

GRZEGORZ BORUTA

PODSTAWY EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ

POJĘCIA WSTĘPNE

Urządzenia techniczne (urządzenia):

- narzędzia umożliwiające i ułatwiające działalność człowieka,
- efekt myśli i działania człowieka – są celowo wymyślane, konstruowane i wytwarzane,
- obiekty fizyczne wyprodukowane i wykorzystywane w określonym celu, umożliwiające czy tylko ułatwiające wykonanie określonego działania – narzędzia służące do osiągnięcia jakiegoś celu.

Fazy istnienia urządzeń:

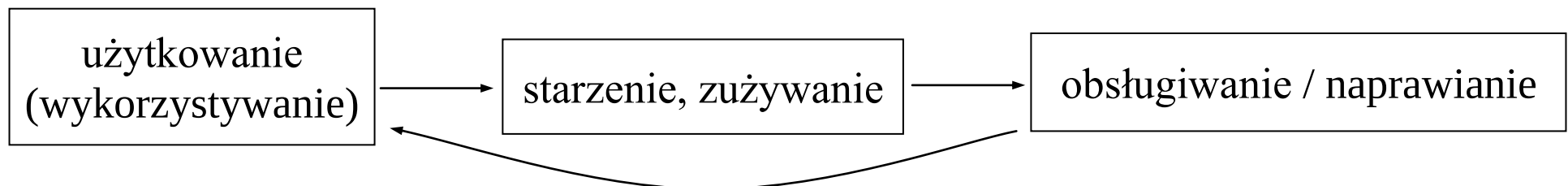
- pomysł wynikający z potrzeby,
- projekt,
- wytworzenie,
- eksploatacja,
- likwidacja.

**Eksploatacja** – wszystkie procesy jakim podlega urządzenie od chwili jego wyprodukowania do likwidacji:

- działania człowieka – najlepiej celowo i świadomie podejmowane działania (czynności) organizacyjne i techniczne pozwalające na niezawodną pracę urządzenia w każdych warunkach (użytkowanie i obsługiwanie),
- fizyczne procesy destrukcyjne związane z istnieniem urządzenia jako obiektu materialnego o uporządkowanej strukturze – starzenie, zużywanie, uszkodzanie, pogarszanie jego stanu, zmniejszanie możliwości jego wykorzystania.

**Użytkowanie** – świadome działanie z urządzeniem w celu wykonania zadań (wykorzystywanie funkcji użytkowych urządzenia); też oczekiwanie urządzenia gotowego do pracy na jego wykorzystanie.

**Obsługiwanie / naprawianie (remontowanie)** – świadome zabiegi wykonywane na urządzeniu pozwalające na zachowanie / przywrócenie jego przydatności do użytkowania (obowiązujących wartości jego parametrów technicznych); też oczekiwanie urządzenia niegotowego do pracy na wykonanie prac obsługowych / naprawczych w procesie obsługi / naprawy.



**Eksploatacja** – od chwili wyprodukowania do likwidacji. Urządzenie bywa użytkowane lub obsługiwane / naprawiane lub czeka na te procesy:

- czeka na kolejne użytkowanie po poprzednim,
- czeka na obsługiwane / naprawianie po użytkowaniu,
- czeka na użytkowanie po obsługiwaniu / naprawianiu,
- czeka w przerwie użytkowania,
- czeka w przerwie obsługi / naprawiania.

**Magazynowanie (składowanie)** – utrzymywanie urządzenia podczas przerw w użytkowaniu, w odpowiednio wydzielonych i przygotowanych magazynach w warunkach nie pogarszających jego parametrów technicznych.

**Przechowywanie** – utrzymywanie urządzenia podczas dłuższych przerw w użytkowaniu, poprzedzone realizacją czynności obsługowo-naprawczych zabezpieczających go przed oddziaływaniem środowiska lub upływem czasu.

**Resurs – potencjał eksploatacyjny** – przewidywana ilość pracy, jaką może wykonać urządzenie (użytkowane) do określonego działania z nim wykonywanego (do rozpoczęcia obsługi – resurs do obsługi, resurs międzyobsługowy; do rozpoczęcia naprawiania – resurs do naprawy, resurs międzynaprawczy; do likwidacji – resurs docelowy).

