

32

KONCEPCJA WSPOMAGANIA OPRACOWYWANIA I KOREKTY PROCEDUR WZORCOWANIA Z WYKORZYSTANIEM METOD INŻYNIERII WIEDZY

32.1 WPROWADZENIE

Zagadnienia związane z pomiarami różnych wielkości są nieodłącznym elementem działalności większości przedsiębiorstw. Problem ten ma zarówno aspekt praktyczny, dotyczący realizacji pomiarów jak i formalny – opracowania odpowiednich procedur pomiarowych, mających wspomagać pracowników, którzy je wykonują, co powinno skutkować prawidłowością i powtarzalnością pomiarów. Zagadnienie to nabiera wagi w przypadku przedsiębiorstw wdrażających w swojej działalności systemy zarządzania [5]. Dla laboratoriów badawczych i wzorcujących, szczególnie tych akredytowanych lub starających się o akredytację przygotowanie właściwych jest sprawą kluczową.

Jednocześnie należy zauważyć, że przygotowanie procedur pomiarowych, szczególnie związanych z wzorcowaniem i walidacją nie jest zagadnieniem banalnym. Wymaga uwzględnienia wielu czynników: fizycznych zasad działania miernika, jego budowy, zakresu pomiarowego, własności medium, z którym miernik się styka, parametrów otoczenia itp.

Dlatego wydaje się celowe, żeby wykorzystać możliwości, jakie stwarzają współczesne techniki komputerowe i zaproponować narzędzie wspomagające proces przygotowywania procedur pomiarowych. Możliwości, jakie stwarza Inżynieria Wiedzy pozwalają pozyskać, uporządkować, sformalizować i zapisać wiedzę dziedzinową pozyskaną z różnych źródeł, a zastosowanie narzędzi z zakresu Sztucznej Inteligencji, np. systemów doradczych [1] czy technik scenariuszowych [4], może wspomóc ludzi wykonujących pracę wymagającą rozległej wiedzy.

32.2 WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW

Jakość produktów i usług oraz bezpieczeństwo pracowników zależy w dużej mierze od wiarygodności stosowanego przez nich wyposażenia pomiarowo - kontrolnego. Ta wiarygodność może, a w wielu przypadkach musi zostać potwierdzona poprzez przeprowadzenie wzorcowania wykonanego przez kompetentne laboratorium wzorcujące.

Sam proces wzorcowania definiowany jest jako działanie, które w określonych warunkach, w pierwszym kroku ustala zależność pomiędzy odwzorowywanymi przez wzorzec pomiarowy wartościami wielkości wraz z ich niepewnością pomiaru, a odpowiadającymi im wskazaniami wraz z ich niepewnością, a w drugim kroku wykorzystuje tę informację do ustalenia zależności pozwalającej uzyskać wynik pomiaru na podstawie wskazania [6].

