

KOMPUTEROWE SYSTEMY POMIAROWE

Dr inż. Eligiusz PAWŁOWSKI

Politechnika Lubelska

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Prezentacja do wykładu dla EMST - ITwE

Semestr zimowy

Wykład nr 2



Prawo autorskie

Niniejsze materiały podlegają ochronie zgodnie z **Ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych** (Dz.U. 1994 nr 24 poz. 83 z późniejszymi zmianami).

Materiał ten udostępniam **do celów dydaktycznych** jako materiały pomocnicze do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Mogą z nich również korzystać inne osoby zainteresowane tą tematyką. Do tego celu materiały te można **bez ograniczeń przeglądać, drukować i kopiować wyłącznie w całości**.

Wykorzystywanie tych materiałów bez zgody autora w inny sposób i do innych celów niż te, do których zostały udostępnione, **jest zabronione**.

W szczególności **niedopuszczalne jest**: usuwanie nazwiska autora, edytowanie treści, kopiowanie fragmentów i wykorzystywanie w całości lub w części do własnych publikacji.

Eligiusz Pawłowski

Uwagi dydaktyczne

Niniejsza prezentacja stanowi **tylko i wyłącznie materiały pomocnicze** do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Udostępnienie studentom tej prezentacji nie zwalnia ich z konieczności sporządzania **własnych notatek z wykładów** ani też nie zastępuje **samodzielnego studiowania** obowiązujących podręczników.

Tym samym zawartość niniejszej prezentacji w szczególności **nie może być** traktowana jako zakres materiału obowiązujący na egzaminie.

Na egzaminie obowiązujący jest **zakres materiału faktycznie wyłożony podczas wykładu** oraz zawarty w odpowiadających mu fragmentach **podręczników** podanych w wykazie literatury do wykładu.

Eligiusz Pawłowski

Dlaczego stosujemy komputerowe systemy pomiarowe?

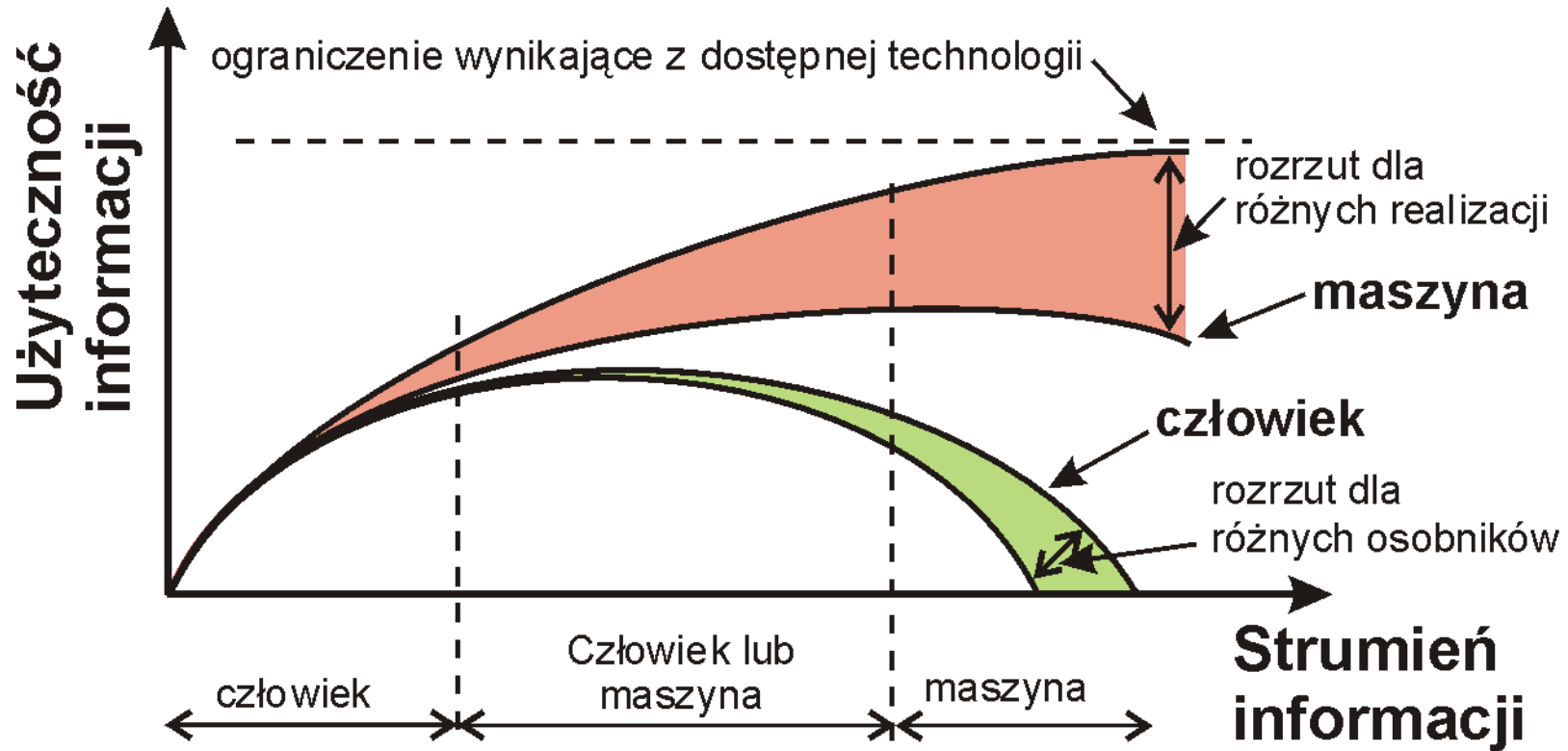
Przyczyny:

1. Ograniczone możliwości percepcji i reakcji człowieka przy sterowaniu ręcznym systemem pomiarowym.
2. Rosnące wymagania wobec systemów pomiarowych w zakresie: szybkość działania, kosztów realizacji, niezawodność działania.

Korzyści:

1. Lepsze wykorzystanie dostępnej informacji o obiekcie.
2. Szybsze działanie przy rosnącej komplikacji systemu.
3. Obniżenie kosztów realizacji pomimo zwiększonej liczby zadań.
4. Podwyższenie niezawodności w rozbudowanych systemach.

