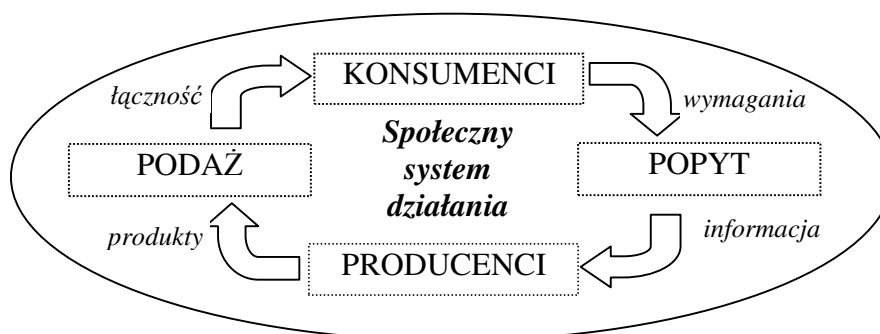


# 1. PROBLEMATYKA EKSPLOATACJI

## 1.1. Przemysłowy proces realizacji

Człowiek jest istotą społeczną – żyje i przejawia życiową aktywność wśród innych ludzi. Współdziałanie ludzi doprowadziło do powstania organizacji społecznych, a wśród nich takich, które prowadzą działalność gospodarczą. Działalność ta polega na realizacji określonych procesów wytwarzania produktów lub świadczeniu usług i prowadzona jest w celach zarobkowych [117]. Procesem realizacji określa się więc splot działań, których celem jest zaspokojenie czyich potrzeb. Proces realizacji, w czasie którego wytwarza się w sposób masowy (przemysłowo) jakieś wyroby służące do zaspokojenia określonych potrzeb społecznych (indywidualnych lub grupowych) nazywa się przemysłowym procesem realizacji [93].

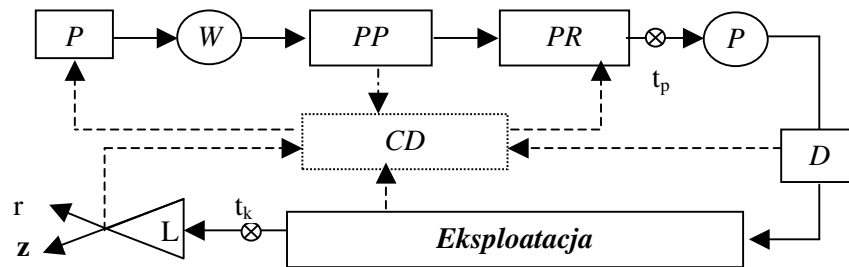
Główną siłą napędzającą rozwój procesów przemysłowych jest i będzie nadal branża produkcyjna. Jej domeną działania są procesy produkcyjne. Każdy powtarzalny proces może i winien być traktowany jak produkcja. Pierwszą i najważniejszą fazą przemysłowego procesu realizacji jest produkcja, której istotą jest wytwarzanie dóbr przeznaczonych na wymianę. Podział zajmuje się rozdysponowaniem tych dóbr wśród konsumentów. Konsumpcja zaś polega na zaspokajaniu ludzkich przy pomocy dóbr i usług. Bez produkcji nie ma podziału, bez podziału nie ma konsumpcji, a konsumpcja napędza produkcję i tym sposobem tworzy się społeczny system działania – rys. 1 [137].



Rys. 1. Schemat społecznego systemu działania [137]

Proces produkcyjny to celowo zaprojektowany i zorganizowany układ materialny, energetyczny i informacyjny, eksploatowany przez człowieka

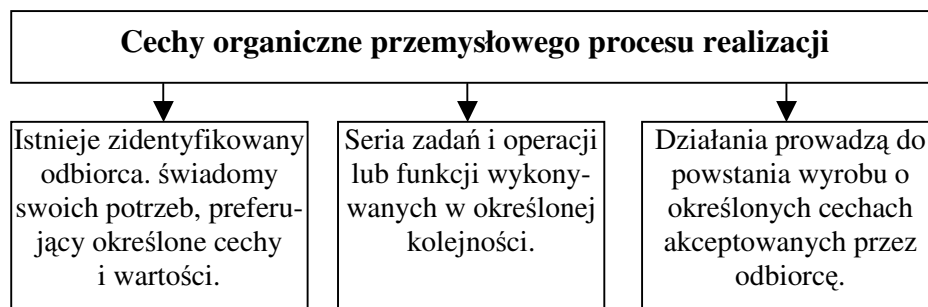
i służący wytwarzaniu określonych produktów (wrobów lub usług), w celu zaspokojenia różnorodnych potrzeb konsumentów [45]. Proces produkcyjny tworzy przedsiębiorstwo, dysponując środkami produkcji (urządzenia) oraz technologiami, które umożliwiają realizację przyjętej koncepcji działania [54]. Ogólny schemat przemysłowego procesu realizacji pokazano na rys. 2 (opis w tekście) [56].



Rys. 2. Schematu przemysłowego procesu realizacji [56]

Proces rozpoczyna się od identyfikacji potrzeb ( $JP$ ), której wynikiem jest zbiór wymagań ( $W$ ), określający m.in. żadaną jakość wyrobów. Kierując się wymaganiami przystępuje się do przygotowania produkcji ( $PP$ ), po którym następuje uruchomienie produkcji ( $PR$ ). W pewnej chwili  $t_p$  otrzymuje się produkt ( $P$ ), który poprzez kanały dystrybucji ( $D$ ) trafia do użytkownika w celu eksploatacji.

