

Sabina KUBICA, Dawid KURCZYK, Dorota MIELCAREK

AKADEMIA TECHNICZNO-HUMANISTYCZNA W BIELSKU-BIAŁEJ, KATEDRA INŻYNIERII PRODUKCJI

## Zastosowanie laserowych skanerów 3D do projektowania ergonomicznych stanowisk pracy

Mgr inż. Sabina KUBICA

Jest pracownikiem Katedry Inżynierii Produkcji Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Studia mgr ukończyła na ATH w Bielsku-Białej na Wydziale Budowy Maszyn i Informatyki. Od roku 2005 pracuje w Katedrze Inżynierii Produkcji. Zajmuje stanowisko asystenta. W pracy zawodowej zajmuje się zagadnieniami standaryzacji pracy, wizualizacji systemów produkcyjnych. Jest uczestnikiem studiów doktoranckich na Wydziale Budowy Maszyn.

e-mail: skubica@ath.bielsko.pl



Mgr inż. Dawid KURCZYK

Jest pracownikiem Katedry Inżynierii Produkcji Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Studia mgr ukończył na ATH w Bielsku-Białej na Wydziale Budowy Maszyn i Informatyki. Od roku 2008 pracuje w Katedrze Inżynierii Produkcji. Zajmuje stanowisko asystenta. Praca naukowa związana jest z wizualizacją systemów produkcyjnych oraz wykorzystaniem skanerów 3D w przemyśle produkcyjnym. Jest uczestnikiem studiów doktoranckich na Wydziale Budowy Maszyn.

e-mail: dkurczyk@ath.bielsko.pl



Mgr Dorota MIELCAREK

Jest pracownikiem Katedry Inżynierii Produkcji Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Studia mgr ukończyła na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach. Od roku 1997 pracuje w Katedrze Inżynierii Produkcji, gdzie prowadzi ćwiczenia laboratoryjne z zakresu ergonomii i ochrony pracy. Jest współautorką kilku referatów naukowych z zakresu ergonomii oraz ergonomii osób niepełnosprawnych, a także trzech skryptów „Ergonomia i ochrona pracy”.

e-mail: dmielcarek@ath.bielsko.pl



do odwzorowywania stanowisk oraz środków pracy a także całych hal produkcyjnych. Jako, że do tych celów najlepiej nadają się skanery laserowe, tę właśnie podgrupę postanowiono omówić dokładniej.

### 2. Rodzaje skanerów 3D

Występują trzy główne rodzaje skanerów laserowych: triangulacyjne, impulsowe i fazowe.

Skanery triangulacyjne działają na zasadzie triangulacyjnego wyznaczania odległości. Dioda laserowa emituje wiązkę światła, która po uformowaniu przez układ optyczny biegnie w kierunku mierzonego przedmiotu. Na jego powierzchni tworzy się plamka lub linia świetlna. Obraz plamki jest rejestrowany poprzez układ optyczny na matrycy CCD (ang. Charge-coupled Device). Ruchome zwierciadło i sensor CCD o znanym położeniu oraz plamka na obiekcie tworzą trójkątny układ na podstawie, którego można wyznaczyć nieznane współrzędne plamki. Położenie całej mierzonej powierzchni jest obliczane na podstawie układu trójkątów powstałych w wyniku przesuwania plamki po mierzonej powierzchni.

Skanery impulsowe, wykorzystujące czas odbicia światła działają na zasadzie pomiaru czasu przebiegu promienia świetlnego. Skaner pełni funkcję detektora promieniowania odbitego. Skaner wysyła bardzo krótki impuls świetlny i jednocześnie włącza stoper. Po odbiciu się od skanowanego obiektu promień świetlny wraca do skanera i zatrzymuje stoper. Odległość wyznacza się na podstawie czasu jaki upłynie między wysłaniem a odebraniem impulsu. Dodatkowo skaner rejestruje kąt pod jakim został wysłany impuls świetlny dzięki czemu możliwe jest precyzyjne określenie współrzędnych x, y, z punktów opisujących skanowaną powierzchnię [2, 3, 4, 5].

