

TENDENCJE ROZWOJU W PROJEKTOWANIU I ZARZĄDZANIU PROCESAMI PRODUKCJI

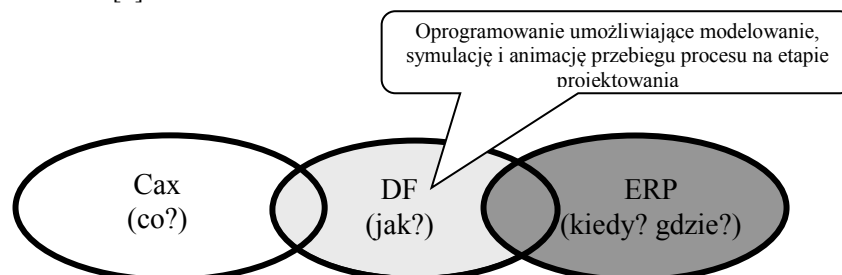
Józef MATUSZEK, Dawid KURCZYK

Streszczenie: W artykule przedstawiono tendencje rozwoju w projektowaniu dyskretnych procesów produkcyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań jednostkowej i małoseryjnej produkcji. Zagadnienia projektowania związane z rozwojem i postępującym zastosowaniem systemów zarządzania produkcją. Przedstawiono modele rozwiązywania problemów optymalizacji wielokryterialnej procesu produkcji wyrobów dla zmieniających się, dostosowujących się do rynku sprzedaży, uwarunkowań procesu produkcyjnego. Przytoczono przykłady z praktyki z współczesnym spojrzeniem na projektowanie i realizację procesów wytwarzania, normowania czasu pracy, zatrudniania odpowiedniej ilości pracowników, itp.

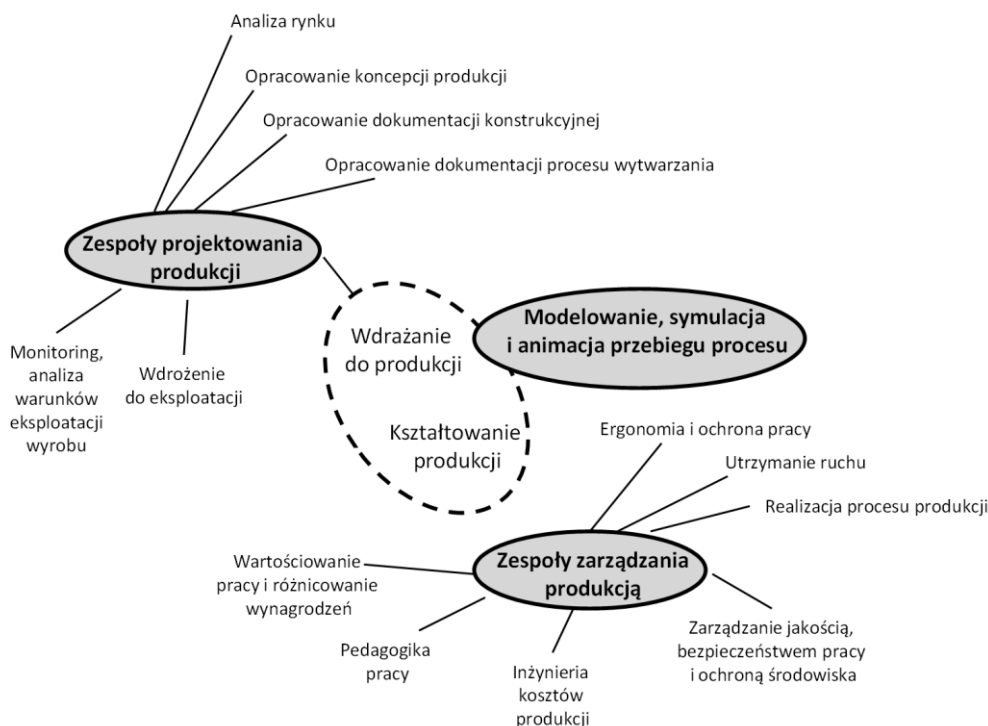
Słowa kluczowe: zarządzanie czasem pracy, digitalne przedsiębiorstwa.