Okres eksploatacji (mimo, że najdłuższy w całym procesie istnienia wyrobu) kończy się w jakiejś chwili  $t_k$ , po czym następuje likwidacja ( $L$ ) tego wyrobu przez złomowanie ( $z$ ) lub recykling ( $r$ ). Informacje z poszczególnych etapów zbierane są w centrum decyzyjnym ( $CD$ ), gdzie realizowane są procesy zarządcze. Niezależnie od rodzaju prowadzonej działalności, czy też wielkości przedsiębiorstwa, każdy taki proces opisują trzy cechy – rys. 3 [1].



Rys. 3. Cechy organiczne przemysłowego procesu realizacji [1]

Odbiorcą wyrobów jest, jako wiadomo, rynek tworzony przez konsumentów. W systemie gospodarki rynkowej jemu podporządkowany jest całokształt filozofii produkcji. Przemysłowy proces realizacji nie stanowi zatem celu sam w sobie, to środek wiodący do celu jakim jest dostarczenie dobra lub usługi o oczekiwanej przez klienta wartości po akceptowanej cenie. Aby to nastąpiło, wymagane jest zintegrowane działanie trzech grup działań [104]:

- marketingu – identyfikacja i rozpoznanie potrzeb klienta,
- projektowania – obmyślanie produktu o pożądanym cechach,
- wytwarzania – seria operacji materializujących koncepcje projektantów.

Porządek działań w przemysłowym procesie realizacji obejmuje zatem dwie sfery: abstrakcji (obmyślania) i konkretności (wytwarzania) – rys. 4 [131].



Rys. 4. Dwie sfery przemysłowego procesu realizacji [131]

Czynności sfery abstrakcji obejmują fazę analizowania potrzeb, przewidywanie warunków eksploatacji i przyjęcie miar niezawodności oraz konstruowanie, czyli obmyślanie własności danego wytworu. W wyniku tego działania powstaje utwór myślowy, w postaci pomysłu.

Czynności sfery konkretności związane są z zapisem pomysłu w postaci rysunku, przetworzeniem tego zapisu w materialny wyrób oraz jego eksploatację. Wyrób wprowadzony do eksploatacji i wypełniający swoje zadania zgodnie z założeniami staje się środkiem technicznym (i obiektem naszych zainteresowań). Każdy zatem obiekt techniczny jest wytwarzany po to aby go eksploatować. Stąd stwierdzenie J. Dietrycha, że [26]:

**„eksploatacja środków technicznych  
jest ich nieuchronnym doświadczeniem”.**

## 1.2. Istota i cechy eksploatacji

Eksploatacja jest pojęciem interdyscyplinarnym i zależnie od rodzaju wykonywanego zawodu może być różnie pojmowana, przykładowo [110]:

- *inżynier* – eksploatacja to użytkowanie (wraz z naprawami, konserwacją itp.) maszyn, urządzeń lub różnych innych instalacji technicznych,
- *ekonomista* – eksploatacja to sposób gospodarowania środkami trwałymi w przedsiębiorstwie w taki sposób, aby uzyskać maksymalny efekt ekonomiczny,
- *polityk* – eksploatacja to wykorzystywanie siły roboczej i wyzysk klasowy.

Zjawiska eksploatacyjne są elementem każdego ludzkiego działania. Jak wiemy, ostatecznym celem każdej działalności człowieka jest zmiana otaczającej go rzeczywistości w kierunku dla niego najkorzystniejszym, przy możliwie małym nakładzie pracy, stąd w tych ujęciach występuje wspólny rdzeń znaczeniowy, który wskazuje, że:

- jest to długotrwała działalność a nie jednorazowe przedsięwzięcie,
- działalność ta ma umożliwić uzyskiwanie długotrwałych korzyści,
- eksploatacja nie celem działalności, ale ma umożliwić osiągnięcie celu.

Człowiek dążąc do realizacji swoich celów podejmuje określone działania przy użyciu odpowiednio skonstruowanego instrumentarium (narzędzi). Źródeł różnic w interpretacji pojęcia „eksploatacja”, należy zatem szukać wyłącznie w specyfice eksploatowanych narzędzi, bowiem:

- dla inżyniera obiektem są przeważnie maszyny,
- dla ekonomisty – przedsiębiorstwa,
- dla działacza gospodarczego – bogactwa naturalne,
- dla polityka – praca grupy społecznej.

W językach obcych nie ma prostego odpowiednika polskiego słowa „eksploatacja”. Używa się słów takich jak *maintenance* (*fr. main = ręka; tenance = trymanie*), np. odnoszących się do obsługiwanego (słowo *maintenance* jest tłumaczone jako „obsługiwanie”, np. w polskich normach). Konwencję tę przyjęło też czasopismo „*Eksploatacja i Niezawodność*”, które określa swój tytuł w j. ang. jako „*Maintenance and Reliability*”. Niezawodność wydziela się tym samym poza pojęcie „eksploatacja”, traktując ją jako pojęcie pozaeksploatacyjne. Nie jest to właściwe, stąd próby poszukiwania pojęcia, które obejmowałoby całość zjawisk eksploatacyjnych i ich odpowiednie opisywanie. W 1974 r. w Wielkiej Brytanii wykreowano **terotechnologię** definiowaną jako „*powiązanie zarządzania, finansowania, inżynierii i innych stosowanych w odniesieniu do obiektów*”

*technicznych działań praktycznych, ukierunkowanych na minimalizację kosztów eksploatacji tych obiektów*”. Działania praktyczne dotyczą założeń projektowych i projektu, mających zapewnić niezawodność i obsługiwalność zakładu, maszyn, wyposażenia, budowli, z ich zrealizowaniem, wdrożeniem, użytkowaniem, utrzymaniem, modyfikowaniem i wymianą oraz ze sprzężeniem zwrotnym, informującym o przedsięwzięciu, osiągnięciach i kosztach [29].

