

Przemysł 4.0
Industry 4.0
Internet of Things
Fabryka cyfrowa

Systemy komputerowo zintegrowanego wytwarzania CIM

Geneza i pojęcie CIM

- CIM (Computer Integrated Manufacturing) – zintegrowane przetwarzanie informacji w przedsiębiorstwie przemysłowym.
- CIM polega na stosowaniu odpowiedniego sprzętu oraz oprogramowania do planowania, koordynowania, kontrolowania oraz sterowania całością działań produkcyjnych oraz realizacji funkcji zarządzania w przedsiębiorstwie.
- W środowisku CIM komputerowym wspomaganie zostają objęte fazy projektowania wyrobów i ich bezpośredniego wytwarzania oraz następuje sprzężenie działających w tych fazach systemów z systemem planowania i sterowania produkcją (MRP II i ERP)

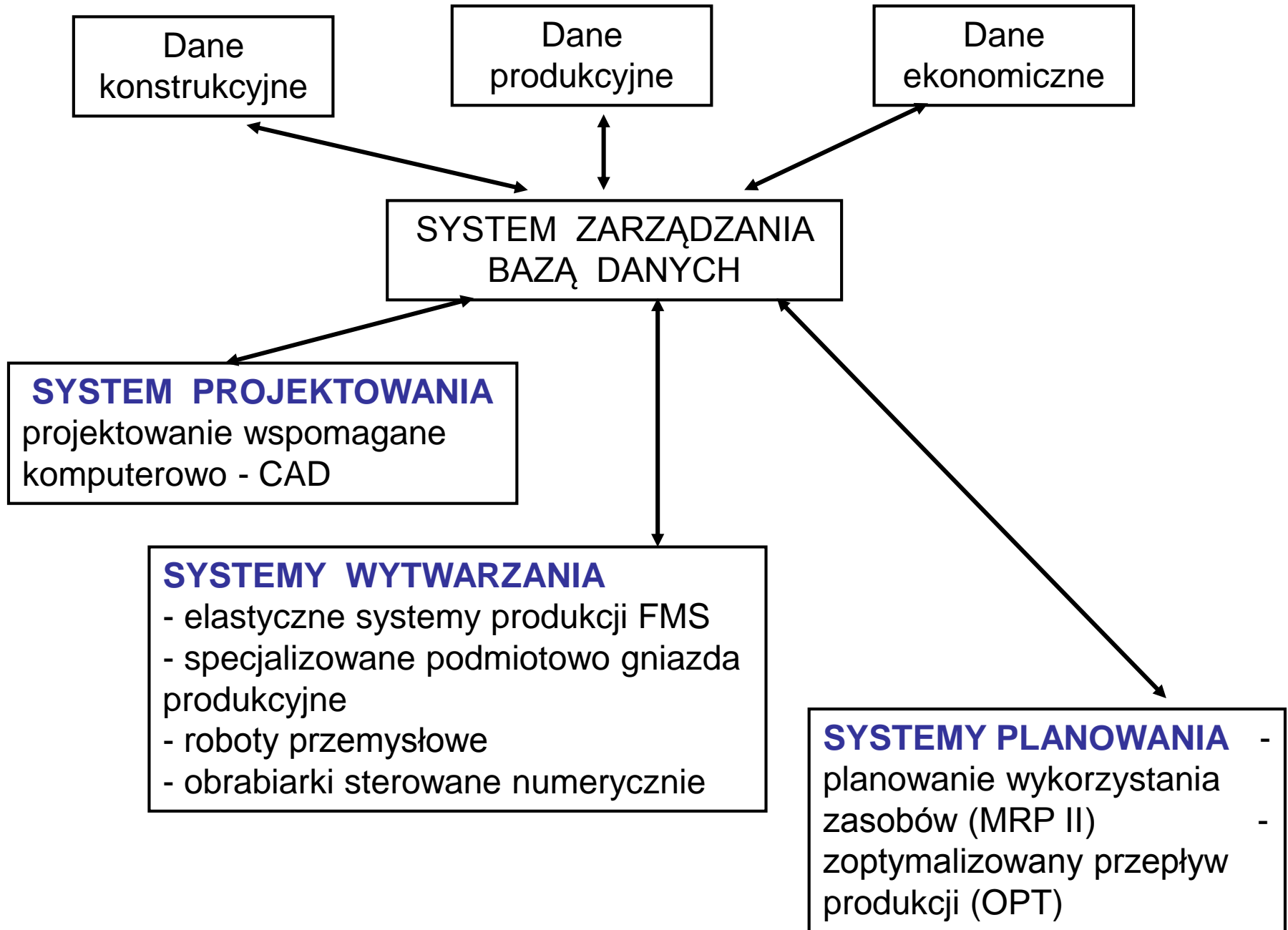
Geneza i pojęcie CIM

- CIM łączy w przedsiębiorstwie zautomatyzowane systemy wytwarzania z funkcjami planowania, projektowania, finansowania zaopatrzenia i sprzedaży w zintegrowanym komputerowo systemie.
- Podstawę budowy środowiska CIM tworzą trzy główne systemy:
 - Systemy projektowania, rozumiane jako komputerowe systemy wspomagające prace konstruktorskie CAD (*Computer Aided Design*)
 - Systemy wytwarzania, rozumiane jako komputerowo wspomaganie systemy sterowania maszynami i urządzeniami technologicznymi CAM (*Computer Aided Manufacturing*)
 - Systemy planowania i sterowania produkcją (PPC – *Production Planning and Control*). Obecnie systemy MRP II i ERP II

Geneza i pojęcie CIM

- Trzy główne systemy mogą być uzupełnione o dodatkowe systemy takie jak:
 - Komputerowo wspomagane sterowanie jakością produkcji (CAQ - *Computer Aided Quality Control*)
 - Komputerowe testowanie jakości wyrobów, maszyn, urządzeń i narzędzi (CAT – *Computer Aided Testing*)
 - Komputerowo wspomaganą inżynierię (CAE – *Computer Aided Engineering*)
 - Komputerowo wspomagane przygotowanie i planowanie produkcji (CAP – *Computer Aided Planning*)
 - Komputerowo wspomagane planowanie procesów (CAPP – *Computer Aided Process Planning*)

