

dr hab. inż. Dariusz Plinta  
Katedra Inżynierii Produkcji  
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

## **DOSKONALENIE PROCESÓW PRODUKCYJNYCH Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI DO KOMPUTEROWEJ WIZUALIZACJI**

*Technologie informatyczne są współcześnie podstawowym narzędziem gromadzenia i wymiany informacji w przedsiębiorstwie. Coraz powszechniej w procesach zarządzania znajdują zastosowanie aplikacje do modelowania systemów produkcyjnych i przeprowadzania symulacji zachodzących w nich procesów. Artykuł przedstawia praktyczne przykłady zastosowania takich aplikacji.*

### **IMPROVING OF PRODUCTION PROCESSES WITH THE USAGE OF TOOLS FOR COMPUTER VISUALIZATION**

*Computer technologies are the basic tools of the accumulation and exchange of information in contemporary enterprises. Software for the modelling of production systems and for the simulation of actual processes is becoming more commonly used in management processes. In this paper, there are presented practical examples of the usage of such software.*

#### **1. WPROWADZENIE**

Działanie przedsiębiorstwa w warunkach gospodarki rynkowej wymusza podejmowanie coraz bardziej złożonych i skomplikowanych procesów produkcyjnych. Następstwem tego jest konieczność synchronizacji narastającej ilości czynników technologicznych, co determinuje poszukiwanie efektywniejszych metod zarządzania procesami produkcyjnymi. Jednym z najważniejszych zadań przedsiębiorstwa jest planowanie produkcji oraz zarządzanie nią. Celem tych działań jest wytworzenie wyrobów w planowanym terminie. Ponadto muszą one odpowiadać wymaganiom jakościowym, a koszty ich wytworzenia winny być jak najmniejsze.

Wprowadzeniu komputerów do przedsiębiorstwa towarzyszy rozwój oprogramowania wspomagającego planowanie i zarządzanie produkcją. Właśnie w tym celu powstały systemy PPC (Production Planning and Control), zajmujące się planowaniem produkcji na poziomie operacyjnym. Rozwój systemów PPC związany jest z nowymi technologiami informatycznymi. Obecnie charakteryzują się one możliwością integracji z innymi systemami komputerowymi oraz budową modułową.

Ostatnio coraz częściej mówi się o tzw. digitalizacji zakładów produkcyjnych. Wiele firm realizuje ten koncept przez wdrażanie zintegrowanych pakietów, które integrują w sobie różne moduły poznaczone dla różnych obszarów funkcjonalnych przedsiębiorstw. Głównym elementem integrującym takich systemów jest wspólna baza danych. Rozwiązanie takie umożliwia szybsze i bardziej efektywne projektowanie nowych produktów.

Zastosowanie narzędzi informatycznych w wytwarzaniu to nie tylko planowanie i rejestrowanie wykonywanych prac, ale również wizualizacja procesów związana z projektowaniem wydziałów, linii produkcyjnych, poszczególnych stanowisk, analiza wykonywanych prac pod kątem ergonomii, sterowanie obrabiarkami NC, symulacja procesów i zarządzanie produkcją [2].

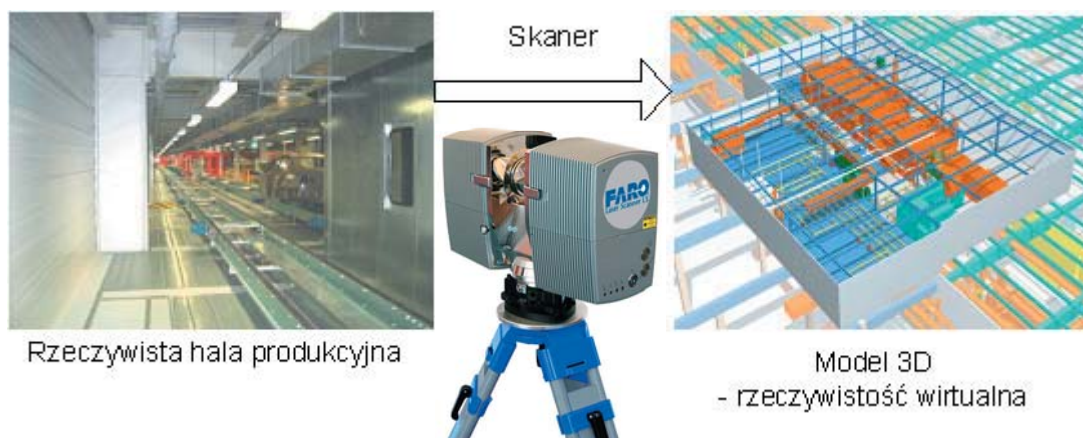
Tendencje rozwoju nowych generacji systemów informatycznych są związane między innymi z potrzebą doskonalenia systemów produkcyjnych. Dzięki komputerowej wizualizacji zachodzących w nich procesów możliwe jest:

