

PODSTAWY EKSPLOATACJI MASZYN

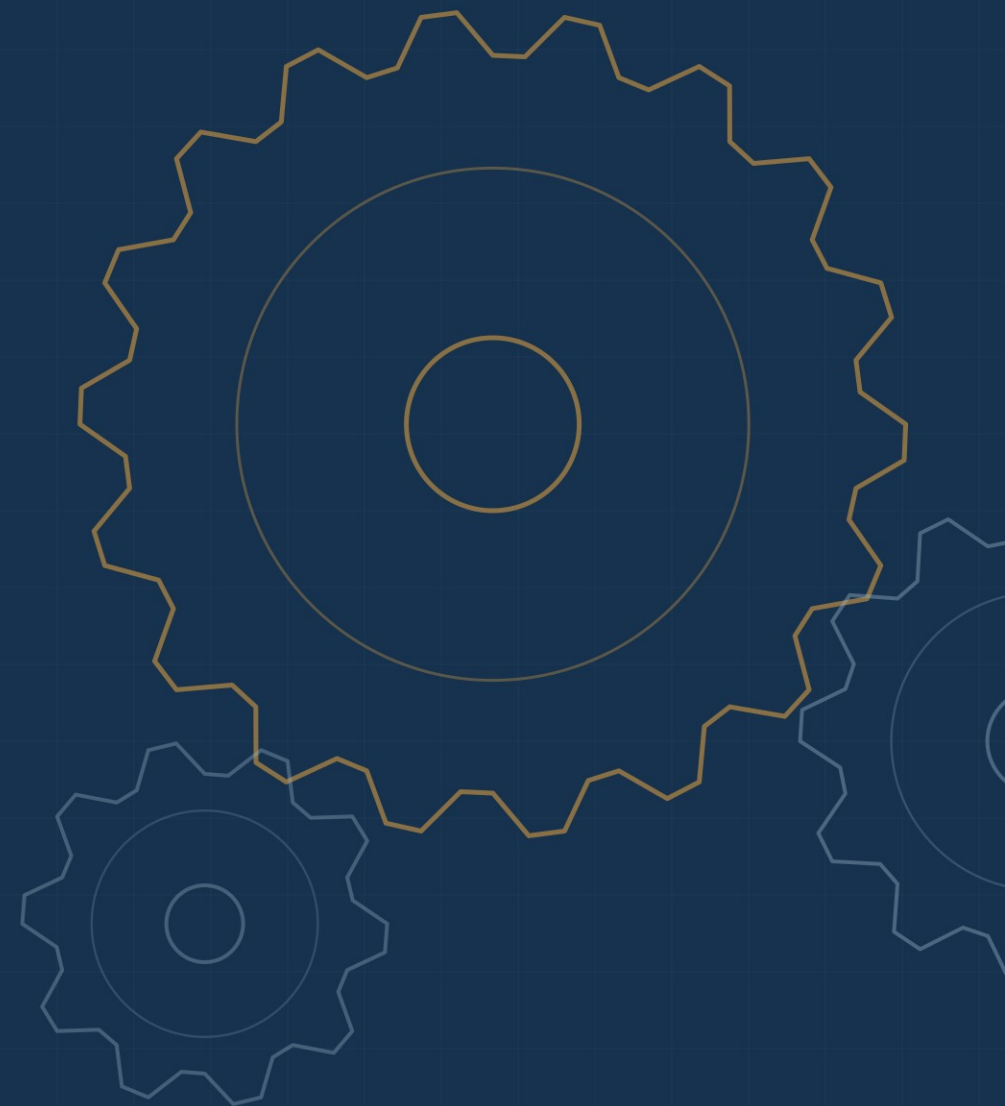
Wykład 4

Utrzymanie ruchu maszyn

dr inż. Radosław Gościński

Akademia Techniczno-Artystyczna Nauk Stosowanych w Warszawie

Wykład opracowany na podstawie książki „Inżynieria eksploatacji maszyn” Bronisława Słowińskiego



Plan wykładów

W1

Wprowadzenie do problematyki eksploatacji

W2

Działanie ze środkami technicznymi

W3

Systemowe ujęcie eksploatacji

W4

Utrzymanie ruchu maszyn

W5

Trwałość i zużycie maszyn

W6

Elementy diagnostyki maszyn

W7

Podstawy badań eksploatacyjnych

W8

Elementy teorii niezawodności

W9

Prognostowanie niezawodności

W10

Metody poprawy niezawodności

W11

Procesy obsługi technicznej

Dzisiaj: W4. Utrzymanie ruchu maszyn

01

Problemy utrzymania ruchu

Decyzje eksploatacyjne człowieka i rola służb utrzymania ruchu



Cztery grupy działań wymagających decyzji

Maszyna lub inne urządzenie, zastosowane do wykonania określonych zadań, wymaga różnych działań człowieka. Ogólnie działania te można poklasyfikować na cztery główne grupy



Grupy działań wymagających decyzji eksploatacyjnych człowieka

Służby Utrzymania Ruchu (UR)

Każde z tych działań wymaga określonych decyzji człowieka, wykorzystującego tę maszynę, np.: użytkownik samochodu musi zasilić pojazd w paliwo, wymienić przepaloną żarówkę, uruchomić silnik, wyładować przywieziony towar itd. Każda z tych czynności może stwarzać też mniejszy lub większy problem – jak to zrobić? Jeden samochód – kilka lub kilkanaście problemów. Kilkanaście samochodów – kilkadziesiąt lub kilkaset różnych problemów.

Dlatego też w organizacjach (przedsiębiorstwach) użytkujących grupę różnych maszyn zwykle powołuje się wyspecjalizowane jednostki, tzw. **Służby Utrzymania Ruchu (UR)**, nazywane też działami **Głównego Mechanika**, które zajmują się rozwiązywaniem większości z tych problemów. Eksploatację maszyn należy traktować więc nie tylko jako trzecią fazę przemysłowego procesu realizacji, ale również jako wieloaspektowy proces utrzymania ruchu



KLUCZOWA MYŚL

Utrzymanie ruchu nie tworzy bezpośrednio „wartości dodanej”, ale **bez niego produkcja nie jest możliwa.**

Niewidoczne, ale skuteczne we właściwym momencie

Jednym z głównych problemów służb UR jest to, że z jednej strony powinny być one jak najbardziej niezauważalne (koszty oraz czas przeglądów i napraw), a z drugiej strony działać skutecznie w najbardziej odpowiednim momencie.

W warunkach ostrej konkurencji, gdy wymagane jest osiągnięcie coraz wyższej wydajności, stosowane urządzenia techniczne są coraz bardziej złożone i wymagają właściwego nadzoru. Rolą służb utrzymania ruchu jest utrzymanie maszyn i urządzeń w należytej sprawności. Dokonuje się tego przez wykonywanie zaplanowanych, jednorazowych lub okresowych, zadań w celu zapobiegania degradacji stanu technicznego maszyn i występowaniu awarii lub, gdy do nich dojdzie, usuwaniu ich przez naprawy



KLUCZOWA MYŚL

Paradoks UR: powinno być **niezauważalne** (koszty, czas przestojów), a jednocześnie działać **skutecznie i na czas**.

Profilaktyka i naprawy w procesie eksploatacji



Naprawiać czy wymieniać?

Jednym z podstawowych problemów utrzymania ruchu jest zagadnienie: „**naprawiać czy wymieniać**”? Aby wybrać najlepszą opcję, należy przy podejmowaniu decyzji znać możliwości naprawy i kierować się logiką. Potrzebna jest oczywiście znajomość takich czynników, jak: możliwości naprawcze danego zakładu, czas naprawy, koszty, możliwości zakupu części, ale także ile to będzie kosztować?