Resurs jest cechą urządzenia kształtowaną w projektowaniu i wytwarzaniu (początkowy nowego urządzenia) oraz obsługiwaniu / naprawianiu (początkowy po obsłudze / naprawie).

Resurs początkowy zależy od jakości projektu i procesu produkcji urządzenia. Resurs początkowy po obsłudze / naprawie zależy od jakości obsługi / naprawiania.

Tempo (intensywność) zużywania (wyczerpywania) ресурсu zależy od człowieka korzystającego z urządzenia (operatora) i od warunków tego korzystania (jego otoczenia – warunków mechanicznych, elektrycznych i magnetycznych, cieplnych, klimatycznych, chemicznych, biologicznych) – od jakości użytkowania.

Ilość pracy wykonanej przez urządzenie może być wyrażana **miarą eksploatacji**, różną dla różnych urządzeń, np. ogólnie czasem w latach, dobach lub godzinach, dla maszyn – ilością zużytej energii zasilającej (elektrycznej, uzyskanej ze spalania paliwa itd.), dla pojazdów – przebytą drogą w km, dla silników – liczbą przepracowanych godzin w mth, dla urządzeń o pracy cyklicznej – liczbą cykli itp.).

Każde urządzenie posiada **zdeeterminowaną strukturę**, zależną od jego przeznaczenia i właściwości użytkowych. Struktura ta jest charakteryzowana przez kształt, wymiary i wzajemne rozmieszczenie części, rodzaj ich połączeń, pasowania, luzy i sposób współpracy, parametry opisujące deformacje kształtu (np. owalność, stożkowatość, falistość itp.), sprężystość elementów, szczelność, przepuszczalność (np. elementów filtrujących), stopień filtracji, gęstość (np. elektrolitu) – przez tzw. **parametry struktury**. Struktura ta determinuje charakterystyki ekonomiczne i techniczne urządzenia – jego **stan techniczny**.

Parametry struktury, ustalane podczas projektowania urządzenia, są wielkościami zmiennymi:

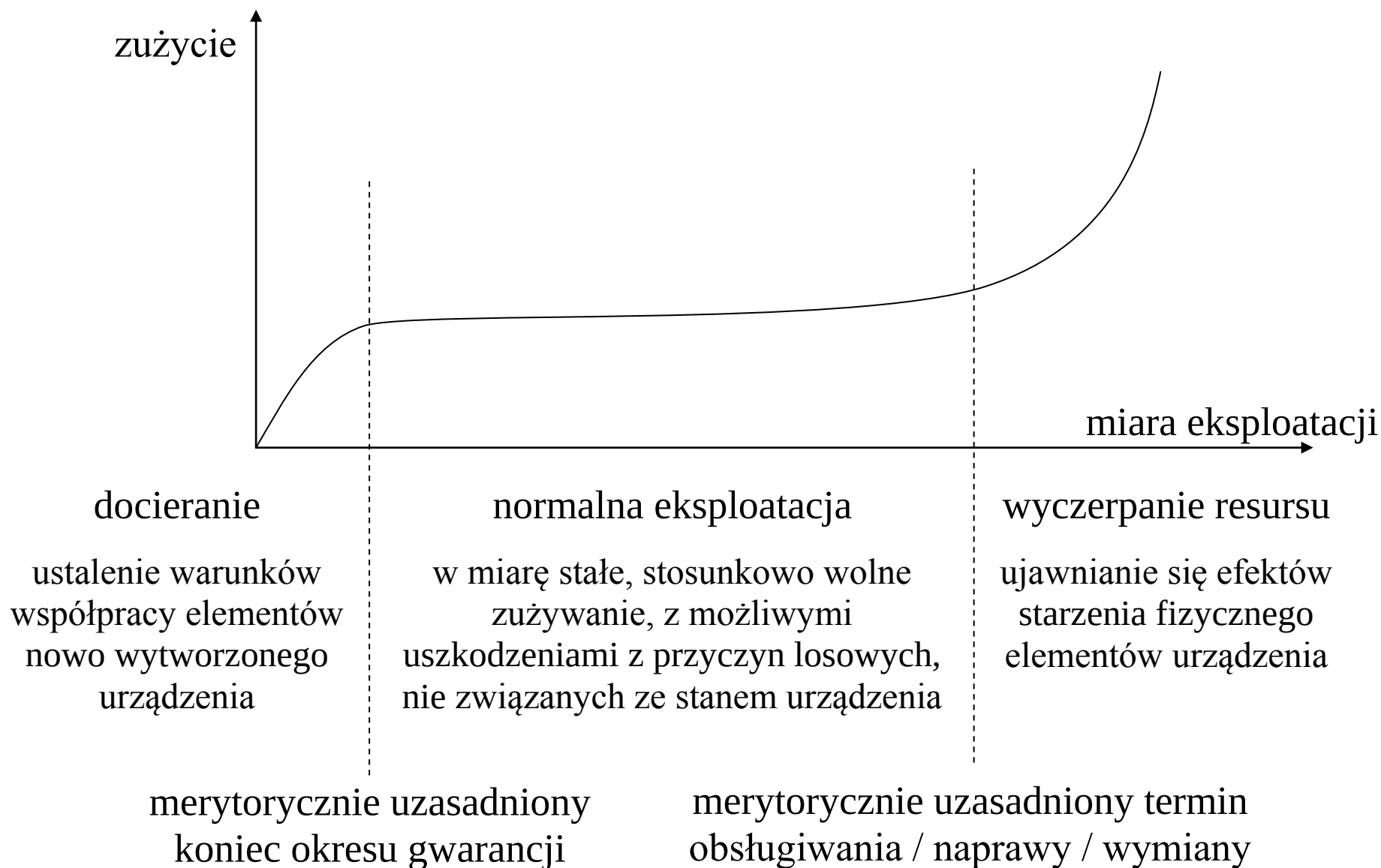
- podczas wytwarzania zależą od jakości procesu produkcji,
- w okresie eksploatacji zależą od przebiegu procesów wymuszających starzenie.