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach, charakteryzujących się wzrostem konkurencji, globalizacją rynku, rozwojem komputerowych systemów wspomagania projektowania, zachodzą radykalne zmiany w metodach i technikach projektowania i zarządzania procesami produkcji [2]. Dążenie do skracania cyklu produkcyjnego, obniżenie kosztów produkcji, zapewnienie wysokiej jakości produktów, bezpieczeństwa pracy, wymogów ochrony środowiska, wymusiło zmiany w projektowaniu i zarządzaniu procesami przetwarzania. Postęp w rozwoju systemów informatycznych spowodował możliwość współbieżnego sposobu przygotowania procesu produkcji, zastosowania modelowania i symulacji przebiegu wykonania produktu na etapie projektowania procesów przed jego wdrożeniem w rzeczywistym systemie produkcyjnym (oprogramowanie DF „cyfrowej fabryki” – rys.1). Wykorzystanie oprogramowania DF umożliwia wykrycie potencjalnych błędów i niedociągnięć w zaprojektowanych procesach, zapewnia skrócenie czasów wdrożenia nowych produktów [2].



Rys. 1. Obszary zastosowań współczesnych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie, zakres zastosowania oprogramowania związanego z pojęciem „cyfrowej fabryki” (DF)



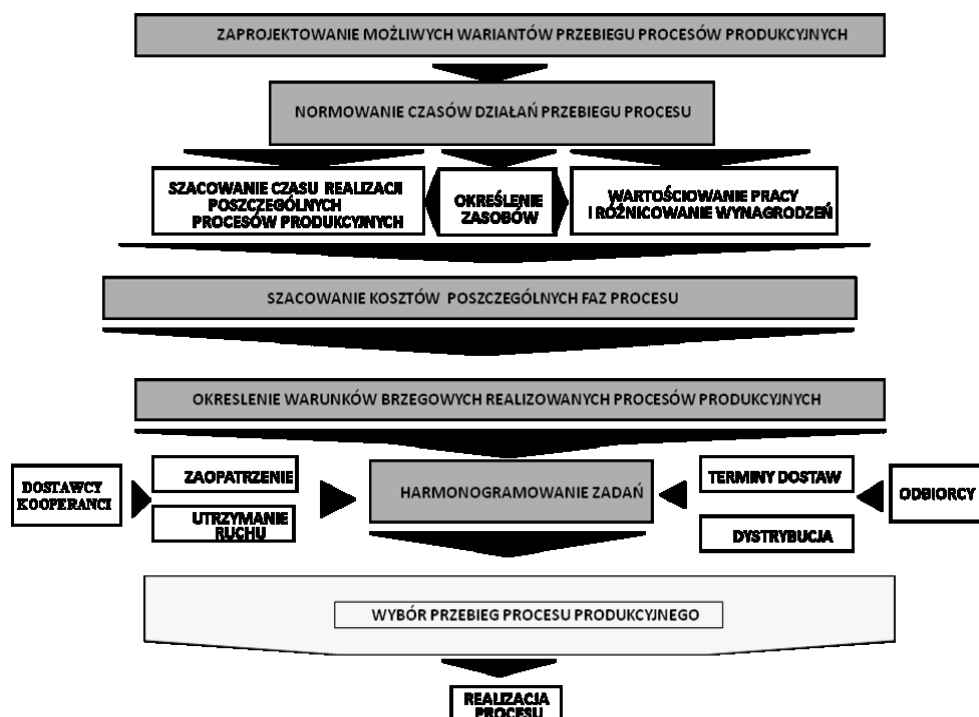
Rys. 2. Możliwe zakresy modelowania i symulacji projektowanych procesów produkcyjnych

