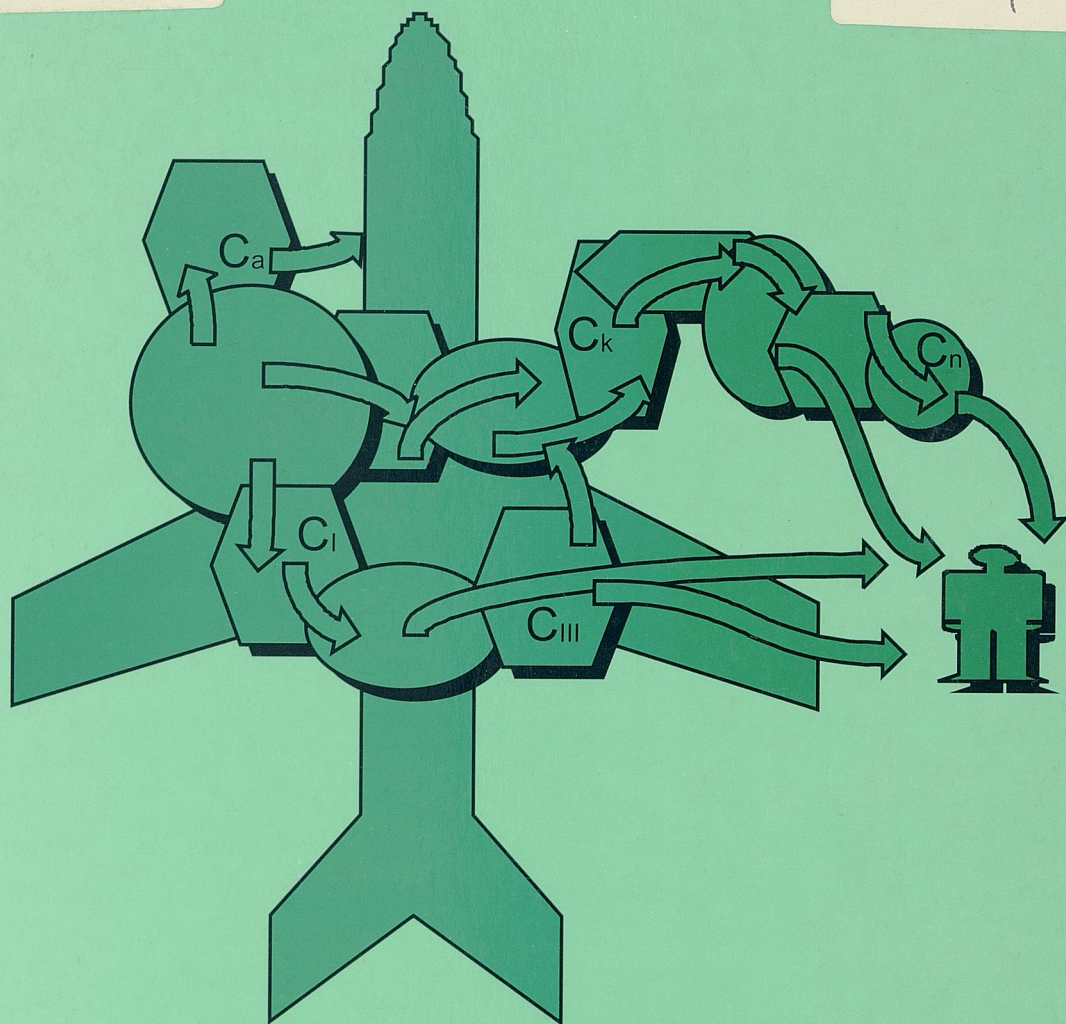


A4125T

C1



Franciszek W. Przystupa

Proces diagnozowania w ewoluującym systemie technicznym

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

Franciszek W. PRZYSTUPA

The diagnosing process
in the evolving technical system



Franciszek W. Przystupa

**Proces diagnozowania
w ewoluującym
systemie technicznym**



Opiniodawcy

Mieczysław BAZEWICZ

Stanisław OZIEMSKI

Opracowanie redakcyjne i korekta

Alina KACZAK

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999

OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

ISSN 0324-962X

Nakład 150+45 egz. Ark. wyd. 10. Ark. druk. 7³/₄. Papier offset. kl. III, 70 g, B1.
Drukarnia Oficyny Wydawniczej Politechniki Wrocławskiej. Zam. nr 441/99.

SPIS TREŚCI

Zestawienie ważniejszych symboli i oznaczeń	6
1. Wstęp.....	8
2. Relacje diagnozera oraz przedmiotu obserwacji.....	11
2.1. Adaptacja cech diagnozera i obiektu.....	12
2.2. Modele oraz cechy systemu diagnozującego	15
2.3. Ewolucja i modyfikacje modelu procesu diagnozowania	26
2.4. Warunki istnienia oraz kompletności diagnozera	32
3. Wiedza o obiekcie dla procesu diagnozowania.....	39
3.1. Obiekt diagnozowania	39
3.2. Cechy i charakterystyki obiektu diagnozowania	44
3.3. Przenikania i kolizje cech systemu $C - M - Ot + U$	49
3.4. Łącuch symptomizacji.....	52
3.5. Struktura przedmiotu diagnozowania. Elementy, relacje, połączenia.....	56
3.5.1. Struktura	56
3.5.2. Relacje.	59
3.5.3. Połączenia.....	61
3.6. Otoczenie.....	63
3.7. Procesy w diagnozowanym obiekcie.....	64
3.8. Poziomy systemowe maszyny	71
4. Kryterium oceny procesu diagnozowania	76
4.1. Granice procesu diagnozowania.....	76
4.2. Graniczne kryteria informacyjne procesu diagnozowania	78
4.3. Relatywność czasowa	81
4.4. Diagnozowanie w przestrzeni Minkowskiego.....	83
4.5. Konsekwencje diagnozowania czasoprzestrzennego	93
5. Projektowanie diagnozera	97
5.1. Planowanie diagnozera dla faz istnienia obiektu	97
5.2. Metaforyczny model diagnozera	98
6. Przykład diagnozowania w systemach bezpieczeństwa	104
7. Podsumowanie i wnioski.....	113
7. Literatura	116

CONTENTS

Denotations.....	6
1. Introduction	8
2. Diagnoser and observation object relations	11
2.1. Adaptation of the factures of diagnoser and object.....	12
2.2. Models and features of diagnosing system.....	15
2.3. Evolution and modification of the model of diagnosing proces	26
2.4. Conditions of the diagnoser existence and completeness	32
3. Knowledge about the object in the diagnose process.....	39
3.1. Diagnosing object.....	39
3.2. Features and characteristics of the diagnosing object.....	44
3.3. Penetrations and collisions of the features system of the H – M – E + K.....	49
3.4. Symptomization chain	52
3.5. The structure of the diagnosing object. Elements, relations, connections	56
3.5.1. Structure	56
3.5.2. Relations.....	56
3.5.3. Connections	59
3.6. Environment	63
3.7. Process in the diagnosing object	64
3.8. System levels of machine	71
4. Assessment criterion of the diagnosing process.....	76
4.1. Borders of diagnosing process	76
4.2. Boundary information criteria of the diagnosing process	78
4.3. Time relativity	81
4.4. Diagnosing process in the Minkowski space	83
4.5. Consequences of the space-time diagnosing ..	93
5. Diagnoser designing	97
5.1. The diagnoser planning for the phases of object existence.....	97
5.2. Metaphorical model of diagnoser.....	98
6. Examples of diagnosing in safety systems	104
7. Summary and conclusions	113
References	116

*Diagnostyka techniczna,
obiekt diagnozowania,
ocena kryterialna diagnozera,
diagnostyka relatywistyczna*

FRANCISZEK W. PRYZSTUPA*

PROCES DIAGNOZOWANIA W EWOLUJĄCYM SYSTEMIE TECHNICZNYM

Podstawą rozważań był stan wiedzy o diagnozowaniu, efektem – narzędzia wzajemnej adaptacji diagnozera oraz diagnozowanego obiektu przy czynniku porządkującym w postaci potrzeb informacyjnych systemu nadrzędnego dla przedmiotu diagnozowania. Praca objęła trzy obszary analizy: wiedzy o obiektach, niezbędnej w procesie diagnozowania, modeli procesu diagnozowania oraz informacyjnego kryterium oceny diagnozatorów. Pojęcia wykorzystywane w pracy: diagnoza, diagnostyka, system diagnostyczny zostały uściślone, potwierdzone lub wyjaśnione. Sprecyzowanie pojęć z obszaru definicji procesu diagnozowania umożliwiło realizację autorskiej modyfikacji modelu systemu diagnostycznego, warunkujących treść opisów procesu diagnozowania. Transformację prześledzono na uniwersalnym modelu, wprowadzonym w latach 80. Znane wcześniejsze modele lub modele następne były uproszczeniem lub rozwinięciem tego systemowego modelu, zawierającego kompletny zestaw elementów, ich cech oraz relacji. Składa się on z dwu istniejących modeli procesu diagnozowania, które połączono symetrycznymi kanałami informacyjnymi. Szczególną uwagę poświęcono pomijanym dotychczas wzajemnym relacjom podmiotu i obiektu procesu diagnozowania. Pozwoliło to na analizę problematyki diagnozowania w sposób niesformalizowany, umożliwiający wykorzystanie ostatecznych wyników metodami formalnymi. Omówiono i przeanalizowano warunki kompletności i istnienia diagnozera. Wiedza o uogólnionym obiekcie diagnozowania nie jest jednoznaczna z kompletną wiedzą o obserwowanym diagnostycznie obiekcie. Dotyczy morfologii obiektowej i procesowej ułatwiających uświadomienie przestrzeni stanów i zachowań przedmiotów obserwacji diagnostycznej. Zawiera kategoryzację poziomów systemowych obiektu diagnozowania, opis procesu przenikania lub kolizji jego cech i charakterystyk oraz określenia poziomów systemowych. Definicje specyficznych cech struktury dotyczą prób redefiniowania istotnych cech obiektu, relacji, połączeń oraz otoczenia. Zaproponowano kryteria jakości oraz ich wartości graniczne do oceny procesu diagnozowania. Proponowano również informacyjne kryterium czasowe oraz jednolity postulat graniczny diagnozowania. Wykorzystano przestrzeń Minkowskiego do analizy relatywności czasowej procesu diagnozowania. Zdefiniowano cechy kroku obserwowanego procesu oraz obserwatora. Przedstawiono wnioski uogólniające analizę relatywności czasowej. Zaprezentowano algorytm, umożliwiający wykorzystanie własnej metody metaforycznej w projektowaniu różnorodnych systemów diagnostycznych. Omówione podstawy projektowania diagnozera obejmowały diagnozę obiektu w fazie projektowania, jak i zależność projektowania diagnozera od faz istnienia obiektu diagnozowania.

*Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, 50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27.

ZESTAWIENIE SYMBOLI I OZNACZEŃ

77	zdwojony system diagnostyczny
Θ	czas; czas w przestrzeni Minkowskiego
$\Delta(xyz)$	wektor dystrybucji z punktu posadowienia diagnozera
α_μ	kąt w stożku Minkowskiego
δt	jednostkowy przedział czasu; $= T - dt (+ dt)$
α_i	kąty informacyjnej przestrzeni naturalnej
$\Delta C_{j-1,j}$	przedział własności cech
Δt_j	czas
A, B	elementy
C, c	człowiek
$C_1, C_1(t)$	cecha 1, cechy lub charakterystyki zmienne w czasie t
C_{0i}	cechy obserwatora
D	diagnozer
d_i	diagnoza jednostkowa
Dc	decydent
DD	diagnozowalność diagnozera
De	decyzje
Dg	diagnoza ogólna
E	element
Ef	efektywność
En	energia
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
G_1, G_n	zmienne granice oddziaływań obiektu, G_1 – pierwotna; G_n – końcowa
G_a, G_p	granice aktualne(zasięg); granice potencjalne (limit)
I, I_d	informacja, informacja diagnostyczna
I_d	informacyjna odległość wewnętrzna (ang: <i>Internal distance</i>); $I_{ds}[s]$, $I_{dm}[m]$
IQF	Współczynnik Jakości Informacyjnej Diagnozera (ang: <i>Information Quality Factor</i>)
I_s	istotność elementu diagnozera
Kr	kryteria
$M_1(t)$	maszyna, cechy lub charakterystyki zmienne w czasie t
Mo, Md	model obiektu, diagnozera
M_s	masa
\bar{O}	otoczenie; poza obszarem obiektu O; nie stanowi obiektu O
$O, O_{i,j}$	obiekt, obiekt i -ty, j -ty
Ob	obserwator
OP_{i-j}	obszar przejściowy cechy pomiędzy poziomami $i-j$

Os; OS,S	obraz sygnału; obraz sygnałów/symptomów
O _t (t)	otoczenie, cechy lub charakterystyki zmienne w czasie <i>t</i>
O _t	otoczenie
P	przestrzeń cech
<i>P_d</i>	rzeczywista odległość fizyczna (ang: <i>Physical distance</i>), <i>P_{d_s}</i> [s], <i>P_{d_m}</i> [m]
Pa	połączenia
por	porównanie
P _t	obserwowalna technicznie przestrzeń rzeczywistych oddziaływań obiektu
<i>Q</i>	jakość
R	relacje
S,So,Sd	sygnał, sygnały obiektu, diagnostera
SD	system diagnostyczny
SDg	system diagnozujący
Sm	system
SM	sterowalność maszyny
St	struktura
StD	sterowalność diagnostera
Sy	symprom
<i>T_i</i>	konkretny moment czasu,
<i>T_n</i>	czas naturalny
<i>T - dt (+ dt)</i>	jednostkowy przedział czasu; = δt ;
<i>t</i>	czas rzeczywisty
<i>t_a</i>	czas analizy w procesie diagnozowania (zaobserwowanego faktu)
<i>t_d, t_e</i>	inne składniki czasowe (decyzje, egzekwowanie, itp.)
<i>t_f</i>	naturalny czas propagacji sygnału
<i>T_g, T_h</i>	głębokość, horyzont czasu <i>T</i>
<i>T_h, t_h</i>	czas horyzontu prognozy
<i>T_g, t_g</i>	czasowa głębokość ocen
<i>t_m</i>	czas magazynowania (zaobserwowanego faktu)
<i>TP</i>	czasoprzestrzeń
<i>t_p, t_p t_{pr}</i>	czasy przedmiotowe prognozy; głębokości prognozy, procesu prognozowania
U	umiejętności
<i>V</i>	prędkość oddziaływań
<i>vol</i>	cechy objętościowe obiektu
<i>w₁, w₂</i>	wagi istotności kryterium 1, 2
Wn	wnioski
<i>x,y,z</i>	współrzędne przestrzeni fizycznej

1. WSTĘP

W metodologii rozwoju wiedzy systematyzuje się ją zazwyczaj w dwóch kategoriach: bezpośrednio o czymś (*knowing-that*) oraz o sposobie postępowania (*knowing-how*). Wiedza o diagnozowaniu – potocznie określana jako diagnostyka – należy do tej drugiej kategorii i wskazuje metody postępowania w rozwiązywaniu nowych problemów z pogranicza kilku dziedzin: wiedzy o przedmiotowych obiektach, teorii komunikacji, informacji, teorii sygnałów, teorii decyzji, modelowania itd. [32]. Podstawą rozważań prezentowanej pracy jest aktualny stan wiedzy o diagnozowaniu, wynikiem będzie zestaw narzędzi do wzajemnej adaptacji diagnozera oraz diagnozowanego obiektu, czynnikiem zaś porządkującym potrzeby informacyjne systemu nadrzędnego dla przedmiotu diagnozowania.

Diagnozer to podmiot procesu diagnozowania, który na podstawie zgromadzonych obserwacji w sposób jednoznaczny określa aktualny stan przedmiotu diagnozowania oraz generuje stany uprzednie oraz prognozuje przyszłe. Jest rozwijającym się systemem, zawierającym narzędzia intelektualne oraz techniczne, umożliwiające realizację procesu diagnozy zgodnie z procedurami lub algorytmem. Działa samodzielnie lub jako element systemu decydena.

Diagnostyka to algorytm działań w trakcie realizacji procesu diagnostycznego.

Diagnoza to efekt informacyjny procesu diagnostycznego. Diagnozę można: przygotowywać, pozyskiwać, przechowywać, przekazywać, wykorzystywać itd.

Diagnozowanie to działania w trakcie realizacji procesu diagnostycznego.

W nauce o diagnozowaniu nie obowiązują jeszcze niepodważalne kanony. Ta świadomość pobudza do prób porządkowania pojęć i w razie potrzeby ich definiowania. Pojęcia stosowane w pracy – diagnoza, diagnostyka, system itd. – mają znaczenia zależne od stosującego je podmiotu i dlatego wymagają wcześniejszego potwierdzenia lub wyjaśnienia. Powszechnie stosowane definicje pojęć przyjmowano bez zmian, inne adaptowano do wymogów pracy, a nowe pojęcia czy ich znaczenia wprowadzono w przypadkach niezbędnych. Stosowane pojęcie *diagnostyka techniczna* zawęża analizę problemów obserwacji diagnostycznej do ograniczonej kategorii przedmiotów, tzn. do *obiektów i procesów technicznych* obserwowanych diagnostycznie. Obiekty innych

kategorii – nie ograniczone do obszaru technicznego – obserwowane mogą być jednak również za pomocą narzędzi wykreowanych w obszarze diagnostyki technicznej.

Większość narzędzi diagnozowania powstaje podczas obserwacji konkretnych obiektów technicznych, nie zawsze jednak autorzy po wdrożeniu tych narzędzi dokonują prób ich uniwersalizacji. Uporządkowanie dostępnej wiedzy w sposób metodyczny umożliwi obserwację innych kategorii obiektów dostępnymi środkami i może być tylko wzbogacającym uogólnieniem. Po stronie zysków takiej modyfikacji pojawia się możliwość potwierdzenia uniwersalności metody diagnozowania w różnych kategoriach, stawiając ją w rzędzie metodologii naukowych. Postępowanie odwrotne, czyli ograniczenie obiektowe – np. do sfery czysto mechanicznej – podważa uniwersalność metody i sprowadza ją tylko do metodyki technicznej lub ekspertyzy. Postulat uniwersalności rozważań zmusił autora do uniwersalizacji elementów analizy: podmiotu, przedmiotu oraz metody wnioskowania. Mówienie o diagnozowaniu w sposób uniwersalny zmusza do wyodrębnienia we wszystkich obiektach podlegających obserwacji tych elementarnych cech, które są istotnie wspólne. Takie możliwości daje *topologiczne modelowanie przedmiotu obserwacji oraz procesów budowy narzędzi obserwacji* z zastosowaniem zasad systemowych czy coraz powszechniejszych obiektowych [50, 85, 99–101]. Brak pełnej świadomości o cechach stosowanych narzędzi zmniejsza ich efektywność. Wprowadzony nowy, własny model procesu diagnozowania, wykorzystujący relacje *podmiot – przedmiot diagnozowania*, stanowi pierwszy element analizy. Umożliwia analizę problematyki diagnozowania w sposób niesformalizowany i wykorzystanie ostatecznych wyników metodami formalnymi.

Drugim elementem pracy jest analiza obiektu diagnozowania prowadzona w sposób przydatny dla proponowanego topologicznego modelu procesu diagnozowania. Można tu podjąć arbitralną decyzję ograniczenia rozległości przedmiotów obserwacji diagnostycznej [147]. Wymaga to zdefiniowania zasięgu czasoprzestrzennego obiektów diagnozowania przez wyodrębnienie czynników istotnych oraz jakościowe przekwalifikowanie pozostałych czynników do grupy oddziaływań nieistotnych. Związany z tym problem to określenie granicy czasowej i wzajemnej przestrzennej konfiguracji pomiędzy wyodrębnionymi czynnikami i ich cechami. Są to wielodyscyplinowe otwarte zadania typu systemowego. Rozwiązanie ich zależy wyłącznie od dostępnej wiedzy podmiotu obserwacji, tzn. *diagnosty lub diagnozera*.

Diagnosta przyjmuje aktualne prawa fizyczne i jest przygotowany do rozwiązywania problemów zgodnie z prawdami traktowanymi jako uprawdopodobnione [104]. Po ustaleniu zasięgu czasoprzestrzennego przedmiotu diagnozowania można starać się wyodrębnić zasięg obiektowy konkretnych diagnostyk – np. diagnostyki technicznej. Można proponować potencjalnie graniczne wartości dla obiektowych zadań diagnozowania: od zjawisk astronomicznych do obserwacji fotonowych przy czasach oraz długościach Plancka.

Trzecim zadaniem pracy jest wprowadzenie kryterium oceny diagnozatorów dopasowanych do prezentowanych modeli. Istnieją dziedziny nauki wkraczające w obszary innych dziedzin, które przełamują granice, czerpią z nich wiedzę i metody, oddając je

rozbudowane, przydatne do nowych zastosowań. Naukowość rozważań jest potwierdzana ich uniwersalnością, doświadczenie systemowe wskazuje zaś, że dobra teoria z jednej dziedziny znajduje aplikacje w dziedzinach pozornie oddalonych od siebie [19, 23, 28, 29, 79, 81, 145]. Znana zasada systemowa, wywiedziona od Gödla, Tarskiego i Ashby'ego, między innymi przez Bocheńskiego [3, 14, 15, 144], narzuca konieczność opisu systemu językiem „wyższym”, dlatego nie tylko opis diagnostyczny, ale i ocena procesu pozyskiwania diagnozy musi zaś być wykonane językiem do diagnozowania wyższym, na przykład systemowym.

Sprecyzowania wymaga różnie interpretowane pojęcie *systemu*, rozumiane w pracy zgodnie z definicją podaną przez twórców teorii systemów [11, 15, 16, 73, 81, 88, 102, 118, 139, 148, 149, 151]:

System to zbiór elementów pozostających we wzajemnych relacjach.

W pracach [14, 99, 100] dokonano próby jednoznacznego zdefiniowania podstawowych pojęć systemowych w sposób umożliwiający formalizację, wprowadzono istotną innowację pojęcia system przez dodanie cechy *umiejętności*, syntezującej pojęciowo potencjał teleologiczno-działaniowy. Formalizacja tego pojęcia, w odniesieniu do kategorii i poziomów systemowych, stanowić będzie istotny czynnik upraszczający operowanie narzędziami systemowymi. W prezentowanej pracy uwzględnia się rozumowanie tych autorów, modyfikując pojęcia na potrzeby *teorii diagnozowania*. System ma różnorodność cech lub charakterystyk. Opisywany jest przez *modele systemu*, mając zmienne własności powodujące zmianę systemu. W przypadku obserwacji zmiennego systemu konieczna jest odpowiednia zmienność diagnozera. Dysponujemy kategoriami wiedzy systemowej ogólnej nie przypisywanej do konkretnego procesu lub obiektu oraz skonkretyzowanej przypisanej do konkretnego procesu lub obiektu. To samo dotyczy innych elementów wiedzy ogólnej lub wiedzy przypisanej. Te kategorie wiedzy umożliwiają wzajemne dostosowywanie obiektu poddawanego diagnozowaniu oraz systemu realizującego proces diagnozowania. Umożliwienie wzajemnej adaptacji jest celem niniejszej pracy określającym jej zakres. Pominęto tu obszary, które nie mają z tym problemem bezpośredniego związku.

Adaptacja jest zdolnością do dynamicznego przystosowywania się systemu technicznego do dynamicznie zmiennych wymogów otoczenia. Metody tej adaptacji to procedury, algorytmy, metodyki, metodologie, metametodologie itp., przy wzrastającej od procedur ku metodologiom uniwersalności i ogólności stosowanych narzędzi i technik.

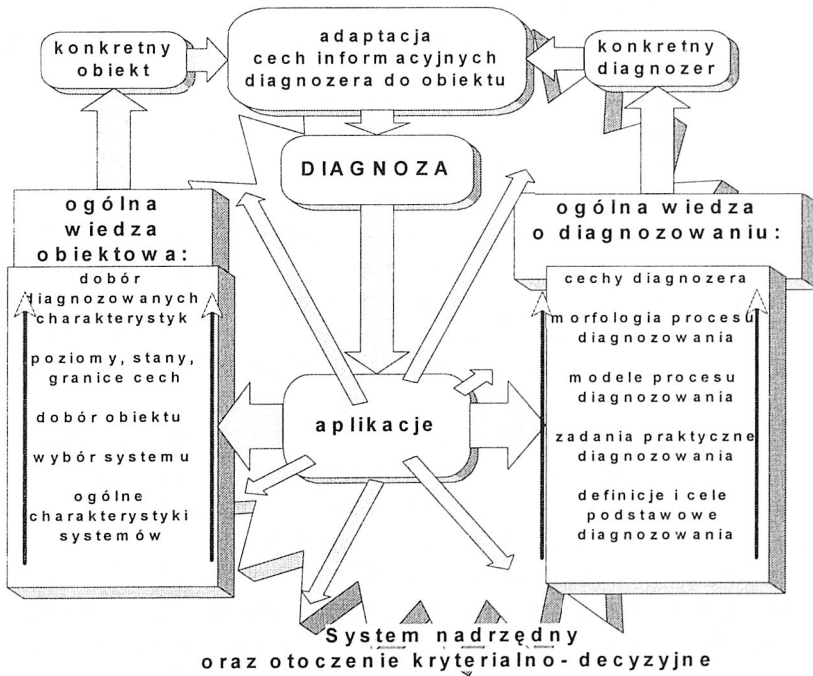
Praca obejmuje rozważania dotyczące:

- modeli procesu diagnozowania;
- wiedzy o obiekcie niezbędnej do procesu diagnozowania;
- kryterium jakości procesu diagnozowania w przestrzeni Minkowskiego;
- podstaw projektowania diagnozera z własną metodą metaforyczną.

2. RELACJE DIAGNOZERA ORAZ PRZEDMIOTU OBSERWACJI

Założenie przez decydenta stabilności lub świadomej zmienności procesu nadrzędnego do diagnozowania skutkuje koniecznością adaptacyjności procesu diagnozowania. Informacyjne i informatyczne narzędzia komunikacyjne zwróciły uwagę na potrzebę badania problemu wzajemnych relacji zachodzących pomiędzy diagnostą oraz przedmiotem obserwacji na poziomie systemu technicznego. System diagnostyczny ma być modyfikowalny – dostosowujący się do potrzeb decydenta efektywnym narzędziem obserwacji – umożliwiającą założone działanie systemu nadrzędnego. System techniczny bez ciągłego dopływu właściwej możliwej do wykorzystania informacji, pozyskiwanej metodami diagnostycznymi, zostaje pozbawiony głównie narzędzi działania.

Dostępna wiedza, po uporządkowaniu, umożliwia w sposób istotny dla systemu nadrzędnego realizację potrzeby wzajemnego dostosowywania się obiektu poddawaneemu diagnozowaniu oraz systemu realizującego proces diagnozowania (rys. 2.1).



Rys. 2.1. Rozwinięty, procesowy model relacji obiektu i diagnozera w swym otoczeniu
 Fig. 2.1. Developed process model representing the relations between the object and the diagnoser

2.1. ADAPTACJA CECH DIAGNOZERA I OBIEKTU

System opisywany przez *model systemu* ma z definicji różnorodne cechy lub charakterystyki o ogólnych właściwościach: stabilności, sterowalności i obserwowalności. Znana jest np. obserwowalna zmiana niestabilna typu atraktor. Są one zazwyczaj zmienne, powodujące synergiczną zmianę systemu. W przypadku obserwacji diagnostycznej występuje zatem konieczność działań adaptacyjnych diagnosty i procesu diagnozowania. Wynika to z podrzędności systemu diagnostycznego w nadrzędnym systemie technicznym.

Konieczność adaptacji diagnosty pojawia się w sytuacjach, gdy następują zmiany strategii działania systemu, zmiany i regulacje realizowanych procesów lub zmiana stanu systemu. Zmiany te mogą występować w różnych konfiguracjach: pojedynczo, łącznie lub całościowo

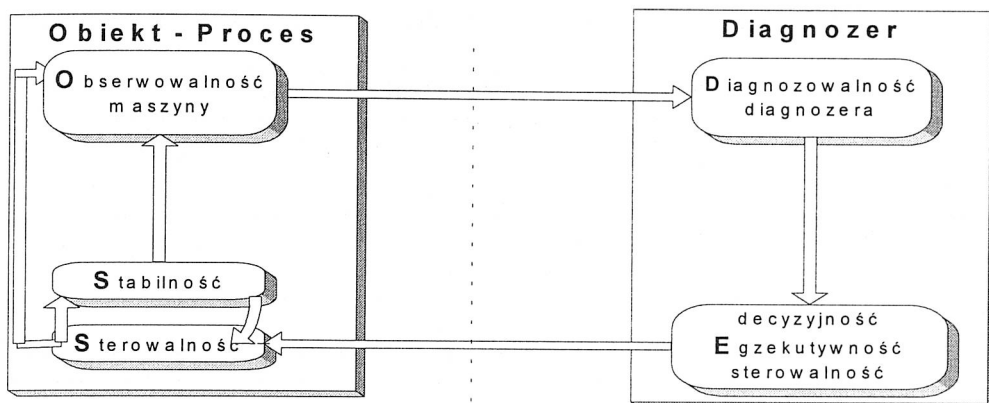
Tabela 2.1. Warunki adaptacji diagnosty do zmian strategii działania systemu

	STRATEGIA	PROCES	STAN		ADAPTACJA DIAGNOZERA
	*	–	–	⇒	*
	*	*	–		*
	*	–	*		*
ZMIANY	–	*	*		*
* tak	–	*	–		*
– nie	–	–	*		*
	*	*	*		*
	–	–	–		–

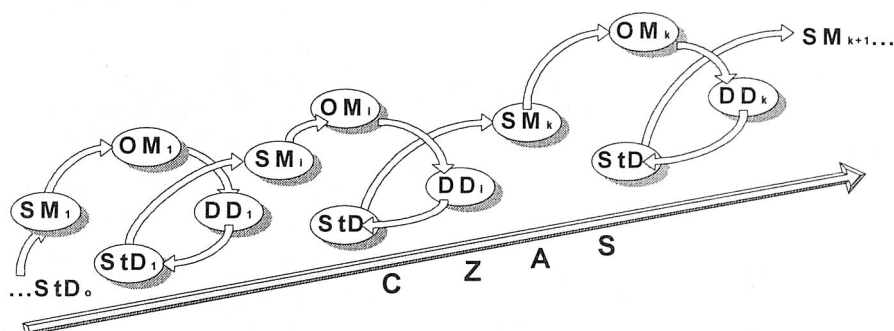
Zmiany strategii czy procesu zależą od decydenta posadowionego w systemie nadrzędnym, zmiany zaś stanu – często o cechach degradacji – zależą tylko częściowo od użytkownika systemu wymagającego wystarczającej, pozyskanej diagnostycznie informacji [3, 11, 89, 159]. Niniejsza praca ogranicza się do przepływu informacji typu diagnostycznego z świadomością istnienia innych metod pozyskiwania informacji o obiekcie.

System może spełniać rolę podmiotu analizy – jest wtedy diagnostą – jej przedmiotu lub istotnego otoczenia. Każdy system zawiera w swej strukturze inne systemy – posadowione niżej w hierarchii – przedmiotowy system zaś, o konkretnym położeniu w tej hierarchii, sam jest posadowiony w systemach hierarchicznie *wyższych*. Dlatego podział systemów technicznych typu {C – M – Ot + U} (*człowiek – maszyna – otoczenie + umiejętności*) jest tylko pewnym szczególnym, wygodnym przypadkiem. Zasadnicze cechy informacyjne łączące przedmiot diagnozy i diagnostę są powiązane pętlami sprzężenia zwrotnego (rys. 2.2 i 2.3), tworząc spiralę zmian adaptacyjnych w postaci następujących po sobie kolejno cech: obserwowalność maszyny (OM), diagnozowalność diagnosty (DD), sterowalność diagnosty (StD), sterowalność maszyny (SM), obserwowalność maszyny (OM) itd.:

OM ⇒ DD ⇒ StD ⇒ SM ⇒ OM ⇒ .. ⇒ DD ⇒ StD ⇒ SM ⇒ ...OM... ⇒ ..



Rys. 2.2. Pętla cech informacyjnych, łącząca obiekt (maszynę) i diagnozera
 Fig. 2.2. The loop of information features in the machine-diagnoser system



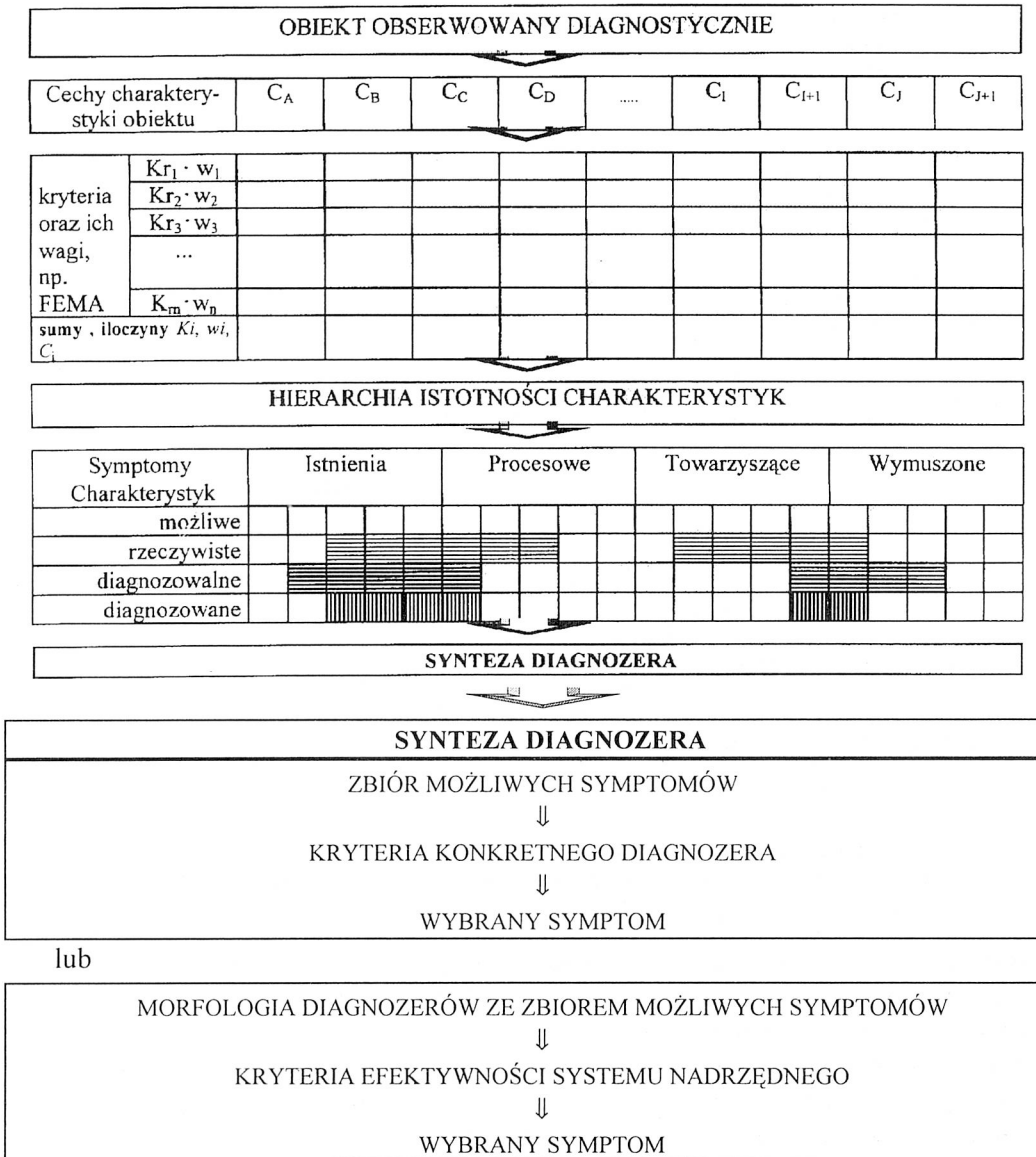
Rys. 2.3. Spirala adaptacji cech informacyjnych łącząca obiekt diagnozowania i diagnozera
 Fig. 2.3. Adaptation spiral of information features in the machine-diagnoser system

Stabilność, sterowalność, obserwowalność dotyczą obserwowanego obiektu, diagnozowalność zaś, decyzyjność oraz sterowalność diagnozera – diagnozera. Żadna z charakterystyk dobrego diagnozera nie może być dopasowana informacyjnie do obiektu tylko częściowo i spełniać częściowo wymogi kryterialne. Cechy modelu procesu diagnozy są zgodne z cechami samego procesu, jednak w tym przypadku podmiotem analizy jest proces diagnozy; wszystkie cechy modelu muszą więc być mu podporządkowane. Ze spirali adaptacji wynika możliwy algorytm syntezy diagnozera dla konkretnej sytuacji technicznej.

Symptom jest obrazem cechy przedmiotu diagnozowanego, odbieranym przez diagnozera.

Do realizacji algorytmu musi być dobrany właściwy symptom. Dobór *konkretnego zbioru symptomów* może być realizowany np. według kryterium efektywności. Wybór sygnału zależy od kryterium diagnozera lub od systemu nadrzędnego, przy morfologii diagnozatorów i możliwych sygnałów:

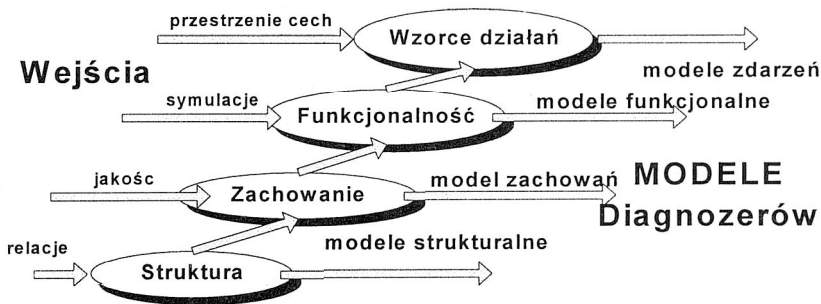
Tabela 2.2. Algorytm syntezy diagnozera dla konkretnej sytuacji technicznej



Realizacja postulatu adaptacyjności czynników procesu diagnozowania – diagnozera i przedmiotu diagnozowania – wymaga przebudowy istniejących modeli obu czynników oraz doboru lub syntezy informacyjnego kryterium oceny adaptacji.

2. 2. MODELE ORAZ CECHY SYSTEMU DIAGNOZUJĄCEGO

Ewolucję modeli systemu diagnostycznego, warunkujących treść opisów procesu diagnozowania, najlepiej prześledzić na modelu Cempela, wprowadzonym na przełomie lat 70. i 80. [19–31]. Wcześniejsze lub następne modele są uproszczeniem lub rozwinięciem tego systemowego modelu, zawierającego kompletny zestaw elementów, ich cech oraz relacji. Powstawały również modele cząstkowe procesu diagnozowania, gdzie np. mylono *model procesu diagnozowania* z modelami celów procesu, ciąg zaś kilku modeli, określających hierarchiczność systemową obiektu diagnozowania, określano jako model procesu diagnozowania [90], rys. 2.4.

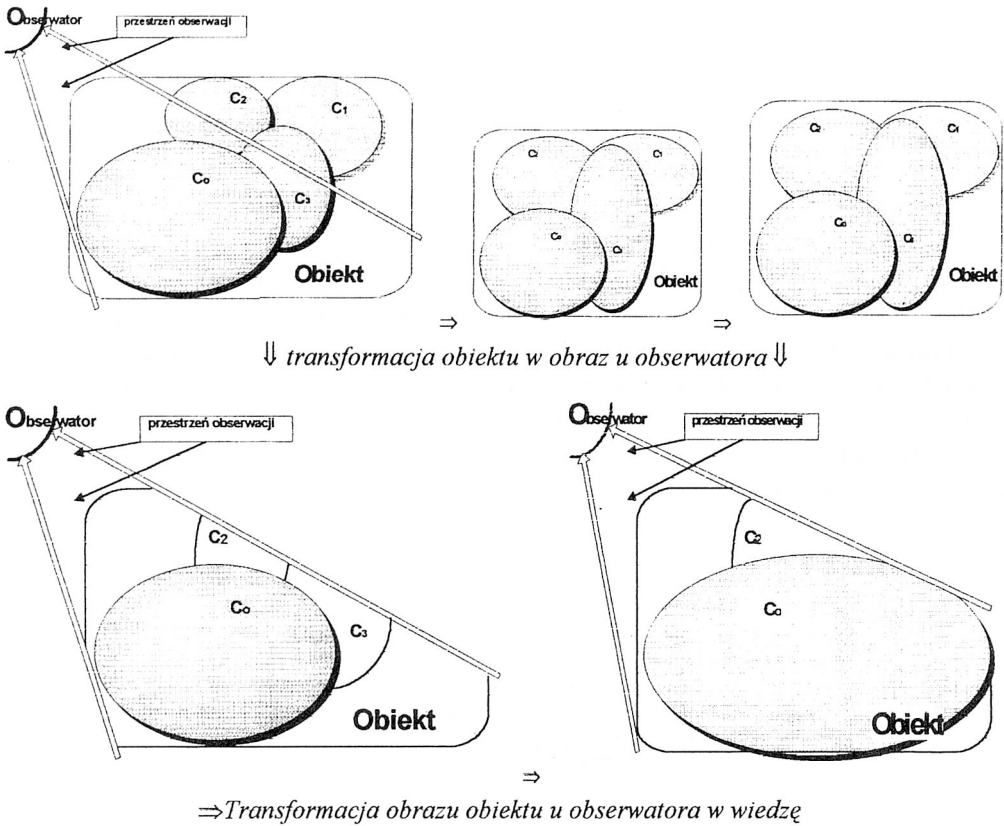


Rys. 2.4. Poziomy wnioskowania oparte na hierarchiach systemowych [90]
Fig. 2.4. Inference levels based on the systems hierarchies

Model to zbiór instrukcji dla wygenerowania danych o zachowaniu obiektu modelowanego [155].

Z modeli nieformalnych, formalnych, symulacyjnych, heurystycznych itd. [6, 8, 9, 37, 51, 83, 155] wybrano w pracy topologiczne modele nieformalne typu systemowego, wg [6, 37, 51]. W definicjach modeli systemowych istnieją także nowe propozycje, np. [65, 66, 159], rys. 2.5, wzbogacające ich tradycyjne widzenie. W pracy [159] wprowadzono pojęcie przypadkowości do działania systemu oraz następujące założenia do modeli systemowych:

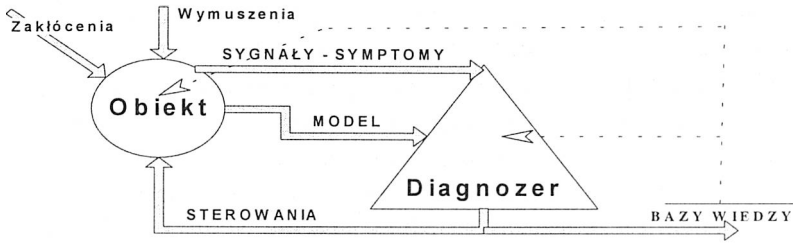
- na system nie oddziałują inne procesy, system działa według zasady przypadkowości,
- zachowanie systemu jest stochastyczne, dla cech deterministycznych jako przypadek szczególny,
- struktura systemu, traktowana jako ukierunkowane połączenia elementów, może być budowana i likwidowana tylko przez interwencję z zewnątrz.



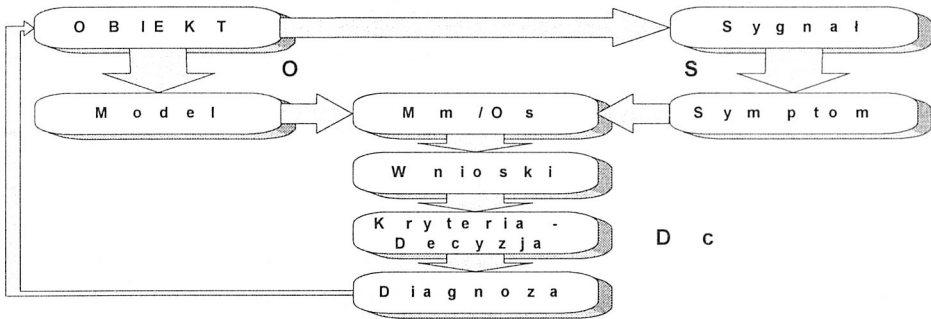
Rys. 2.5. Ewolucja obiektu w czasie i przestrzeni [65, 66]

Fig. 2.5. Object evolution in time and space; object transformation into a picture for an observer; transformation of object picture

Są to kolejne, podważalne założenia do tworzenia modeli systemów. Szczegółową analizę krytyczną podejścia systemowego do modelowania rzeczywistości oraz kreowania współczesnej wiedzy przeprowadzili Klir oraz Banathy [4], a ostatnio Oziemski [99, 100]. Jednocześnie spory wokół Kuhna, Poppera, Feyrabenda nie ustają [79, 81, 104, 105]. Autor pracy ma świadomość tych sporów, dlatego podejście systemowe do modelowania traktuje jako nadążające za rozwojem wiedzy o systemach i wiedzy przedmiotowej, której dotyczą. Obserwator systemu wraz z upływem czasu ulega ewolucji, zmieniając pierwotny, zachowany obraz – od początku różny od rzeczywistego obiektu – do obrazu obiektu ewoluującego – rys. 2.5. Ogólny i najbardziej uproszczony model systemu diagnozowania można przyjąć w postaci modelu pozyskiwania wiedzy kanałem diagnostycznym (rys. 2.6).

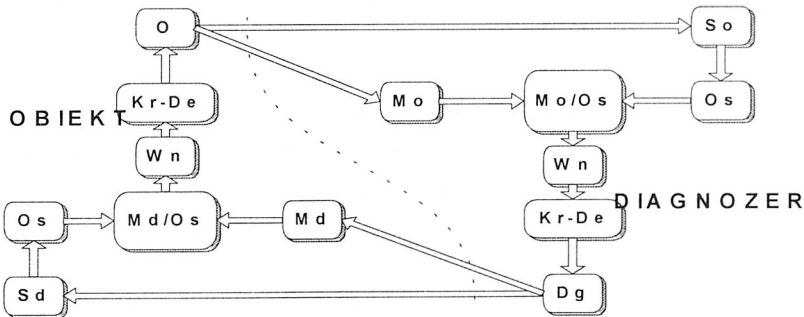


Rys. 2.6. Uproszczony model systemu diagnozowania
 Fig. 2.6. Simplified diagnose system model.