W przypadku braku zamienników i wysokiej ceny oryginalnych części, można pokusić się o ich regenerację. Jeżeli decydujemy się na naprawy, należy zwrócić jednak uwagę na sposób i jakość wykonanej naprawy. Na podkreślenie zasługuje tu fakt, że zużycie części nie jest tym samym, co jej uszkodzenie.. Nie każda część maszyny może zostać zregenerowana. Wiele uszkodzeń próbuje się naprawiać, nie zawsze z dobrym skutkiem jakościowym. Wymiana części jest zatem korzystniejszą metodą, służącą zagwarantowaniu bezusterkowego działania sprzętu. **W ostateczności zwykle decyduje rachunek ekonomiczny.**



KLUCZOWA MYŚL

Zużycie części nie jest tym samym, co jej uszkodzenie.
Ostatecznie zwykle decyduje rachunek ekonomiczny.

Wymiana, naprawa i regeneracja podzespołów

Oczywiście, nie da się regenerować i wymieniać wszystkiego. Niektóre części, np. klocki hamulcowe czy świece zapłonowe w samochodzie, tracą swoje właściwości użytkowe i muszą być wymieniane na nowe. Są to bowiem obiekty jednorazowego użytku. Inne, nawet po koniecznej wymianie, nadal mają znaczną wartość techniczną i ekonomiczną. W przypadku tej grupy produktów stosuje się naprawę (najlepiej w wyspecjalizowanych centrach technicznych), dzięki czemu naprawione podzespoły odzyskują w pełni swoje pierwotne właściwości i mogą być powtórnie zamontowane w maszynie. Do tej grupy zaliczamy wszelkiego rodzaju pompy, przekładnie itp. Aby móc poddać jakąś część (lub podzespół) procesowi regeneracji, musi ona nadawać się do naprawy, to znaczy musi być zużyta, a nie rozbita, czy np. skorodowana.



KLUCZOWA MYŚL

Do regeneracji nadaje się część **zużyta**, a nie rozbita czy skorodowana.

Naprawa u producenta i problem „dwóch kierowników”

Najkorzystniej jest, kiedy uszkodzone podzespoły naprawiane są u producenta z wykorzystaniem oryginalnych elementów, urządzeń produkcyjnych i wyposażenia testowego. Każdy podzespół rozmontowuje się na poszczególne elementy i kwalifikuje, które z nich są niezniszczone. Z reguły obudowa podzespołu pozostaje ta sama, a wymieniane są elementy eksploatacyjne podlegające naturalnemu zużyciu, np. szczotki rozrusznika pojazdu.

W większości przedsiębiorstw stosuje się model eksploatacyjny rozdzielania zadań związanych z użytkowaniem maszyny i jej obsługą (naprawami). Stąd też rozdzielone są decyzje użytkowe od decyzji diagnostycznych. Taki układ jednak mimo swoich zalet (większa specjalizacja) jest także potencjalnym źródłem sytuacji konfliktowych – problem „dwóch kierowników”



KLUCZOWA MYŚL

Rozdzielenie decyzji **użytkowych** od **diagnostycznych** daje specjalizację, ale bywa źródłem konfliktów.

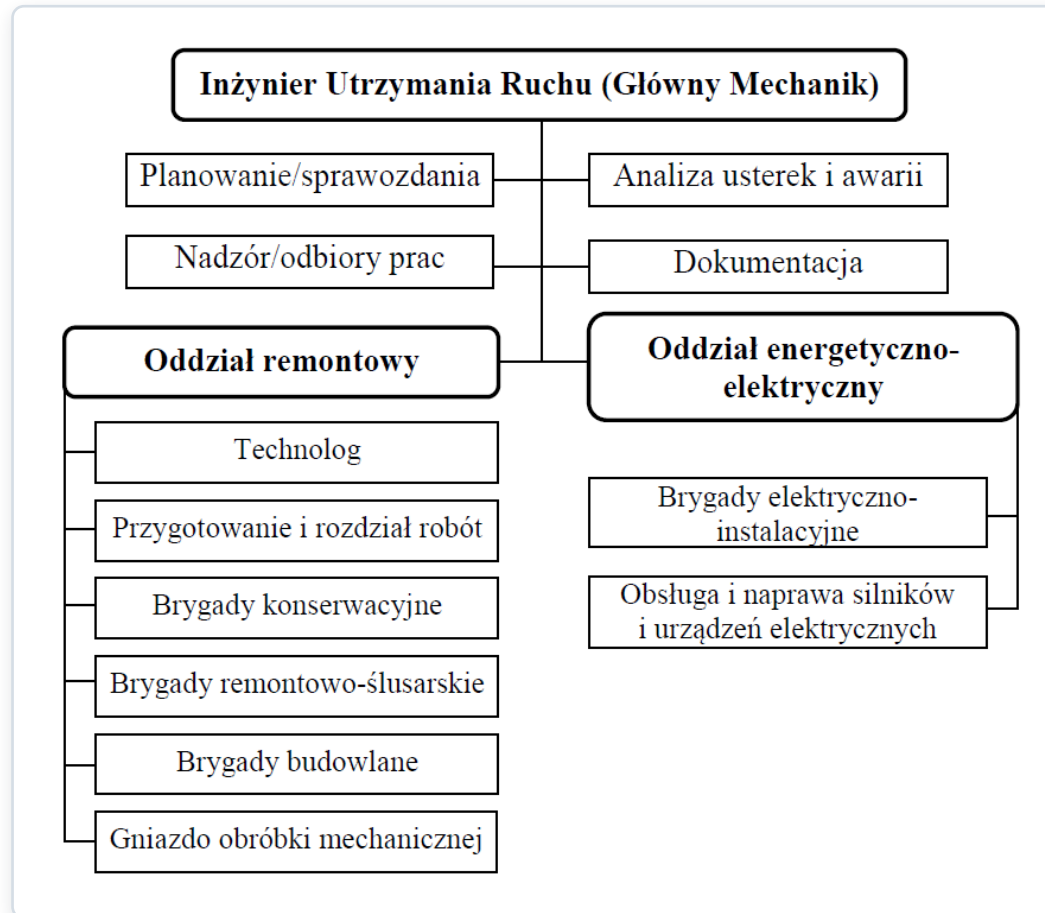
02

Zadania działu utrzymania ruchu

Organizacja, przeglądy, remonty i cele planowanego UR



Schemat organizacyjny działu utrzymania ruchu



Schemat organizacyjny działu utrzymania ruchu dużego przedsiębiorstwa

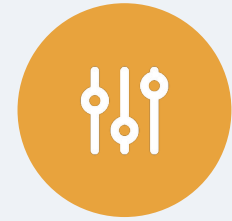
Do zapewnienia pełnej zdolności produkcyjnej przedsiębiorstwa niezbędny jest dobrze zorganizowany i sprawnie zarządzany dział eksploatacji, nazywany **działem utrzymania ruchu**. Od niego zależy wydajność, jakość, koszt produkcji, bezpieczeństwo pracy i wpływ na środowisko.

Struktura działu UR powinna umożliwić realizację dwóch grup zadań:

- **technicznych** – utrzymanie maszyn i urządzeń w gotowości oraz sprawności,
- **dokumentacyjnych** – planowanie i gromadzenie informacji o stanie maszyn.

Rodzaj obsługi dopasowany do urządzenia

Sposób utrzymania ruchu określonych urządzeń i maszyn zależy od ich charakterystyki konstrukcyjnej i roli, jaką spełniają w procesie produkcyjnym. Urządzenia skomplikowane, kosztowne i pracujące w zautomatyzowanych liniach technologicznych powinny być utrzymywane bardzo starannie. Ich awaria powoduje, bowiem przestój całej linii. Rodzaj obsługi technicznej należy więc dostosować do konkretnych urządzeń oraz warunków ich eksploatacji.



KLUCZOWA MYŚL

Awaria urządzenia w zautomatyzowanej linii **zatrzymuje całą linię** – takie urządzenia utrzymuje się szczególnie starannie.

Zadania UR związane z obsługą techniczną

Przeglądy (obsługi) techniczne

Obsługa codzienna

Obsługa przy docieraniu

Obsługa okresowa

Obsługa zabezpieczająca

Obsługa sezonowa

Obsługa gwarancyjna

Obsługa diagnostyczna

Badania kwalifikacyjne

Konserwacja i czyszczenie

Diagnostyka

Profilaktyka

Regulacja

Zadania utrzymania ruchu związane z obsługą techniczną

Remont czy naprawa?

