

dr inż. Jacek Domińczuk
Politechnika Lubelska, Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych

WPLYW TECHNIK WIRTUALNYCH NA ROZWÓJ AUTOMATYZACJI I ROBOTYZACJI

W artykule przedstawiono wykorzystanie metod wspomagających projektowanie 3D i wytwarzanie w rozwoju nowoczesnych konstrukcji służących automatyzacji i robotyzacji. Przedstawiono przykładowe narzędzia wspierające pracę konstruktorów czyniące ją bardziej wydajną, a projektowane konstrukcje bardziej niezawodnymi i zoptymalizowanymi pod względem funkcjonalnym. Wymieniono cechy, jakimi charakteryzują się konstrukcje maszyn i urządzeń zawierające elementy automatyki i robotyki. W artykule zamieszczono również schemat zarządzania projektem z uwzględnieniem podstawowych elementów komputerowego wspomagania projektowania.

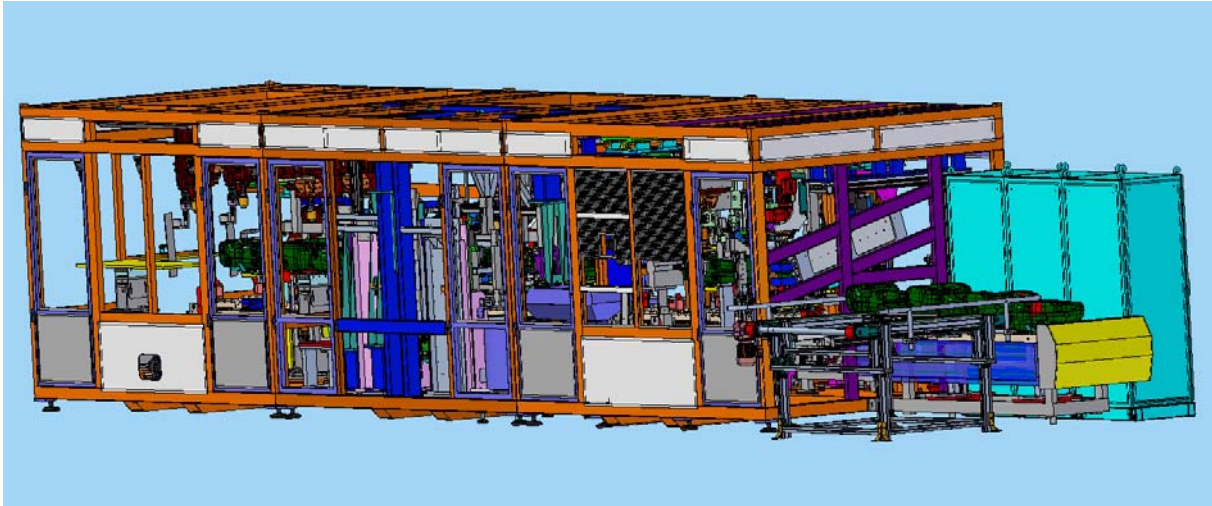
THE INFLUENCE OF VIRTUAL TECHNICS ON PROCESS OF AUTOMATION AND ROBOTICS DEVELOPMENT

The use of methods for 3D designing and manufacturing aid in modern automation and robotics development process was introduced in this article. Some example tools supporting engineers, making their work more efficient and designed machines more reliable and functionally optimized were shown. The paper focuses on features that characterize modern constructions of machines and devices containing automated units as well as robots. The scheme of the project management with regard to the basic elements of the computer-aided designing is also presented.

1. WPROWADZENIE

Gospodarka rynkowa wymaga zapewnienia niskich kosztów produkcji, wysokiej jakości, zapewnienia różnorodności wyrobów wykonywanych w jak najkrótszych cyklach produkcyjnych. Spełnienie tych wymagań wymusza na przedsiębiorstwach stosowanie automatyzacji procesów produkcyjnych. Nieodzownym elementem zastosowania automatyzacji jest właściwe przygotowanie maszyn i urządzeń, które mają brać udział w cyklu produkcyjnym. Jednym z głównych elementów budowy zautomatyzowanych linii wytwórczych jest proces ich konstruowania. Od jego poprawności w znaczącym stopniu zależy efektywność i niezawodność procesu produkcyjnego. Ma on również wpływ na czas realizacji projektów, co jest istotne z uwagi na potrzebę konkurencyjności z innymi dostawcami.

Projektowanie 3D pozwoliło na lepsze wykorzystanie technologii sprzyjających elastycznemu montażowi jak i procesom obróbki dzięki możliwości tworzenia programów sterujących w oparciu o wirtualne modele dla obrabiarek sterowanych numerycznie. Dodatkowym atutem modeli 3D jest możliwość ich adaptacji w wirtualnej rzeczywistości. Spowodowało to, iż dostępne są modele gotowych podzespołów oferowanych przez różnych producentów. Posługiwanie się modelami skraca pracę konstruktorów, lecz nie daje pewności co do poprawności działania konstruowanych maszyn i urządzeń. W celu poprawy jakości projektów powstały nowe narzędzia, które wspierają pracę konstruktorów, czyniąc ją bardziej wydajną, a projektowane konstrukcje bardziej niezawodnymi. Należą do nich między innymi aplikacje do: projektowania i obliczania części maszyn, obliczeń MES, symulacji ruchu, projektowania konstrukcji ramowych (rys. 1).