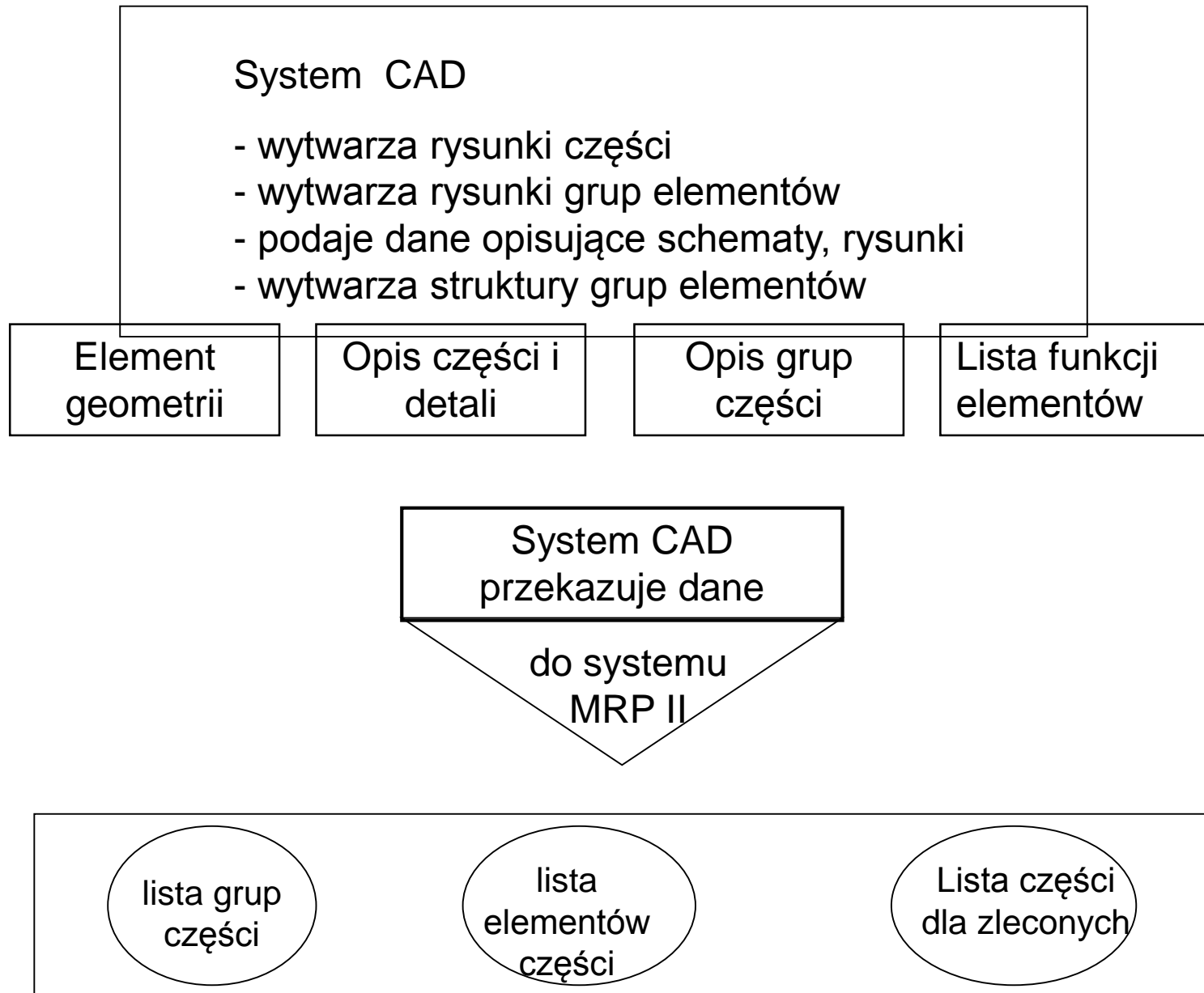
Rys. Uproszczony schemat CIM



Komputerowo wspomagane projektowanie CAD

- CAD polega na użyciu oprogramowania do tworzenia dwuwymiarowych (przedstawiających płaszczyzny) i trójwymiarowych (przedstawiających bryły) rysunków technicznych oraz opisywaniu ich parametrów (głównie liczbowych). Za pomocą narzędzi CAD projektant tworzy pełną dokumentację konstrukcyjną wyrobów, części i detali. Zostaje ona zapamiętana w postaci elektronicznej w bazie danych, dzięki czemu znacząco usprawniony zostaje proces tworzenia nowych wyrobów lub modyfikacji starych na bazie wcześniejszych konstrukcji oraz korzystaniu z bazy gotowych podstawowych figur geometrycznych. Programy CAD pozwalają na dowolne obracanie i znaczne powiększanie (zmniejszanie) figur geometrycznych.
- Pakiety CAD dokonują różnych obliczeń np. obliczenie stopnia odkształcania i wytrzymałości ciał pod wpływem działania sił.
- CAD dostarcza specyfikacji części wchodzących w skład zaprojektowanych wyrobów gotowych wraz z podaniem współczynników ilościowych.