Rys. 2.7. Prosta postać modelu Cempela, np. wg [26, 27], zawiera zasadnicze elementy i relacje
 Fig. 2.7. Simple form of the Cempel's model

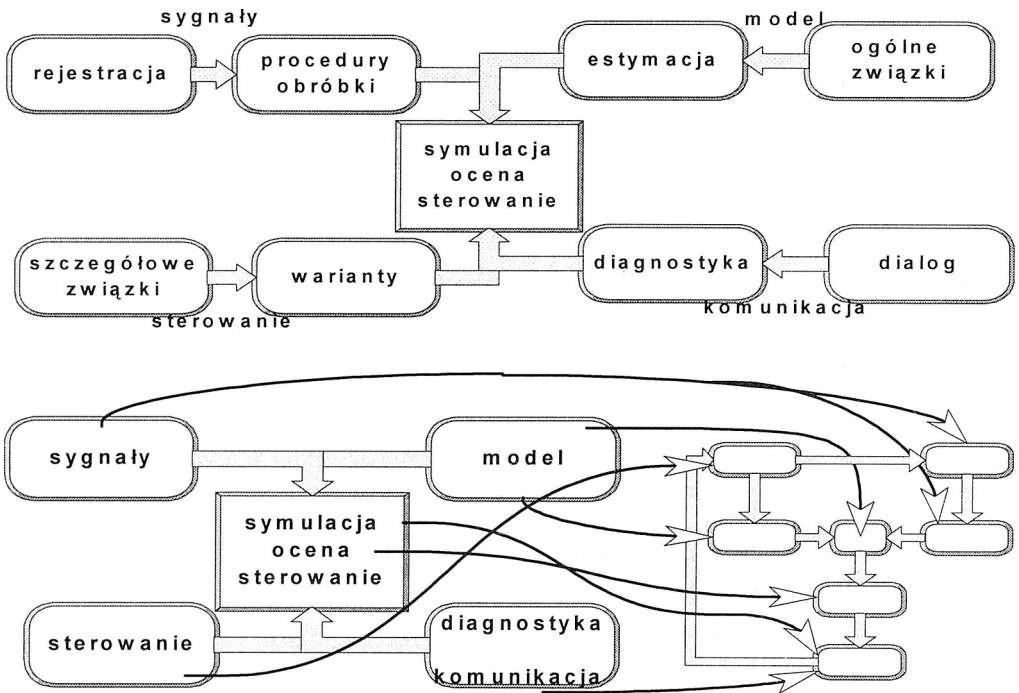
We wczesnych wersjach modeli (rys. 2.7), mimo braku wyraźnych odniesień do opisu systemowego, stosowano pełną metodologię systemową – co dobrze świadczy zarówno o modelu, jak i o uniwersalności opisu systemowego. Składa się on z trzech głównych elementów, połączonych kanałami informacyjnymi: obiektu O, decydenta Dc oraz sygnałów S. Pojawiające się narzędzia komunikacyjne uwypukliły konieczność podjęcia w tym modelu badań pomijanego problemu wzajemnych relacji *diagnosty* oraz *przedmiotu obserwacji*.



Rys. 2.8. Układ dwóch symetrycznych systemów z rys. 2.7 (lub 77), gdzie odnogi O–So–Os; Dg–Sd–Os – sygnałowe, O–Mo; Dg–Md – modelowe, Mo/Os–Wn–KrDe – decyzyjne
 Fig. 2.8. Two symmetric Cempel's systems or 77 (compare figure 2.7)

Wprowadzona w tym celu przez autora pracy zasadnicza modyfikacja postaci modelu według rys. 2.7 polega na jego symetrycznym zdwojeniu, co tworzy model określany jako 77 (rys. 2.8 [106–135]), równoważącym istotność informacyjną obu aktorów relacji obserwacyjnej: *obserwatora*, który może być samodzielny lub stanowić integralną część *decydenta* oraz *przedmiotu obserwacji*.

Model podstawowy, zmodyfikowany w pracy przez symetryczne zdwojenie, jest modelem rozwijanym i wzbogacanym, jednak jego pierwotny kształt w obecnym stanie wiedzy nie ulega zmianie. Jest to model sprawny, właściwie generujący zachowania rzeczywistych diagnozatorów. Określając odpowiednią topologię można do niego dopasować większość innych modeli procesu diagnozowania.

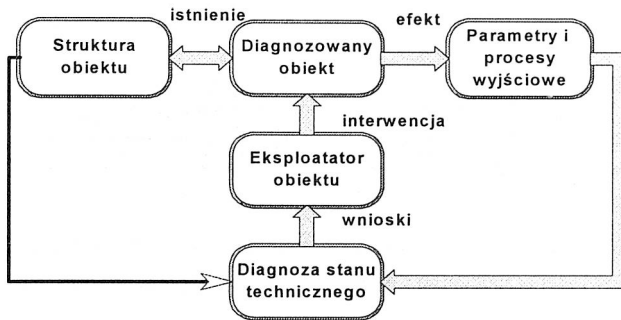


Rys. 2.9. Model D–O–S [45–47] oraz jego transformacje do modelu podstawowego przez uporządkowanie

Fig. 2.9. The model D–O–S and its transformation into basic model due to ordering

Przykładem jest model procesu diagnozowania wygenerowany przez Oziemskiego, Dudka i Sobczykewicza [45], w którym diagnostyka stanowi jeden z kilku istotnych procesów, zmierzających do nadrzędnego celu, jakim jest automatyczna ocena parametrów procesu użytkowania obiektu technicznego. Model ten obejmuje pięć zasadniczych elementów, z których cztery podporządkowane (obserwator sygnałów, model wiedzy ogólnej, model zachowań, dwustronny kanał informacyjny) są stosowane w systemie nadrzędnym, realizującym symulację, ocenę w czasie rzeczywistym i sterowanie. Diagnostyka dotyczy obserwacji stanu chwilowego i jakości długookresowej. Transformacja tego modelu do podstawowego wymaga uporządkowania pod kątem diagnozowania. Zarówno w tym mo-

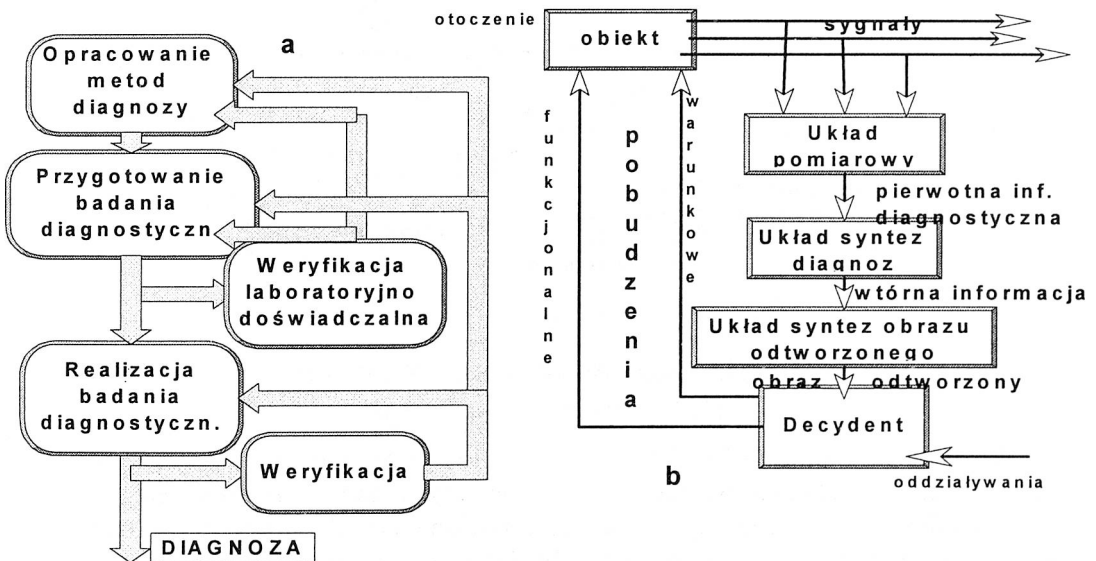
delu, jak i na każdy z dalszych modeli można nałożyć proponowany model podstawowy, wszystkie zaś można łatwo redukować do modelu podstawowego. Jeden z modeli Nizińskiego-Pelca ([103] – rys. 2.10) opisuje poszukiwanie diagnostyczne związków pomiędzy cechami struktury i parametrami działania obiektu. Diagnostowanie dzieli się tu na dwie metody; pierwsza polega na logicznej syntezie informacji pozyskiwanej od wielu obserwatorów, druga polega na logicznej analizie uogólnionej informacji pozyskiwanej od jednego obserwatora. Jest to przetransformowany model podstawowy.



Rys. 2.10. Poszukiwanie diagnostyczne związków między cechami struktury a parametrami działania obiektu [103]

Fig. 2.10. Diagnostic searching for the relations between the structure features and the object action parameters

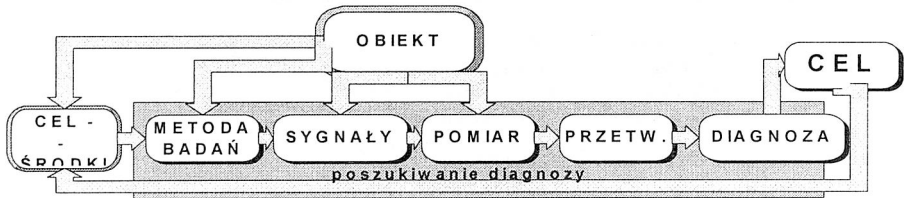
Będkowski [12, 13] proponuje wiele modeli procesu diagnostowania na kilku zróżnicowanych poziomach systemowych.



Rys. 2.11. Model działania diagnostycznego (a) oraz obieg informacji diagnostycznej (b) [12, 13]

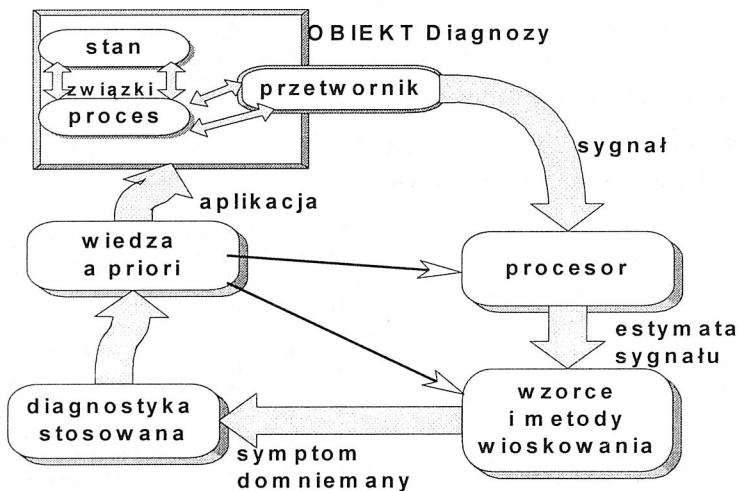
Fig. 2.11. Model of diagnostic action (a) and flow of diagnostic information (b)

Przykładowy model (rys. 2.11a) opisuje ogólnie pojęte działania diagnostyczne, drugi z nich zaś (rys. 2.11b) dotyczy obiegu informacji diagnostycznej. W obu modelach zakłada się istnienie nadrzędnego modelu diagnozowania. Modele te mogą być przydatne w tworzeniu skonkretyzowanego procesu diagnozowania. Wcześniej przedstawiono model organizacji poszukiwania procesu diagnozowania [40–42].



Rys. 2.12. Model organizacji poszukiwania procesu diagnozowania wg Kurowskiego [40–42]

Fig. 2.12. Model of searching for the diagnosing process according to Kurowski

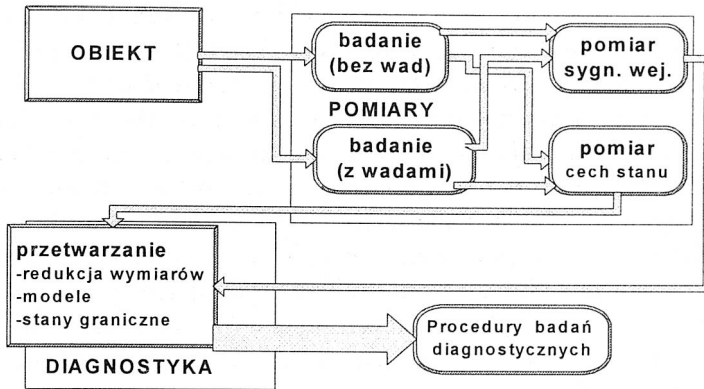


Rys. 2.13. Model Sordyla–Nowickiego [96, 97, 141]

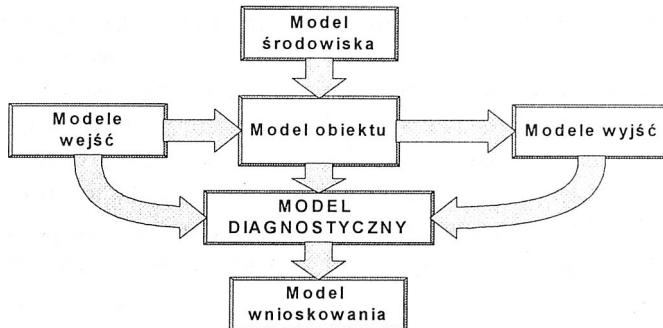
Fig. 2.13. Model of Sordyl–Nowicki

W modelach Sordyla–Nowickiego, rys. 2.13, potrzebne jest uporządkowanie przemieszczające istotność elementów i transformację do modelu podstawowego.

W modelu Żółtowskiego (rys. 2.14) przedstawiono technikę heurystyczną budowy procedury diagnostycznej, analizowano również drogę teoretyczno-eksperymentalną, opartą na narzędziach optymalizacyjnych. W pracach [157, 158] przedstawiono technikę modelowania w procesie diagnostycznym.

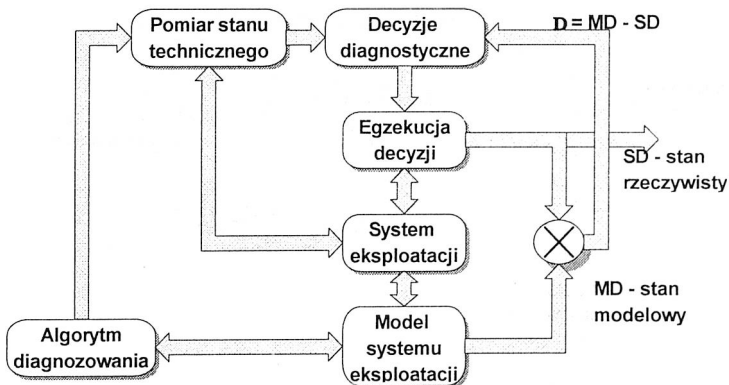


Rys. 2.14. Technika heurystyczna procedury diagnozowania w modelu Żółtowskiego
 Fig. 2.14. Heuristic method of the diagnosing procedure according to Żółtowski's model



Rys. 2.15. Technika modelowania w procesie diagnostycznym wg Żółtowskiego
 Fig. 2.15. Modelling technique in diagnosing process according to Żółtowski's model

Model cybernetyczny procesu diagnozowania opracował Staniszewski, wdrażając go do procesów diagnoz projektowych i eksploatacji.

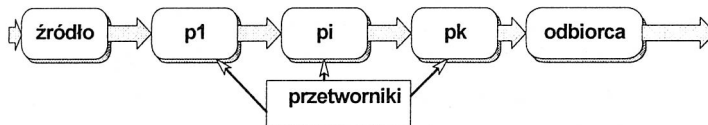


Rys. 2.16. Model cybernetyczny procesu pozyskiwania diagnozy Staniszewskiego [142]
 Fig. 2.16. Cybernetic model of diagnosing according to Staniszewski

Modele procesu diagnozowania przedstawili w różnych dziedzinach Collacott (mechanika) [35, 36] i de Zeeuw (socjosystemy) [39]. Collacott stworzył rozbudowane modele procesu diagnozowania o dużym stopniu uszczegółowienia, jednak drobiazgowość nie pozwala na przenoszenie ich z obiektu na obiekt, a tym bardziej do innych dziedzin. Nie dostarczają one narzędzi uogólniających. To przykłady doskonałych narzędzi praktycznych, bez pewności czy przedstawione propozycje, prócz skuteczności, są optymalne. Takim podejściem charakteryzuje się wiele propozycji narzędziowych dla procesu diagnozowania. Przedstawiane gotowe diagnozery poparte ciekawymi wynikami umożliwiają kreowanie dobrych diagnoz, ale zawsze pozostawiają wątpliwość podobną do pojawiających się w wynikach Collacotta.

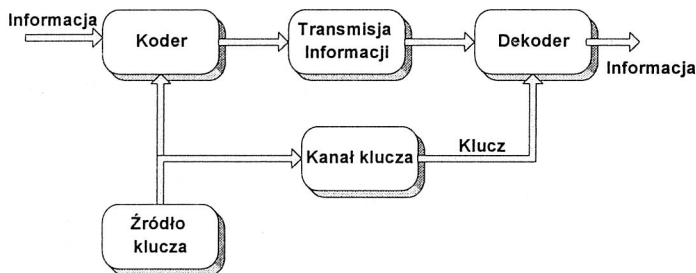
Z kolei de Zeeuw [39] w teorii systemów wprowadził rozróżnienie *obserwatora i obiektu* obserwacji, dokonując kategoryzacji *wzajemnej relacji* zróżnicowanych systemowo „aktorów” tego złożonego procesu diagnozowania.

Przedstawiane modele o cechach systemowych mogą być łatwo przenoszone z obiektu na obiekt oraz do innych dziedzin. Dostarczają narzędzi uogólniających, są przykładem skutecznych narzędzi praktycznych, ale jednocześnie poprzez systemową otwartość zapewniają możliwość ich optymalizacji. Wszystkie przedstawione modele można redukować do modelu podstawowego. Z drugiej strony w *modelu podstawowym można generować dalsze uproszczenia*. Powstałe w wyniku uproszczenia modelują często inne, rzeczywiste procesy diagnozowania, wiedzy, kodowania, komunikacji, informacji itp. Modele systemów informacji zazwyczaj są szeregowo. Taki model systemów informacji (rys. 2.17 [140]) można również transformować do modelu podstawowego, rys. 2.7.



Rys. 2.17. Linearny model systemów informacji

Fig. 2.17. Linear model of the information systems

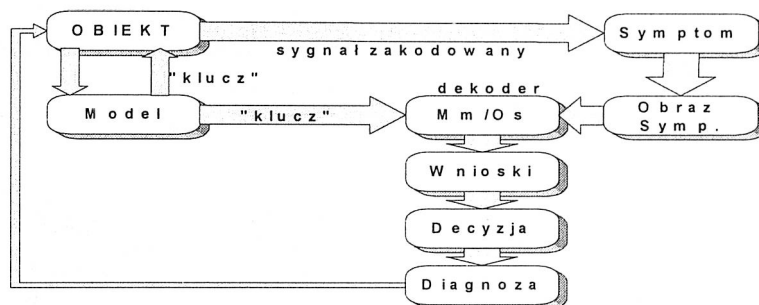


Rys. 2.18. Model systemów informacji z dekodowaniem

Fig. 2.18. The model of the information systems with decoding

Proces diagnozowania można porównać z dekodowaniem zakodowanej informacji, przekazywanej nam przez obiekt diagnozowania. Znane modele kodowania, porównywane z modelem diagnozowania, umożliwiają modyfikację modelu diagnozowania kanałem klucza: model – wiedza. Do przepływu informacji w modelu diagnozowania należy dodać zwrotny kanał od źródła klucza do obiektu – kodera.

Jest to operacja oddziałująca od strony modelowania na stronę sygnałową: *nie ujrzymy sygnałów niezamodelowanych – to czego obserwator nie zna, nie jest przez niego postrzegane*. Potwierdza to konieczność istnienia zdwojonego modelu 77 ze zwrotnym kanałem informacyjnym. Modyfikacja modelu diagnozowania kanałem klucza przyjmie postać według rys. 2.19.



Rys. 2.19. Modyfikacja modelu diagnozowania kanałem klucza

Fig. 2.19. Modification of the diagnosing model by means of key channel

Istnieją próby analiz celowych procesu diagnozowania. W pracy [90] przedstawiono wyczerpującą analizę poziomów wnioskowania diagnostycznego zgodnie z hierarchią poziomów znanych sobie modeli, wynikającą z ich klasyfikacji systemowej – od modeli strukturalnych, przez modele zachowań i funkcjonalne, aż po modele zdarzeń, rys. 2.4. Inne modele związane z określonym procesem diagnozowania mogą być zastosowane w działaniach praktycznych. Jest jednak wiele prezentacji bez szylku diagnozowania, które są zgodne z metodyką diagnostyczną i są w gruncie rzeczy działaniami diagnostycznymi. Znane są również prace o cechach odwrotnych, *gdzie etykieta diagnozowania nie jest poparta metodą diagnozowania*.

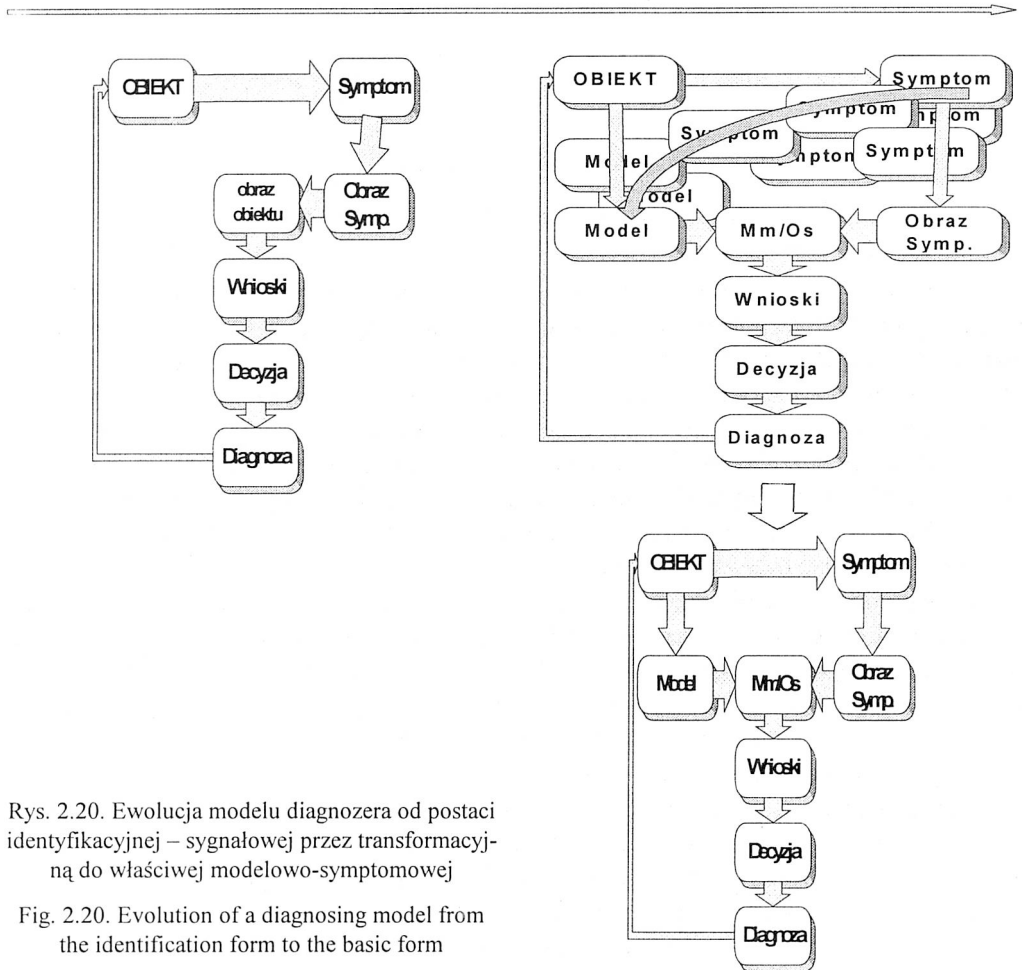
Porównanie metod diagnostyki i zdobywania wiedzy na drodze badań doświadczalnych wskazuje, że w przypadku badań doświadczalnych celem jest identyfikacja całej przestrzeni możliwych stanów obiektu do kreowania modelu. Przestrzeń ta jest potem obserwowana i identyfikowana metodami diagnozowania. Diagnozowanie identyfikuje *jeden konkretny punkt* tej przestrzeni. System diagnostyczny może być tworzony przez pierwotne badania doświadczalne. Ewolucję wiedzy o obiekcie metodami diagnozowania przedstawiono w tabeli 2.3. Powiększanie poziomu wiedzy przemieszcza zazwyczaj stan diagnozera od stanu pierwotnego do stanu docelowego, ku lewej stronie. Możliwość wykonywania eksperymentów innych niż bierne, przemieszcza diagnozera ku górze tabeli. Ewolucja wiedzy – nie zawsze dodatnia – wynika z jakości przekazywanej informacji. Przemieszcza diagnozera do stanu docelowego, który nie zawsze jest zgodny z intencjami diagnozera lub decydenta.

Tabela 2.3. Ewolucja wiedzy o obiekcie

	Wiedza o obiekcie		
Eksperyment	Pełna	Częściowa	Brak
Czynny	Stan docelowy (chwilowy)	←	←
Czynno – bierny	↑	↑←	↑←
Bierny	↑	↑←	↑← Stan pierwotny

Tworzenie diagnozera polega na wybraniu pełnego modelu różnorodnych obiektów przez proces identyfikacyjny, również z zastosowaniem modelu diagnozowania. W tym celu dla *pierwszej* grupy sygnałów, odbieranych przez obserwatora w ilości umożliwiającej kreowanie modelu, musi istnieć czas na tworzenie tego modelu, środki oraz umiejętności. Dopiero wtedy będzie możliwy proces kompletowania elementów diagnozera.

KIERUNEK EWOLUCJI



Rys. 2.20. Ewolucja modelu diagnozera od postaci identyfikacyjnej – sygnałowej przez transformacyjną do właściwej modelowo-symptomowej

Fig. 2.20. Evolution of a diagnosing model from the identification form to the basic form

Podstawową cechą procesu diagnozowania, uwzględnianą w pracy, jest *uniwersalność*: dla zróżnicowania diagnostycznych procesów informacyjnych, zróżnicowanych rodzajów i hierarchii systemowych – istnieje jednorodność metodologii, metod, algorytmów przekazu informacji, zazwyczaj określanej jako diagnostyczna. W zróżnicowaniu obserwowanych obiektów i procesów istnieje jednorodność ogólnych metodologii, metod, algorytmów, zróżnicowanie pojawia się dopiero na skonkretyzowanych i określonych narzędziach.

Diagnozowanie ma inne cechy, uporządkowane tu zgodnie z metodą ważności. Kryterium porównywania istotności cech procesu diagnozowania stanowiło subiektywne uporządkowanie pracy, zakładające wzajemne dostosowywanie diagnozera i obserwowanego diagnostycznie obiektu:

- *usługowość* – traktowana jako podrzędność hierarchiczna w uporządkowanym hierarchicznie systemie, przymusowa kompatybilność wynikająca z konieczności dopasowywania się w hierarchii do systemu nadrzędnego oraz gotowość do adaptacji podsystemów.
- *informacyjność* – działanie na wszelkich postaciach, formach, ilościach, oraz treściach informacji: *pobranie, analiza, interpretacja, przekaz, realizacja*.
- *neutralność* – dążenie do neutralizacji nieuniknionego subiektywizmu ocen oraz do minimalizacji form obciążenia postawy obserwatora, powiększających zawsze błąd oceny.

Neutralność procesu diagnozowania jest warunkiem pozyskania dobrej diagnozy. Jakikolwiek obciążenie procesu diagnozowania zmniejsza jej efektywność. Uwzględnić należy istniejący czynnik ludzki. Konkretnie obserwacje (tego samego faktu, zjawiska, obiektu, procesu) mogą różnić się istotnie, przy czym nie są to różnice statystyczne pomiaru (które również występują), lecz różnice zasadnicze, wynikające z celowości i teleologiczności obserwacji, uzależnień kontekstowych, zestawu kryteriów ocen, nasycenia procesowego oraz czynnika ludzkiego, który pojawia się zawsze [39, 142]. Jak widać, czynniki te mogą być tylko minimalizowane. Ponieważ trudno o nieobciążone obrazy diagnostyczne faktów, obiektów, zjawisk itp, w związku z tym trudno o nieobciążoną – „obiektywną” diagnozę. Projektant procesu diagnozowania oraz systemu diagnozującego powinien minimalizować przyczyny tego zjawiska, samo zjawisko oraz jego skutki.

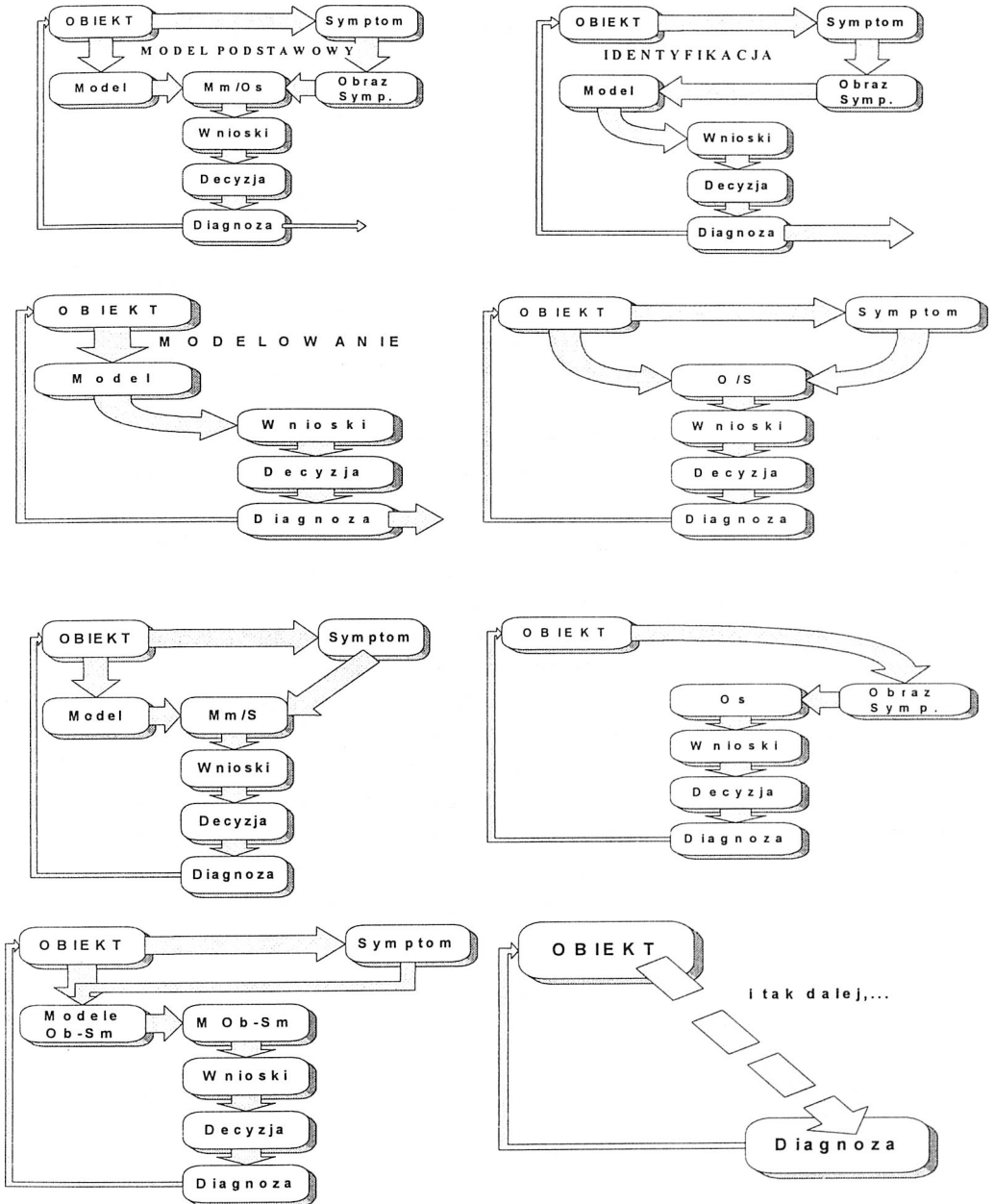
- *relatywność czasoprzestrzenna* – diagnozowanie jest procesem zachodzącym w czasoprzestrzeni, co niesie za sobą jej ograniczoność czasowo-przestrzenną, diagnozera oraz obiekt – proces diagnozowania wchodzi w czasowo-przestrzenne zależności eulerowskie.
- *specyficzność* – określenie konkretnego diagnozera, jego metodyki do konkretnego obiektu – procesu, (np. ujednoczenie narzędzi akwizycji sygnału oraz różnicowanie elementów systemu diagnozującego).
- *ograniczoność efektywnościowa* – możliwe jest ciągle poprawianie efektywności systemowego diagnozowania, ze świadomością zmniejszania przez sam proces diagnozowania efektywności cząstkowych systemu nadrzędnego dla poprawy jego długookresowej efektywności globalnej.

- *ingerencyjność* – pobranie informacji przez system diagnostyczny za pomocą sygnału wymuszonego wymaga pewnej ingerencji, infiltracji diagnozera. Ingerencja powinna być minimalizowana dla maksymalizowania neutralności. Nieingerencyjność – to np. odwracalność energetyczna procesu pobierania informacji lub tylko kontynuowanie działania obserwowanego obiektu – procesu z dopuszczalnie obniżoną (np. nieistotną, nieobserwowalną efektywnością realizowanego procesu przez obiekt lub decydenta wyższego rzędu, mimo pobrania informacji) [106–135]. Diagnost, dokonujący obserwacji diagnostycznej metodą sygnału wymuszonego, staje się jednym z czynników procesu, będącego przedmiotem obserwacji. Potwierdzone jest to od poziomu podstawowego (np. obserwacja diagnostyczna drgań masy maszyny czujnikiem o własnej masie) do poziomów wysokich (np. obserwacja systemu socjotechnicznego przez uczestnika procesów, usiłującego minimalizować swój status ingredientu). Ingerencje posiadają cechy: masowe, energetyczne lub informacyjne, wspólne dla podmiotów relacji ingerencyjnej lub znacząco symptomujące oba podmioty tej relacji w sposób dla nich rozpoznawalny. Zakres ingerencji określa ich tożsamość lub rozdzielność.
- *symptomowość* – pozyskiwanie informacji przez pośredniczący kanał informacyjny. Istotność cech oraz konsekwentna kolejność musi być ustalana w konkretnej sytuacji technicznej, odpowiadać powinna znaczeniu poszczególnych cech ustalanych metodami oceny istotności, znanymi z teorii decyzji, metodologii projektowania itp.

2.3. EWOLUCJA I MODYFIKACJE MODELU PROCESU DIAGNOZOWANIA

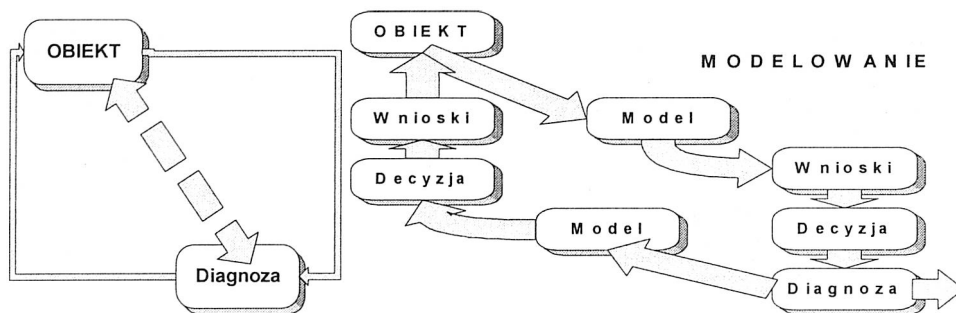
W przyjmowanym, jako podstawowy, modelu procesu diagnozowania zasadnicza struktura jest nienaruszalna, choć możliwa jest jej ewolucja, modyfikacje lub pewna redukcja (rys. 2.21). Każdy z tak modyfikowanych modeli ma swe symetryczne zdwojenie, uwzględniające wzajemną relację obiektu i diagnozera, zgodne z propozycją przedstawioną w pracy (rys. 2.22).

Prócz tego zakłada się, że pomiędzy każdą parą elementów wprowadzonego modelu diagnozowania istnieją identyczne, w sensie struktury, wewnętrzne sprzężenia informacyjne.



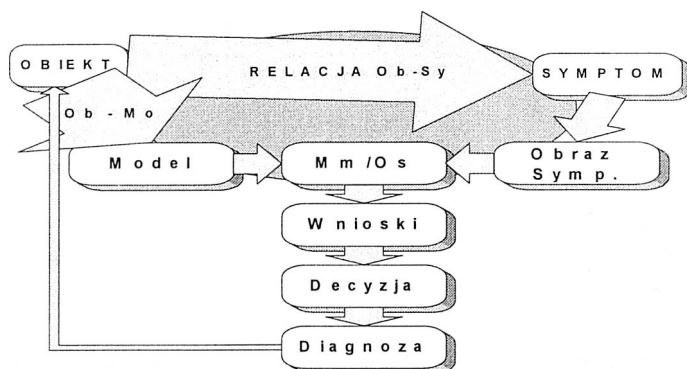
Rys. 2.21. Model podstawowy modyfikowany do analizy innych aspektów informacji: procesy diagnozowania, identyfikowania, kodowania, komunikacji, itp.

Fig. 2.21. Basic model being modified in order to analyse the other aspects of information



Rys. 2.22. Przykłady symetrycznego zdwojenia modeli modyfikowanych (z rys. 2.21)
 Fig. 2.22. Examples of the symmetric doubling of models being modified

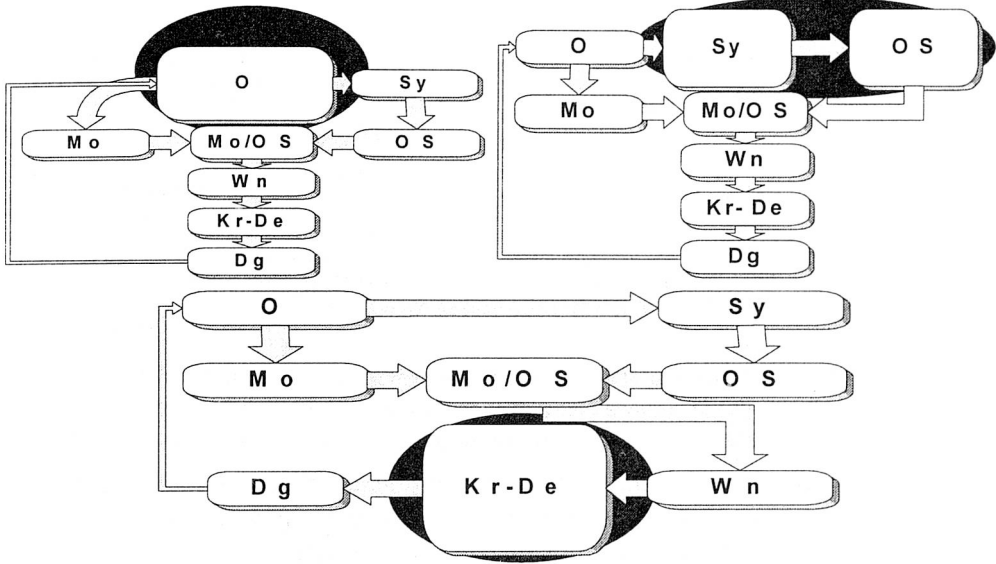
Przedstawione schematy przepływu strumieni informacji zachodzą na każdym poziomie systemowym lub pomiędzy takimi poziomami. Identyfikowanie ich charakteru tworzy zadania dla wielu dziedzin wiedzy. Schematy przepływu informacji uproszczono do powiązań pomiędzy parami elementów systemu diagnozującego. Strzałki na schematach i modelach oznaczają dwukierunkowe przepływy informacji pomiędzy parami elementów modeli uproszczone graficznie do jednego kierunku przepływu. Oznaczają również dominujący kierunek przepływu informacji, w kierunku przeciwnym przepływ informacji jest często pomijany. W pracy są uwzględniane przepływy zwrotne. Opisywany model procesu pozyskiwania różnego rodzaju wiedzy przez diagnozowanie jest modelem rozwijającym, wzbogacającym i modyfikowanym. Jest to sprawny model, właściwie generujący zachowania rzeczywistych diagnozatorów. Te cechy modelu świadczą o jego poprawności i zupełności, próby falsyfikacji dokonywane wielokrotnie przez autora pracy modyfikują model bazowy. Inne modele procesu diagnozowania sprowadza się do modelu podstawowego. Nie jest wykluczone, że dalsze próby falsyfikacji doprowadzą do przyjęcia za podstawowy inny model procesu diagnozowania, gdy modyfikacje ilościowe przejdą w jakościowe.



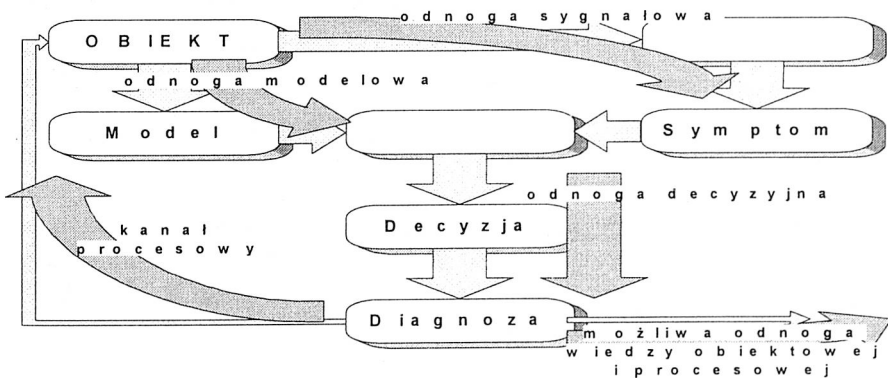
Rys. 2.23. Relacja obiekt – symptom jako centralny punkt systemu diagnostycznego
 Fig. 2.23. Object – symptom relation as the main point of the diagnostic system

Centralnym punktem systemu diagnostycznego, wokół którego następuje organizowanie procesu diagnozowania może być każdy element, relacja, cecha lub charakterystyka w obrębie tego systemu. W prezentowanej pracy tym istotnym punktem jest relacja obiekt – diagnozer (rys. 2.23), symbolizowana przez jednoczesne relacje sygnałowe i modelowe.

Przedstawiono przykłady modyfikacji modelu podstawowego, wynikające z ważności innych elementów modelu – element istotny ma na rysunku 2.24 przyciemnione tło.

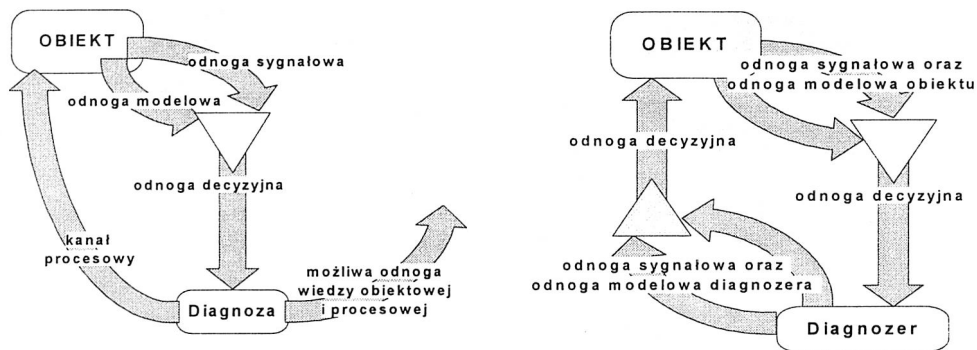


Rys. 2.24. Modyfikacje modelu podstawowego wynikające z istotności elementów
Fig. 2.24. Basic diagnose model modifications with different elements as the main point



Rys. 2.25. Prosta postać modelu – zaznaczono gałęzie przepływu informacji
Fig. 2.25. Simple form of diagnostic model with the branches of information flow

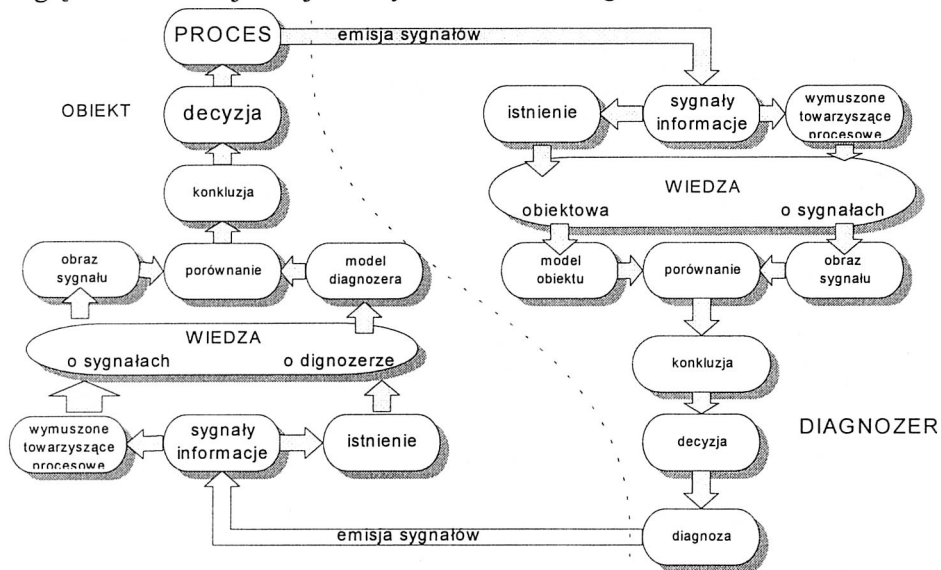
W modelu występują informacyjne odnogi sygnałowe, modelowe, decyzyjne, procesowe oraz dodatkowa odnoga utrwalanej wiedzy obiektowej i procesowej (rys. 2.25). Gałęzie przepływu informacji w modelu podstawowym oraz w zdwojonym, gdzie odnoga procesowa przyjmuje postać samodzielnej struktury diagnostycznej, przedstawiono na rys. 2.26. Schemat ten jest wersją systemu diagnozowania zablokowanego w układ 77. Wyraża on wzajemne przepływy informacyjne między obiektem diagnozowanym a podmiotem procesu diagnozowania – diagnozerem.



Rys. 2.26. Gałęzie przepływu informacji w modelu podstawowym oraz w zdwojonym 77 (po prawej), gdzie odnoga procesowa przyjmuje postać samodzielnej struktury diagnostycznej.

Fig. 2.26. The branches of information flow in basic model and in doubled model – 77 model

Uproszczony obraz przepływów informacji jest dalej rozbudowywany. Na rysunku 2.27 szczegółowo przedstawiono podstawowe składniki modelu podstawowego, z uwzględnieniem wzajemnej wiedzy obiektu oraz diagnozera.