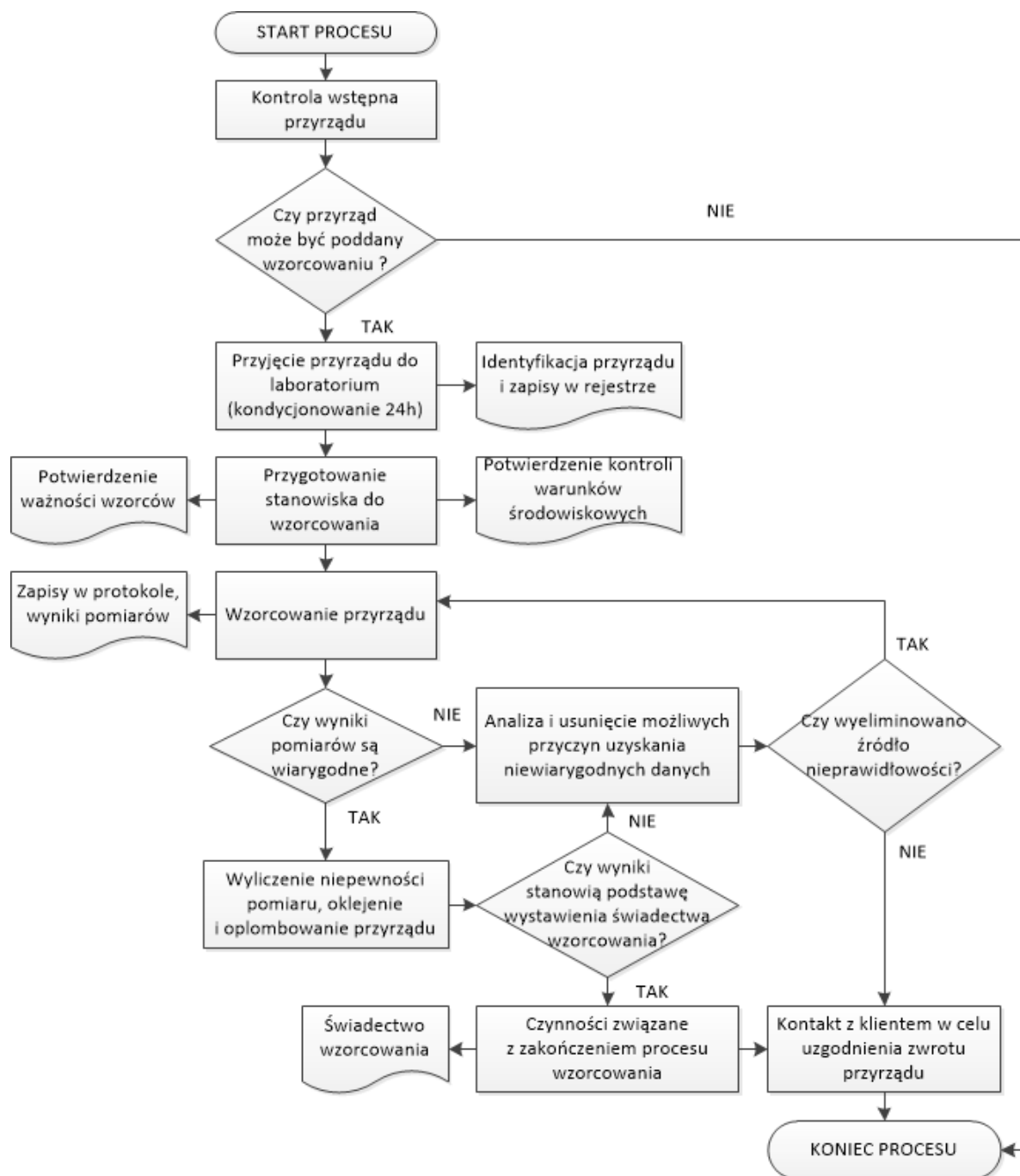
Wzorcowanie jest czynnością techniczną i dobrowolną, która wykonywana jest na zlecenie użytkownika przyrządu. Istnieją oczywiście pewne wymagania/wytyczne, które wymuszają na użytkowniku zapewnienie uzyskania świadectwa wzorcowania wykorzystywanego wyposażenia pomiarowo – kontrolnego. Zaliczają się do nich np. wymagania niektórych producentów danego przyrządu określone w instrukcji obsługi lub DTR oraz norm jakości np. PN-EN ISO 9001:2015-10, która w pkt. 7.6 wymaga aby tam gdzie niezbędne jest zapewnienie wiarygodnych wyników, wyposażenie pomiarowe wzorcować i/lub sprawdzać.

Formalnym dowodem wzorcowania przyrządu jest wydanie przez laboratorium wzorcujące świadectwa wzorcowania, które w przypadku laboratoriów akredytowanych powinno być zgodne z obowiązującym wzorem jednostki akredytującej (Polskie Centrum Akredytacji). Laboratoria wzorcujące wykonujące wzorcowania i wystawiające świadectwa wzorcowania bez logo akredytacji krajowego organu akredytującego zobowiązane wykazywać na świadectwach wzorcowania, co najmniej następujące informacje (np. zgodnie z [8]):

- jednoznaczną identyfikację wzorcowanego obiektu;
- dowód, że pomiary są powiązane z międzynarodowymi lub krajowymi wzorcami jednostek miary;
- metodę wzorcowania;
- oświadczenie zgodności z jakąkolwiek odnośną specyfikacją;
- wyniki wzorcowania;
- niepewność pomiaru, gdy to konieczne;
- warunki otoczenia, gdy ma to znaczenia;
- datę wzorcowania;
- podpis osoby uprawnionej do wydania świadectwa;
- nazwę i adres organizacji wydającej świadectwo i datę jego wydania;
- jednoznaczną identyfikację świadectwa wzorcowania.