Pojęcie „**terotechnologia**” oznacza w istocie **inżynierię eksploatacji**, która jest obszarem naszych zainteresowań. W tym znaczeniu eksploatacja obejmuje zbiór czynności związanych z celowym i efektywnym użytkowaniem oraz obsługiwaniem różnych maszyn i urządzeń, traktowanych jako środki techniczne.

Według S. Oziemskiego [105] „eksploatację urządzeń technicznych należy rozpatrywać nie tylko jako zagadnienie techniczne, ale jako problem interdyscyplinarny – system, w którym powiązано oddziaływania techniczne, ekonomiczne, społeczne, ekologiczne na tle fluktuacji poziomu gospodarki kraju i życia ludzi w jedną całość”. Autor utożsamia się z tym poglądem, stąd przyjmuje, i stosuje dalej konwencję, iż:

**„eksploatacja to działanie człowieka z maszyną”.**

Biorąc to pod uwagę np. w PN-82/N-04001 zdefiniowano, że:

- *eksploatacja* – to zespół celowych działań organizacyjno-technicznych i ekonomicznych ludzi z obiektem mechanicznym oraz wzajemne relacje występujące pomiędzy nim od chwili przejęcia do użytkowania zgodnie z przeznaczeniem, aż do likwidacji,
- *zarządzanie eksploatacją* – to działanie obejmujące planowanie i podejmowanie decyzji, organizowanie, kierowanie i kontrolowanie, skierowane na zasoby systemu eksploatacji (ludzkie, finansowe, rzeczowe i informacyjne), wykonywane z zamiarem osiągnięcia: racjonalnego wykorzystania obiektów mechanicznych i utrzymania ich w stanie zdatności funkcjonalnej.

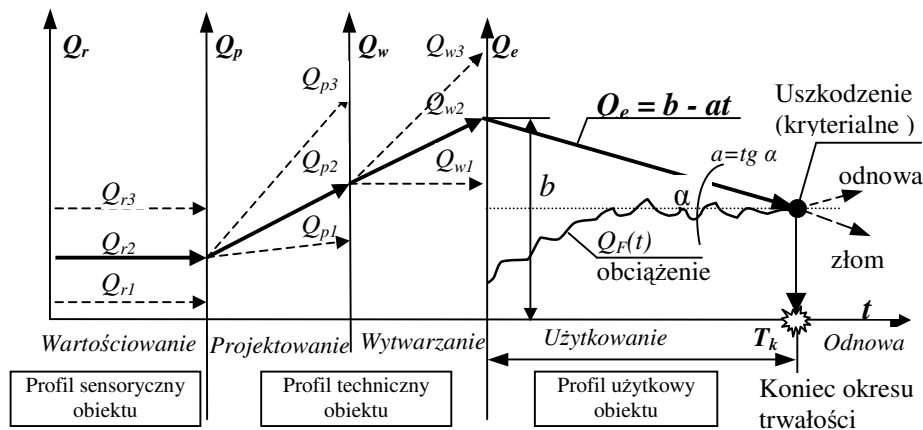
Stąd też pojęcie eksploatacji należy utożsamiać z poglądem, że jest to ogół czynności związanych z racjonalnym wykorzystaniem maszyn lub obiektów technicznych, przy czym:

- *maszyna* – sztuczne urządzenie przeznaczone do częściowego lub całkowitego zastąpienia funkcji energetycznych, fizjologicznych lub intelektualnych człowieka [54],
- *obiekt techniczny* – dowolne urządzenie, charakteryzujące się tym, że [66]:
  - ma określone przeznaczenie (zbiór zastosowań),
  - ulega uszkodzeniom i wymaga obsługiwań,
  - może być ulepszane,

- może szkodzić człowiekowi i środowisku,
- przechodzi w swym istnieniu przez różne fazy (etapy życia)

Te cechy obiektu technicznego, można uznać (w pierwszym przybliżeniu) za podstawowe cechy jego eksploatacji. Stąd eksploatacja to [130]:

- działanie znamienne tym, że obiekt ten występuje w dwu rolach: jako narzędzie działania (wówczas jest użytkowany) i jako przedmiot działania (wówczas jest obsługiwany),
- zbiór stanów przyjmowanych przez ten obiekt po jego wytworzeniu, pogrupowanych w fazy jego istnienia i określanych ogólnie jako stany jakościowe: jakości rynkowej  $Q_r$ , jakości projektowej  $Q_p$ , jakości wytwarzania  $Q_w$  i jakości eksploatacyjnej  $Q_e$  – rys. 5 [132].



Rys. 5. Schemat zmiany stanów obiektu technicznego [132]

Przejęcie obiektu na kolejny etap realizacyjny transformuje jego cechy jakościowe. Na każdym z tych etapów życia obiektu występuje oddziaływanie czynników losowych, które powodują zróżnicowanie tych cech, np.  $Q_{p1}$ ,  $Q_{p2}$ ,  $Q_{p3}$ , ...  $Q_{pn}$ . Stąd linia opisująca zmiany stanów obiektu (stan – to wszystko to, co się dzieje z obiektem w danej chwili czasu  $t$ ) jest zmienną losową. Efektem tego jest, że okres trwałości obiektu  $T_k$ , jest także zmienną losową i może być jedynie wyznaczony w sposób przybliżony, opisując przebieg zużycia (wynikającego z obciążeń  $Q_F$ , które też są zmienne) modelem liniowym o postaci [132]:

$$Q_e = b - at \quad (1)$$

gdzie:

$b$  – jest stałą zależną od jakości technicznej ( $Q_p + Q_w$ ),

$a$  – stała, która określa intensywność procesów zużycia w tym obiekcie.