Rys. Sprzężenie systemów CAD – MRP II



Komputerowo wspomagana inżynieria - CAE

- CAE rozszerzają zakres wspomaganie prac inżyniera oferowany przez narzędzia CAD. Pozwalają one na symulowanie ruchu projektowanych wyrobów i dodatkowe obliczenia z nim związane. Zaprojektowana konstrukcja przybiera cechy rzeczywistego prototypu.
- CAE umożliwia określenie jego technicznych i fizycznych cech oraz symulacje zdarzeń nowo projektowanych samochodów. Dzięki wariantom symulacyjnym można np. zmniejszyć koszty, zaoszczędzić energię, zredukować wagę, zwiększyć bezpieczeństwo i precyzję oraz wyeliminować czynniki niepożądane (redukcja szumów).

Komputerowo wspomagane wytwarzanie CAM

- CAM stanowi jeden z ważniejszych elementów CIM.
- CAM obejmuje programy sterujące maszynami, robotami, wewnętrznymi systemami transportu, systemami magazynowania itp. Sterowanie urządzeniami jest powiązane ze sterowaniem realizacją zleceń oraz zbieraniem danych operacyjnych. Występuje tu ścisła integracja z modułami harmonogramowania warsztatowego (SFC) i zarządzania stanowiskiem roboczym (I/OC) systemu MRP II. Maszyny i urządzenia mogą automatycznie przekazywać informacje o czasach rozpoczęcia i wykonania operacji procesu wytwarzania oraz wyniki kontroli jakości do odpowiednich modułów systemu MRP II.