Nastąpiła zmiana zakresu wykonywanych zadań projektowych na poszczególnych stanowiskach pracy – rys. 2. Zespoły projektowe mając do dyspozycji narzędzia informatyczne w postaci pakietów programów Cax, DF, ERP mają możliwości projektowania wielu alternatywnych rozwiązań konstrukcyjnych wyrobów i ich procesów wytwarzania w różnych konfiguracjach projektowanych systemów produkcyjnych. Zespoły zarządzania produkcją, mają możliwość stosownie do aktualnych warunków organizacyjnych systemu produkcyjnego, określenia optymalnych wariantów przebiegu wcześniej zaprojektowanych procesów [11].

2. Wybór wariantu przebiegu procesu produkcyjnego

Model wyboru wariantu przebiegu procesu produkcyjnego przedstawiono na rys. 3. Po zaprojektowaniu przebiegów (struktur) procesów następuje normowanie czasów poszczególnych działań (racjonalizacja mikroprzebiegów) oraz kosztów poszczególnych wariantów procesów (racjonalizacja makroprzebiegów). Następnie stosownie do danych warunków organizacyjnych określony zostaje najkorzystniejszy wariant przebiegu procesu.

Modelowanie i symulacja procesów mogą być realizowane na etapie normowania czasu pracy oraz na drodze wirtualnej weryfikacji przebiegu wybranych wariantów procesu.

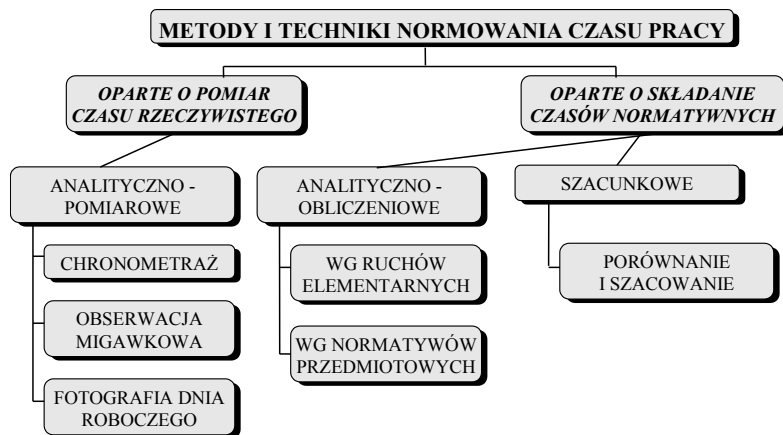


Rys. 3. Znaczenie norm czasu pracy w działalności gospodarczej [2]