Zgodnie z zasadą, że „łatwiej coś utrzymywać w należyтым stanie, niż doprowadzić do takiego stanu” kierownik działu utrzymania ruchu, którym najczęściej jest inżynier mechanik, winien mieć wiedzę i umiejętności, aby prowadzić działalność prewencyjną, związaną z zapobieganiem awariom podległego mu sprzętu technicznego. Ponadto, winien znać ogólne zasady dotyczące napraw i remontów maszyn.

W niektórych opracowaniach określenie remont jest całkowicie wyeliminowane i zastąpione – naprawą, w innych preferowany jest wyraz remont, traktując naprawę jako określenie pomocnicze. Opierając się na aktach normatywnych podaje się, że należy stosować pojęcie:



Remont

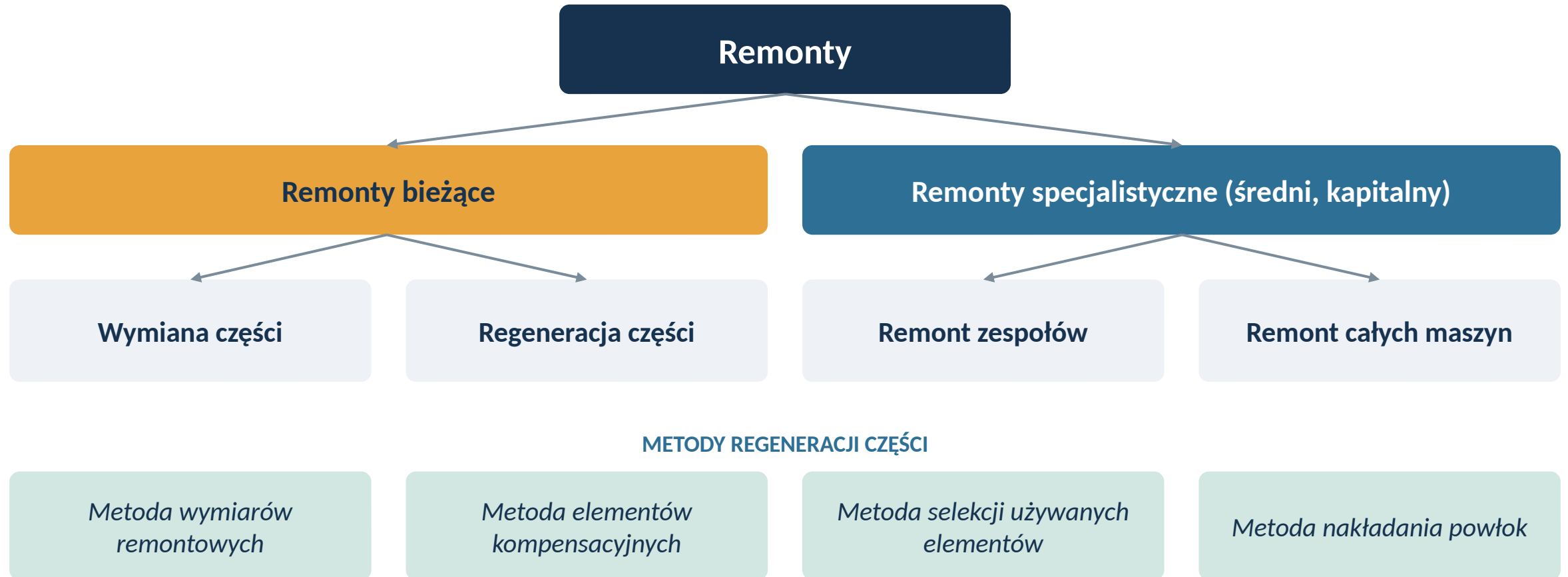
gdy jest mowa o całym obiekcie (maszynie),



Naprawa

gdy jest mowa o elementach składowych tego obiektu.

Zadania UR związane z remontami



Regeneracja części ma przywrócić jej **pierwotne cechy**.

Cele planowanego utrzymania ruchu

Zadania dotyczące remontów i napraw mieszczą się w ogólnych celach planowanego utrzymania ruchu, jakimi są:



Zapewnienie utrzymania zasobów na założonym poziomie,



Zapewnienie efektywnej pracy zespołu UR poprzez odpowiednie prognozowanie i planowanie prac do wykonania,



Redukcja lub eliminacja większych napraw i kosztownych wymian urządzeń poprzez wczesne wykrywanie zmian i prace zapobiegawcze,

Warunki osiągnięcia celów UR

Aby te cele osiągnąć, wymagane jest:



Zrozumienie roli utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie,



Rejestr wszystkich prac remontowo-zapobiegawczych,



Elektroniczny system generowania odpowiednich raportów,



Standaryzacja procedur związanych z utrzymaniem ruchu,

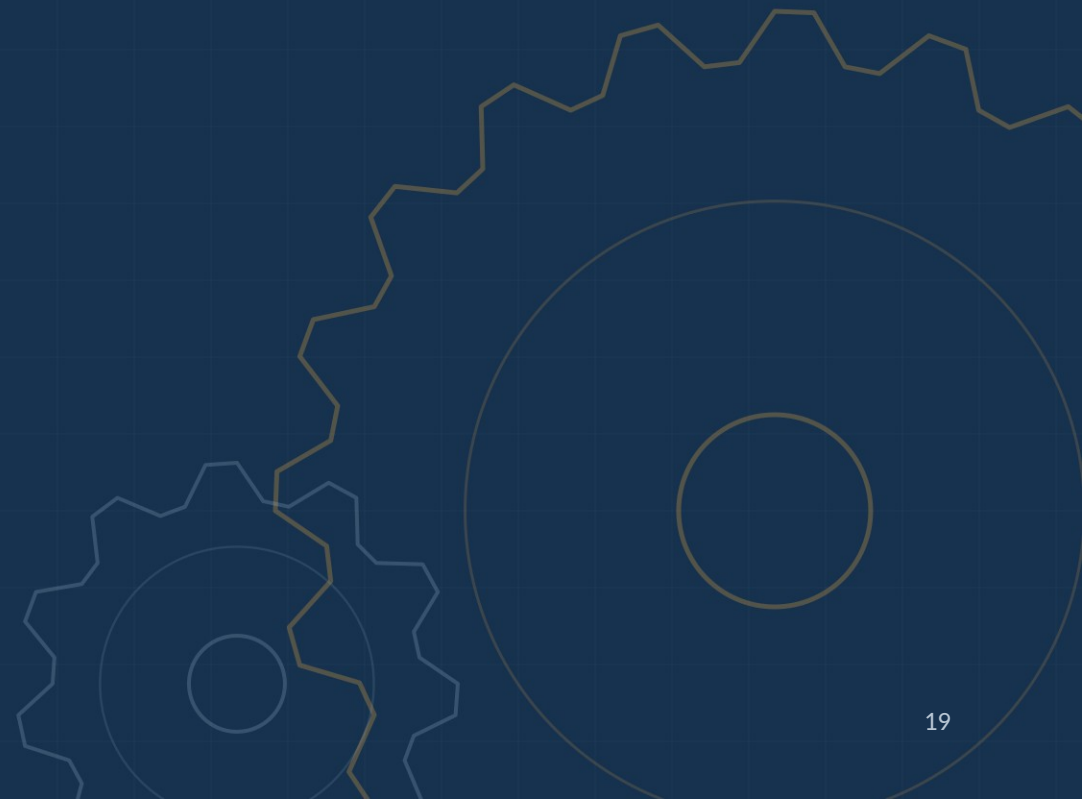


Przyjęcie właściwej strategii utrzymania ruchu maszyn i urządzeń.

03

Strategie utrzymania ruchu

Od „ja produkuję – ty naprawiasz” do strategii opartych na stanie i niezawodności



Stereotyp „ja produkuję – ty naprawiasz”

W wielu przedsiębiorstwach produkcyjnych (i nie tylko) w odniesieniu do maszyn i innych złożonych urządzeń utrwał się tradycyjny podział obowiązków wynikający ze stereotypu „ja produkuję – ty naprawiasz”. Stereotyp ten określa podejście, że „wszelkie czynności związane z obsługą i remontami maszynami, nawet najprostsze, należą do obowiązków działu utrzymania ruchu”.