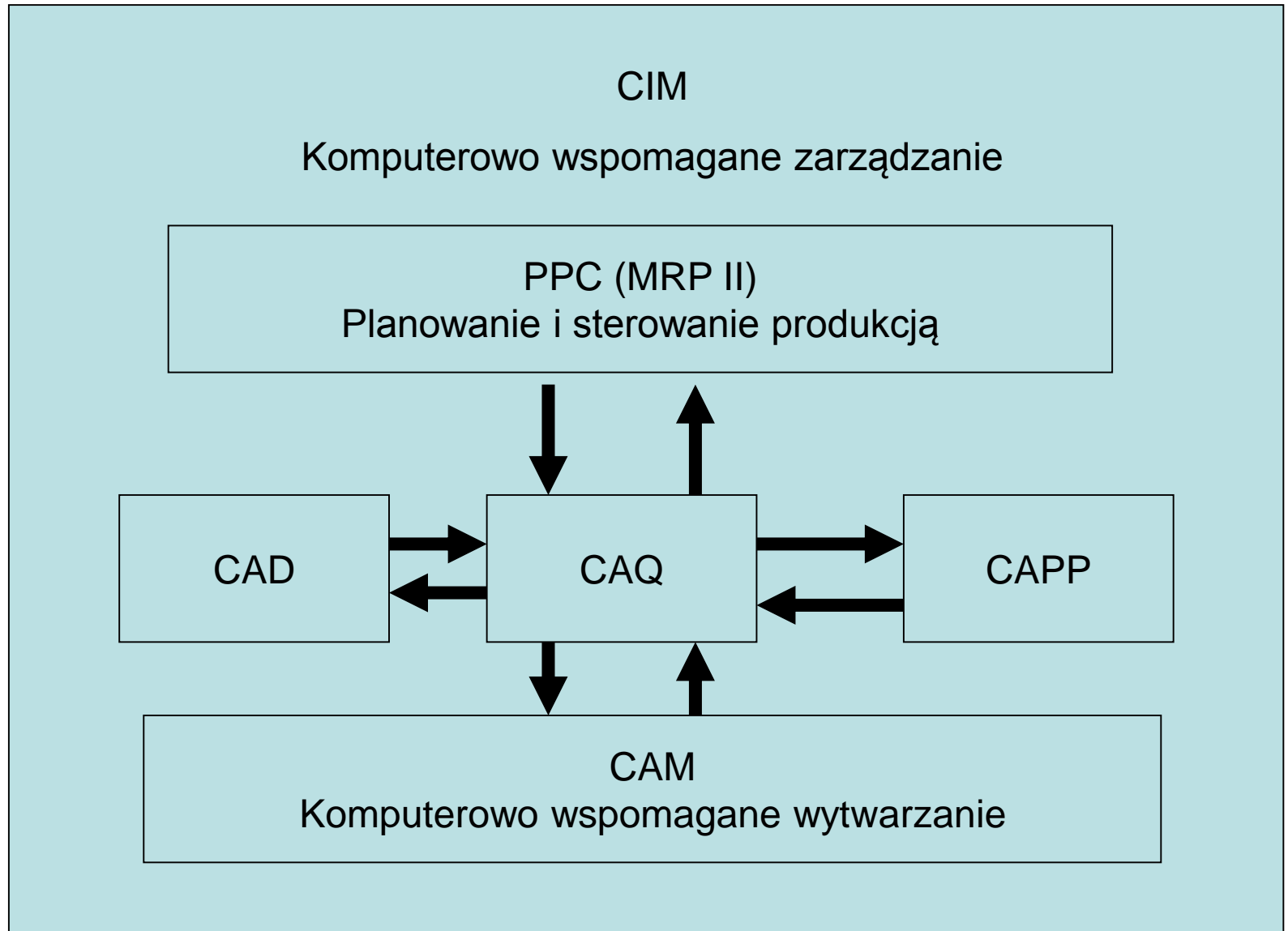
Funkcje CAM

- CAM realizuje automatyzację następujących funkcji wytwarzania:
 - Operacji technologicznych (np. obróbki skrawaniem)
 - Zarządzania zamianą narzędzi (oprzyrządowania)
 - Sterowania montażem części
 - Sterowania transportem komponentów i wyrobów gotowych
 - Sterowania magazynowaniem pośrednim, zapewniającym ciągłość procesu wytwarzania.
- W zakresie wspomagania gospodarki magazynowej do zadań CAM należy automatyzacja operacji transportu. Materiały, półfabrykaty i wyroby gotowe są automatycznie przemieszczane i załadowywane w wolne przestrzenie magazynowe, a następnie pobierane według określonych wcześniej reguł priorytetu. Sterowane i nadzorowane elektronicznie urządzenia transportowe poruszają się bez udziału kierowcy po optymalnych trasach, które mogą być wyznaczone każdorazowo przez komputer.

Komputerowo wspomagana kontrola jakości - CAQ

- Podstawowym zadaniem CAQ jest zapewnienie wysokiej jakości produkcji, za pomocą pętli sprzężeń zwrotnych. Narzędzia CAQ wspomagają następujące funkcje kontroli jakości:
 - Przygotowanie danych niezbędnych do planowania i kontroli jakości wyrobów
 - Przygotowanie danych o jakości, dla sterowania procesami wytwórczymi
 - Przygotowanie dokumentacji wyników kontroli
 - Automatyzacja procesów pomiaru i kontroli.
- System CAQ w środowisku CIM – spina wszystkie obszary sfery wytwórczej pobierając i przekazując dane pomiędzy systemami MRP II, CAD, CAM i CAPP.

Rys. Miejsce CAQ w środowisku CIM



Komputerowo wspomagane przygotowanie produkcji i planowania procesów – CAP i CAPP

- Systemy te realizują zadania objęte funkcjonalnością systemu MRP II. Ich podstawowe zadania to:
 - Ustalenie warunków obróbki dla operacji maszynowych (stanowisk roboczych) oraz ustalenie norm czasowych dla tych operacji
 - Ustalenie kolejności indywidualnych operacji produkcyjnych dla wyprodukowania danej części lub produktu, czyli ustalenie marszrut technologicznych
 - Obliczenia obciążenia maszyn i pracochłonności dla programu produkcji.