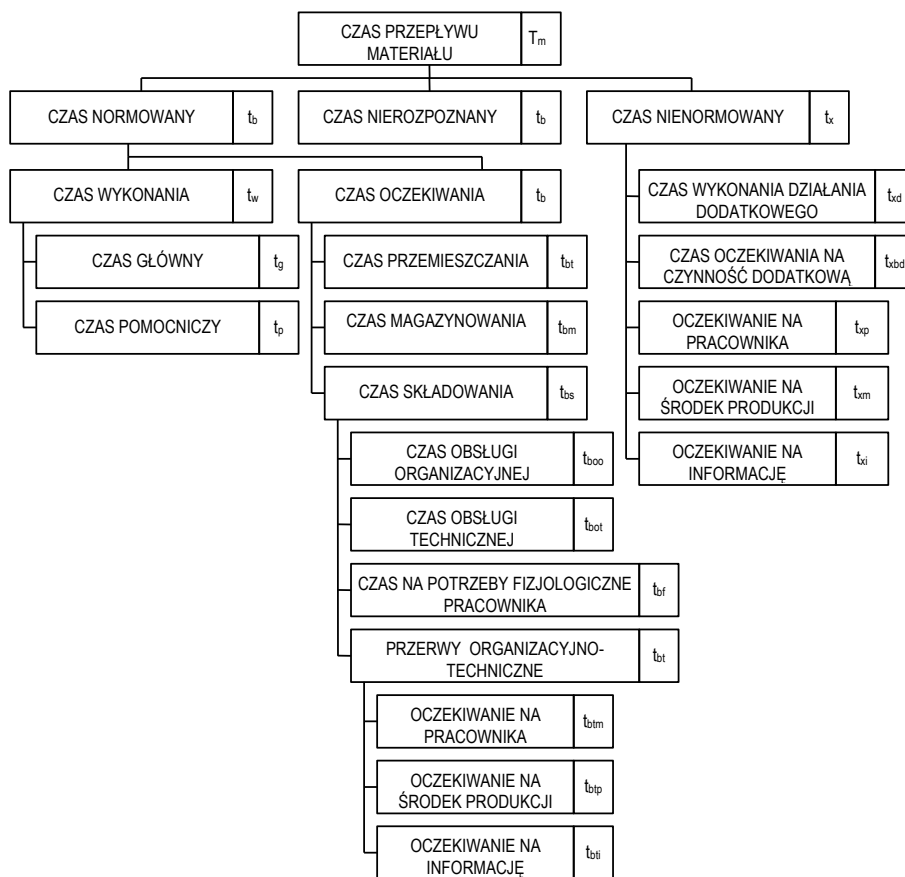
Podstawą zastosowania oprogramowania DF jest zaprojektowanie stosownie do przyjętych wariantów przebiegów procesów sposobów realizowania pracy ręcznej przez pracowników oraz ich powiązania z czasami maszynowymi pracy obrabiarki. Czasy pracy poszczególnych działań można składać z wcześniej zaprojektowanych w programie ruchów elementarnych a następnie czynności.