Działy utrzymania ruchu wpasowując się w tę konwencję, wypracowały różne strategie postępowania. Strategia – w znaczeniu ogólnym oznacza naczelną orientację (gospodarczą, społeczną, militarną, itp.), która wyraża dominujący kierunek działania danego systemu.



KLUCZOWA MYŚL

Strategia – naczelną orientacją wyrażającą **dominujący kierunek działania** danego systemu.

Cztery problemy decyzyjne strategii UR

Strategią utrzymania ruchu można nazwać ciąg decyzji określających program postępowania związanego z zapobieganiem awariom maszyn oraz ich usuwaniem.

U podstaw przyjęcia określonego programu leżą cztery problemy decyzyjne:



Zapobiegać czy łagodzić skutki występowania awarii?



Jak rozpoznać wcześniej symptomy możliwej awarii?



Jak rozpoznać ukryte uszkodzenia prowadzące w efekcie do awarii?



Jak postępować, kiedy brak możliwości działań zapobiegawczych?

Kategorie zadań działów UR (1)

Problemy te określają kategorie zadań nakładanych na działy utrzymania ruchu:



Zadania z priorytetem czasu

ukierunkowane bezpośrednio na zapobieganie lub opóźnienie wystąpienia awarii. Są to wszelkiego rodzaju przeglądy po określonym przebiegu czasowym maszyny lub ilości wykonanej pracy. Kluczowym kryterium jest okresowy charakter tego zadania.



Zadania z priorytetem stanu

ukierunkowane przede wszystkim na wykrycie początkowych symptomów możliwych awarii. Można dokonać tego poprzez pomiary określonych parametrów pracy urządzeń w czasie i ich porównywanie z wartościami ustalonymi wcześniej jako awaryjne.

Kategorie zadań działów UR (2)



Zadania z priorytetem znalezienia uszkodzenia

ukierunkowane na rozpoznanie powstałych uszkodzeń, zabezpieczając tym samym urządzenie przed dalszym zniszczeniem. Działalność ta zmierza głównie do wykrycia tzw. awarii ukrytych, które są zjawiskiem wysoce niepożądanym. Przykładem mogą być tu okresowe badania kontrolne pojazdów.



Zadania z priorytetem pracy urządzeń

świadoma decyzja o uruchomieniu i pracy urządzeń, aż do momentu wystąpienia awarii; uwarunkowana zwykle fizyczną niemożnością zastosowania innych działań lub brakiem środków finansowych na ten cel.

Kryteria wpływające na rodzaj strategii

Kryterium	Koncepcja działania	Nazwa strategii
Postawa metodologiczna badacza	Poprawianie istniejącego	przyrostowa
	Nowe rozwiązanie	modelowa
Stopień zaprogramowania zmian	Do jednego urządzenia	korekcyjna
	Do wielu urządzeń	korygująca
Wzorzec poszukiwań nowych rozwiązań	Metoda prób i błędów	przeciążeniowa
	Prognoza niezawodności	profilaktyczna



„W zarządzaniu dyspozycyjnością maszyn najważniejsze jest **biznesowe myślenie**, a nie analiza technicznych możliwości jej zapewniania.”

— A. Góralczyk

Typowe strategie utrzymania ruchu



Strategie reaktywne i prewencyjne

W praktyce występują dwa rodzaje strategii utrzymania ruchu:

- **strategie reaktywne** – utrzymanie ruchu wg tej strategii zakłada możliwość wystąpienia usterki, lecz nie są podejmowane żadne specjalne działania, mogące kontrolować i przeciwdziałać jej wystąpieniu. Przykładem może być żarówka, którą się użytkuje, aż do momentu uszkodzenia a następnie wymienia się na nową,
- **strategie prewencyjne (profilaktyczne)** – oparte na zapobieganiu awariom i uszkodzeniom maszyn. U podstaw tych strategii leży założenie dotyczące cyklu życia urządzenia i możliwego ryzyka uszkodzenia. Profilaktyka obsługowa może przybierać przy tym trzy różne formy:
 - okresowa (planowa – według upływu określonego czasu),
 - resursowa (planowa – według wykonania określonej pracy),
 - diagnostyczna (uwarunkowana rzeczywistym stanem maszyny).



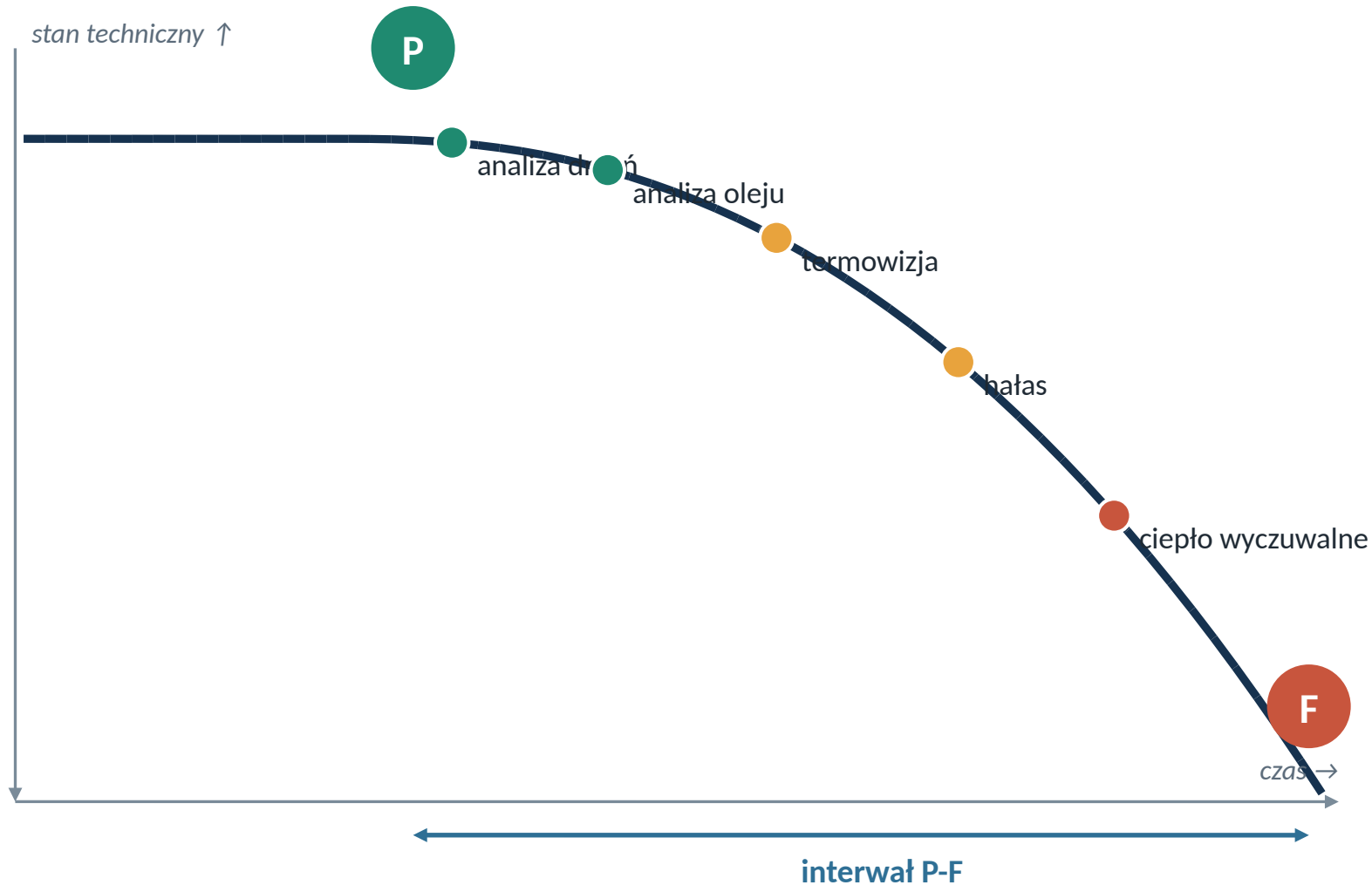
KLUCZOWA MYŚL

Strategia diagnostyczna bada **rzeczywisty stan** elementu – np. wymiana opon po określonym zużyciu bieżnika.