Skaner FARO LS 880 jest skanerem fazowym dlatego zasada działania tego typu skanera zostanie omówiona bardziej szczegółowo. Skanery fazowe, wykorzystujące zjawisko przesunięcia fazowego wysyłają ciągłe fale podczerwieni w kierunku wirującego zwierciadła skanera. Zwierciadło odbija promień podczerwieni, kierując go w stronę skanowanego obiektu. Promień pada na skanowaną powierzchnię i po odbiciu powraca do skanera. Urządzenie oblicza dystans na podstawie przesunięcia fazy fali promieniowania podczerwonego powracającej do skanera. Precyzyjne obliczenie współrzędnych x, y, z jest możliwe dzięki ruchowi obrotowemu lustra w pionie i głowicy skanera w poziomie. Oprócz współrzędnych punktów, skaner rejestruje także natężenie odbitego światła. Skaner rozdziela promień lasera na 3 części składowe o różnych długościach modulacji (76.0 m, 9.6 m, 1.2 m) co pokazano na rys. 1. Odległość przedmiotu od skanera jest określana poprzez identyfikację położenia odbicia w 1,2 metrowym cyklu. Gdyby mierzony dystans wynosił 2m i do jego pomiaru użyto tylko sygnału o długości modulacji 1,2 m to odczytana odległość wyniosłaby jedynie 0,8m ponieważ do odbicia doszło by dopiero w drugim cyklu i nie istniałoby już sygnał o innej

### Streszczenie

W artykule scharakteryzowano zasadę działania trzech rodzajów laserowych skanerów 3D (triangulacyjnego, impulsowego, fazowego). Szczególną uwagę poświęcono skanerom fazowym. W drugiej części artykułu omówiono zastosowanie skanerów fazowych w przemyśle produkcyjnym. Pokazano, że są one doskonałym narzędziem do modelowania stanowisk pracy oraz hal produkcyjnych dla celów analiz ergonomicznych, eliminacji wąskich gardeł, balansowania linii produkcyjnych, a także wdrożenia digitalnego przedsiębiorstwa.

**Słowa kluczowe:** skaner 3D, skaner fazowy, modelowanie stanowisk pracy.

### Use of 3D scanners in the industry

#### Abstract

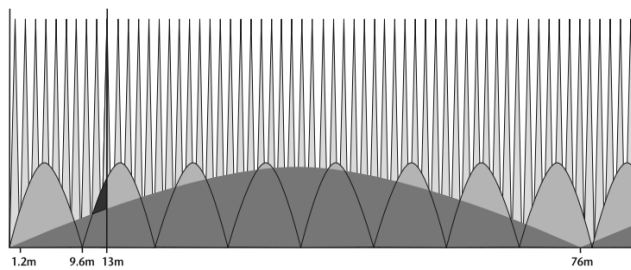
In the paper a principle of operation of three types (trig, impulse, phase) of 3D laser scanners is presented. The particular attention is devoted to phase scanners. The idea of taking measurements is shown in Fig. 1. There is also given the comparison of selected impulse and phase scanners. Table 1 contains the most important parameters of these scanners. In the second part of the paper there is discussed the use of phase scanners in the production industry. It is shown that they are an excellent tool for modelling workstations and factory floors in order to perform ergonomic analyses, to eliminate bottlenecks, to balance production lines as well as to implement digital factories. Fig. 2 presents an exemplary effect of scanning, modelling and analysis conducted for an enterprise of the automotive industry. The paper is summarised with the conclusion that phase scanners are suitable for modelling workstations due to their operating speed, however, they are not suggested for taking precise measurements.

**Keywords:** 3D scanner, phase scanner, modelling workstations.

### 1. Wstęp

Skanery trójwymiarowe stanowią obszerną grupę urządzeń pomiarowych do których można zaliczyć: skanery radarowe, skanery prążkowe (metody wizyjne), skanery stykowe (np. ramiona pomiarowe) czy tomografy NMR (ang. Nuclear Magnetic Resonance – jądrowy rezonans magnetyczny) a także skanery laserowe. W artykule postanowiono przedstawić zastosowanie skanerów 3D

długości modulacji, która mogłaby na to wskazywać. Stąd właśnie konieczność podziału sygnału na kilka składowych.