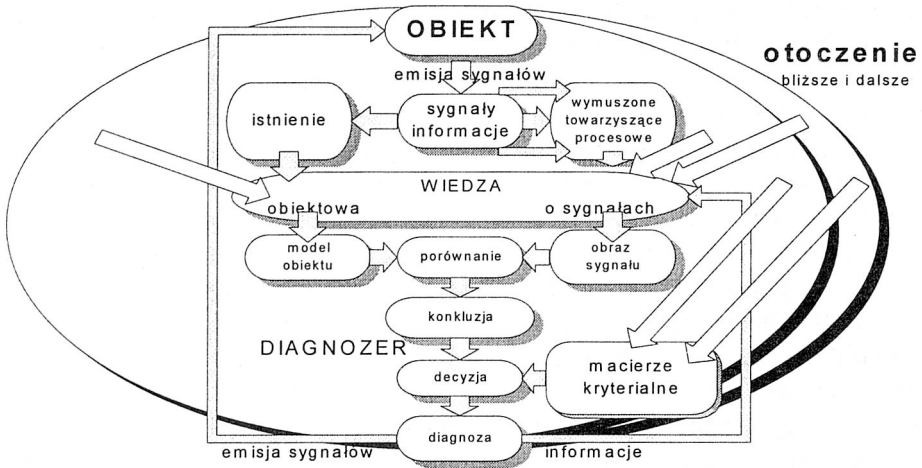
Rys. 2.27. Rozbudowana wersja dwu systemów diagnozowania zablokowanych w układ 77

Fig. 2.27. Developed version of two basic diagnosing models in the doubled – 77 model

Na podstawie takiego modelu istnieje możliwość analizy problematyki diagnozowania, ale również możliwość diagnozowania w domenach wiedzy, kodowania, komunikacji, informacji czy też sterowania innych dziedzin aktywności systemowej. Można przyjąć, że w rzeczywistych systemach jest realizowany postulat istnienia przepływu informacji zgodnie z podaną definicją diagnozowania, gdyż w możliwych do wyobrażenia procesach i obiektach można wyróżnić wszelkie elementy modelu oraz ich własności i relacje ustrukturalizowane zgodnie z modelem przyjętym jako podstawowy. Poza obszarem wiedzy jest możliwe, że istnieją także przepływy informacji. Jeśli się pojawiają, to konieczne będzie zrewidowanie stwierdzenia o powszechności i uniwersalności modelu. Nie zniweluje to jednak istotnej wagi jego dotychczasowych aplikacji, czy potencjału i rangi do dalszych zastosowań. Zauważmy, że proste systemy zawsze reagują na proste sygnały w określony, przewidywalny sposób.

Gdy udaje się zaobserwować oraz zinterpretować reakcje obiektu obserwacji oraz obserwatora, np. poprzez obserwowanie procesu obserwacji [52,53,149], wtedy uświadamiamy sobie treści przekazywanych wzajemnie informacji. Przykładowo – każda maszyna jest przystosowana przez projektanta do odbioru pewnych zewnętrznych i wewnętrznych informacji – wymuszeń. Ale model tych wymuszeń, szczególnie granicznych, musi być zadany z góry. Maszyna wyposażona przez projektanta w zbiór zdeterminowanych zachowań przy pewnym, zawsze ograniczonym zbiorze wymuszeń, zachowuje się w przewidzianym zakresie w sposób przewidywalny. Nie jest to system inteligentny, tylko wyposażony w cechy zachowań regulacyjnych, dla których musi istnieć narzędzie informacyjne. Wiedza o sposobie reakcji na informacje – (tu wymuszenia) przejmowane według modelu diagnozowania pozwala na właściwą reakcję. Gdy z wielu powodów maszyna nie ma wiedzy w sposób uświadomiony przez projektanta – to znaczy, gdy kompletne wymuszenia nie są przewidywalne co do charakteru lub wymiaru – wtedy pojawiają się jej reakcje innego rodzaju – nie przewidziane przez projektanta. Są one przewidywalne i zaskakujące dla nie przygotowanego obserwatora. Nie zaskakują nigdy samej maszyny, wyposażonej przez projektanta w pewną ilość ustrukturyzowanej masy, energii i informacji, przez naturę zaś w prawa ich zachowań przy wymuszeniach inną masą, energią i informacją. Nie zaskakują po fakcie eksperta, który takie informacje ma również. Maszyna zareaguje na takie wymuszenie właściwie. Jej nowa postać będzie zazwyczaj odpowiedzią na informację (np. odkształcenie lub trwałe uszkodzenie jako odpowiedź na informacyjny impuls energetyczny). Ten sposób reagowania systemów istnieje na wszystkich poziomach.

Wyjątkiem są systemy antropotechniczne, gdzie dominujący staje się nieprzewidywalny czynnik woli [2]. Należy mieć świadomość znanej, nieco transformowanej prawdy Shannona [136, 140]: *zrozumiana informacja zmienia diagnozer, ulega on ciągłej transformacji*. Ta transformacja jest pozytywna i poprawia jakość procesu diagnozowania. Nie jest niestety prawdziwe stwierdzenie przeciwne, że *niezrozumiana informacja nie zmienia diagnozera i nie ulega on transformacji, gdyż niezrozumiana informacja zmienia diagnozer, ulega on ciągłej transformacji, ale w niewłaściwym kierunku, powiększając być może zasoby informacji fałszywej*.



Rys. 2.28. Rozbudowany jednołąkowy model techniczny diagnozowania, posadowiony w otoczeniu dalekim i bliskim

Fig. 2.28. Developed version of the basic, one-branch diagnosing model, placed in environment

2.4. WARUNKI ISTNIENIA ORAZ KOMPLETNOŚCI DIAGNOZERA

- Warunek istnienia diagnozera

Warunkiem tworzenia diagnozy jest chęć oszacowania stanu obecnego obiektu diagnozowanego oraz jego przewidywalnych stanów przyszłych. Sam obiekt O oraz jego otoczenie tworzą wielowymiarowy zbiór różnorodnych cech charakterystycznych. Niektóre z tych cech są obserwowalne, tzn. wysyłają sygnały S odbieralne i interpretowalne przez diagnozera D . O przydatności tych sygnałów do dalszych analiz – w tym do przeprogramowywania metod wystawiania diagnozy – decyduje decydent D_c . O końcowej strukturze diagnozera D decydują zatem obserwowalne cechy obiektu O , możliwości interpretacji sygnałów S wysyłanych przez te cechy oraz metodologia tworzenia diagnozy opracowywana przez decydenta D_c . Strukturę tę tworzy zatem trójka:

$$D = \langle O, S, D_c \rangle.$$

Jest uzasadnione, aby w przypadku takiego diagnozera jego ingerencja w obiekt diagnozowania i jego otoczenie była minimalna. Nie powinien on – podczas interpretacji sygnałów – zmieniać obserwowanych cech, tzn. wpływać na ich charakter. Doprowadziłoby to do wzajemnego fałszowania rzeczywistych cech obiektu i charakteru odbieranych symptomów. Po uwzględnieniu realnych warunków obserwacji – gdy dyskutuje się i analizuje przyjęte modele obiektu i jego symptomów,

a więc już po analizie odebranych sygnałów – zgodnie ze schematami na rys. 2.6 i 2.7 uzyskuje się strukturę diagnozera D w postaci następującej siódemki:

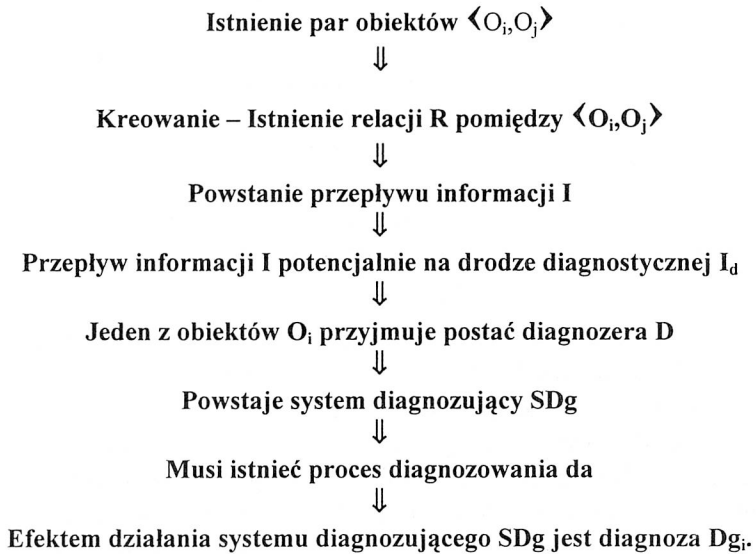
$$D = \left[\begin{array}{l} \text{Obiekt obserwowany} \\ \text{Model obiektu} \\ \text{Sygnał obserwowany} \\ \text{Symptom diagnostyczny} \\ \text{Porównanie modelu i symptomu} \\ \text{Kryteria decyzyjne} \\ \text{Diagnoza} \end{array} \right]$$

Oznaczmy teraz symbolem $I(A,B)$ przepływ informacji I od pewnego ogólnego elementu A do innego elementu B . Przepływ ten może być symetryczny ($A \Leftrightarrow B$) lub niesymetryczny ($A \Rightarrow B$) w zależności od zasobu informacji przepływającej pomiędzy elementami A i B . Przepływ ten decyduje o sensie i istnieniu obiektu w czasie, jest więc jego swoistym „działaniem wewnętrznym” zamkniętym na ten przepływ. Oznacza to, że jeżeli diagnozer nie ingeruje w wewnętrzne przepływy informacyjne obiektu, to obiekt jest stabilny ze względu na przepływy swojej informacji wewnętrznej, gdyż nie są one zakłócane przez działanie diagnozera. Metodologia diagnozowania za pomocą takiego diagnozera musi zawierać wszystkie elementy definiowane w jego prezentowanym modelu podstawowym. Nie określono w niej jedynie przepływów informacji konstytuujących relacje pomiędzy poszczególnymi elementami obserwowanego obiektu. Obrazy tych relacji – czyli obrazy przepływu informacji w obserwowanym obiekcie – muszą być „przeniesione” do diagnozera w sposób jednoznaczny. Jest to oczywiste, jako że tylko w tym przypadku można jednoznacznie interpretować zachowania się obiektu rzeczywistego – wysyłającego konkretne sygnały metrologiczne – na podstawie analizy symptomów, czyli obrazów sygnałów diagnostycznych odbieranych i analizowanych przez diagnozera. Jest to zatem swoisty *homomorfizm informacyjny*. Można go oczywiście uogólnić na cały system obiektów wzajemnie informacyjnie powiązanych $Sm = \bigcup Sm_i = \bigcup O_i$. Warunek konieczny istnienia bezingerencyjnego diagnozera wymaga wtedy, aby taki homomorfizm informacyjny istniał dla każdej pary obiektów tego systemu. Formalnie można to zapisać w postaci następującej:

Niech $Sm = \bigcup O_i$ będzie obserwowanym systemem obiektów, w którym między poszczególnymi obiektami zachodzą określone relacje informacyjne $I(O_i, O_j)$. Warunkiem koniecznym istnienia bezingerencyjnego diagnozera dla tego systemu jest, aby:

$$\bigwedge_{i,j} \bigcup_{i,j} \langle O_i, I(O_i, O_j), O_j \rangle \Rightarrow \bigcup_{i,j} \langle M(O_i), M[I(O_i, O_j)], M(O_j) \rangle$$

Dla systemów technicznych – ze świadomym zaniechaniem małej ingerencji diagnozera w proces diagnozy – można algorytm systemu diagnostycznego nieco uprościć. Ilustruje to poniższy algorytm



Efektem działania warunku koniecznego istnienia diagnozera D jest diagnoza jednostkowa d_i stawiana na podstawie poszczególnych obrazów homomorficznych:

$$\bigwedge_{i,j} \langle M(O_i), M[I(O_i, O_j)], M(O_j) \rangle \Rightarrow \bigcup_{i,j} d_i$$

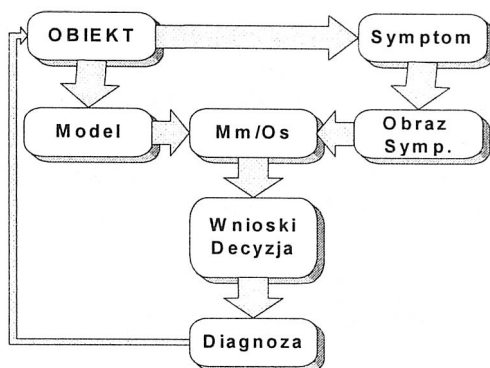
Suma obrazów jest podstawą tworzenia systemu diagnozującego SDg realizującego proces diagnozowania da i obejmujący *obiekt* diagnozowania, *diagnozer* oraz strumień analizowanych *sygnałów*. Efektem działania takiego systemu diagnozującego jest diagnoza ogólna Dg:

$$SDg = \langle O, Sy, D \rangle \Rightarrow Dg$$

W diagnostyce technicznej pojawienie się diagnozera jako drugiego obiektu lub jako kolejnego uczestnika procesu diagnozy, przez nieuniknioną ingerencję, zmienia ten proces oraz modyfikuje *łańcuch symptomizacji*. Omówiono to przy opisie procesu diagnozowanego.

Kompletność diagnozera

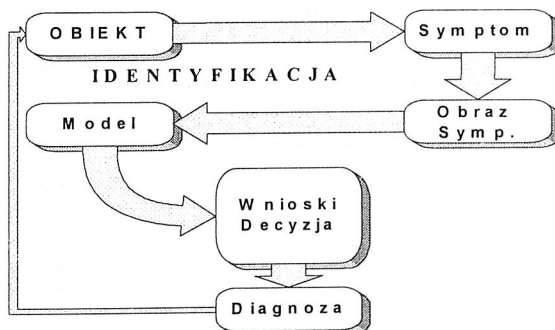
Zgodnie z definicją przenikania bądź kolizji obserwacji diagnostycznej podlegać powinien proces przenikania cech minimum dwu elementów. W rzeczywistym procesie przenikania lub kolizji uczestniczyć mogą podsystemy: człowiek C, maszyna M, otoczenie Ot oraz systemy mieszane. Czasami także umiejętności U traktowane jako uświadomiona składowa pozostałych elementów. Macierz relacji dla systemu diagnostycznego zależy od istnienia konkretnego elementu (*kompletność diagnozera*) oraz od występowania wzajemnej relacji (*pełność procesu diagnozowania*). Dla kompletnego diagnozera siedmioelementowego macierz relacji przedstawia się następująco (1 oznacza istnienie relacji, 0 zaś brak):



	Obiekt O	Model Mo	Sygnal Sg	Symptom Sy	Porównanie Po	Kryteria-Decyzje Kr-De	Diagnoza Dg
O	0	0	1	0	0	0	1
Mo	0	0	0	0	1	0	0
Sg	1	0	0	1	0	0	0
Sy	0	0	1	0	1	0	0
Po	0	1	0	1	0	1	0
KrDe	0	0	0	0	1	0	1
Dg	1	0	0	0	0	1	0

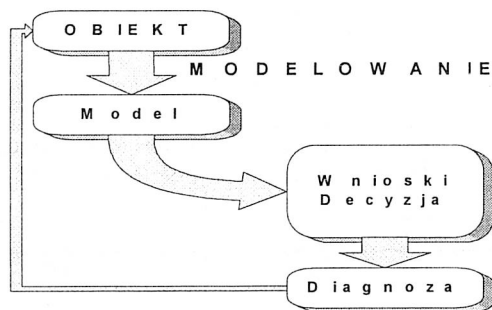
Macierz można zredukować do modeli identyfikacji oraz modelowania:

	O	Mo	Sg	Sy	Kr-De	Dg
O	0	0	1	0	0	1
Mo	0	0	0	0	0	0
Sg	1	0	0	1	0	0
Sy	0	0	1	0	0	0
Kr-De	0	0	0	0	0	1
Dg	1	0	0	0	1	0



Do analizy tego prostego modelu diagnosty, z uwzględnieniem istnienia wymuszeń i sterowań zewnętrznych obiektu, w postaci zespolonego wymuszenia decyzyjnego oraz zawsze występujących wzajemnych relacji, można stworzyć macierz sprzęż-

żeń, która jest rozwinięciem skondensowanej formy. Skondensowana, pierwotna forma tworzy macierz struktury systemu diagnozowania, gdyż modeluje możliwość relacji informacyjnych pomiędzy elementami. Przedstawione relacje zależą od funkcji przejścia lub transmitancji konkretnego elementu dla konkretnego rodzaju informacji. W tym przypadku obowiązują prawa dotyczące przepływu, sprzężeń, ekwiwalentnych schematów funkcjonalnych, przekształceń itp.



	O	Mo	Kr-De	Dg
O	0	1	0	1
Mo	1	0	0	0
Kr-De	0	0	0	1
Dg	1	0	1	0

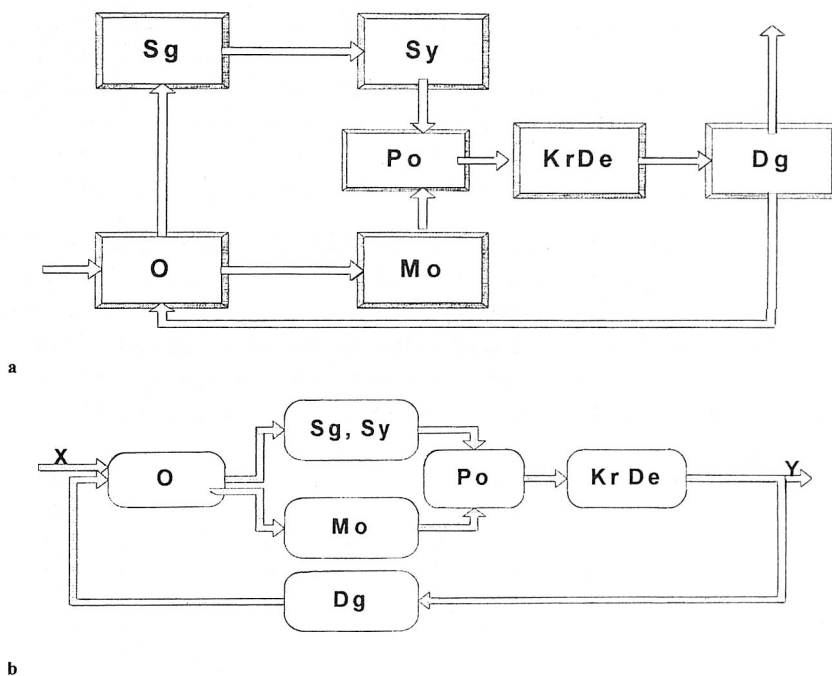
Macierz wszystkich połączeń informacyjnych siedmioelementowego, zasadniczego modelu, której uproszczoną postać przedstawiono wcześniej:

	Obiekt O	Model Mo	Sygnal Sg	Symptom Sy	Porównanie Po	Kryteria- Decyzje Kr-De	Diagnoza De
O	000 000 000	00 01 00	10 00 00	00 00 00	000 000 000	00 00 00	00 00 01
Mo	000 100	00 00	00 00	00 00	100 000	00 00	00 00
Sg	000 010	00 00	00 00	10 00	000 000	00 00	00 00
Sy	000 000	00 00	01 00	00 00	000 010	00 00	00 00
Po	000 000 000	10 00 00	00 00 00	00 01 00	000 000 000	00 00 10	00 00 00
Kr- De	000 000	00 00	00 00	00 00	001 000	00 00	00 10
Dg	000 001	00 00	00 00	00 00	000 000	01 00	00 00

Macierz struktury C_R przyjmie postać:

$$C_R = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Po założeniu stosunków wartości wyjść modelowania i sygnałów można budować model obliczeniowy lub regulacyjny systemu diagnostycznego, przyjmując względne (bezwzględne) cechy funkcji przejść, przykładowe modele regulacyjne i obliczeniowe [49, 63, 64] systemu diagnostycznego podano na rysunku 2.29.



Rys. 2.29. Model obliczeniowy i regulacyjny (b) systemu diagnostycznego (a)

Fig. 2.29. Calculation and control model (b) of the diagnosing system (a)

Przykładowa łączna przepustowość diagnozera, po założeniu istnienia przepustowości elementów składowych w postaci zgodnej z oznaczeniami na rys. 2.29, może przyjąć postać:

$$Y = \frac{O(SgSy + Mo)Po(KrDe)}{1 - DgO(SgSy + Mo)Po(KrDe)} X$$

3. WIEDZA O OBIEKCIE DLA PROCESU DIAGNOZOWANIA

Wiedza o obserwowanym diagnostycznie obiekcie określa morfologię procesową, zakres potencjalnej przestrzeni przedmiotów obserwacji, ich cech i charakterystyk oraz łańcuchów symptomizacji właściwości. Analiza procesu przenikania lub kolizji cech i charakterystyk wymusza próbę jednoznacznego zdefiniowania relacji, połączeń i otoczenia.

3. 1. OBIEKT DIAGNOZOWANIA

Cechy obiektu mogą być typu energetycznego, informacyjnego i masowego; lub jako wewnątrzmaterialowe, powierzchniowe, naskórkowe, bryłowe, elementowe, zespołowe itp., mogą być rzeczywiste (materialne), strukturalne (relacyjne), abstrakcyjne (jakościowe), istotne lub nieistotne. Cecha to własność lub właściwość – jest etykietą – lub określeniem chwilowego stanu charakterystyki. Jej kolejne stadia powodują powstanie charakterystyki. Charakterystyki traktowane są jako transformacje cech. Charakterystyki tworzą zbiory potencjalnie wchodzące we wzajemne relacje. Niektóre charakterystyki lub ich relacje mogą być traktowane również jako kryteria ocen systemu. Cechy opisujące system Sm_i tworzą wektor \mathbf{Sm} . Charakterystyki opisujące typowy system $Sm_i < C - M - Ot + U >$, tworzą wektor $\mathbf{Sm}(t)$ [40–42]:

$$\mathbf{Sm}(t) = \mathbf{Sm}[C(t), M(t), Ot(t), U(t)] = \begin{pmatrix} C_1(t) & M_1(t) & Ot_1(t) & Ui_1(t) \\ C_2(t) & M_2(t) & Ot_2(t) & Ui_2(t) \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ C_k(t) & M_l(t) & Ot_m(t) & Ui_k(t) \end{pmatrix}$$

którego składowymi są $C_i(t)$, $M_l(t)$, $Ot_j(t)$, $U_i(t)$ – odpowiednio cechy lub charakterystyki człowieka, maszyny, otoczenia oraz umiejętności. Składowe wektora mogą być zapisane w postaci macierzy, są zlokalizowane w przestrzeni i zmienne w czasie. Ich kształt przestrzenny oraz istnienie czasowe zazwyczaj są definiowalne dla całego okresu istnienia. Podobne wektory można kreować dla innych systemów \mathbf{Sm}_k .

Analiza wektorów \mathbf{Sm} oraz \mathbf{Sm}_k umożliwia określenie ich wzajemnej relacji czasoprzestrzennej. Taka wiedza jest niezbędnym minimum do rozpoznania stanu badanego systemu. Wektory charakterystyk stosuje się również w opisie, ocenie, identyfikacji, rozpoznaniu stanu oraz do innych celów systemu. Składowe wektora $\mathbf{M}_{k(i)}$ przyjmuje się na wiele sposobów. W prowadzonej wstępnej analizie nie ogranicza się zbioru. Wszelkie ograniczenia dokonywane są po analizie istotności cech dla konkretnego, rzeczywistego systemu $C - M - Ot + U$. Dla podsystemu maszyny proponuje się różnorodne grupy charakterystyk, np. cechy systemowe: spójność struktury, stabilność, sterowalność, adaptacyjność, efektywność, kreatywność.

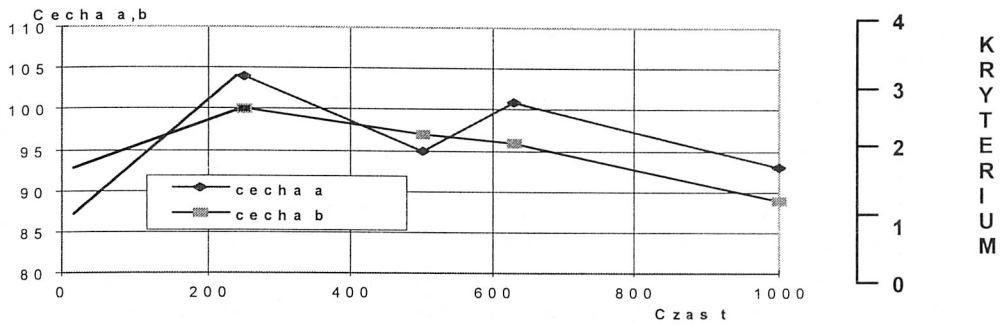
Sposób konkretyzowania kryteriów ocen diagnozowanych systemów na poziomach dekompozycyjnych może być wzorcem do tworzenia zbiorów cech i charakterystyk maszyny, wykorzystywanych do oceny stanu badanego systemu $C - M - Ot + U$. Możliwe jest także inne grupowanie cech i charakterystyk maszyny: mikro i makrogeometryczne, wytrzymałościowe, technologiczne, fizyczne, eksploatacyjne, ergonomiczne, projektowe, wytwórcze, ekonomiczne, estetyczne, jakościowe [137]. Proponuje się również podział na dwie grupy: cechy i charakterystyki maszyny typu użytkowego oraz wszystkie inne pozostałe. Elementy systemu $C - M - Ot + U$ mogą występować w różnych fazach istnienia, tab. 3.1.

Tabela 3.1. Elementy $C - M - Ot + U$ w różnych fazach istnienia

	C	M	Ot	U
rozpoznawanie				
projektowanie				
wytwarzanie				
eksploatowanie				
odnowa				
likwidowanie				

Podziały kryteriów wynikają z celu nadrzędnego dla diagnozowania. Składowe wektora stanu, wynikłe z przyjętego kryterium, mogą być precyzowane według przedstawionych zbiorów oraz metod klasyfikacji zgodnie z nadrzędnym kryterium. Ze względu na rozmycia charakterystyk maszyny, konieczne jest ich rozpoznanie, selekcja granic, poziomów itp.

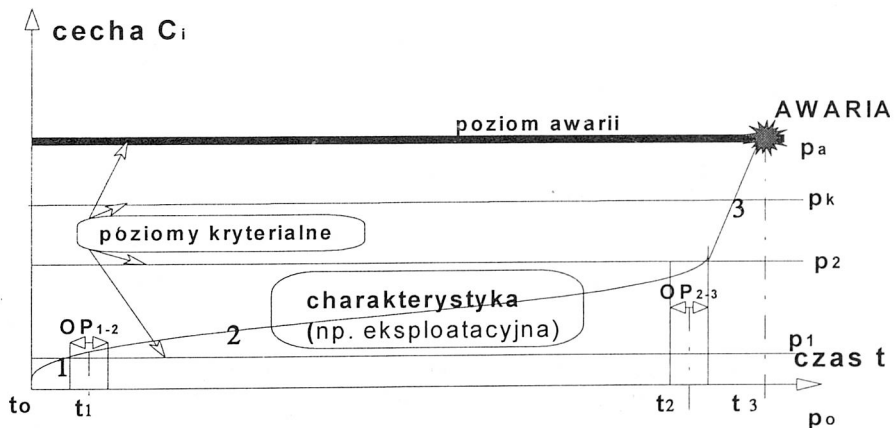
Kategorią cech jest omawiane dalej pojęcie struktury, dla której wymagane jest zazwyczaj tylko potwierdzenie istnienia. Konkretna cecha nie wyczerpuje potencjału pojawiania się nowych cech; sama cecha nie wyczerpuje również swych możliwości. W obrębie charakterystyk może następować wartościowanie różnego typu [25, 26, 96, 97, 141]. Uwzględnienie rzeczywistej różnorodności, z jednoczesnym usunięciem symbolicznego ostrego podziału na podstawowe składowe sygnały diagnostycznego, powoduje powstanie zbioru zróżnicowanych sygnałów, o zmieniających się płynnie cechach, bez ostrych rozgraniczeń, a raczej z rozmytymi cechami, charakterystykami i granicami [6, 7, 140, 151, 154].



Rys. 3.1. Cecha (punkt – etykieta) – charakterystyka (linia) – kryterium (poziom)

Fig. 3.1. Feature (point) – characteristic (line) – criterion (level)

Optymalne wartości charakterystyki mogą być związane z dowolnym poziomem i dlatego proces diagnozowania będzie dotyczyć stanu lub ewolucji charakterystyki, czym w sposób szczegółowy zajmują się konkretne dziedziny nauk. Charakterystyki mogą być i są modelowane analitycznie w zasadniczych zakresach swej zmienności, np. w maszynach: docierania, stabilnej eksploatacji, zużycia przedawaryjnego, z uwzględnieniem regionów przejściowych (rozmytych) pomiędzy zakresami, np. docierania oraz stabilnej eksploatacji, stabilnej eksploatacji oraz zużycia przedawaryjnego.



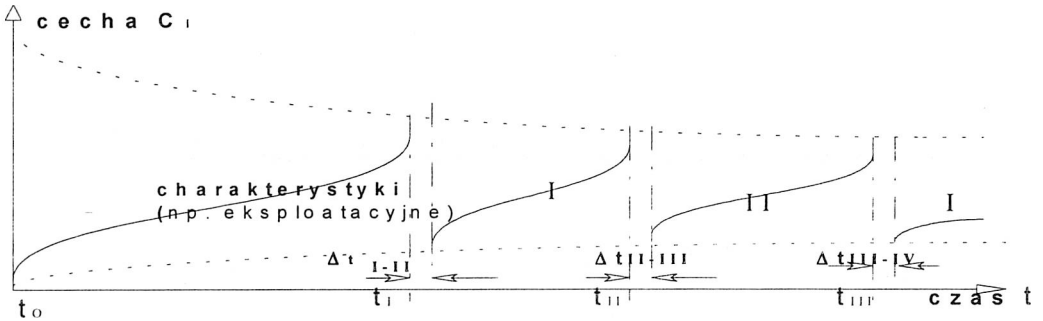
Rys. 3.2. Charakterystyka cechy C_i z wyróżnieniem poziomów kryterialnych, stanu awarii oraz obszarów przejściowych – docieranie OP_{1-2} , przedawaryjny OP_{2-3} .

Fig. 3.2. Characteristics of the feature C_i and criterion levels

Zakresy zmienności cechy C_i $1(t_0 - t_1)$, $2(t_1 - t_2)$, $3(t_2 - t_3)$ rozgraniczone są regionami przejściowymi OP_{1-2} oraz OP_{2-3} . Cecha C_i przekształcona w charakterystykę na granicach poziomów przyjmuje wartości opisywane indeksem czasu $C_{i(0)}$, $C_{i(1-2)}$, $C_{i(2-3)}$,

$C_{i(3)}$ (np. $C_{i(0)} = \Delta C_{i(0)}$; $C_{i(1-2)} = \Delta C_{i(0)} + \Delta C_{i(1)}$; $C_{i(2-3)} = \Delta C_{i(0)} + \Delta C_{i(1)} + \Delta C_{i(2)}$; $C_{i(3)} = \Delta C_{i(0)} + \Delta C_{i(1)} + \Delta C_{i(2)} + \Delta C_{i(3)}$), gdzie można przyjąć, że w poszczególnych zakresach charakterystyki przyjmują właściwe sobie postaci (np. $\Delta C_{i(1)} = P t^{1/k}$, $\Delta C_{i(2)} = R t^m$, $\Delta C_{i(3)} = S t^{km}$ itd., a w rejonach przejściowych $OP_{1-2} = P t^{1/k} \cup R t^m$, $OP_{1-2} = P t^{1/k} \cap R t^m$, $OP_{2-3} = R t^m \cup S t^{km}$, $OP_{2-3} = R t^m \cap S t^{km}$).

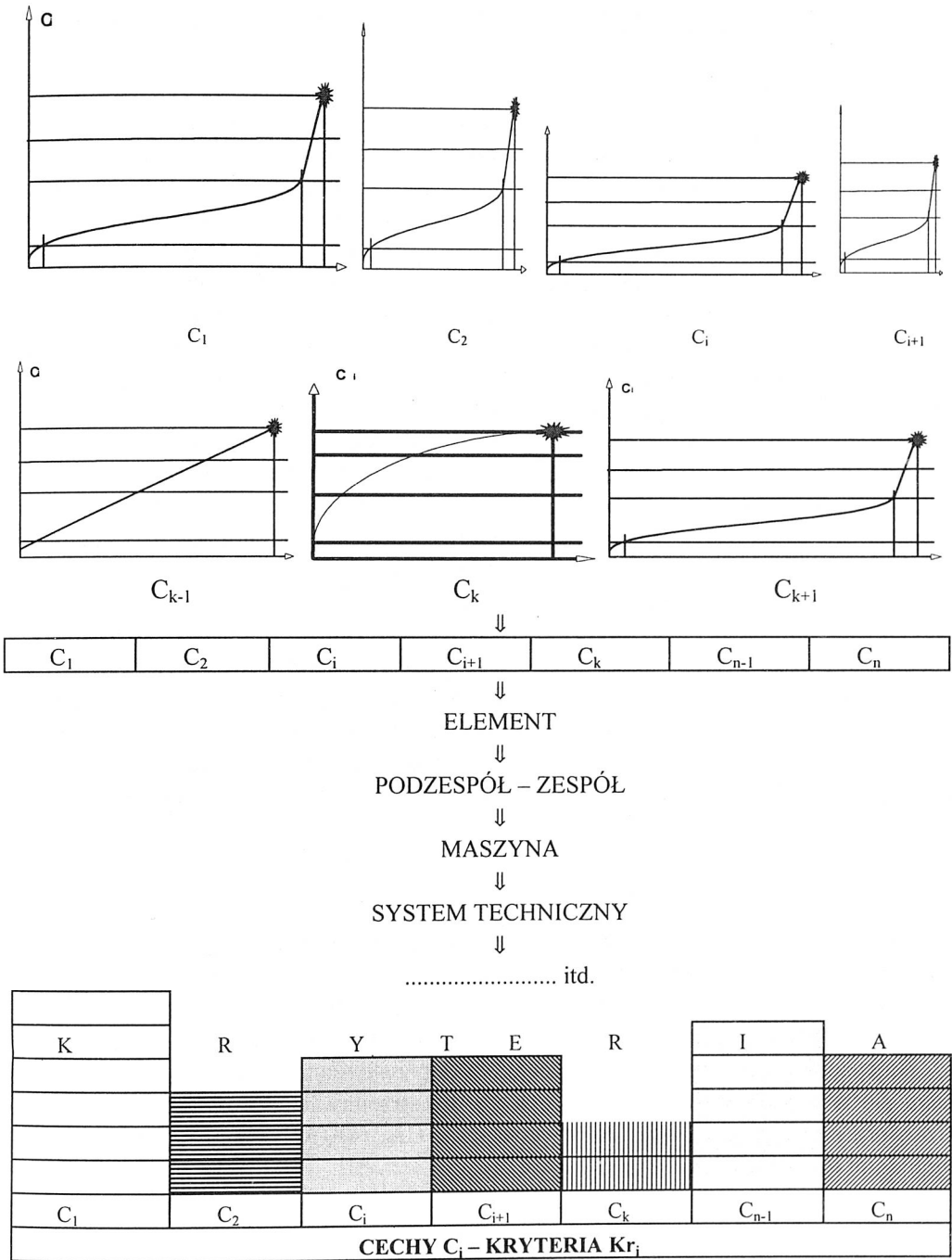
Można to również opisać zależnościami dla stanów rozmytych, przedstawionych w wielu pracach dla warunków rzeczywistych. W maszynach i innych obiektach technicznych charakterystyka cechy C_i komplikuje się jeszcze bardziej po uwzględnieniu obsługi, remontów, przebudowy, odbudowy i modernizacji. W przypadku remontów charakterystyka C_i może przyjmować postać, przedstawioną na rysunku 3.3, gdzie moment czasu przystąpienia do remontów I, II, III, IV określono jako t_I , t_{II} , t_{III} , okresy remontowe zaś jako Δt_{I-II} , Δt_{II-III} oraz Δt_{III-IV} . Z punktu widzenia wykorzystania informacji diagnostycznej najistotniejszymi obszarami obserwacji są regiony przejściowe OP_{1-2} , OP_{2-3} oraz docierania i zużycia przedawaryjnego, gdzie stabilność procesu diagnozowania staje się dominującym kryterium, przy czym może to być koszt i inne parametry ekonomiczne, poziomy bezpieczeństwa itp. Przedstawiono kilka przykładów maszynowych charakterystyk eksploatacyjnych, prezentowanych również inaczej (poprzez intensywność przyrostów itd.), które muszą być śledzone diagnostycznie – dozorowane, np. dla odparowania niekorzystnego stanu awarii.



Rys. 3.3. Charakterystyki wielokrotne – eksploatacyjne wg[142]

Fig. 3.3. Multiple – operating characteristics according to [142]

Ciąg przekształcenia od charakterystyk $C-C_n$ do kryterium Kr zobrazowano na rysunku 3.4.



Rys. 3.4. Przekształcenie od charakterystyki do kryterium

Fig. 3.4. Transformation from the characteristic to the criterion

3.2. CECHY I CHARAKTERYSTYKI OBIEKTU DIAGNOZOWANIA

Obiekty są tworzone przez *synergiczną* sumę swych cech oraz jednocześnie te cechy tworzą. Cechy jednego obiektu przenikają się geometrycznie w relacjach eulewskich. Pewne dominujące cechy znajdujące się wewnątrz jednego obiektu – wyodrębnione przez wektor obserwacji i z jego zawartości – traktowane są przez obserwatora jako cały *obiekt diagnozowania*. Parametry czasowo-przestrzenne obiektu i jego cechy – w tym ich zasięg, położenie, granice – określone są dla konkretnej sytuacji technicznej. To dopiero pojawienie się obserwatora ujawnia istnienie obiektu i jego cech, konsekwentne zaś trwanie w czasie obserwatora i kontynuowanie obserwacji tworzy potencjał kreacji charakterystyk. Suma wszystkich obiektów – włącznie z nieobserwowanymi – określa *przestrzeń obiektów*.

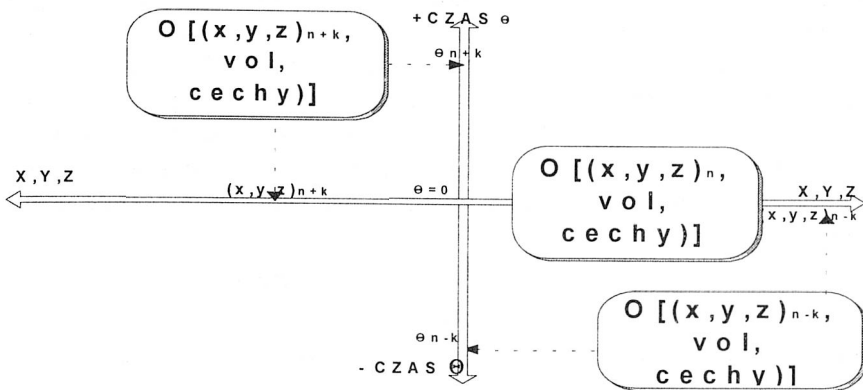
W przypadku pojawiania się nowej kategorii *obiektu* w grupie *obiektów*, czyli *obserwatora*, konieczne jest dokonanie wydzielenia obiektu tej kategorii, np. poprzez metodę dyskryminacji obiektów, zdolnych do obserwacji diagnostycznej [52–54]. Pojawia się konieczność istnienia elementów procesu dyskryminacji: świadomego „siebie” diagnozera, „innego” – obiektu diagnozowania) oraz ich „granicy” rozdzielającej. Odwrotnością dyskryminacji dwu obiektów, zdolnych do obserwacji jest ich przenikanie. Inny aspekt tego problemu wskazuje E. von Glasersfeld, który stwierdza, że *podmiot rozpoznający dla maksymalizacji rozpoznania innych przedmiotów: musi je (ich) uznawać oraz przy ich konstytuowaniu musi używać pojęć konstytuujących siebie samego*. Po analizie obiektów O określającej ich elementy składowe O_1, \dots, O_i , ich cechy i wzajemne relacje, konkretny obiekt O rozpatrywany jako całość, może być traktowany jako system S_m . Może istnieć również transformacja odwrotna – uogólniająca:

$$S_m = \langle (O_1, O_i) \rangle \rightarrow O.$$

Uogólniony obiekt nie może być traktowany jako jednopunktowy abstrakt, istniejący poza czasem i posadowiony w bezwymiarowej przestrzeni. Jest on tworem rzeczywistym o konkretnych cechach, rozłożonym w przestrzeni, posadowionym w konkretnych współrzędnych czasoprzestrzennych (np. czas Θ , x, y, z).

Na rysunku 3.5 przedstawiono cechy czasoprzestrzenne obiektu przemieszczającego się w czasoprzestrzeni TP o cechach przestrzennych x, y, z oraz czasowych Θ . Czasoprzestrzeń posiada swe cechy wewnętrzne C_{TPi} , [48, 69], rozpoznawane również metodami diagnozowania:

$$TP = \langle (x, y, z), \Theta, C_{TPi} \rangle.$$



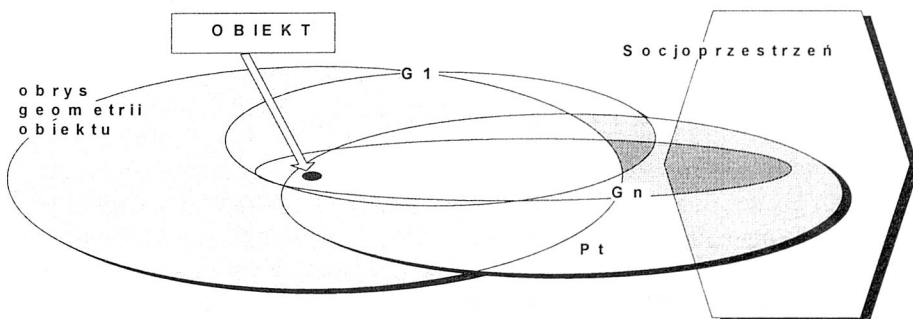
Rys. 3.5. Obiekt (system) o cechach objętościowych vol , przestrzennych x, y, z oraz czasowych Θ , przemieszczający się w czasoprzestrzeni o cechach przestrzennych x, y, z oraz czasowych Θ

Fig. 3.5. The object (system) with volume features vol , space features x, y, z and time features Θ ; the object is displaced in the space-time with space features x, y, z and time features Θ

Obiekt O ma cechy objętościowe (vol), przestrzenne $(x, y, z)_n$ oraz czasowe (Θ_n). Ma swe cechy wewnętrzne C_i , transformujące go do postaci systemu

$$O = \langle (x, y, z)_n, \Theta, C_i \rangle.$$

Na schemacie (rys. 3.6) zobrazowano granice obserwacji obiektu oraz jego arbitralne zewnętrzne granice techniczne lub socjotechniczne. Jako G_1 , G_n oznaczono zmienne – zależne od obowiązujących unormowań – granice dopuszczalnych oddziaływań obiektu (G_1 – pierwotna; G_n – końcowa), P_t – mierzalna, obserwowalna technicznie przestrzeń oddziaływań obiektu. *Granica obiektu jest granica oddziaływań jego cech na otoczenie. Granica oddziaływań na obiekt określana jest arbitralnie. Może mieć wartość aktualną G_a oraz potencjalną G_p .* Przy zaostżanych normach jakości procesów, maszyny (bez zmiany swych charakterystyk) zaczynają kolidować z coraz węższymi granicami, określanymi dla oddziaływań na otoczenie. Dla diagnozera każdego typu oraz procesu diagnozowania powstaje konieczność określenia lub negocjowania ich granic czasoprzestrzennych.



Rys. 3.6. Granice obserwacji obiektu oraz jego arbitralnie określone granice

Fig. 3.6. Limits of observation and the object limits determined arbitrarily

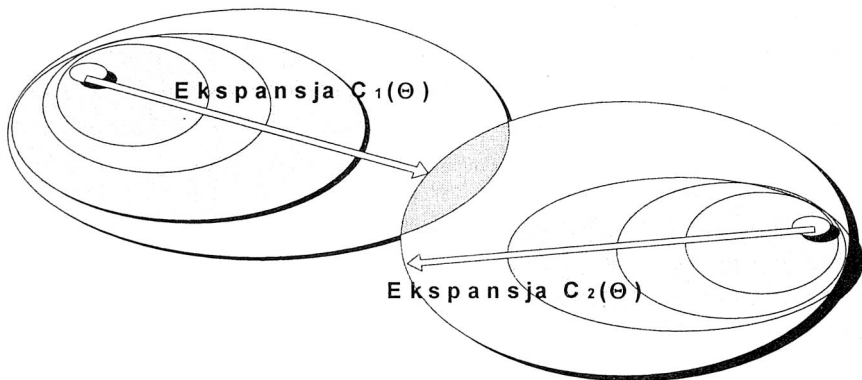
Zbiór obserwowanych przez obserwatora Ob różnych cech C_i obiektu O jest *autorytatywnie* interpretowany przez niego jako obiekt $O = \{C_i\}$, niezależnie od rzeczywistej istoty tego obiektu. Konsekwencją jest istnienie *zmiennego rzeczywistego obiektu* – np. ze względu na zmienne kategorie i licznosc obserwowanych cech – który od chwili obserwacji dokonuje dalszej transformacji oraz dalszej ewolucji obrazu obiektu u obserwatora. Musi istnieć zbiór charakterystyk systemu obserwatora, które dla konkretnych warunków wymuszeń, sterowań lub zakłóceń powoduje wybór przestrzeni obserwacji:

$$\bigwedge_{Ob} \bigvee_i \{C_{io}\} \Rightarrow \{C_i\} \in O \Leftrightarrow O,$$

gdzie $O \in \{C_i\}$ – zaobserwowane cechy obiektu, traktowane jako *Obiekt*,

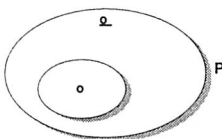
$Ob \in \{C_{io}\}$ – cechy obserwatora.

Obiekt inicjuje i realizuje złożony proces ich emanacji. Potem następują procesy zanikania cech (tłumienia, przenikania, kolidowania, uwtórnienia, symptomizacji, transformacji itd.). Odbiorca mający swe cechy również o własnościach czasoprzestrzennych deformuje pozyskany symptom, zdeformowana postać pierwotnego obrazu cechy przeobraża się w informację. Odbiorca dysponując rozkładami cechy, wykonuje jej syntezę, często do postaci wiedzy.

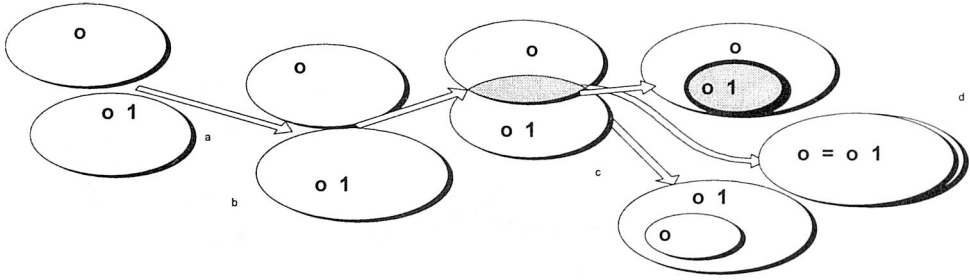


Rys. 3.7. Ekspansja czasowa cech C_i

Fig. 3.7. Time expansion of the feature C_i

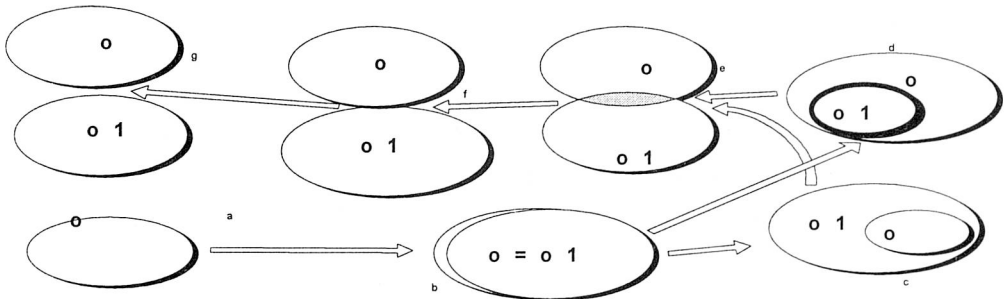


Jeśli z fragmentu przestrzeni wszystkich obiektów P reprezentowanego przez wnętrze okręgu wyodrębnimy obiekt O , to wszystko poza obszarem tego obiektu nie stanowi obiektu O i jest określane jako dopełnienie przestrzeni P .