Rodzaje obsługi wg PN-EN 13306



Krzywa P-F – po co monitorować stan?



P – uszkodzenie potencjalne:
pierwszy wykrywalny objaw
rozwijającego się uszkodzenia.

F – uszkodzenie funkcjonalne:
utrata wymaganej funkcji (awaria).

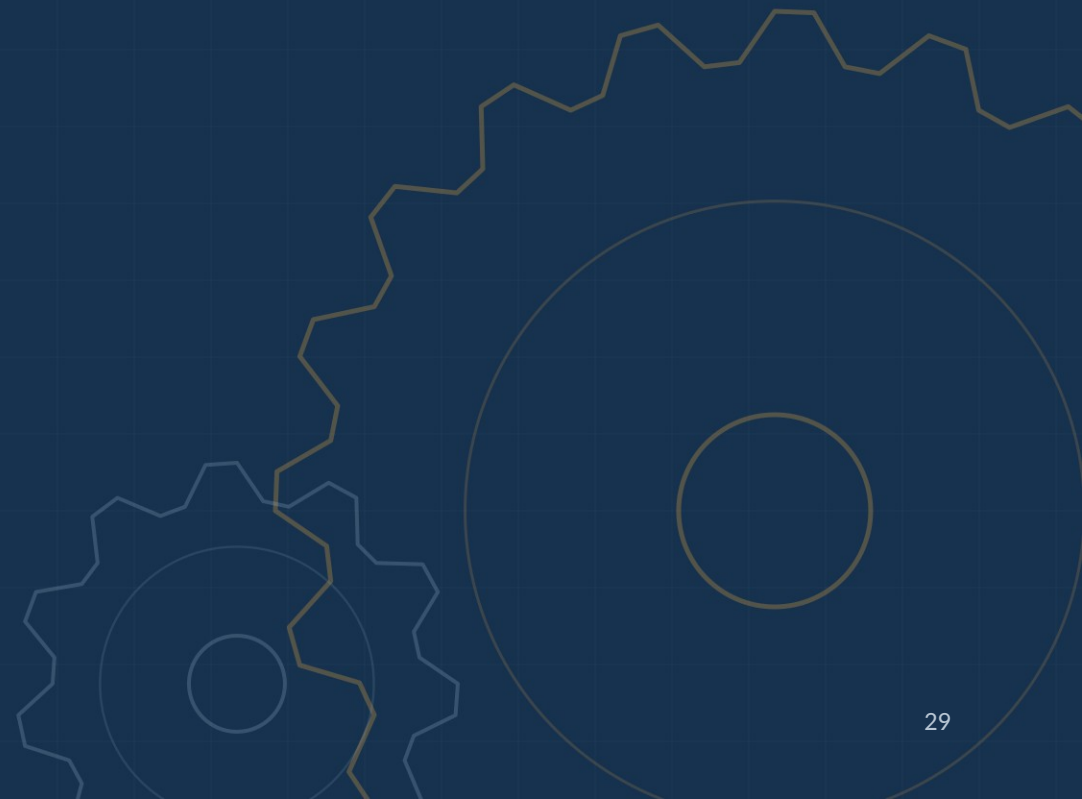
Diagnostyka „przesuwa” wykrycie
w lewo – zostaje więcej czasu na
planową interwencję.

Interwał kontroli < interwał P-F.

04

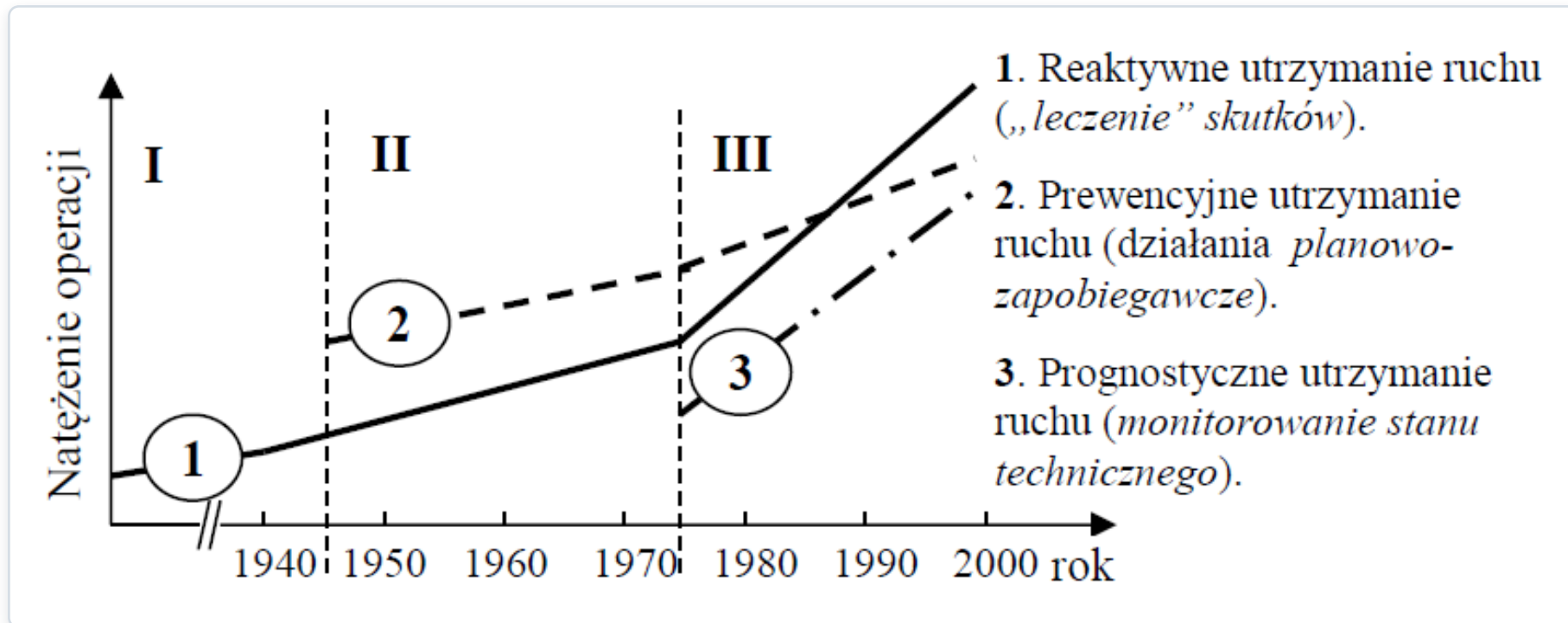
Trendy utrzymania ruchu

Trzy okresy rozwoju – i co przyniosła era cyfrowa



Trzy okresy rozwoju koncepcji utrzymania ruchu

Według S. Legutko, analiza strategii utrzymania ruchu, dokonywana w perspektywie czasowej (historycznej), pozwala na wyróżnienie trzech okresów ich powstawania i rozwoju.



Okres I – reagowanie doraźne

Okres pierwszy (I) – od zarania stosowania urządzeń i maszyn do mniej więcej początku drugiej wojny światowej – charakteryzował się doraźnym reagowaniem na wystąpienie uszkodzeń. Dominowało więc reaktywne podejście do utrzymania ruchu. W tym czasie, z uwagi na stosunkowo niski poziom mechanizacji, wystąpienie awarii nie miało dużego wpływu na ciągłość produkcji. Urządzenia i maszyny były proste w konstrukcji i łatwe w utrzymaniu, dlatego nie było potrzeby wykonywania działań zapobiegawczych z wyjątkiem czyszczenia i smarowania.

Ważniejsze czynności obsługowe, takie jak: remont maszyn, naprawa zespołów czy regeneracja części, wykonywane były jako reakcja na pojawianie się uszkodzeń. Przedsiębiorstwa zorientowane były przede wszystkim na produkt i produkcję, uznając utrzymanie ruchu jako działalność pomocniczą,



KLUCZOWA MYŚL

Do ok. II wojny światowej:
podejście **reaktywne** –
utrzymanie ruchu jako
działalność **pomocnicza**.