Rys. 1. Pomiar odległości realizowany przez skaner FARO LS 880 [11]  
Fig. 1. Distance measurement by FARO LS 880 scanner [11]

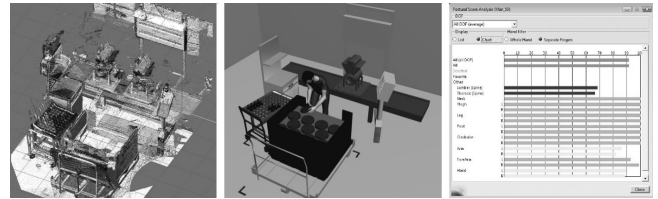
Tak jak przedstawiono to na rys. 1, w przypadku odległości przedmiotu od skanera równej 13 m i zastosowaniu trzech różnych składowych promienia laserowego, odbicie zostało by zarejestrowane zarówno przez sygnał o długości modulacji równej 76 m w pierwszym cyklu jak i przez sygnał o długości modulacji równej 9,6 m w drugim cyklu. Precyzyjny pomiar uzyskano by dzięki zarejestrowaniu odbicia przez sygnał o długości modulacji równej 1,2 m w drugim cyklu po rozpoczęciu drugiego cyklu sygnału o długości modulacji równej 9,6 m. Długość modulacji równa 76 m metrów ogranicza zasięg skanera właśnie do tej wartości. Przekroczenie tej wartości doprowadzałoby do dwuznacznych odczytów, których istotę wyjaśniono na przykładzie próby pomiaru bez rozdzielania promienia lasera na kilka składowych [11].

Główną zaletą skanerów fazowych jest szybkość dokonywania pomiarów, która w przypadku skanera FARO LS 880 wynosi 120 000 punktów na sekundę. Warto zaznaczyć, że średnia prędkość pomiaru dla skanerów impulsowych wynosi 4000 pkt/s. Pozostałe parametry wybranych skanerów zestawiono w tabeli 1 i 2.

### 3. Zastosowanie skanerów 3D

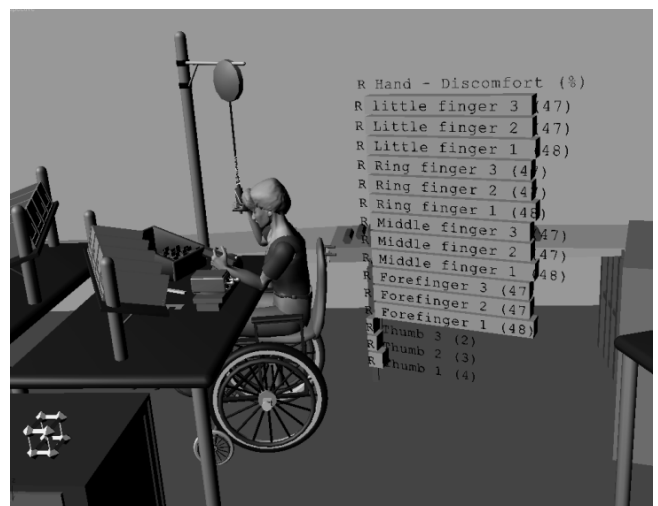
Laserowe skanery 3D mają bardzo szeroki wachlarz zastosowania od pomiarów geodezyjnych przez medycynę aż po ochronę dziedzictwa kulturowego. W tym artykule skupiono się jednak na zastosowaniu skanerów w przemyśle. Współczesna tendencja do wirtualizacji znalazła swoje odzwierciedlenie także w przemyśle. Dzisiaj nikogo już nie zaskakuje wykorzystanie inżynierii odwrotnej (ang. reverse engineering) czy szybkiego prototypowania (ang. rapid prototyping) jako sposobów na efektywniejszą produkcję [9].