Warto zwrócić uwagę, że wzorcowanie to proces złożony, który rozpoczyna się od przygotowania / przyjęcia do laboratorium przyrządu, zapewnienia mu właściwych warunków środowiskowych przed i w trakcie pomiaru, to również dokonanie wyboru właściwej metody wzorcowania i zastosowanie odpowiednich wzorców odniesienia oraz wykonanie pomiarów i ujęcie ich wyników wraz z oszacowaniem niepewności pomiaru.

Przykładowy przebieg procesu wykonywania usługi wzorcowania wyposażenia klienta został przedstawiony na rys. 32.1.



Rys. 32.1 Przebieg procesu wzorcowania

Źródło: Opracowanie własne

32.3 PROCEDURY WZORCOWANIA PRYZRĄDÓW

W zał. 1 do DAP-04 Akredytacja Laboratoriów Wzorcujących (dostępnym na stronie Polskiego Centrum Akredytacji wśród dokumentów stanowiących podstawę akredytacji laboratoriów wzorcujących), wymienianych jest aż 20 dziedzin wzorcowania, obejmujących m.in.: wielkości elektryczne, wielkości magnetyczne i elektromagnetyczne, czas i częstotliwość, masa, promieniowanie jonizujące i radioaktywność itd. Każda z tych dziedzin zawiera od jednej do kilku poddziedzin, co pokazuje jak szeroki jest zakres możliwych do realizacji odwzorcowań przyrządów.

Podstawowym dokumentem operacyjnym usprawniającym prawidłową realizację odwzorowań są procedury wzorcowania opracowane na podstawie wewnętrznie ustalonych zasad i na przyjętym poziomie zapewnienia jakości procesu wzorcowania, których celem jest zachowanie ustalonej powtarzalności i odtwarzalności uzyskanych wyników. Procedury te są szczególnie ważne w przypadku odwzorowań i walidacji metod wzorcowania, gdyż wystąpienie ewentualnego błędu mogłoby zostać niezauważone i powielone w wyniku zastosowania przyrządu o błędnych wskazaniach.

Z uwagi na fakt, że przyrządy różnią się budową i rodzajem, procedury ich wzorcowania muszą uwzględniać te różnice. Istotne jest, aby na każdym etapie procesu wzorcowania pracownik laboratorium posiadał pełną świadomość wykonywanych operacji oraz umiejętność interpretacji uzyskiwanych wyników pomiarów niezależnie od tego czy jest pracownikiem wykonującym wzorcowania w danym laboratorium wzorcującym od roku, dwóch czy trzech lat. Temu powinny służyć zapisy procedury wskazujące na poszczególne czynności w procesie wzorcowania.

Laboratorium powinno stosować właściwe metody i procedury dla wszystkich badań i/lub odwzorowań objętych zakresem jego działalności [7]. Wybór metod wzorcowania powinien być znormalizowany, czyli opierać się na opublikowanych normach międzynarodowych, krajowych lub regionalnych. Właściwe są w tym przypadku również metody publikowane przez renomowane organizacje techniczne, publikowane teksty lub czasopisma naukowe oraz wyspecyfikowane przez producenta przyrządów. Laboratorium może również wykorzystać metody opracowane samodzielnie zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, pod warunkiem, że zostały one walidowane.

32.4 OPRACOWYWANIE PROCEDUR WZORCOWANIA

Zasadniczo procedury wzorcowania w części dotyczącej:

- przygotowania wzorcowania,
- wykonywania czynności w procesie realizacji usługi (ogólny przebieg działań),
- postępowania w przypadku odwzorowań niezgodnych z wymaganiami,
- dokumentowania procesu wzorcowania,
- nie wykazują różnic.

Różnice w technicznym przebiegu procesu wzorcowania uzależnione są od budowy i rodzaju wzorcowanego przyrządu. Dla przykładu przedstawiono podstawowe różnice w podejściu do wzorcowania: miernika cyfrowego i analogowego. W obu przypadkach konieczne jest zastosowanie innego układu pomiarowego. Np. multimetr, zaliczany do przyrządów uniwersalnych, jest wielofunkcyjnym przyrządem, pomiarowym, który umożliwia pomiar kilku wielkości fizycznych, co oznacza konieczność wykorzystania większej ilości wzorców odniesienia niż w przypadku przyrządu analogowego.