### 1.3. Cele i struktura nauk o eksploatacji

Kto nie wie dokąd zdąży, prawdopodobnie tam nigdy nie dotrze; cel warunki i środki to trzy człony każdej działalności praktycznej – jak określa to T. Kotrabiński w swoim dziele *Traktat o dobrej robocie* [66]. Pojęcie *celu* możemy rozpatrywać jako zamierzony rezultat naszego działania. Samo pojęcie celu zakłada, że mamy pewien wpływ na to, co robimy, lub przynajmniej jesteśmy narzędziem w rękach kogoś, kto taki wpływ ma. Działać z własnego wyboru może tylko ktoś mający realny wpływ na swoje ruchy, kiedy to, co robi, jest zależne tylko od niego.

Ponieważ we wszechświecie nie mogą istnieć dwa obiekty o identycznych właściwościach, można wyciągnąć stąd wniosek, że do każdego celu rozumianego jako jedno konkretne zdarzenie, prowadzi tylko jedna droga. W nauce i technice nazywamy ją *drogą optymalną*. Takiej drogi stale i wciąż poszukujemy, racjonalizując nasze działania.

Ogólnie biorąc **celem nauk eksploatacyjnych** jest przyswojenie umiejętności praktycznych, wykorzystujących wiedzę teoretyczną na temat eksploatacji systemów technicznych. Wyniki tych nauk winny umożliwiać przewidywanie wszelkich skutków niewłaściwego obchodzenia się z eksploatowanym obiektem [110]. Jednakże nie jest to wszystko, czego spodziewamy się od nauk eksploatacyjnych. Bardziej szczegółowo, cel ten można określić na podstawie wytycznych programowych MNiSzW w ramach kursu „Eksploatacja”. I tak:

- *zakładane cele edukacyjne:*
  - rozumienie istoty poprawnej eksploatacji oraz określanie wpływu eksploatacji na trwałość obiektów technicznych,
  - poznanie zależności pomiędzy eksploatacją, trwałością i niezawodnością obiektów technicznych.
  - kształtowanie umiejętności rozpoznawania czynników decydujących o prawidłowej eksploatacji i zmianie stanu obiektów technicznych,
  - przygotowanie do stosowania zasad poprawnego użytkowania, obsługi i zaopatrywania obiektów technicznych,
  - rozwijanie poczucia odpowiedzialności za techniczne i ekologiczne bezpieczeństwo eksploatacji,
  - rozwijanie zainteresowań postępowaniem techniczno-organizacyjnym w eksploatacji.
- *zakładane umiejętności:*

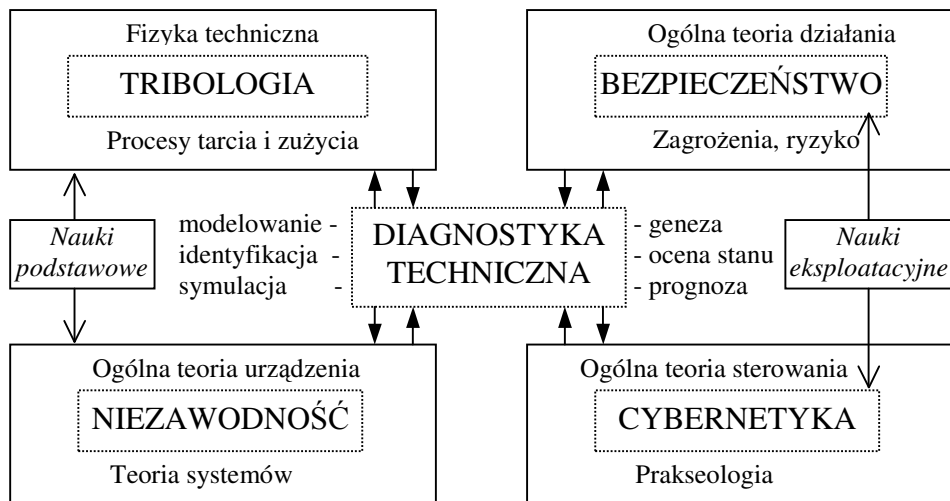
- interpretowanie podstawowych pojęć z zakresu eksploatacji obiektów technicznych,
- wyjaśnianie zależności między eksploatacją, trwałością i niezawodnością,
- charakteryzowanie typowych podsystemów eksploatacji oraz wykazywanie występujących w nich zależności,
- określanie przyczyn występowania procesów zużyciowostarzeniowych oraz metod zapobiegania i likwidowania ich skutków,
- interpretowanie informacji o zmianach stanu obiektów technicznych,
- charakteryzowanie poziomów niezawodności typowych obiektów technicznych,
- przewidywanie zagrożeń wynikających z nieprawidłowej eksploatacji,
- stosowanie technologii informatycznej w planowaniu, projektowaniu, realizacji i zarządzaniu eksploatacją obiektów technicznych,
- ocenianie obiektów technicznych według kryterium niezawodności,
- korzystanie z technicznych źródeł informacji podczas rozwiązywania problemów eksploatacyjnych.

Z definicji eksploatacji wypływa natomiast zakres oczekiwanych, merytorycznych umiejętności w zakresie **inżynierii eksploatacji**, określanych jako *cele uylitarne*:

- kierowanie eksploatacją systemów technicznych (zarządzanie systemem),
- formułowanie zadań projektowych na bazie rozpoznania potrzeb,
- identyfikowanie stanów technicznych,
- kontrolowanie procesów tribologicznych,
- identyfikowanie cech systemów technicznych w tym ich wartości,
- wyznaczanie i ocenianie sprawności obiektów technicznych,
- określanie ryzyka awarii i szans właściwej pracy obiektów technicznych,
- planowanie rozwoju i modernizacji obiektów technicznych,
- dobieranie strategii utrzymywania w ruchu obiektów technicznych.