Starzenie – ciągłe zmiany pierwotnego stanu urządzenia (parametrów struktury) w kierunku pogarszania jego właściwości użytkowych:

- fizyczne – zmiany wartości parametrów struktury: zmiana masy, wymiarów, kształtu, twardości, sprężystości, lepkości, gęstości, koloru, luzów w parach kinematycznych, siły mocowań elementów, regulacji itd.,
- moralne – utrata przydatności do wykorzystywania w efekcie postępu technicznego i pojawiania się nowych urządzeń o lepszych cechach eksploatacyjnych.

Zużycie – mierzalny, fizyczny ubytek materiału urządzenia (ścieranie, korozja, erozja, parowanie, łuszczenie i pękanie (też zmęczeniowe)).

Krzywa Lorenza – zmiana wartości zużycia typowego urządzenia eksploatowanego w prawidłowych warunkach w funkcji miary eksploatacji.



**Zdatność (gotowość techniczna, sprawność techniczna)** urządzenia – stan urządzenia (charakteryzowany przez odpowiednie wartości parametrów jego struktury – **stan techniczny**) umożliwiający jego natychmiastowe (lub po wykonaniu technologicznie niezbędnych działań) użycie zgodnie z jego przeznaczeniem.

Urządzenie zdatne może być użytkowane.

Urządzenie niezdatne powinno być obsługiwane / naprawiane / wymienione na zdatne.



## Prakseologiczne modele działania

Prakseologia – nauka o celowym działaniu człowieka – teoria sprawnego działania.

Każde celowe działanie człowieka realizuje się w łańcuchu działania  $\mathcal{L} = \langle x, y, z \rangle$

- $x$  – podmiot działania – człowiek określający cel działania i je inicjujący,
- $y$  – pośrednik działania – narzędzie pozwalające osiągnąć cel działania,
- $z$  – przedmiot działania, na którym zlokalizowany jest cel działania.

W postaci takiego łańcucha można przedstawić eksploataowanie urządzenia.

Eksploatowane urządzenie jest:

- albo narzędziem pozwalającym osiągnąć pewien cel,
- albo celem działania, gdy należy wykonać pewien zakres czynności koniecznych do utrzymania urządzenia w wymaganym stanie technicznym.

Urządzenie  $U$  jest **użytkowane** gdy istnieje taki łańcuch działania (łańcuch użytkowania)  $L_u$ , w którym urządzenie jest pośrednikiem działania:  $L_u = \langle x, U, z \rangle$ .