Kolejna różnica związana jest z zastosowaną metodą pomiarową. Pomiary należy przeprowadzić poprzez bezpośrednie porównanie wskazań przyrządów wzorcowych lub nastaw kalibratora ze wskazaniem przyrządu wzorcowanego. W zależności od tego, czy mamy do czynienia z wzorcowaniem miernika analogowego, czy cyfrowego należy zastosować odpowiednią metodykę pomiaru:

- wzorcowanie miernika cyfrowego,
- wzorcowanie miernika analogowego.

Wzorcowanie miernika cyfrowego należy przeprowadzić stosując metodę dokładnego odczytu, która polega na zadaniu parametru wzorcowego np. napięcia o określonej wartości i odczycie wszystkich miejsc znaczących na wyświetlaczu cyfrowym miernika wzorcowanego.

Wzorcowanie miernika analogowego należy przeprowadzić za pomocą metody dokładnej nastawy, która polega na regulacji wartości napięcia wzorcowego w taki sposób, aby na analogowej skali miernika wzorcowanego wskazówka ustawiła się dokładnie na żądanym punkcie pomiarowym. Charakterystyczna dla tej metody jest duża niepewność pomiaru oraz większe niż we wcześniej opisanej metodzie prawdopodobieństwo błędnego odczytu wyniku pomiaru z podziałki miernika przez pracownika laboratorium (błąd paralaksy). Obydwie metody: dokładnego odczytu i dokładnej nastawy stosowane są powszechnie przy wzorcowaniu mierników analogowych i cyfrowych i są zalecane przez Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa nr 26/96 poz. 163. Istnieje wiele źródeł wiedzy, z których pracownicy mogą czerpać informacje na temat przebiegu i stosowanych metod wzorcowania określonych typów przyrządów:

- Polskie Centrum Akredytacji;
- Główny Urząd Miar;
- normy międzynarodowe, krajowe lub regionalne;
- renomowane organizacje techniczne, stowarzyszenia;
- publikowane materiały z konferencji seminariów;
- czasopisma naukowe;
- instrukcje obsługi/DTR przyrządów;
- wieloletnie doświadczenie praktyczne pracowników laboratorium.

Należy zwrócić uwagę, że wśród decyzji podejmowanych przy prowadzeniu wzorcowania, oprócz tych oczywistych, wynikających bezpośrednio z norm i wytycznych pojawiają się też takie, które wymagają szerszej wiedzy i znajomości zarówno przyrządu jak i sposobu jego docelowego użytkowania. Np. zakresy pomiarowe, na których zadawane są odczyty miernika w obu przypadkach określone są przez producenta przyrządu w instrukcji jego obsługi lub DTR. Natomiast dobór punktów pomiarowych (wartość zadana) jest uzależniony od wymagań klienta, który zleca wzorcowanie przyrządu. Celowe jest też sprecyzowanie, czy klient mierzy sygnały stałoprądowe czy przemiennie (i o jakiej częstotliwości). W zależności od klasy przyrządu, jego budowy i przeznaczenia trzeba określić warunki środowiskowe, jakie powinno zapewnić się w czasie wzorcowania – w szczególnych przypadkach wymagana może być np. klimatyzacja czy klatka Faradaya. W ramach czynności wstępnych powinno dokonać się sprawdzenia przyrządu, w szczególności tych jego elementów, które podlegają regulacji – wymagana jest, więc znajomość budowy i obsługi danego typu przyrządu.

Wszystko to powoduje, że w czasie wzorcowania podejmowanych jest wiele decyzji, sposób podjęcia, których powinien być dokładnie opisany w procedurze pomiarowej.

Brak takiego dokumentu powoduje, że łatwo jest pewne niezbędne kroki przeoczyć lub nie do końca właściwie przeprowadzić, a co gorzej, błąd taki może zostać popełniony już w trakcie przygotowywania danej procedury.