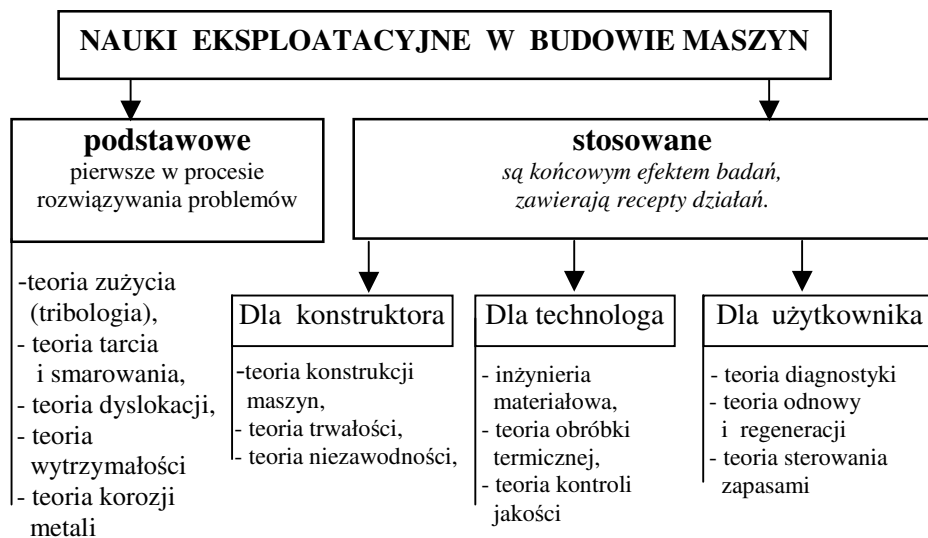
Realizacja wszystkich tych celów wymaga szerokiego spektrum wiedzy ogólnej i specjalistycznej. Gwoli przykładu można tu tylko podać, że omówienie samej diagnostyki technicznej wymagało np. 1110 stron tekstu w książce B. Żółtowskiego i Cz. Cempla: „Inżynieria diagnostyki maszyn [160]. Główne dziedziny wiedzy eksploatacyjnej obrazuje schemat na rys. 6 [159].





Rys. 6. Schemat powiązania nauk eksploatacyjnych z naukami podstawowymi [159]

Wśród nauk eksploatacyjnych, stosowanych w budowie maszyn, wyróżnia się grupę: podstawową i stosowaną, które obejmują różne zestawy wiedzy (teorie) – rys. 7 [110].



Rys. 7. Nauki eksploatacyjne wykorzystywane w budowie maszyn [110]

## 1.4. Prakseologiczne ujęcie eksploatacji

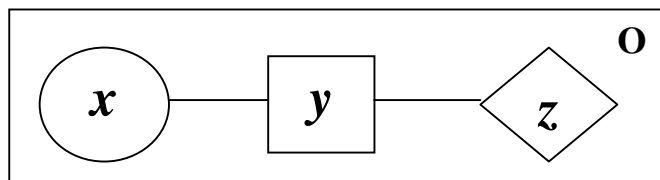
Eksploatacja to działanie człowieka z maszyną [105]. Z punktu widzenia prakseologii działać może jednak tylko człowiek. Działanie bowiem to „świadome zachowanie się zmierzające do określonego celu” [67]. Maszyny nie mając świadomości nie działają, tylko funkcjonują (wypełniają określone zadania nałożone przez człowieka); lepiej lub gorzej – ale tylko wykonują to, do czego zostały przewidziane podczas projektowania i jak umiejętnie są sterowane przez człowieka. Celem człowieka jest projektowanie takich maszyn i takie ich obsługa, aby „włożyć” tyle ile potrzeba, a „wyciągnąć” tyle, ile się da, czyli jak najbardziej sprawnie [136].

Korzenie eksploatacji tkwią w *prakseologii*, czyli nauce o sprawnym działaniu. Wszystkie pojęcia i zasady eksploatacji zawierają się w kategoriach tej wartości. Najpierw zatem trzeba ten opis wydobyć, a potem zdefiniować warunki, które należy spełnić, aby działanie było skuteczne. Ocena musi być siłą rzeczy subiektywna, bo działanie jest zawsze czymś działaniem, a jego efekty – efektami dla kogoś. Każde działanie oznacza wybór, a każdy wybór – sprecyzowaną preferencję [19]. Opis eksploatacji obiektu technicznego ułatwia przyjęcie prakseologicznego modelu działania, który bazuje na tzw. *łańcuchu działania* (trójce Kotarbińskiego) [87].

W eksploatacji występuje wiele łańcuchów działania powiązanych ze sobą określonymi relacjami przestrzennymi, funkcjonalnymi, chronologicznymi i innymi. Z punktu widzenia realizacji zadania sytuacja eksploatacyjna będzie w pełni określona, jeśli znane są następujące składowe działania [62]:

- sprawca, podmiot, użytkownik (*kto to robi?*),
- cel działania (*po co to robi?*),
- przyczyna (*dlaczego to robi?*),
- środek techniczny – obiekt techniczny (*czym to robi?*),
- metoda postępowania (*w jaki sposób to robi?*),
- przedmiot działania (*z czego, na co się oddziałuje?*),
- otoczenie – warunki (*w jakich okolicznościach?*),
- wynik (*co osiągnięto?*).