Budowa i przeznaczenie (możliwe cele i przedmioty działania) urządzenia pociągają różne rodzaje użytkowników.

*urządzenie – pojazd*

*realizowany jest cel transportowy – pojazd wykorzystywany jest do przemieszczenia ładunku (pasażerów) – jest on pośrednikiem w łańcuchu działania*

*Przykłady łańcuchów użytkowania pojazdu:*

| $x$      | - | $p$        | - | $z$                           |
|----------|---|------------|---|-------------------------------|
| kierowca | - | ciężarówka | - | materiał budowlany, robotnicy |
| kierowca | - | taksówka   | - | pasażer                       |
| kierowca | - | autobus    | - | pasażerowie                   |
| kierowca | - | samochód   | - | kierowca                      |

*W ostatnim przykładzie, kiedy  $x = z$ , kierowca jadąc samochodem przewozi sam siebie.*

Urządzenie jest charakteryzowane przez parametry użytkowe takie jak zużycie energii, sprawność, ergonomia, gabaryty, ciężar itd..

Do prawidłowego użycia urządzenia niezbędne są odpowiednie środki techniczne i odpowiednio wykształcone osoby.

W procesie użytkowania urządzenia następuje zużycie jego potencjału eksploatacyjnego (resursu) i zmiana stanu (*np. dla pojazdu np. ubywanie paliwa w zbiorniku*), co pogarsza jego właściwości użytkowe czy wręcz uniemożliwia jej użytkowanie. W celu utrzymania lub przywrócenia zdolności użytkowych urządzenie jest obsługiwane / naprawiane – podlega obsłudze / naprawie (*np. pojazd jest np. tankowany*). Jest ono wtedy przedmiotem działania.

Urządzenie  $U$  jest **obsługiwane / naprawiane** gdy istnieje taki łańcuch działania (łańcuch obsługi / naprawy)  $L_o$ , w którym urządzenie jest przedmiotem działania:

$$L_o = \langle x, y, U \rangle.$$

*urządzenie – pojazd*

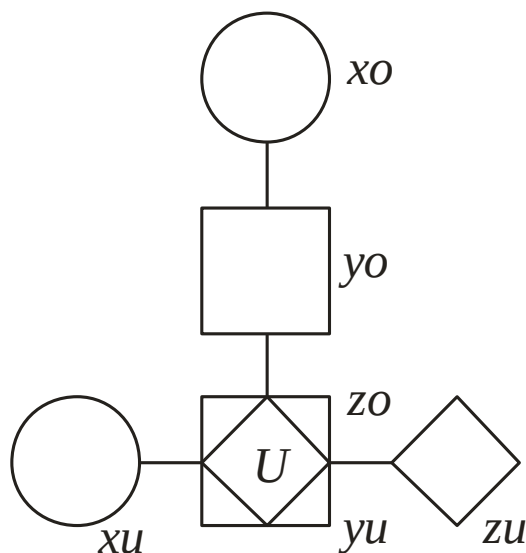
*realizowany jest cel obsługowy / naprawczy – pojazd jest przygotowywany do przemieszczenia ładunku (pasażerów) – jest on pośrednikiem w łańcuchu działania*

*Przykłady łańcuchów obsługi / naprawy pojazdu:*

| $x$                         | - | $y$                   | - | $p$    |
|-----------------------------|---|-----------------------|---|--------|
| kierowca                    | - | podnośnik i narzędzia | - | pojazd |
| pracownik stacji paliw      | - | dystributor paliwa    | - | pojazd |
| mechanik                    | - | narzędzia             | - | pojazd |
| diagnosta                   | - | przysrądy             | - | pojazd |
| brygada obsługowo-naprawcza |   | środkie obsługi       |   | pojazd |

Do prawidłowego wykonania obsługi / naprawy urządzenia niezbędne są odpowiednie środki techniczne i odpowiednio wykształcone osoby.

Urządzenie  $U$  jest **eksploatowane**, gdy jest użytkowane lub obsługiwane / naprawiane, czyli gdy istnieją połączone łańcuchy użytkowania i obsługiwanania / naprawiania, w których urządzenie jest odpowiednio pośrednikiem i przedmiotem działania:  $\mathcal{L}_e = \mathcal{L}_u \cup \mathcal{L}_o$  ( $\mathcal{L}_e$  - łańcuch eksploatacji).