Użyteczność informacji w systemie

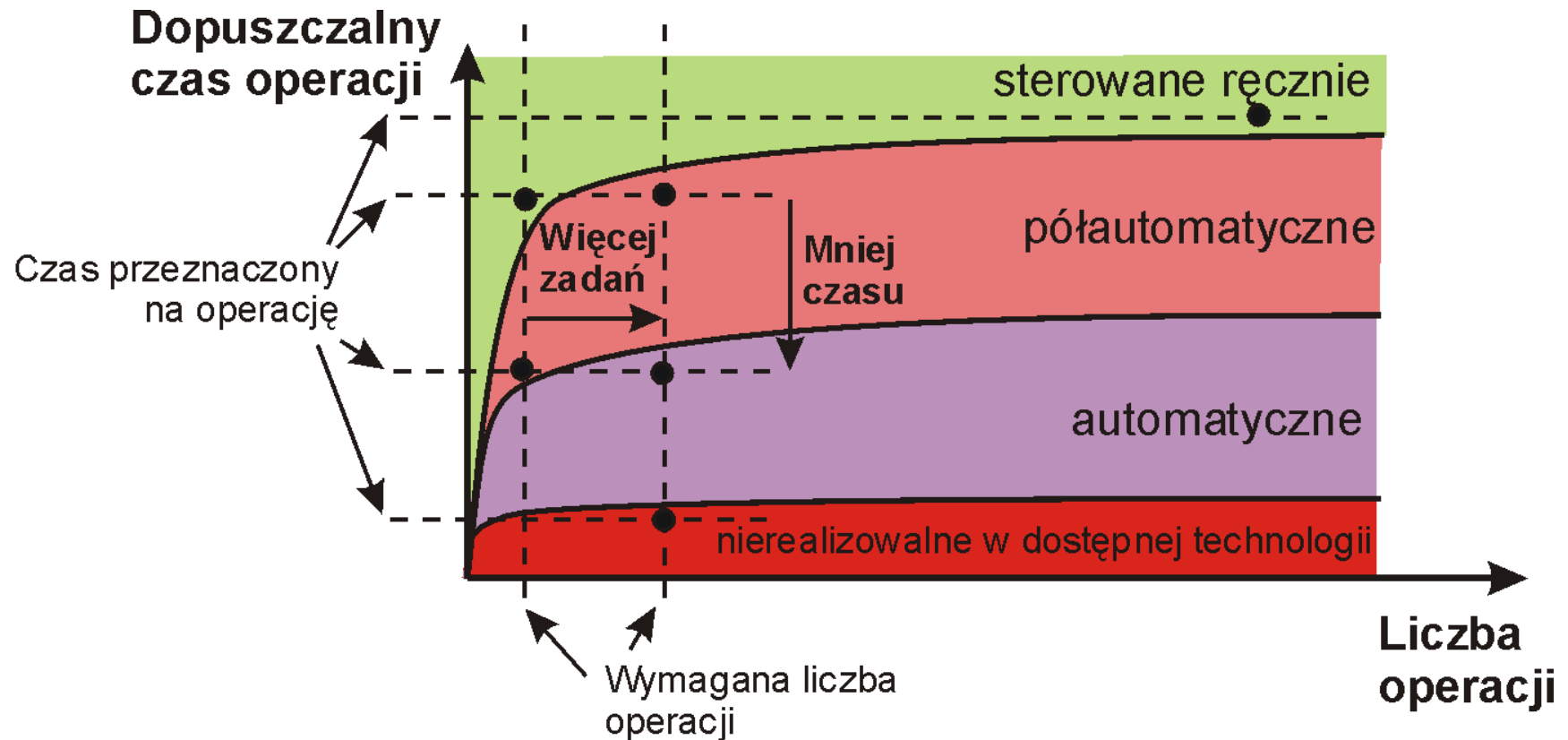


Stopień wykorzystania informacji (jej użyteczność) zależy od szybkości jej dopływu – możliwości realizacji systemów pomiarowych w różnych wykonaniach

Użyteczność informacji - wnioski

- 1. Fizjologia człowieka ogranicza jego szybkość** percepcji (np. zmysł wzroku – kilkanaście obrazów/s) i reakcji (kilkadziesiąt do kilkuset milisekund), przy dużych różnicach pomiędzy osobnikami.
2. Przy małych strumieniach informacji (nieskomplikowane i wolne pomiary) zastosowanie systemu sterowanego ręcznie przez człowieka **może mieć swoje uzasadnienie.**
3. Aktualnie dostępna **technologia** realizacji systemu pomiarowego **zawsze stawia jakieś ograniczenie na szybkość** jego działania.

Czas operacji i liczba operacji

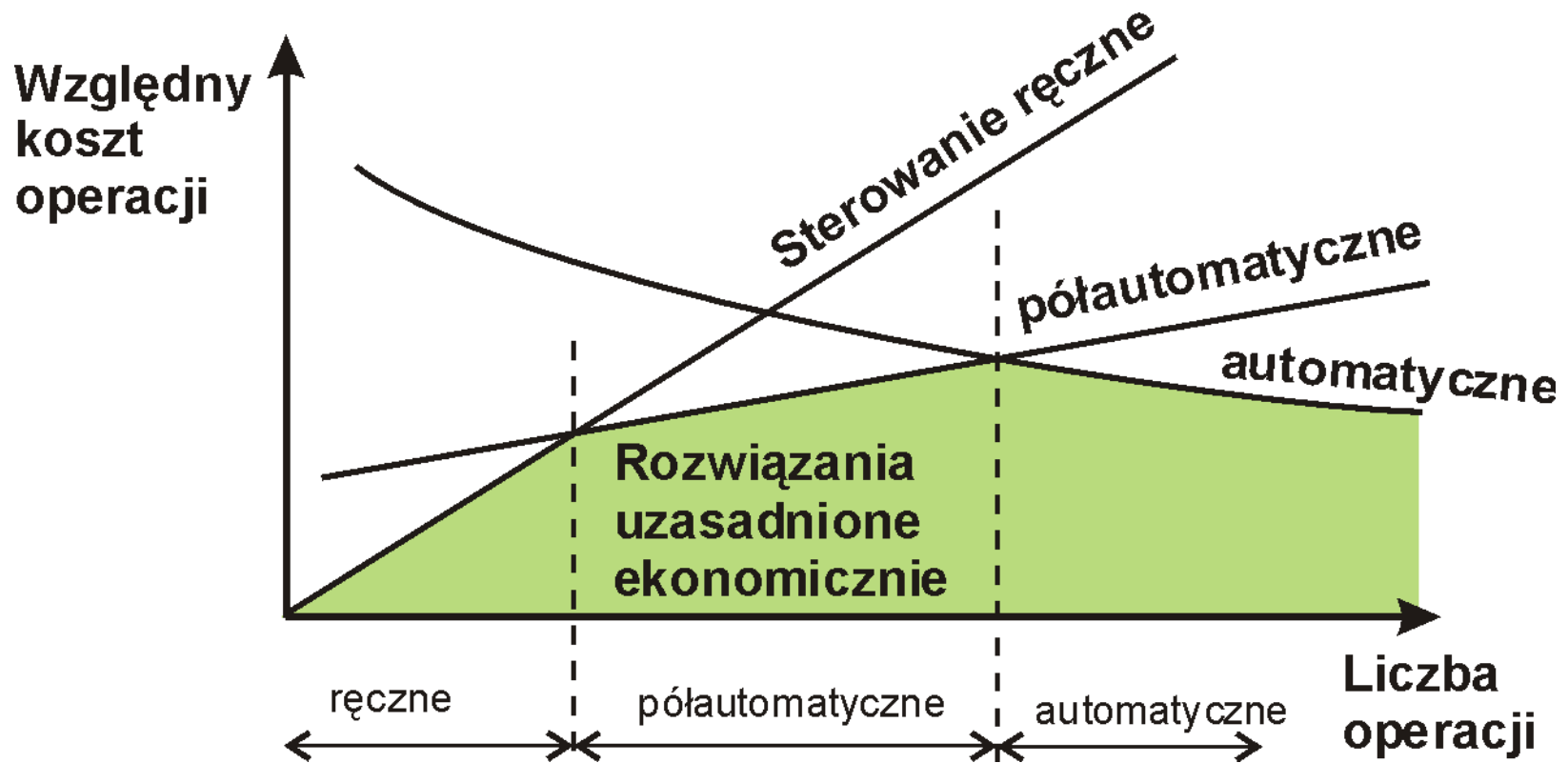


Możliwości realizacji systemów pomiarowych w zależności od stopnia komplikacji i wymaganej szybkości działania

Czas operacji - wnioski

1. Jeśli dysponujemy odpowiednio długim czasem na realizację pojedynczej operacji (pomiaru), to możemy ich realizować **nieskończenie wiele**, nawet w systemie sterowanym ręcznie.
2. Przy rosnącej liczbie zadań i/lub ograniczaniu czasu dostępnego na realizację pojedynczej operacji konieczne jest zwiększanie stopnia **automatyzacji** systemu.
3. Zawsze istnieje technologiczne **ograniczenie** realizowalności systemów o zbyt wysokich wymaganiach na szybkość działania i stopień komplikacji.

Koszty realizacji systemu



Rozwiązania uzasadnione ekonomicznie w zależności od stopnia komplikacji systemu

Koszty - wnioski

1. Do kosztów należy zaliczyć przede wszystkim: koszty zakupu aparatury, koszty przygotowania oprogramowania, koszty energii zasilającej, czas pracy obsługi (wynagrodzenia) i inne.
2. Ekonomicznie nieuzasadnione jest stosowanie systemów zautomatyzowanych do realizacji prostych zadań pomiarowych.
3. Przy rosnącej komplikacji systemu tylko rozwiązania zautomatyzowane pozwalają na ograniczenie kosztów realizacji.

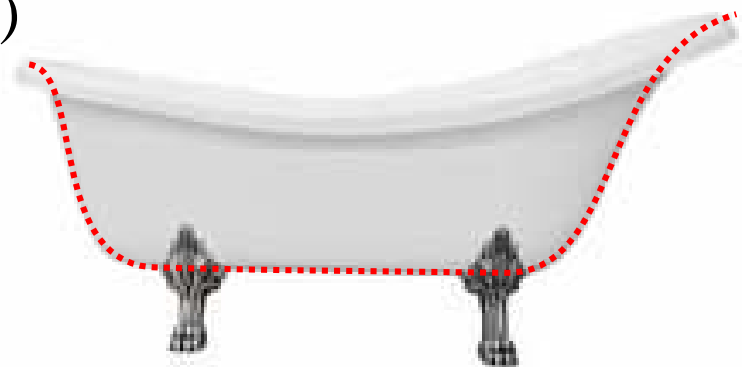
Niezawodność – funkcja ryzyka $h(t)$

Funkcja ryzyka $h(t)$ jest to prawdopodobieństwo P wystąpienia awarii systemu w przedziale czasu $(t, t+dt)$ przy założeniu jego pracy w tym przedziale czasu, tzn. czas pracy systemu do chwili awarii $t_S > t$.