- bardziej efektywne projektowanie systemów produkcyjnych,
- kształtowanie systemów pracy pod kątem ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy, wydajności oraz jakości wykonania,
- podejmowanie decyzji w zakresie inwestycji, projektowania stanowisk pracy oraz działań wykonywanych w kooperacji, itd.

## 2. MODELOWANIE SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH

Modelowanie systemów produkcyjnych staje się obecnie standardem. Rozwój narzędzi informatycznych do modelowania zakładów, które wspomagają projektowanie rozmieszczenia stanowisk, planowanie wykorzystania przestrzeni produkcyjnej oraz posiadają możliwość symulacji zachodzących w nich procesów, przyczynił się do tego, że istnieje już możliwość zamodelowania dowolnego systemu produkcyjnego.

Obecnym trendem, który można zauważyć szczególnie w przemyśle motoryzacyjnym jest przechodzenie na modelowanie 3D. Dzięki tej technologii osiągnięto oszczędności do 10 % kosztów inwestycji. Problemem w realizacji tych projektów jest dotrzymanie terminów wdrożenia. Opóźnienie często wynika z stosowania konwencjonalnych metod modelowania systemu, które są drogie i pracochłonne.



Rys. 1. Digitalizacja systemu produkcyjnego

Częstym problemem jest opracowanie kompletnego i szczegółowego modelu przestrzennego. Jest to bardzo pracochłonna praca – wykonanie wielu pomiarów i wprowadzenie danych do komputera. Doskonałym narzędziem są skanery laserowe, dzięki którym można w ciągu kilku minut w sposób automatyczny uzyskać model 3D skanowanego przedmiotu lub pomieszczenia – rys. 1.

Skaner laserowy wraz z oprogramowaniem do modelowania i symulacji stanowią kompletny zestaw, który może być wykorzystany w projektach racjonalizacji systemów produkcyjnych [2, 3, 4].

Proces tworzenia modelu 3D może być realizowany w trzech krokach:

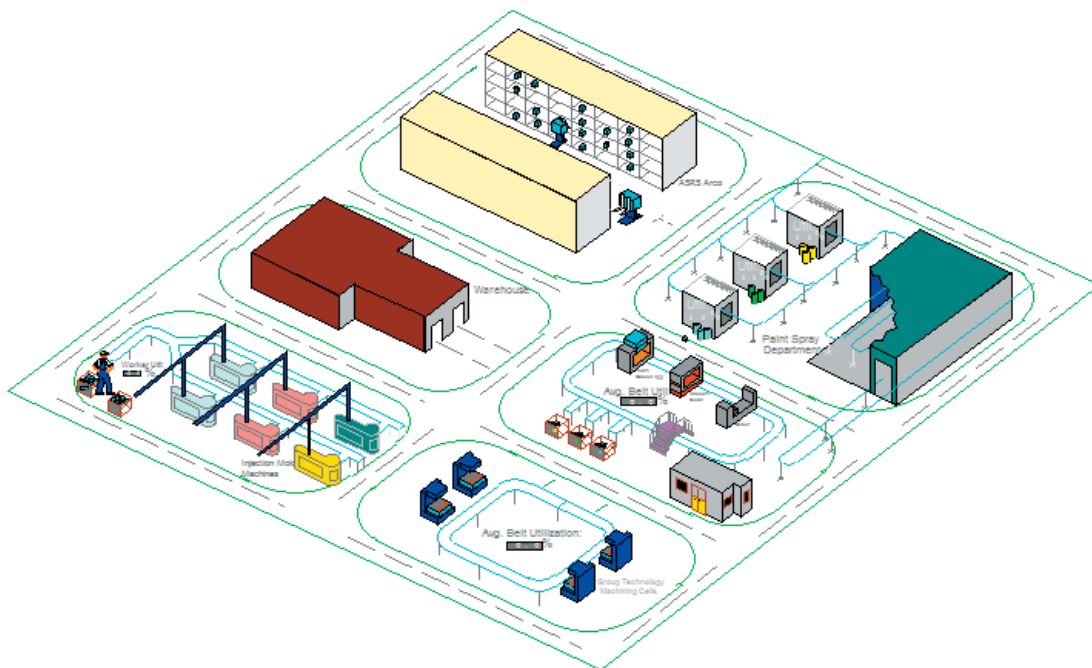
- przygotowanie do skanowania,
- skanowanie laserowe,
- wygenerowanie modelu 3D.