Rys. 3.8. Proces przenikania cech widziany w odstępach czasu (a, b i c); (d) obrazuje trzy warianty końcowe Fig. 3.8. The process of features penetration in time intervals (a, b, c); (d) represents three end alternatives

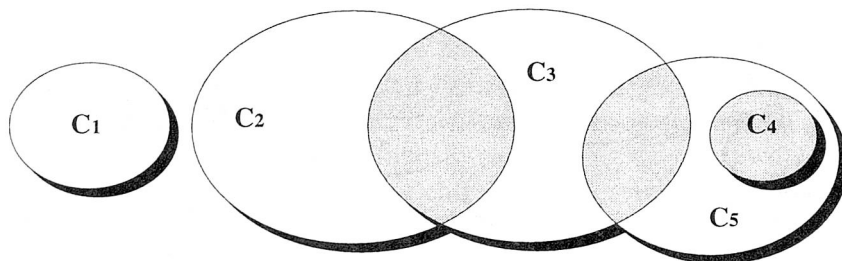
Do opisu procesu przenikania cech, tworzących nową cechę (*kreacja pojedynczej cechy*) służy odwrotny proces rozdzielania – dyskryminacji [89, 90, 87, 92]. Proces to przenikanie cech – tu charakterystyk. Wymaga synchronizacji czasowej i przestrzennej cech podmiotowych, przy braku tej synchronizacji cechy nie są w stanie wejść w relacje. Proces może powodować degradację cechy (np. rys. 3.8) lub je kreować (np. rys. 3.9); może posiadać także inne właściwości.



Rys. 3.9. Dynamika ewolucji położenia dwu cech obiektu, tworząca kolejne relacje eulerowskie (przenikania – kolizje)

Fig. 3.9. Evolution dynamics of two features of object, resulting in the formation of the Euler relations

Podobnie można określać przestrzeń cech. Jeśli z fragmentu definiowanej na wiele sposobów przestrzeni P wszystkich *Cech* wyodrębnimy cechę C_i , to wszystko poza obszarem tej cechy nie stanowi cechy C_i i jest określone jako dopełnienie przestrzeni P . Istnieje ciągła przestrzeń obiektów, w której wyodrębnia się w różnorodny sposób ich klasy. Jest ona otwarta ze względu na *uświadomioną ograniczoność* obserwatora. Geneza tworzenia wektora ich obserwacji jest odrębnym problemem. Istniejący niezależnie od obserwacji obiekt jest z istotnych dla obserwatora powodów przekształcany w model, traktowany następnie jako rzeczywisty obiekt. Po obserwacji obiektu i przekształceniu obserwacji w model jest konieczna *ocena jakościowej odległości modelu od rzeczywistości*.



Rys. 3.10. Fragment przestrzeni cech C reprezentowanych tutaj przez cechy $C_1 - C_5$
 Fig. 3.10. Fragment of the space of features C represented by $C_1 - C_5$

Na rysunku 3.10 proces *przenikania* jest to suma logiczna cech C_i :

$$\bigcup_i C_i, \text{ tzn. } C_1 \cup C_2 \cup C_3 \cup \dots \cup C_n,$$

kolizja zaś to suma iloczynów logicznych cech:

$$\bigwedge_{i,j} C_i \cap C_j = (C_1 \cap C_2) \cup (C_1 \cap C_3) \dots \text{itd.}$$

Konkretnie na rysunku 3.10:

$$C_1 \cap C_2 = \emptyset, \text{ podobnie dla pozostałych z } C_1,$$

$$C_2 \cap C_3 \neq \emptyset; \text{ pozostałe z } C_2 = \emptyset;$$

$$C_3 \cap C_4 = \emptyset; C_3 \cap C_5 \neq \emptyset;$$

$$C_4 \cap C_5 = C_4.$$

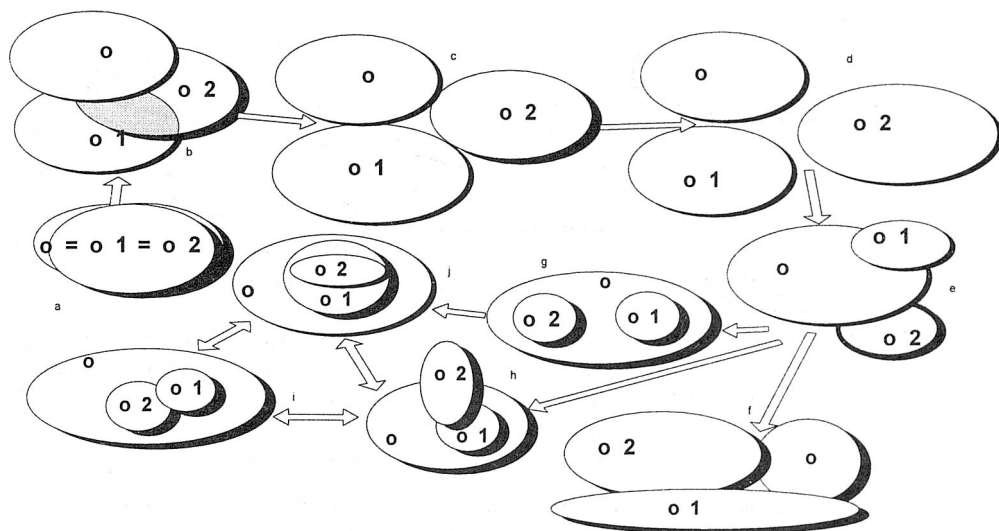
Ostatecznie dla tego przypadku *przenikania* to:

$$\bigcup_1^5 C_i,$$

kolizje to:

$$(C_2 \cap C_3) \cup (C_3 \cap C_5) \cup C_4.$$

Na rysunku 3.11 przedstawiono trzy obiekty w *niektórych* relacjach eulerowskich, dla wyrazistości rysunku pominięto zarysy przestrzeni cech P . Zaznaczono schematycznie przykładową dynamikę ewolucji położenia tych obiektów, tworzącą niektóre relacje *przenikania* – *kolizji*.

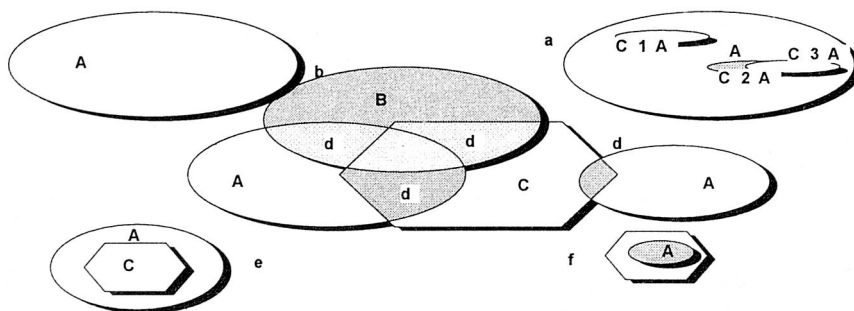


Rys. 3.11. Trzy obiekty lub trzy cechy jednego obiektu w niektórych relacjach eulerowskich
 Fig. 3.11. Three objects or three features of one object in a few Euler relations

Do ustalenia zadań diagnozowania rzeczywistych obiektów nieodzowne jest prowadzenie podobnych analiz relacji eulerowskich dla dowolnej liczby obiektów O_i lub cech jednego obiektu oraz dynamiki ewolucji położenia tych obiektów O_i lub cech jednego obiektu, $i = 1, 2, \dots, k$.

3.3. PRZENIKANIA I KOLIZJE CECH SYSTEMU $C - M - Ot + U$

W procesie kolizji lub przenikań uczestniczyć mogą zarówno podsystemy systemu $C - M - Ot + U$, jak i podsystemy mieszane C/M , C/Ot , M/Ot , $C/M/Ot, \dots$. Kategorie możliwych kolizji k lub przenikań p cech systemów przedstawiono w tabeli 3.3. Na przecięciach wierszy oraz kolumn przedstawiono przykłady kategorii kolizji k lub przenikań p (np. człowiek – człowiek, maszyna – człowiek/otoczenie itd.) [55–61]. Na rysunku 3.12 przedstawiono skończoną część relacji: kolizji lub przenikań elementów systemu.



Rys. 3.12. Niektóre kolizje trzech elementów A,B,C , a) bezkolizyjny element A, w którym przenikają się wewnętrzne cechy C_{2A} oraz C_{3A} , cecha C_{1A} jest bezkolizyjna; b) elementy A oraz B w pierwotnej fazie położenia; c) kolizja cech trzech elementów; d) przenikanie części cech dwu elementów; e), f) przenikania zupełne elementów

Fig. 3.12. Some collisions of the three elements A, B, C

Tabela 3.2. Kategorie możliwych kolizji lub przenikań cech systemów człowiek C, maszyna M, otoczenie Ot

	C	M	Ot	C/M	C/Ot	M/Ot	C/M/Ot
C	C – C						
M	M – C			M – C/M	M – COt		
Ot							Ot – C/M/Ot
C/M			C/M – Ot		C/M – C/Ot		
C/Ot							
M/Ot							
C/M/Ot							

Tabela 3.3. Fragment kategorii możliwych kolizji k lub przenikań p cech systemów z uwzględnieniem umiejętności U

	C	M	Ot	Ui	C/M	C/U	...	C/Ot	M/Ot	C/M/Ot
C	C – C									
M	M – C				M – C/M			MA – C/O		
Ot										o-C/M/O
U										
...										...
C/M			C/M – Ot					C/M – C/Ot		
C/Ot										
C/U										
M/Ot						M/Ot – C/U				
C/M/Ot										
C/M/U								C/M/U – C/Ot		
...										
C/M/Ot/U										
...					...	itd.		...		

W tabelach nie wypełniono wszystkich możliwych kategorii kolizji lub przenikań.

Tabela 3.4. Przykładowe kategorie kolizji lub przenikań cech konkretnych systemów

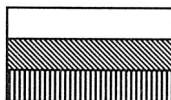
	$C(M, Ot)_1$	$C(M, Ot)_2$	$C(M, Ot)_3$	$C(M, Ot)_4$	$C(M, Ot)_5$	$C(M, Ot)_k$	$C(M, Ot)_n$
$C(M, Ot)_1$							
$C(M, Ot)_2$							
$C(M, Ot)_3$							
$C(M, Ot)_4$							
$C(M, Ot)_5$							
$C(M, Ot)_k$							
$C(M, Ot)_n$							

$C(M, Ot)_i$ – cecha i elementu systemu $C - M - Ot$, np. C_5, M_8, Ot_1, \dots ,

relacje obojętne:

strefy kolizji warunkowych (możliwa zmiana):

strefy kolizji ze zmianą stanu lub degradacją:



Dla kategorii możliwych kolizji lub przenikań cech elementów systemu, przedstawionych w tabeli 3.3, istnieją rodzaje kolizji lub przenikań, zależne od medium kolizji: masy (Ms), energii (En), informacji (I) oraz realnych rodzajów mediów typu mieszanego: Ms/En (masa o pewnej energii), Ms/I (masa przenosząca informację), En/I (energia jako nośnik informacji), $Ms/En/I$ (masa o pewnej energii przenoszącej informację). Prosty podział kolidujących mediów oraz rodzajów kolizji lub przenikań zestawiono w tabeli 3.5.

Tabela 3.5. Podział kolidujących mediów oraz rodzajów kolizji lub przenikań

	Ms	En	I	Ms/En	Ms/I	En/I	$Ms/En/I$
Ms	$Ms-Ms$	$Ms-En$			$Ms-Ms/I$		
En		$En-En$					
I		$I-En$			$I-Ms/I$		
Ms/En			$Ms/En-I$				
Ms/I							
En/I							
$Ms/En/I$							

Na przecięciach wierszy oraz kolumn przedstawiono przykłady rodzajów kolizji lub przenikań (masa – masa, energia – energia, masa/energia – informacja, itd.). Najczęściej spotykanym rodzajem kolizji jest masa (energia) informacja – masa (energia) informacja. Pozostałe rodzaje kolizji można określać poprzez dominujące medium. Każda z kategorii kolizji lub przenikań zachodzi w sposób określony jej rodzajem. Kategorie i rodzaje kolizji cech lub charakterystyk wymagają specyficznych metod obserwacji: Rozpoznawanie relacji cech typu kolizji lub przenikań zmusza do jednoczesnej obserwacji minimum dwu elementów potencjalnie kolizyjnych. Obserwacja jednego obiektu nie precyzuje możliwych zagrożeń. Nie istnieje zagrożenie w razie braku posadowienia zagrożonego elementu w relacji czasoprzestrzennej.

W systemie wieloelementowym powstaje wiele macierzy relacji zgodnych z kategoriami i rodzajami według przedstawionych morfologii, zmuszających obserwatora

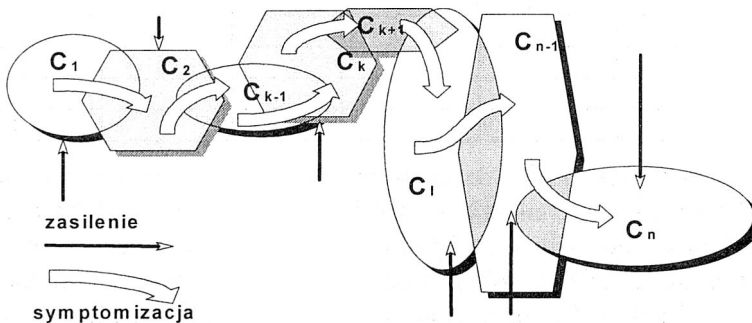
do określenia ich potencjalnych stref kolizji. Można proponować ocenę wielokryterialną elementów kolizyjnych systemu na podstawie wielowymiarowego wektora symptomów przez metody wnioskowania. Procedura ta jest adaptowalna, np. do problemu obserwacji i oceny wektora bezpieczeństwa. Wektor ten może być obserwowany poprzez swe własne cechy i charakterystyki zakreślone i ograniczone w czasoprzestrzeni. Wiedza o jego stanie umożliwi dozorowanie w dowolny sposób. To w jego przestrzeni znanymi technikami wyznacza się strefy, ich granice, dokładność, obrazy, wzorce itp. Obserwowane cechy mogą mieścić się w zróżnicowanych granicach. Obserwowane systemy są wyposażone w *zasoby*, np. inteligencja, czas, ilość informacji, wola działania, potencjał techniczny, środki energetyczne. Opisywane są poprzez właściwe sobie cechy, tworzące obserwowane systemy oraz ich środowisko. Diagnozie podlegać mogą przenikające się cechy systemów

3.4. ŁAŃCUCH SYMPTOMIZACJI

Łańcuch symptomizacji jest energetycznym, masowym i informacyjnym oddziaływaniem cechy lub obiektu na dalsze cechy lub obiekty. Odbywa się kosztem energetycznym pierwszej lub dalszych cech łańcucha degradującym te cechy lub przy zewnętrznym, zasilającym dopływie energii, masy, informacji.

Istniejący w obrębie cechy, lub zewnętrzny dla tej cechy dopływ energii, masy lub informacji ujawnia jej właściwości transformacyjne, przekształcające energię En cechy C_i na cechę kolejną i dalsze zgodnie z obowiązującymi prawami fizycznymi:

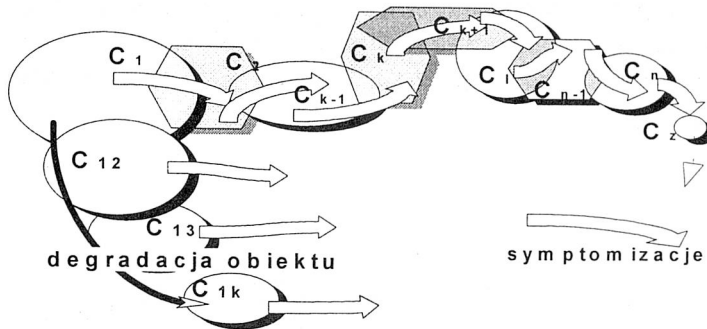
$$En_{C_1} \Rightarrow En_{C_2} \Rightarrow \dots \Rightarrow En_{C_k} \Rightarrow En_{C_{k-1}} \Rightarrow En_{C_n} \Rightarrow \dots$$



Rys. 3.13. Łańcuch symptomizacji nieobserwowalnej cechy C_1 na obserwowalną C_n podczas zewnętrznego dopływu energii

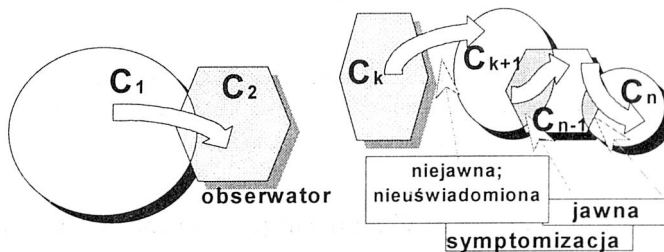
Fig. 3.13. Symptomization chain of the non-observable feature C_1 on the observable feature C_n

Brak dopływu energii prowadzi do degradacji cechy według określonej charakterystyki [30, 34, 142]. Zdolność transformacji energii również ulega degradacji od pierwotnego potencjału według określonej dla charakterystyki degradacyjnej filtrowania i transformacji.



Rys. 3.14. Łańcuch symptomizacji cechy C_1 na C_n bez zewnętrznego dopływu energii
 Fig. 3.14. Symptomization chain of the feature C_1 on the feature C_n , without an external energy supply

Degradująca się cecha transformuje energię, istniejącą w obrębie cechy lub zewnętrznie dopływającą, w postać innej cechy, określanej jako symptom. Nakładanie się na ten przekaz energii innych cech (poprzez *kolizje*, *przenikania*, *sumowania*) oraz zwielokrotnienie przekazu stanowią proces symptomizacji. Odtworzenie łańcucha symptomizacji nie jest możliwe. Odtwarzanie łańcucha symptomizacji dla dyskryminacji pierwotnej cechy jest ciągłym zadaniem procesu diagnozowania. Hipotetyczna samoistna cecha, np. *absolutnie izolowana – co nie jest możliwe*, nie jest obserwowalna. Łańcuch symptomizacji może być jednokrotny, wielokrotny; jednoczęściowy, wieloczęściowy itp. Łańcuch symptomizacji cechy pierwotnej C_1 na cechę końcową C_n , bez zewnętrznego dopływu energii, masy lub informacji, prowadzący do degradacji cechy oraz jej obrazu, przedstawiono symbolicznie (rys. 3.15). Dla jednokrotnego, jednoczęściowego łańcucha symptomizacji druga cecha, już jako symptom, musi być obserwatorem (rys. 3.15 – po lewej). Dla obserwatora istnieć mogą dwa rodzaje symptomizacji: *jawna*, *uświadomiana* oraz *nieuświadomiona*, *niejawna*, *obiektywnie istniejąca*. Przyczyny istnienia kategorii zależą od jakości istniejącej relacji obserwator – cecha. Istnieją dwie możliwości udziału diagnozera w procesie symptomizacji. Diagnozer wybranych, niekoniecznie wykluczających się wzajemnie cech C_1 , C_{n-1} , C_n , obserwuje ich fragmenty ograniczone ich granicami zewnętrznymi i granicą diagnozera. Są to przenikające się fragmenty cech obserwowanych oraz diagnozera.

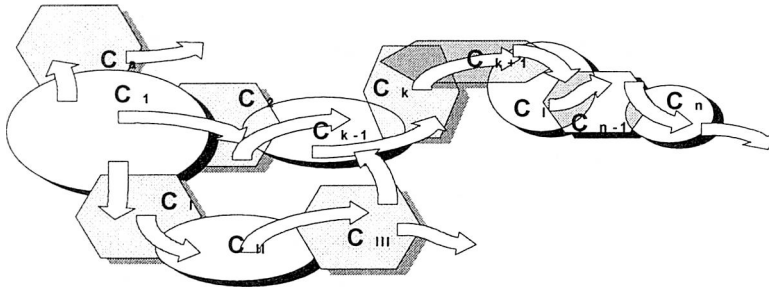


Rys. 3.15. Łańcuch symptomizacji cechy C_1 na C_n bez zewnętrznego dopływu energii przy dwu rodzajach symptomizacji: jawnej, uświadomianej oraz nieuświadomianej – obiektywnie istniejącej. Przy symptomizacji C_1 na C_2 , symptom C_2 jest obserwatorem

Fig. 3.15. Symptomization chain of the feature C_1 on the feature C_n , without an external energy supply and at two symptomizations: apparent and nonapparent

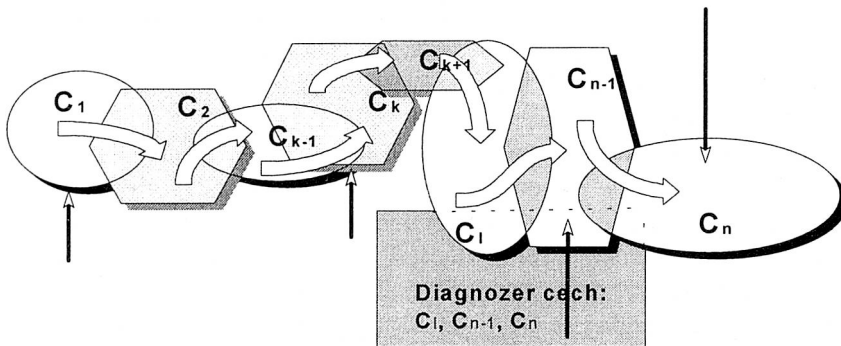
W pierwszym przypadku diagnozer nie uczestniczy w symptomizacji lub jego ingerencja w łańcuch symptomizacji jest pomijalna. Jeśli oznaczymy cechy diagnozera jako D , to obserwowane przez diagnozera D fragmenty O_D cech C_i można zapisać jako:

$$O_D = \bigcup_i (D \cap C_i)$$



Rys. 3.16. Wielokrotny łańcuch symptomizacji ($C_1 - C_m$; $C_1 - C_{III}$; $C_1 - C_a$), gdzie $C_1 - C_a$ to łańcuch jednoczęściowy, $C_1 - C_m$; $C_1 - C_{III}$ to łańcuchy wieloczęściowe

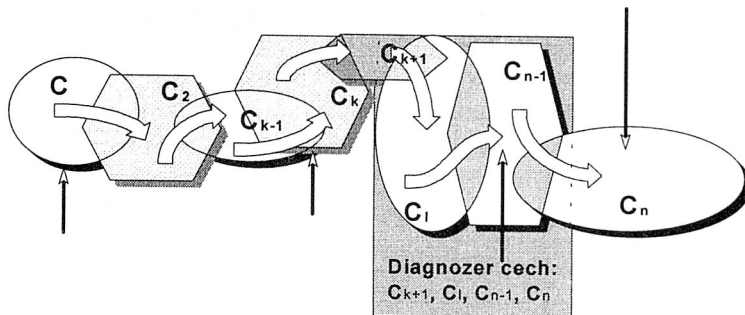
Fig. 3.16. Multiple symptomization chain of the feature C_1 on the feature C_n



Rys. 3.17. Diagnozer cech C_1, C_{n-1}, C_n , obserwujący fragmenty cech C_1, C_{n-1}, C_n , ograniczone ich granicami zewnętrznymi i granicą diagnozera

Fig. 3.17. Diagnoser of the fragmented features C_i

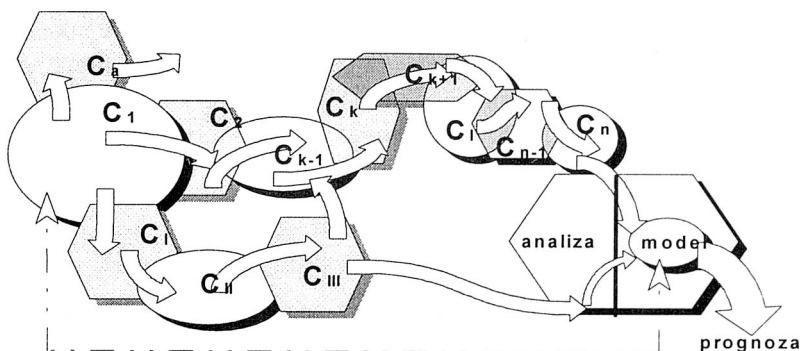
Diagnozer cech $C_{k+1}, C_1, C_{n-1}, C_n$, obserwuje fragmenty wybranych cech C_{k+1}, C_n , ograniczone ich granicami zewnętrznymi i granicą diagnozera oraz całość cech C_1, C_{n-1} , zawartych w obrębie diagnozera. Obserwowany fragment cechy należy traktować energetycznie lub informacyjnie. W tym przypadku diagnozer uczestniczy w symptomizacji, jego ingerencja zaś w łańcuch symptomizacji jest istotna.



Rys. 3.18. Diagnozer cech C_{k+1} , C_1 , C_{n-1} , C_n obserwujący fragmenty cech C_{k+1} , C_n , ograniczone ich granicami zewnętrznymi i granicą diagnozera oraz całość cech C_1 , C_{n-1} , w obrębie diagnozera

Fig. 3.18. Diagnost of fragmented features and all the features C_i

Jeśli podobnie jak uprzednio oznaczymy chwilowo cechy diagnozera jako D , obserwowane zaś przez diagnozera fragmenty obiektu jako O_D , to obserwowane przez diagnozera fragmenty O_D cech C_i można zapisać jako $O_D = (D \cap C_{k+1}) \cup C_1 \cup C_{n-1} \cup (D \cap C_n)$.



Rys. 3.19. Wielokrotny łańcuch symptomizacji ($C_1 - C_n$; $C_1 - C_{III}$; $C_1 - C_a$), gdzie $C_1 - C_a$ – łańcuch jednozęściowy, $C_1 - C_n$; $C_1 - C_{III}$ – łańcuchy wielozęściowe, pozwalające na kreowanie modelu prognozującego

Fig. 3.19. Multiple symptomization chains of the feature C_1 on the feature C_n allowing us to design a forecasting model

W łańcuchu symptomizacji obserwator nie jest ostatnim elementem łańcucha, gdyż przemiany symptomizacyjne trwają nadal, nawet po ustaniu obserwacji. Dla pierwszej grupy sygnałów odbieranych przez diagnostę w ilości pozwalającej na kreowanie modelu musi istnieć czas i umiejętności do utworzenia tego modelu. Dopiero wtedy będzie możliwy proces prognozowania.

Problem dwukierunkowego operatora transformacji symptomizacyjnej obiekt – sygnał, istotny dla większości diagnozatorów technicznych, jest rozwiązywany w obszarach problematyki obiektowej [1, 5, 33, 45, 88, 89, 148, 157, 158,]. Dla obiektów obserwacji i obserwatorów diagnostycznych można zaproponować macierz systemową przyjętą w pracach [11, 15], zgodnie z hierarchią systemów wynikającą z ich złożoności.

Tabela 3.6. Systemowa macierz obiektów i obserwatorów diagnostycznych [11, 15]

	O	B I	S II	E III	R IV	W V	A VI	T VII	O VIII	R IX trans- cend.
O		atom	mechan.	cybern.	otwarte	rośliny	zwierzęta	człowiek	społecz.	
B I atom										
II mechan.										
I III cybern.										
IV otwarte										
E V rośliny										
VI zwierzęta										
K VII człowiek										
VIII społeczn.										
T IX transcend.										

Jest to uporządkowane zestawienie obserwatorów i obiektów obserwacji diagnostycznej. Poziomy systemowe mogą być uzupełniane. Podziały odzwierciedlają stan wiedzy oraz podziały międzydyscyplinowe nauk. W pracy [19] przedstawiono podsumowanie kilku innych kategoryzacji poziomów systemowych do opisu ich transformacji i ewolucji. Dla systemów ludzkiej aktywności (HAS) [8, 9] prezentuje się pięć poziomów metodologii oraz mediów komunikacji dla konkretnych poziomów systemowych. Pomiędzy tymi poziomami oraz wewnątrz nich istnieją konieczne przepływy informacyjne, realizowane również metodami diagnozowania. Każdy element systemowy jest traktowany jako potencjalny obiekt obserwacji.

3.5. STRUKTURA PRZEDMIOTU DIAGNOZOWANIA ELEMENTY, RELACJE, POŁĄCZENIA

3.5.1. Struktura

Przykłady definiowania i obserwacji struktur systemowych można znaleźć u wielu autorów. Bunge [16] stwierdził, że *struktura systemu obejmuje relacje dwu kategorii, pierwsze to więzy (statyczne lub dynamiczne), drugie to relacje przestrzenne i logiczne*. Jest to ciekawa metoda dla klasyfikacji wewnątrzsystemowej. Dzięki niej więzy statyczne, połączenia i przestrzeń oraz niektóre elementy sprzężeń można zaliczyć do jednej kategorii: *zespoleń*, więzy logiczne zaś i większość dynamicznych do kategorii *relacji*. Kampis [72] omawia metody poznania struktur systemowych, opisuje teoriomnogościową definicję systemu, pozbawiającą go części struktury, zazwyczaj wprowadzaną przez innych oraz definicję konstruktywistyczną z ewoluującymi strukturami, wytwarzającymi nowe struktury. Z jego stwierdzeń wynika konieczność

kreowania metody diagnozowania dla poznania systemów – przez bezpośrednie symptomy istnienia lub przez pośrednią obserwację i analizę zachowań systemu. Konieczność obserwacji – również przez diagnozę – w interwencjach systemowych jest niepodważalna. Ze stwierdzenia Kampisa, iż: *aby coś poznać, trzeba coś zrobić* wynika konieczność *realizacji* procesu poznawania. Diagnozowanie jest jednym z takich procesów poznawczych. Žampa [159] twierdzi, że *struktura systemu, traktowana jako ukierunkowane połączenia elementów, może być budowana przez interwencję z zewnątrz*. Struktura obserwowanego obiektu stanowi kategorię cech, dla której oceny stanu wymagane jest diagnostyczne *potwierdzenie istnienia* czasowych i przestrzennych położeń elementów, połączeń oraz ich charakterystyk. Przykładem obserwacji struktur są metody i algorytmy poprodukcyjnej kontroli jakości. Struktury traktowane są jako stabilne w założonych okresach obserwacji, co jest uproszczeniem. *Kreowanie struktury, jej degradacja, ewolucja są procesami równorzędnymi do jej trwania*. Należy mieć na uwadze, iż konkretna struktura nie wyczerpuje potencjału pojawiania się nowych struktur do realizacji tego samego celu. Istniejąca struktura nigdy nie wyczerpuje swych potencjalnych możliwości doskonalenia.

Przestrzeń oddziaływania cech przedmiotu diagnozowania można traktować dwójako. W przypadku cech mierzalnych – praktycznie najczęściej dostępnych w procesie diagnozy – powinna to być przestrzeń metryczna. Wszelkie zmiany cech charakteryzujących stan diagnozowanego obiektu lub systemu można wtedy wyrazić poprzez określone w tej przestrzeni metryki i porównywać wynikające stąd diagnozy. Ze względu jednak na znacznie rozbudowane współcześnie możliwości pomiarowe w tej przestrzeni – w zależności od głębokości diagnozy – należy najczęściej określić kilka różnych metryk. Wygodniej jest zatem podejść do problemu przez uogólnione przestrzenie topologiczne i wyznaczyć odpowiednie struktury przedmiotu diagnozowania istotne dla procesu diagnozy. Struktura taka będzie się składać oczywiście z istotnego dla niej zbioru uogólnionych elementów E , określonych więzi statycznych lub dynamicznych (połączeń, zespołów) P oraz określonych wewnętrznych relacji logicznych R .

Większość więzi statycznych i dynamicznych można uważać już za pewne kategorie metryczne, ale w połączeniu z uogólnionymi relacjami pomiędzy uogólnionymi elementami tworzą one przestrzeń topologiczną różnorodnych struktur tego samego przedmiotu diagnozowania. Tak więc należy mieć na uwadze, iż konkretna struktura nie wyczerpuje potencjału pojawiania się nowych struktur do realizacji tego samego celu. Ponadto konkretna struktura topologiczna nie wyczerpuje swoich potencjalnych możliwości doskonalenia się w sensie metrycznym. W zależności od potencjału aparaturowego diagnosty struktura ta może ewoluować, np. w kierunku zmian niektórych relacji ogólnych na relacje metryczne. Ogólnie jednak struktura topologiczna przedmiotu diagnozowania jest:

- konstrukcją quasi-statyczną, określającą konkretne uporządkowanie swoich elementów w założonych okresach obserwacji,
- konstrukcją dynamicznie stabilną w założonych okresach obserwacji,

- definiuje możliwość istnienia i powstawania relacji wewnętrznych,
- nie musi opisywać w sposób fizyczny cech poszczególnych elementów oraz właściwości relacji.

Żadna struktura przedmiotu diagnozowania nie ulega zmianom topologicznym, a jedynie metrycznym. Zmianom tym mogą ulec zarówno warunki otoczenia, jak i wzajemna więź informacyjna pomiędzy przedmiotem diagnozowania a diagnozerem. To właśnie bardzo realna możliwość zaistnienia takich zmian determinuje celowość budowy diagnozera na bazie zaproponowanego modelu 77.

Możliwość kreacji różnorodnych struktur dla określonego przedmiotu diagnozowania musi być przez diagnostę szczególnie brana pod uwagę. Diagnosta musi być przygotowany na nowe, zmieniające się sytuacje. Brana przez niego pod uwagę określona struktura

$$St = \langle E, Pa, R \rangle$$

może przestać istnieć, rozmywać się lub degradować jeżeli przestają istnieć, rozmywają się lub degradują procesy konstytuujące tę strukturę. Oznacza to w sensie metrologicznym, że mogą wystąpić procesy nieodwracalnego zlewania się mierzonych cech, zapadanie się ich w otoczenie lub pojawianie się nieinterpretowalnych cech wtórnych. Dla dowolnego przedmiotu diagnozowania można procesy tworzenia i zmian struktur zapisać jako:

- **kreowanie struktur** – dla dowolnej liczby uogólnionych elementów E, połączeń Pa i relacji R istnieje określona liczba struktur:

$$\bigwedge_{i,j,k} \bigvee_l \{E_i, Pa_j, R_k\} \Rightarrow \{St_1, St_2, \dots, St_l\},$$

- **rozmywanie się struktury** – w miarę metrologicznego procesu diagnozowania struktury niektóre jej relacje metryczne okazują się być liniowo zależne, a więc określane przez inne relacje wybrane za bazowe, w innej na ogół diagnostycznie łatwiejszej strukturze:

$$\bigwedge_{i,j,k} \bigvee_{l \neq i,j,k} St_l \subseteq St_{i,j,k}, \dots$$

- **degradacja struktury** – w miarę wpływu czasu istnienia przedmiotu diagnozowania metryki przyporządkowane niektórym relacjom mogą zmniejszać swoje wartości graniczne:

$$\bigvee_{i,k} ||R_k|| \rightarrow 0 \Rightarrow St_k \rightarrow \emptyset$$

- **zanikanie struktury** – w miarę metrologicznego procesu diagnozowania określonej struktury jej relacje okazują się być w sensie metrycznym relacjami miary zero, co oznacza, że i struktura jest informacyjnie miary zero:

$$\bigwedge_{i,k} ||R_k|| = 0 \Rightarrow St_k = \emptyset$$

Dokładnie te same rozważania dotyczą tworzenia struktury określonego diagnozera. Diagnozer rozmywający się, degradujący się lub zanikający przestaje pełnić swoją funkcję i musi zostać zastąpiony.

Doświadczenie potoczne potwierdza, że uprzednia diagnozowalność obiektu o konkretnej strukturze, nie musi warunkować jego dalszej, bezwzględnej, ponawianej diagnozowalności tym samym diagnozorem. Aby pozyskać informacje diagnostyczne o zmienionych właściwościach przedmiotu diagnozowania, zmianie adaptacyjnej musi ulec również diagnozer. W razie nieuniknionych zmian struktury obserwowanego przedmiotu diagnozowania, gdy struktura przestaje być stanem, a staje się procesem o swej własnej charakterystyce, nieuniknione są zmiany jakości diagnozera. Diagnozowanie dotyczyć będzie wtedy również transformacji struktury. Można tu zatem sformułować dwa zadania procesu diagnozowania struktury:

1. Diagnozowanie znanej struktury, tzn. diagnozowanie jej istnienia, uporządkowania przestrzennego w przyjętej geometrii, kompletności elementów i relacji. Można prowadzić ocenę transformacji stanu poprzez znane, zdefiniowane metody diagnostyk procesów istnienia, procesów towarzyszących, czy też procesów roboczych realizowanych poprzez tę strukturę lub procesów zewnętrznie wymuszonych.
2. Diagnozowanie struktury identyfikowanej, tzn. diagnozowanie identyfikacyjne jej uporządkowania przestrzennego, elementów i relacji. Diagnozowanie struktury identyfikowanej wymaga właściwego diagnozowania tymi samymi metodami, poprzedzonego procesami poznania i kreowania zasobu wiedzy o obiekcie diagnozowania. Kreowanie odpowiedniego diagnozera polega więc na kreowaniu pełnego modelu różnorodnych struktur poprzez proces identyfikacyjny. W tym celu dla pierwszej grupy sygnałów odbieranych przez diagnostę w ilości pozwalającej na kreowanie modelu, musi istnieć czas (t_{km}) na tworzeniu tego modelu, odpowiednie środki oraz umiejętności. Dopiero wtedy będzie możliwy proces kompletowania elementów diagnozera.

3.5.2. Relacje

Relacja jest właściwością wspólnych cech dwu elementów, wnioskowaną na podstawie obserwacji symptomów, wzbudzaną połączeniem informacyjnym (EnMs). Relacja to wynikowa cecha, powstała jako przenikanie cech tych elementów. Ponieważ dwa elementy posiadają wiele cech, do oceny relacji autorytatywnie dobiera się pewien ich zbiór w elementach danej relacji, przy czym zbiór tych cech nie musi być dla obu elementów tworzony ze wspólnego zbioru. Czas istnienia obserwowanego symptomu relacji między definiowalnymi czasowo obiektami jest zwykle definiowalny, istnieje jednak poziom braku takiej definiowalności w przypadku podstawowych składowych cech obiektów. Istnieje obserwowalny czas istnienia obserwowanego symptomu relacji między definiowalnymi czasowo obiektami; istnieje jednak poziom

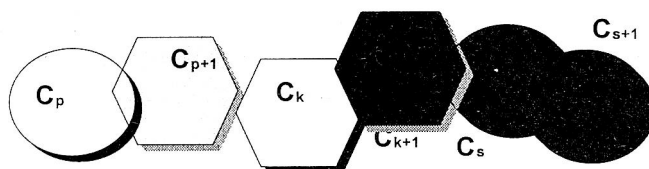
braku takiej obserwowalności w przypadku podstawowych składowych cech obiektów. Ograniczony czas istnienia obserwowalnej relacji jest określany autorytatywnie w zależności od jakości narzędzi obserwacji. Dla określenia *relacji* są wymagane procesy obserwacyjne, czyli diagnostyczna identyfikacja lub potwierdzenie istnienia. Relacja jest właściwością „przypisującą” sobie cechy systemu. Diagnosta te cechy tak określa, by relacja między cechami lub elementami systemu była odebrana jako odwzorowanie. Relacja konstytuująca obiekt może istnieć, ale być nieobserwowalną, jeśli nie dokona jej symptomizacji do diagnozera.

Relacje to cechy masowe, energetyczne lub informacyjne wspólne dla podmiotów relacji. Diagnozer powinien symptomizować oba podmioty relacji w sposób rozpoznawalny dla obserwatora relacji. Zakres relacji wspólnych cech obiektów określa ich tożsamość lub rozdzielność.

Tabela 3.7. Relacje, ich efekty i sposoby oddziaływania

Relacja	Efekty	Zmiany cechy
Kolizja	negatywne	degradacja
Przenikanie	neutralne	zachowanie stanu
Sumowanie	pozytywne	kreacja

Ogólne własności cech	Opis ogólnych własności cech		
Relacja (3)	Kolizja	Przenikanie	Sumowanie
Efekty (3)	negatywne	neutralne	pozytywne
Obserwowalność (3)	tak	częściowa	nie
Zmiany cechy(3)	degradacja	zachowanie stanu	kreacja



Rys. 3.20. Symbole graficzne relacji przenikania C_p , C_{p+1} , kolizji C_k , C_{k+1} , sumowania C_s , C_{s+1}

Fig. 3.20. Graphical symbols of penetration, collision and summation processes

Na rysunku 3.20 przedstawiono relacje przenikania cech ich kolizji oraz sumowania. Do analizy istniejących jakości relacji, efektów ich oddziaływania, obserwowalności oraz sposobu zmienności można stosować właściwe logiki. Przy takim opisie istnieje wiele możliwych relacji, wywołujących diagnozowany efekt, np.:

Relacja		Przenikanie	
Efekty		neutralne	
Obserwowalność	tak		
Zmiany cechy	degradacja		

Obserwowalne przenikanie cech zmniejszających neutralny efekt.

Relacja			Sumowanie
Efekty	negatywne		
Obserwowalność	tak		
Zmiany cechy			kreacja

Obserwowalne sumowanie cech kreujących negatywny efekt.

Relacja	Kolizja		
Efekty			pozytywne
Obserwowalność	tak		
Zmiany cechy	degradacja		

Obserwowalna kolizja cech zmniejszających pozytywny efekt.

Opisy możliwych relacji cech można kontynuować, pamiętając o konieczności tworzenia indywidualnych diagnostycznych narzędzi dla obserwowanej sytuacji. Prócz wyróżnienia relacji pamiętać należy o systemowym poziomie podmiotów relacji, tzn. *elementach* struktury.

3.5.3. Połączenia

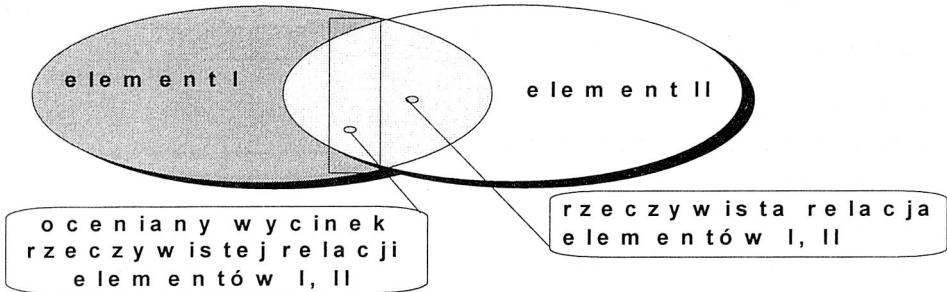
Połączenia Pa to właściwości elementów pośredniczących w obserwowanym diagnostycznie systemie, typu Informacja, Masa, Energia (*IMsEn*), nie traktowanych zazwyczaj w strukturze jako elementy systemu. W zależności od typu dominacji właściwości połączenia traktuje się jako *połączenia Pa* lub *dodatkową cechę (element)*. Przy płynności dominacji właściwości, status połączenia w systemie określa się autorytatywnie. Inne istotne cechy połączeń, związane z pojęciem relacji, to:

- połączenie jest kanałem informacyjnym, energetycznym, masowym lub mieszanym, konstytuującym i transmitującym relacje międzyelementowe,
- połączenie zawiesza rozdzielanie elementów, obserwacyjnie ujednorodniając je ze sobą,
- połączenie rozłożone w czasie konstytuuje proces,
- proces wymaga zsynchronizowania właściwych relacji cech.

Obserwacja relacji przez diagnozowanie to ocena relacji w systemie wymagająca obserwatora autorytatywnie wybierającego obserwowany wycinek relacji obrazów elementów. Do zdefiniowania przez obserwatora konkretnej struktury systemu potrzebne są obserwowalne diagnostycznie (najczęściej mierzalne) własności elementów i relacji, które ją tworzą, zmieniają lub likwidują. Obserwacja relacji dwu elementów systemu nie dotyczy ich całości, lecz możliwego do diagnostycznej obserwacji fragmentu obrazu. Dla istnienia obserwowanej relacji muszą istnieć:

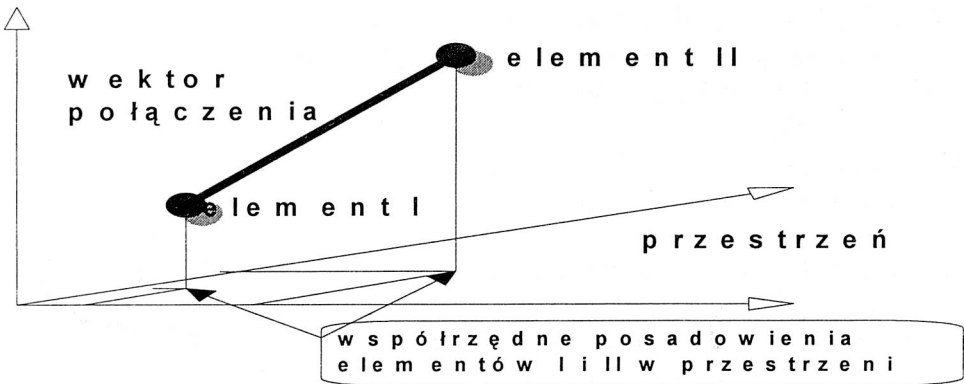
- przestrzeń P, określana swą geometrią G i swymi miarami,
- elementy E, przestrzennie określone przez swe cechy mierzalne (np. obserwowalne),
- elementy posadowione w przestrzeni, określające wymiary połączeń, konstytuujące strukturę,

- połączenia lub oddziaływania Pa o cechach wektorów w przestrzeni, spełniające warunki istnienia kanałów $IEnM$, określanych poprzez własności modelowane w obszarze odpowiedniej dziedziny wiedzy.



Rys. 3.21. Obserwacja relacji dwu elementów
Fig. 3.21. Observation of the relation between two elements

Można wnioskować istnienie pewnych zależności pomiędzy strukturą a relacją. Zmiana struktury pociągać może za sobą zmianę relacji i odwrotnie. Podobnie stabilizacja zachowań systemu przy zmianach struktury pociąga za sobą zmianę relacji, stabilizacja zaś zachowań systemu podczas zmian relacji pociąga za sobą zmianę struktury itd. W celu diagnostycznej oceny struktury są diagnozowalne w całości lub częściowo ich składniki: struktura S_t , relacja R , połączenie Pa , element E , przestrzeń P , geometria G . Diagnozować można całą strukturę S_t lub jej składowe, pojedynczo lub w grupach.