Okres II – system planowo-zapobiegawczy

Okres drugi (II) – od lat pięćdziesiątych wiele typów maszyn było już sterowanych numerycznie, a ich konstrukcja stawała się coraz bardziej złożona. Wpływ znaczenia niesprawnego urządzenia na utrzymanie ciągłości produkcji znacznie wzrósł. Istotne były wówczas pytania, czy można przeciwdziałać wystąpieniu uszkodzenia i w jaki sposób powinno się to czynić. Pojawiła się **koncepcja systemu planowozapobiegawczych remontów**, którego istotą jest podejmowanie czynności obsługowych w ustalonych odstępach czasu lub po wykonaniu określonej ilości pracy (strategia według ресурсu).

Charakterystycznymi cechami tego przełomu w myśleniu na temat utrzymania ruchu w tamtym czasie było: powstanie koncepcji zapobiegania uszkodzeniom (prewencyjne utrzymanie ruchu), spowodowane zwiększeniem zależności procesów wytwarzania od stanu urządzeń i maszyn oraz zmiana poglądów na intensywność uszkodzeń – wzrost znaczenia systemów planowania i sterowania utrzymaniem ruchu.



KLUCZOWA MYŚL

Od lat 50.: **prewencyjne** utrzymanie ruchu – obsługi w ustalonych odstępach czasu lub po wykonaniu określonej pracy.

Okres III – RCM i TPM

Okres trzeci (III) – połowa lat siedemdziesiątych XX wieku to początek kolejnego okresu rozwoju metod utrzymania ruchu. Kluczowym elementem stało zapewnienie bezuszkodzeniowej pracy maszyn w całym okresie ich użytkowania. Strategia prewencyjnego utrzymania ruchu nie sprawdza się bowiem w przypadkach występowania znaczącej liczby uszkodzeń we wczesnej fazie życia maszyny. Pojawiły się więc nowe koncepcje, m.in. takie jak:



RCM (Reliability Centered Maintenance)

utrzymanie ruchu skierowane na niezawodność (strategia wg niezawodności),

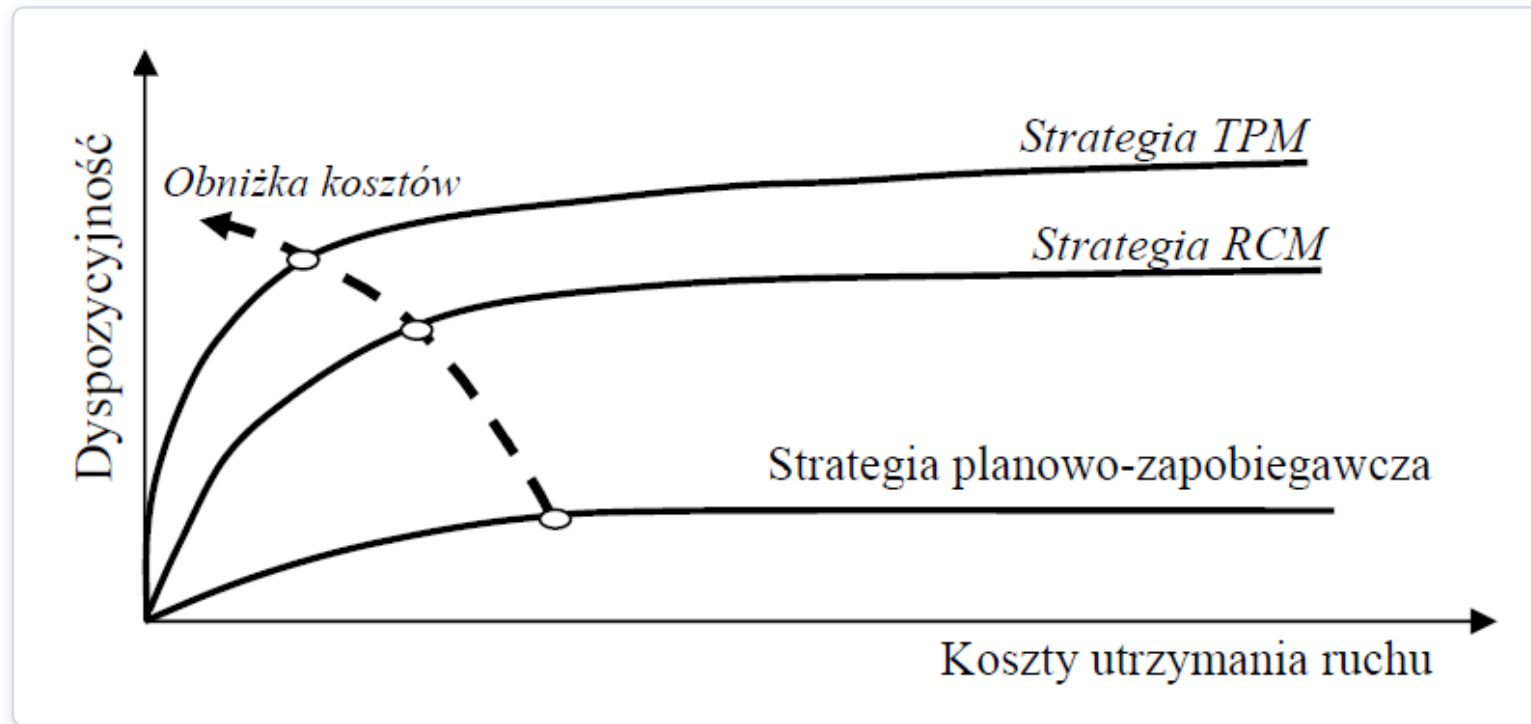


TPM (Total Productive Maintenance)

całościowe utrzymanie ruchu zorientowane na produktywność (lub ściślej – utrzymanie ruchu zintegrowane z produkcją).

Konkurencyjność strategii utrzymania ruchu

Z praktyki inżynierskiej znany jest fakt, że osiągnięcie zadanego celu (dyspozycyjność maszyny) jest na ogół możliwe poprzez stosowanie bardziej zaawansowanych strategii.



Konkurencyjność strategii utrzymania ruchu maszyn

TPM – osiem filarów

TPM – Total Productive Maintenance



Fundament: 5S • zaangażowanie wszystkich pracowników • cel: zero awarii, zero defektów, zero wypadków

OEE – całkowita efektywność wyposażenia



OEE łączy w jednej liczbie skutki **niezawodności** (dostępność), **sprawności procesu** (wydajność) i **jakości**. Pozwala ocenić efekty strategii UR i wskazać, która grupa strat jest największa – to punkt wyjścia do doskonalenia w TPM.

Kiedy stosować strategię planowo-zapobiegawczą?

Jeśli spełnienie wymagań wybranej strategii nie jest możliwe, należy dążyć do utrzymania ruchu opartego na monitorowaniu stanu technicznego. Gdy to jest niewykonalne, z przyczyn technicznych lub finansowych, należy wdrożyć utrzymanie planowo-zapobiegawcze. W takiej sytuacji mamy do czynienia z zadaniami z kategorii priorytetu czasowego. Stosowanie strategii planowo-zapobiegawczej jest właściwe głównie w przypadkach:

- rutynowych inspekcji,
- podstawowej opieki nad maszynami (czyszczenie, smarowanie, regulacja, itp.),
- kalibracji instrumentów (narzędzi pomiarowych),
- użycia jako narzędzia do analizy, planowania i harmonogramowania prac utrzymania, przestrzegania wymagań dyrektyw uregulowanych prawem,
- gdy dane statystyczne wskazują, że urządzenie ulega uszkodzeniom w sposób powtarzalny, który można powiązać ze stopniem zużycia.



KLUCZOWA MYŚL

Kolejność wyboru: **TPM / RCM → monitorowanie stanu → planowo-zapobiegawcza → reaktywna.**

Ograniczenia strategii planowo-zapobiegawczej

W innych sytuacjach stosowanie tej strategii nie jest właściwe ponieważ:

- intensywność zużywania elementów maszyn nie jest stała w czasie użytkowania,
- charakterystyki niezawodnościowe producentów maszyn nie uwzględniają specyficznych warunków eksploatacji, które mogą wystąpić u konkretnego użytkownika,
- czas poprawnej pracy maszyn między uszkodzeniami ulega skróceniu w miarę upływu czasu eksploatacji,
- zakres obsługa i napraw wzrasta wraz z czasem eksploatacji.

