłości

Członek Komitetu Technicznego ISO TC 213 jako delegat Polski oraz Komitetów Technicznych 48 i 207 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego;

Kierownik i uczestnik ponad 20 projektów badawczych.

Kierownik 9 projektów wdrożeniowych.

Członek międzynarodowej rady doradczej w projekcie prowadzonym przez Szwedzką Agencję Innowacyjną.

Autor i współautor około 250 publikacji.

Uhonorowany tytułem Ambasador Fair Play w Biznesie - 2019;

Nagroda Specjalna za szczególną działalność innowacyjną – 2019;

Certyfikat czasopisma Wear za najbardziej internetowo ściągany artykuł w roku 2011 i 2012 opublikowany w tym czasopiśmie;

Acknowledged by Wear journal for the most internet downloaded paper in 2011 and 2012.

Acknowledged by Measurement Science and Technology with Outstanding Reviewer Award

Acknowledged by Construction & Building Materials with Recognized Reviewer Status

Acknowledged by Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part B- Journal of Engineering Manufacture as a reviewer and author

Acknowledged by Tribology International with Outstanding Contribution in Reviewing

Acknowledged by Measurement with Outstanding Contribution in Reviewing

Acknowledged as a Reviewer by Infrared Physics and Technology

Acknowledged as a Reviewer by Engineering Failure Analysis

Acknowledged as a Reviewer by Engineering Science and Technology an International Journal

Awarded a title of Fair Play Ambassador in Business (2019)

Special Award for Innovative Activity (2019)

Analiza topografii powierzchni w nauce i praktyce przemysłowej

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Królczyk

Politechnika Opolska

e-mail: G.Krolczyk@po.edu.pl

Celem procesu produkcji precyzyjnych części maszyn jest wytwarzanie jak najniższym kosztem, jednocześnie z dużą dokładnością wymiarową oraz dokładnie zaplanowaną powierzchnią końcową. Każda kontrolowana powierzchnia cechuje się pewnymi nierównościami, które na niej występują, a pomiary nierówności charakteryzują się często znacznymi fluktuacjami wartości. Liczba obecnie stosowanych technik pomiaru w metrologii powierzchni jest na tyle duża, że może stanowić problem nawet dla doświadczonego metrologa czy kontrolera jakości. Nie ma jednej uniwersalnej techniki pomiaru, a dobór metody pomiaru zależy od charakterystyki mierzonej powierzchni oraz warunków pomiaru. Zmiana paradygmatu w inżynierii powierzchni odbywającego się obecnie w przemyśle, a polegającego na kontroli nierówności powierzchni technikami optycznymi, szybszymi, zamiast długotrwałych pomiarów stykowych, powoduje zmianę podejścia do analizy powierzchni z analizy profilu na parametryczną analizę całej powierzchni. Opis powierzchni za pomocą parametrów 2D nie jest wystarczający, ponieważ powierzchni trójwymiarowej nie można skutecznie scharakteryzować w sposób dwuwymiarowy. Przejście z parametrów z grupy R na grupę S stwarza możliwości identyfikacji i określenia parametrów funkcjonalnych generowanych powierzchni. Topografia powierzchni obrabianych ma także duży wpływ na właściwości tribologiczne powierzchni, takie jak tarcie, zużycie, a także wpływa na szczelność połączeń stykowych, wytrzymałość zmęczeniową, przewodnictwo cieplne i elektryczne, sztywność i dynamikę połączeń, ale również wygląd powierzchni czy kształt profilu bardzo często istotny przy powlekanii powierzchni. W tym kontekście topografia powierzchni wpływa na dalszą eksploatację zaprojektowanej powierzchni niezależnie od aplikacji. Pomiar i charakterystyka topografii powierzchni części maszyn ma duże znaczenie przy próbie określenia właściwości funkcjonalnych powierzchni oraz podczas kontroli parametrów całego procesu produkcji za pomocą metody ekstrakcji cech charakterystycznych powierzchni, determinujących ich funkcjonalność. Pomiary topografii powierzchni opierają się na pozyskaniu różnymi technikami pomiarowymi (optyczne, stykowe itp.) współrzędnych punktów na powierzchni mierzonej. W ten sposób powierzchnia może być odwzorowana mechanicznie poprzez kontakt igły pomiarowej z powierzchnią lub elektromagnetycznie poprzez techniki optyczne. Projektowanie nowych aplikacji przemysłowych wymaga badania nowych materiałów, w tym wielowarstwowych, takich jak np. bimetale o różnej budowie czy odmiennej wartości chropowatości. Zmiana paradygmatu wymaga także zmiany podejścia do pomiarów. O ile sam pomiar parametrów 2D oraz 3D zasadniczo się nie różni, to ocena i analiza tych parametrów jest już znacząco inna. Z metrologicznego punktu widzenia, każda