Łańcuch eksploatacji

$x$  - podmiot działania

$y$  - pośrednik działania

$z$  - przedmiot działania

$o$  - obsługiwane / naprawianie

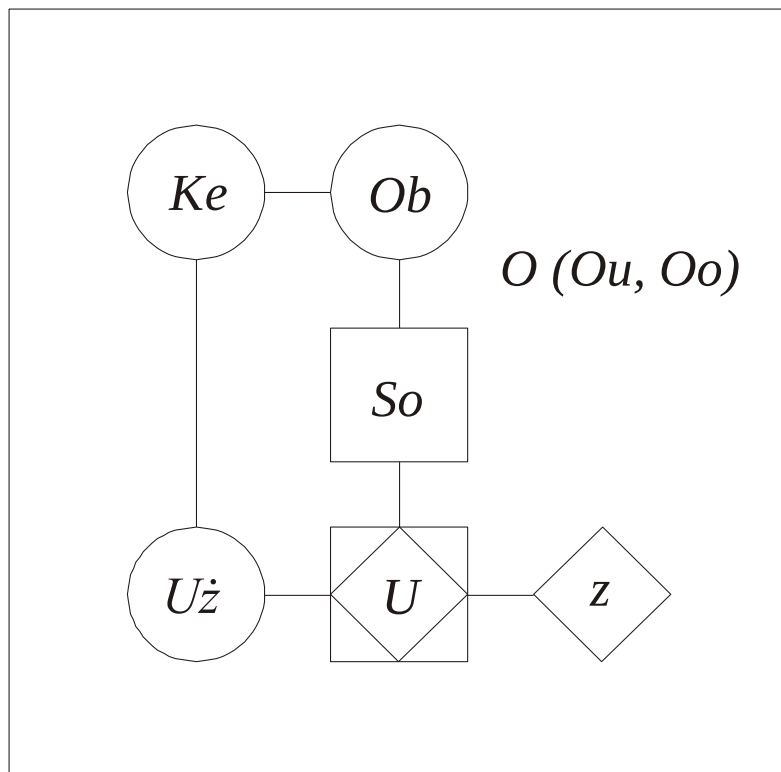
$u$  - użytkowanie

Realizacja procesów eksploatacji odbywa w konkretnej rzeczywistości eksploatacyjnej. Badanie i opis tych procesów wymaga wyróżnienia **otoczenia** łańcuchów działania:

- otoczenie bliższe – wywiera bezpośredni wpływ na przebieg procesów eksploatacji (np. zaopatrywanie w energię i materiały i odbiór wytworzonych produktów),
- makrootoczenie – uwarunkowania prawne, polityczne, społeczne, ekonomiczne przebiegu procesów eksploatacji.

Inicjowanie celowego działania w zakresie eksploatacji urządzeń, kontrolowanie jego realizacji oraz koordynacja przebiegu procesów użytkowania i obsługi / naprawiania jest zadaniem **kierownictwa eksploatacji**, w ramach którego można wyróżnić podrzędne kierownictwo użytkowania i kierownictwo obsługi / naprawiania.

## Makrootoczenie



Elementarny model eksploatacji

*Ke* - kierownictwo eksploatacji

*Uż* - użytkownik

*Ob* - obsługujący / naprawiający

*U* - urządzenie

*So* - środki obsługi / naprawy

*z* - przedmioty działania

*O* - otoczenie

*Ou* - otoczenie łańcucha użytkowania

*Oo* - otoczenie łańcucha

obsługiwanego / naprawiania

Układ działania – stanowisko i obiekt działania (tu: urządzenie).

Stanowisko użytkowania (użytku):  $U\dot{z}$ ,  $z$  i  $Ou$ .

Elementarny układ użytkowania: urządzenie ze stanowiskiem użytkowania.

Stanowisko obsługi / naprawy:  $Ob$ ,  $So$  i  $Oo$ .

Elementarny układ obsługi / naprawiania: urządzenie ze stanowiskiem obsługi / naprawy.