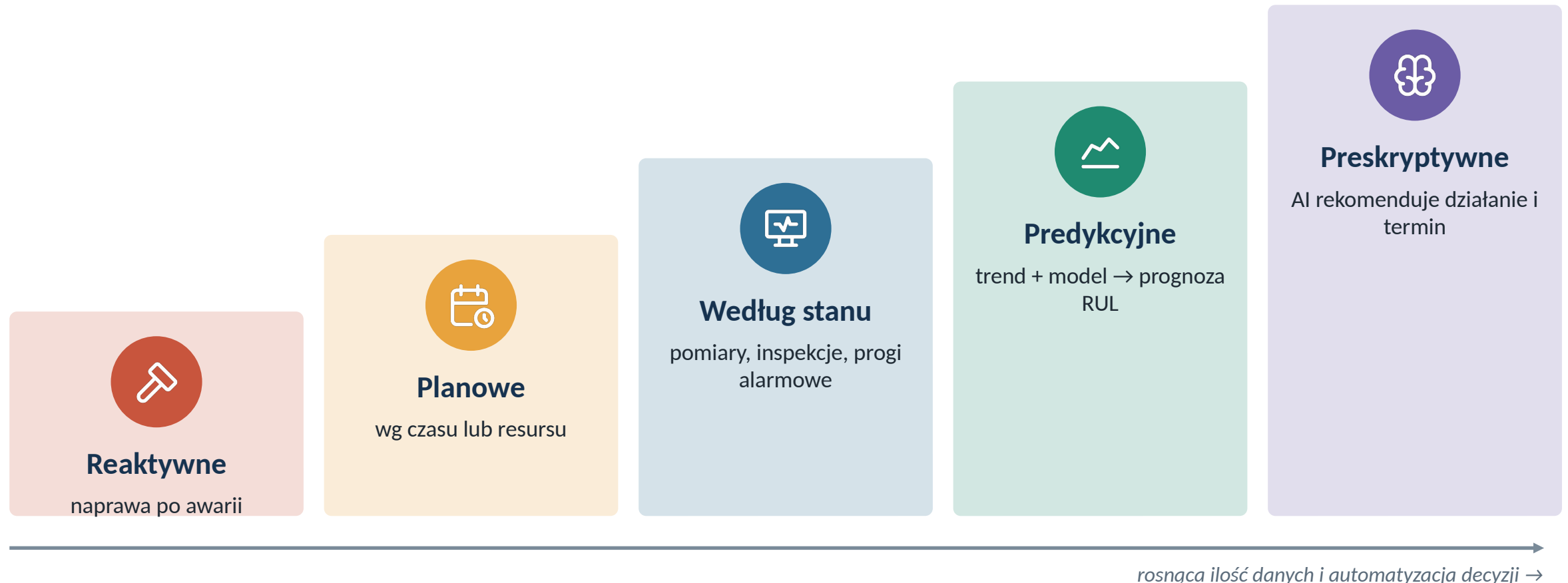


KLUCZOWA MYŚL

Strategia „od awarii do awarii” – dla uszkodzeń o **małych skutkach** ekonomicznych i bez zagrożeń bezpieczeństwa.

Dojrzałość utrzymania ruchu – od reakcji do predykcji

Industrial IoT, CMMS, uczenie maszynowe



05

Systemy wspomagające utrzymanie ruchu

Systemy klasy CMMS – funkcje, rynek, wdrożenie



Zadania UR wspierane komputerowo

Możliwe zadania utrzymania ruchu, realizowane przy użyciu wsparcia komputerowego, to m.in.:



Zbieranie i analiza historii stanów maszyn i urządzeń,



Analiza kosztów obsługowo-naprawczych,



Optymalizacja przydziału zasobów do działań naprawczo-obługowych (analiza Pareto),



Koordinacja działań utrzymania ruchu z planem produkcyjnym,



Centralna administracja zgłoszeń awarii,



Rutynowe planowanie i harmonogramowanie (90% wszystkich prac utrzymania ruchu),



Standaryzacja metod utrzymania ruchu,



Połączenie z magazynem części, pozwalające na skoordynowane zamówienia, koordynacja między pracami utrzymania, monitorowaniem stanu oraz prognozami.

Systemy CMMS

Systemy informatyczne przeznaczone do tego rodzaju zadań określane są skrótem **CMMS** (ang. **Computer Aided Maintenance Management Systems**).

Systemy te z reguły pracują na transakcyjnych bazach danych, w których gromadzona jest informacja o obiektach eksploatacji oraz o ich otoczeniu [55].

Systemy CMMS występują najczęściej jako samodzielne programy do kompleksowej obsługi maszyn i urządzeń, ale mogą też być odpowiednimi modułami **systemów ERP** (ang. **Enterprise Resource Planning**).

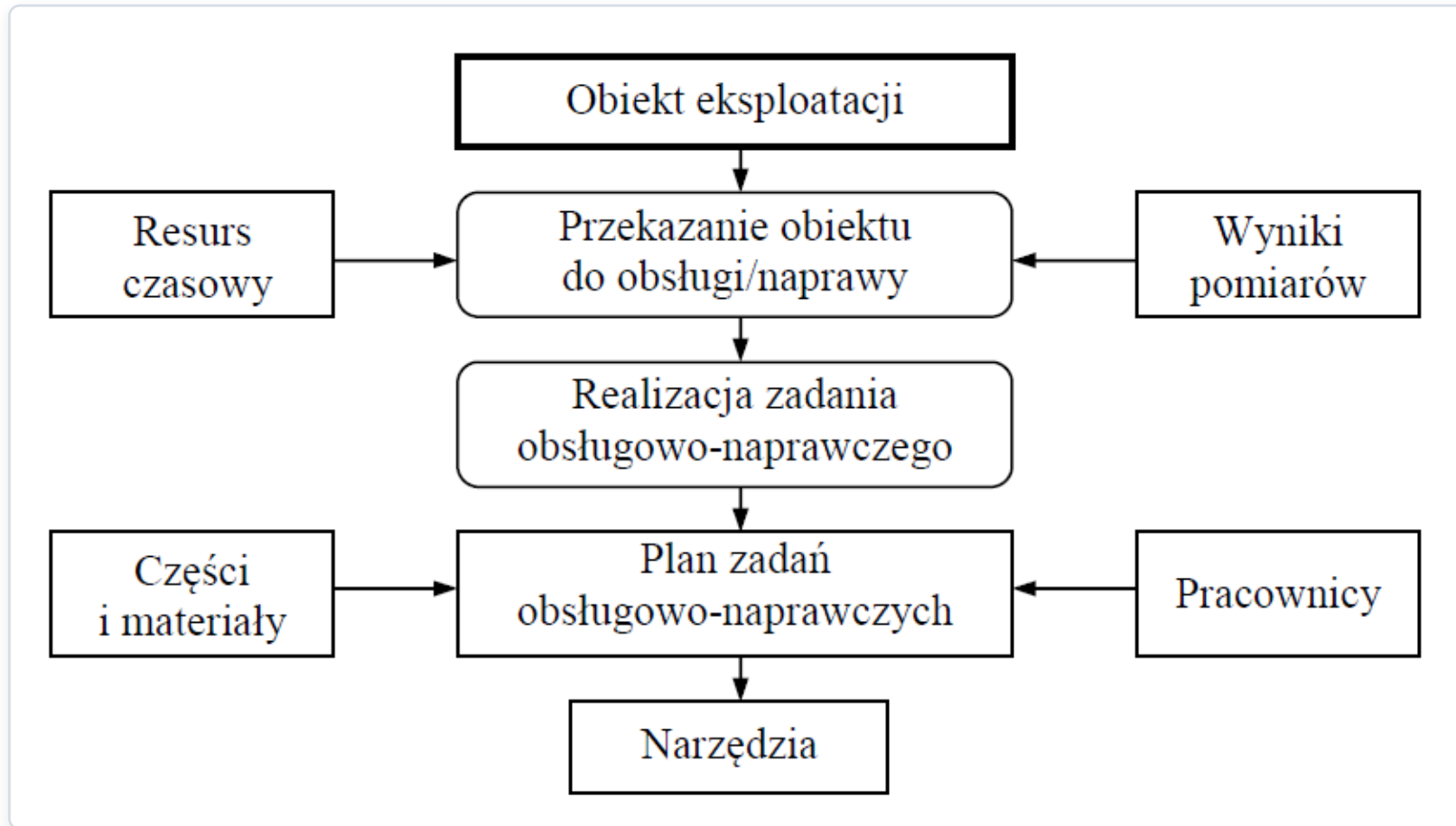
Systemy klasy **CMMS** należą do najbardziej złożonych pod względem informatycznym systemów przedsiębiorstwa. Działają na styku wielu procesów biznesowych, dotyczących zarówno przepływów rzeczowych, jak i finansowych. Ich głównym celem jest automatyzacja prac związanych z zarządzaniem środkami trwałymi infrastruktury technicznej.