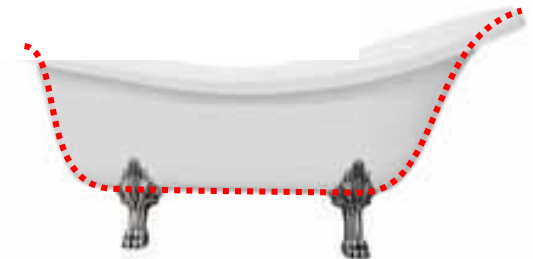
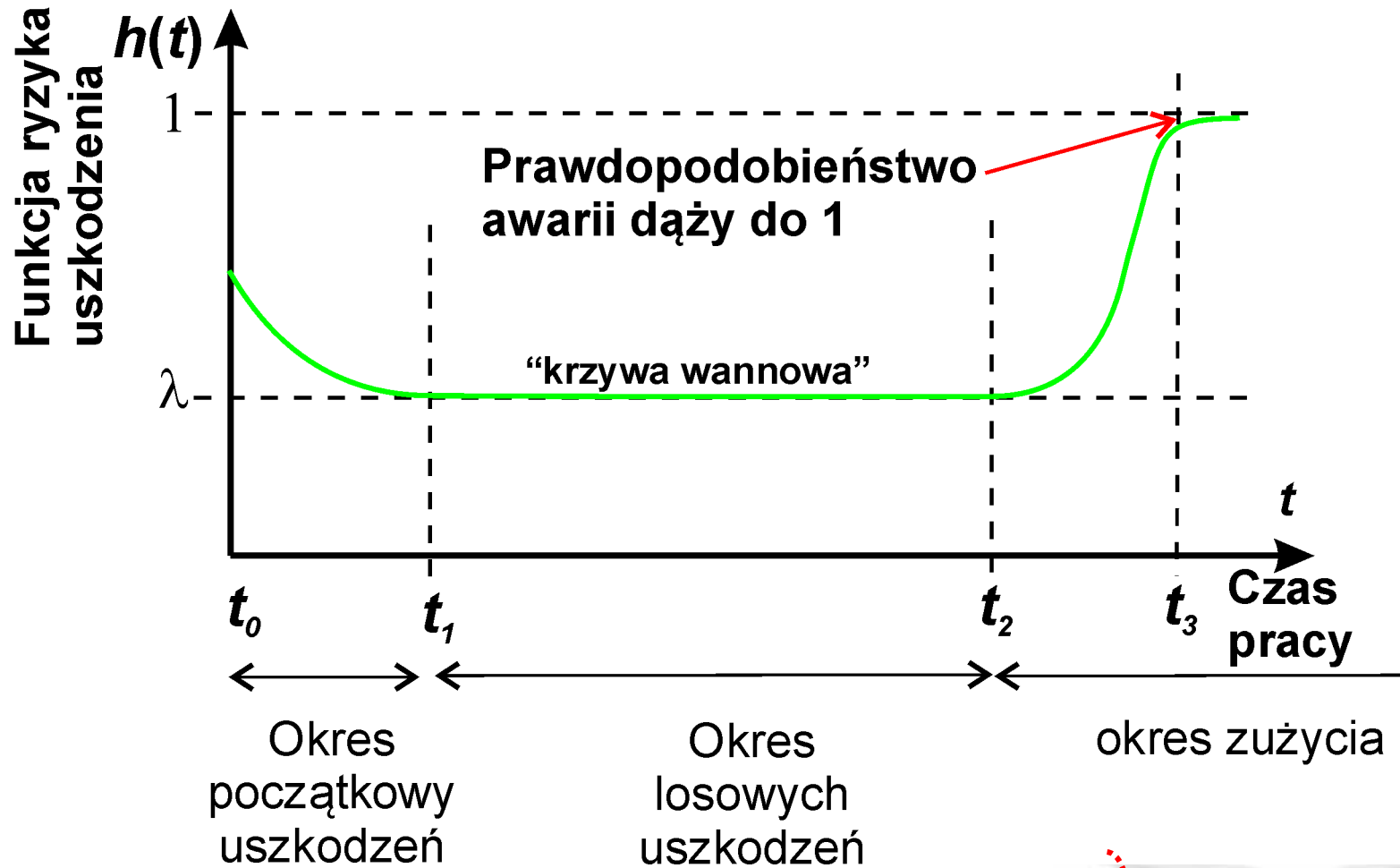
$$h(t) = P(t < t_S \leq t + dt, t_S > t)$$

Funkcja ryzyka $h(t)$ ma kształt **krzywej wannowej**, w przedziale czasu (t_1, t_2) normalnego użytkowania systemu jest ona równa średniej intensywności uszkodzeń λ (liczba uszkodzeń q przypadająca na N godzin pracy systemu)

$$\lambda = \frac{q}{N}$$



Niezawodność – krzywa wannowa

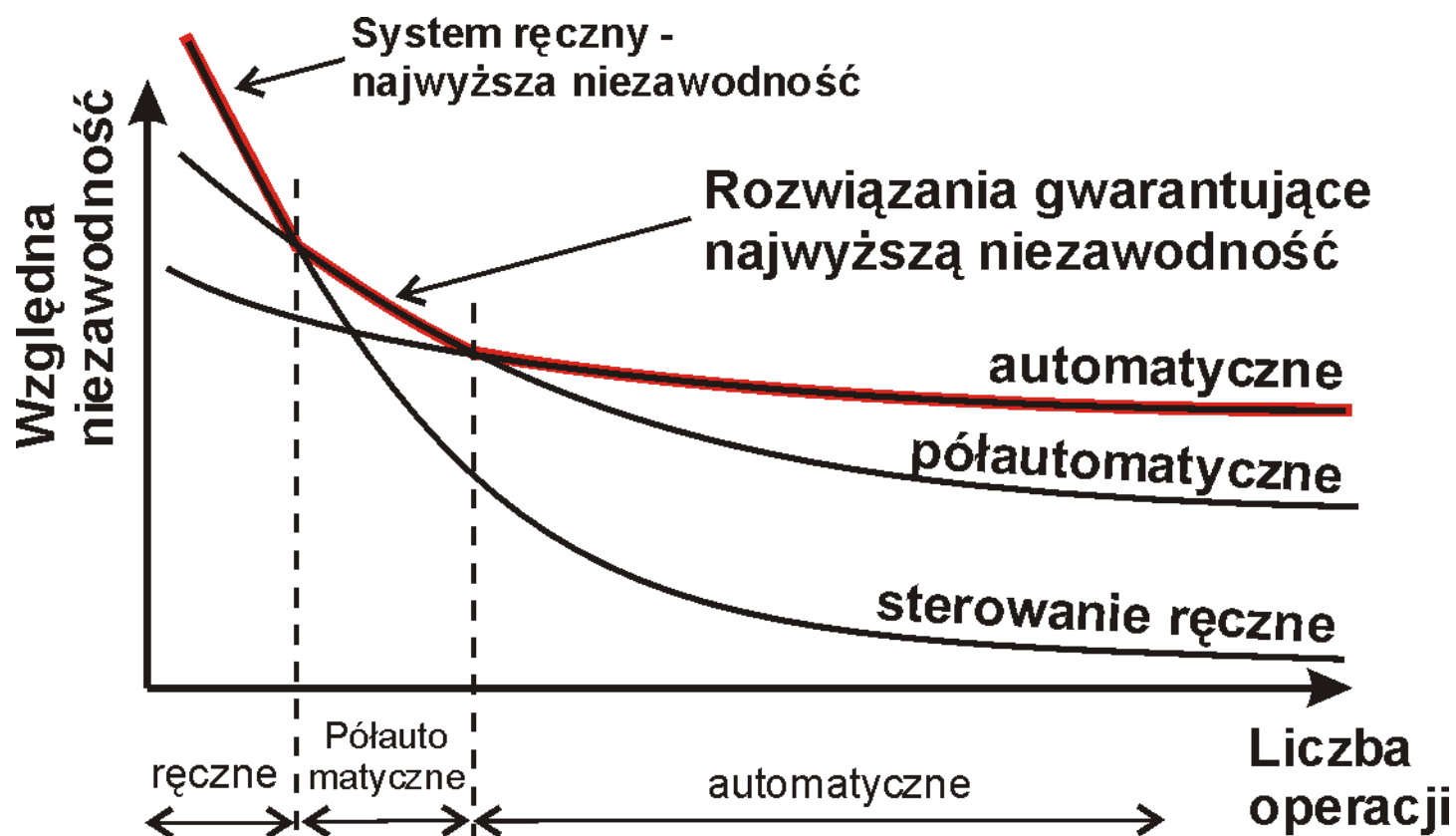


Niezawodność – średni czas do uszkodzenia

MTTF (Mean Time To Failure) – średni czas do uszkodzenia, czyli średni czas od chwili t_0 rozpoczęcia użytkowania do chwili wystąpienia pierwszego uszkodzenia równy wartości średniej zmiennej losowej t_s czasu pracy bez awarii.