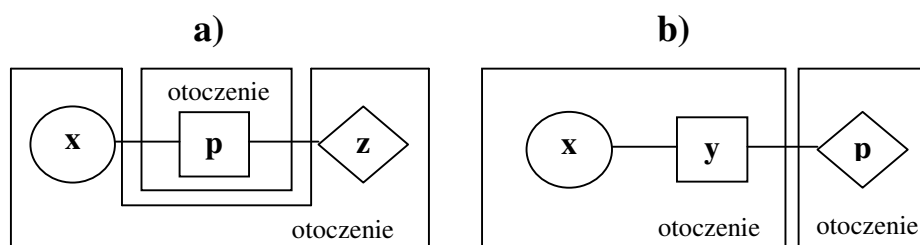
Warunkiem koniecznym (choć jak podano wyżej, niewystarczającym do pełnego opisu) jest istnienie trzech elementów: sprawcy – podmiotu działania ( $x$ ), narzędzia – środka technicznego ( $y$ ) i przedmiotu działania ( $z$ ), które tworzą elementarny łańcuch działania, funkcjonujący w określonym otoczeniu ( $o$ ). Nie może być zatem żadnego działania, jeżeli nie można wyróżnić tych podstawowych elementów prakseologicznego modelu działania. – rys. 8 [62].



Rys. 8. *Elementarny łańcuch działania (model prakseologiczny eksploatacji)* [62]

Rolę sprawcy (jak wcześniej nadmieniono) może spełniać tylko człowiek (albo grupa ludzi). Pozostałe role w łańcuchu działania mogą spełniać ludzie, obiekty techniczne, zwierzęta, rośliny, informacje, materiały, energia, itp. [28].

Jeżeli wyróżniony obiekt, np. pojazd ( $p$ ), spełnia w łańcuchu działania rolę narzędzia – środka technicznego ( $y$ ), to takie działanie nazywamy *użytkowaniem* tego obiektu (rys. 9a), jeżeli natomiast ten sam pojazd jest przedmiotem działania ( $z$ ), np. nalewając paliwo na stacji benzynowej, to takie działanie nazywa się obsługiwaniem tego obiektu (rys. 9b) [62].



Rys. 9. *Interpretacja graficzna łańcuchów działania:*  
**a) łańcuch użytkowania, b) łańcuch obsługiwania** [62]

Badany przez nas pojazd ( $p$ ) może w danym łańcuchu spełniać rolę pośrednika – środka technicznego ( $y$ ) lub przedmiotu operacyjnego ( $z$ ), na którym wykonujemy różne działania obsługowe. W najprostszym przypadku występują więc dwa współzależne łańcuchy: użytkowania i obsługiwanie tego pojazdu. Taką całość nazywa się elementarnym układem eksploatacji pojazdu ( $p$ ).

Mówimy, że urządzenie (pojazd) jest użytkowane wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje taki łańcuch działania, w którym to urządzenie jest pośrednikiem lub elementem pośrednika działania (rys. 9a). Łańcuch taki, ze względu na dane urządzenie, nazywać będziemy *łańcuchem użytkowania*, a odbywający się w nim proces działania – procesem użytkowania (lub krócej – użytkowaniem), przy czym przez *użytkowanie* rozumiemy całokształt działań związanych z wykorzystaniem obiektu technicznego zdatnego do pracy. Urządzenie w takim

łańcuchu jest obiektem użytku (użytkowania). Podmiot działania zaś w tym łańcuchu nazywać będziemy użytkownikiem. Łańcuch użytkowania można zapisać w postaci trójki uporządkowanej (137):

$$L_u = \langle x, p, z \rangle \quad (2)$$

Przykłady łańcuchów użytkowania badanego pojazdu (p) [130]:

|    | (x)      | (y)             | (z)                 |
|----|----------|-----------------|---------------------|
| a) | kierowca | ciężarówka      | materiał budowlany, |
| b) | kierowca | autobus         | zbiór pasażerów,    |
| c) | kierowca | prywatny pojazd | kierowca.           |

W przykładzie „c” kierowca wiezie sam siebie, czyli podmiot działania jest jednocześnie przedmiotem działania. Przedmiot działania w łańcuchu użytkowania określa się przedmiotem operacyjnym. Sens bowiem korzystania z urządzenia w takim łańcuchu polega na jego użyciu w działaniu na pewien przedmiot zewnętrzny, którym mogą być ludzie, czy inne urządzenia. Działania takie nazywa się często w praktyce operacjami (z punktu widzenia urządzenia - zewnętrznymi procesami roboczymi), a użytkowników urządzeń - operatorami (np. dźwigu).

Co jakiś czas urządzenie techniczne poddawane jest procesowi obsługi, przy czym przez obsługiwane rozumiemy całokształt działań związanych z podtrzymaniem i przywracaniem stanu zdatności obiektowi technicznemu. Mówimy, że urządzenie jest obsługiwane wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje łańcuch działania, w którym to urządzenie jest przedmiotem lub elementem przedmiotu działania (rys. 9b). Łańcuch taki, ze względu na dane urządzenie, nazywać będziemy *łańcuchem obsługiwania*, odbywający się zaś w nim proces działania – procesem obsługiwania (lub krócej – obsługiwaniem). Łańcuch obsługiwania opiszemy więc trójką:

$$L_o = \langle x, y, p \rangle \quad (3)$$

Stąd wynika, że o eksploatacji możemy mówić jedynie wtedy, gdy dane urządzenie jest albo użytkowane, albo obsługiwane, czyli łańcuch eksploatacji ( $L_e$ ) opisuje zależność:

$$L_e = L_u + L_o \quad (4)$$

W tym sensie samochód jest zarówno wtedy eksploatowany, gdy jest prowadzony przez kierowcę, jak i wtedy, gdy jest przechowywany w garażu lub remontowany. To samo dotyczy również innych urządzeń [[62]

## 1.5. Problemy eksploatacyjne i ich podział

Podczas użytkowania maszyn i innych urządzeń technicznych występują różne nieprzewidziane zdarzenia, które ogólnie nazywamy problemami. Problem jest to zadanie, którego nie możemy rozwiązać przy pomocy istniejących wzorców. Dotychczasowy model sytuacji przestał być przydatny i trzeba poszukiwać innego. Sytuacja wymaga podjęcia określonej decyzji, a nie wiemy jak to zrobić. Problem zatem związany jest z brakiem wiedzy [134].