Najistotniejsze korzyści modelowania z wykorzystaniem skanera laserowego:

- możliwość szybkiego opracowania szczegółowego i dokładnego modelu 3D pomieszczenia wraz z wyposażeniem,
- możliwość skorygowania istniejącej dokumentacji (rysunków hal produkcyjnych wykonanych w 2D),
- możliwość uwzględnienia w modelu sieci wykorzystywanych mediów (woda, gaz, energia elektryczna),
- możliwość szybkiego dokonania zmian w modelu (projektowanie nowego systemu produkcyjnego).

### 3. PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA MODELI SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH

#### 3.1. Komputerowa symulacja procesów wytwórczych



Rys. 2. Model symulacyjny wydziału produkcyjnego [7]

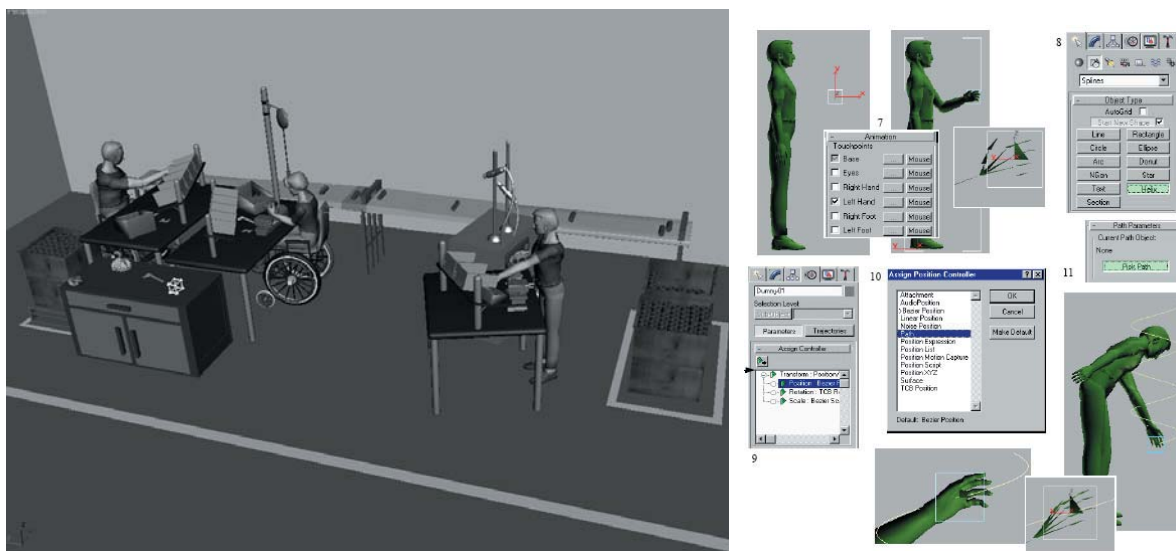
Do typowych zastosowań symulacji komputerowej w systemach wytwórczych zaliczamy:

- szczegółowe analizy procesów wytwórczych,
- analizy złożonych systemów obsługi klienta,
- analizy globalnych łańcuchów dostaw,
- analizy systemów produkcyjnych pod kątem różnych kryteriów np. kosztów, wielkości produkcji w toku, czasu realizacji zamówień, obciążenia itp.,
- identyfikacja wąskich gardeł procesu,
- planowanie zatrudnienia, wykorzystania zasobów oraz zapotrzebowania na materiały.

Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych jest obecnie coraz szerzej stosowana w przedsiębiorstwach produkcyjnym.

### 3.2. Projektowanie ergonomicznych stanowisk pracy

Nowy obszar zastosowań to na przykład projektowanie stanowisk pracy pod kątem ergonomii (3Ds MAX firmy Autodesk i Anthropos Ergo MAX) – rys. 3 i 4 [5, 6].