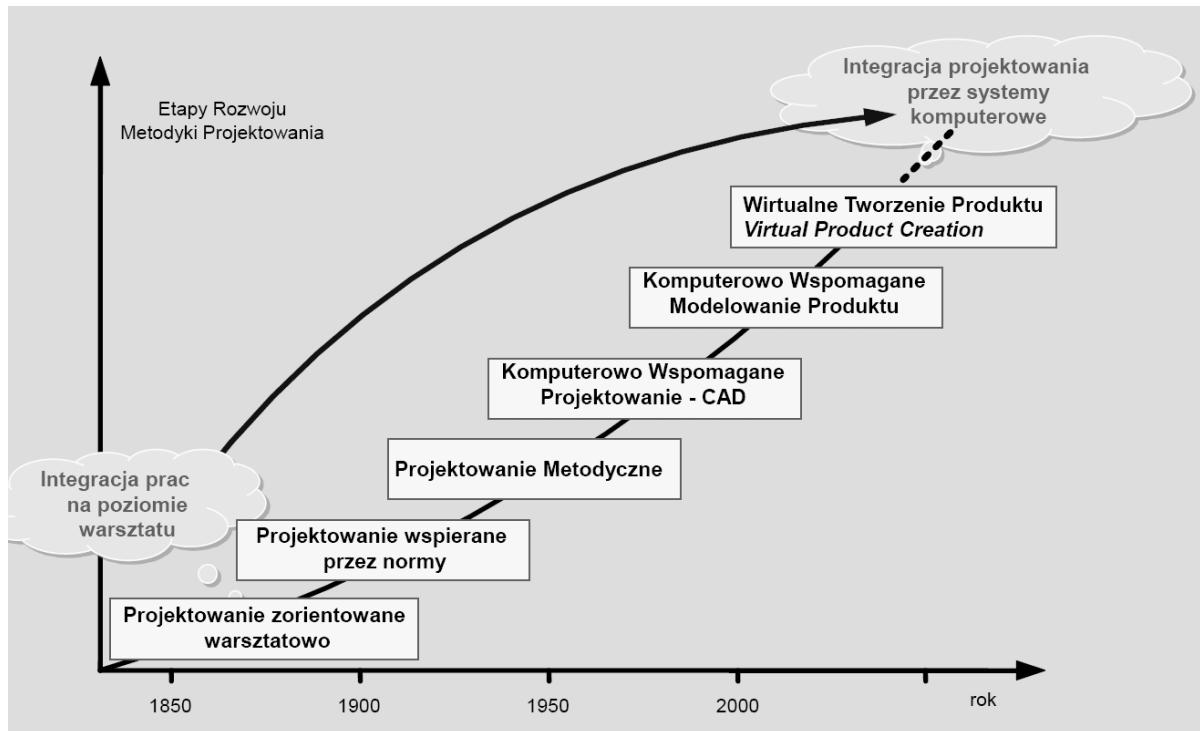


Rys. 1. Rama zautomatyzowanej linii montażowej wykonane przy wykorzystaniu narzędzi projektowania konstrukcji ramowych