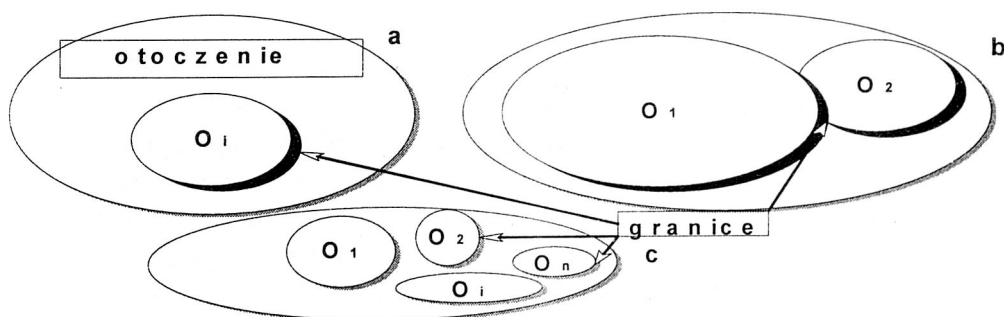
Rys. 3.22. Elementy w relacji
Fig. 3.22. Relation between two elements

3.6. OTOCZENIE

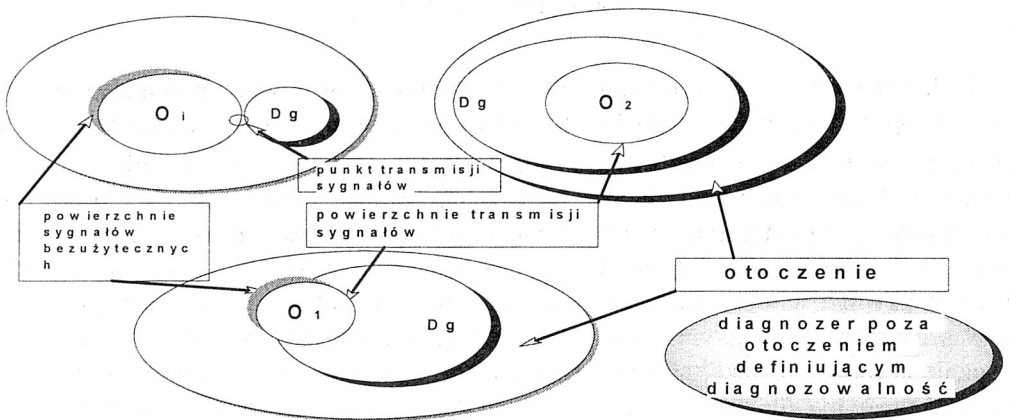
Jeśli z przestrzeni diagnostycznej P wszystkich obiektów systemu diagnozowanego wyodrębni się pewien obiekt lub podsystem traktowany następnie jako przedmiot diagnozowania O , to pozostała część tej przestrzeni – czyli jej dopełnienie \bar{O} – nazywane jest otoczeniem tego obiektu. Są to zatem te cechy obiektu, które do niego nie należą bądź zostały autorytatywnie uznane za mniej istotne w procesie diagnozy. Jak często bywa w przypadku przestrzeni topologicznej otoczenie to jest na ogół ograniczone w pewnym sensie, mimo iż nie zawsze granice te należą do tego otoczenia. Jest to w sensie metrologicznym dosyć oczywiste, jako że każda spośród trzech diagnostycznie pożądaných cech takiego otoczenia, tzn. obserwowalność, stabilność i sterowalność może być dla procesu diagnozy neutralna, pozytywna lub negatywna. I tak:

- obserwowalność otoczenia może być izolacyjna (*niepodatna na działanie diagnozera*), neutralna (*nie wchodząca w relacje z diagnozerem*) lub przenikliwa (*wchodząca w relacje z diagnozerem*),
- stabilność otoczenia może być podtrzymywalna (*diagnozer mimo ingerencji w otoczenie nie osłabia stabilności ani obiektu, ani jego otoczenia w określonym sensie*), neutralna (*diagnozer nie ma wpływu na stabilność obiektu i jego otoczenia w określonym sensie*) oraz naruszalna (*diagnozer ingeruje w otoczenie i osłabia stabilność obiektu lub jego otoczenie w określonym sensie*).

Reasumując, zła metodyka diagnozowania – tzn. nieodpowiedni rodzaj przyjętego diagnozera – może niekorzystnie wpływać na neutralność diagnozowania. Staje się to istotne przy ocenie cech diagnozera istniejącego i szczególnie istotne podczas projektowania nowego. Może to bowiem wytworzyć możliwość ingerencji zwrotnej diagnozer – obiekt, przechwytywania sygnałów błędzących, rozmywanie się ich w innych sygnałach, osłabianie itp. Zewnętrzne granice obiektu z otoczeniem mogą być różnego typu. Prócz granic zewnętrznych systemu z otoczeniem (a), zewnętrznych z innymi systemami i z otoczeniem (b), zewnętrznych z otoczeniem zawierającym inne systemy – rys. 3.23, istnieją granice wewnętrzne z otoczeniem.



Rys. 3.23. Zewnętrzne granice systemu
Fig. 3.23. External borders of the system



Rys. 3.24. Sytuowanie diagnosty w otoczeniu lub poza otoczeniem definiującym obserwowalność obiektu

Fig. 3.24. Diagnostician position in or outside the environment of the object observation

Problemy sytuowania diagnosty w otoczeniu lub poza otoczeniem definiującym obserwowalność obiektu zaznaczono schematycznie na rysunku 3.24, wiążą się z problemami czasoprzestrzennymi oraz z problemami ingerencyjności i niewidzialności diagnosty przez otoczenie, np.[112, 118, 123–126, 132].

3.7. PROCESY W DIAGNOZOWANYM OBIEKCIE

Obserwator określonych procesów – w tym również diagnostycznych – realizuje swoje obserwacje w rozróżnialnych cyklach sumowanych po swoich historiach i rejestrowanych przez świadomość w pozornie ciągly strumień. Te świadome cykle, czyli kroki procesu, są dostosowane do rozróżnialnej konkretnej jednostki procesu itp., zlewając się w świadomość ich istnienia w czasie, zachodzących zmian oraz historii stanów poprzednich i możliwych następnych. Dla diagnosty świadome rozgraniczenie między parami pojęć : procesu obserwowanego i procesu obserwacyjnego oraz krok procesu obserwowanego oraz krok procesu obserwacyjnego istnieją na poziomie fizycznym, biologicznym i intelektualnym. Świadome cykle procesów obserwacji są dostosowane do rozróżnianej chwili „tu i teraz”, zlewając się w świadomość czasu, jego upływu oraz świadomość istnienia w czasie. W sformułowaniach definicji ob-

serwowalnych diagnostycznie kroków procesowych należy wyróżnić kilka istotnych czynników:

Czas – realizowane przez systemy kroki procesowe krótsze czasowo od uświadomionego przez diagnostę cyklu własnego, traktowane są przez niego jako realizujące się również w cyklu własnym, w konkretnej chwili, „tu i teraz”.

Przestrzeń – realizowane przez systemy wszelkie kroki procesowe mniejsze przestrzennie od uświadomionego przez diagnostę cyklu własnego, traktowane są przez niego jako realizujące się w tym samym cyklu.

Proces – realizowane przez systemy wszelkie kroki procesowe krótsze procesowo od uświadomionego przez diagnostę cyklu, traktowane są przez niego jako realizujące się również w tym samym cyklu.

Realizowane przez systemy wszelkie kroki procesowe dłuższe czasowo od uświadomionego przez diagnostę cyklu własnego, traktowane są przez niego jako realizujące się w cyklu zwielokrotnionym, którego tylko rozróżnialna część zachodzi „tu i teraz” – w konkretnej chwili. Podobnie jest z procesową i przestrzenną długością kroku. Wprowadzenie innego systemu diagnostycznego w miejsce świadomego obserwatora niewiele zmienia w tym pojmowaniu czasu, przestrzeni lub procesu, gdyż prawie zawsze znajduje się proces zachodzący szybciej niż proces aktualnie traktowany jako najszybszy.

Gdy rozpatruje się graniczne wartości wszelkich obserwowanych diagnostycznie zjawisk, należy wcześniej próbować zdefiniować możliwe parametry procesu. Krok procesu jest niewątpliwie jednym z najistotniejszych. W pracy [145] stwierdza się, że nawet jeśli rozpatrywany parametr jest pozornie ciągły, to na obszarze swej zmienności zachowania ciągle wyrażają się poprzez działania dyskretne. Tworzenie pozornie holistycznych wyjaśnień, modelujących rzeczywistość, zniekształca efekt diagnozy u nieświadomego decydenta przez pozorną skończoność i zupełność modelową obserwowanego diagnostycznie obiektu. Jest to problem szczególnie istotny w przypadku słabej znajomości modelowej obserwowanego obiektu, gdy diagnozer jest typu uniwersalnego, a nie dedykowanego dla tego obiektu. Wskazana cecha deterministyczna procesu może być uogólniana opisowo poprzez poszerzenie ilości i jakości cech kroku do wektora kroku. Wektor ten może mieć własne cechy procesowe, jakościowe, czasowe i przestrzenne, wartościowe itd. Inaczej jednak będzie widziany obraz wektora kroku przez samoobserwację systemu, a inaczej przez zewnętrznego obserwatora, obie obserwacje – zgodnie z odwzorowaniem homomorficznym – różnić będą się od rzeczywistej jakości kroku. Zestaw cech wewnętrznego oraz zewnętrznego wektora kroku może być kształtowany zgodnie z potrzebami diagnostycznymi. Każda z cech zewnętrznego wektora kroku jest wynikiem jakości cech wewnętrznego wektora kroku. W tabeli 3.8 przedstawiono niektóre cechy wewnętrznego oraz zewnętrznego wektora kroku, na przecięciu konkretnego wiersza i kolumny powstaje

konkretne zadanie diagnostyczne, wymagające syntezy właściwego obserwatora, co jest powinnością decydenta zewnętrznego.

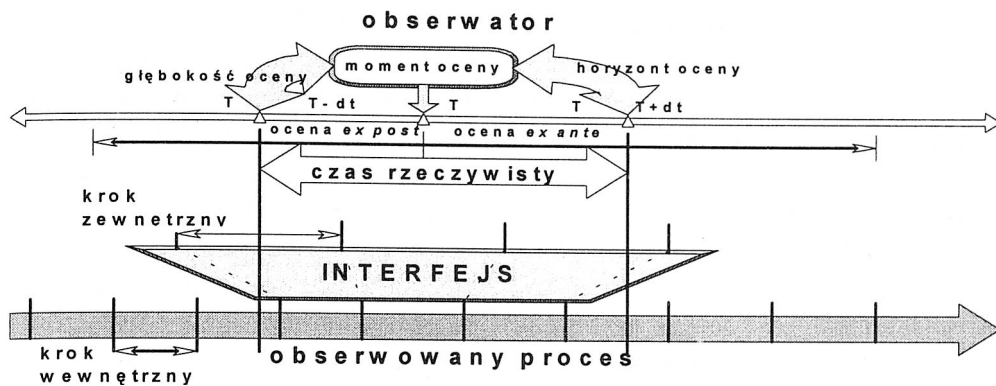
Tabela 3.8. Cechy wewnętrznego oraz zewnętrznego wektora kroku

		Wewnętrzne cechy wektora kroku				
		czasowe	przestrzenne	procesowe	jakościowe	wartościowe
Zewnętrzne cechy wektora kroku	czasowe					
	przestrzenne		zadania diagnostyczne			
	procesowe					
	jakościowe					
	wartościowe					

Ponieważ każda z cech zewnętrznego wektora kroku jest wynikiem jakości wszystkich cech wewnętrznego wektora kroku, należy tę złożoność uwzględnić w procesie syntezy właściwego obserwatora diagnostycznego. Zewnętrzne cechy powstają u obserwatora zgodnie z jego cechami i kryteriami, ale zależnie od jakości cech wewnętrznego wektora kroku. Wymagają obserwacji od zewnątrz. Wewnętrzne cechy biernego obiektu zależą od właściwości jego procesów. W typowej sytuacji diagnostycznej – przy inteligentnym obserwatorze procesu – wszelkie wewnętrzne cechy kroku są obiektywnie zachodzącymi procesami fizykalnymi o kroku algorytmizowanym globalnie przez zewnętrznego decydenta, ale definiowanym przez stałe fizyczne. Wszelkie zewnętrzne cechy kroku są subiektywnie ustalonymi ciągami kroków elementarnych obserwatora i zdolności obserwacyjnych zewnętrznego decydenta, stosującego konkretne jednostki cech kroku.

Oba kierunki obserwacji, zależne od posadowienia inteligentnego podmiotu, muszą być dostosowane dynamicznie do siebie dla zaistnienia informacji diagnostycznej u obserwatora diagnostycznego.

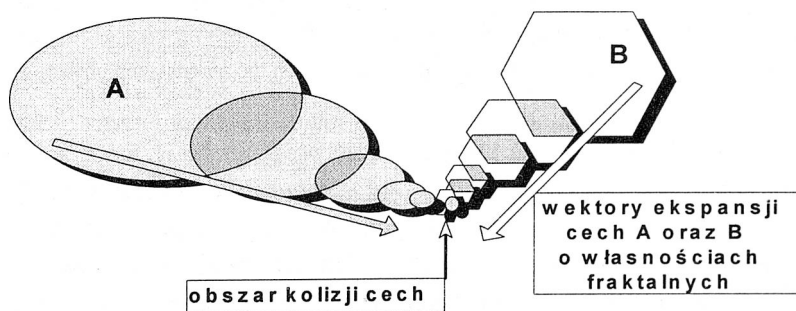
Pomiędzy różniącymi się krokami obserwatora oraz obiektu muszą istnieć relacje dostosowujące wzajemnie wielkości i cechy oraz realizujące ich synchronizację zgodnie z nadrzędnymi kryteriami systemu decyzyjnego (rys. 3.25). Można wyobrazić sobie obserwację procesu tylko poprzez obserwację najmniejszego, możliwego kroku, ale po to wykreowano metodologię diagnostyczną, by takie obserwacje nie dominowały. Dobra diagnoza wymaga doskonalenia efektu w postaci oczekiwanej efektywności diagnozowania, bez względu na rozdzielczość obserwacji przedmiotu. Pojawia się w tym przypadku problem jakości obserwatora wraz z całą złożonością techniczną oraz psychosocjalną [2, 149, 150]. Fizyka wyjaśnia omawiane stałe, przy czym przestrzenno-czasowe wartości minimalne wszelkich kroków procesów wiąże z naturalnymi stałymi Plancka lub innymi wartościami, o których nieustannie donosi piśmiennictwo z dziedzin nauk podstawowych [48, 63, 143].



Rys. 3.25. Zewnętrzne cechy kroku procesu a zdolności obserwacyjne zewnętrznego decydenta z interfejsem, stosującego konkretne jednostki cech kroku

Fig. 3.25. External features of the process step versus the observation capability of the outer decident

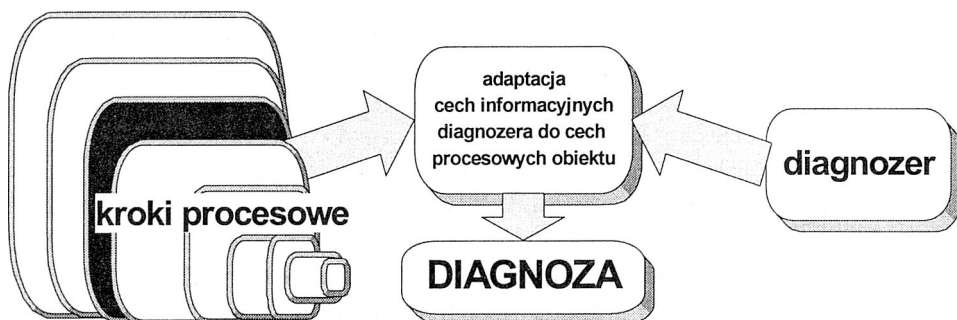
Jako przykład modelowania procesów obserwowalnych diagnostycznie do kreowania wiedzy o kroku procesu może służyć fraktalna struktura systemu, wykorzystana do ogólnego opisu degradacji systemów [19]. Nie jest ona ograniczona od dołu. Krok degradacji zależy od sumy kumulowanych pojedynczych „kroków energii”. Taka metoda modelowania obserwowanych procesów, z jednoczesnym zastosowaniem zasady obserwacji przenikania lub kolizji cech, umożliwia obserwację przyjętego autorytatywnie poziomu dekomponowania procesów. Przykładowo na rys. 3.26 przedstawiono przenikanie i kolizję cech A i B o prostych własnościach fraktalnych. Poziom obserwacji zależy wyłącznie od decyzji obserwatora. Niewłaściwa decyzja o poziomie dekomponowania procesów może spowodować brak obserwacji istniejącej kolizji cech. Na rysunku 3.27 symbolicznie zamodelowano problem obserwowanego kroku procesu o cechach przyjmowanych autorytarnie, gdzie na tle innych możliwych obserwowanych kroków procesu jako przycieniowany został przedstawiony obserwowany krok procesu.



Rys. 3.26. Obserwacja przyjętego autorytatywnie poziomu dekomponowania procesów, z zastosowaniem zasady obserwacji przenikania lub kolizji cech A i B

Fig. 3.26. Observation of the proces fragmentation by means of the features A and B penetration or collision

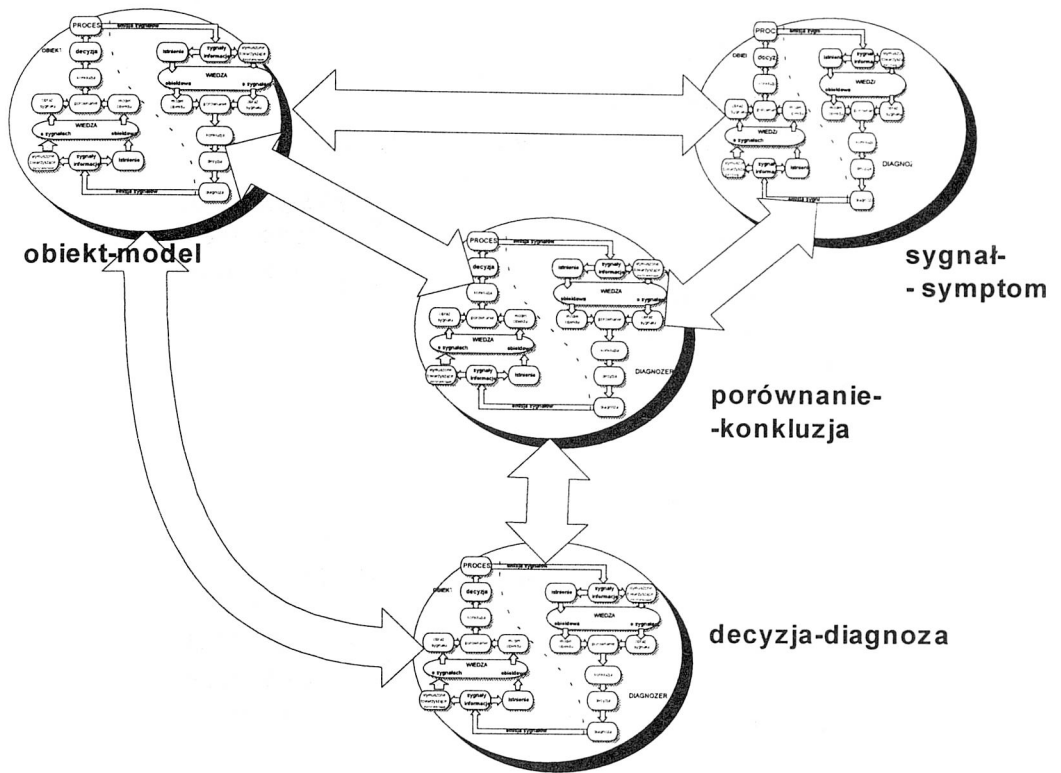
Krok procesów, traktowany często przez zewnętrznego obserwatora jako pojedynczy impuls wymuszający, składający się na ciągi sygnałów, jest niezwykle istotnym parametrem procesu obserwacji diagnostycznej. Jest on newralgicznym elementem procesu dostosowywania diagnozera i procesu diagnozowania do obserwowanego obiektu. Obserwowany krok o cechach przyjmowanych autorytarnie decyduje o powodzeniu diagnozowania i efektywności procesu wykorzystującego diagnozę. W związku z tym, aby realizować proces diagnozowania o właściwej jakości, diagnozera powinien mieć możliwość analizy kroku procesu, zgodnie zaś z pozyskanymi informacjami możliwość oceny i analizy dotychczasowych obserwacji w czasie rzeczywistym, oraz predykcji potencjalnie możliwych w przyszłości. Typowym przykładem technicznym w procesie diagnozy maszyn jest celowe wymuszanie oddziaływań dynamicznych badanego obiektu skokiem jednostkowym Heaviside'a lub impulsem Diraca. W rzeczywistych obiektach krok takiego procesu jest opisywany jego wartością bezwzględną (pseudoamplitudą) i rzeczywistym czasem trwania (bliskim, ale jednak różnym od zera).



Rys. 3.27. Symbolicznie zamodelowany problem *obserwowany krok procesu* (przycieniowany) o cechach przyjmowanych autorytarnie na tle możliwych *obserwowanych kroków procesu*

Fig. 3.27. Graphical model of authoritative decisions on the process step observed

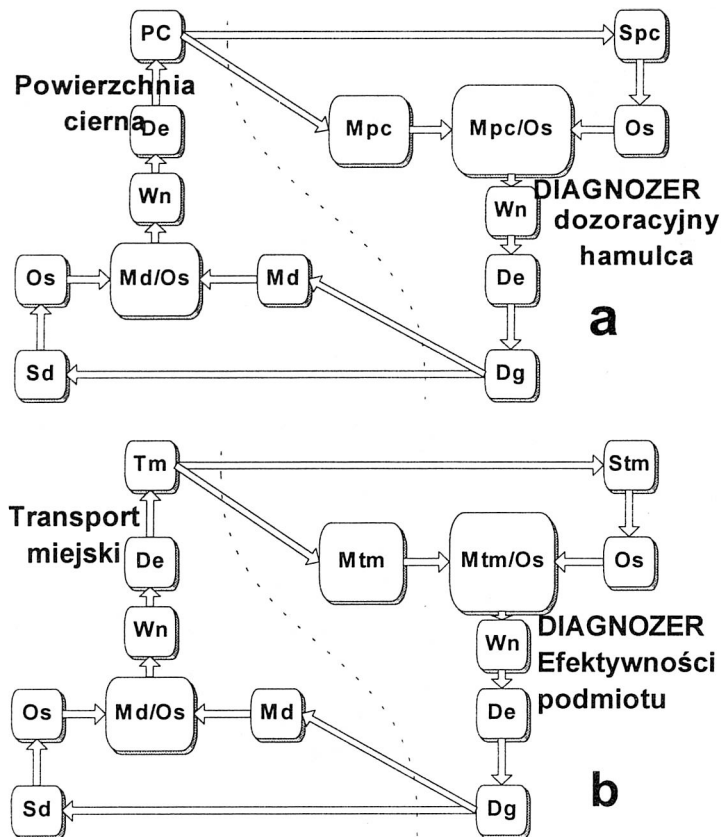
Z zagadnieniem kroku procesu można wiązać *powtarzalność modelu informacyjnego na wszystkich poziomach systemu diagnozowania*. Po przyjęciu modelu informacyjnego w postaci zdwojonego modelu podstawowego na pewnym poziomie systemu diagnozowania – zakłada się, iż cechy i struktury poziomu *i* odtwarzają się na poziomach systemowo niższych i wyższych (rys. 3.28). Przepływy informacji występują na każdym poziomie systemowym oraz wewnątrz każdego systemu. Identyfikowanie ich zawartości stanowi wyzwanie dla nauki, techniki itp.



Rys. 3.28. Powtarzalność budowy systemu obiekt diagnostowania – diagnozer, gdzie na kolejnym poziomie przekazu informacji występują kolejne modele 77

Fig. 3.28. Repeatability of the object – diagnoser system (77) on different levels of information flow

Powtarzalną budowę systemu diagnostowania przedstawiono na przykładzie dwu diagnozerów (rys. 3.29). Model przepływu informacji diagnostycznej nie ma znaczenia dla tej cechy. Konkretnie treści struktury zależą od szczegółowości analizy. Możliwe kombinacje informacyjnych „dialogów” międzysystemowych, międzyelementowych itp. przedstawiono w postaci poziomów systemowych w pracy autora [116–118].



Rys. 3.29. Powtarzalna budowa systemu dwu diagnozatorów: dozoru powierzchni czarnej hamulca środka transportu (a), efektywności ekonomicznej przedsiębiorstwie transportu miejskiego (b)
 Fig. 3.29. Repeatability of the system of two diagnosticians (77): monitoring of both the automotive brakes (a) and economical efficiency of municipal automotive transport (b)

Przy niezmienności podstawowej struktury diagnostycznej wymiany informacji różnicowanie wystąpi na poziomie cech elementów i połączeń pomiędzy nimi. Pamiętać należy o kombinatorycznej katastrofie charakterystyk, ich synergii podczas nabudowywania lub redukcji wielopoziomowej, złożonej struktury. Zjawiska poziomu niższego nie mogą nie wystąpić na poziomach wyższych. Mogą być tylko nie zauważane, nieistotne, pomijalne lub wytłumiane. Zjawiska poziomu wyższego nie mogą nie wystąpić na poziomach niższych. Mogą być tylko niedocenione, ale po wytłumieniu również mogą być nieistotne lub pomijalne. Cecha ta jest bardzo bliska uniwersalności procesu diagnozowania, gdyż przy różnicowaniu systemowych procesów informacyjnych istnieje jednorodność metod przekazu informacji.

3.8. POZIOMY SYSTEMOWE MASZYNY

Hierarchiczne poziomy systemowe maszyny – synergicznie powiązane ze sobą – obejmują materiały, krawędzie, powierzchnie, bryły, elementy, podzespoły, zespoły, systemy techniczne, systemy wyższe itd. Jednocześnie pojawia się nawarstwianie się charakterystyk poziomów systemu maszyny. Istniejąca symptomizacja charakterystyk zmienia wyidealizowany obraz konkretnych poziomów. W rzeczywistości trudno spodziewać się wyizolowanych cech bez nałożenia zakłóceń. Jako przykład hierarchizacji posłużyć może klasyfikacja stosowana w *Podstawach Konstrukcji Maszyn*, zgodna z przedstawionymi wcześniej poziomami hierarchicznymi systemu maszyny. Podział ten zaczyna się na materiałach i kończy na zespołach, co wynika ze specyfiki obiektów i dziedziny je opisującej. Może być zastąpiony przez podziały inne, przydatne do określonych zastosowań.

- materiały,
- elementy podstawowe (wały, przeguby, osie, sprężyny, itp.),
- połączenia (stałe – spawane, klejone, nitowe, zgrzewane,...; rozłączne – śrubowe, wypustowe, wpustowe, geometryczne, kołkowe,...; wytyżeniowe – wtłaczane, wciśkowe,...; mieszane – klinowe,...),
- struktury nośne (korpusy, obudowy, nadwozia, ..)

- podpory i łożyska (toczne i ślizgowe),
- sprzęgła i hamulce (stałe, elastyczne z tłumikami, włączalne, bezpieczeństwa, ..),

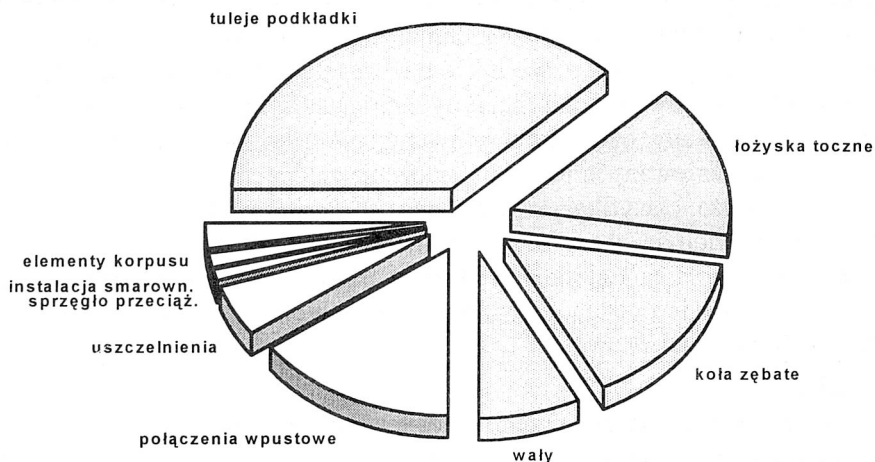
- przekładnie – reduktory, multiplikatory, wariatory (zębate – proste, stożkowe, obiegowe, ślimakowe...; pasowe – zwykłe, zębate,...; cięgłowe; łańcuchowe; cierne; harmoniczne; falowe; hydrauliczne; itd.),

- silniki główne, pomocnicze (elektryczne, spalinowe, hydrauliczne,...),

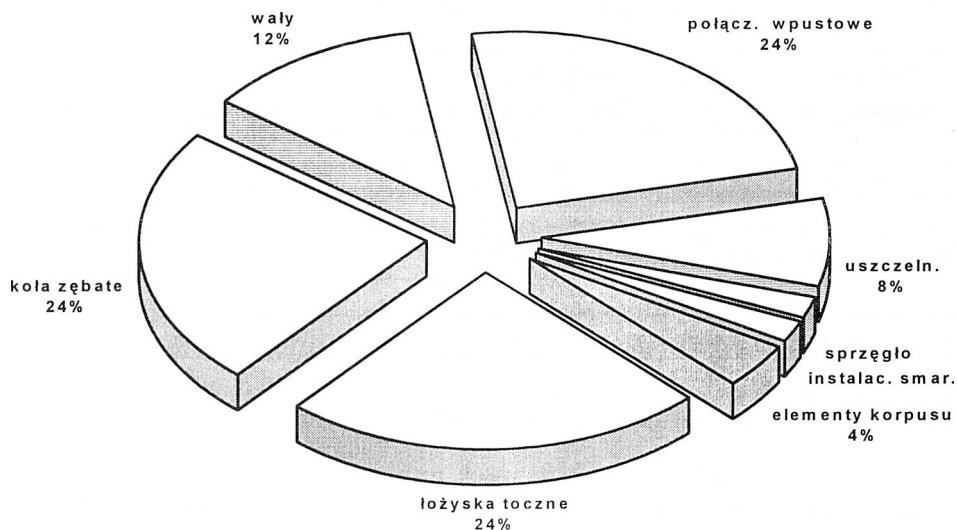
- inne – pomocnicze, sterujące, smarownicze, energetyczne, inne.

W typowej, przykładowej przekładni mechanizmu napędu urabiania koparki występuje: 12 łożysk tocznych, 6 wałów, 12 kół zębatach, 12 połączeń wpustowych, 130 połączeń śrubowych, 4 uszczelnienia, 1 sprzęgło przeciążeniowe, 1 instalacja smarownicza, 2 elementy korpusu, ~30 tulei, podkładek i pokrywek. Przy 130. połączeniach śrubowych (62%) reszta to ok. 80 elementów. Z zestawień liczbowych dotyczących bezkontekstowej liczności elementów wynikać mogą mylne wnioski dotyczące typowania i doboru obiektów.

tów procesu diagnozowania. Przewaga liczbowa elementów połączeniowych oraz elementów drobnych może wskazywać na konieczność syntezy metod doboru najistotniejszych diagnostycznie obiektów, gdyż liczność nie może być kryterium decydującym o podjęciu diagnozowania. W dostępnej dla autora *Instrukcji Szczegółowej Kontroli Stanu Technicznego Koparki* w zakresie przeciwdziałania zagrożeniom katastrofalnym, w obrębie struktury napędu zalecenia diagnostyczne dotyczą jedynie sprzęgła przeciążeniowego, którego populacja wynosi 1 [55–61, 86, 87, 91–95], rys. 3.30 i 3.31.



Rys. 3.30. Graficzne zestawienia elementów przekładni bez połączeń śrubowych
Fig. 3.30. Graphical representation of all elements of mechanical gear



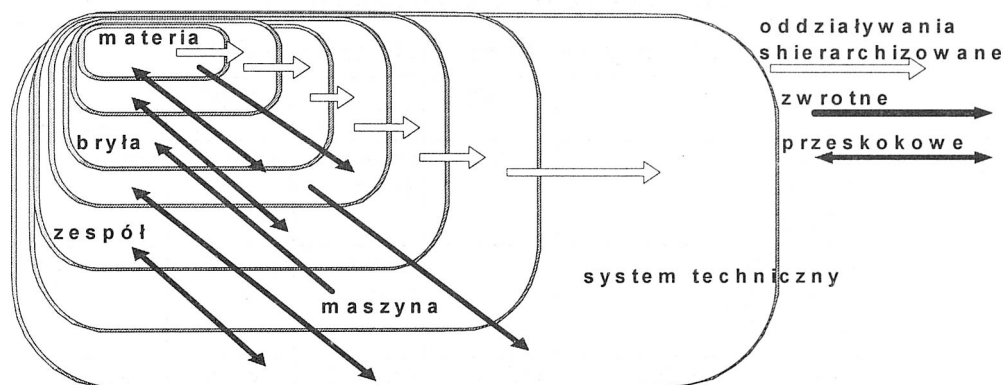
Rys. 3.31. Graficzne zestawienia elementów przekładni bez tulejek, podkładek itp.
Fig. 3.31. Graphical representation of main elements of mechanical gear

Wskazuje to na:

- konieczność syntezy metod typowania, obiektów lub procesów obserwowanych metodami diagnozowania,
- potrzebę syntezy metodologii określania ścieżek decyzyjnych dla przekształceń symptomowych niezbędnych do pozyskiwania informacji diagnostycznych.

Poszczególne cechy oddziałują na inne poziomy systemu maszyny. Oddziaływania te mogą być zgodne z prezentowaną hierarchią, kierunkiem i organizacją, ale mogą być pozahierarchiczne: przeskokowe i zwrotne [22]. Na rysunku 3.32 przedstawiono alternatywne oddziaływania cech pomiędzy poziomami systemu maszyny. Hierarchie oddziaływań modelować można we wszystkich systemach o innej konfiguracji. Identyfikacja, dyskryminacja, przekształcenie hierarchii oddziaływań dla obserwowalności diagnostycznej jest problemem konkretnej dziedziny.

Obserwacja diagnostyczna dotyczyć może zarówno istnienia poziomów systemu (np. maszyny), jak i procesów występujących na tych poziomach lub pomiędzy nimi.



Rys. 3.32. Oddziaływania cech pomiędzy poziomami systemu maszyny, zgodne z prezentowaną hierarchią oraz pozahierarchiczne – przeskokowe i zwrotne

Fig. 3.32. The interactions between machine system levels: according to and out of presented hierarchy

Jeśli istnieje potrzeba diagnozowania konkretnego obiektu lub procesu, to następuje wędrówka po poziomach hierarchicznych systemu maszyny dla doboru najbardziej nośnego diagnostycznie procesu, odzwierciedlającego symptomowo proces będący przedmiotem diagnozowania. Decyzji o realizacji konkretnego procesu diagnozowania, uwikłanych w sytuacjach narzędziowych, nie poszukuje się w najbardziej nośnych potencjalnie przekształceniach symptomowych, lecz raczej arbitralnie wykorzystuje się narzędzie najbliższe diagnoście. Poziomy systemowe charakteryzują się kaskadowo narastającymi cechami synergicznymi:

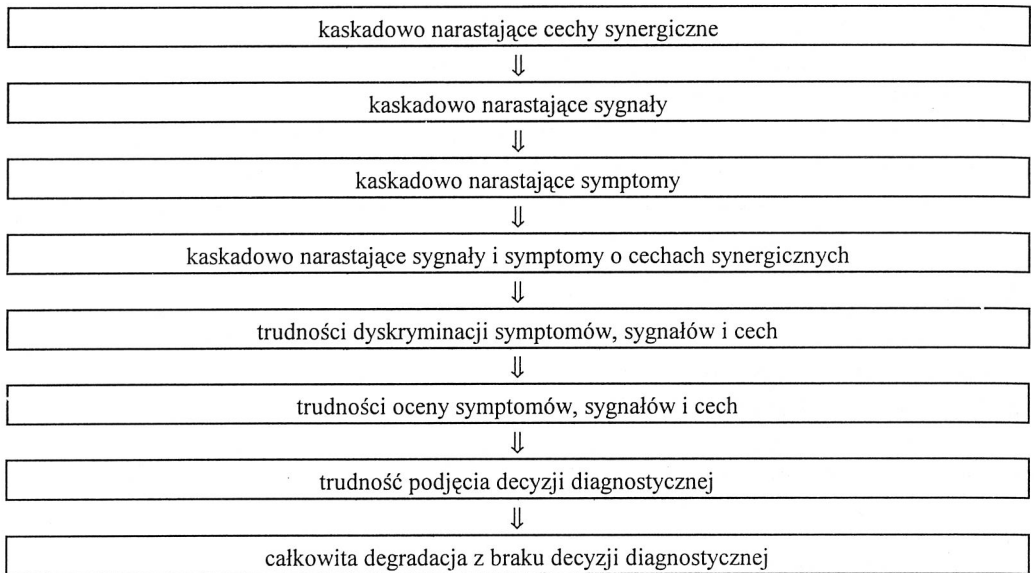
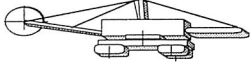
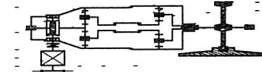
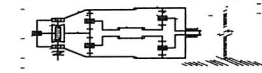
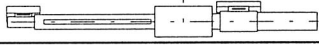
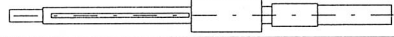
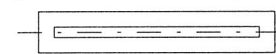
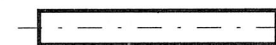



Tabela 3.9. Poziomy systemu maszyny – przykłady

Lp.	Poziomy systemu maszyny – przykłady –	Cechy	Symptomy		
			Istnienia	Działania	Towarzyszące
1.	maszyna – koparka 	struktura	nacisk na podłoże	efekt techn.	hałas
2.	mechanizm jazdy koparki 	moc	wymiary wałka	moment wałka	drżania skrętne
3.	zespół mechanizmu jazdy koparki 	przełożenie	liczba kół zębatych	przełożenie	drżania obudowy
4.	podzespół wałka reduktora mechanizmu jazdy 	wyważenie	luzy	stabilność momentu	temperatura
5.	element wałka reduktora mechanizmu jazdy 	geometria	współosiowość brył	stabilność momentu	WBA
6.	bryła walca z otworem wpustowym wałka 	prostoliniowość	prostoliniowość	stabilność przełożenia	WBA
7.	powierzchnia walca wałka 	falistość	obraz wizualny	wcisk	odciski
8.	materiał bryły walca 	jednorodność	obraz ultradźwiękowy	trwałość	metody ultradźwiękowe – ponad 100kHz

Ocena możliwości diagnozowania poziomu systemowego obiektu technicznego może być oparta na specjalizowanej analizie zawartości źródeł literaturowych, bazie danych, ilości i jakości źródeł informacji, dynamice przyrostu informacji, jakości wiedzy przedmiotowej lub wzroście wiedzy powstającej i tworzonej, stabilności wiedzy ugruntowanej itp. Przykładem możliwości analizy jakości diagnozy zgodnie z publikowaną literaturą może być analiza zawartości publikacji diagnostycznych na temat szeroko pojętego łożyskowania według Konferencji Diagnostycznych [40–43, 86, 87].

4. KRYTERIUM OCENY PROCESU DIAGNOZOWANIA

4.1. GRANICE PROCESU DIAGNOZOWANIA

Zadaniem procesu diagnozowania jest tworzenie diagnozy i przekazanie jej do podmiotu systemowo nadrzędnego.

- **Zadanie małe:** obserwator – diagnosta stabilizuje wielokryterialną jakość obserwacji na właściwym poziomie, dostosowując narzędzia obserwacji do ewolucji cech oraz zmian struktury obserwowanego obiektu – procesu.
- **Zadanie duże:** obserwator – diagnosta posiada wiedzę o wszystkim.

Do oceny procesu diagnozowania proponuje się kryteria jakości diagnozera oraz ich wartości graniczne. Proponuje się jednolity postulat graniczny:

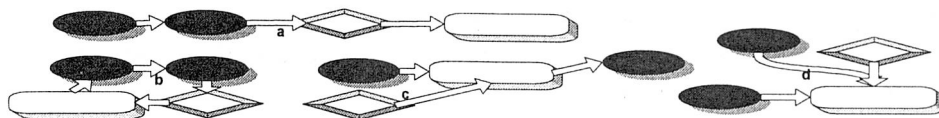
Zgodnie z minimalizowaną informacją diagnostyczną I_d , uzyskaną w minimalizowanym czasie diagnozowania t_{dg} , należy podjąć i zrealizować decyzję o maksymalnej jakości Q w minimalizowanym czasie podejmowania decyzji t_{de} dla maksymalnej efektywności E_f .

Takie warunki zrealizować może idealny diagnozer uniwersalny o zdefiniowanych granicznych cechach informacyjnych:

W dowolnym momencie czasu T_i , przez czas δt , w dowolnym punkcie przestrzeni $(xyz)_i$, dowolnej objętości $vol = \delta(xyz)_i$ istnieje będzie wiedza o innym dowolnym momencie T_k , przez czas δt , w dowolnym punkcie przestrzeni $(xyz)_k$, dowolnej objętości $vol = \delta(xyz)_k$, możliwa do przekazania w dowolnym momencie T_i , przez czas δt , do dowolnego punktu przestrzeni $(xyz)_l$ o dowolnej objętości $vol = \delta(xyz)_l$, przy czym parametry przestrzeni $(xyz)_{i,k,l}$ (o cechach lub charakterystykach ch) oraz czasów $T_{i,k,l}$ znajdują się w relacji eulerowskiej.

Parametry graniczne mają swoje rzeczywiste graniczne wartości: chwili czasu T_i , czasu δt , współrzędnych przestrzeni $(x,y,z)_i$, objętości $vol = \delta(xyz)_i$.

Problemem istotnym jest tzw. jakość ilości struktury [3], wynikająca z możliwej morfologii budowy obiektu, rys. 4.1, gdzie trzy różne elementy tworzą różnorodne kombinacje (morfologie) struktury czteroelementowej, zawierającej zawsze te same cztery elementy.



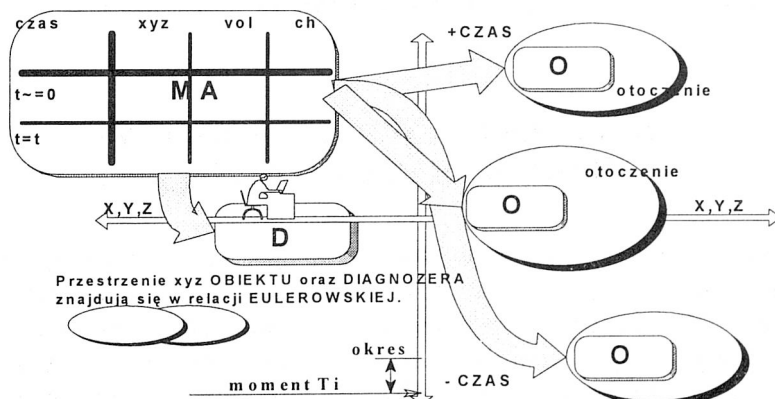
Rys. 4.1. Jakość ilości struktury: trzy różne elementy w różnorodności struktury czteroelementowej, zawierającej zawsze te same elementy

Fig. 4.1. Quality of the structure quantity: three different elements in the variety of four-elements structure

Przedstawiono tylko cztery struktury a, b, c, d; ten sam jeden układ szeregowy – na rysunku oznaczony a – może być zbudowany na 8 sposobów. W rzeczywistych systemach, przy znacznie większych licznosciach elementów i ich sposobów oddziaływań, radykalnie zwiększa się licznosc diagnozowanych kombinacji, ograniczana przez Bremmanna granicą zdolności rachunkowych. Wprowadzenie możliwych granic różnorodności struktury, określonych ocenowo jako jakość ilości, uwzględniająca różnorodność, ilość w różnorodności, kombinacje, więzy warunkowe i bezwarunkowe, czy stopnie swobody w hipotetycznej maszynie, poszerza znacznie spektrum przedmiotów procesu diagnozowania, ale jednocześnie ogranicza je do skończonej ilości.

Podana wcześniej definicja oraz parametry graniczne są urealniane dla konkretnego obiektu i sytuacji, gdyż w każdej sytuacji obserwacyjnej diagnozer – przez odwzorowanie homomorficzne – transformuje *wiedzę o jakimś punkcie czasoprzestrzeni* do innego punktu innej przestrzeni, gdzie jest ona potencjalnie zastosowana [11, 23, 48, 67, 69, 70, 105].

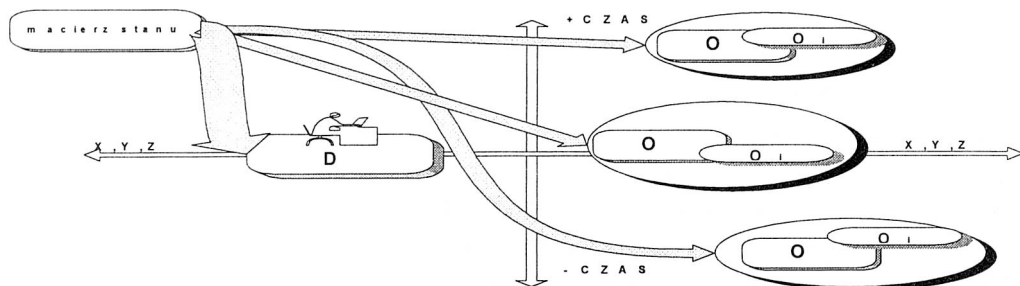
Relacje czasowo-przestrzenne diagnozera D oraz obiektu diagnozowania O przedstawiono na rys. 4.2, gdzie D – diagnozer, O – obiekt w swym otoczeniu i trzech położeniach czasowych, xyz – parametry położenia przestrzennego obiektu i diagnozera, t – czas, vol – własne parametry przestrzenne obiektu i diagnozera, ch – charakterystyki obiektu i diagnozera, MA – macierz parametrów i charakterystyk, opisująca właściwości obiektu lub diagnozera. Diagnozer działający w terażniejszości ocenia obiekt posadowiony w przeszłości, przyszłości oraz terażniejszości.



Rys. 4.2. Relacje czasoprzestrzenne diagnozera D oraz obiektu O w swoim otoczeniu i w trzech położeniach czasowych: w przeszłości, przyszłości oraz terażniejszości

Fig. 4.2. Space-time relations of the diagnoser D and the object O in environment and in three time positions: in the past, in the present and in the future

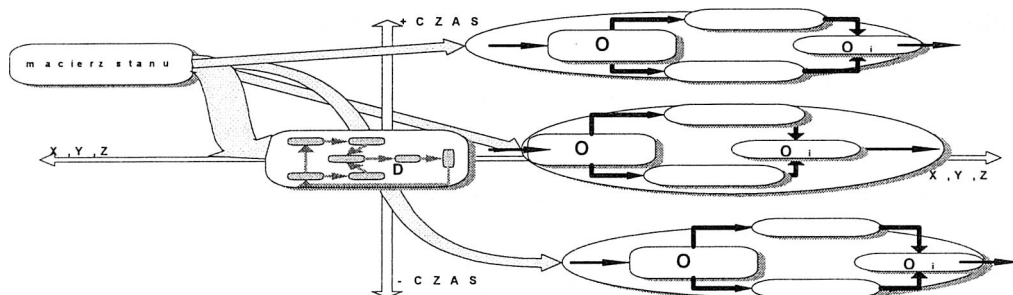
Relacje czasowo-przestrzenne diagnozera D oraz przenikających się dwu obiektów w swoim otoczeniu przedstawiono na rysunku 4.a. Przedmiot obserwacji zmienia się w czasie i przemieszcza w przestrzeni.