powierzchnia posiada cechy w różnych skalach, od makro do mikro, a nawet nano. Cechy w skali makro związane są z kształtem, a w skali mikro z tym, co na tym kształcie się znajduje, czyli z nierównościami. W rozumieniu inżynierii mechanicznej nierówności powierzchni są generowane w odpowiedni, zdefiniowany sposób, a ich cechy mają fundamentalne znaczenie dla funkcjonalności wytwarzanego przedmiotu. A zatem właściwy dobór procesu technologicznego jest ściśle związany z koniecznością poznania i zrozumienia strukturalnych wymagań powierzchni. To pozwala zapewnić, że będzie ona w stanie posiadać określone właściwości i parametry użytkowe. Analiza funkcjonalna powierzchni stanowić może podstawę do projektowania nie tylko części maszyn w różnych gałęziach przemysłu, ale także kształtu nawierzchni asfaltowych pod kątem skrócenia drogi hamowania, obniżenia hałasu ale także retencji wody. Może także wpływać na transport cieczy czy gazu w rurociągach.

Notka biograficzna autora:

Grzegorz Królczyk jest profesorem i prorektorem ds. nauki i rozwoju Politechniki Opolskiej. Autor i współautor 270 publikacji naukowych (175 artykułów JCR), a także blisko 30 opracowań i zastosowań przemysłowych. Jego indeks Hirscha wynosi 43 (wg. bazy Scopus). Większość publikacji i zastosowań przemysłowych dotyczy metrologii powierzchni i technologii w przemyśle. Głównymi kierunkami działalności naukowej Profesora Królczyka jest analiza i doskonalenie procesów produkcyjnych, metrologia powierzchni i inżynieria powierzchni. Badania koncentrują się na zrównoważonej produkcji jako narzędziu praktycznej realizacji koncepcji społecznej odpowiedzialności w obszarze obróbki skrawaniem oraz metrologii powierzchni. Członek kilku organizacji naukowych, w tym m.in. Członek Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk. Ponadto jest członkiem wielu komitetów redakcyjnych czasopism naukowych m.in. Measurement oraz Measurement: Sensors. Uczestniczył w pracach ciał doradczych i opiniotwórczych, w tym Zespołu Doradczego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Współautor czterech zgłoszeń patentowych związanych z Przemysłem 4.0, wielokrotnie nagradzanych za działalność naukową w Polsce i na świecie. Członek zespołów doradczych Prezesa Głównego Urzędu Miar oraz Ministra Edukacji i Nauki w sprawach związanych z kierunkiem rozwoju metrologii w Polsce. Praktyczne doświadczenie inżynierskie zdobywał pracując w wielu firmach produkcyjnych, w tym w przedsiębiorstwie będącym częścią europejskiego holdingu, gdzie był odpowiedzialny za obróbkę skrawaniem materiałów konstrukcyjnych oraz wtrysk tworzyw sztucznych. Następnie pracował na stanowisku Dyrektora ds. Produkcji w przedsiębiorstwie będącym spółką akcyjną zajmującej się wytwarzaniem urządzeń ciśnieniowych. W swojej dotychczasowej praktyce przemysłowej odpowiedzialny był za kontakty z innymi firmami w sprawach technicznych takich, jak wyceny czy wdrożenia nowych produktów. W dotychczasowej pracy zajmował stanowiska Kierownika Działu