2. WIRTUALNE PROTOTYPOWANIE W AUTOMATYZACJI

2.1. Ewolucja metod stosowanych w rozwoju produktu

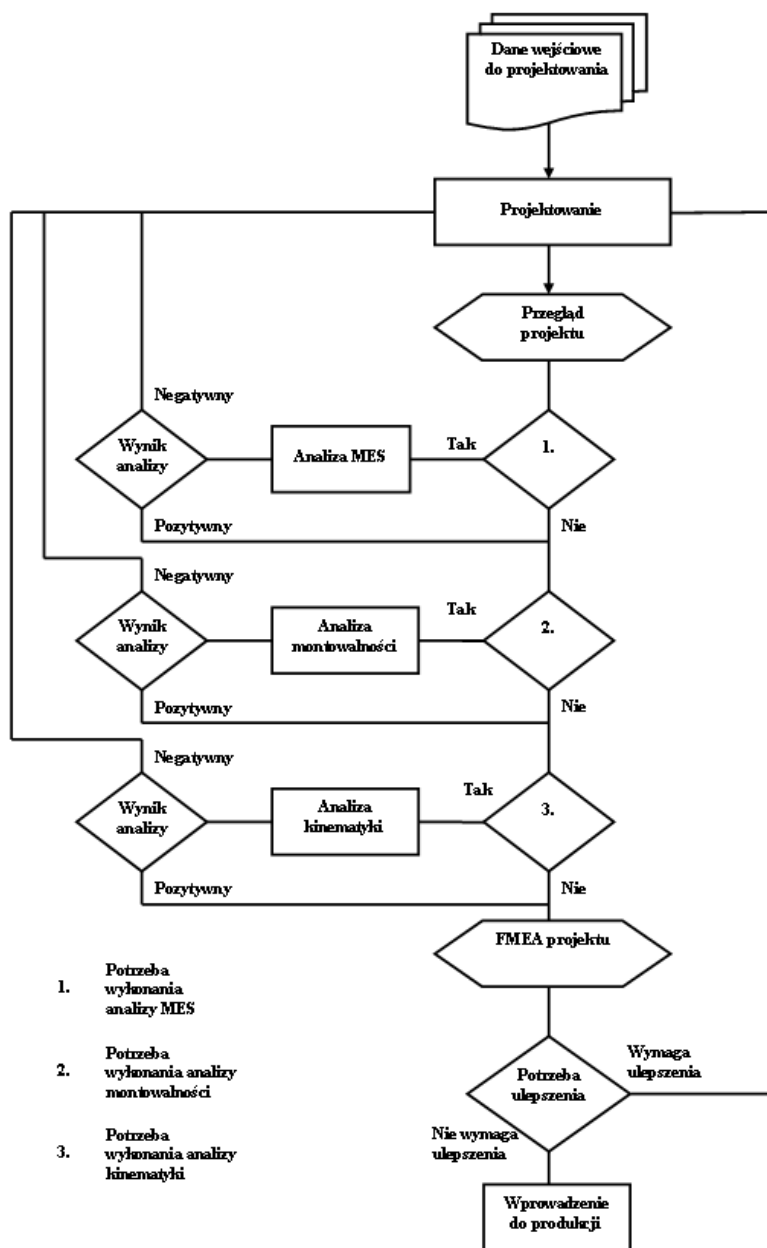
Do technik wirtualnych wpływających na rozwój automatyzacji i robotyzacji oprócz projektowania i konstruowania [1] należą techniki związane z planowaniem procesów technologicznych i programowaniem, które również mogą być realizowane w wirtualnej rzeczywistości a ich wyniki poddawane testowaniu i optymalizowaniu w tym środowisku (rys. 2).



Rys. 2. Ewolucja metod stosowanych w rozwoju produktu [2]

Nowoczesne metody stosowane w inżynierii produkcji są związane z automatyzacją poszczególnych faz rozwoju produktu w tym z projektowaniem. Posiadanie wirtualnego modelu daje możliwość szybkiego uruchamiania produkcji, opracowywania technologii wykonania produktu [3], wprowadzenia korekt. Ogólny schemat zarządzania projektem przedstawia rys. 3.

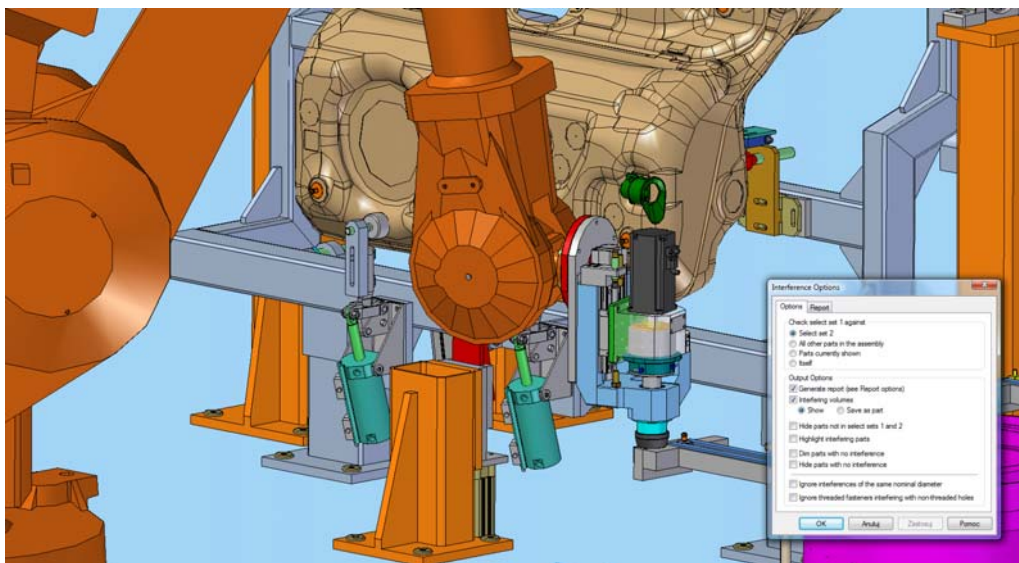
Nowoczesny system wytwarzania wyrobu opartej na trójwymiarowej konstrukcji daje gwarancję szybkiego wdrożenia produktu, niezależnie od wielkości produkcji. Pozwala wykorzystywać najnowsze osiągnięcia z dziedziny automatyzacji minimalizując ryzyko niepowodzenia. Na etapie konstruowania uwzględnia się wymogi wynikające z przyjętych technologii wykonania, wprowadza się działania optymalizujące konstrukcję ze względów zarówno wytwórczych, funkcjonalnych jak i jakościowych [4].