Obecnie dąży się do wirtualizacji całego procesu produkcyjnego, aby w efekcie stworzyć digitalne przedsiębiorstwo. Pod tym pojęciem rozumie się obszerną sieć cyfrowych (komputerowych) modeli, metod i narzędzi (łącznie z symulacją, wizualizacją 3D i wirtualną rzeczywistością), które są zintegrowane i umożliwiają zarządzanie danymi w sposób ciągły. Celem jest osiągnąć kompleksowe planowanie, ocenę i ciągle doskonalenie wszystkich znaczących procesów i zasobów w przedsiębiorstwie łączących się z produktem. Wszystkie elementy związane z produkcją powinny być zamodelowane podczas planowania przy pomocy metod wspomaganych komputerowo w taki sposób, by fizyczna produkcja spełniała wszystkie założenia związane z jakością czasem i kosztem produkcji. Komputerowe modele digitalnego przedsiębiorstwa muszą opisywać i wizualizować nie tylko wszystkie elementy rzeczywistego przedsiębiorstwa, ale także wzajemne zależności i powiązania. Idea nowoczesnego zarządzania polega na tym, by rozpocząć produkcję w rzeczywistej fabryce dopiero wtedy, gdy produkt przejdzie poprawnie przez digitalne przedsiębiorstwo. Taki cyfrowy poligon pozwala na polepszenie jakości planowania i bezpieczeństwa, dzięki możliwości przetestowania i niezawodnej oceny wszystkich alternatywnych koncepcji we wczesnej fazie planowania przy jednoczesnym obniżeniu kosztów i czasu planowania [6, 7, 8].



Rys. 2. Chmura punktów, model stanowiska oraz analiza ergonomiczna  
Fig. 2. The cloud of points, the workstation model and ergonomic analysis

Zarządzanie produkcją w oparciu o digitalne przedsiębiorstwo ma wiele zalet, ale na dzień dzisiejszy pociąga za sobą ogromne nakłady finansowe i czasowe. Dlatego też postanowiono przedstawić inne, tańsze zastosowania skanerów 3D. Jednym z nich jest tworzenie trójwymiarowych modeli stanowisk pracy dla potrzeb przeprowadzania analiz ergonomicznych. Skaner pełni tutaj rolę narzędzia pomiarowego, które w bardzo krótkim czasie i z dużą dokładnością (na dystansie 25 metrów błąd systematyczny wynosi  $\pm 3$  mm) rejestruje informacje na temat kształtu i rozmiarów stanowiska pracy w postaci chmury punktów. Następny krok to przekształcenie chmury punktów w model stanowiska. Niestety nie istnieje oprogramowanie, które dokonuje konwersji w sposób automatyczny. Mimo to istnieje wiele algorytmów pozwalających na rozpoznawanie kształtów powierzchni z chmury punktów. Niestety w przypadku złożonych stanowisk pracy okazują się one mało skuteczne. Efektywniejszym rozwiązaniem okazuje się obrysowywanie krawędzi zeskanowanego obiektu na chmurze punktu, a następnie wyciągnięciu powstałych w ten sposób konturów w przestrzeń. Dzięki temu zabiegowi powstaje model bryłowy. Do tego celu można zastosować program Autodesk AutoCad wraz specjalną nakładką Pointools Model pozwalającą na płynną pracę z chmurami punktów liczącymi miliony punktów. Zamodelowane w ten sposób stanowisko pracy można zaimportować do programu Dassault Systèmes CATIA gdzie w specjalnym module można przeprowadzić analizy ergonomiczne badając np. obciążenie pracownika podczas wykonywania codziennych zadań (rys. 2, 3).



Rys. 3. Projektowanie stanowiska pracy dla osób niepełnosprawnych  
Fig. 3. Designing a workstation for disabled persons

Wykorzystanie skanera 3D pozwoliło na znaczne skrócenie czasu projektowania. Rozwiązanie takie umożliwia skuteczne projektowanie ergonomicznych stanowisk pracy i daje możliwość symulowania panujących tam warunków. Komputerowe modele układów antropotechnicznych umożliwiają identyfikację zagrożeń zdrowotnych już we wczesnych fazach projektowania. Jednym z najistotniejszych sposobów poprawy warunków pracy poprzez redukcję ryzyka dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego, jest zapoznanie pracowników z prawidłowymi metodami podnoszenia i przenoszenia ładunków. Należy dążyć do tego, aby pozycja ciała była możliwie najbardziej zbliżona do naturalnej, takiej,