Rys. 4.3a. Relacje czasowo-przestrzenne diagnozera D oraz przenikających się dwu obiektów

Fig. 4.3a. Space-time relations of the diagnoser D and the two penetrated objects

Relacje czasowo-przestrzenne diagnozera D oraz ustrukturyzowanego obiektu O-O₁ w otoczeniu przedstawiono na rysunku 4.3b.



Rys. 4.3b. Relacje czasowo-przestrzenne diagnozera oraz ustrukturyzowanego obiektu O-O₁

Fig. 4.3b. Space-time relations of the diagnoser D and the structuralized object O-O₁

4.2. GRANICZNE KRYTERIA INFORMACYJNE PROCESU DIAGNOZOWANIA

Proponuje się trzy kryteria typu informacyjnego, które mogą być przydatne w określaniu omawianych granic procesu diagnozowania: bezwzględne, względne oraz relacyjne. Do określenia proponowanych kryteriów typu względnego oraz bezwzględnego przyjęto odpowiednie wartości graniczne, spotykane w naturalnych procesach fizycznych. *Dla kryteriów bezwzględnych* poziomy zdefiniowano według istniejących czasowych stałych fizycznych. *Dla kryteriów względnych* odniesieniem są naturalne przepływy informacji w przestrzeni typu Minkowskiego. *Kryteria relacyjne* opisuje się zazwyczaj cechami obiektu i diagnozera.

Idealny, graniczny diagnozera dokonuje całego analityczno-decyzyjnego procesu diagnozowania w minimalnym znanym fizycznie czasie, z drugiej strony – przy fizycznej, przestrzennej odległości diagnozera oraz obiektu diagnozowania, niezbędny przepływ informacji pomiędzy elementami diagnozera i obiektem zachodzi z prędkościami możliwie bliskimi naturalnym prędkościom przepływu informacji.

Jako *miarę względną* zaproponowano *współczynnik jakości informacyjnej* diagnozera IQF przedstawiony na rysunku 4.4 i rysunku 4.5, gdzie Pd , Id – odległości lub czasy fizyczne (Pd_m , Id_m) [m] lub (Pd_s , Id_s) [s]; Pd to rzeczywista odległość fizyczna obiektu diagnozowania oraz diagnozera, Id zaś to informacyjna odległość wewnętrzna, określająca łączny czas analizy, decyzji, itp. w jednostkach długości lub czasu, np. przy $C = 3 \cdot 10^8$ m/s,:

$$Id_m = Id_s C \text{ [m]},$$

$$Id_s = \frac{Id_m}{C} \text{ [s]}.$$

Współczynnik jakości informacyjnej diagnozera IQF :

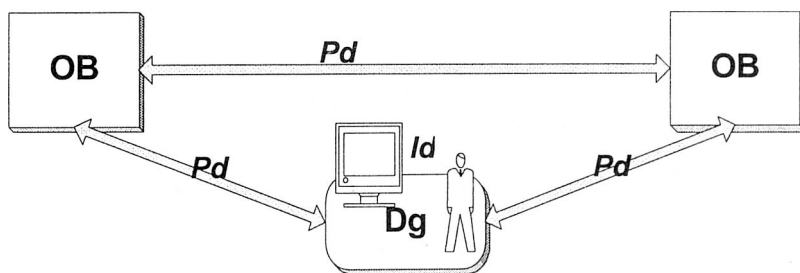
$$IQF = \frac{Pd}{Pd + Id}$$

lub

$$IQF = \frac{1}{1 + IF},$$

gdzie

$$IF = \frac{Id}{Pd}$$



Rys. 4.4. Szkic wyjaśniający współczynnik jakości informacyjnej diagnozera

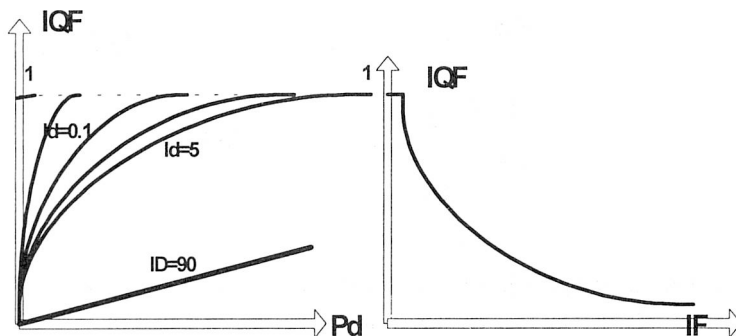
Fig. 4.4. Information quality factor (IQF) of the diagnoser

Zasadniczą cechą wyróżniającą współczynnik jakości informacyjnej jest przemienność w traktowaniu odległości fizycznej diagnozera oraz obiektu diagnozowania i czasu analiz, decyzji itd. Czas analizy traktowany jest jako czynnik powiększający pozornie odległość fizyczną diagnozera oraz obiektu diagnozowania. Jedynie fizyczna odległość oraz czas konieczny do jej pokonania przez symptom diagnozowania są

traktowane jako czynniki podstawowe. Są one podstawą do porównań wprowadzanych wartości rzeczywistego współczynnika jakości informacyjnej. Omawiany współczynnik jest parametrem względnym. Określa *deformację przestrzeni informacyjnej* przez konkretne cechy diagnozera. O jakości bezwzględnej diagnozera można zatem mówić na podstawie innych, wskazanych mierników. Współczynnik względny porównuje przepływ informacji z hipotetycznym przepływem naturalnym, gdzie *procesy analiz nie istnieją lub zachodzą w czasach Plancka*. Oznacza to, że naturalne przepływy informacji będą się charakteryzować wartościami współczynnika IQF bliskimi jedności. Ukryty postulat, zawarty we współczynniku, dotyczy takiego doboru diagnozera, by w jak najmniejszym stopniu wpływał na deformację naturalnego przepływu informacji. Właściwości proponowanego narzędzia są uniwersalne dla wymaganych zadań diagnozowania. Miernik ten wykazuje pozorną deformację jakości diagnozera przy zmianie odległości obiektu, dotyczy to jednak czasów bardzo małych. Dla czasów i odległości większych deformacja taka nie występuje. Miernik ten w przypadku małych odległości służyć może do porównywania dwu diagnozów. Zmieniająca się jakość diagnozera wraz z odległością będzie tak samo zmienna dla wszystkich diagnozów o jednakowych właściwościach analitycznych. Zmiana jakości diagnozera przy zmiennej odległości wskazuje na istotność czasów analiz wewnętrznych diagnozera. Przy odległościach coraz mniejszych czas analizy staje się bardziej krytyczny – przy procesie milisekundowym analiza sekundowa to wieczność – przy dużych nieistotny.

Przedstawione miary bezwzględne oraz względne umożliwiają budowę skal, określanie poziomów oraz precyzyjne porównanie cech czasowych procesu diagnozowania ze ścisłymi skalami oraz poziomami. Miary te pozwalają na wzajemne porównanie procesów diagnozowania.

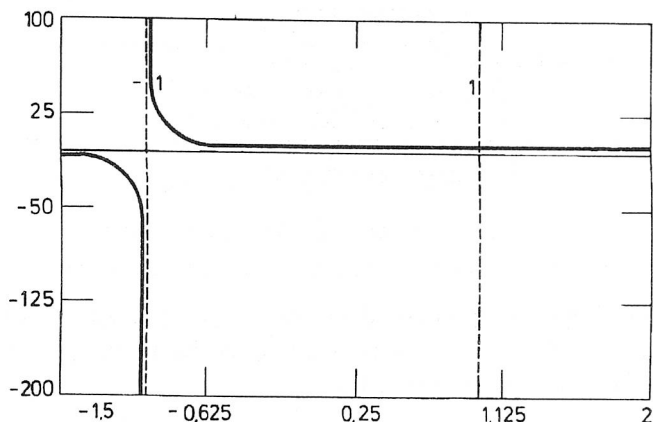
Dla kryteriów relacyjnych miarą mogą być znane, typowo informacyjne cechy obiektu i diagnozera, omawiane w literaturze z zakresu teorii informacji, np. miara Shannona czy entropie Bayes'a.



Rys. 4.5. Miara względna – współczynnik jakości informacyjnej diagnozera

Fig. 4.5. The diagnoser information quality factor as the relative measure

Dokładne charakterystyki współczynnika jakości informacyjnej diagnozera IQF dla różnych wartości współczynnika IF przedstawiono na rysunku 4.6.

Rys. 4.6. Charakterystyka $IQF = 1/(1+IF)$ Fig. 4.6. The plot of IQF

4.3. RELATYWNOŚĆ CZASOWA

Diagnozowanie jest procesem zachodzącym w czasie oraz przestrzeni, co niesie za sobą jego ograniczoność czasową oraz przestrzenną. Diagnozer oraz obiekt diagnozowany wchodzi w czasowo-przestrzenne przenikania różnych kategorii (np. relacje eulerowskie, traktowane tu jako kombinacje morfologii geometrycznych). Obserwacje i oceny procesów są realizowane w czasie jako retrospektywne i prospektywne wokół momentu oceny T w przedziale czasu $[T - \Delta t, T + \Delta t]$, rys. 4.7 [137].

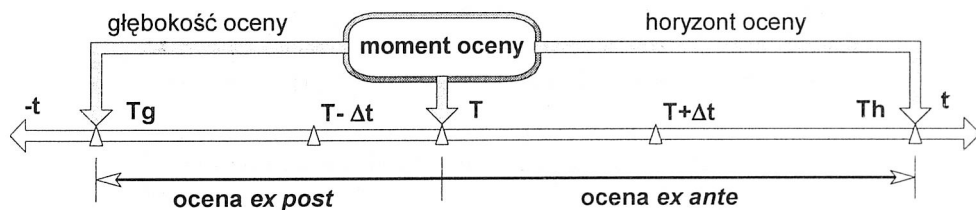
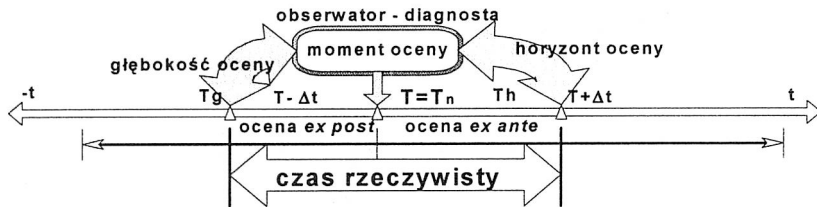
Rys. 4.7. Retrospektywne (*ex post*) i prospektywne (*ex ante*) oceny diagnostyczne realizowane wokół momentu oceny w przedziale czasu $[T - \Delta t, T + \Delta t]$

Fig. 4.7. Retrospective and prospective diagnostic assessments

Do celów diagnozowania można proponować interpretację czasu rzeczywistego jako ten sam przedział czasu t : $t \in [T - \Delta t, T + \Delta t]$, zamknięty wokół momentu czasu naturalnego T_n , ze wszystkimi określeniami tego czasu, tzn. głębokością i horyzontem oceny, gdzie naturalny czas T_n : $T - \Delta t < T < T + \Delta t$. Diagnosta znajduje się w pozycji czasowej zgodnej z momentem oceny T . Interpretacja pojęcia „czasu rzeczywistego” i innych pojęć czasowych wymaga pewnych uzupełnień.



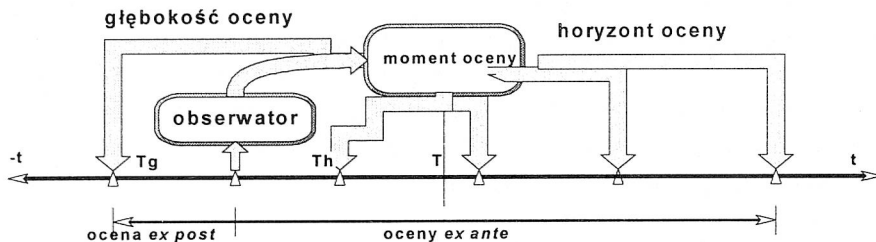
Rys. 4.8. Interpretacja czasu rzeczywistego do celów diagnozowania, T_n – czas naturalny

Fig. 4.8. Real time interpretation for the diagnosing purposes

Inne problemy dotyczące procesu diagnozowania wynikają z upływu czasu, od momentu, gdy przez *obserwatora pierwotnego* pozyskiwana jest informacja, do czasu jej oceny i spożytkowania przez decydenta.

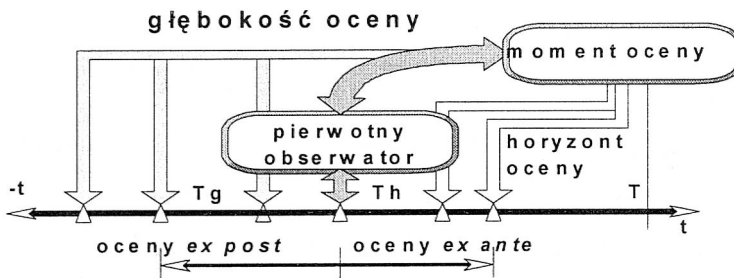
Obserwator pierwotny to fakt, obiekt materialny, energetyczny itp., przekształcony w nośnik informacji przez symptomizację, na podstawie którego w innym momencie diagnosta dokonuje oceny.

Na rysunkach (rys. 4.9–4.11) przedstawiono, bez wprowadzania długości kroków procesowych, tylko kilka z możliwych sytuacji czasowych, zależnych od głębokości i horyzontu ocen oraz czasowego rozdzielenia chwil czasu realizacji procesu diagnozowania przez obserwatora pierwotnego od jej oceny i spożytkowania.



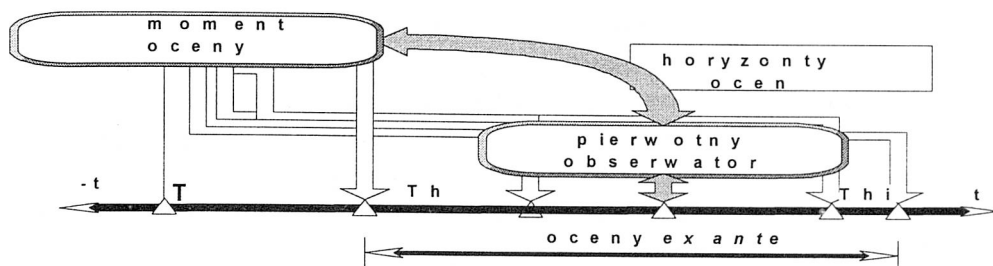
Rys. 4.9. Sytuacje czasowe zależne od głębokości i horyzontu ocen, $T = T_n$

Fig. 4.9. Time situations dependent on the assessment of depth and horizon



Rys. 4.10. Obserwator pierwotny jako przekształcony w nośnik informacji przez proces symptomizacji fakt, obiekt materialny lub energetyczny, na podstawie którego w innym momencie rzeczywisty diagnosta – obserwator dokonuje oceny, $T = T_n$

Fig. 4.10. Primary observer transformed symptomatically into information carrier



Rys. 4.11. Ocena prognostyczna wokół momentu oceny zachodzącego przed czasem naturalnym. Obserwator pierwotny jest posadowiony po momencie oceny

Fig. 4.11. Forecast assessment for the observer after the assessment time

Obserwator pierwotny może być tożsamy z obserwatorem, gdy moment oceny będzie czasem naturalnym T_n . W przypadku prognozowania *obserwator pierwotny* może być posadowiony *po momencie oceny*, gdy moment oceny będzie zachodził *przed* czasem naturalnym T_n (rys. 4.11).

4. 4. DIAGNOZOWANIE W PRZESTRZENI MINKOWSKIEGO

Wyznaczone dla procesu diagnozowania zadania można ograniczyć w zakresie prezentowanej pracy do systemów technicznych. Ograniczenie to nie tylko nie pozbawia rozważań cech uniwersalności, ale umożliwia wzbogacenie problematyki diagnozowania systemu technicznego. Systemy wszelkich kategorii działają w czasoprzestrzeni Minkowskiego, (rys. 4.12):

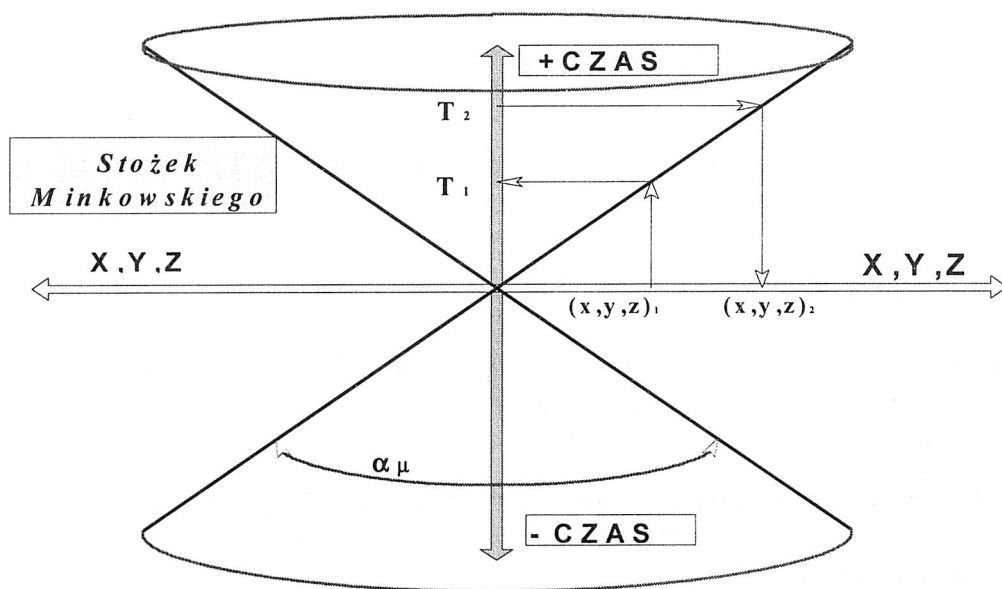
Czasoprzestrzeń Minkowskiego to czterowymiarowa geometria pseudoeuklidesowa, w której prócz zmiennych przestrzeni euklidesowej x, y, z występuje dodatkowa oś czasu t .

Ten opis przestrzeni wiąże dotychczasowe rozważania czasowe z geometrią fizycznej przestrzeni, w której jest prowadzona obserwacja [48, 69, 70]. Systemy techniczne działają coraz szybciej, przemieszczają się coraz dalej i choć w przeciętnym odczuciu ważne są tylko systemy w obserwowalnym otoczeniu, to nie trzeba udowadniać istnienia wpływu i oddziaływań systemów zza horyzontu rzeczywistego i czasowego, pozornie nieobecnych. Często napotykamy procesy o przestrzennym rozłożeniu z dominującym czynnikiem czasu, są one dosłownie zależne od wektora przestrzennego. Metody diagnostyki nie mogą uchylać się od tych zadań, ich zakres będzie się

poszerzać. Krok w przód, z pełnym respektem dla „brzytwy Ockhama”, w przewidywaniu tych zadań jest powinnością.

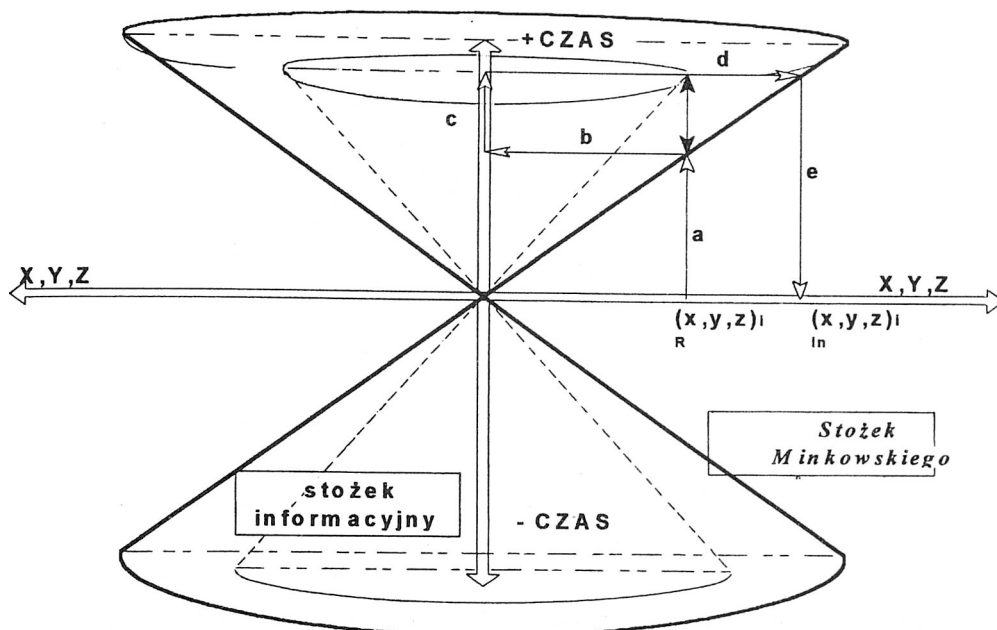
Wprowadzając do przestrzeni Minkowskiego szczegółowe czasy: ta – czas analizy zaobserwowanego diagnostycznie faktu, tm – czas jego magazynowania, tpr – czas procesu analizy prognozowania (+) oraz czas prognozy tp (–), w pracy proponuje się autorską metodę oceny jakości diagnozowania. Pozwala ona dokonać analiz jakości diagnozowania w sposób względny.

Na rysunku 4.13 przedstawiono wyjaśnienie deformacji przestrzeni naturalnej Minkowskiego do naturalnej przestrzeni informacyjnej, różnej od przestrzeni pierwotnej. Deformacja wynika z istnienia nieuniknionego czasu analizy, magazynowania informacji (na rysunku odcinek c) itd., co powoduje pozorne przemieszczenie (położenia rzeczywistego punktu $R(x,y,z)$) do położenia informacyjnego $I(x,y,z)$, które jest położeniem pozornym.



Rys. 4.12. Geometria Minkowskiego: czas T_1 potrzebny do diagnostycznego zaobserwowania zdarzenia w punkcie $(x,y,z)_1$; zdarzenie w $(x,y,z)_2$ obserwowane po czasie T_2

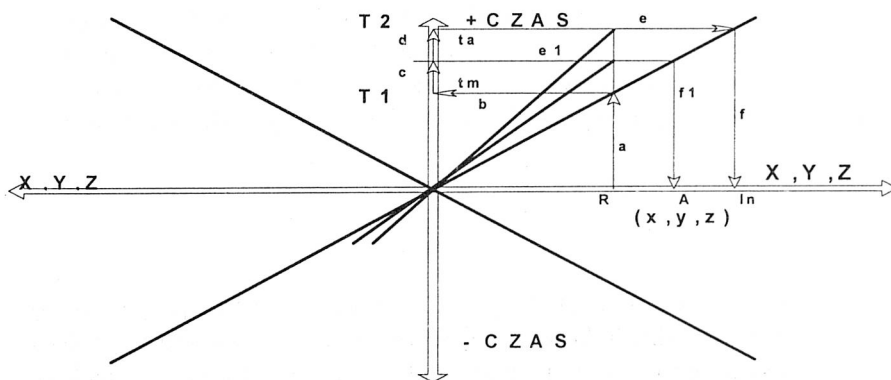
Fig. 4.12. The Minkowski geometry



Rys. 4.13. Deformacja przestrzeni Minkowskiego do naturalnej przestrzeni informacyjnej

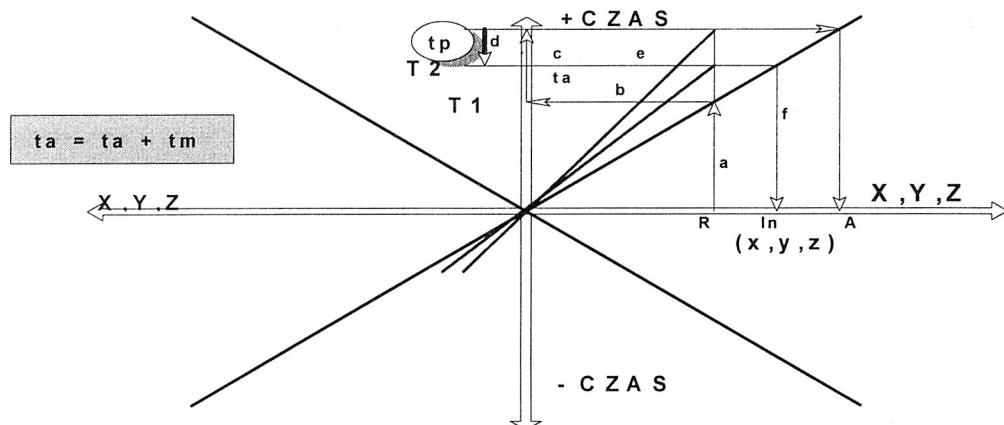
Fig. 4.13. Deformation of the Minkowski space in such a way as to obtain a natural information space

Na rysunku 4.14 przedstawiono szczegółowo deformację przestrzeni naturalnej Minkowskiego do naturalnej przestrzeni informacyjnej przez czas analizy, magazynowania itd. informacji diagnostycznej, co powoduje pozorne przemieszczenie położenia rzeczywistego $R(x, y, z)_i$ punktu $(x, y, z)_i$ do położenia czasu analizy $A(x, y, z)_i$ (położenia pozornego A) i ostatecznie do położenia informacyjnego $In(x, y, z)_i$ – położenia pozornego. Na kolejnych rysunkach stosuje się podobne oznaczenia.



Rys. 4.14. Deformacja przestrzeni naturalnej (Minkowskiego) do naturalnej przestrzeni informacyjnej z uwzględnieniem czasu analizy t_a , magazynowania t_m itp.

Fig. 4.14. Deformation of the natural (Minkowski) space in such a way as to obtain a natural information space, analysis time and storing time are taken into account



Rys. 4.15. Deformacja przestrzeni Minkowskiego do naturalnej przestrzeni informacyjnej: uwzględnienie czasów analizy, magazynowania itp., po uwzględnieniu czasu prognozy tp

Fig. 4.15. Deformation of the natural (Minkowski) space in such a way as to obtain a natural information space, analysis time, storing time are and forecasting time taken into account

Wprowadzony wcześniej współczynnik jakości informacyjnej IQF systemu diagnostycznego uzależnia jakość realizacji informacyjnego procesu diagnozowania od porównań procesów przepływu informacji. Z naturalnymi procesami informacyjno-energetycznymi stykamy się często: są to fale grawitacyjne, elektromagnetyczne i świetlne itp. Aby przyjąć stabilną miarę przepływu informacji, niezależną od warunków i środowiska – do określenia naturalnego wzorca zdecydowano się na przyjęcie powszechnie uznanych oddziaływań fizykalnych. Przyjęta prosta postać współczynnika jakości informacyjnej IQF pozwala teraz porównać naturalny czas propagacji informacji z tym samym czasem powiększonym o inne czasy, wynikające z koniecznych czynności i procesów umożliwiających wykorzystanie informacji przez diagnostę. Nie musi to być postać ostateczna, zawsze po właściwie uzasadnionej falsyfikacji można szukać innej jej wersji, lecz w przedstawianym zakresie pracy dotyczącej przepływu informacji w procesach diagnozowania, spełnia swą rolę właściwie i wystarczająco. W nowej zmodyfikowanej wersji współczynnik IQF tworzy następujący iloraz:

$$IQF = \frac{tf}{tf + ta} = \frac{1}{1 + \frac{ta}{tf}} = \frac{1}{1 + If}$$

gdzie ta jest czasem analizy sygnału, tf zaś naturalnym czasem propagacji sygnału. Czas ta może być wieloskładnikowy, obejmować może czasy wielu czynności analitycznych ta_i , czasy prognoz tpr_i , oraz inne składniki czasowe (decyzje, egzekwowanie, itp.) określane jako td_i :

$$ta = ta + tpr + td, \text{ ale również } ta = \sum ta_i, tpr = \sum tpr_i, td = \sum td_i, \text{ wtedy} \\ ta = \sum ta_i + \sum tpr_i + \sum td_i \dots +$$

Współczynnik jakości informacyjnej IQF z uwzględnieniem tych czasów przyjmie postać:

$$IQF = \frac{tf}{tf + \Sigma ta_i + \Sigma tpr_i + \Sigma td_i} = \frac{1}{1 + \frac{\Sigma ta_i + \Sigma tpr_i + \Sigma td_i}{tf}}$$

Zaproponowana zależność wymaga analizy prawidłowości rządzących jakością przepływów informacji w systemach diagnostycznych. Dla stałej wartości czasu analizy ta współczynnik IQF może przyjmować wartości zależne od czasu przepływu informacji – odległości między diagnozerem a obiektem diagnozowania. Wartości współczynnika IQF dla ustalonych tf oraz granicznych ta przedstawiono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Wartości IQF dla ustalonych czasów naturalnej propagacji sygnału tf oraz granicznych czasów analizy ta :

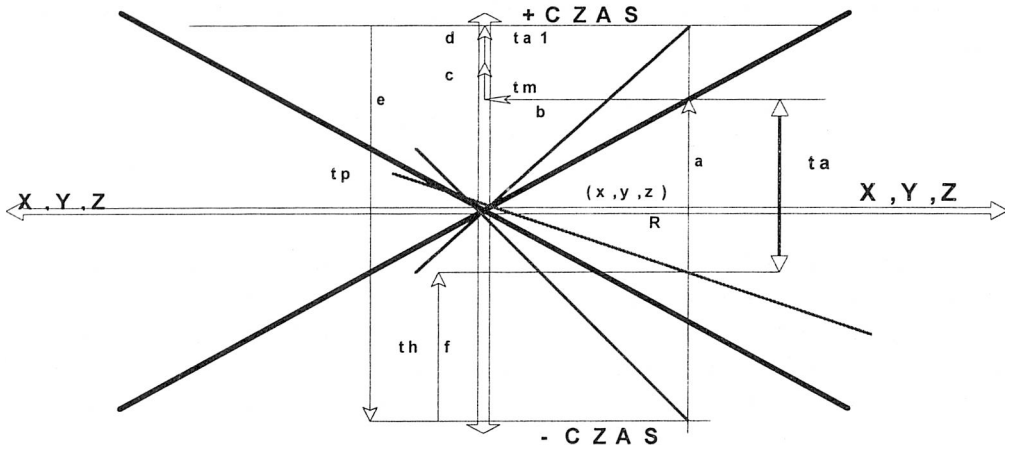
tf	$ta \Rightarrow 0$	$ta = +t < tf$	$ta = +t = tf$	$ta = +t > tf$	$ta = +\infty$
$+\infty$	1	1	1	1	–
$+tf$	1	$1 > IQF > 1/2$	1/2	$1/2 > IQF > 0$	0
$\Rightarrow 0$	–	0	0	0	0

Wprowadzenie czasu głębokości prognozy tp oraz jej horyzontu th zmienia nieco zależności, które stają się najciekawsze dla wskazywanych wartości granicznych. Prognozowanie pozwala na przywrócenie przestrzeni informacyjnej jej naturalnej postaci. Niweluje ono skutki istnienia niuniknionych czasów wielu czynności analitycznych, magazynowania oraz decyzji, egzekwowania itp. Pozwala na przywrócenie przestrzeni informacyjnej jej naturalnej postaci. W dalszej kolejności umożliwi dowolne – świadome lub nieświadome – kształtowanie diagnostycznej przestrzeni informacyjnej.

$$IQF = \frac{tf}{tf + \Sigma ta_i + \Sigma tpr_i + \Sigma td_i + \Sigma tp_i} = \frac{1}{1 + \frac{\Sigma ta_i + \Sigma tpr_i + \Sigma td_i}{tf} - \frac{\Sigma tp_i}{tf}} =$$

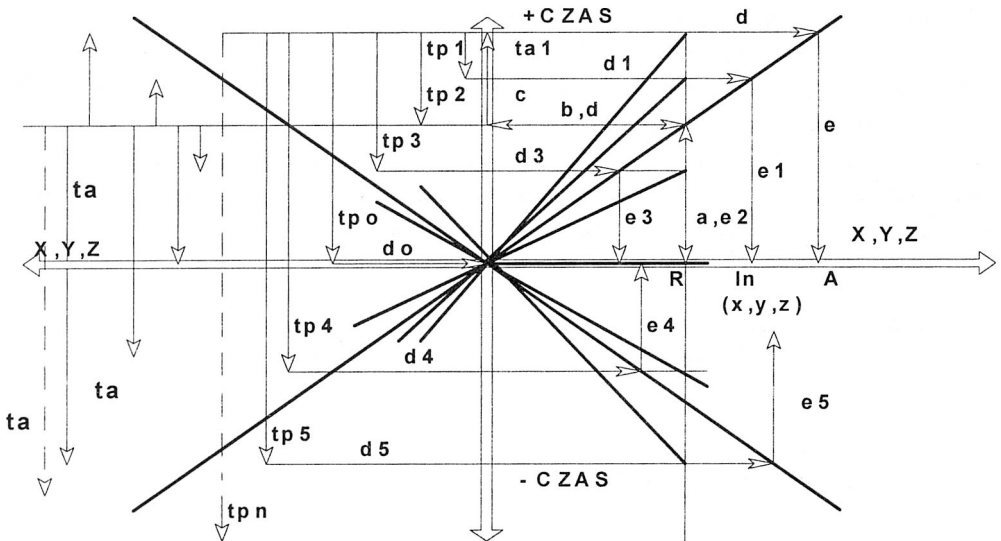
$$= \frac{1}{1 + \frac{ta}{tf} - \frac{tp}{tf}} = \frac{1}{1 + If - Ip}$$

Deformację przestrzeni naturalnej do informacyjnej można wyrazić przez deformację kąta w stożku Minkowskiego α_μ do kątów α_i w informacyjnej przestrzeni naturalnej. Współczynnik jakości informacyjnej IQF odpowiada wartości tangensa kąta definiowanego przez dodatnią oś czasu oraz tworzącą stożka Minkowskiego lub informacyjnego.



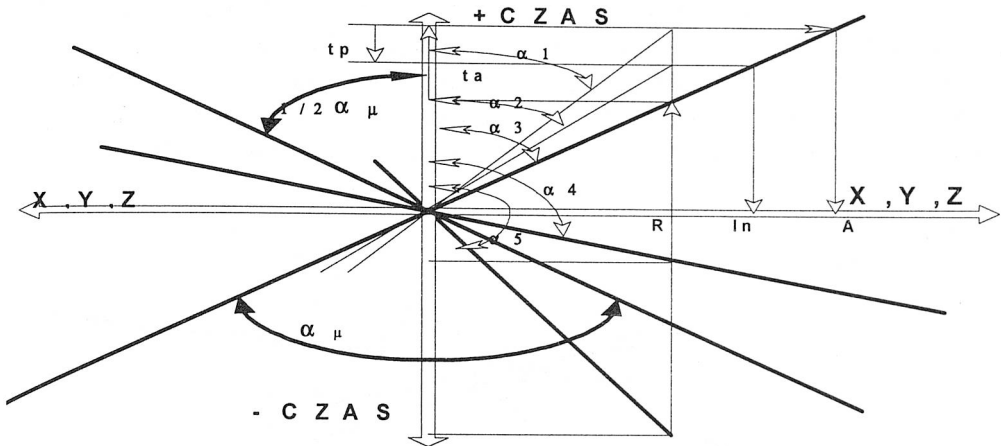
Rys. 4.16. Deformacja przestrzeni Minkowskiego do naturalnej przestrzeni informacyjnej przez uwzględnienie czasów analizy, magazynowania itp., po wprowadzeniu czasu głębokości prognozy tp oraz jej horyzontu th

Fig. 4.16. Deformation of the Minkowski space in such a way as to obtain a natural information space, analysis time, storing time as well as the depth and horizon of forecasting time are taken into account



Rys. 4.17. Przykłady deformacji przestrzeni naturalnej po wprowadzeniu czasu głębokości prognozy tp_i ; gdzie ta – czasy analizy, $a_i - e_i$ odcinki pomocnicze do określania deformacji

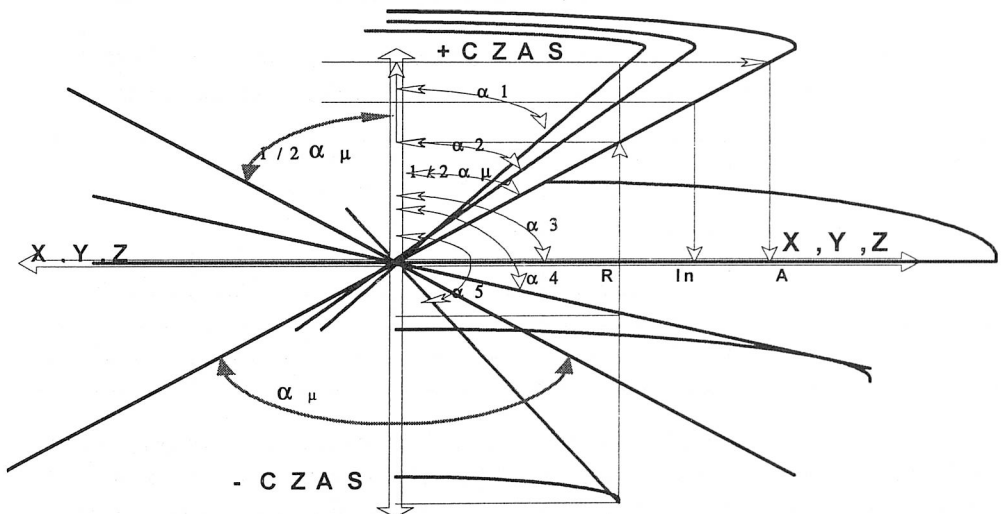
Fig. 4.17. The examples of natural space deformation due to the introduction the analysis time, storing time and forecasting time



Rys. 4.18. Deformacje kątów przestrzeni naturalnej po wprowadzeniu czasu głębokości prognozy tp

Fig. 4.18. Deformation of natural space angles; analysis time, storing time and forecasting time are taken into account

Horyzont prognozy th – jako czas obserwacji diagnostycznej procesów po czasie upływającym od początkowej chwili prognozy, rys. 4.19–4.21 – zmieni tylko wartość tp : $tp = tp - th$.

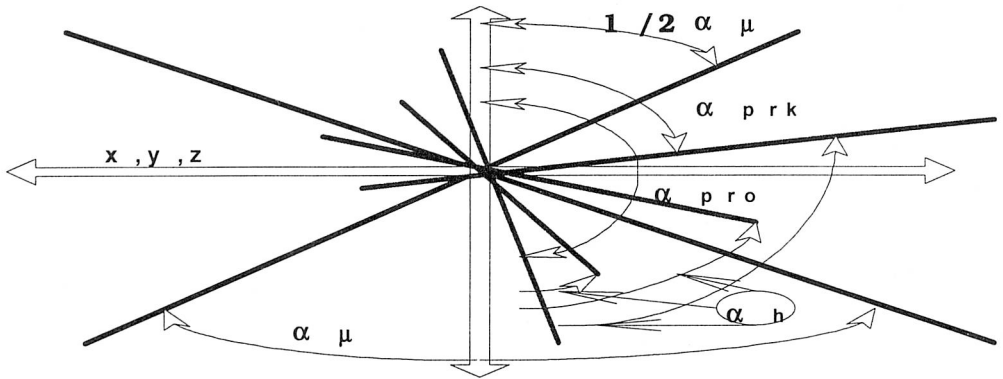


Rys. 4.19. Wartości kąta rozwarcia stożka diagnostycznego α_i

Fig. 4.19. The values of the angle of diagnostic cone

W przypadku prognozy diagnostycznej, która może być interioryczna, aprioryczna lub aposterioryczna, możliwe jest również operowanie wartością tylko kąta rozwarcia stożka diagnostycznego α_i . Dla stożka Minkowskiego może on przyjmować wartości: $\alpha_\mu = \Pi/2$; ($1/2\alpha_\mu = \Pi/4 = 45^\circ$). Wartość tego kąta dla typowych sytuacji diagnostycz-

nych bez prognozowania, lub z prognozą interioryczną krótkoterminową, będzie mniejsza od $\Pi/4$. Analiza zniekształca naturalny przepływ informacji, zawężając kąt stożka diagnostycznego, głębokość prognozowania natomiast wraz ze swym horyzontem w pewnych sytuacjach przywraca mu pierwotne parametry. Wartości współczynnika IQF dla ustalonych tf oraz granicznych ta z prognozowaniem przedstawiono w tabeli 4.2.



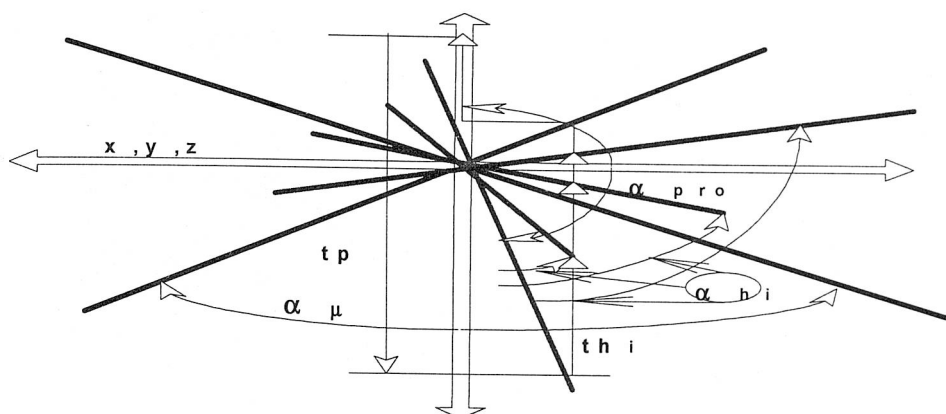
Rys. 4.20. Wartości kąta rozwarcia informacyjnego stożka diagnostycznego α_i , z uwzględnieniem głębokości i horyzontu prognozy

Fig. 4.20. The values of the angle of diagnostic cone with forecasting time taken into account

Tabela 4.2. Wartości IQF dla czasów naturalnej propagacji sygnału tf oraz granicznych czasów analizy ta z uwzględnieniem prognozowania

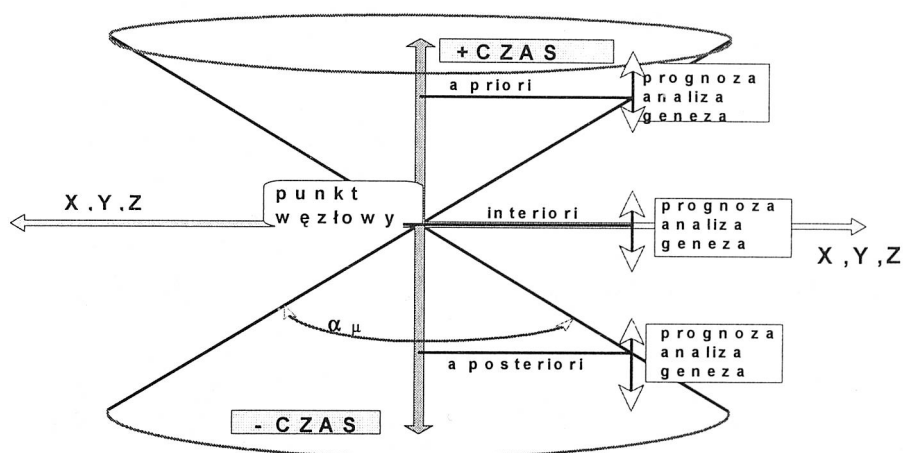
tf	$ta = -\infty$	$ta = -t \geq tf$ $ta = -t = tf$ $ta = -t \leq tf$	$ta \Rightarrow 0$	$ta = +t \geq tf$ $ta = +t = tf$ $ta = +t \leq tf$	$ta = +\infty$
$-\infty$	-	1	1	1	-
$-tf$	0	$<, =, > 1/2$	1	$-\infty, -, +\infty$	0
$\Rightarrow 0$	0	0	-	0	0
$+tf$	0	$-\infty, -, +\infty$	1	$<, =, > 1/2$	0
$+\infty$	-	1	1	1	-

Prognozowanie, genezowanie i analizowanie w różnych sytuacjach czasowych w przestrzeni Minkowskiego, tworzy własną morfologię. Przedstawiono to na rys. 4.22, 4.23 i w tabeli 4.3. Przemieszczenie diagnostycznego obserwatora poza punkt węzłowy $(0, 0, 0, 0)$ tworzy wiele modelowo interesujących sytuacji, np. genezowanie aposterioryczne lub prognozowanie aprioryczne itd. Gdy $x \neq 0, y \neq 0, z \neq 0$, wówczas pojawia się wektor dystrybucji informacji, co powoduje, że czas musi być różny od zera i rozważania znacznie się komplikują. Taka sytuacja jest jednak najbardziej zbliżona do rzeczywistej.