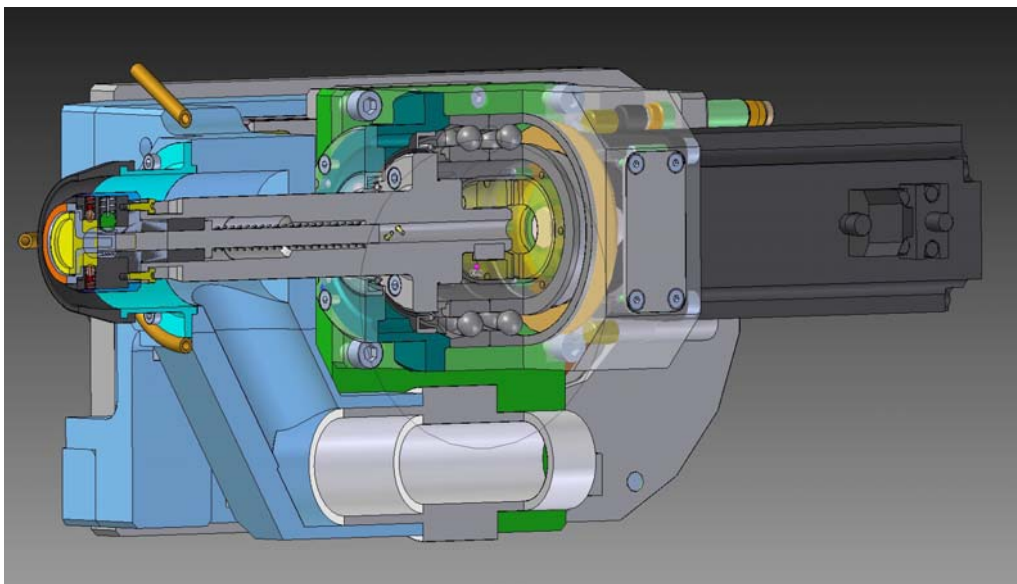
Rys. 3. Schemat zarządzania projektem [5]

2.2. Narzędzia projektowania wspierające rozwój automatyzacji

Dzięki technikom obliczeń inżynierskich istnieje możliwość budowy układów o większej funkcjonalności i niezawodności działania. Dostępne narzędzia pozwalają na przeprowadzanie złożonych obliczeń inżynierskich i wybór najlepszego rozwiązania, co wielokrotnie skutkuje zmniejszeniem masy urządzenia, zwiększeniem jego wydajności jak również wzrostem jego elastyczności. Osiągnięcie takich wyników przy wykorzystaniu standardowych technik projektowania jest czasochłonne, co powoduje nieopłacalność takich działań. W fazie projektowania możliwe jest stawianie coraz większych wymagań szczególnie funkcjonalnych dla budowanych układów roboczych. Konstruktorzy mogą osiągać zakładane cele poprzez projektowanie koncepcyjne, modelowanie geometryczne obiektów, analizy obliczeniowe i symulacje, opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej, opis struktury produktu na podstawie rysunków złożeńowych łącznie z tworzeniem list kompletacyjnych, kart i formularzy technicznych.