KLUCZOWA MYŚL

CMMS – jeden z **najbardziej złożonych** systemów przedsiębiorstwa: łączy przepływy **rzeczowe i finansowe**.

Funkcje realizowane w systemie CMMS



Ogólny schemat funkcji realizowanych w systemie CMMS

Systemy CMMS na rynku polskim (1)

Z badań wynika, że obecnie oferowanych jest w Polsce ponad dwadzieścia programów typu CMMS, począwszy od niewielkich, przeznaczonych do pojedynczych urządzeń (np. Maszyna), na kompleksowych systemach kończąc (np. SAP, Maximo, Aretics):



SAP

to najpopularniejszy system CMMS w Polsce. Jednak nie jest to w pełni system CMMS, a jedynie system finansowo-księgowy z rozbudowaną funkcjonalnością ułatwiającą nadzór nad środkami trwałymi w firmie i gospodarką remontową,



Maximo

jest podstawowym rozwiązaniem w dziedzinie systemów CMMS oferowanym przez IBM (drugie miejsce pod względem popularności). System zapewnia kompleksową obsługę zasobów niezbędnych do prowadzenia działalności biznesowej,

Systemy CMMS na rynku polskim (2)



CMMS MASZYNA

to godny polecenia program zarządzający maszynami i wspomagający utrzymanie ruchu. Obejmuje takie aspekty jak: ewidencja, historia awarii i eksploatacji, harmonogramy, rejestry części, osprzętu, dokumentacji, zasobów, generator dokumentów itp. Program napisany został przez automatyka, dobrze umocowany w realiach małej i średniej firmy. Dostępne są wersje: jedno- i wielostanowiskowa,



ARETICS

to jeden z mniej rozpowszechnionych, ale cenionych systemów CMMS. Został skonstruowany dla firm chcących budować efektywną organizację utrzymania ruchu i uzyskać pełną kontrolę nad wydajnością swoich systemów produkcyjnych.

CMMS / EAM dziś – stan rynku i trendy



Duże systemy EAM

SAP S/4HANA – moduł Asset Management (dawniej SAP PM); **IBM Maximo Application Suite** – platforma z modułami monitorowania i predykcji.



CMMS w chmurze (SaaS)

Abonamentowe systemy dostępne z przeglądarki i telefonu (np. Fiix, UpKeep, MaintainX, Limble) – szybkie wdrożenie, także w MŚP.



Rozwiązania krajowe

Polscy dostawcy oferujący CMMS dla przemysłu (m.in. Queris, DIMO Maint, Aretics) – z lokalnym wsparciem i polską dokumentacją.



Mobilność i znaczniki

Zgłoszenia awarii z telefonu, kody QR / NFC na maszynach, zdjęcia i podpisy w zleceniu.



Integracja z IIoT

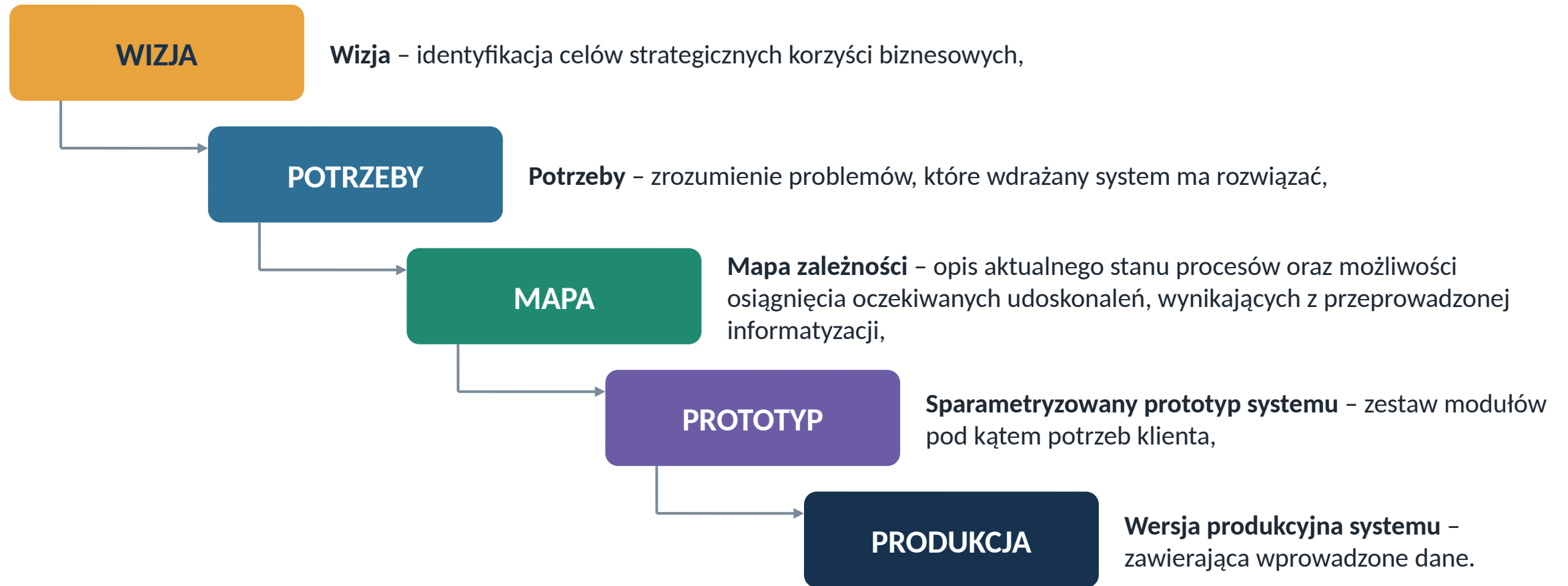
Automatyczne zlecenia na podstawie danych z czujników i progów alarmowych (obsługa według stanu).



Analityka i AI

Wskaźniki MTBF, MTTR, OEE w czasie rzeczywistym; modele predykcyjne i asystenci AI do analizy historii awarii.

Fazy wdrażania systemów klasy CMMS



Wartość systemowi CMMS nadaje użytkownik – przez akceptację formuł i utożsamienie procedur firmy z algorytmem systemu.

Pytania kontrolne



1. Jakie są zadania Służb Utrzymania Ruchu? Na czym polega dylemat „naprawiać czy wymieniać”?
2. Czym różni się remont od naprawy? Wymień metody regeneracji części.
3. Scharakteryzuj strategie reaktywne, planowe i prognostyczne. Jak odpowiadają im rodzaje obsługi wg PN-EN 13306?
4. Wyjaśnij krzywą P-F i znaczenie interwału P-F dla planowania kontroli.
5. Omów trzy okresy rozwoju utrzymania ruchu. Czym są RCM i TPM?
6. Jak oblicza się wskaźnik OEE? Jakie funkcje realizuje system CMMS?

Dziękuję za uwagę

Następny wykład: W5. Trwałość i zużycie maszyn

dr inż. Radosław Gościński