Rys. 3. Projektowanie ergonomicznego stanowiska pracy

Moduł Anthropos ErgoMAX zawiera bibliotekę modeli postaci ludzkich, które można wykorzystać do wizualizacji funkcjonowania stanowisk pracy [6]. Oprócz możliwości umieszczania takich obiektów w modelowanej przestrzeni analizowanego systemu produkcyjnego można dodatkowo skorzystać z narzędzi umożliwiających:

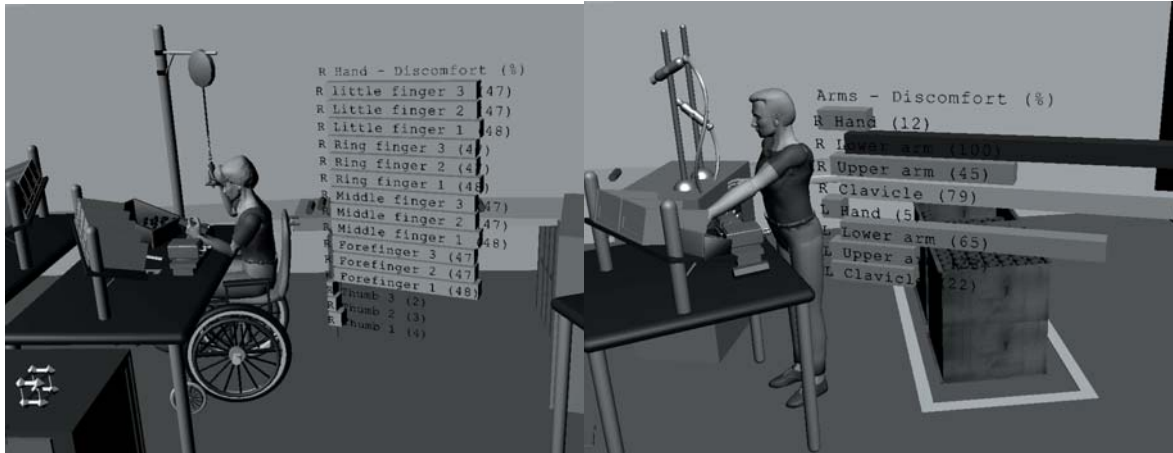
- definiowanie różnych cech antropometrycznych,
- definiowanie struktury ciała,
- edycję graficzną i selekcyjną,
- animację części ciała,
- definiowanie różnych pozycji,
- analizę ergonomiczną.

Zaprezentowany na rys. 3 przykład przedstawia model zakładu produkcyjnego wyrobów biurowych – gniazda montażowego pojemników biurowych [5]. Gniazdo składa się z trzech stanowisk montażu, z czego dwa są przewidziane do obsługi przez pracowników z niepełnością kończyn dolnych.

Narzędzie Analysis pozwala generować wykresy przedstawiające obciążenia poszczególnych części ciała (kręgosłupa, kończyn górnych i kończyn dolnych). Można m.in. sprawdzić, jakie jest obciążenie wybranych części ciała lub ich dyskomfortu, z uwzględnieniem podnoszonego ciężaru [6].

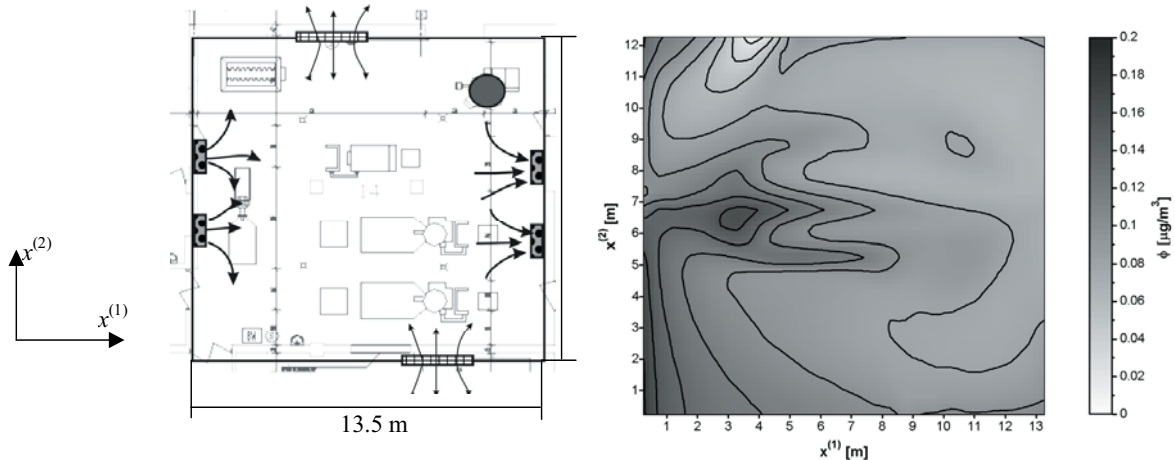
Rozwiązanie takie umożliwia skuteczne projektowanie ergonomicznych stanowisk pracy i daje możliwość symulowania panujących tam warunków. Rys. 4 przedstawia analizę obciążenia kręgosłupa (kręgów szyjnych, grzbietowych i lędźwiowych).