W technice najczęściej mamy do czynienia z problemem, gdy występuje defekt stanu (konstrukcja) lub zmiany stanu (eksploatacja), a przyczyna tego defektu jest nieznaną. Obok problemów z zakresu projektowania i wytwarzania urządzeń, problemy ich właściwej eksploatacji stanowią odrębną dziedzinę wiedzy, którą w szczególności zajmuje się terotechnika, czyli inżynieria eksploatacji.

Punktem wyjścia do znalezienia rozwiązania jest zwykle dobre umiejscowienie (klasyfikacja problemu). Przykład możliwych kryteriów podziału i klasyfikację problemów eksploatacyjnych ze względu na te kryteria podano w tablicy 1 [3].

Tab. 1. *Podział problematyki eksploatacyjnej* [3]

| <b>KRYTERIUM</b>                            | <b>PROBLEMY EKSPLOATACYJNE</b>   |
|---|--|
| Funkcja urządzenia                          | - urządzeń I rodzaju (podstawowych)<br>- urządzeń II rodzaju (pomocniczych)  |
| Złożoność urządzenia                        | - urządzeń prostych (np. narzędzi)<br>- urządzeń złożonych (np. obrabiarek, pojazdów, itp. )   |
| Liczba urządzeń                             | - urządzenia pojedynczego<br>- grupy urządzeń  |
| Miejsce człowieka w działaniu z urządzeniem | - działania bezpośredniego<br>- działania pośredniego (problemy kierownicze)   |
| Rola urządzenia eksploatowanego             | - urządzeń użytkowych<br>- urządzeń obsługiwanych  |
| Institucja zainteresowana urządzeniem       | - instytucji badawczych (projektantów urządzeń i ich systemów)<br>- instytucji szkoleniowych (nauczycieli kadr eksploatacyjnych)<br>- instytucji realizujących (producentów i służb ruchu) |
| Rodzaj podsystemu eksploatacji              | - system zaopatrzenia<br>- system remontu<br>- system obsługi bieżącej<br>- system zbierania i przetwarzania informacji eksploatacyjnych<br>- system użytkowania                           |

Problemy można też klasyfikować sposobu ich rozpoznawania. Przykład podziału problemów ze względu na to kryterium podano w tab. 2 [100].

Tab. 2. *Klasyfikacja problemów eksploatacyjnych oraz sposoby ich badania* [100]

| TECHNICZNE |   | ORGANIZACYJNE |   | ZARZĄDZCZE |  |
|------------|---|---------------|---|------------|--|
| 1          | Kształtowanie i rozpoznawanie cech eksploatacyjnych;<br><i>Analiza uszkodzeń</i>        | 4             | Organizowanie i poprawianie struktur eksploatacyjnych;<br><i>Analiza relacji</i>        | 7          | Identyfikowanie obiektu jako przedmiotu eksploatacji;<br><i>Analiza zjawisk</i>  |
| 2          | Zużywanie i odtwarzanie zasobów funkcjonalnych;<br><i>Analiza strat</i>                 | 5             | Harmonizowanie obowiązków, uprawnień i odpowiedzialności;<br><i>Analiza konfliktów</i>  | 8          | Dobór wskaźników i charakterystyk eksploatacyjnych;<br><i>Analiza zmienności</i> |
| 3          | Dobór technologii i technicznych środków eksploatacji;<br><i>Analiza bezpieczeństwa</i> | 6             | Określanie zakresu i zasad obiegu informacji eksploatacyjnej;<br><i>Analiza zdarzeń</i> | 9          | Oceny i decyzje eksploatacyjne;<br><i>Analiza wartości</i>                       |
| 10         | Rozpoznawanie ryzyka i kosztów eksploatacji;<br><i>Analiza niezawodności</i>            |               |   |            |  |

Z punktu widzenia inżynierskiego ważny jest podział problemów na [134]:

- *dewiacyjne* – w systemie pojawia się defekt, a jego przyczyna jest nieznana,
- *optymalizacyjne* – pojawia się konieczność szukania ekstremum jakiejś funkcji,
- *innovacyjne* – wyłoniła się potrzeba dokonania przebudowy systemu.

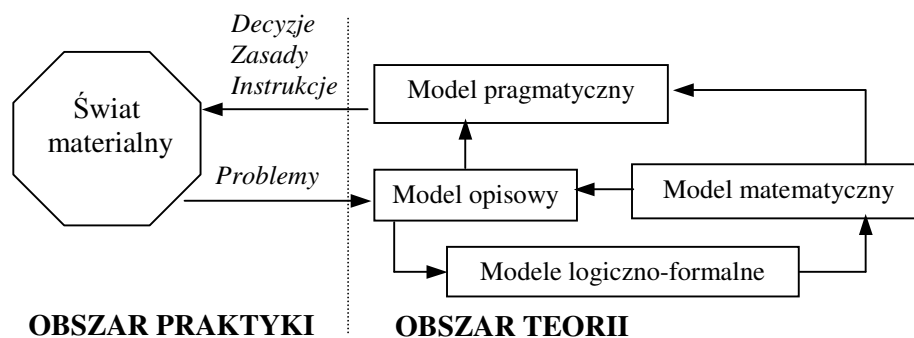
W inżynierii eksploatacji najbardziej istotne są problemy optymalizacji, np. łatwo możemy zwiększyć trwałość i niezawodność obiektu projektując go z trwalszych i wytrzymalszych elementów. Działanie to jednak pociągnie to za sobą znaczny wzrost jego ceny. Od nauk eksploatacyjnych oczekuje się więc nie tylko zapewnienia możliwości przewidywania skutków dla różnych sposobów eksploatacji i określenia przedsięwzięć, zapewniających wzrost trwałości i niezawodności obiektu, ale także żąda się, aby wskazywała najwłaściwsze, (optymalne) z punktu widzenia efektywności procesu eksploatacji, zarówno w zakresie konstruowania i wytwarzania, jak i użytkowania oraz konserwacji [110].