3. Normowanie czasu pracy

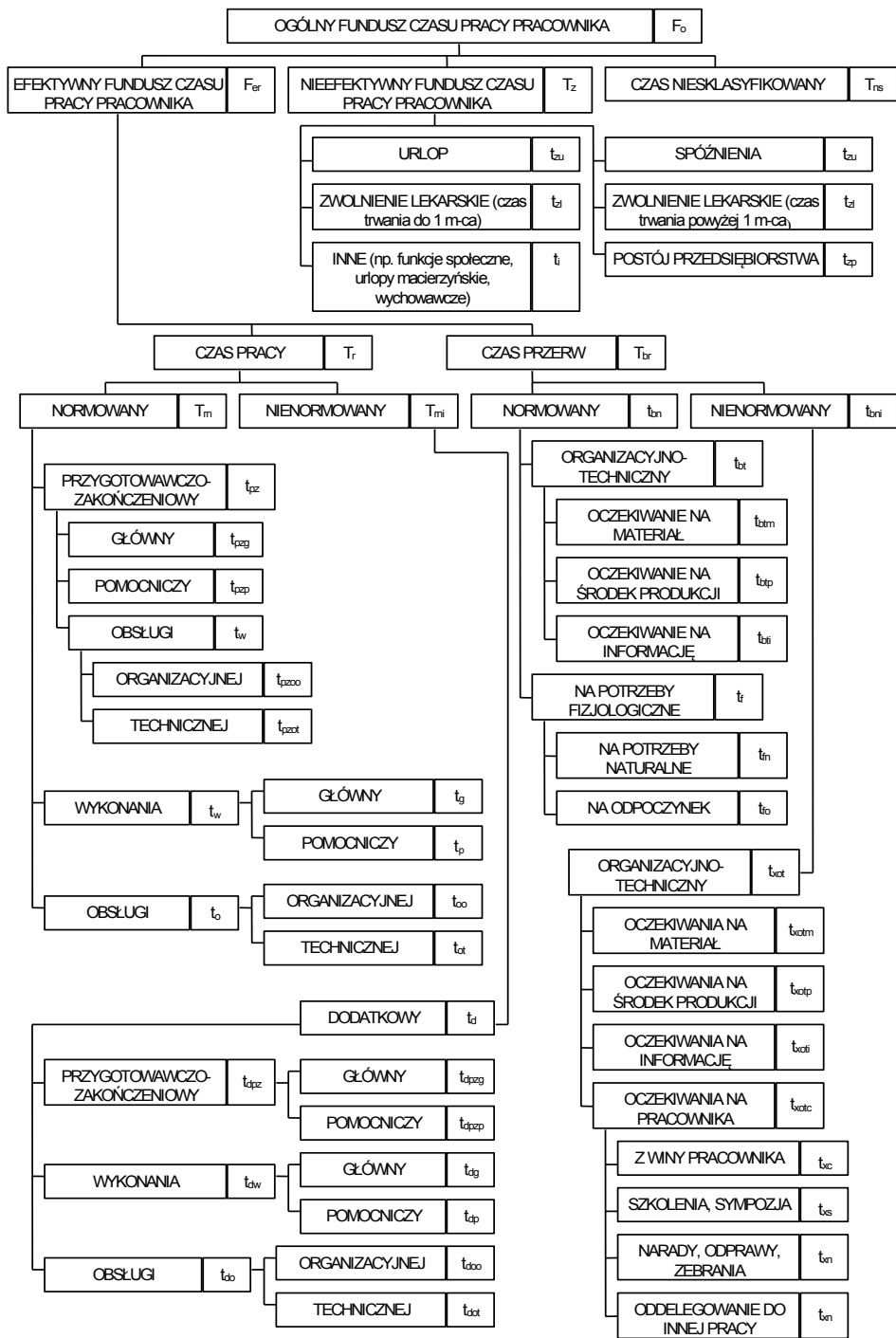
Przedmiotem normowania w procesach zarządzania produkcją stają się: praca pracowników, stanowisk pracy, przepływy materiałowe, informacji i finansowe [7]. Ogólny podział metod normowania czasu pracy przedstawia rys. 4. Potrzeba wynajdywania rezerw produkcyjnych, określania potencjalnych błędów projektowanych procesów i systemów produkcyjnych na etapie projektowania wymusza określenie odpowiednich struktur norm czasu. Przykładem takich rozwiązań są struktury zilustrowane na rys.5 i 6 [7].



Rys. 4. Klasyfikacja metod i technik normowania czasu pracy [7]



Rys. 5. Klasyfikacja elementów zużycia czasu dla przepływu przedmiotów pracy [7]

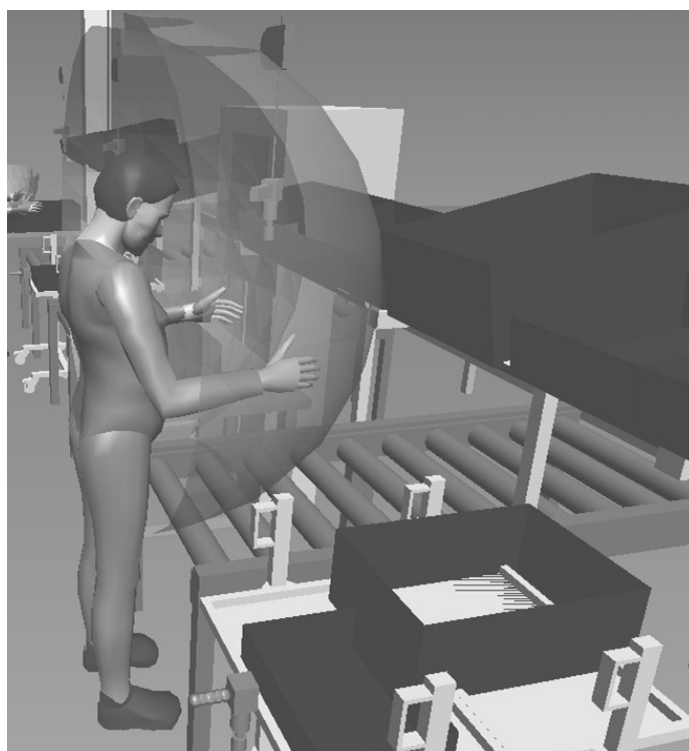


Rys. 6. Struktura zasobów czasu pracy pracownika [7]