MTBF (Mean Time Between Failures) – średni czas między uszkodzeniami, definiowany dla systemów naprawianych.

Niezawodność – zależność od komplikacji systemu



Rozwiązania gwarantujące najwyższą niezawodność w zależności od stopnia komplikacji systemu

Niezawodność - wnioski

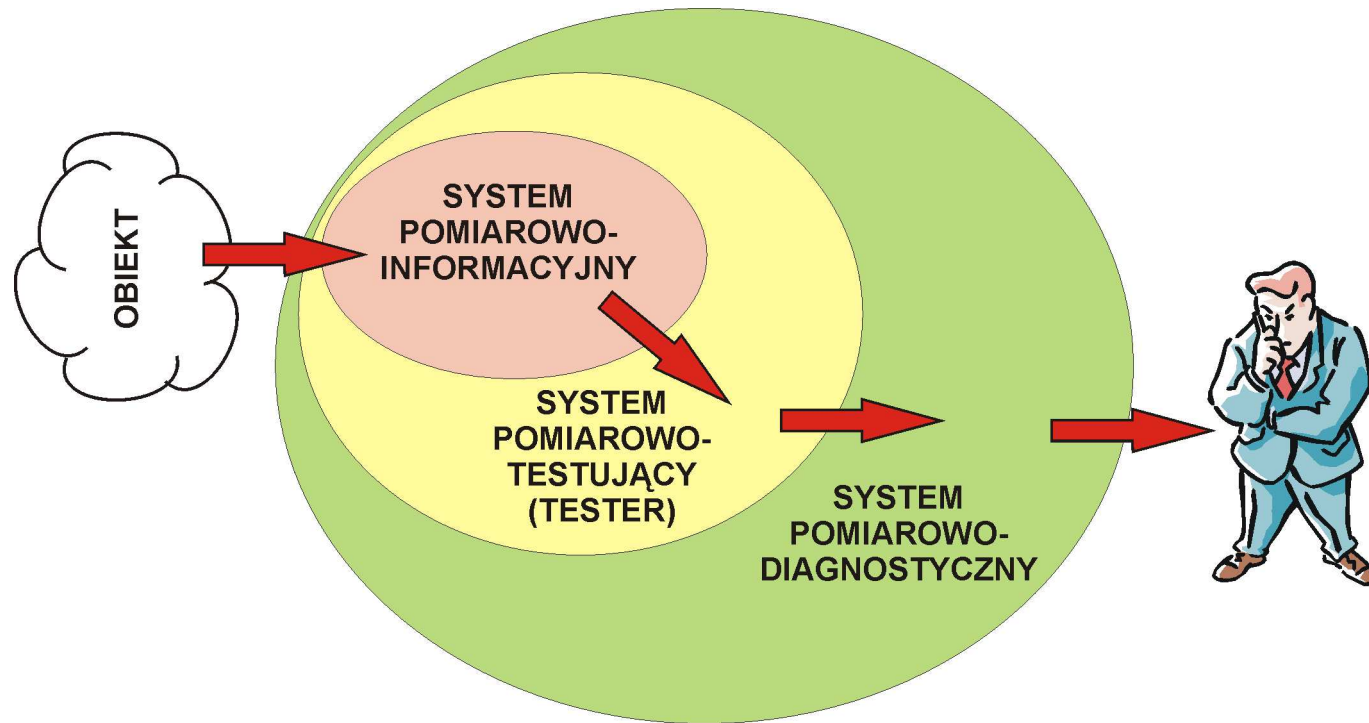
1. Przy rosnącej komplikacji systemu odpowiednio wysoką niezawodność mogą zapewnić tylko systemy automatyczne.
2. Nawet systemy wykorzystujące najnowocześniejsze technologie (przemysł wojskowy, kosmiczny, lotniczy) ulegają awariom.
3. Przy małej komplikacji systemu człowiek jest bardziej niezawodny od najlepszej technologii.
4. W szczególnie newralgicznych zastosowaniach (intensywna opieka medyczna, ratowanie życia, broń masowego rażenia, rozbudowane i niebezpieczne procesy technologiczne, elektrownie atomowe, samoloty i kontrola ruchu powietrznego) **należy z dużą ostrożnością zastępować człowieka przez systemy zautomatyzowane.**

Pomiar – testowanie - diagnostyka

Systemy pomiarowe dzielimy na:

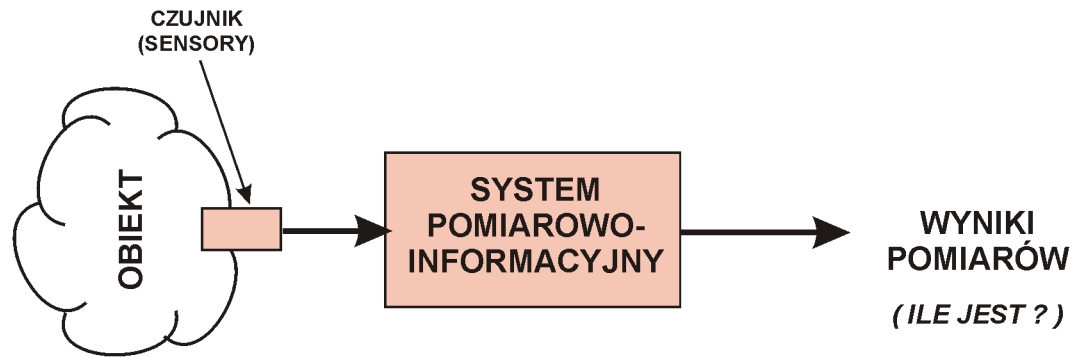
- 1.Systemy pomiarowo-informacyjne** – dostarczają informacji o obiekcie w postaci wyników pomiarów odpowiednio dobranych wielkości fizycznych,
- 2.Systemy pomiarowo-testujące (testery)** – informują o stanie obiektu porównując wyniki pomiarów z zadanymi wartościami granicznymi,
- 3.Systemy pomiarowo-diagnostyczne** – wskazują (diagnozują) przyczyny niewłaściwego stanu obiektu (np. awarii)

Pomiar – testowanie - diagnostyka

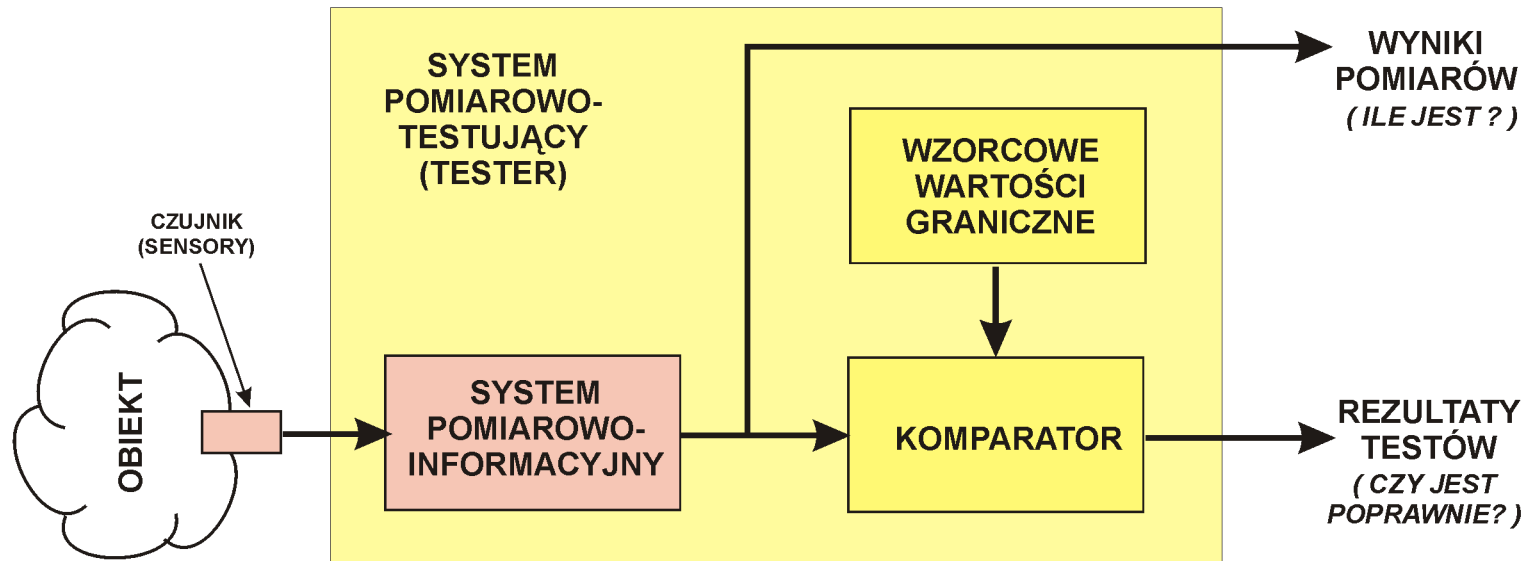


Poszczególne rodzaje systemów zawierają się w sobie.