Rys. 4.21. Wartości czasu horyzontu prognozy i odpowiedniego kąta rozwarcia stożka diagnostycznego α_i z uwzględnieniem głębokości i horyzontu prognozy

Fig. 4.21. The forecasting time horizon and a respective angle of diagnostic cone angle with forecasting depth and horizon time taken into account

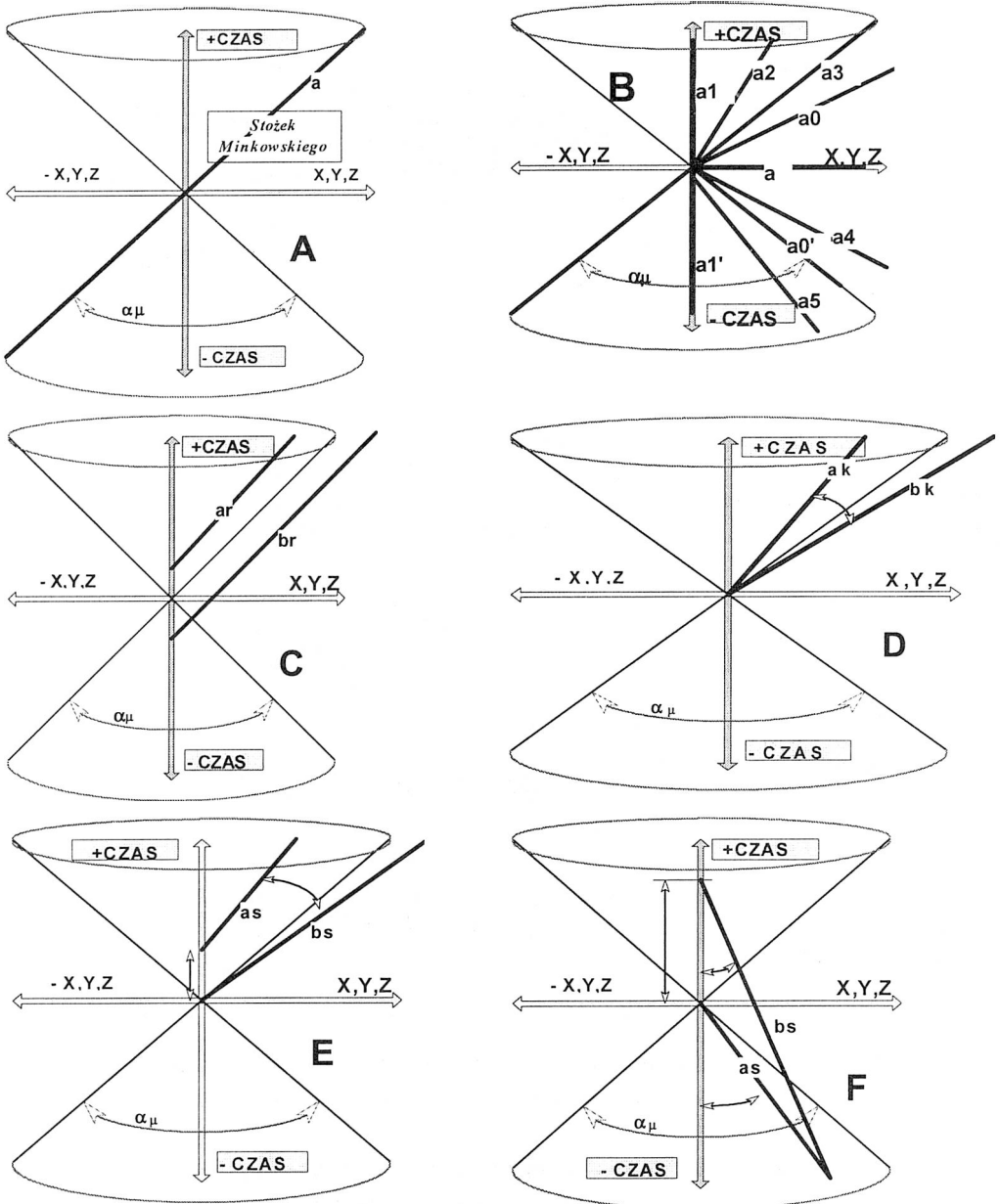


Rys. 4.22. Prognozowanie, genezowanie i analizy dla różnych sytuacji czasowych

Fig. 4.22. Forecasts, genesis and analyses for different time situations

Tabela 4.3 Morfologia prognozowania, genezowania i analizy dla różnych sytuacji czasowych

	a posteriori	interiori	a priori
prognozowanie	prognoza a posteriori	prognoza interiori	prognoza a priori
analizowanie	analizowanie a posteriori	analizowanie interiori	analizowanie a priori
genezowanie	genezowanie a posteriori	genezowanie interiori	genezowanie a priori



Rys. 4.23. Jakość rozległości horyzontu prognozy w stosunku do możliwych głębokości genezowania i rozległości horyzontu prognozy w stosunku do położenia obserwatora diagnostycznego; obserwacje: A – tworzącej a stożka normalnej przestrzeni Minkowskiego, B – tworzących (a_0-a_5) zdeformowanych stożków, C – horyzontu pomiędzy a_r i b_r , D – horyzontu na kącie pomiędzy a_k i b_k , E – horyzontu na kątzie pomiędzy a_s i b_s , F – głębokości genezowania na kątzie pomiędzy a_s i b_s

Fig. 4.23. The quality of a forecasting time horizon for different positions of diagnostic observer depth time, forecasting depth and horizon time are taken into account

Pojawienie się jednocześnie dwu kątów (czasów): tzn. głębokości i horyzontu, pozwala potencjalnie na wprowadzanie parametru określającego jakość rozległości horyzontu prognozy w stosunku do możliwych głębokości genezowania, czy też rozległości horyzontu prognozy w stosunku do położenia obserwatora diagnostycznego; możliwe są również inne oceny, rys. 4.22–4.23. Prognozowanie, genezowanie i analizy długoterminowe dla czasów i odległości granicznych wymaga przyjmowania i upowszechnienia nowych pojęć dotyczących współczynników odległości, pokrycia obserwacją tych odległości itp. Dalsze rozwinięcie prezentowanej problematyki i domknięcie rozważań byłoby interesujące z punktu widzenia relatywistycznej teorii informacji, niewiele jednak wniesie do elementów metodyki i teorii diagnozowania, ukierunkowanych na praktykę znanych systemów.

4.5. KONSEKWENCJE DIAGNOZOWANIA CZASOPRZESTRZENNEGO

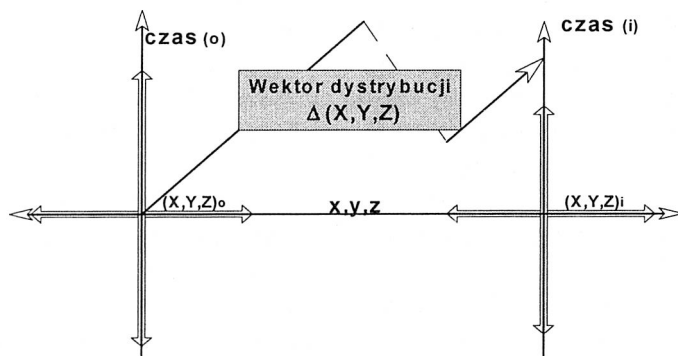
Nieunikniony, niezbędny czas naturalnego przepływu informacji powoduje, że możliwość analizy pozyskanej informacji pojawia się dopiero po pewnym określonym czasie, który upłynął od chwili zainicjowania oraz zaistnienia obserwowanego zdarzenia, faktu, procesu itd. Czas ten zależny jest od diagnosty i zasobów zmagazynowanej informacji. W trakcie upływu tego czasu stan obserwowanego obiektu ulega transformacji zgodnej z dynamicznym charakterem przenikania lub kolizji. Ingerencje analityczno-decyzyjne, będące nieodłącznymi składowymi procesów diagnozowania, odbywają się w konkretnym, aktualnie istniejącym środowisku wiedzy diagnosty, zmieniającym się również wraz z dopływem informacji. Ingerencje wymagające czasu jeszcze bardziej deformują naturalną przestrzeń informacyjną. Powiązanie czasu i przestrzeni czynnikiem informacyjnym, biernie deformującą diagnostyczną przestrzeń informacyjną, może być uzupełnione aktywną i inteligentną eksploracją czasu i przestrzeni, czyli przenoszeniem pozyskanej diagnostycznie wiedzy w inne fragmenty czasu i przestrzeni. Może eksplorować wiedzę oraz dokonywać jej akwizycji bez fizykalnego przemieszczania się podmiotu.

Diagnozowanie wymaga realizacji całego procesu dochodzenia do właściwej jakości wiedzy według analizy informacji. Jest procesem, którego zakończenie może być podjęte tylko autorytatywnie, gdyż proces pozyskiwania dobrej wiedzy o zmiennym stanie cech obserwowanego zdarzenia może być tylko zawieszony. Przyczyną przerwania procesu diagnozowania może być wyłącznie brak chęci i woli diagnozowania [2]. Ponieważ diagnozowanie w sposób naturalny deformuje przestrzeń informacyjną, problemem jest więc minimalizowanie tej deformacji, z zapewnieniem wymaganej efektywności diagnozowania. Diagnosta – nie zawsze tożsamy z obserwatorem o określonej jakości – powiększający swą wiedzę o obserwowanym diagnostycznie obiekcie poprzez odbierane informacje, zmienia się wraz z dopływem informacji oraz

nabiera zdolności prognostycznych. Ten przeskok jakościowy diagnostyki jest rodzajem jej transformacji. Przeskok jakościowy możliwy jest do modelowania na różne sposoby. Do realizacji procesów prognostycznych konieczne są zdolności prognostyczne oraz niezbędne dane. Chwilę przeskoku jakościowego diagnostyki do tego stanu można określić przez nabycie własności prognostycznych oraz danych do prognozowania. Istnieją również stany braku możliwości realizacji prognoz i procesów prognostycznych.

Niemniej jednak, gdy czas prognozy z poprzedzającymi ją analizami staje się zbyt długi i proces prognozy nie nadąży za czasem rzeczywistym obserwowanego procesu lub go nie wyprzedza, prognoza generująca przyszły stan obiektu staje się analizą genezującą stany przeszłe mimo wszelkich cech prognozowania analitycznego. Kresem dolnym dopływu informacji diagnostycznej jest stan dopływu informacji nie natrafiającej na odbiorcę lub stan dopływu informacji natrafiającej na odbiorcę nie przygotowanego, nie zdolnego do realizacji pełnego procesu diagnozowania, lub bez woli realizacji procesu diagnozowania przy nieuniknionej dozie personifikacji tego procesu [2]. Zmagazynowana informacja będzie wtedy co prawda odbiorcą dalszych informacji, lecz czasy tracone na analizę będą zmierzać do nieskończoności i proces diagnozowania nie zakończy się diagnozą.

Z minimalizowania deformacji diagnostycznej przestrzeni informacyjnej, spowodowanej czasem analizy, wynika konieczność rezygnacji z sygnałów typowo masowych opartych na transporcie lub transformacji masy jako nośnika. Ze względu na bezwładność masy i jej naturalną właściwość tłumienia sygnałów wysokoenergetycznych (dynamicznych) diagnozowanie oparte na sygnałach energetyczno-informacyjnych może oszczędzić kosztownego energetycznie przemieszczania się w przestrzeni fizycznej obserwowanego systemu diagnostycznego lub transportu czy transformacji masy jako nośnika. Przemieszczanie masy zostaje na ogół zastępowane przenoszeniem informacji diagnostycznej na nośniku energetycznym. Dotyczy to punktu węzłowego przestrzeni Minkowskiego $(0,0,0,0)$, w którym posadowiony jest diagnozujący. Dystrybucja wiedzy pozyskanej diagnostycznie do innych punktów przestrzeni zmienia metodę rozważań.

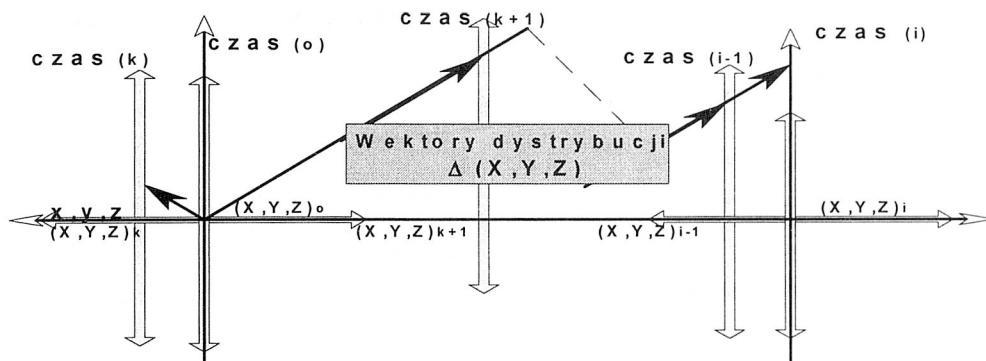


Rys. 4.24. Wektor dystrybucji $\Delta(X, Y, Z)$, łączący punkt posadowienia systemu diagnostycznego z punktem, do którego przekazywany jest wynik diagnozowania

Fig. 4.24. The distribution vector $\Delta(X, Y, Z)$ of diagnostic information

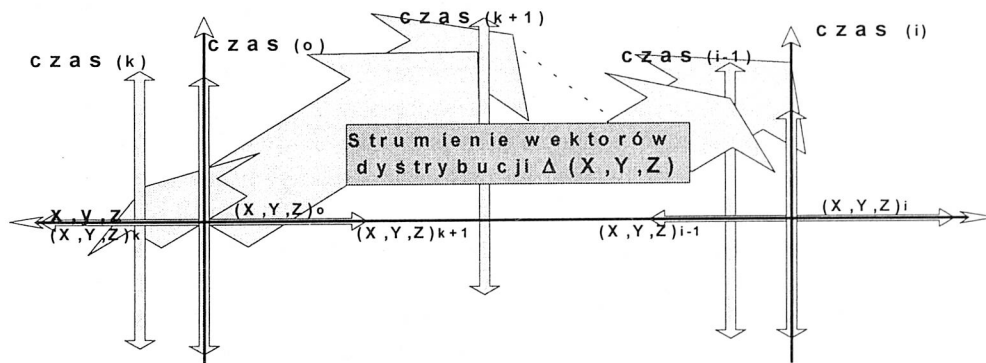
W każdym przypadku pojawia się dodatkowy przestrzenno-czasowy *wektor dystrybucji* informacji $\Delta(X, Y, Z)$, łączący punkt posadwienia systemu diagnostycznego z punktem w przestrzeni, do którego przekazywany jest wynik diagnozowania (rys. 4.24). Dotyczy to również kolejnych punktów (rys. 4.25), do których wiodą kolejne *wektory dystrybucji*. W ten sposób kolejne wektory dystrybucji informacji przyjmują postać umownego strumienia wektorów dystrybucji (rys. 4.26).

Stan tworzenia wiedzy w przestrzeni informacji diagnostycznej pojawia się przy rezygnacji z odnoszenia się do czasu rzeczywistego procesów obserwowanych diagnostycznie. Prognozowanie oparte na procesie uprzedniego diagnozowania jest pewnym rodzajem analitycznej „wędrowki w czasie”, po czasie istnienia obiektu lub czasie realizacji procesu. Są to analizy utrudnione przez braki pojęciowe i nomenklaturowe dla wielu możliwych sytuacji (np. przyszłość, która dla obserwatora lub diagnosty dawno upłynęła i jest w istocie przeszłością, procesy na opisaną granicy diagnozy, prognoza procesów poza tą granicą itp.).



Rys. 4.25. Wektory dystrybucji $\Delta(X, Y, Z)_i$, łączące punkt posadwienia systemu diagnostycznego z punktami w przestrzeni, do których przekazywany jest wynik diagnozowania

Fig. 4.25. The distribution vectors $\Delta(X, Y, Z)_i$ of diagnostic information



Rys. 4.26. Strumień wektorów dystrybucji $\Delta(X, Y, Z)_i$, z punktu posadwienia systemu diagnostycznego z punktami w przestrzeni, do których przekazywany jest wynik diagnozowania

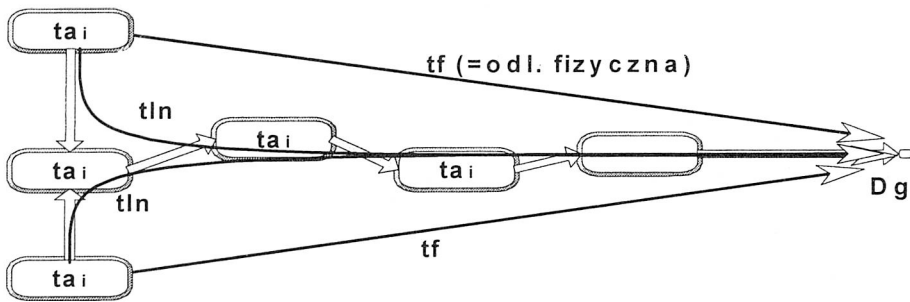
Fig. 4.26. The distribution vectors streams $\Delta(X, Y, Z)_i$ of diagnostic information

Uogólniające wnioski dla systemów o przepływie informacji diagnostycznej w dowolnej postaci, różnej od sygnału elektromagnetycznego w przestrzeni Minkowskiego, wynikać mogą z nieco zmienionej postaci zależności IQF :

$$IQF = \frac{tf}{tIn + ta} = \frac{1}{\frac{tIn}{tf} + \frac{ta}{tf}} = \frac{1}{Inf + If}$$

w którym tIn to czas propagacji sygnału na drodze I (informacyjnej), En (energetycznej), Ms (masowej), IEn (informacyjno-energetycznej), IMs (informacyjno-masowej), $EnMs$ (energetyczno-masowej), $IEnMs$ (informacyjno-energetyczno-masowej); $Inf = tIn/tf$, $If = ta/tf$.

Odbiega ona od poprzedniej postaci przez pojawienie się czynnika tIn/tf w miejscu dotychczasowej wartości 1 dla naturalnej przestrzeni informacyjnej typu En , I . Przywrócenie do naturalnej przestrzeni informacyjnej wymaga kompensacji lub minimalizacji tego dodatkowego czynnika, prócz istniejącego zakłócenia, wynikającego z czynnika ta/tf , rys. 4.27.



Rys. 4.27. Czynniki wpływające na cechy informacyjne systemów diagnostycznych (innych z przepływem informacji)

Fig. 4.27. The factors affecting the information features of diagnostic systems

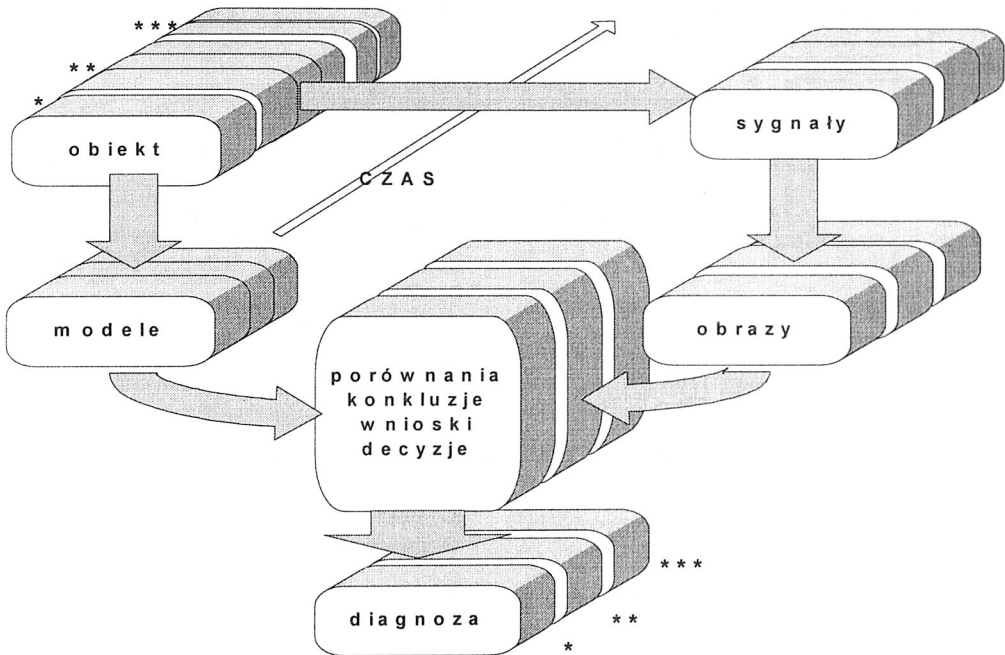
Z nieuchronności istnienia czynnika ta/tf wynika potrzeba przywracania pierwotnej maksymalnej wartości współczynnika IQF poprzez minimalizację mianownika, czyli zmniejszanie czasu propagacji tIn . Jest to istotne dla jakości cech informacyjnych systemów diagnostycznych oraz innych systemów z przepływem informacji. Wynika z tego, że w przypadku przyjęcia jako podstawy porównawczej naturalnych przepływów informacji, należy przyjąć niezakłócone procesy informacyjno-energetyczne, którymi są najbardziej stabilne, niezależne od warunków mierniki.

Możliwości prognostyczne diagnostyki, umożliwiające kształtowanie współczynnika jakości przestrzeni informacyjnej IQF , mogą zostać ograniczone przez przepływ informacji kanałami powiązany z dominującym czynnikiem w postaci masy. Stanowi to zagrożenie dla jakości tego współczynnika, powinno być minimalizowane. Tak więc, aby współczynnik jakości przestrzeni informacyjnej IQF był równy lub bliski jedności, wszelkie procesy informacyjne zachodzące powinny kanałami informacyjnymi typu I (informacyjny), En (energetyczny) lub IEn (informacyjno-energetyczny).

5. PROJEKTOWANIE DIAGNOZERA

5.1. PLANOWANIE DIAGNOZERA DLA FAZ ISTNIENIA OBIEKTU

Diagnozer powinien dostosowywać się do obiektu w całym zakresie faz istnienia tego obiektu. Ciągła adaptacja diagnozera do cech obiektu wynika ze zmian cech i z konieczności utrzymania wymaganego poziomu efektywności systemu obiekt – diagnozer. Na rysunku 5.1 przedstawiono fazy istnienia obiektu w systemie diagnozera.

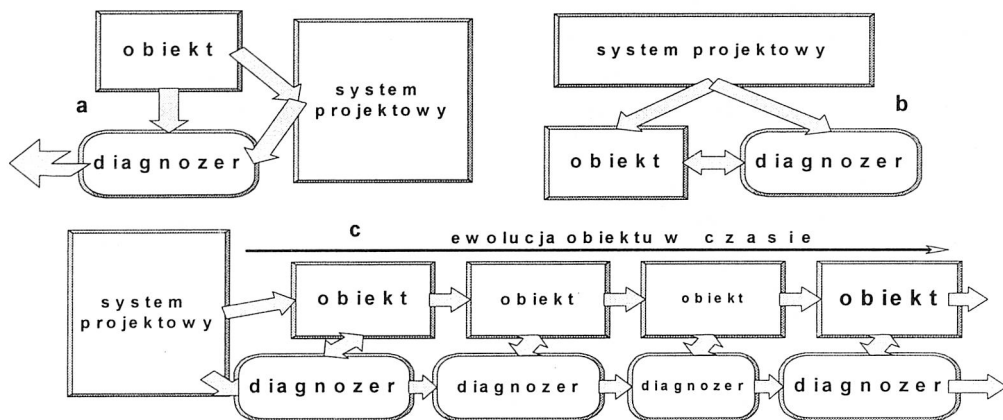


Rys. 5.1. Fazy istnienia obiektu w systemie diagnozera (fazy oznaczono: * – planowanie, ** – projektowanie – wytwarzanie, *** – eksploatawanie – likwidowanie)

Fig. 5.1. The phases of object existence in the diagnoser system (* - planning, ** – designing, *** – exploitation & destruction)

Planowanie oraz organizacja dalszych faz istnienia obiektu są wykonywane zgodnie ze strategią i taktiką poprzez narzędzia decyzyjne i realizacyjne. Człowiek przyjmuje w tych działaniach rolę projektanta, diagnosty, eksploatatora itd. Automat w tym samym zakresie działań przejmuje rolę ograniczoną do realizacji, nawet jeśli są to realizacje decyzyjne [33, 38, 43, 44, 71, 74–78]. Gdy system istnieje, pojawia się

możliwość budowy zasobu pełnej wiedzy o rzeczywistych sygnałach w obserwowanym diagnostycznie obiekcie. W obserwowanym diagnostycznie podmiocie możliwe są zazwyczaj tylko modyfikacje, raczej diagnozer, jako podległy systemowo, musi być dostosowany do obserwowanego diagnostycznie obiektu. W przypadku, gdy system znajduje się w fazach projektowania, a wiemy o zapotrzebowaniu na sygnały według strategii planowanego procesu diagnozowania, wówczas możliwe są modyfikacje projektowanego obiektu na potrzeby diagnozowania. Na etapie odnowy systemu technicznego możliwe są zróżnicowane ścieżki tworzenia systemu diagnozującego. Istnieją trzy drogi syntezy diagnozera (rys. 5.2).



Rys. 5.2. Drogi syntezy diagnozera: podrzędnego systemowo diagnozera, zależnego od cech obiektu (a), jednoczesnej, równorzędnej projektowo syntezy diagnozera oraz cech obiektu (b), syntezy diagnozera oraz cech obiektu przy ciągłej adaptacji diagnozera do transformujących się cech obiektu(c)

Fig. 5.2. The synthesis ways of diagnoser

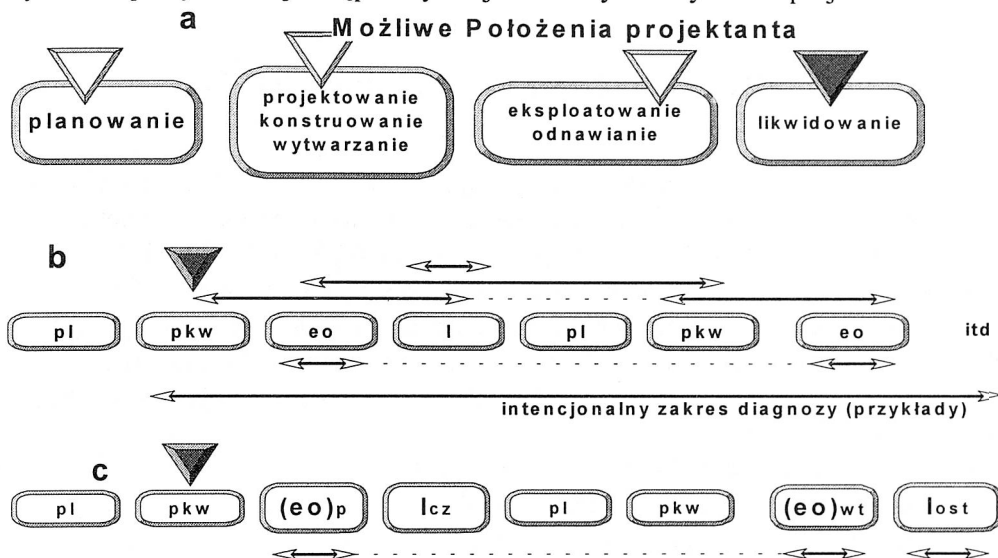
Przedstawione ścieżki syntezy diagnozera muszą ponadto uwzględniać kilka sytuacji technicznych, w których:

- obiekty nie uwzględniają diagnozowania,
- obiekty uwzględniają procesowo diagnozę,
- obiekty dostosowywane są do diagnozowania,
- diagnozer jest dostosowywany do obiektu,
- diagnozer jest już dostosowany do obiektu,
- diagnozer i obiekt są już dostosowane do siebie,
- diagnozer i obiekt wymagają wzajemnego dostosowania do siebie.

Dla zainicjowania procesu tworzenia odpowiedniego systemu diagnozera w obiektach nie uwzględniających możliwości procesu diagnozowania – konieczna jest modyfikacja obiektu do stanu diagnozowalności; w obiektach uwzględniających procesowo diagnozę – wybór strategii procesu diagnozowania dostosowanej do procesu obiektu; w obiekcie dostosowanym do diagnozy – wybór algorytmu, narzędzi procesu diagnozowania; w diagnozerze dostosowywanym do obiektu – wybór narzędzi diagnozowania; w diagnozerze dostosowanym do obiektu – konkretyzacja tech-

niczna narzędzi diagnoz; w diagnozercie i obiekcie dostosowanych do siebie – modyfikacja obiektu do adaptacji skonkretyzowanych narzędzi diagnozowania; w diagnozercie i obiekcie dostosowywanych do siebie – modyfikacja obiektu do stanu diagnozowalności z jednoczesnym doбором narzędzi diagnozowania itp.

W dalszej kolejności należy stosować rutynową metodę projektową, ponieważ każdy przypadek wymaga zindywidualizowanej metody projektowej, jednak przy wyraźnie sprecyzowanej wstępnie sytuacji oraz zarysowanym celu projektowania.



Rys. 5.3. Tablica morfologiczna położenia czasowego projektanta systemu diagnostycznego do fazy istnienia obserwowanego diagnostycznie obiektu (a), intencjonalne zakresy procesu diagnozowania (b), przykład konkretnego zadania projektowego systemu diagnostycznego(c)

Fig. 5.3. Morphologic table of the time position of a diagnoser designer for the diagnostic object existence phases

Na rysunku 5.3 przedstawiono schematycznie moment projektowania systemu diagnozera na tle *faz istnienia obiektu*. Możliwa jest budowa tablicy morfologicznej, wyróżniającej np.:

- położenie czasowe projektanta systemu diagnostycznego w stosunku do fazy istnienia obserwowanego diagnostycznie obiektu: przed, po, w trakcie fazy oraz odległość wyrażona liczebnością faz: od 1 do n ;
- położenie w konkretnej fazie istnienia: planowania (pl), projektowania – konstruowania – wytwarzania (pkw), eksploatacji z odnowami (eo), likwidacji (l),
- liczbę diagnozowanych faz od ich kategorii,
- ciągłość faz itp.

Pamiętać należy o możliwości wielokrotnego pojawiania się faz. Wynika to z możliwości odnowy systemu technicznego i wprowadzania go do eksploatacji.

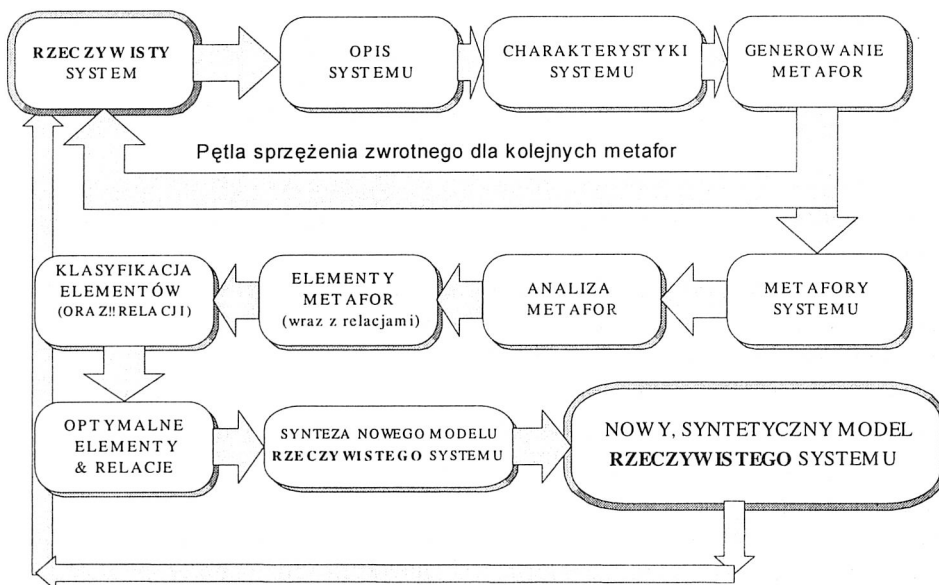
Na rysunku 5.3c przedstawiono przykład, gdzie projektant systemu diagnostycznego jest **posadowiony** w fazie projektowo-konstrukcyjnej nowego obiektu, projek-

tuje z **wyprzedzeniem** diagnozera dla **trzech** faz – w tym tylko dwu różnych kategorii (dwukrotnie eksploatacji z odnową, raz likwidacji), **nieciągłych** (pierwotnej fazy eksploatacji z odnową, wtórnej fazy eksploatacji z odnową obiektu planowo rekonstruowanego oraz fazy ostatecznej likwidacji), nie projektuje dla faz pierwotnego planowania, realizacji konstrukcji, planowania oraz realizacji rekonstrukcji, również fazy likwidacji częściowej zdegradowanych elementów eksploatacji pierwotnej.

5.2. METAFORYCZNY MODEL DIAGNOZERA

Do celów aplikacyjnych przedstawionej metody analizy procesu diagnozowania opracowano algorytm, umożliwiający wykorzystanie metody metaforycznej w projektowaniu systemów diagnostycznych, obejmujący (rys. 5.4) [17, 18, 62, 80, 110, 127, 135]:

- budowę pierwotnego modelu rzeczywistego systemu lub procesu,
- poszukiwanie i tworzenie szybkich metafor analizowanego, rzeczywistego systemu lub procesu (dla autora systemu – analityczna, objaśniająca – dla użytkowników),
- wybór najlepszych metafor, potem metafory najlepszej z objaśniających, pomocniczych, analitycznych,
- analizę systemową wykreowanego zbioru metafor,
- porównanie powstałych systemów z modelem rzeczywistego systemu,
- syntezę nowego – poprawionego modelu.

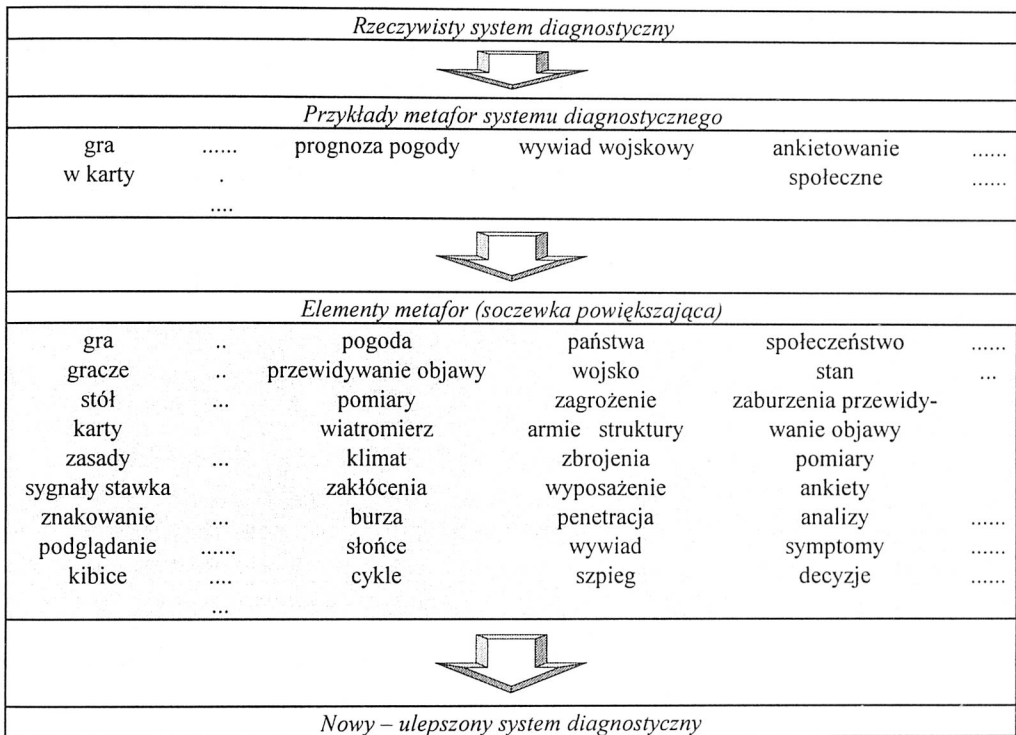


Rys. 5.4. Algorytm poszukiwania diagnozera przez metafory

Fig. 5.4. The diagnoser design algorithm with metaphoric support

Analiza metafory jest w istocie praktyką systemową wewnątrz realnego diagnozera opisanego tą metaforą (elementy, jakość elementów, ilość, relacje, hierarchie, odwzorowania itd.). Możliwy jest opis relacji między poszczególnymi elementami systemu. Propozycje wykorzystywania gramatyk konkretnej metafory, traktowanych jako wewnętrzne reguły systemowe, przedstawiono w pracach [110, 120, 127, 153]. Wprowadzane metafory mogą różnić się ze względu na ogniskowanie i kierunek oglądu, jego krotkość itp.

Rzeczywista synteza diagnozera metodą metaforyczną może przyjąć postać przedstawioną na rysunku 5.5.

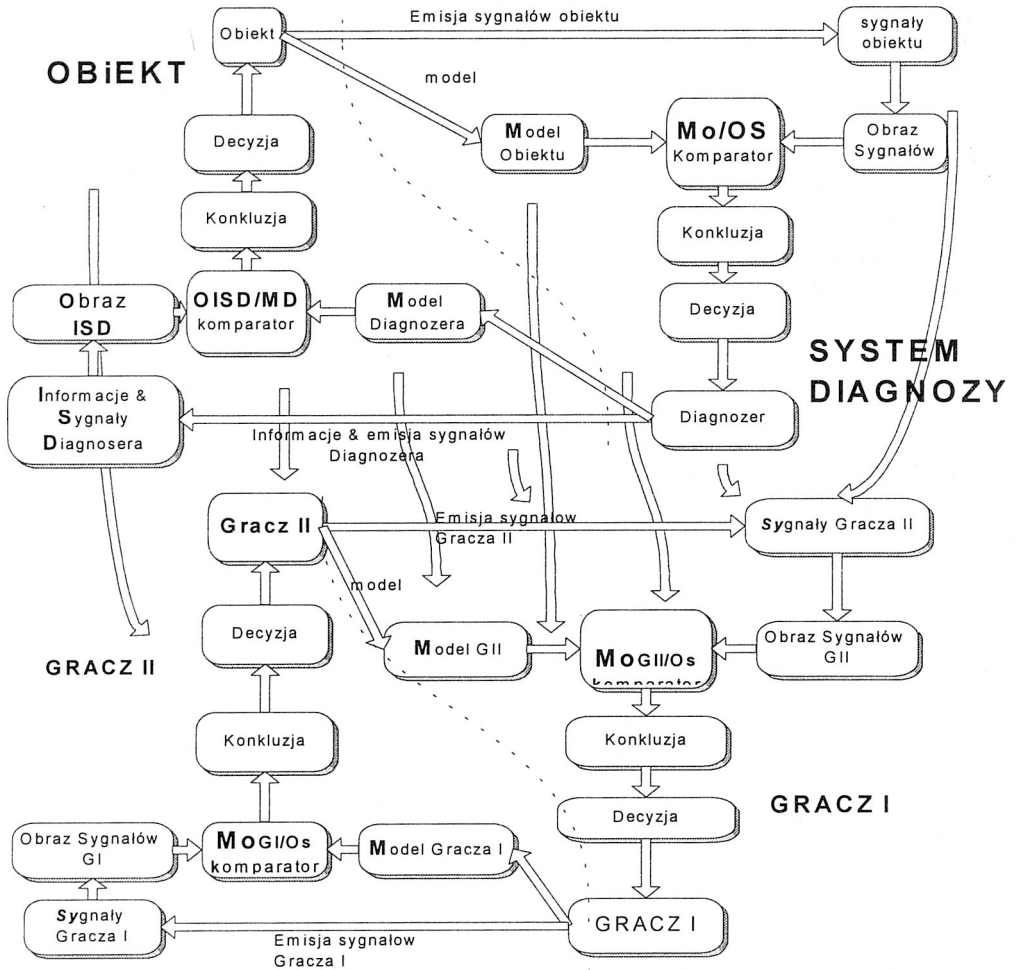


Rys. 5.5. Przykładowe metafory systemu diagnozującego

Fig. 5.5. Examples of the metaphors of diagnosing system

Jako przykład pojedynczej, kompletnej transformacji modelu diagnozera w inny system może służyć diagnozer typu 77 przekształcony w model wzajemnej obserwacji dwu graczy podczas gry hazardowej typu strategicznego (rys. 5.6).

Oba transformowane modele (transformacja może być obukierunkowa) mogą być dzięki temu procesowi wzajemnie wzbogacane w wiedzę i doświadczenie przeciwnej strony transformacji [34, 71, 120, 127, 129, 135].



Rys. 5.6. Transformacja modelu diagnostyzer 77 w model wzajemnej obserwacji graczy gry hazardowej

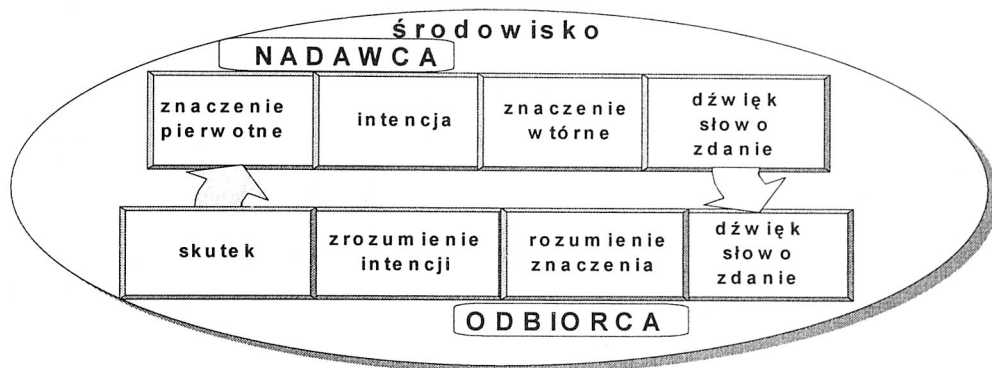
Fig. 5.6. Transformation of diagnoser 77 model into the model of mutual observation of two gamblers model

Analogia do komunikacji za pomocą języka naturalnego to inny przykład możliwości wykorzystania metody (rys. 5.7). Elementy systemu: przedmiot diagnozy – kanał informacyjny przenoszący informację diagnostyczną – diagnozer, w procesie diagnozowania są odpowiednikami uczestników komunikacji typu językowego: nadawcy – mowy – odbiorcy. Wykorzystując tylko niektóre elementy aktualnej wiedzy na temat komunikacji za pomocą języka naturalnego, należy poszukiwać przez analogię kilku poziomów tego przekazu. W komunikacji za pomocą języka naturalnego wyróżnia się dwu uczestników przekazu informacji [46]:

Nadawcę, od którego zależy fizyczny przekaz słowa, zdania, wypowiedzi, treści przekazu oraz cel wypowiedzenia treści przekazu (w diagnozowaniu – obserwowany diagnostycznie obiekt, np. maszyna lub proces – np. degradacja jej stanu).

Odbiorcę, od którego zależy osiągany efekt przekazu (w diagnozowaniu – może to być diagnosta, system diagnostyczny – diagnozer).

Trudno wyobrazić sobie „rozmowę” z maszyną, jednak rola projektanta systemu diagnostycznego polega na kreowaniu narzędzi „wyposażających” maszynę w zrozumiałe dla diagnosty „język”. Jeszcze trudniej przełamać opór przed zgodą na fakt „rozumienia” przez maszynę naszych komunikatów, przy założeniu wzajemnej komunikacji.



Rys. 5.7. Pętla językowych poziomów przekazu informacji pomiędzy nadawcą a odbiorcą

Fig. 5.7. The language information loop between sender and receiver

Analogia do diagnozy i komunikacji językowej umożliwia wzajemne przekazywanie wiedzy z obu obszarów. Językowe problemy praktyczne – prawdy i fałszu w przekazie treści (wynikłe tylko z jakości obserwatora – nawet jeśli przedmiot diagnozy świadomie fałszuje przekaz, np. w diagnozie socjotechnicznej za diagnozę odpowiada diagnosta), funkcje zadaniowe pozainformacyjne (pytanie, rozkazywanie, zliczanie – to funkcje implementowane do zachowań obiektu przez inteligentnego projektanta systemu [np. komputerowy system edycyjny] lub przynależne do obiektu w przypadku systemu inteligentnego [np. pacjent u lekarza]) mogą być po adaptacji bezpośrednio wykorzystane w metodologii diagnozowania. Gramatyki, już wykorzystywane w innych dziedzinach pozajęzykowych, mogą mieć zastosowanie w obszarze diagnozy. Lingwistyka podsuwa również ostrzeżenia o wzajemnej nieprzetłumaczalności między językami, wskazując na konieczność uwzględniania strukturalnego błędu diagnozy, jako definicyjnie nieuniknionego [14, 15, 52, 136, 140, 150].

6. PRZYKŁAD DIAGNOZOWANIA W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Budowa wielokryterialnego wektora bezpieczeństwa wymaga opracowania definicji obserwowanych diagnostycznie zbiorów charakterystyk w zakresie analizy problematyki bezpieczeństwa, określenia własności charakteryzujących bezpieczeństwo systemów oraz ich elementów, sprecyzowania definicji stanu bezpieczeństwa jako *relacji właściwości*, tzn. cech oraz charakterystyk elementów systemów. Rozważane zbiory wzajemnych relacji między własnościami systemów oraz ich elementów podzielono na trzy kategorie, zgodnie z kryterium ich znaczenia dla utraty bezpieczeństwa systemu:

- relacje *obojętne* dla utraty bezpieczeństwa systemu,
- relacje *główne* dla utraty bezpieczeństwa systemu,
- relacje *warunkowe* dla utraty bezpieczeństwa systemu.

Niektóre charakterystyki lub ich relacje mogą być traktowane jako kryteria ocen systemu bezpiecznego. [1, 33, 45, 55–61, 68, 72, 75, 82, 84, 101, 103, 156]. Konkretyzowanie kryteriów na poziomach dekompozycyjnych może być wzorcem do kreowania zbiorów cech i charakterystyk maszyny, wykorzystywanych do oceny stanu bezpieczeństwa badanego systemu $C - M - Ot + U$. Podział charakterystyk, a za tym kryteriów, wynika z założonego celu analiz.

Składowe wektora bezpieczeństwa, wynikłe z kryterium bezpieczeństwa, mogą zostać sprecyzowane według analizy zbiorów charakterystyk oraz ich metod klasyfikacji. Mogą być rozbudowane, uzupełnione i usystematyzowane zgodnie z nadrzędnym kryterium poziomu bezpieczeństwa. Ze względu na istnienie pewnego stopnia rozmycia cech i charakterystyk maszyny, konieczne jest ich rozpoznanie oraz selekcja granic, poziomów itp. Dobór składowych kryterialnych oceny poziomu bezpieczeństwa maszyn poprzez ocenę wektora cech lub charakterystyk wymaga przyjęcia definicji stanu bezpieczeństwa, np.: *Stan bezpieczeństwa jest określany przez relację czasoprzestrzenną dwu lub większej liczby cech systemów, gdy relacja ta jest potencjalnie degradująca dla istotnej cechy podmiotowego systemu. Stan zagrożenia lub utraty bezpieczeństwa wynika z kolizji czasowej i przestrzennej cech, gdy następuje degradacja w stopniu niedopuszczalnym istotnej cechy któregośkolwiek elementu omawianego systemu. Relacja bezpieczna to stan, w którym cechy $C_{i(A,B)}$ elementów omawianego systemu A i B, potencjalnie kolizyjnych mijają się bezkolizyjnie. Relacja niebezpieczna to stan kolizji tych cech.*

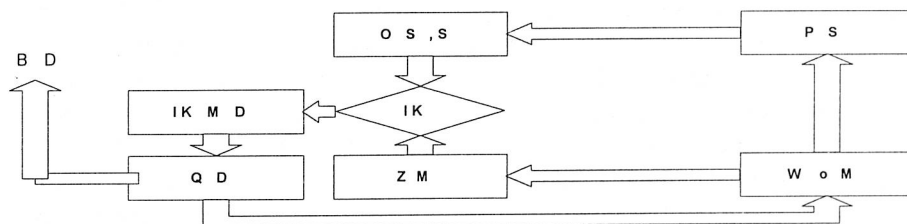
Według stanu wiedzy o poziomie bezpieczeństwa systemu, opartym na dotychczasowych obserwacjach diagnostycznych lub analiza danych z baz wiedzy, wykorzystujących różne procesy postrzegania, można budować modele prognostyczne określające przyszłe stany oraz zachowania elementów systemu [19–22, 34, 45, 55, 74, 95, 128, 133, 139, 157, 158].

Założenia syntezy diagnozera oraz metodologie projektowe systemów technicznych (np. maszynowych) umożliwiają budowę algorytmu syntezującego diagnozera *integralny* z istniejącą lub projektowaną maszyną. Opisane w pracach autora cechy diagnozera systemu bezpieczeństwa umożliwiają ocenę globalną diagnozera w konkretnej istniejącej lub projektowanej maszynie. Jako przykład wykorzystania metody przedstawiono prostą ocenę potencjalnego diagnozera przekładni napędu głównego dużej maszyny roboczej, dokonaną w trakcie prac wstępnych (oceny pierwotne) oraz po jego syntezie (oceny końcowe), tabela 6.1. Inne metody oceny polegają na wprowadzaniu iloczynów wskaźników ocen jakości elementów lub tych samych iloczynów z uwzględnieniem istotności każdego ze wskaźników, rys. 6.1, 6.2 Ocena wynikowa może służyć jako miara kryterium diagnozowalności zagrożenia KDZ, dla konkretnie stosowanego zespołu cech diagnozera (np. $KDZ = 0 \div 10$ – ocena ciągła).