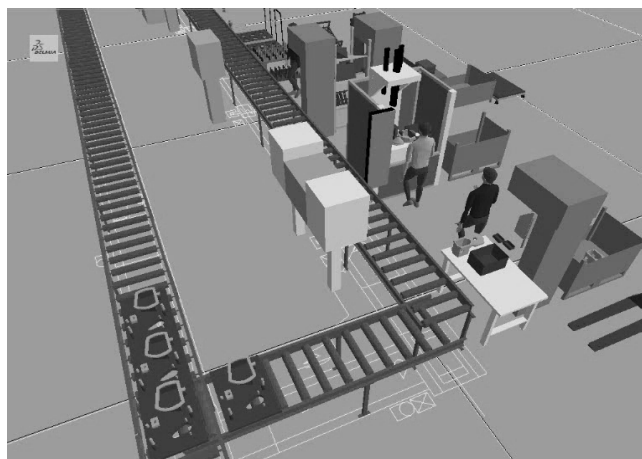
w której tułów (kręgosłup) i kończyny są wyprostowane. W miarę zwiększania pochylenia tułowia (zmiany naturalnej krzywizny kręgosłupa) zwiększa się także jego obciążenie. Podnoszenie przedmiotów z poziomu podłogi powinno być wykonywane, o ile jest to możliwe, z użyciem specjalnego sprzętu pomocniczego.

Tab. 1. Parametry wybranych skanerów fazowych [1]

Tab. 1. Parameters of chosen phase scanners [1]

PRODUCENT	Amber Technologies	Faro Technologies	Zoller+Frohlich
MODEL	Profiler 5003	Photon 80/20	Imager 5006
RODZAJ SKANERA	fazowy	fazowy	fazowy
LASER			
Średnica plamki w zależności od odległości [mm/m]	3/1	2/25	5/10
Długość fali [nm]	650	785	650
Moc [mW]	bd	20	bd
Klasa bezpieczeństwa	3R	3R	3R
DOKŁADNOŚĆ WYZNACZENIA			
odległości [mm/m]	4/25	1,2/25	1
kąta [°]	0,007	bd	0,007
Rozdzielczość skanowania [mm]	0,1	0,6	0,1
Maksymalna prędkość skanowania [pkt/s]	500000	120000	500000
ZASIĘG SKANERA			
minimalny [m]	1	0,6	1
maksymalny [m]	79	76/20	79
POLE WIDZENIA			
w pionie [°]	310	320	310
w poziomie [°]	360	360	360
Temperatura pracy [°C]	0 do +40	+5 do +40	0 do +40
Czas ciągłej pracy na baterii [h]	1,5	5-8	1,5

Innym rozwiązaniem jest zmiana organizacji stanowiska pracy, tak by wykluczyć niewłaściwe ruchy. Takie analizy zostały przeprowadzane dla pewnego zakładu branży motoryzacyjnej w Polsce. Analiza składała się z dwóch etapów. W pierwszym zeskanowano a następnie zamodelowano stanowisko pracy i przeprowadzono analizy ergonomiczne wykazujące nieprawidłowości w organizacji stanowiska roboczego. W drugim etapie, zamodelowano różne warianty usprawnień stanowisk pracy, a następnie przeprowadzono analizy ergonomiczne dla każdego wariantu i wybrano najlepsze rozwiązanie poprawiające znacząco warunki pracy. Warto wspomnieć, że czas skanowania, modelowania i analizy jednego stanowiska w trzyosobowym zespole jest możliwy do wykonania w ciągu jednego dnia, a uzyskane dokładności wykonania modelu kształtowały się na poziomie 1cm. Dla potrzeb inżynierii odwrotnej, gdzie wymagane są większe dokładności zaleca się zastosowanie innego typu skanera niż FARO LS 880. Innym wykorzystaniem laserowego skanera 3D w przemyśle jest także modelowanie stanowisk pracy, ale tym razem dla potrzeb stworzenia modelu całej linii produkcyjnej. Posiadając taki model można za pomocą oprogramowania Dassault Systèmes DELMIA przeprowadzać symulacje pozwalające na wyszukiwanie i eliminację wąskich gardeł, balansowanie linii produkcyjnej, normowanie czasu pracy czy tworzenie filmów szkoleniowych, a wszystko to bez powodowania zakłóceń w procesie produkcyjnym [9, 10, 12, 13].



Rys. 4. Projektowanie systemów produkcyjnych w myśl filozofii digitalnego przedsiębiorstwa

Fig. 4. Designing production systems in accordance with of the digital factory philosophy

#### 4. Podsumowanie

Przedstawiony w artykule laserowy skaner 3D znajduje zastosowanie w modelowaniu stanowisk pracy oraz całych hal produkcyjnych. Pozwala to na znaczne skrócenie czasu projektowania nie tylko stanowisk pracy, ale całych systemów produkcyjnych.