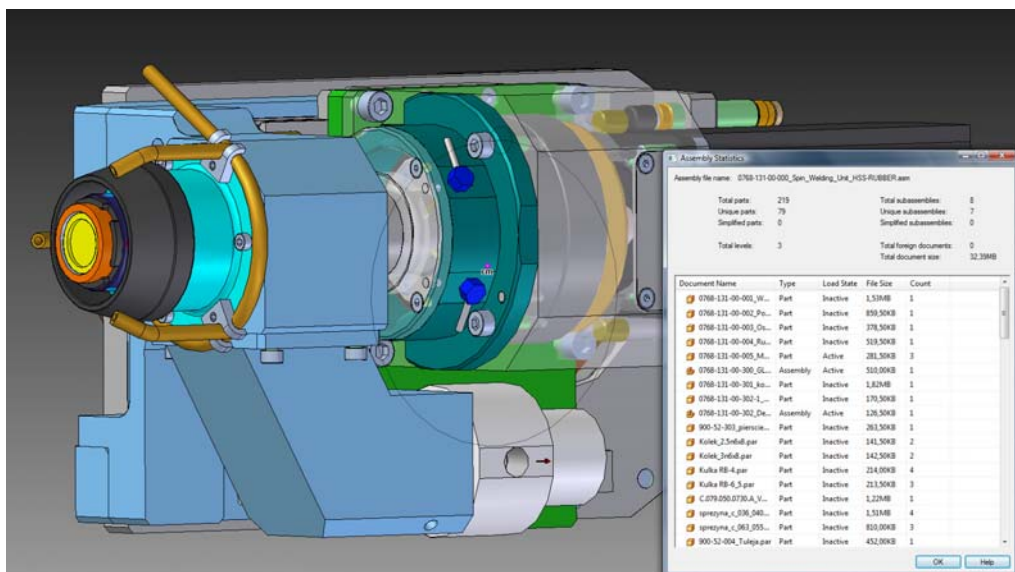


Rys. 4. Wykrywanie kolizji między częściami

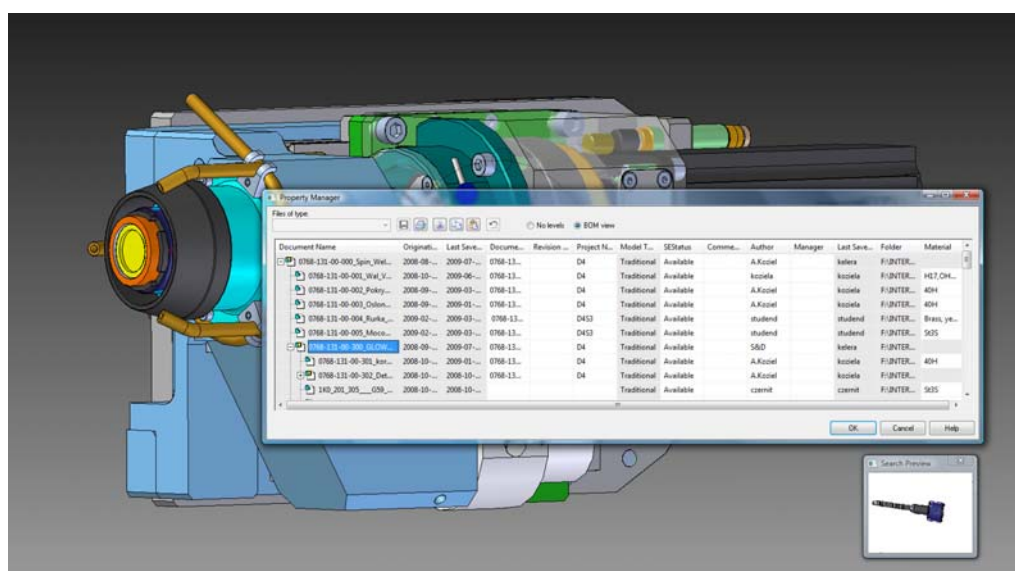


Rys. 5. Przekrój sekcyjny zespołu

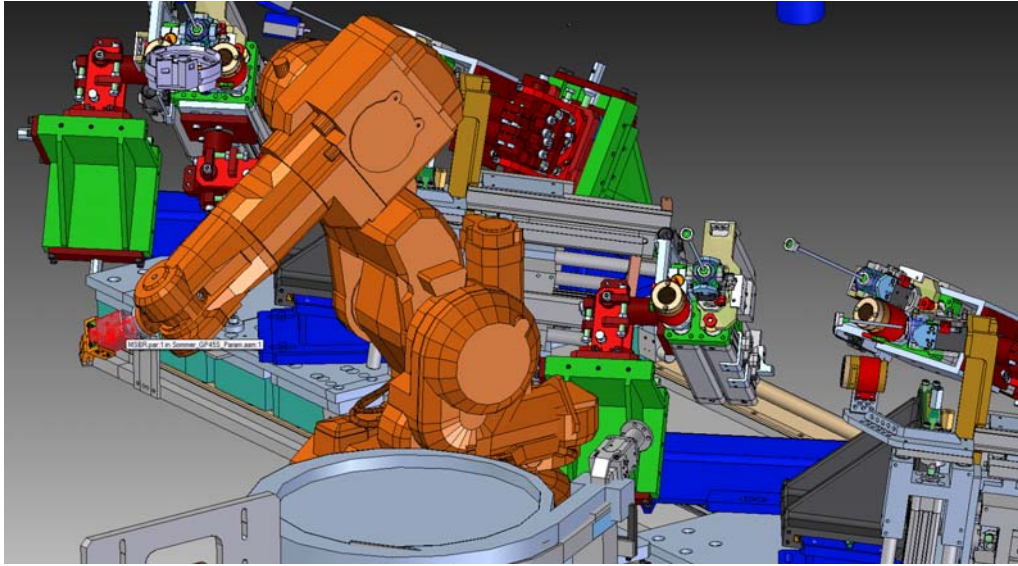
Na rys. 4 przedstawiono przyk ład badania kolizji w trakcie pracy robota przem yslowego w wirtualnej rzeczywistości. Rys. 5 przedstawia przekrój zespo łu umożliwiajacy łatwe dopasowanie współpracujacych elemento w. Dzieki temu narz dzeniu praca w zespole staje si e łatwiejsza, co pozwala na daleko id aca optymalizacj e rozwi azań. Na rys. 6 i 7 przedstawiono narz dzenia pozwalajace na szybka kontrol e budowanych zesp ołów pod wzgl e dem kompletno sci jak rownie z poprawno sci technologicznej, co jest istotne na etapie produkcji i monta zu. To konstruktor niejednokrotnie wym usza sposob monta zu jak rownie z wpły wa na technologie wytworzenia. Analizy kompletno sci wyrobu pozwala na szybsze przygotowanie produkcji szczeg olnie w przypadkach produkcji jednostkowej, co zdarza si e do sc cz sto w procesach wytwarzania zautomatyzowanych linii produkcyjnych.