Konstrukcji i Technologii, Inżyniera Produktu, Kierownika Produkcji oraz Dyrektora ds. Produkcji. Takie doświadczenie zawodowe pozwoliło na wdrożenie do produkcji szeregu produktów, tj.: pomp perystaltycznych, opryskiwaczy do rozpylania środków ochrony roślin oraz wielu urządzeń ciśnieniowych, pracujących między innymi w zakładach chemicznych. Jako Kierownik produkcji odpowiedzialny był za wdrożenie do produkcji oraz uruchomienie linii montażowej innowacyjnego opryskiwacza do herbicydów wykorzystującego metodę ULV. Zarządzał zespołami o różnej wielkości, od kilku do ponad stu osób. Pracując w przemyśle wielokrotnie pozyskał fundusze na innowacyjne rozwiązanie, m.in. pompę membranową, gdzie kierował zespołem, który zaprojektował pompę o 20% wydajniejszą oraz 5 dB cichszą od dostępnych wtedy na rynku. Autor i kierownik projektu badawczego, którego efektem było utworzenie na Politechnice Opolskiej jednego z najnowocześniejszych w Polsce laboratoriów metrologii powierzchni. W ramach badań realizowanych w Laboratorium zainicjował utworzenie międzynarodowej sieci naukowej, w której skład wchodzi kilkudziesięciu naukowców z 17 krajów. Efekty wspólnych badań opublikowane zostały w najlepszych światowych czasopismach. Organizator wielu konferencji w kraju i za granicą m.in. Nanotechnology for Instrumentation and Measurement.

Pomiary odchyłek kształtu. Metody i możliwości laboratorium Politechniki Świętokrzyskiej – oferta dla przemysłu

dr hab. inż. Włodzimierz Makiela, prof. PŚk

Politechnika Świętokrzyska

e-mail: prorektorwm@tu.kielce.pl

Wprowadzenie. Cele prezentacji.

Jednym z najważniejszych zagadnień współczesnego przemysłu maszynowego jest właściwa eksploatacja części maszyn, uwarunkowana stanem powierzchni elementów współpracujących. Referat zawiera informacje o składowych struktury geometrycznej powierzchni (SGP), metodach ich rozdzielania, a w szczególności przybliży pojęcia odchyłek kształtu 2D i 3D oraz opisuje metody pomiarowe odchyłek okrągłości i walcowości, stosowane w laboratorium Politechniki Świętokrzyskiej.

Pojęcie struktury geometrycznej powierzchni.

W wyniku procesu produkcyjnego powstaje struktura geometryczna powierzchni zawierająca pewne nierówności. Wyróżnia się następujące ich rodzaje:

- chropowatość powierzchni – stosunek średniego odstepu nierówności do ich średniej wysokości wynosi od 5 do 50,
- falistość powierzchni – stosunek średniego odstepu nierówności do ich średniej wysokości wynosi od 50 do 1000,
- odchyłki kształtu powierzchni – stosunek średniego odstepu nierówności do ich średniej wysokości wynosi ponad 1000.

Najczęściej stosowaną metodą rozdzielania poszczególnych składowych struktury jest metoda filtrów cyfrowych. Proces pokazano na przykładzie zarysu 2D powierzchni płaskiej. W dalszej części prezentacji zaprezentowano z kolei wpływ zastosowanego filtra na postać zarysu okrągłości.

Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Wymagania normalizacyjne w zakresie tolerancji.