W oprogramowaniach DF przy projektowaniu modeli wykorzystywane są metody normowania analityczno-obliczeniowe wg ruchów elementarnych. Przy analizie animacji przebiegów procesów mogą być wykorzystywane metody pomiaru czasu rzeczywistego. Analiza udziałów poszczególnych czasów z wyżej wymienionych struktur pozwala na określenie działań racjonalizujących proces np. eliminacji niedociągnięć organizacyjnych, usprawniających przebiegi wykonywanej pracy (racjonalizacja makroprzebiegów). Podstawą analiz makroprzebiegów jest opracowanie działań w mikroprzebiegach. Określanie czasu ruchów elementarnych lub czynności pozwala na wybór najkorzystniejszego sposobu wykonywanej pracy, zrationalizowanie położenia narzędzi i przedmiotów pracy na stanowisku pracy (racjonalizacja mikroprzebiegów) – rys. 7. Parametrami oceny sposobu pracy, czasów wykonywanych ruchów, czynności czy zestawionych z nich działań mogą być udziały czasów wykonywanych ruchów związanych z czasami głównymi, pomocniczymi wykonywania, a w ramach nich np. udziały czasów sięgania, chwytania, przemieszczania, oczekiwania itp.

Ocena procesu w przypadku makroprzebiegów wiąże się z określaniem udziałów czasów:

- przygotowawczo-zakończeniowych
- wykonania,
- obsługi, itd.



Rys. 7. Kształtowanie „złotej strefy” na stanowisku pracy [1, 2, 3]

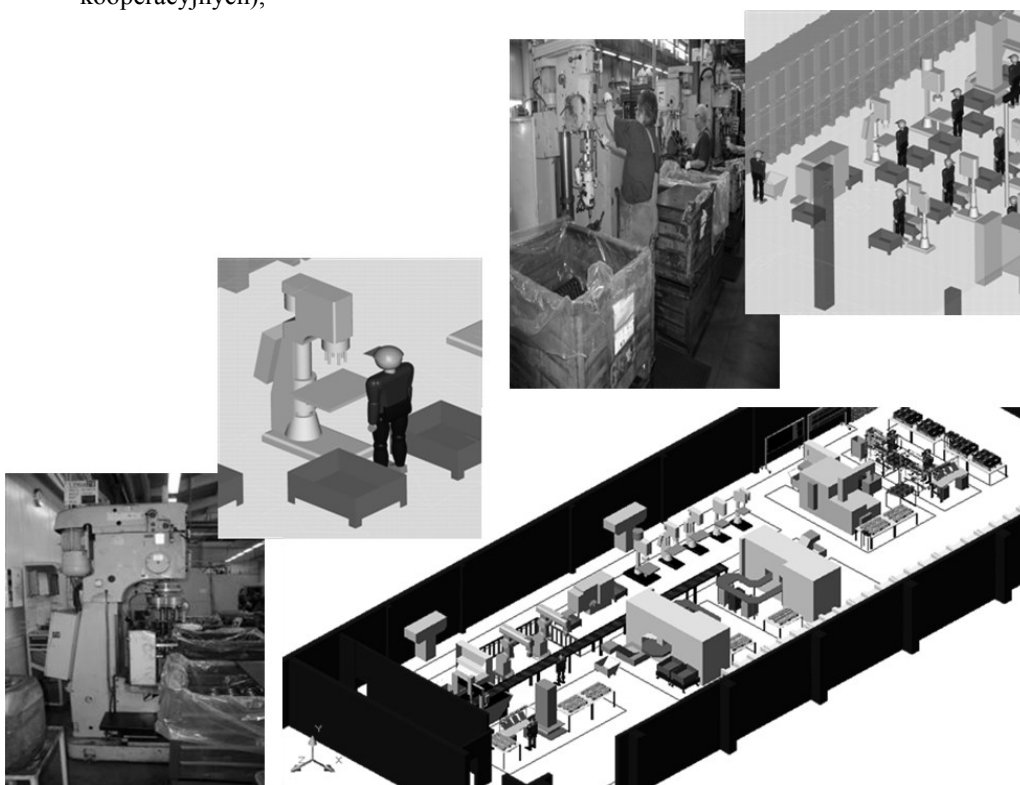
Udziały te można określać na drodze komputerowego wspomaganie przez skanowanie stanowisk pracy [1, 3, 5], a następnie animowanie pracy oraz kodowanie ruchów elementarnych. Na podstawie wartości udziałów można przeprowadzać analizy czasowych