32.5 KONCEPCJA SYSTEMU WSPOMAGAJĄCEGO PRZYGOTOWYWANIE I WERYFIKACJĘ PROCEDUR POMIAROWYCH

Jak wynika z przytaczanych wcześniej przykładów, poprawne wykonanie pomiaru, a co za tym idzie, również poprawne przygotowanie opisu procedury pomiarowej wymaga dwóch rodzajów wiedzy: proceduralnej i deklaratywnej. Patrząc najbardziej ogólnie, trzeba przeprowadzić pewną procedurę możliwą do zapisania w postaci prostego algorytmu a przykładowa procedura wzorcowania mogłaby wyglądać następująco:

- dokonaj czynności wstępnych;
- zidentyfikuj przyrząd wzorcowany;
- dokonaj oględzin przyrządu i jego sprawdzenia;
- ustal odpowiednie warunki środowiskowe;
- ustal punkty pomiarowe;
- zrealizuj procedurę wzorcowania dla określonego typu przyrządu;
- przygotuj odpowiednie dokumenty wzorcowania;
- zakończ procedurę.

Jedynie punkt 3 miałby charakter warunkowy – procedura wzorcowania dobierana byłaby w oparciu o prawidłowe zidentyfikowanie przyrządu (punkt 1a). Niezależnie, czy procedurę potraktujemy ogólnie, czy trochę bardziej szczegółowo, (rys. 32.1), zapis niezbędnej wiedzy z tej procedury wynikającej nie powinien stanowić problemu. Mamy do czynienia z typowym algorytmem działania z pewnymi decyzjami warunkowymi. Przygotowanie narzędzia komputerowego wspomagającego ten proces nie nastroczałoby problemów – wymaga przygotowania programu realizującego odpowiedni algorytm. Pewnym problemem może być pozyskanie odpowiedniej wiedzy proceduralnej o sposobach wzorcowania poszczególnych typów przyrządów. Dysponujemy jednak metodami ułatwiającymi pozyskiwanie (i formalizowanie) takiej wiedzy od specjalistów, opisanymi np. w [9]. Problem pojawia się w przypadku tych miejsc, w których podejmowane są niektóre decyzje. Ilość i rodzaj decyzji warunkowych, jakie powinny być w takich miejscach zastosowane nie jest z góry określony – zależy, bowiem od konkretnego przypadku i związanej z nim konkretnej realizacji procedury.

Oznacza to, że typowe narzędzia opisujące proces decyzyjny, np. drzewa decyzyjne czy tablice decyzyjne nie mogą być tu zastosowane w klasycznej, statycznej postaci. Rozwiązaniem jest dynamiczne generowanie takiego narzędzia w czasie realizacji programu w oparciu o deklaratywny zapis wiedzy dziedzinowej i odpowiedni do tego mechanizm wnioskowania, np. analogicznego do opisanego w [3]. Do zapisu wiedzy deklaratywnej w tym przypadku dobrym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie ontologii [2]. Umożliwi to hierarchiczny zapis wiedzy i zapewni odpowiednią modularność tego zapisu, ułatwiającą rozbudowywanie narzędzia. W przypadku niewielkiej bazy wiedzy, np. przy ograniczeniu się do wybranych typów przyrządów, warto rozważyć zastosowanie syste-

mów doradczych, np. opartych na regułach. Co prawda w tym przypadku zachowanie spójności i niesprzeczności bazy wiedzy jest trudniejsze, ale za to do dyspozycji mamy gotowe narzędzia, szkieletowe systemy doradcze, z zaimplementowanymi już wszystkimi mechanizmami (system wnioskujący, system objaśniający, itd.) wymagające jedynie zgromadzenia i zapisania wiedzy w odpowiednim formacie oraz wypełnienia bazy wiedzy takiego systemu.

PODSUMOWANIE

Przygotowanie procedur pomiarowych wymaga od pracowników dużej wiedzy i doświadczenia. Widać to szczególnie w przypadku laboratoriów wzorcujących, gdzie różnego rodzaju pomiary są istotą ich funkcjonowania. W zależności od specyfiki działania i wielkości laboratorium wzorcującego, ilość i zakres gromadzonych danych oraz wiedza związana z wzorcowaniem poszczególnych przyrządów może być bardzo zróżnicowana. Nawet w przypadku niewielkiej jednostki organizacyjnej użycie tradycyjnych narzędzi nadzorowania stanowi nie lada problem w procesie wzorcowania i nadzorowania wyposażenia pomiarowego. Skuteczne i efektywne przeanalizowanie danych, które gromadzone są przez lata działalności (historia użytkowania wyposażenia), nie pozostaje bez widocznego wpływu na planową realizację pozostałych obowiązków i zadań pracownika laboratorium. Wykorzystanie narzędzi informatycznych do gromadzenia i przetwarzania danych, bazujące na zidentyfikowanej i zgromadzonej wiedzy oraz doświadczeniu pracowników laboratorium, mogłoby wpłynąć na uniwersalność działań i ułatwić pracę w laboratorium wzorcującym. Wdrożenie narzędzi wspomagających przygotowywanie i wykonywanie pomiarów może przynieść znaczące korzyści w postaci zmniejszenia liczby błędów powodowanych przez czynnik ludzki, takich jak: ominięcie lub pomylenie kroków procedury. Dodatkową korzyścią zastosowania narzędzi jest częściowe rozwiązanie problemu odpływu wiedzy wraz z doświadczonymi pracownikami.