Dopuszczalne odchyłki od elementów odniesienia określają specyfikacje geometrii wyrobów (GPS), które określają następujące rodzaje tolerancji:

- wymiarów: liniowych i kątowych,
- geometryczne: kształtu, kierunku, położenia i bicia,
- tolerancje parametrów powierzchni.

W związku z tym, że głównym tematem referatu są odchyłki kształtu należy podać bardziej szczegółowy podział tych tolerancji:

- prostoliniowości,
- płaskości,
- okrągłości,
- walcowości.

Na tym etapie prezentacji przedstawiono też rozważania na temat wymagań norm i możliwości pomiarowych, które pozwolą na potwierdzenie spełnienia tych wymagań. Na przykładzie kulki - elementu obrotowego łożyska tocznego, zaprezentowano wartości odchyłek okrągłości i chropowatości powierzchni, wymaganych normą PN-83/M-86452.

Parametry określające odchyłki kształtu.

Wymienione powyżej odchyłki kształtu mają następujące oznaczenia symbolowe:

- prostoliniowości – STR,

- płaskości – FLT,
- okrągłości – RON,
- walcowości – CYL.

Powyższe symbole są indeksowane literami zależnymi od zastosowanego do oceny elementu odniesienia:

- a) litera t oznacza odległość między najwyższym wzniesieniem i najgłębszym wgłębieniem,
- b) litera p oznacza odległość między najwyższym wzniesieniem a okręgiem odniesienia,
- c) litera v oznacza odległość między najgłębszym wgłębieniem a okręgiem odniesienia,

Metody pomiaru i oceny zarysu okrągłości.

W referacie przedstawiono klasyfikację metod stosowanych w pomiarach okrągłości, ze szczegółowym opisem metod bezodniesieniowych (pomiaru zmian promienia). Ponadto prezentacja zawiera fotografie:

- przyrządów do bezodniesieniowych pomiarów zarysu kształtu: Talyrond 73, Talyrond 365, Talycenta,
- współrzędnościowych maszyn pomiarowych: PRISMO NAVIGATOR, O-INSPECT i CONTURA G2.

W ramach charakterystyki metod oceny zarysu okrągłości zaprezentowano również fotografie stosowanych okręgów odniesienia.

Metody pomiaru i oceny zarysu walcowości.

W prezentacji przedstawiono strategię stosowaną w pomiarach walcowości i opisano odchyłkę walcowości oraz jej składowe.

Notka biograficzna autora:

dr hab. inż. Włodzimierz Makiela, profesor PŚK, ukończone 2 fakultety: AGH Kraków i Politechnika Świętokrzyska, doktorat Wydział Mechaniczny Politechniki Świętokrzyskiej, dr habilitowany nauk technicznych – TU w Koszycach. Główne zainteresowania: metrologia wielkości geometrycznych, metrologia powierzchni. Autor lub współautor ponad 60 artykułów i 2 podręczników akademickich. Aktualnie Prorektor ds. Nauki i Rozwoju Politechniki Świętokrzyskiej.

8. Podsumowanie

Przedstawienie wniosków po zakończonym Kongresie.

W Kielcach powołano do życia Klaster Metrologiczny zraszający przedstawicieli nauki i biznesu.

W środę, 6 kwietnia przedstawiciele świata nauki i przemysłu podpisali porozumienie o współpracy w celu utworzenia Klastra Metrologicznego. Okazją do zacieśnienia kooperacji między różnymi ośrodkami w kraju stały się Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej Control-Stom w Kielcach. Inicjatywę powołania Klastra ogłosili Główny Urząd Miar oraz Politechnika Świętokrzyska.

Idea powołania klastra metrologicznego wpisuje się w strategię rozwoju Głównego Urzędu Miar, który w Kielcach buduje swój Kampus Laboratoryjny. Placówka będzie ważnym ośrodkiem badawczo-rozwojowym wspierającym polskich przedsiębiorców i naukowców. Klaster metrologiczny jest kolejnym elementem budującym silne więzi współpracy pomiędzy uczelniami wyższymi, instytucjami państwowymi oraz biznesem. W przyszłości będzie dostarczał najnowocześniejsze rozwiązania metrologiczne polskiemu przemysłowi.