Tab. 2. Parametry wybranych skanerów impulsowych [1]

Tab. 2. Parameters of chosen pulse scanners [1]

PRODUCENT	Leica HDS	Maptek I-Site 3D Laser Imaging	Optech Incorporated
MODEL	Leica Scan-Station2	I-Site 4400CR	ILRIS-3DER
RODZAJ SKANERA	impulsowy	impulsowy	impulsowy
LASER			
Średnica plamki w zależności od odległości [mm/m]	4/50	140/100	8/50
Długość fali [nm]	bd	905	1535
Moc [mW]	1,5	10	bd
Klasa bezpieczeństwa	3R	3R	1
DOKŁADNOŚĆ WYZNACZENIA			
odległości [mm/m]	4/50	50/400	7/50
kąta [°]	12"	0,04	0,0046
Rozdzielczość skanowania [mm]	<1	1	1,2
Maksymalna prędkość skanowania [pkt/s]	50000	4400	2500
ZASIĘG SKANERA			
minimalny [m]	1	2	3
maksymalny [m]	300	400	1800
POLE WIDZENIA			
w pionie [°]	270	80	40
w poziomie [°]	360	360	40
Temperatura pracy [°C]	0 do +40	-10 do +40	0 do +40
Czas ciągłej pracy na baterii [h]	3	bd	3-4

Rozwiązanie takie daje możliwość symulowania procesów produkcyjnych i warunków panujących w zakładzie (rys. 4). W efekcie tego możliwe jest wykrywanie i eliminacja wąskich gardeł, balansowanie linii produkcyjnych, normowanie czasu pracy czy

też projektowanie ergonomicznych stanowisk bez konieczności ingerowania w rzeczywiste środowisko pracy. Co więcej błąd na etapie projektowania w wirtualnym środowisku niesie za sobą niższe koszty niż wykrycie pomyłki już na etapie implementacji projektu.

Przedstawiony w artykule typ skanera nadaje się do odwzorowywania dużych obiektów. Do pomiarów stanowisk pracy wystarczą dostarczone ze skanerem kule referencyjne pomagające w składaniu skanów jednego stanowiska z kilku różnych pozycji. W przypadku pomiaru hali produkcyjnej zaleca się skorzystanie z narzędzi geodezyjnych do wyznaczania punktów referencyjnych dla zachowania dużej precyzji złożeń skanów. Jeżeli pożądane są duże dokładności pomiaru np. poniżej 1mm sugeruje się wybór innego typu skanera np. triangulacyjnego. Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości skanery 3D stanowią, a prezentowane zastosowania rozpowszechnią się.

## 5. Literatura

- [1] Miesięcznik geoinformacyjny GEODETA, nr 4, kwiecień 2008. ([www.geoforum.pl](http://www.geoforum.pl)).
- [2] Rychlik M.: Skanery – wrota do wirtualnego świata, ([http://designnews.pl/down/DN4\(23\)\\_2007\\_b\\_website.pdf](http://designnews.pl/down/DN4(23)_2007_b_website.pdf), 23.03.2009).
- [3] Woźniak A.: Współrzędnościowa technika pomiarowa, Instytut Metrologii i Systemów Pomiarowych, Politechnika Warszawska <http://www.automatykab2b.pl/content/view/2110/88/>, 23.03.2009).
- [4] Jarnicki J.: Modele obiektów 3-D, Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej ([http://www.bartus.yyy.pl/files/gf1/w\\_5\\_bw.pdf](http://www.bartus.yyy.pl/files/gf1/w_5_bw.pdf), 23.03.2009).
- [5] Zakład Inżynierii Fotonicznej, Optyczne pomiary kształtu z wykorzystaniem metody projekcji prążków, Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej (<http://zto.mchtr.pw.edu.pl/download/184.pdf>, 23.03.2009).
- [6] Zülch G., Stowasser S.: The Digital Factory: An instrument of the present and the future. Computers in Industry 56, 2005.
- [7] Bracht U., Masurat T.: The Digital Factory between vision and reality. Computers in Industry 56, 2005.
- [8] Mujber T.S., Szeci T., Hashmi M.S.J.: Virtual reality applications in manufacturing process simulation, Journal of Materials Processing Technology 155–156 (2004).
- [9] Matuszek J., Gregor M., Kurczyk D.: Zastosowanie wielkoformatowego skanowania obiektów przemysłowych w procesach przygotowania produkcji. W: Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie Tom II pod redakcją Ryszarda Knosali. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. Opole 2009. Konferencja Zakopane 11-14.01.2009. s. 183-192. ISBN 978-83-923797-7-5.
- [10] Ścieszka D., Kubica S., Kurczyk D.: Wykorzystanie skanera 3D do ergonomicznej analizy stanowiska pracy. W: monografia pod red. Józefa Matuszka: Metody i techniki zarządzania w inżynierii produkcji. Rocznik III. Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Bielsko-Biała 2009, s. 355-366.
- [11] Broszury informacyjne o skanerach firmy FARO ([www.faro.com](http://www.faro.com), 11.12.2009).
- [12] Tytyk E., Górka E.: Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy - podstawy teoretyczne. Politechnika Warszawska. Warszawa 1998.
- [13] Gregor M., Medvecký Š., Mičieta B., Matuszek J., Hrková A.: Digitální podnik. Žilinska Univerzita, Ústav konkurencieschopnosti a inovácií. 2006 ISBN 80-969391-5-7.