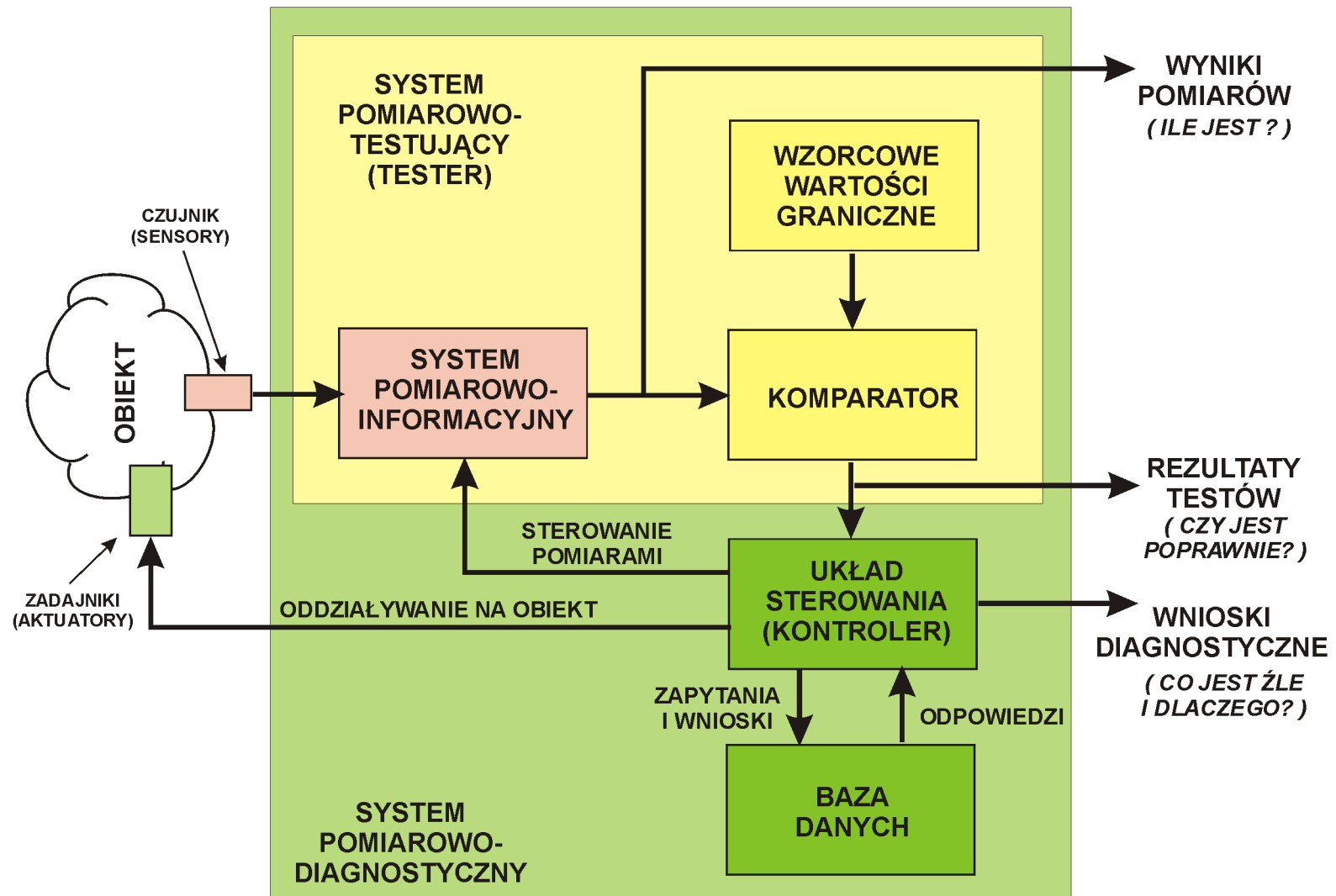
SYSTEM POMIAROWO - INFORMACYJNY



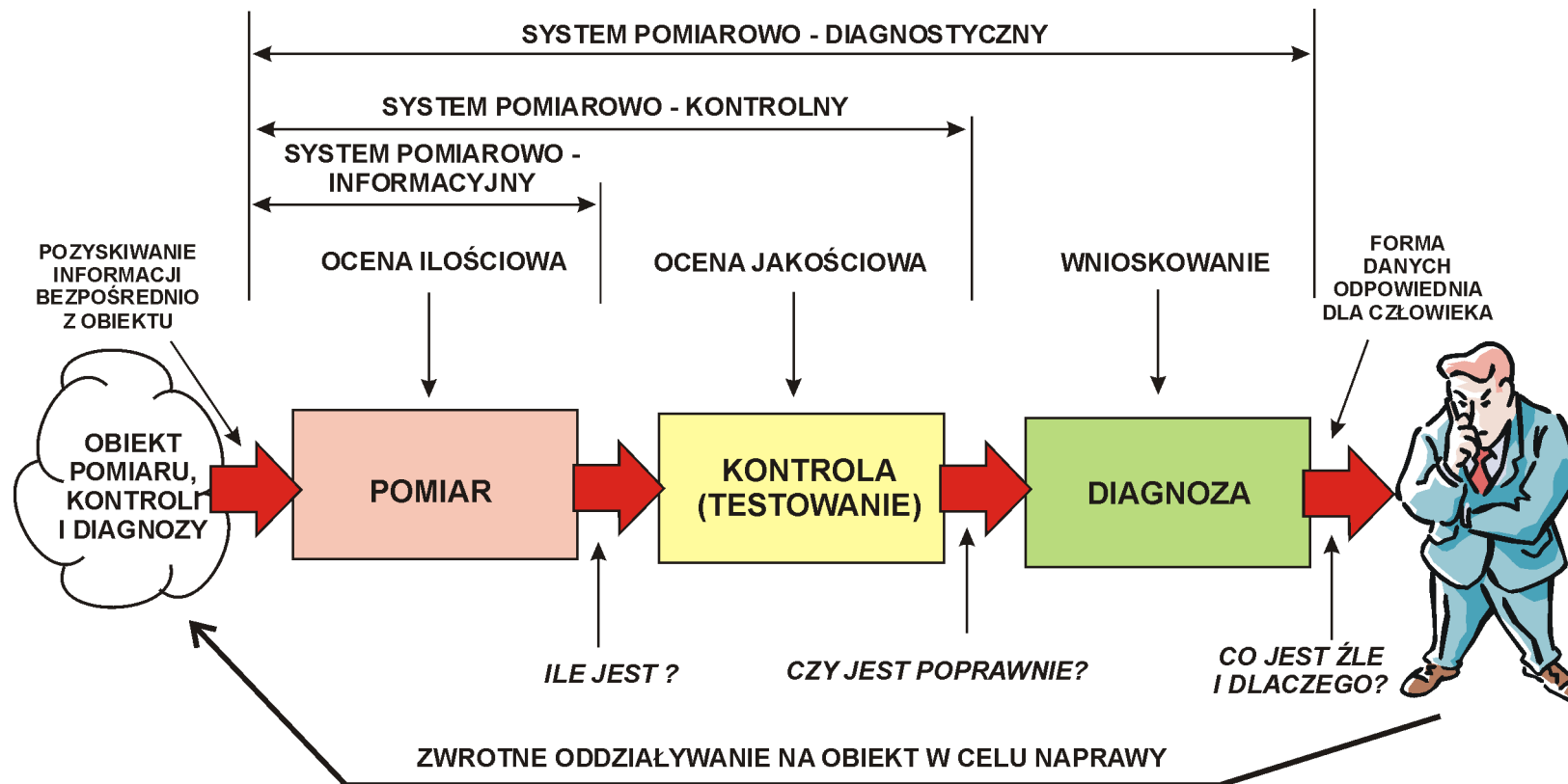
SYSTEM POMIAROWO – TESTUJĄCY (TESTER)



SYSTEM POMIAROWO - DIAGNOSTYCZNY



ETAPY DIAGNOZOWANIA



Kolejne etapy poznawania stanu obiektu: pomiar, kontrola (testowanie), diagnostyka