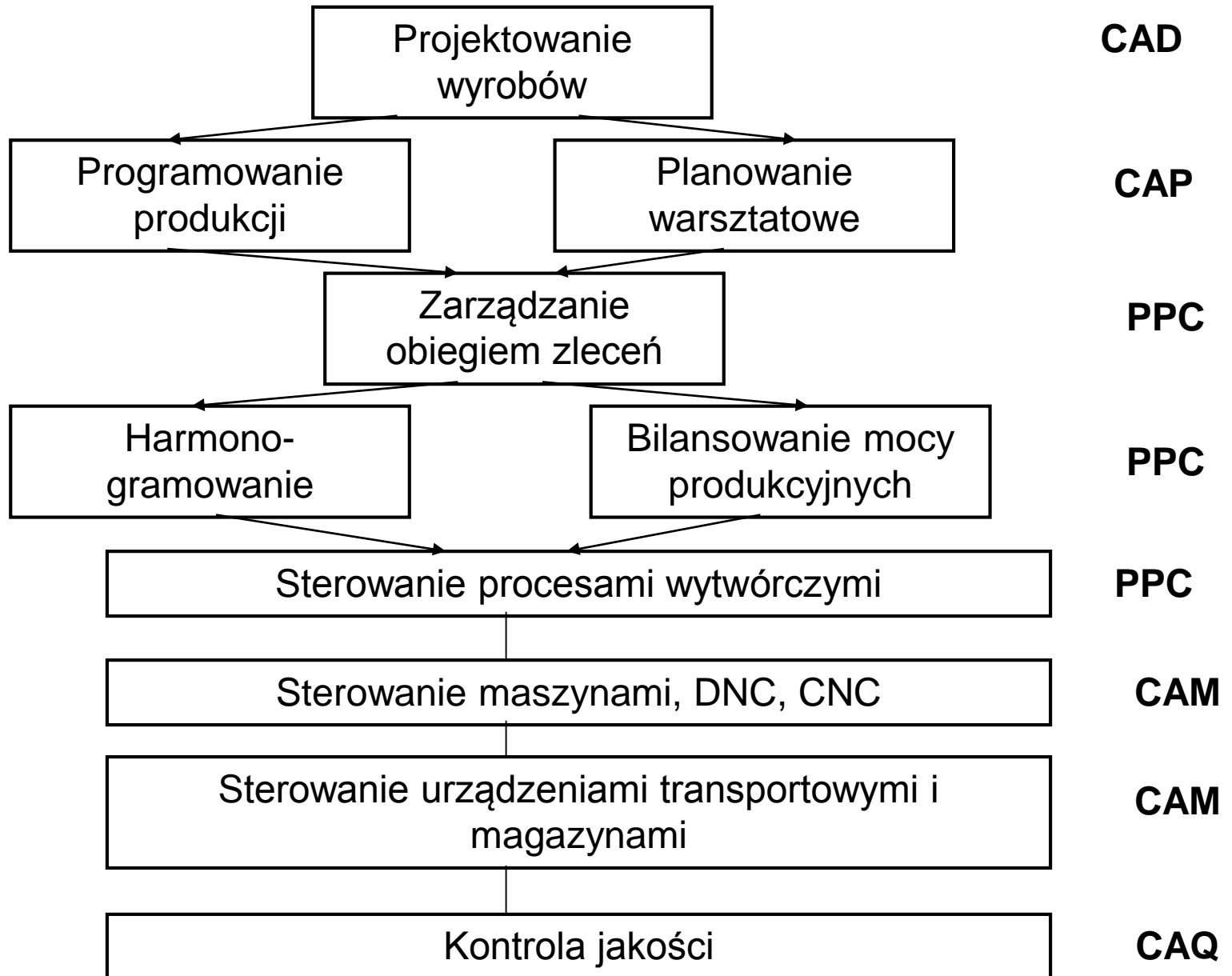
CAP i CAPP

- Systemy CAP i CAPP dostarczają danych dla planowania produkcji i planowania kosztów normatywnych.
- Integracja systemów CAD, CAP/CAPP i CAM jest uważana za alternatywną ścieżkę informatyzacji wobec ścieżki wdrożenia i integracji systemów CAD i MRP II. Oprogramowanie CAP/CAPP uzupełnia systemy CAD o ważne funkcje planistyczne, w przypadku gdy przedsiębiorstwo nie decyduje się na wdrożenie systemu MRP II (ERP).