Rys. 6. Statystyka zespołu



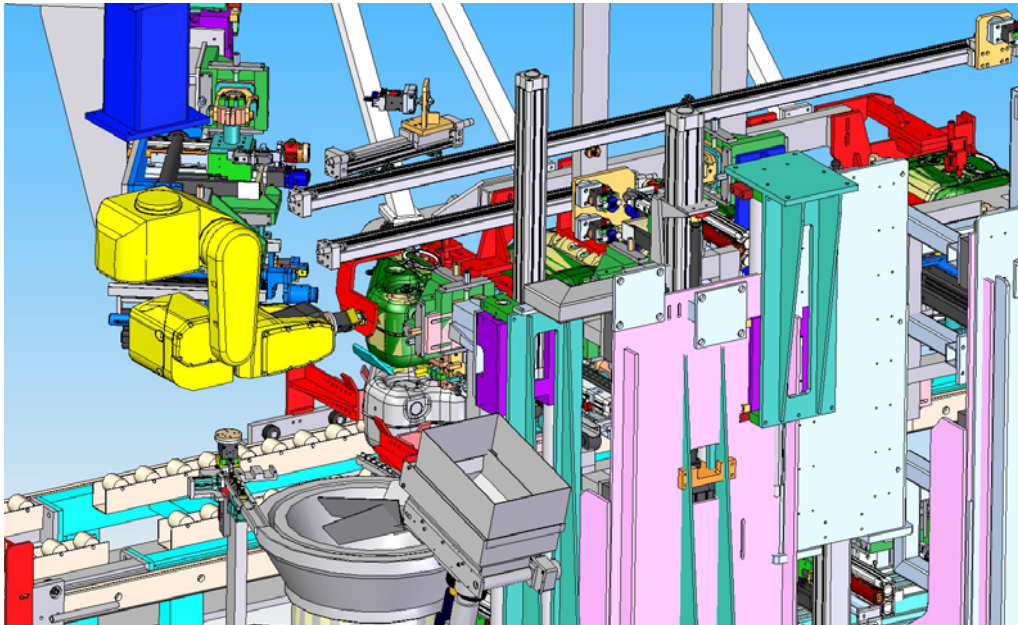
Rys. 7. Wykaz części



Rys. 8. Przykład lokalizatora części (chwytak)

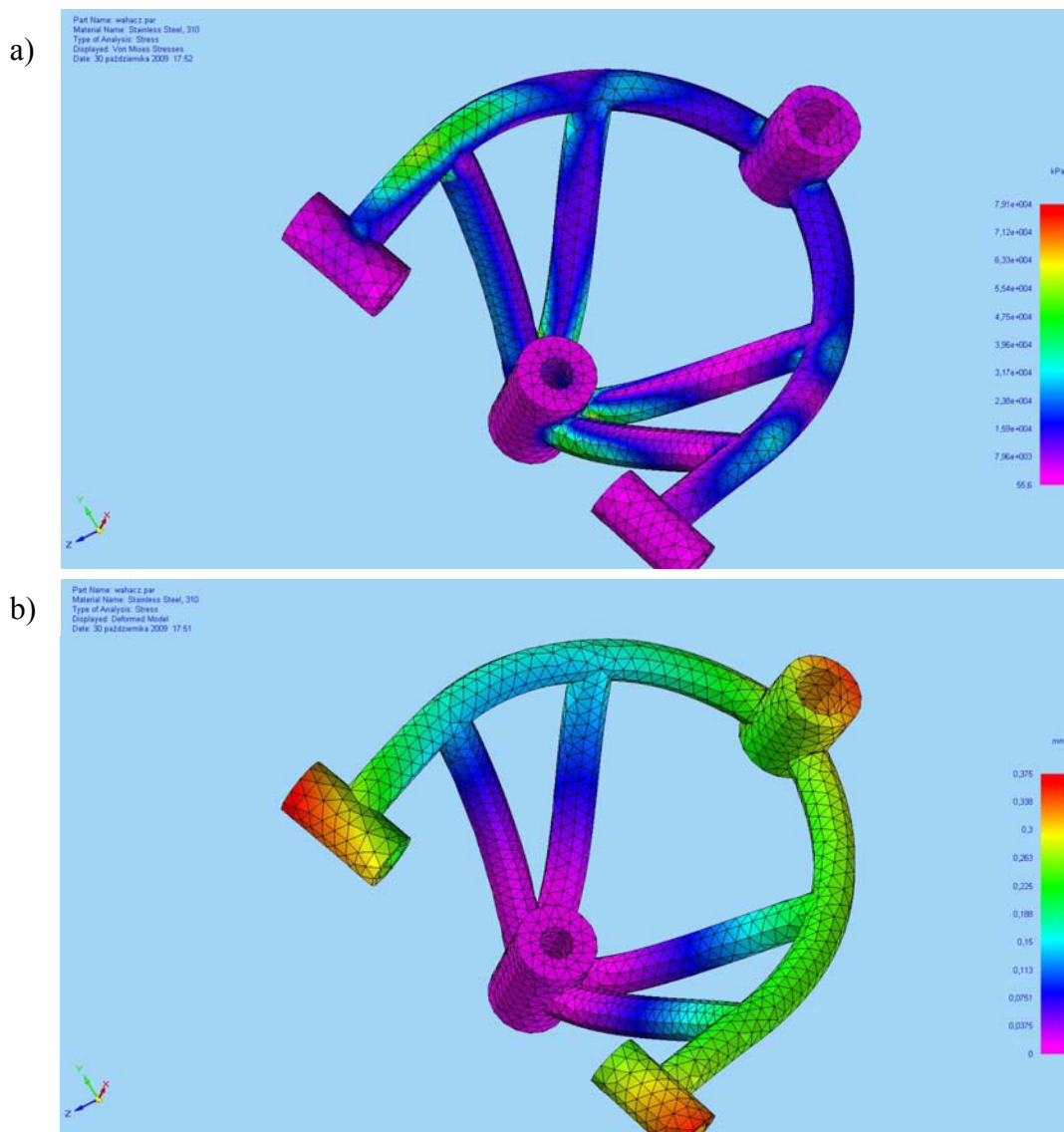
W sytuacjach, kiedy konstrukcja składa się z wielu elementów, wielokrotnie dochodzi do sytuacji potrzeby odnalezienia części składowej lub też jej identyfikacji. Do tego celu służy lokalizator przedstawiony na rys. 8.