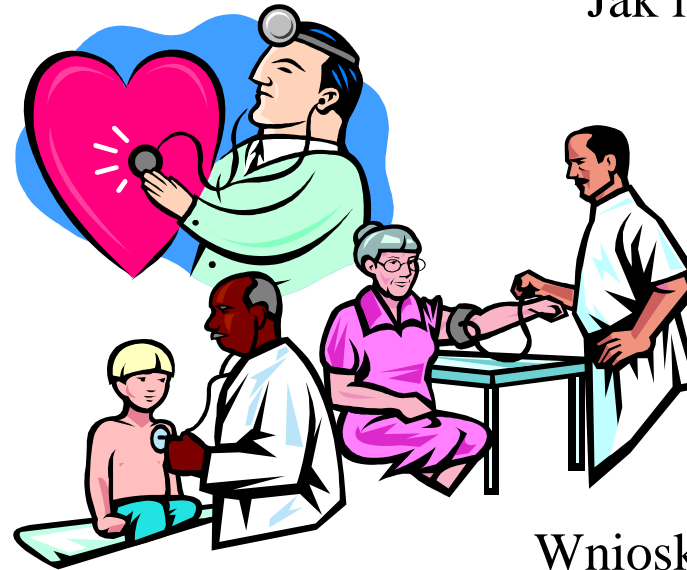
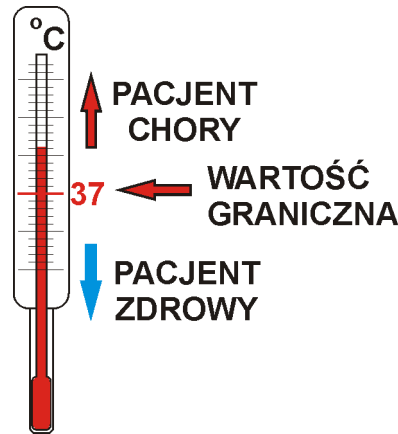
Przykład 1 – bardzo prosty !

Na co jest chory?

Jaka jest temperatura?

Czy jest chory?

Jak leczyć?



Pomiar temperatury pacjenta



Porównanie z wartością graniczną



Dodatkowe pomiary - diagnostyka



Wnioskowanie – diagnoza i zalecenia lekarskie

Kolejne etapy poznawania stanu obiektu: pomiar, kontrola (testowanie), diagnostyka (dodatkowe pomiary, wnioskowanie)

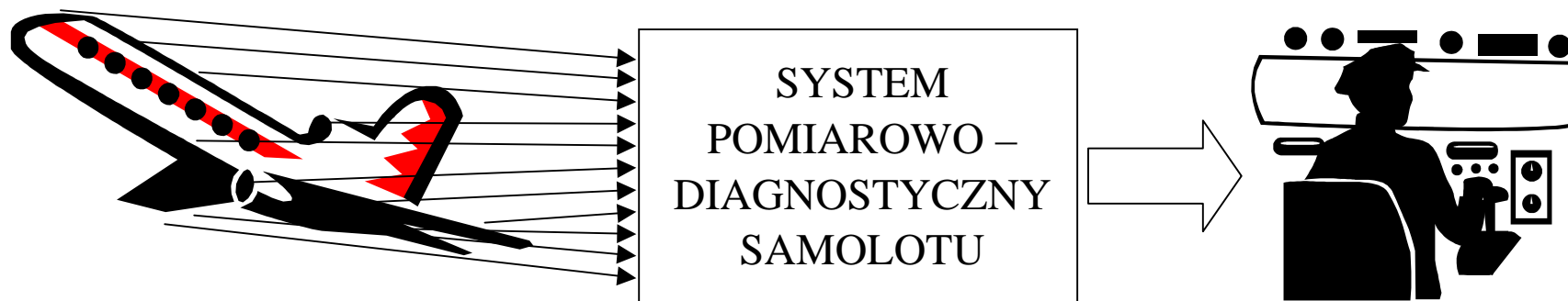
Przykład 2 – bardziej złożony

Jakie są parametry lotu?

Czy wartości są prawidłowe?

Jaka jest przyczyna?, dodatkowe pomiary.

Jak usunąć problem?



Pomiar
prędkości
poziomej,
wznoszenia,
wysokości
itd...

Porównanie z
wartościami
granicznymi

Za mała
prędkość,
za wolne
wznoszenie

Diagnoza: nie do
końca schowane
podwozie

Wniosek:
procedura
awaryjnego
chowania
podwozia

Systemy o strukturze sztywnej i elastycznej

Zależnie od podziału zadań realizowanych w systemie pomiędzy część sprzętową (**hardware**) i programową (**software**) rozróżniamy:

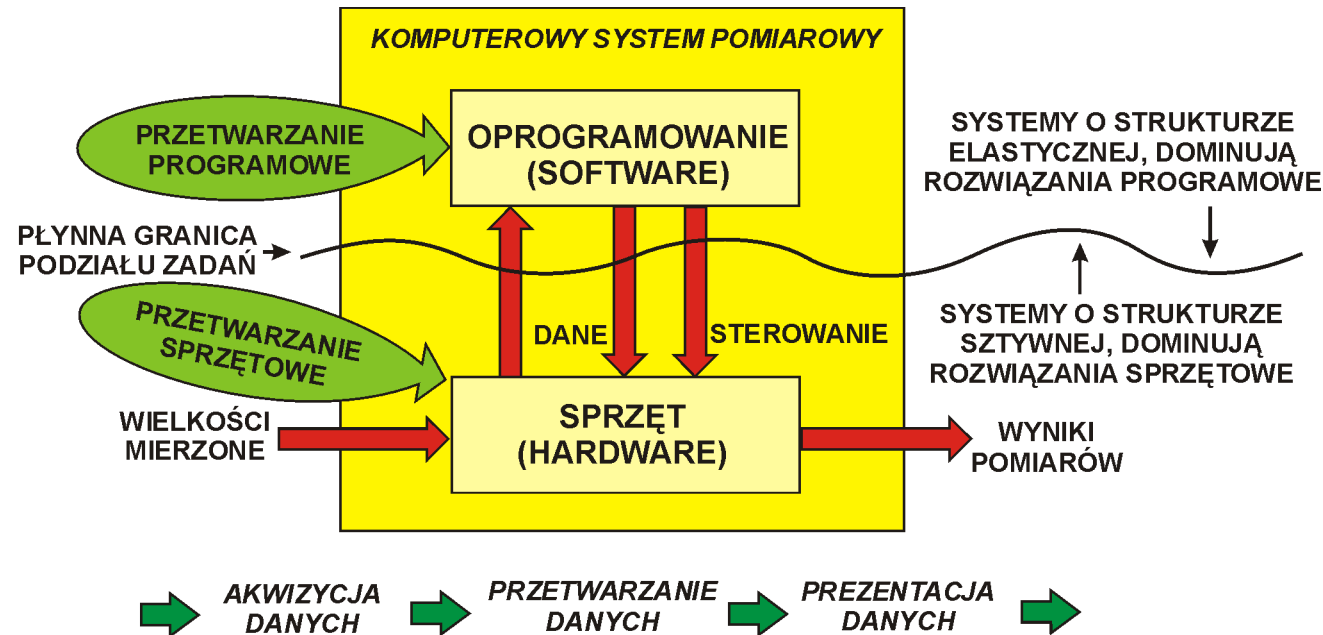
1.Systemy o strukturze sztywnej – dominują rozwiązania sprzętowe,

2.Systemy o strukturze elastycznej – dominują rozwiązania programowe.