Układ eksploatacji tworzy czwórka:

- stanowisko użytkowania ( $U\dot{z}$ ,  $z$ ,  $Ou$ ),
- stanowisko obsługi / naprawy ( $Ob$ ,  $So$ ,  $Oo$ ),
- urządzenie ( $U$ ),
- kierownictwo eksploatacji ( $Ke$ ).



System – zbiór elementów fizycznych i relacji między nimi.

System działania – elementami są ludzie i urządzenia.

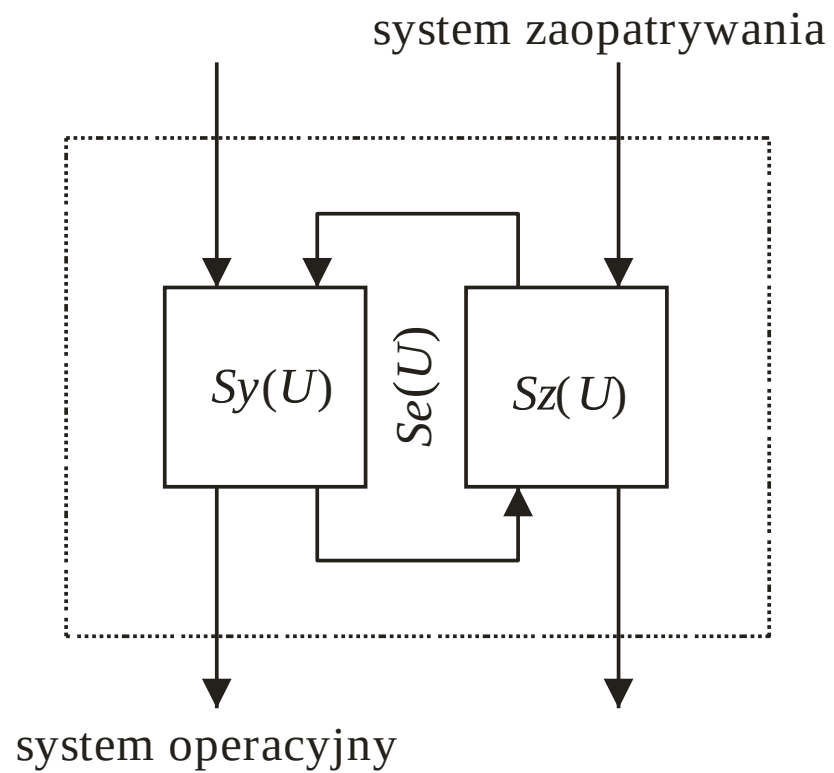
System eksploatacji  $Se(U) = \langle U_{yz}(U), F \rangle$  – uporządkowany zbiorem relacji  $F$  zbiór układów eksploatacji  $U_{yz}(U)$ , w których urządzenie  $U$  jest pośrednikiem  $y$  lub przedmiotem  $z$  działania.

Na system eksploatacji składa się:

- system użytkowania  $Sy(U)$  – w zbiorze układów działania  $U_y(U)$  urządzenie jest pośrednikiem działania,
- system obsługi / naprawiania  $Sz(U)$  – w zbiorze układów działania  $U_z(U)$  urządzenie jest przedmiotem działania.

Relacje  $F$  określają związki zachodzące pomiędzy elementami zbioru układów działania (określenie kolejności realizacji usług / napraw i ich przyporządkowanie wyróżnionym stanowiskom obsługi / naprawy, przyporządkowanie użytkowników stanowiskom użytkowania itp. uwarunkowania organizacyjne).

W zależności od stanu urządzenia i relacji  $F$ , urządzenie znajduje się w systemie użytkowania  $Sy(U)$  lub obsługi / naprawiania  $Sz(U)$ .