rezerw procesu, wytypowania czynności, działań do kształtowania procesu np. przez zmiany oprzyrządowania, położenia narzędzi, zastosowania manipulatorów, symulacji wystąpienia zakłóceń np. awarii stanowiska pracy itp. [9, 10, 12].

4. Modelowanie i symulacja procesów i systemów produkcyjnych

Oprogramowanie cyfrowej fabryki (digitalnej fabryki - DF) w wyniku wizualizacji przebiegów zaprojektowanych procesów produkcyjnych w wirtualnej rzeczywistości umożliwia skuteczne [1, 2, 3, 7, 8]:

- wspomaganie projektowania nowych wyrobów zarówno w sferze konstruowania np. ocena technologiczności,
- wspomaganie projektowania procesów wytwarzania (np. projektowanie systemów wytwarzania - stanowisk pracy, gniazd, systemów produkcyjnych – rys. 8 [11, 12], normowania czasu pracy, szacowania kosztów produkcji),
- wybranie optymalnego rozwiązania z kilku alternatywnych przebiegów procesu wytwarzania,
- projektowanie działań logistycznych w przedsiębiorstwach (np. magazynów międzyoperacyjnych, przepływów materiałowych wewnątrz zakładów, systemów kooperacyjnych),



Rys. 15. Przykład projektu linii produkcyjnej [4]

5. Podsumowanie

Przytoczone tendencje rozwoju procesów przygotowania produkcji związane są z zastosowaniem modelowania i symulacji pracy zaprojektowanych procesów i systemów produkcyjnych przed ich wdrożeniem do produkcji. Zagadnienie związane jest z postępującym wzrostem zapotrzebowania na wyższe kwalifikacje załogi, zwiększeniem zakresu wykonywanych działań przez pracowników, kształtowaniem przebiegu procesu ukierunkowanym na analizę norm czasu pracy i przepływy zasobów w przedsiębiorstwie, coraz większym naciskiem na dokładne określanie kosztów własnych produkcji [4, 6, 7].

W przedstawionym sposobie projektowania i realizacji procesu wytwarzania kto inny opracowuje technologie alternatywne a kto inny podejmuje decyzje o wyborze wariantu, który dokonywany jest dla konkretnych warunków organizacyjnych wydziałów obróbki i montażu. Przedstawiony w artykule proces projektowania modelu ma swoje ograniczenia, do których przede wszystkim należy zaliczyć:

- koszty realizacji procesu projektowania (duży koszt oprogramowania, duża pracochłonność opracowania wobec braku bazy danych oprogramowanych ruchów elementarnych, czynności),
- brak wysoko kwalifikowanej kadry projektantów gotowych do obsługi złożonych programów komputerowych,
- ograniczone zastosowania, ze względu na ww. czynniki, w dużych korporacjach, do produkcji masowej, o dużej powtarzalności działań.