- Przemysł funkcjonuje w warunkach gospodarki, która jest otwarta i zglobalizowana. Tworzy możliwości, ale zmusza do konkurencji. Świat globalny wspiera najlepszych. Integrujemy się po to, aby dołączyć do czołówki najlepszych w tych obszarach, w których metrologia odgrywa rolę – tłumaczył prof. Jacek Semaniak, prezes GUM.

Działalność naukowa klastra będzie skupiona wokół powstającego w Kielcach Kampusu Laboratoryjnego GUM. Wkrótce powstanie tam sześć nowoczesnych laboratoriów świadczących usługi dla polskiego przemysłu i instytucji naukowych. Kampus rozpocznie działalność badawczą na początku 2024 i będzie jednym z najnowocześniejszych obiektów tego typu na świecie.

- Chcemy wrócić do tych doświadczeń, w których GUM pełnił funkcję wiodącej instytucji badawczo-rozwojowej w dziedzinie metrologii – podkreślił Jacek Semaniak. – Utworzenie klastra metrologicznego sprawi, że wszystko to co naukowe, to co metrologiczne będzie wprost przekładane na potrzeby polskiego przemysłu, aby był lepszy i konkurencyjny – dodał.

Klaster metrologiczny będzie służył nie tylko integracji nauki i biznesu, ale także transferowi wiedzy i technologii pomiędzy poszczególnymi podmiotami. Ma także wspierać procesy komercjalizacji wyników prac badawczych i naukowych prowadzonych dla polskiego przemysłu.

- W tej chwili nie można sobie wyobrazić działalności naukowej i technicznej bez pomiarów, które muszą być coraz dokładniejsze. Zawiązanie klastra będzie temu sprzyjać – wskazywał prof. Zbigniew Koruba, rektor Politechniki Świętokrzyskiej, która jest konsorcjantem przy budowie Świętokrzyskiego Kampusu Laboratoryjnego GUM.

Gratulacje inicjatorom powołania klastra przekazał minister edukacji i nauki Przemysław Czarnek, który podkreślił, że „metrologia jest podstawą nowoczesnego przemysłu, nauki i innowacyjnych technologii”.

Senator Krzysztof Słoń określił powołanie klastra metrologicznego „tchnięciem ducha” w inwestycję budowy Kampusu Laboratoryjnego GUM.

- Jeśli dziś udaje nam się jednoznacznie potwierdzić wolę współdziałania i utworzenia w Kielcach klastra metrologicznego, to oznacza to, że ktoś tworzący mapę ważnych miejsc jeśli chodzi o techniki pomiarowe i metrologię musi na niej bardzo mocno zaznaczyć Kielce – powiedział parlamentarzysta. – To daje nadzieję na stworzenie synerгии pomiędzy tym, co dzieje się w laboratoriach GUM, a tym, co realizują ludzie zrzeszeni w ramach klastra – dodał.

- Kielce są miejscem wymiany nowych technologii, a elementem tego jest ten klasterek, który pomoże rozszerzać horyzonty wiedzy i otwierać nowe kierunki działania – przekazał wojewoda świętokrzyski Zbigniew Koniusz.

- Klasterek łączy biznes, GUM i naukę. Bardzo ważne jest aby nauka łączyła się z przemysłem, a zaplecze laboratoryjne powstające w Kielcach da taką możliwość – ocenił prezydent Kielc Bogdan Wenta, który również pogratulował inicjatorom, widząc w ich działaniu szansę na rozwój stolicy regionu świętokrzyskiego.

Andrzej Mochoń, prezes Targów Kielce, będących gospodarzem wydarzenia, przypomniał, że Targi w ubiegłym roku podpisały umowę o współpracy z Głównym Urzędem Miar. Wyraził również opinię, że przyszłość polskiej metrologii jest optymistyczna.