Wartości procentowe to współczynniki dyskomfortu statycznego, jeśli pozycja ciała dla wybranej czynności, podczas wykonywanej pracy jest bezpieczna to wykresy są zielone, jeśli istnieje niebezpieczeństwo obciążenia ciała, to mamy kolor żółty (jak najszybciej powinniśmy usprawnić miejsce pracy), a przy złej pozycji ciała pokazuje się nam kolor czerwony, który wymusza na nas natychmiastową poprawę warunków pracy.



Rys. 4. Analiza obciążenia kręgosłupa - obciążenia ramion i prawej ręki

Wykres prezentuje 100 % obciążenia przedramienia (Lower arm) oraz przeciążenia obojczyka (Clavicle) w 79 %. Świadczy to o niewłaściwie zajmowanej pozycji pracownika i sugeruje zmianę w organizacji pracy na tym stanowisku.



Rys. 5. Projektowanie środowiska pracy [1]

### 3.3. Projektowanie wentylacji na hali produkcyjnej

Kolejny przykład to modelowanie i symulacja dyspersji zanieczyszczeń w hali produkcyjnej. Emisję związków szkodliwych można zamodelować na przykład za pomocą programu ARENA, który umożliwi symulację procesów produkcyjnych realizowanych w różnych uwarunkowaniach – rys. 5.

Uwzględniając przebieg procesu produkcyjnego oraz występowanie emisji związków szkodliwych można tak zaprojektować wentylację lub rozmieszczenie stanowisk, aby maksymalnie zminimalizować wpływ związków szkodliwych na pracowników.

#### 4. PODSUMOWANIE

Opisana technologia wizualizacji (skanowania, modelowania i symulacji) procesów produkcyjnych jest podstawą efektywnej digitalizacji istniejących przedsiębiorstw.

Przedstawione narzędzia umożliwiają:

- stworzenie modelu opisującego system i zachodzące w nim procesy – zdefiniowanie procesów, opracowanie elektronicznej dokumentacji oraz poprawa komunikacji między pracownikami,
- symulację zachowania systemu przy różnych uwarunkowaniach – zrozumienie złożonych relacji i zidentyfikowanie ograniczeń systemu,
- wizualizację i dynamiczną animację,
- sprawdzenie alternatywnych rozwiązań proponowanych zmian.

#### LITERATURA

- [1] Brzozowska L., Plinta D.: The production systems designing with special taking into account of working conditions. 1st International Workshop “Advanced methods and trends in production engineering”, Baia Mare 2004.
- [2] Debnár R., Patay L., Horváth L.: New technology for factory digitizing. Materiały z konferencji „Inżynieria Produkcji 2003”. Bielsko-Biała 2003.
- [3] Gregor M., Medveckí Š., Mičieta B., Matuszek J., Hrčekova A.: Digitálny podnik. Žilinská univerzita. Žilina 2006.
- [4] Košturiak J., Gregor M., Mičieta B., Matuszek J.: Projektovanie výrobných systémov pre 21 storočie. Uniwersytet Techniczny w Żylinie, EDIS, Žylina 2000.
- [5] Matuszek J., Plinta D., Kubica S., Ścieszka D.: Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych z punktu widzenia ergonomii i bezpieczeństwa pracy. Materiały z konferencji MKEN2008, Łódź 2008.
- [6] Materiały szkoleniowe pakietu Anthropos Ergo MAX.
- [7] Materiały szkoleniowe pakietu symulacyjnego ARENA.