Przedstawione tendencje, dokonujący się postęp techniczny, realizowane są przy wykorzystywaniu coraz doskonalszych narzędzi komputerowego wspomaganie i zachodzą w coraz większym tempie. Przedstawione ograniczenia będą zapewne miały w przyszłości coraz mniejsze znaczenie. Umiejętność efektywnego wykorzystania oprogramowania DF jest jednym z czynników wprowadzania „wkładu intelektualnego” w wykonywane produkty i usługi. Globalizacja produkcji powoduje, że przemieszczający się po różnych krajach świata kapitał zmienia miejsca produkcji poszukując regionów o odpowiedniej lokalizacji, tańszej, wykształconej kadrze pracowników potrafiącej obsłużyć coraz bardziej skomplikowane stanowiska pracy.

Literatura:

1. Furmann R., Milan G., 3D Laser scanning in reverse engineering of cultural heritage, 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,
2. Gregor M., Medveckí Št., Mičieta Br., Matuszek J., Hrčková Al.: Digitálny podnik. Žilinská univerzita. Žilina 2006.
3. Gregor M., Plinta D., Furman R., Štefánik A.: Digital factory – 3D laser scanning, modeling and simulation of production processes. Digital factory management methods and techniques in production engineering vol.V. Editors: Matuszek J., Gregor M., Mičieta B. Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej. Bielsko-Biała 2011. s. 39-50.

4. Košturiak J., Gregor M., Slamková E., Chromajová F., Matuszek J.: *Methods and Tools of the Enterprise Logistic*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Filia w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 1996
5. Kurczyk D.: *Classification of terrestrial 3D laser scanners*, 10TH International Conference "Automation in Production Planning and Manufacturing", Zilina 2009
6. Kuric I., Matuszek J., Debnár R.: *Computer Aided Process Planning in Machinery Industry*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Filia w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 1998
7. Kutschenreiter-Praszkiewicz I.: *Metodologia planowania przebiegu prac technicznego przygotowania produkcji elementów maszyn*, Praca doktorska, Bielsko-Biała, 1999
8. Luca L., Veron P., Florenzano M., *Reverse engineering of architectural buildings based on a hybrid modeling approach*, Computer & Graphics, Elsevier 2006,
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.
10. Matuszek, Plinta D., Kubica S., Ścieszka D.: *Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych z punktu widzenia ergonomii i bezpieczeństwa pracy*. XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ergonomia Niepełnosprawnym w organizacji pracy i zarządzaniu”. MKEN 2008, 26-27.11.2008 Łódź.
11. Mleczek J.: *Wielokryterialna optymalizacja zarządzania procesami wytwarzania elementów maszyn w warunkach jednostkowej i małoseryjnej produkcji*, Praca doktorska, Bielsko-Biała, 1999
12. Szal M., Herma S.: *Metodyka projektowania cyfrowych modeli produktów z wykorzystaniem wybranych technik inżynierii odwrotnej. Modele inżynierii teleinformatyki wybrane zastosowania*. Praca zbiorowa pod red. Bzdyra K. Wydawnictwo uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2011.

Źródła elektroniczne:

13. *Aiming for World Class Manufacturing*, <http://wcm.nu/wcm.html> , 6.04.2009.
14. *Rockford Consulting Group*, <http://rockfordconsulting.com/world-class-manufacturing.html>, 6.04.2009.
15. *3Deling Skanowanie laserowe 3D* (www.3deling.pl, 01.03.2011),

Prof. dr hab. inż. Józef Matuszek
 Mgr inż. Dawid Kurczyk
 Katedra Inżynierii Produkcji
 Wydział Budowy Maszyn i Informatyki
 Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
 43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2
 tel./fax: (33) 8279253
 e-mail: jmatuszek@ath.bielsko.pl
dkurczyk@gmail.com