- Świadczy o tym obecność państwa i tysięcy zwiedzających w tym miejscu. To pokazuje również, że takie spotkania są ważne i niezbędne – powiedział prezes Targów Kielce.

Porozumienie o współpracy w klastrze metrologicznym podpisało ponad 30 podmiotów, wśród nich firmy takie jak Formaster S.A., Mesko, Polska Grupa Zbrojeniowa, Lasertex oraz ważne ośrodki naukowe, m.in. Politechnika Warszawska, Politechnika Poznańska czy Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach. Pomysłodawcy klastra są otwarci na kolejne firmy i instytucje, które chciałyby podjąć współpracę w jego ramach.

Sesja tematyczna Kongresu Metrologicznego rozpoczęła się od prezentacji oferty wsparcia dla sektora mikro, małych i średnich przedsiębiorstw ze strony Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości. O różnych formach współpracy i dostępnych instrumentach pomocowych w wielu zakresach istotnych dla funkcjonowania firm opowiadała Aneta Zielińska-Sroka, zastępca dyrektora w Departamencie Komunikacji i Marketingu Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości.

Następnie prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski z Politechniki Poznańskiej wygłosił wykład pod tytułem „Digitalizacja jako podstawowy element Metrologii 4.0”. Problematykę dynamicznego ważnego pojazdów samochodowych przedstawił z kolei prof. dr hab. inż. Janusz Gajda z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Wiedzę i doświadczenia Politechniki Opolskiej w zakresie analizy topografii powierzchni w nauce i praktyce przemysłowej zaprezentował prof. dr hab. inż. Grzegorz Królczyk.

Blok wykładów zakończył dr hab. inż. Włodzimierz Makieła. Prof. Politechniki Świętokrzyskiej prezentował ofertę uczelni dla przemysłu w zakresie metod i możliwości laboratorium dla pomiarów odchyłek kształtu.

Sesję tematyczną zwieńczyła debata „Kapitał społeczny i nowoczesna aparatura w kreowaniu innowacji metrologicznych”. Moderatorem dyskusji był dr Andrzej Kurkiewicz, pełnomocnik Prezesa GUM ds. badań i rozwoju. W rozmowie uczestniczyli dr inż. Jacek Świdorski z Politechniki Świętokrzyskiej oraz właściciel RADWAG Wagi Elektroniczne Witold Lewandowski.

9. Fotorelacja

Deklaracja o współpracy w celu utworzenia Klastra Metrologicznego.



Uroczyste podpisanie deklaracji o współpracy w celu utworzenia Klastra Metrologicznego.



Prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba - Rektor Politechniki Świętokrzyskiej.



Prof. dr hab. Jacek Semianiak - Prezes Głównego Urzędu Miar.



Dr Andrzej Mochon - Prezes Zarządu Targów Kielce.

Wystąpienia prelegentów podczas Kongresu „Metrologia - szansa i wyzwanie przyszłości”



*Aneta Zielińska-Sroka, Polska Agencja
Rozwoju Przedsiębiorczości.*



*Prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski,
Politechnika Poznańska.*



*Prof. dr hab. inż. Janusz
Gajda, Akademia Górniczo-
Hutnicza w Krakowie.*



*Prof. dr hab. inż. Grzegorz
Królczyk, Politechnika
Opolska.*



*Dr hab. inż. Włodzimierz
Makiela prof. PŚk,
Politechnika Świętokrzyska.*



Uczestnicy Kongresu „Metrologia - szansa i wyzwanie przyszłości”.

Panel dyskusyjny podczas Kongresu „Metrologia - szansa i wyzwanie przyszłości”



Od lewej: Dr inż. Jacek Świdorski - Politechnika Świętokrzyska, Witold Lewandowski - RADWAG, Dr Andrzej Kurkiewicz - Główny Urząd Miar.