Do zadań tych przede wszystkim należą:

- przetwarzanie danych pomiarowych,
- sterowanie procesem pomiarowym (algorytm pomiaru)

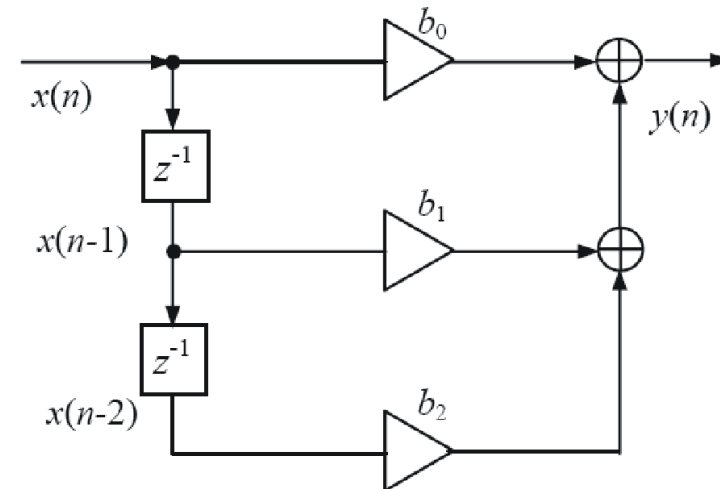
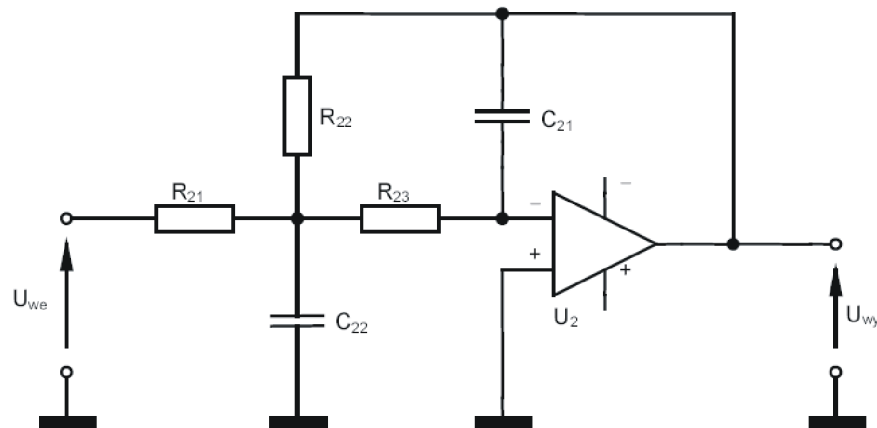
Systemy o strukturze sztywnej i elastycznej



Podział zadań realizowanych w systemie (przetwarzanie danych i sterowanie) pomiędzy część sprzętową (hardware) i programową (software).

Systemy o strukturze sztywnej i elastycznej - przykład

Filtracja sygnału - filtr dolnoprzepustowy drugiego rzędu



$$y(n) = \sum_{k=0}^N h(k)x(n-k), \quad h(k) = b_k$$

Rozwiązanie sprzętowe,
struktura sztywna

Rozwiązanie programowe,
struktura elastyczna

Systemy o strukturze sztywnej i elastycznej – zalety i wady

Systemy o strukturze sztywnej

Zalety:

- szybsze działanie,
- większa niezawodność,
- krótszy czas uruchomienia,

Wady:

- mniejsza elastyczność,
- trudne do rozbudowy i modyfikacji,
- wyższe koszty realizacji,
- specjalizowana aparatura,
- funkcje ustalone przez producenta.

Systemy o strukturze elastycznej

Zalety:

- większa elastyczność,
- łatwość rozbudowy i modyfikacji,
- niższe koszty realizacji,
- uniwersalna aparatura,
- funkcje ustalane przez użytkownika.

Wady:

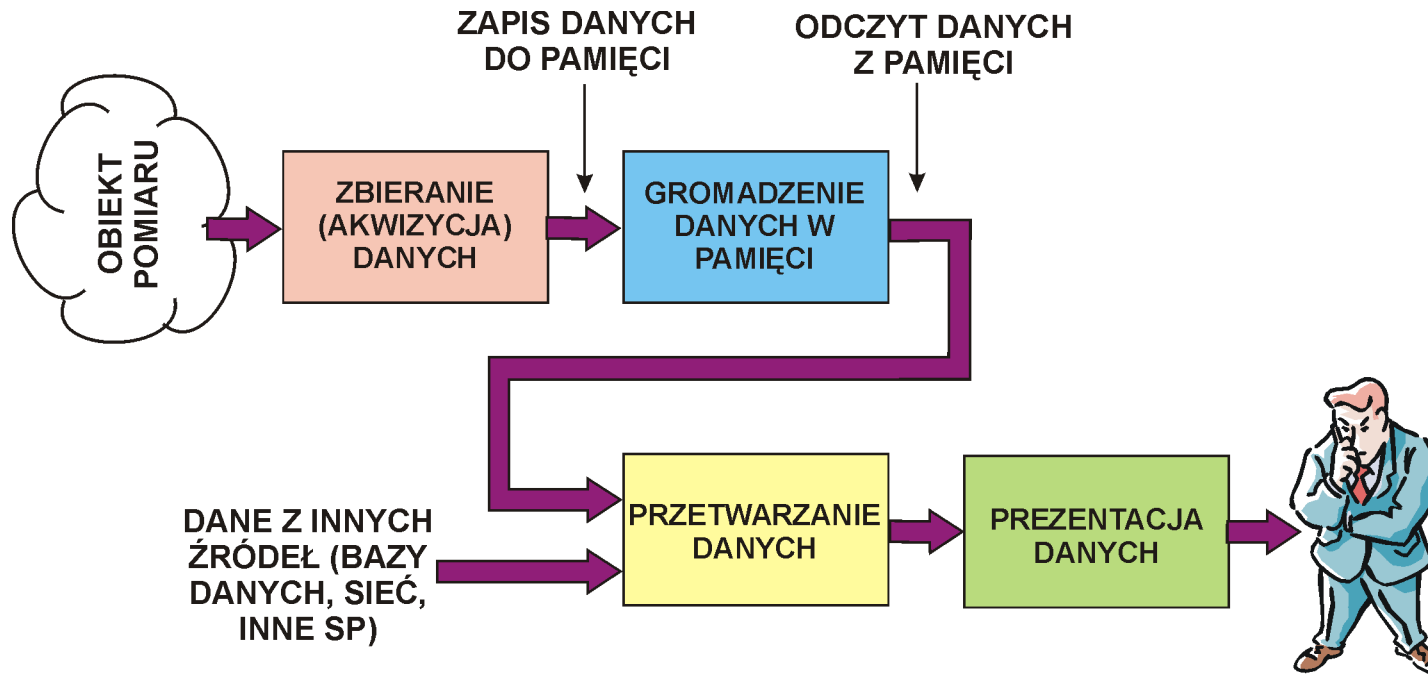
- wolniejsze działanie,
- niższa niezawodność,
- dłuższy czas uruchomienia,
- konieczność oprogramowania.

Systemy pracujące w trybie **OFF-Line** i **On-Line**

1.OFF-Line – pomiary wykonywane są według ustalonego algorytmu, wyniki pomiarów są **na bieżąco zapamiętywane** i po zakończeniu pomiarów, w późniejszym, dowolnym czasie odczytywane z pamięci i przetwarzane oraz wizualizowane

2.ON-Line – wyniki pomiarów są **na bieżąco wykorzystywane**, najczęściej do sterowania obiektem, każdy wynik pomiaru jest przypisany konkretnej chwili czasowej.

Systemy pracujące w trybie OFF-Line



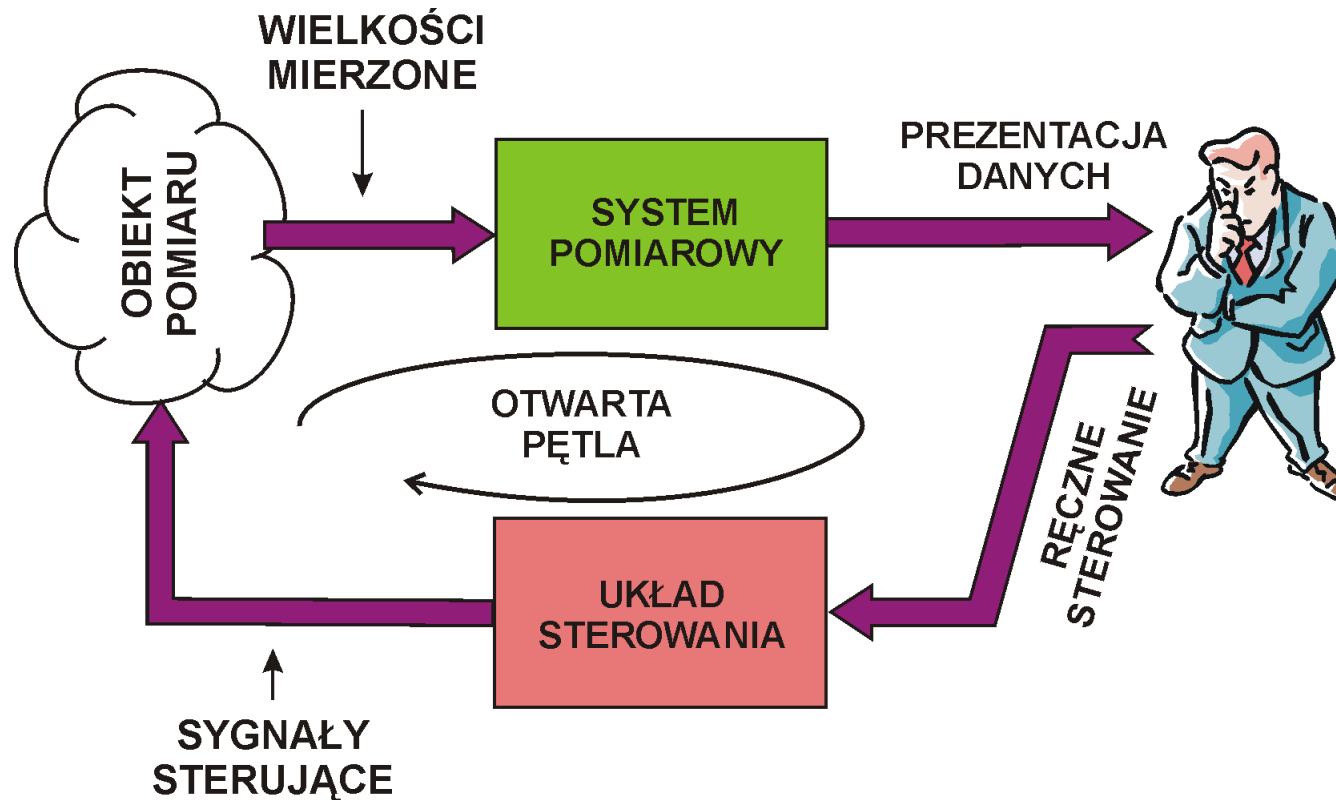
Pomiary wykonywane są według ustalonego algorytmu, wyniki pomiarów są na bieżąco zapamiętywane i po zakończeniu pomiarów, **w późniejszym, dowolnym czasie** odczytywane z pamięci i przetwarzane oraz wizualizowane.