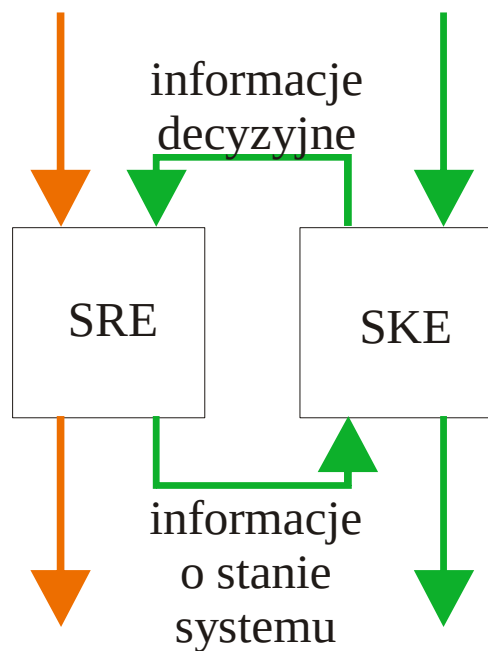


Model systemu eksploatacji

$Sy(U)$  - system użytkowania

$Sz(U)$  - system obsługi / naprawiania

$Se(U)$  - system eksploatacji



Miejsce kierownictwa w systemie eksploatacji

SRE - system realizacji eksploatacji

SKE - system kierowania eksploatacją

**procesy fizyczne przetwarzania energii i masy**

**procesy zbierania i przetwarzania informacji**

Kierownictwo eksploatacji z narzędziami pozwalającymi mu na wpływ na proces eksploatacji tworzy system kierowania eksploatacją.

W systemie kierowania eksploatacją można wyróżnić:

- system decyzyjno-planistyczny (decyzyjny),
- system ewidencyjno-sprawozdawczy (badawczy).

W systemie kierowania eksploatacją zachodzą procesy pozyskiwania, gromadzenia i przetwarzania informacji o eksploatacji. Procesy te są niezbędne do zapewnienia racjonalnego i celowego działania i warunkują podejmowanie optymalnych decyzji przez kierownictwo eksploatacji.

Złożoność procesów eksploatacji sprawia, że podejmowanie optymalnych decyzji wymaga opracowania różnych algorytmów decyzyjnych oraz zgromadzenia niezbędnych informacji pozwalających na realizację konkretnego algorytmu w danej sytuacji decyzyjnej.

Niezbędnym narzędziem zapewniającym gromadzenie oraz przetwarzanie informacji są systemy informatyczne, a w zakresie podejmowania optymalnych decyzji szerokie możliwości dają metody teorii badań operacyjnych i matematyki stosowanej.

Kierowanie procesem eksploatacji urządzeń w złożonych systemach eksploatacji polega na kombinacji dwóch metod kierowania:

- operatywnym (bieżącym) decydowaniu podmiotów eksploatacji opartym o wcześniej przygotowane zasady postępowania w określonych sytuacjach (wynikające np. z doświadczenia); decyzje eksploatacyjne podejmowane są w sposób zdecentralizowany;
- na podstawie okresowych planów działania, zwykle sporządzanych centralnie i realizowanych przez podległe jednostki organizacyjne eksploatujące urządzenia – system z centralnym planowaniem dyrektywnych wskaźników procesu eksploatacji dla podległych jednostek organizacyjnych oraz z operatywnym kierowaniem eksploatacją w tych jednostkach.

## Cele eksploatacji:

- optymalne wykorzystanie funkcjonalności urządzenia do realizacji działań człowieka – operatora;
- dotyczące obiektu eksploatacji:
  - wydłużanie czasu efektywnej pracy,
  - skracanie czasu odnawiania potencjału eksploatacyjnego,
  - zmniejszanie zużycia energii zasilającej,
  - zmniejszanie zużycia materiałów eksploatacyjnych,
  - zwiększanie niezawodności przez eliminację przyczyn nadmiernego zużycia;
- dotyczące procesu eksploatacji (działania systemu eksploatacji):
  - optymalizacja funkcjonowania systemu zaopatrywania,
  - optymalizacja struktur i funkcjonowania systemu kierowania eksploatacją, w tym przepływu informacji i informatycznych systemów wspomagania zarządzania,
  - usprawnianie organizacji i funkcjonowania systemu obsługi / naprawiania, w tym jego infrastruktury technicznej,
  - usprawnianie organizacji i funkcjonowania systemów użytkowania,
  - kształcenie osób eksploatujących urządzenia;
- dotyczące innych zagadnień:
  - formułowanie zaleceń dla projektowania, wytwarzania i likwidacji urządzeń,
  - formułowanie zaleceń dla kształtowania makrootoczenia eksploatacji.