Hierarchia podsystemów CIM

Kolejność działania poszczególnych podsystemów CIM można przedstawić następująco: proces rozpoczyna się od działania systemów CAD i CAP, za pomocą których tworzona jest konstrukcja wyrobu i technologia wykonania. Następnie w systemie PPC (MRP II) odbywa się planowanie i sterowanie produkcją i wreszcie system CAM steruje maszynami i urządzeniami technologicznymi, transportowymi i magazynowymi. System CAQ kontroluje jakość wykonania.

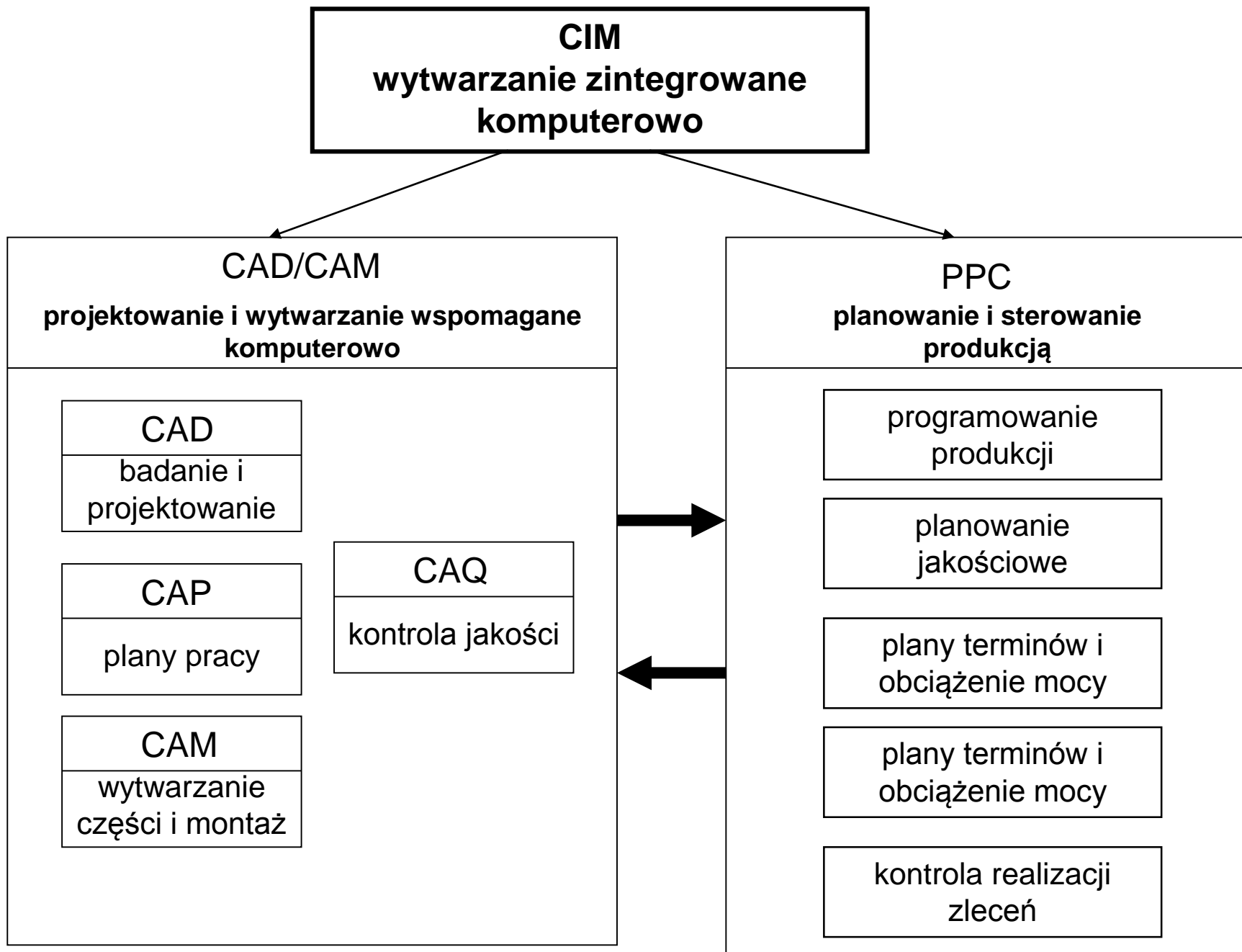
Rys. Podsystemy CIM według kolejności przebiegu