Systemy pracujące w trybie **On-Line**

1.Open loop – systemy z otwartą pętlą - wyniki pomiarów są na bieżąco wykorzystywane przez personel **do ręcznego** sterowania obiektem,

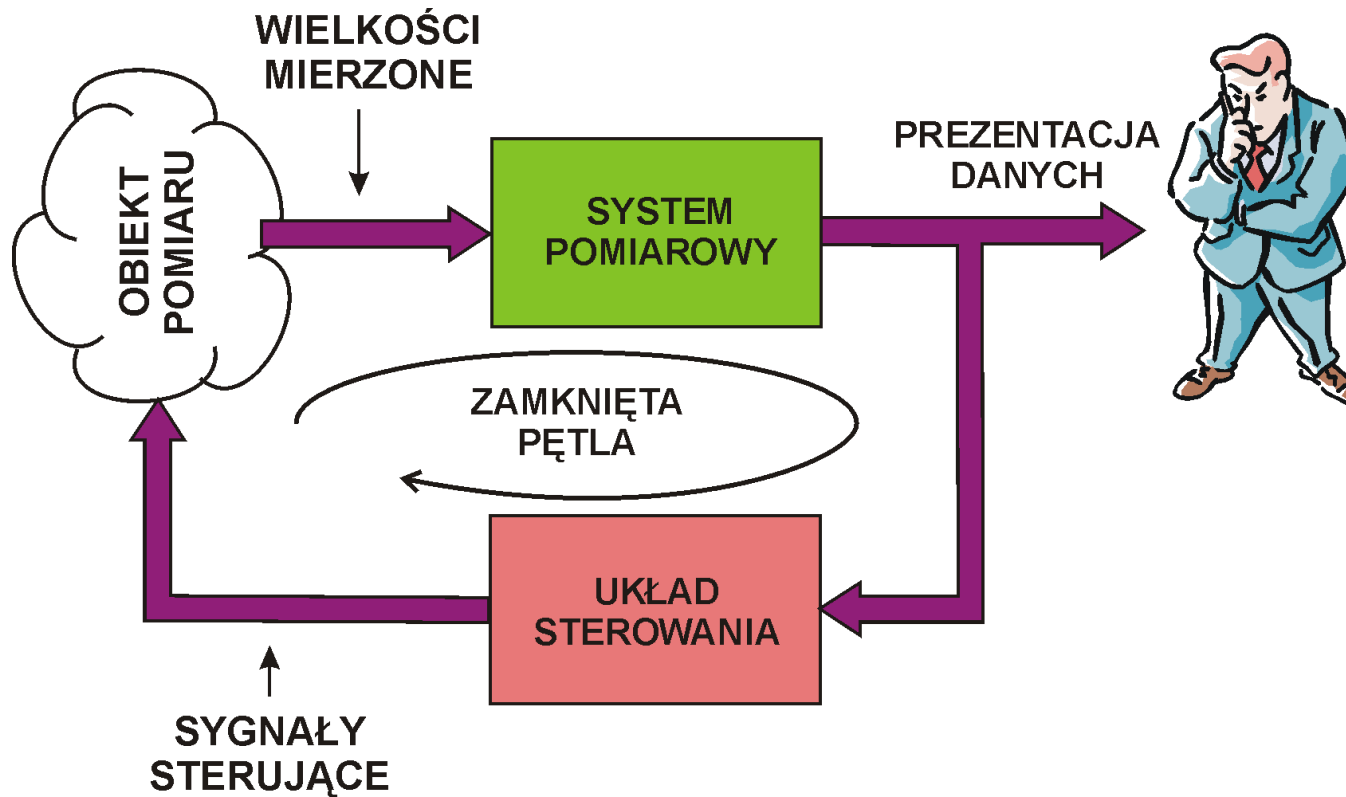
2.Closed loop – systemy z zamkniętą pętlą - wyniki pomiarów są na bieżąco wykorzystywane **do automatycznego** sterowania obiektem oraz dodatkowo prezentowane personelowi.

Systemy pracujące w trybie Open loop



Open loop – systemy z otwartą pętlą - wyniki pomiarów są na bieżąco wykorzystywane przez personel **do ręcznego** sterowania obiektem,

Systemy pracujące w trybie Closed loop



Closed loop – systemy z zamkniętą pętlą - wyniki pomiarów są na bieżąco wykorzystywane do automatycznego sterowania obiektem oraz dodatkowo prezentowane personelowi.

Systemy On-Line Czasu Rzeczywistego

System czasu rzeczywistego (*real time system*) to system, którego poprawność działania zależy nie tylko od poprawności logicznych rezultatów, lecz również **od czasu**, w jakim te rezultaty są osiągnane (czasu reakcji).

W systemie czasu rzeczywistego zagwarantowane jest wykonanie każdej operacji (w tym również reakcji na zdarzenia zewnętrzne) w pewnym **określonym, z góry ustalonym, nieprzekraczalnym czasie**. Komputer sterujący takim systemem musi wykorzystywać **System Operacyjny Czasu Rzeczywistego** (*Real-Time Operating System – RTOS*), np.: **QNX, OS9**.

Systemy Windows nie są systemami czasu rzeczywistego !

Szybkość działania Systemu Czasu Rzeczywistego

Real Time (czas rzeczywisty) nie oznacza „szybki” ale „przewidywalny” .

Reakcja systemu czasu rzeczywistego **nie musi być więc szybka,** ale **musi być zagwarantowana w nieprzekraczalnym czasie .**

System czasu rzeczywistego może więc być (i zazwyczaj jest) **wolniejszy** od zwykłego systemu operacyjnego. Wynika to z faktu, że mechanizmy przyspieszające działanie systemów operacyjnych (pamięć wirtualna, przetwarzanie wielopotokowe itp.) wprowadzają pewną **losowość w działaniu systemu** i średnio rzecz biorąc przyspieszają działanie systemu, ale w pewnych sytuacjach mogą go wydłużyć.

W RTOS taka losowość w działaniu jest niedopuszczalna.

Podsumowanie

1. Ograniczone możliwości człowieka i rosnące wymagania wymuszają stosowanie systemów pomiarowych wspomaganym komputerowo.
2. Istotnymi zagadnieniami podczas projektowania automatycznych systemów pomiarowych są: szybkość działania, koszty realizacji i eksploatacji oraz niezawodność.
3. Współczesne systemy pomiarowe bardzo często są elementem większego systemu pomiarowo-testującego lub pomiarowo-diagnostycznego.
4. Pomiar, testowanie i diagnostyka są kolejnymi, coraz bardziej zaawansowanymi etapami poznawania stanu obiektu.
5. Zależnie od podziału zadań pomiędzy sprzęt i oprogramowanie rozróżniamy systemy o strukturze sztywnej i elastycznej.
6. Zależnie od czasu wykorzystywania wyników pomiarów rozróżniamy systemy pracujące w trybie OFF-Line i ON-Line.
7. Systemy pracujące w trybie ON-Line mogą być z zamkniętą lub otwartą pętlą.
8. W zastosowaniach w których krytyczny jest czas reakcji należy stosować systemy czasu rzeczywistego, które nie muszą być szybkie, ale muszą być przewidywalne z punktu widzenia czasu reakcji na zdarzenia zewnętrzne.