Kolejnym narzędziem odgrywającym szczególną rolę w procesie projektowania mechanizmów ruchomych jest dynamiczna symulacja złożeń pozwalająca oprócz śledzenia pracy układu na wykrywanie kolizji podczas napędzania wiązań, co ułatwia znalezienie dokładnego położenia, w którym elementy wchodzi w kolizję i precyzyjne ustalenie zakresu jego pracy (rys. 9).



Rys. 9. Ustalenie obszaru pracy robota

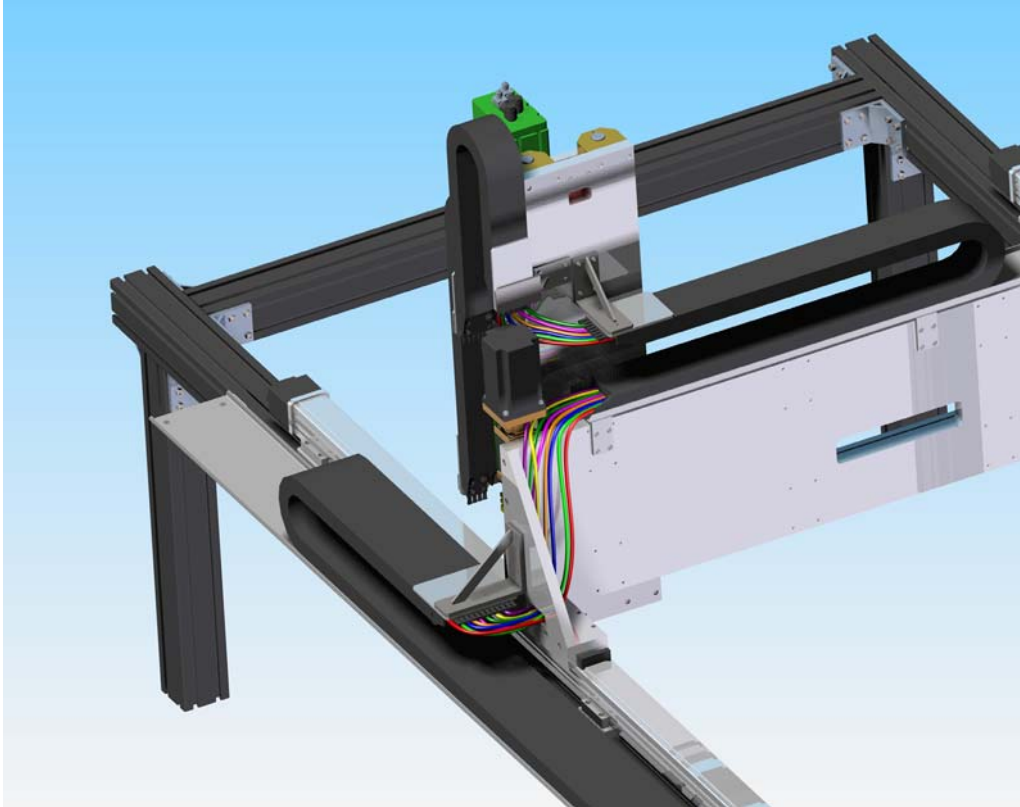
Środowiska projektowania 3D w wielu przypadkach zaopatrzone są w narzędzia CAE pozwalające na szybkie obliczenie typowych elementów maszyn wraz z wygenerowaniem ich modelu. Zastosowanie tych narzędzi wpływa na poprawę właściwości kinematycznych układów gdyż unika się konstrukcji przewymiarowanych lub niedowymiarowanych. Jednym z tych narzędzi jest analiza MES, której przykład przedstawiono na rys. 10. Dzięki tej analizie możliwe jest nie tylko przeprowadzenie badań wytrzymałościowych, ale również sprawdzenie odkształceń konstrukcji i opracowanie systemu przeciwdziałania wpływowi tych zakłóceń na pracę układów roboczych. W niektórych przypadkach narzędzie to służy również do przeprowadzania analiz modalnych.



Rys. 10. Przykład analizy wytrzymałościowej konstrukcji: a) analiza naprężeń, b) analiza odkształceń

Komputerowe wspomaganie wytwarzania może być wykorzystane do wszystkich urządzeń sterowanych numerycznie: obrabiarek współrzędnościowych, maszyn pomiarowych 3D, robotów przemysłowych, systemów transportowych. Ich rozwój odnosi się więc nie tylko do funkcjonalności wynikającej z przyjętego algorytmu programu sterującego np. robota, ale jest również związany z samym jego wytworzeniem, tj. wytworzeniem części składowych.