PODZIĘKOWANIA

Artykuł jest wynikiem badań realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zrządzania Politechniki Śląskiej, i powstał w ramach pracy statutowej 13/030/BK_16/0024 nt. Metody i narzędzia inżynierii produkcji dla rozwoju inteligentnych specjalizacji. Innowacyjność, jako element inteligentnej specjalizacji.

LITERATURA

- 1 W. Cholewa, W. Pedrycz. *Systemy doradcze*. Gliwice: Politechnika Śląska, 1987.
- 2 K. Goczyła. *Ontologie w systemach informatycznych*, Warszawa: EXIT 2011.
- 3 J. Kaźmierczak, R. Wyczółkowski. „Computer aided choice of algorithm in engineering tasks”. *VIII International Symposium on Applied Stochastic Models and Data Analysis. The ins and outs of solving real problems*, Anacapri, Italia, June 11-14, 1997.
- 4 A. Loska. „Modelling of decision-making process using scenario methods in maintenance management of selected technical systems”. *International Journal of Strategic Engineering Asset Management*, Vol.2, No.2, 2015, p. 190 - 207.

- 5 A. Loska. *Wybrane aspekty komputerowego wspomaganie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu*. Monografia. Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2012.
- 6 PKN-ISO/IEC Guide 99:2010 *Międzynarodowy słownik metrologii. Pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy z nimi związane (VIM)*.
- 7 PN-EN ISO/IEC 17025:2005 *Ogólne wymagania kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących*.
- 8 PN-EN ISO/IEC 80079-34:2011 *Przestrzenie zagrożone wybuchem. Zastosowanie systemów jakości*.
- 9 M. Wyleżoł. „Metody pozyskiwania wiedzy diagnostycznej od specjalistów.” J. Korbicz, A. Pieczyński (red.) *Diagnostyka procesów przemysłowych*. Zielona Góra: Oficyna Wydaw. Politechniki Zielonogórskiej, 2001.

KONCEPCJA WSPOMAGANIA OPRACOWYWANIA I KOREKTY PROCEDUR WZORCOWANIA Z WYKORZYSTANIEM METOD INŻYNIERII WIEDZY

Streszczenie: Przedmiotem zainteresowania i rozważań w niniejszym referacie jest wykorzystanie inżynierii wiedzy w zakresie metod wspomaganie przygotowywania i weryfikacji procedur pomiarowych. Przedstawiono koncepcję sposobu pozyskiwania i zapisu wiedzy niezbędnej do poprawnego przygotowania tych procedur oraz jej praktycznego wykorzystania do budowy narzędzi komputerowych wspomagających ten proces.

Słowa kluczowe: laboratorium wzorcujące, akredytacja, wzorcowanie, inżynieria wiedzy

THE CONCEPT OF SUPPORTING THE DEVELOPMENT AND ADJUSTMENT OF CALIBRATION PROCEDURES USING METHODS OF KNOWLEDGE ENGINEERING

Abstract: The subject of interest and discussion of the paper is the use of knowledge engineering for methods supporting the preparation and verification of the measurement procedures. The idea of the method for obtaining and recording the necessary knowledge for proper preparation of these procedures and its practical use for building computer tools supporting this process have been presented in the paper.

Key words: calibration laboratory, accreditation, calibration, knowledge engineering

Mgr inż. Agnieszka TYCHONIUK
Ośrodek Pomiarów i Automatyki
Przemysłu Węglowego S.A.
ul. Hagera 14a, 41-800 Zabrze
e-mail: AgnieszkaTychoniuk@opa.pl

Dr hab. inż. Ryszard WYCZÓŁKOWSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Ryszard.Wyczolkowski@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 15.05.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 31.05.2016