otrzymano / received: 17.12.2009

przyjęto do druku / accepted: 03.02.2010

artykuł recenzowany

## INFORMACJE

### Informacje dla Autorów

Redakcja przyjmuje do publikacji tylko prace oryginalne, nie publikowane wcześniej w innych czasopiśmie. Redakcja nie zwraca materiałów nie zamówionych oraz zastrzega sobie prawo redagowania i skracania tekstów oraz streszczeń.

Artykuły naukowe publikowane w czasopiśmie PAK są formatowane jednolicie zgodnie z ustaloną formatką zamieszczoną na stronie redakcyjnej [www.pak.info.pl](http://www.pak.info.pl). Dlatego artykuły przekazywane redakcji należy przygotowywać w edytorze Microsoft Word 2003 (w formacie DOC) z zachowaniem:

- wielkości czcionek,
- odstępów między wierszami tekstu,
- odstępów przed i po rysunkach, wzorach i tabelach,
- oznaczeń we wzorach, tabelach i na rysunkach zgodnych z oznaczeniami w tekście,
- układu poszczególnych elementów na stronie.

Osobno należy przygotować w pliku w formacie DOC notki biograficzne autorów o objętości nie przekraczającej 450 znaków, zawierające podstawowe dane charakteryzujące działalność naukową, tytuły naukowe i zawodowe, miejsce pracy i zajmowane stanowiska, informacje o uprawianej dziedzinie, adres e-mail oraz aktualne zdjęcie autora o rozmiarze 3,8 x 2,7 cm zapisane w skali odcieni szarości lub dołączone w osobnym pliku (w formacie TIF).

Wszystkie materiały:

- artykuł (w formacie DOC),
- notki biograficzne autorów (w formacie DOC),
- zdjęcia i rysunki (w formacie TIF lub CDR),

prosimy przesyłać w formie plików oraz dodatkowo jako wydruki na białym papierze (lub w formacie PDF) na adres e-mail: [wydawnictwo@pak.info.pl](mailto:wydawnictwo@pak.info.pl) lub pocztą zwykłą, na adres: Redakcja Czasopisma Pomiary Automatyka Kontrola, Asystent Redaktora Naczelnego Agnieszka Skórkowska, ul. Akademicka 10, p.21A, 44-100 Gliwice.

Wszystkie artykuły naukowe są dopuszczane do publikacji w czasopiśmie PAK po otrzymaniu pozytywnej recenzji. Autorzy materiałów nadesłanych do publikacji są odpowiedzialni za przestrzeganie prawa autorskiego. Zarówno treść pracy, jak i wykorzystane w niej ilustracje oraz tabele powinny stanowić dorobek własny Autora lub muszą być opisane zgodnie z zasadami cytowania, z powołaniem się na źródło cytatu.

Przedrukowywanie materiałów lub ich fragmentów wymaga pisemnej zgody redakcji. Redakcja ma prawo do korzystania z utworu, rozporządzania nim i udostępniania dowolną techniką, w tym też elektroniczną oraz ma prawo do rozpowszechniania go dowolnymi kanałami dystrybucyjnymi.