Główne koncepcje realizacji środowiska CIM

- Według koncepcji zalecanej w 1985 przez niemiecką Komisję do Spraw Wytwarzania system CIM składa się z dwóch zasadniczych bloków: CAD/CAM oraz PPS (obecnie MRP II), które wymieniają ze sobą informacje. Systemy CAD/CAM obsługują sferę techniczną a system PPS wspomaga zarządzanie sferą ekonomiczną.

Rys. Koncepcja CIM



Koncepcja Scheera model Y - CIM

- Model Y-CIM Scheer opublikował w 1990 roku. Pokazuje on dwa zasadnicze systemy przedsiębiorstwa przemysłowego: **system planowania i sterowania produkcją** (lewe ramię modelu Y-CIM) oraz **ukierunkowany technicznie system do produkowania wyrobów i sterowania urządzeniami produkcyjnymi** (prawe ramię modelu Y-CIM). Elementy dodatkowe to: **listy elementów wyrobów, programy produkcji i środki produkcji**.
- Scheer podkreśla, że w ramach CIM dąży się do kompleksowego rozważenia wszystkich funkcji przedsiębiorstwa przemysłowego, starając się rozwiązać zarówno zadania o charakterze ekonomicznym, jak i technicznym.

Koncepcja Scheera model Y - CIM

- **Lewe ramię:** *podstawowe ekonomiczne funkcje planistyczne ukierunkowane na zlecenie*
- **Planowanie i sterowanie produkcją**
 - Sterowanie zleceniami (zbyt)
 - Kalkulacja kosztów
 - Planowanie produkcji wyrobów gotowych
 - Gospodarka materiałowa
 - Harmonogramowanie zdolności produkcyjnych
 - Bilansowanie zdolności produkcyjnych
 - Wydanie zlecenia
 - Sterowanie produkcją
 - Rejestracja danych operacyjnych
 - Kontrola (ilość, czas, koszty)
 - Sterowanie wysyłką

Koncepcja Scheera model Y - CIM

- **Prawe ramię:** *podstawowe funkcje techniczne ukierunkowane na produkt*
- Systemy **CAE, CAD, CAM (CAP, CAQ)**
 - Projektowanie wyrobów
 - Konstruowanie
 - Planowanie procesów produkcyjnych
 - Programowanie NC
 - Sterowanie maszynami NC, CNC, DNC i robotami
 - Sterowanie transportem
 - Sterowanie magazynem
 - Sterowanie montażem
 - Konserwacja, remont
 - Zapewnienie jakości

CIM jako realizacja koncepcji fabryki przyszłości

- Wdrożenie w przedsiębiorstwie koncepcji CIM prowadzi do realizacji tzw. zintegrowanej fabryki przyszłości. W zintegrowanym przedsiębiorstwie przyszłości integracji zostają poddane cztery obszary:
 - Planowanie i sterowanie produkcją
 - Konstruowanie i planowanie wyrobów
 - Produkcja
 - Sterowanie magazynem

Rys. Koncepcja funkcjonalnej integracji w przedsiębiorstwie przyszłości