Kryteriami optymalizacji (bądź też warunkami ograniczającymi) w przypadku eksploatacyjnych problemów optymalizacji mogą być np.: koszt, czas, mobilność, ciągłość zabezpieczenia realizacji stawianych zadań itp. W zakresie tej problematyki można wyróżnić [3]:

- *problemy optymalizacji własności eksploatacyjnych urządzenia*; jako przykłady konkretnych problemów można tu wymienić:
  - jak ustalać zakresy prac obsługowych i normy międzyobsługowe?,

- jak wdrażać nowe urządzenie do eksploatacji?,
- kiedy wycofać urządzenie z eksploatacji?,
- jakich przedsięwzięć wymaga przedłużenie eksploatacyjnej żywotności urządzenia?,
- jakie są w danych warunkach optymalne intensywności użytkowania urządzenia?.
- *problemy optymalizacji organizacji systemu eksploatacji*; przykładowo:
  - jaka jest wielkość jednostek zabezpieczających eksploatację?,
  - jaka powinna być struktura terytorialna systemu eksploatacji?,
  - jak organizować przechowywanie i transport urządzeń w systemie eksploatacji?,
  - jakie powinno być wyposażenie techniczne jednostek obsługi?.

Istota rozwiązywania problemów eksploatacyjnych (optymalizacyjnych i innych) polega na umiejętności znalezienia pewnego uogólnionego wzorca postępowania, słusznego dla pewnej klasy problemów. Uogólnianie problemów pozwala na budowanie dla danej klasy zjawisk eksploatacyjnych tzw. *modelu*. Takie postępowanie nazywa się *modelowaniem*. Istotą modelowania jest uproszczenie i opis rzeczywistości w języku logiki bądź matematyki. Modele powstają zatem jako intelektualny opis rzeczywistości i dotyczą teorii – rys. 10 [146].



Rys. 10. *Wykorzystywanie modelowania do rozwiązywania problemów eksploatacyjnych* [146]

Posiadając dobry (pragmatyczny) model można na jego podstawie podjąć właściwą decyzję, opracować określone zasady lub instrukcje postępowania (algorytmy eksploatacyjne). W praktyce dąży się najczęściej do modelu matematycznego, ponieważ na podstawie takiego modelu – właśnie dzięki uogólnieniu – można przewidywać przebieg zjawisk w poszczególnych przypadkach. Pozwala to odpowiednio wcześniej zareagować i ustrzec się przed poważniejszymi konsekwencjami.

## 1.6. Podsumowanie

*Rozdział I* jest wprowadzeniem w problematykę eksploatacji. Omówiono w nim przemysłowy proces realizacji, który jest funkcją społecznego systemu działania, zwracając szczególną uwagę na miejsce eksploatacji. Podano trzy istotne cechy opisujące istotę tego procesu oraz uwypuklono fakt, iż proces ten przebiega w dwóch sferach: abstrakcji (myślowej) i konkretności (materializacji myśli), w którym jednym z etapów jest eksploatacja.

Przeprowadzono rozważania dotyczące pojęcia eksploatacji i jej istotnych cech w odniesieniu do maszyn i innych urządzeń technicznych. Zwrócono uwagę, że pojęcie to nie oddaje w pełni działań związanych z użytkowaniem i odnową tych urządzeń, stąd wprowadzono pojęcie „inżynieria eksploatacji” i omówiono jej istotę.

Podano cele kształcenia w tym zakresie oraz zakres oczekiwanych umiejętności, rozumianych jako wiedzę proceduralną, czyli pozwalającą w sposób praktyczny spożytkować nabyte wiadomości. Podkreślono, że wiedza eksploatacyjna jest wiedzą systemową i wymaga umiejętności syntezy wielu wiadomości z różnych obszarów techniki. Pokazano jakie nauki tworzą zręby wiedzy eksploatacyjnej, dotyczącej budowy maszyn, i jaki ich jest związek z naukami podstawowymi.

Wychodząc z prakseologii, czyli nauki o sprawnym działaniu, omówiono rodzaj działań, które muszą być znane, aby dokonać opisu sytuacji eksploatacyjnej. Podkreślono w tym zakresie istnienie dwóch odrębnych łańcuchów działania (użytkowania i odnowy), których zaistnienie i wyróżnienie jest dowodem na to, że mamy do czynienia z eksploatacją. Zdefiniowano pojęcie tych łańcuchów i podano przykłady w tym zakresie.

Zwrócono uwagę, że podczas użytkowania (ale także i odnowy) urządzeń technicznych występują różne nieprzewidziane zdarzenia, które wywołują sytuację określaną problemem. Przyjmując różne kryteria podano klasyfikacje takich problemów. Wyróżniono trzy zasadnicze klasy problemów: techniczne, organizacyjne oraz zarządcze oraz podano sposoby ich badania. Podkreślono, że z punktu widzenia inżynierii eksploatacji najbardziej waży jest zwłaszcza grupowanie problemów na: dewiacyjne, optymalizacyjne oraz innowacyjne. Podano, że istota rozwiązywania tego typu problemów polega ogólnie na znalezieniu pewnego, uogólnionego wzorca postępowania, a istotę tego typu działania określa się modelowaniem. Podkreślono wagę modelowania matematycznego dla rozwiązywania problemów eksploatacyjnych.