Rozwój narzędzi tej techniki związany jest z tworzeniem nowych procedur pracy i coraz doskonalszych symulacji uwzględniających np. ułożenie kabli i wężów, ich prowadzenia i mocowania (rys. 11). Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do robotów i manipulatorów przemysłowych [6], których nieumiejętne zastosowanie mogłoby spowodować nieosiągnięcie stawianych założeń, a tym samym wpływać niekorzystnie na cenę wyrobu.



Rys. 11. Przykład analizy kinematyki pracy manipulatora wraz z przewodami

3. PODSUMOWANIE

Techniki wirtualne wpływają na rozwój automatyzacji. Dzięki ich zastosowaniu budowane konstrukcje są tańsze i wydajniejsze, a przez to znajdują coraz szersze zastosowanie. Narzędzia wirtualnego prototypowania jak i symulacji komputerowych pozwalają na wszechstronne wykorzystanie elementów automatyki. Wpływają również na zmiany w samych elementach. Rozwój układów sterowania wynika ze wzrostu możliwości funkcjonalnych budowanych urządzeń, co z kolei związane jest z coraz większymi możliwościami systemów projektowania. Rozwój tych systemów ukierunkowany jest głównie na:

- Projektowanie funkcjonalne oznacza takie podejście do projektowania typowych układów mechanicznych, w którym inżynier skupia się na funkcjonalności, jaką chce uzyskać, a nie na podstawowym modelowaniu części składowych. Projektant zadaje parametry wejściowe układu w kontekście całego projektu, przeprowadza obliczenia układu (wałka, przekładni, połączenia śrubowego itp.) i po sprawdzeniu wyniku obliczeń zatwierdza w odpowiednim kreatorze wygenerowanie składników układu.
- Narzędzia sprawdzania kolizji, gdzie w każdym złożeniu można tworzyć wiązania i dzięki nim wprowadzić wirtualne urządzenie w ruch. W prawdziwym świecie już samo obejrzenie pracującego

modelu pozwoli wykryć większe błędy, to jednak przy dużym zagęszczeniu elementów zalecane jest użycie narzędzia, które wyeliminuje możliwość zaistnienia takiego zdarzenia, tym bardziej, że kolizja może dotyczyć małego obszaru współpracy elementów.

- Dynamiczne symulacje złożenia przydatne dla zespołów, w których występuje ruch lub które są poddane działaniu innych układów ruchomych. Odtworzenie ruchu w tym module nie jest celem samym w sobie, gdyż ruch można uzyskać w środowisku złożenia. Tu celem jest obliczenie sił i momentów w poszczególnych połączeniach, przyspieszeń, pozycji, jakie układ przyjmie pod wpływem określonych sił itp.

- Analizę wytrzymałościową, która pozwala uniknąć przewymiarowania części – oznacza to optymalizację użycia ilości materiału i ograniczenie zbędnego ciężaru elementu, a w konsekwencji prowadzi np. do zmniejszenia siły potrzebnej na wprowadzenie go w ruch, czyli do zmniejszenia kosztów eksploatacji.

Techniki wirtualne oprócz tego, że pozwalają w łatwy sposób wykorzystywać najnowsze osiągnięcia z dziedziny automatyzacji minimalizując ryzyko niepowodzenia, to stanowią źródło inspiracji do budowy bardziej wydajnych i niezawodnych układów. Możliwości jakie daje wirtualizacja przekładają się w bezpośredni sposób na walory użytkowe maszyn i urządzeń jak również pozwalają na lepsze wykorzystanie technologii służących ich wytworzeniu.

LITERATURA

1. Staropolski W.: *Wybrane zagadnienia komputerowego modelowania konstrukcji inżynierskich*. Kraków: Wydaw. PK, 2003.
2. Spur, G. Krause, F.-L., *Das virtuelle Produkt, Management der CAD-Technik*, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1997.
3. Duda J.: *Wspomagane komputerowo generowanie procesu obróbki w technologii mechanicznej*. Kraków: Wydaw. PK, 2003.
4. Chlebus E.: *Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2000.
3. Pająk E.: *Zaawansowane technologie współczesnych systemów produkcyjnych*. Poznań: Wydaw. Politechniki Poznańskiej, 2000.
4. Domińczuk J., Zubrzycki J., Taranenko V.: *The practical usage of 3d designing*. Materials of international scientific-technical conference „Automation: problems, ideas, decisions”. Uniwersytet Doniecki. 17-22 wrzesień 2007, Sevastopol, s. 338-341.
5. Domińczuk J.: *Wpływ projektowania 3D i symulacji komputerowych na budowę zautomatyzowanych linii obróbczych*. Pomiary-Automatyka-Robotyka 2/2009, s. 181-188.
6. Będkowski J., Kowalski G., Masłowski A.: *Elementy grafiki komputerowej w projektowaniu zaawansowanych symulatorów robotów mobilnych*. Pomiary Automatyka Robotyka 2/2008, s. 425-432.