Tabela 6.1. Przykładowe oceny diagnozera przekładni

Element	Oceny logiczne	Zakres ocen ciągłych	Ocena logiczna pierwotna	Ocena logiczna końcowa	Ocena ciągła pierwotna	Ocena ciągła końcowa
OBIEKT	0 ; 1	0 do 1	1	1	0,8	0,9
MODEL	0 ; 1	0 do 1	1	1	0,7	0,9
SYGNAŁ	0 ; 1	0 do 1	0	1	0,1	0,8
OBRAZ	0 ; 1	0 do 1	0	1	0,1	0,7
KOMPARATOR	0 ; 1	0 do 1	1	1	0,7	0,9
MACIERZ DECYZJI	0 ; 1	0 do 1	0	1	0,8	1,0
DECYDENT	0 ; 1	0 do 1	1	1	1,0	1,0
Oceny	0 ; 1	0 do 7	suma 0	suma 1	suma 4,2	suma 6,2

Przykładowe zestawienie wykorzystywanych dalej szczegółowych ocen elementów systemu diagnozera, opartych na przedstawionych modelach, przedstawia rys.6.1.

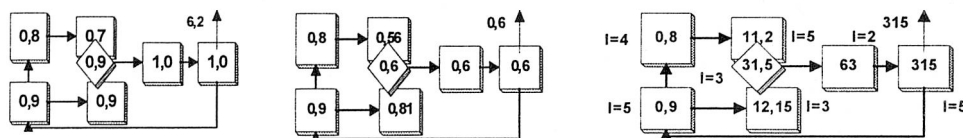


Rys. 6.1. Zestawienie miar oceny elementów diagnozera: WoM – wiedza o maszynie, ZM – zupełność modelu maszyny, PS – przechwytywanie sygnałów, OS,S – obraz sygnałów, IK – istnienie komparatora sygnału z modelem, IKMD – istnienie kryterialnej macierzy decyzyjnej, QD – jakość decydenta, BD – baza danych

Fig. 6.1. Measures of the diagnoser elements

Podobne analizy można wykonać dla modeli bardziej szczegółowych i rozbudowanych. Nie zmienia się metoda, większa pracochłonność może być kompensowana większą dokładnością.

Na rysunku 6.2 przedstawiono przykład ocen wybranego diagnozera systemu bezpieczeństwa z tymi samymi przyjętymi wartościami (od 0 do 1) wskaźników ocen elementów, gdzie od lewej: ocena oparta na sumowaniu wszystkich wskaźników (a), ocena oparta na iloczynie tych samych wskaźników (uwzględniono równoległość gałęzi (b)), iloczynie wskaźników z zastosowaniem współczynników istotności ($I_s = 1$ do 5) elementów diagnozera (c).



Rys. 6.2. Przykłady metod ocen diagnozera systemu bezpieczeństwa: (a) sumacyjna wszystkich wskaźników, b – iloczynowa tych samych wskaźników (uwzględniono równoległość gałęzi), (c) iloczynowa wskaźników z zastosowaniem współczynników istotności I ($I = 1-5$) elementów diagnozera.

Fig. 6.2. Exemplary methods of assessing the safety system diagnoser

Metoda sumacyjna pozwala na *wstępne oszacowanie* diagnozatorów, metoda iloczynowa jest bardziej *precyzyjna*, gdyż umożliwi uwzględnienie struktury systemu pobierania, analizy oraz oceny informacji, metoda ostatnia ma dużą rozdzielczość ocen przez *uwzględnienie istotności* poszczególnych elementów w procesie diagnozowania. Istotność elementu jest tylko pierwszym z wielu kryteriów możliwych do zastosowania w ocenie przydatności diagnozera, w konkretnym procesie obserwacji utraty (likwidowanie zagrożenia, stabilizacji) stanu bezpieczeństwa.

Pierwszy krok do formalizacji definiowania obiektów oraz procesów obserwowanych diagnostycznie wynika z metod i analiz niezawodnościowych. Podstawowy problem polega na doborze wskaźników niezawodnościowych oraz na wykorzystywaniu zasobów wiedzy opartej na uprzednim doświadczeniu [38, 43, 55–61, 92–95, 98]. Zdefiniowane tak obiekty i procesy mogą stać się przedmiotami obserwacji diagnostycznej. Metody informatyczne zakładają możliwość dotarcia informacyjnego do każdego istotnego – charakterystycznego punktu maszyny, obecnie jest to realne, ale jeszcze zbyt kosztowne i nieefektywne. Możliwy kompromis zapewnia metoda częściowo sformalizowana, oparta na stosowanej w sterowaniu jakością metodyce FMEA [71]. Aby mieć pewność spełniania wymogów decyzyjnych dla tak złożonego oraz odpowiedzialnego zadania, jakim jest synteza systemu bezpieczeństwa, przez proste metody typu FMEA, należy przyrzeć się również innym metodom decyzyjnym i podjąć decyzję o kontynuacji wdrażania tej metody lub adaptacji metody bardziej złożonej. Cechą wspólną większości metod decyzyjnych jest brak ograniczeń liczby składowych wektorów miar oraz duże znaczenie ich hierarchizacji [34]. Większość metod precyzyjnie może przybliżyć projektanta do decyzji oraz doboru obserwowanego diagnostycznie obiektu lub procesu. Dla wstępnego wyboru stosować można

metodę decyzji wymuszonych, metodę ważności charakterystyk wartości użytecznych lub metodę iloczynowej postaci funkcji wartości użytecznej. Metody heurystyczne można stosować w decyzjach zaawansowanych, zmianach strategii i technik w czasie rzeczywistym.

Zasadnicza część adaptowanej metody FMEA polega na określeniu zobiektywizowanych ocen, które umożliwią wskazanie obiektów obserwacji diagnostycznej. Stosuje się trzy zróżnicowane kryteria ocen bez ich hierarchizacji. Pierwsze jest typu niezawodnościowego (kryterium występowania stanu zagrożenia – KWZ), drugie typu procesowego – technicznego (kryterium znaczenia zagrożenia – KZZ) oraz trzecie typu informacyjnego (kryterium diagnozowalności zagrożenia – KDZ). Przykładowo można proponować wstępne wartości kryteriów ocen dla zróżnicowanych warunków pracy systemu (zespołu, elementu, itp.), tabela 6.2.

Tabela 6.2. Wartości kryteriów ocen

Warunki	Kryterium występowania zagrożenia – KWZ	Kryterium znaczenia zagrożenia – KZZ	Kryterium diagnozowalności zagrożenia – KDZ
złe	8–10 (częste)	8–10 (katastrofalne)	0,8–1 (brak możliwości)
średnie	5–7 (występujące przewidywalne)	5–7 (podkrytyczne)	0,5–0,7 (możliwości umiarkowane)
dobrze	1–4 (mało prawdopodobne)	1–4 (pomijalne)	do 0,4 (pewna diagnoza)

Uzyskane trzy grupy ocen poszczególnych potencjalnie obserwowanych diagnostycznie obiektów lub procesów można wykorzystać dwojako. Uporządkowane iloczyny ocen (KWZ • KZZ • KDZ) wszystkich obiektów (procesów) można potraktować zgodnie z regułą *Pareto* i podjąć dalsze kroki syntezy diagnostera dla obiektów górnej grupy iloczynów ocen (najwyższe wartości iloczynu ocen). W tabeli 6.3 przedstawiono analizę potrzeby syntezy diagnostera dla mechanizmu maszyny.

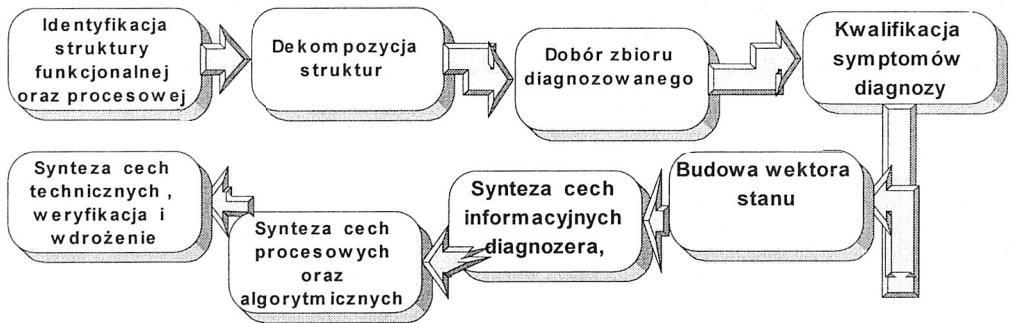
Tabela 6.3. Analiza możliwości syntezy przykładowego diagnostera maszyny

Obiekt	Zagrożenie	Przyczyna	KWZ	KZZ	KDZ	Iloczyn	Synteza diagnostera
Mechanizm	Przeciążenie	Niewłaściwa obsługa	8	10	0,8	64	tak
		Zmiana warunków pracy	7	10	0,8	56	tak/nie
		Niewidoczna przeszkoda	8	9	0,9	65	tak
		Awaria układu napędowego	2	9	0,5	9	nie
		Inne	4	5	0,9	18	nie

Przedstawiona metoda definiowania obiektów (procesów) diagnozy wymaga nakładu pracy, gdyż konieczne są oceny możliwie najniższego poziomu dekompozycji obiektu diagnozy. Jest jednak najpewniejsza przy dostępnym stanie wiedzy, uwalniając projektanta, eksploatatora czy decydenta od subiektywnych cech decyzji podejmowanych indywidualnie. Pełna synteza diagnostera wymaga zrealizowania przedstawionego algorytmu oraz analizy możliwości wdrożenia innych metod decyzyjnych i podjęcia decyzji o kontynuacji wdrażania tej metody lub adaptacji metod bardziej złożonych: algorytmizowanych lub typu heurystycznego. Większość z podanych me-

to precyzyjnie może przybliżyć projektanta do decyzji doboru obserwowanego diagnostycznie obiektu lub procesu. W przypadku wstępnego wyboru można stosować metodę decyzji wymuszonych, metodę istotności charakterystyk wartości użytecznych lub metodę iloczynowej postaci funkcji wartości użytecznej.

Założenia dla syntezy diagnozera oraz istniejące metodologie projektowe systemów technicznych umożliwiają budowę algorytmu syntezującego diagnozer integralny z istniejącą lub projektowaną maszyną roboczą, rys. 6. 3. Wynikiem działania systemu są decyzje diagnostyczne regulujące wzajemne oddziaływania obu podsystemów.



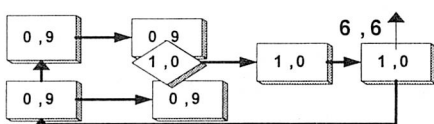
Rys. 6.3. Algorytm budowy struktury informacyjnej diagnozera systemu bezpieczeństwa

Fig. 6.3. Algorithm of the structure design of the safety system diagnostician

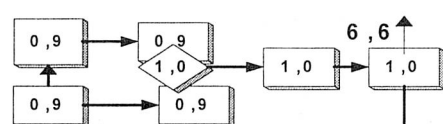
Na podstawie dostępnych źródeł literaturowych, za każdym – opisem zespołu mechanizmu napędu urabiania koparki, zestawionym wraz z rzeczywistymi postaciami oraz przyczynami uszkodzeń ich elementów składowych, podano miary oceny elementów diagnozatorów, których suma arytmetyczna określa jakość procesu diagnozy. Wartość miar poszczególnych elementów diagnozatorów podano wewnątrz symbolu graficznego, wartość wynikową na zewnątrz konkretnego schematu diagnozera. Schematy diagnozatorów umieszczono pod fragmentami tabeli 6.4, dotyczącymi zespołów napędu koparki.

Tabela 6.4. Zespoły mechanizmu napędu urabiania koparki zestawione z rzeczywistymi postaciami oraz przyczynami uszkodzeń [92–95] ich elementów składowych

Zespół	Element	Uszkodzenia (postać)	Przyczyny uszkodzenia
1	2	3	4
Łożyskowanie koła czerpakowego	Łożysko	nadmierny luz zużycie	brak smarowania uszkodzenie przewodu smarowniczego

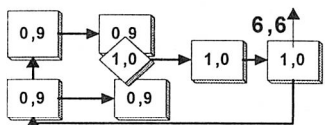


nadmierny luz

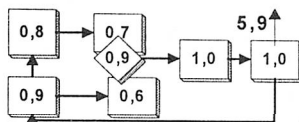


zużycie

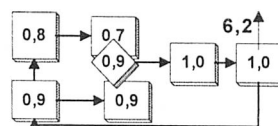
1	2	3	4
Przekładnia	Łożyska, Koła zębate Tuleja koła czerpak. Wałki	zużycie, złamanie wyniecenie wycieki	



łożyska

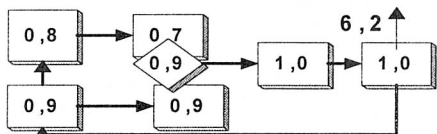


koła zębate

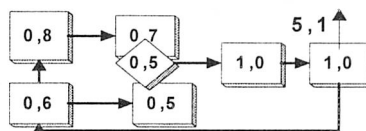


wałki

1	2	3	4
Sprzęgła przeciężeniowe	Walek sprzęgła Wykładziny cierne Tarcze i piasty	wycieki odklejenie wytarcie, spalenie	

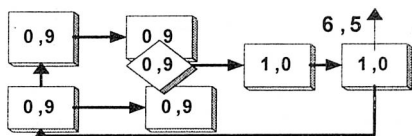


wałki, piasty, tarcze

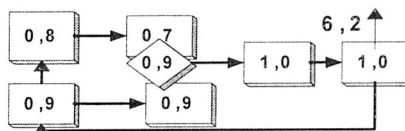


wykładziny czerne

1	2	3	4
Sprzęgła podatne napędu pomocniczego	Wkładki elastyczne Tarcze i piasty		

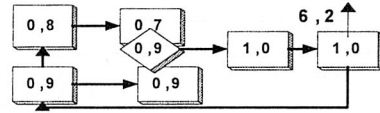
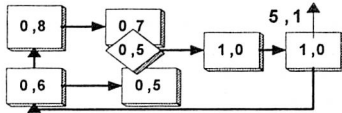


wkładki elastyczne

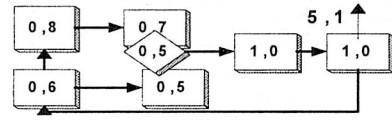
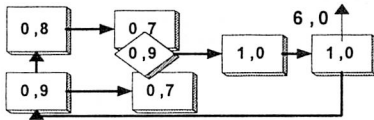


tarcze i piasty

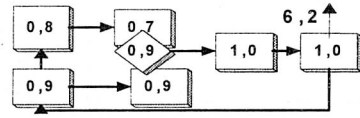
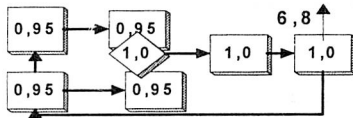
Hamulce (dolny i górny)	Szczęki ciągną, dźwignie, zwalniaki, sworznie		
-------------------------	---	--	--



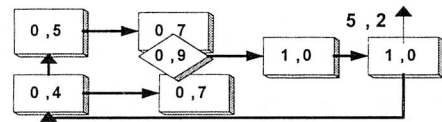
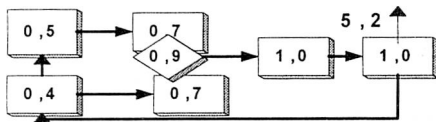
Zawieszenie napędu	przednie	zastrzały połączenie klinowe	deformacje rozbicie, luzy, prze- szczywnienie, brak luzu, uszkodzenia wtórne śrub	najazd na skarpę drżania(?) brak smarowania
	tylne			



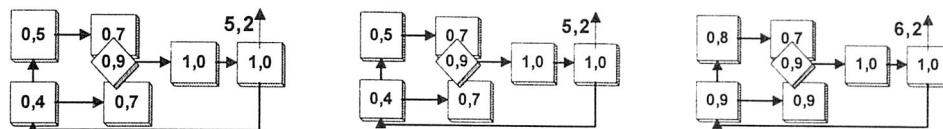
połączenia klinowe	podparcie kuliste			
Silnik				
Silnik pomocniczy				



silniki	śruby		
Konstrukcja koła	Śruby Pierścień	pęknięcie, luzowanie pęknięcie	
Kosz zasypowy	Bezpiecznik Podparcie rurowe Płyta główna zsuwni	ścięcie śrub pęknięcie spoin luzowanie połączeń śrubowych zrywanie zawiasów poluzowanie stopki przepony	udar zewnętrzny błędy wykonawcze wahania obciążeń (braki dozoru) udar zewnętrzny



kosz	zamek		
Zamek koła	Mocowanie dolne Góra zamka Węzły i zastrzały	wypchanie zamka uszkodzenia zastrza- łów i leja kosza zasy- powego zaklinowanie bez- piecznika rury wspor- czej w zamku koła zużycie deformacje, złamanie	udar ciałem obcym z nie- opróżnionego czerpaka urabianie twardego nadkładu uderzenie w skarpę



Elementy osłonowe

membrana koła

wał

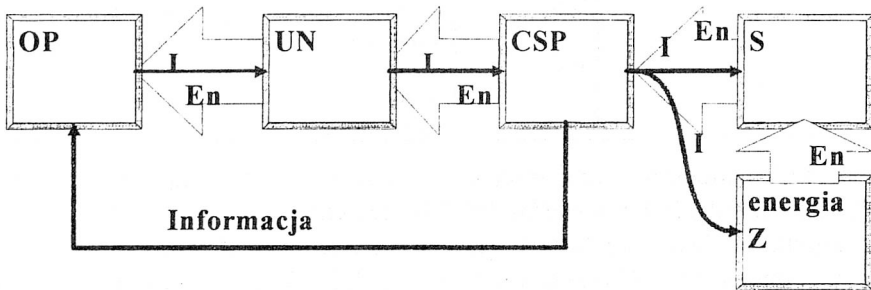
Elementy osłonowe	Osłony: pionowa ekran daszkowa		udary (elementy rozbitego koła) (skarpa)
Połączenie koło – przekładnia	Membrana koła Wał	pękanie na skoku wymiaru geome- trycznego pękanie wysuwanie z łożyska	luzowanie łącz. śrubowe- go, odkształcenie połączenia wał-tuleja

W przypadku modernizacji istniejących maszyn można bezpośrednio korzystać z podanych ocen całych diagnozów lub ich elementów. Syntezy technicznej można dokonać zgodnie z literaturą firm specjalistycznych. Projektowanie nowych maszyn wymaga podobnych prac. W przypadku prób uogólniania podanych propozycji lub planowania prac badawczo-rozwojowych w zakresie diagnozów dla systemów bezpieczeństwa konieczna jest dalsza analiza, pozwalająca na stosowanie bazy wiedzy z prostymi narzędziami analitycznymi. Narzędzia można syntetyzować dla wskazanego typu maszyn, metoda może być wykorzystana do uniknięcia stanów zagrożenia bezpieczeństwa maszyny [59, 60, 108, 115, 123, 128]. Pełna synteza diagnozera wymaga zrealizowania algorytmu oraz analizy możliwości wdrożenia struktur diagnostycznych z wyeliminowanymi przepływami informacji czy energii na drodze mechanicznej.

Modyfikacje struktury diagnostyczno-wykonawczej, poprawiającej szybkość przepływu informacji oraz podjęcia decyzji, polegają na stosowaniu istniejących środków technicznych, w których *obserwacja sygnałów diagnostycznych obiektu, analiza stanu, decyzja, przekazanie sygnału sterowania do sterownika elementu szybkiej reakcji oraz regulacja tego elementu zachodzą w czasie $t \approx 0$* . Tylko sam proces (np. uniknięcia stanu zagrożenia) zachodzić powinien na drodze mechanicznej, gdyż rozważania dotyczą obiektu mechanicznego. Sprzęgła przeciążeniowe opierają zasadę pracy na zaufaniu do mechanizmu sprzężenia ciernego [82, 156] lub wytężeniowego: *Sprzężenie cierne, którego charakterystyki są zależne od wielu zmiennych parametrów (rola inteligentnego obserwatora), „decyduje” o wartości momentu granicznego (rola decydenta), oraz realizuje czynności uniknięcia zagrożenia przez poślizg między parami ciernymi (rola egzekutora)*. Sprzęgło zlokalizowane jest daleko od miejsca zdarzenia wywołującego stan zagrożenia (bezpieczeństwa), procesy decyzyjne zachodzą na drodze regulacji wewnętrznej struktury mechanizmu sprzęgła, rys. 6.4. *Są to procesy wymagające czasu, który staje się często czynnikiem krytycznym*. Obserwacja diagnostyczna pozwala na eliminację niedociągnięć. Oszczędności czasu można uży-

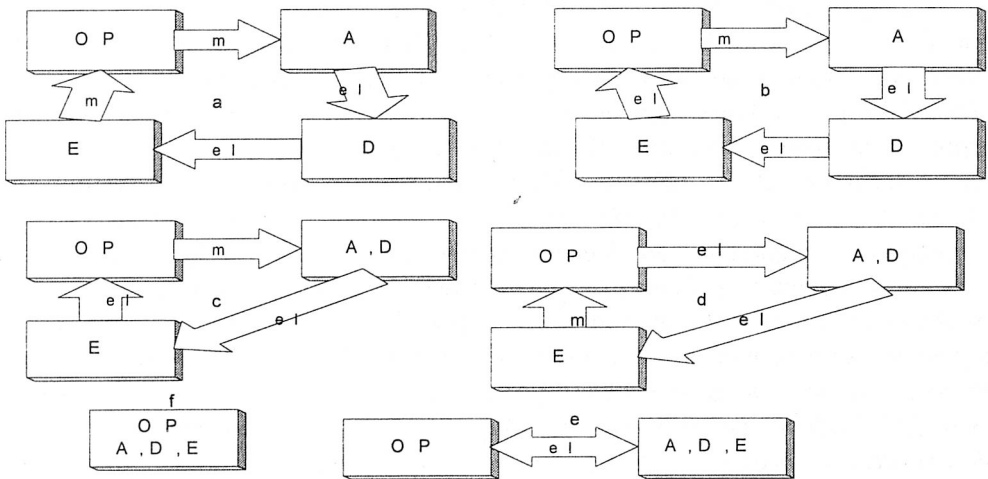
skąć przez diagnozowanie elementami informacyjnymi, pozostawiając sprzęgłu właściwą mu rolę mechanizmu wykonawczego [7, 109, 140].

Modyfikacje tych procesów przedstawiono schematycznie na rys. 6.5. Na schematach od a do f eliminuje się przepływy mechaniczne, przy integrowaniu analizy z decyzjami oraz wykonaniem. Schemat d przedstawia strukturę poprawiającą szybkość przepływu informacji oraz podjęcia decyzji, możliwą do wykorzystania w dużych maszynach roboczych z uwzględnieniem poziomu bezpieczeństwa, schemat f zaś symbolizuje strukturę stosującą tzw. „materiały inteligentne” w zaawansowanych środkach technicznych.



Rys. 6.4. System zabezpieczający obiekt przeciążony (OP) z ciernym sprzęgłem przeciążeniowym (CSP), zasilaniem (Z), układem napędowym (UN), silnikiem (S), przepływem energii (E) oraz informacji (I)

Fig. 6.4. The safety device system of the overloaded object with the friction overloading coupling



Rys. 6.5. Modyfikacje procesów przepływu energii oraz informacji w systemie bezpieczeństwa: m – określa przepływy mechaniczne, el – elektryczne; OP – obiekt przeciążony, A – analizator, D – element decyzyjny, E – realizator.

Fig. 6.5. Modification of the energy and information flows in the safety device system

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podstawą prowadzonych rozważań był stan wiedzy o diagnozowaniu, efektem – narzędzia wzajemnej adaptacji diagnozera oraz diagnozowanego obiektu przy czynniku porządkującym w postaci potrzeb informacyjnych systemu nadrzędnego dla przedmiotu diagnozowania.

Praca objęła trzy obszary analiz:

- wiedzy o obiektach, niezbędnej w procesie diagnozowania,
- modeli procesu diagnozowania,
- informacyjnego kryterium oceny diagnozerów.

W nauce o diagnozie nie ma jeszcze tradycji i kanonów. Istnieją dziedziny wiedzy – wśród nich nauka o diagnozie – które nieuchronnie muszą wkraczać w obszary innych dziedzin, przełamywać sztucznie wytyczone granice, czerpać tam wiedzę, algorytmy, metody i natychmiast oddawać je rozbudowane z nawiązką, przydatne do zastosowań. Opis procesu pozyskiwania diagnozy *musiał* być wykonany językiem dla diagnozowania wyższym, w tym przypadku systemowym. Pojęcia używane w pracy: diagnoza, diagnostyka, system diagnostyczny zostały uściślone, potwierdzone lub wyjaśnione. Uniwersalność procesu diagnozowania nie była udowadniana, wystarczy tu potwierdzenie jej przydatności poprzez znane przykłady z różnorodnych dziedzin, przedstawiane również w pracach autora.

Sprecyzowanie pojęć z obszaru definicji procesu diagnozowania umożliwiło realizację autorskiej modyfikacji modelu systemu diagnostycznego, warunkujących treść opisów procesu diagnozowania. Transformację przeszedzono na uniwersalnym modelu, wprowadzonym w latach osiemdziesiątych. Znane wcześniejsze modele lub modele następne były uproszczeniem lub rozwinięciem tego systemowego modelu, zawierającego kompletny zestaw elementów, ich cech oraz relacji. Składa się on z dwu istniejących modeli procesu diagnozowania, które połączono symetrycznymi kanałami informacyjnymi. Szczególną uwagę poświęcono pomijanym dotychczas wzajemnym relacjom podmiotu i obiektu procesu diagnozowania. Pozwoliło to na analizę problematyki diagnozowania w sposób niesformalizowany, umożliwiającą wykorzystanie ostatecznych efektów metodami formalnymi. Omówiono i przeanalizowano warunki kompletności i istnienia diagnozera.

Wiedza o uogólnionym obiekcie diagnozowania, wprowadzona w pracy, nie jest jednoznaczna z kompletną wiedzą o obserwowanym diagnostycznie obiekcie. Dotyczy morfologii obiektowej i procesowej ułatwiających uświadomienie przestrzeni

stanów i zachowań przedmiotów obserwacji diagnostycznej. Zawiera kategoryzację poziomów systemowych obiektu diagnozowania, opis procesu przenikania lub kolizji jego cech i charakterystyk oraz określenia poziomów systemowych. Definicje specyficznych cech struktury dotyczą prób redefiniowania istotnych cech obiektu, relacji, połączeń oraz otoczenia.

Zaproponowano kryteria jakości oraz ich wartości graniczne dooceny procesu diagnozowania. Proponowano zarówno informacyjne kryterium czasowe, jak i jednolity postulat graniczny diagnozowania. Wykorzystano przestrzeń Minkowskiego do analizy relatywności czasowej procesu diagnozowania. Zdefiniowano cechy kroku obserwowanego procesu oraz obserwatora. Przedstawiono wnioski uogólniające analizę relatywności czasowej.

Dokonano próby prezentacji algorytmu, umożliwiającą wykorzystanie własnej metody metaforycznej w projektowaniu różnorodnych systemów diagnostycznych. Omówione podstawy projektowania diagnozera obejmowały diagnozę obiektu w fazie projektowania, projektowanie faz istnienia, diagnozowania w procesach regulacji, jak i zależność cech projektowania diagnozera od faz istnienia obiektu diagnozowania.

Geneza pracy tkwiła w praktyce maszynowej, uogólnienie zaś wyników w praktyce systemowej. Pozwala to na dalsze próby aplikacyjne w innych dziedzinach, gdyż trudno o dziedzinę nauki i praktyki technicznej, gdzie nie wykorzystuje się procesów diagnozowania. Z drugiej strony – brak pełnej świadomości cech wykorzystywanych narzędzi zmniejsza ich efektywność.

Ocena korzyści to problem stawiany przed autorami prac z dziedzin praktycznych. Odpowiedź jest łatwa w pracach skonkretyzowanych i skierowanych do dokładnie określonego odbiorcy. W przypadku pracy typu metodologicznego, gdy istnieją próby uniwersalizacji wyników rozważań, dobra odpowiedź na takie pytanie może być typu ogólnego. Autorskie oceny i obciążone subiektywnym spojrzeniem stwierdzenia, określające korzyści z proponowanych procesów diagnozowania musi zastąpić sposób oceny korzyści ze stosowanej metodyki. Przedstawiona w pracy morfologia procesu diagnozowania oferuje duży zbiór możliwych diagnoz, potencjalnie stosowanych w sytuacji konkretnych systemów technicznych.

Posiadając konkretne rozwiązanie procesu diagnozowania wraz z odpowiednimi narzędziami jego realizacji, przy wskazaniu systemu technicznego o właściwych cechach i w konkretnej sytuacji, można podać obszar możliwych do uzyskania korzyści. Dopiero pełny kontekst pozwoli ocenić rzeczywistą wartość oferowanych korzyści, wynikających ze stosowania proponowanych elementów metodologii diagnozowania. Problemy z zakresu oceny wartości diagnozy mieszczą się poza zakresem pracy, a nawet nauki o diagnozie. Korzystać należy z wiedzy obiektowej i procesowej konkretnego środowiska technicznego oraz z odpowiednich metod ekonometrycznych. Szczególnie ostro problematyka ocen uwidacznia się w grupie kryteriów lub wartości niewymiernych, których jest coraz więcej w przyjmowanych wektorach oceny jakości. Podobne problemy występują w modernizowanych środkach technicznych, w których nie korzystano z narzędzi diagnozowania lub stosowano proste narzędzia

dozoru diagnostycznego. Brak jest wtedy poziomu odniesienia przy implementacji diagnozera o właściwościach procesowych oferowanych współcześnie.

Dalszy rozwój i kontynuację przedstawionej pracy autor widzi w zakresie diagnostyki i metod diagnozowania dużych systemów – w tym socjotechnicznych, inżynierskiego środowiska pracy, systemów bezpieczeństwa; diagnostyki systemowej: strategii diagnostycznych oraz teleologicznych systemu, modelowania heurystycznego procesu diagnozowania; stabilności informacyjnej procesu diagnozowania; modyfikacji modelu relacyjnego, diagnostyki etapu projektowo-planistycznego systemów, tła decyzyjnego procesu syntezy diagnozy (w tym odtwarzania ścieżek decyzyjnych po obszarze morfologii procesów diagnozowania), diagnostyki obiektów niedostępnych, niepewności danych, wartościowania informacji diagnostycznej oraz diagnostyki relatywistycznej i czasu w diagnostyce. Prace ukierunkowane technicznie obejmować będą diagnozowania w procesie rekonstrukcji i w ocenie degradacji, diagnostykę procesów poza granicą sterowności, diagnostyki różnicowe procesów w elementach maszyn.

Zanurzenie człowieka w technice powoduje myślenie poprzez schematy i kalki. Nie jest to obce pozornie zobjektywizowanemu przepływowi informacji, w tym pozytywnej metodami diagnozowania. Wszelkie próby ograniczania takich szablonów postrzegania rzeczywistości wydają się niezbędne. I właśnie tak jest rozumiana przez autora rola prób porządkowania wiedzy o procesach diagnozowania.

LITERATURA

- [1] Adamczyk J., Krzyworzeka P., *System diagnozowania eksploatacyjnego*, ZEM, 1/1997, s. 173–183.
- [2] Arendt H., *Willing*, Harcourt Brace Jovanovich, Inc, ed. org. 1977, Czytelnik, 1996.
- [3] Ashby R., *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall, London, 1956.
- [4] Banathy B.H., *Design Social Systems in a Changing World*. Plenum Press, NY, 1996.
- [5] Barczewski R., *Poliharmoniczna filtracja rekurencyjna – diagnostycznie zorientowana metoda analizy sygnału*. Diagnostyka'92, ZD KBM PAN, Poznań, 1992, s. 65–86.
- [6] Barto A.G., *Discrete and Continuous Models, Facets of Systems Science*, red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.
- [7] Batko, W., *Optymalna filtracja monitorowanych sygnałów diagnostycznych*, Diagnostyka'92, ZD KBM PAN, Poznań, 1992, s.111–116.
- [8] Bazewicz M., *Development of Information Technology and Globalization of Systems Sciences*. In: Proceedings of 41st Annual Meeting of the ISSS – Seoul' 97, 1997.
- [9] Bazewicz M., *Systemy informacyjne a organizacja ludzkiej aktywności*, II Konw., BDM, Szkl. Poręba, 1996, cz. II, s. 39–52, s. 5–24.
- [10] Beer S., *Diagnosing the System for Organisations*, Wiley, Chichester, 1985.
- [11] Bertalanffy von L., *General systems theory*, George Braziler, New York 1968.
- [12] Będkowski L., Dąbrowski T., *Problemy diagnozowania w systemach antropotechnicznych*, Zespół Diagnostyki Sekcji PE, KBM PAN, PTD Techn., IMP PAN w Gdańsku, Kongres Diagnostyki Technicznej, KDT'96, wrzesień 1996, t. I, s.1–30.
- [13] Będkowski L., *Elementy ogólnej teorii diagnostyki technicznej*, Biuletyn WAT 3(343)/1981, Warszawa, 1981.
- [14] Bocheński J.M., *Logika i filozofia*, Warszawa, PWN, 1993.
- [15] Boulding K.E., *General Systems Theory – The Skeleton of Science*, Facets of Systems Science, red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.
- [16] Bunge M., *Treatise on Basic Philosophy*, 4/II, A World of Systems, D. Riedel, Dordrecht, Holandia, 1979.
- [17] Carbonell G. i inni, *Metaphor: a phenomenon of comprehension*, Strategies for Language Processing, red. W.G. Lehnert, Lawrence, Hillsdale, New York, 1982.
- [18] Case D.A., *Conceptual Organization: The Role of Memory and Metaphor*, Journal of ASIS, 42(9), s. 657–668, 1991.
- [19] Cempel Cz., Winiwarter P., *Evolutionary Hierarchies of Energy Processing in Nature*, C&S '96, Trappal red., ASCS, Vienna, 1996, s. 26–31.
- [20] Cempel Cz., *Ewolucyjne modele symptomowe w diagnostyce maszyn*, Zespół Diagn. Sekcji PE, KBM PAN, Polskie Tow. Diagn. Techn., IMP PAN w Gdańsku, Kongres Diagnostyki Technicznej, KDT'96, wrzesień 1996, T. I, s. 31–38.
- [21] Cempel Cz., *Passive diagnostic experiment, symptom reliability*, ZEM, 2–3, 1990, s. 343–355.
- [22] Cempel Cz., *The Tribovibroacoustical Model of Machines*, Wear, 105, 1985, s. 297–305.

- [23] Cempel Cz., *Cosmic Substance, The Consciousness – Energy – Matter Triplet and its Evolution*, Systems, Vol. 2, No. 2, 1997, s. 37–42.
- [24] Cempel Cz., *Diagnostyka techniczna w kraju*, VII Krajowe Sympozjum Ekspl., Radom, 1993, (niepublikowane, wprowadzenie, s. 5+3).
- [25] Cempel Cz., *Modele symptomowe w diagnostyce maszyn*, III Krajowa Konf. Diagnostyka Techniczna Urządzeń i Systemów, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, 1995, cz. 4, s. 63–68.
- [26] Cempel Cz., *Szacowanie wartości granicznej w diagnostyce maszyn*, EM,5–6,1988, s. 10–11.
- [27] Cempel Cz., *Diagnostyka wibroakustyczna maszyn*, Warszawa, PWN, 1989.
- [28] Cempel Cz., Natke H.G., *Energy Processors and Energy Transformation in System Engineering; System Analysis and Identification*, System Engineering Summer School, Poznań, 1995, red. Cempel, Natke, s. 36–67, 175–205.
- [29] Cempel Cz., Winiwater P., *Birth & Death Processors*, System Thinking, ISSS Conf., Amsterdam 1995. Luisville Ken., s. 73–100.
- [30] Cempel Cz., *Wibroakustyka stosowana*, Warszawa, PWN, 1989.
- [31] Checkland P.B., *Systemy jako rzeczy*, Projektowanie i Systemy, t. XII, Wrocław, Ossolineum, 1990, s. 67–80.
- [32] Checkland P.B., Scholes J., *Soft Systems Methodology in Action*, Wiley, Chichester, 1990.
- [33] Cholewa W., *Dynamiczne systemy doradcze w diagnostyce technicznej*, Zesp. Diagn. Sekcji PE, KBM PAN, Polskie Tow. Diagn. Techn., IMP PAN w Gdańsku, KDT'96, 1996, t. I, s. 57–84.
- [34] Chrostowski H., *Metody oceny rozwiązań projektowych*, VI SMK, Rydzyna '86, cz. V.
- [35] Collacott R. A., *Mechanical Fault Diagnosis and Condition Monitoring*, Chapman and Hall, 1987.
- [36] Collacott R.A., *Structural Integrity Monitoring*, Chapman & Hall, London. 1985.
- [37] Conant, R.C., Ashby R., *Every Good Regulator of a System Must be a Model of that System*, Facets of Systems Science, red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.
- [38] Dąbrowski Z., Radkowski S., *Problem decyzyjny w diagnozowaniu maszyn*, III Konf. Diag. TUS, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, 1995, cz.1, s. 83–88.
- [39] DeZeeuw G., *Second Order Organisation Research*, CSIS, University of Humberside, Working Paper No. 7, 1996.
- [40] *Diagnostyka*, Materiały Szk. Diagn., red. Cz. Cempel, Poznań–Rydzyna, 1977–1980.
- [41] *Diagnostyka pojazdów*, Diag. '81, Materiały V Szk. Diagn., red. Mazur-Pelc, Biały Bór, 1981.
- [42] *Diagnostyka*, Materiały VII Szk. Diagn., red. Cz. Cempel, Poznań–Rydzyna, 1985.
- [43] Dietrich M., Szopa T., *Oddziaływanie na niezawodność obiektu w fazie jego konstruowania*, XIII SYMP. PKM, Szczecin, 1987, s. 31–48.
- [44] Diteberg M. i inni, *Vibroacoustical Diagnostics for Machines and Structures*, Research Studies Press, 1994.
- [45] Dudek D., Oziemski S., Sobczykiewicz W., *Problemy automatycznego diagnozowania jakości maszyn roboczych*, ZEM 4(92), s. 659–674, Warszawa 1992.
- [46] Dudek D., *Elementy dynamiki maszyn GO*, Oficyna Wyd. PWR., Wrocław, 1994.
- [47] Dudek D., Sobczykiewicz W., *Modele aproksymacyjne w zmęczeniowej teorii degradacji*. I Konwersatorium Bezp. i Degradacja Maszyn, Polit. Wrocł., red. F. Przystupa, Wrocław, 1995, s. 85–95.
- [48] Einstein A., Minkowski H., Weyle E. *The Principle of Relativity*, Methuen & Co., Ltd., London, 1923.
- [49] Elbert T.F., *Estimation and Control of Systems*, Van Nostrand Reinhold Co. New York, 1984.
- [50] Flasiński K., *Wstęp do analitycznych metod projektowania systemów*, Warszawa, PWN, 1997.
- [51] Gaines B. R., *Methodology in the Large: Modeling All There Is*, Facets of Systems Science, red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.

- [52] Glanville, R., 1990, *The self and the other: The purpose of distinction*. EMCSR'90, Vienna, s. 349–356.
- [53] Glanville R., *The Question of Cybernetics*, *Cybern. and Systems*, 18/2, 1987, s. 99–112.
- [54] Goguen J.A., Varela F.G., *Systems and Distinctions; Duality and Complementarity*. Facets of Systems Science, red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.
- [55] Gołąbek A., Oziemski S., *Założenia do budowy systemu badań bezpieczeństwa maszyn roboczych*. Problemy Maszyn Rob. Bezpieczeństwo, KBM PAN, 4/1994, s. 37–58.
- [56] Gołąbek A., Przystupa F.W., *Diagnozer systemu bezpieczeństwa w maszynach roboczych*. VIII Konferencja Problemy Maszyn Rob., Zakopane 1995, s. 35–42.
- [57] Gołąbek A., Oziemski S., *Bezpieczeństwo maszyn w ujęciu systemowym*. Seminarium Naukowe nt. Bezpieczeństwa Systemów. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych Kiekrz 1994. cz. I, s. 102–112.
- [58] Gołąbek A., Oziemski S., *Inżynieria bezpieczeństwa maszyn*. VII Konferencja Naukowa. Problemy Maszyn Roboczych. Warszawa, Wrocław, Stalowa Wola, Zakopane 1994, cz. I, s. 171–178.
- [59] Gołąbek A., Przystupa F.W., *Diagnostyka w systemach bezpieczeństwa. Granice stanów*. Górnictwo Odkrywkowe Nr 2 (232), Wrocław 1994, s. 3–11.
- [60] Gołąbek A., Przystupa F.W., *Prosta strategia budowy diagnozera dla systemów bezpieczeństwa maszyn*, I Konwersatorium Bezpieczeństwo i Degradacja Maszyn, Polit. Wrocław, red. F. Przystupa Wrocław, 1995, s. 65–74.
- [61] Gołąbek A., *Elementy systemu eksploatacji wybranej grupy maszyn*. I Konwer. Bezp. i Degradacja Maszyn, Polit. Wrocław, red. F. Przystupa, Wrocław, 1995, s. 7–22.
- [62] Gordon W.J.J., *The Metaphorical Way*, Mc Graw Hill, New York, 1971.
- [63] Greenspan D., *Discrete Models*. Addison-Wesley, Reading, Mass., 1973.
- [64] Habayeb A.R., *Systems Effectiveness*, Pergamon Press, Oxford, 1987.
- [65] Haken H., *Synergetics – An Introduction*, Springer Verlag, New York, 1978.
- [66] Hanappi G., *Understanding Understanding*, Proceedings of PSSC Conference, red. G. de Zeeuw, University of Amsterdam Pub., 1991.
- [67] Hawking S.W., *A Brief History of Time*, A Bantam Books, NY, 1988.
- [68] Jaźwiński J., Ważyńska-Fiok K., *Bezpieczeństwo systemów*, Warszawa, PWN, 1993.
- [69] Jumarie G.A., *Survey of Relativistic Information*, I&S, IFAC Workshop, Paris, 1977, s. 113–118.
- [70] Jumarie G.A., *Theory of Fuzzy Observation in R(n)*. FS&KE Symp., Guangrho, China, 1987, s. 613–620.
- [71] Juran J.M., Gryna F.M., *Quality control handbook*, Mc Graw Hill, New York, 1988.
- [72] Kamps G., *Dwa podejścia do definiowania systemów*, Projektowanie i Systemy, t. XIV, Wrocław, Ossolineum, 1994, s. 9–16.
- [73] Kasprzyk J., *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*, Warszawa, PWN, 1986.
- [74] Kazimierczak J., *Matematyczne metody analizy sygnałów diagnostycznych*, III Konf. Diagnostyka Techn. Urządzeń i Systemów, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, 1995, cz. 4, s. 253–266.
- [75] Kazimierczak J., *Uwagi na temat wykorzystania informacji diagnostycznej w ocenie niezawodności i ryzyka eksploatacji środków technicznych*, Zespół Diagnostyki Sekcji PE, KBM PAN, Polskie Tow. Diagn. Techn., IMP PAN w Gdańsku, KDT'96, wrzesień 1996, t. III, s. 335–340.
- [76] Kącki E., Stempczyńska J., *Multimedia w systemach informat. dla ekologii*. W: Systemy i technologie inform. w badaniach i praktyce, red. F. Przystupa, Ofic. Wyd. PWr., 1996, s. 103–115.
- [77] Korzeń, Z., *Podstawy logistyki*, Tempus JEP-03238, Wyd. Uniw. Wrocławskiego, 1995.
- [78] Krzyworzeka P., *Diagnostyczny model relacyjny i jego odwzorowanie*, Politechnika Śląska, VI Symp. Diagnostyka Maszyn, 1980, s. 3–18.
- [79] Kuhn T.S., *The Essential Tension*, Univ. of Chicago Press, 1977.
- [80] Lakoff G., Johnson M., *Metaphors we Live by*, University of Chicago Press, 1980.

- [81] Laszlo E., *The Creative Cosmos*, A Unified Science of Matter Life and Mind, chapt. 8, Floris Books, England, 1993.
- [82] Lawrowski Z., *Tribologia*, Warszawa, PWN, 1993.
- [83] Lofgren L., *Cybernetics, Science and Complimentarity*, Proc. of SS & C Conf., red. de Zeeuw & Glanville, Amsterdam, 1989.
- [84] Lyons R. H., *Machinery Noise and Diagnostics*, Butterworths, 1990.
- [85] Martin J., Odell J.J., *Podstawy metod obiektowych*, Warszawa, WNT, 1997.
- [86] Materiały – III Krajowa Konf. Diagn.Tech. Urządzeń i Systemów, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, cz. 1–4, 1995.
- [87] Materiały VII Krajowe Symp. Ekspl. Urządzeń Techn, SPE KBM PAN, Radom, 1993.
- [88] Maturana H.M., *Autopoesis*, Projekt. i Systemy, t. VII, Ossolineum, Wrocław, 1985, s. 93–108.
- [89] Miller J.G., *Living Systems*, McGraw-Hill, New York, 1987.
- [90] Milne R., *Strategies for Diagnosis*, IEEE Trans. on SMC, 17/1987, s. 333–339.
- [91] Niziński S., *Diagnostyka a dynamiczny system eksploatacji obiektów technicznych*, Diagnostyka'92, ZD KBM PAN, Poznań, 1992, s. 211–220.
- [92] Nowakowski T., *Systemy informacyjne w badaniach niezawodności obiektów technicznych*, W: Syst i techn. inf. w badaniach i prakt, red. F. Przystupa, Oficyna Wyd. PWr., 1996, s.116–130.
- [93] Nowakowski T., *Information Limitations of Machine Reliability and Safety Assessment*. XVI International Scientific School ISAT'94, Szklarska Poręba 1994.
- [94] Nowakowski T., *FMECA maszyn – problem oszacowania częstości zdarzeń*. I Konwersatorium Bezpieczeństwo i Degradacja Maszyn, PWr., red. F. Przystupa Wrocław,1995, s. 55–64.
- [95] Nowakowski T., *Źródła informacji o niezawodności maszyn*. II Konwersatorium, BDM, Szkl. Poręba, 1996, cz. II, s. 25–38.
- [96] Nowicki R. *Stacjonarne systemy monitorowania i diagnozowania*. Diagnostyka'92, ZD KBM PAN, Poznań, 1992, s. 101–110.
- [97] Nowicki R., Sordyl F., *Dobór symptomów stanu technicznego a efektywność diagnozy*, Eksploatacja Maszyn, 5–6,1988, s. 12.
- [98] Oziemski S., Gołąbek A., *Wartościowanie ryzyka*. Zesz. Nauk. AGH. Mechanika, t. 13, z. 3, s. 421–428.
- [99] Oziemski S., *Logistyka – Podstawy Stosowania w Technice*, Problemy Maszyn Roboczych, Z. 8, Vol. 8, Warszawa, 1996, s. 23–38.
- [100] Oziemski S., *Systemy Logistyczne – Pojęcia Podstawowe*, III Konferencja Okrętownictwo i Oceanotechnika, Międzyzdroje – Szczecin, 1996, Komitet Naukowy, Wyd. Politechniki Szczecińskiej, s. 229–246.
- [101] Oziemski S., *Poziom jakości wykonywanego przez maszynę zadania jako podstawa doboru zakresu odnów*. I Konw. Bezp. i Degr. Maszyn, PWr., red. F. Przystupa Wrocław,1995, s. 23–54.
- [102] Padulo L., Arbib M. A., *Systems Theory*. Saunders, Philadelphia, 1974.
- [103] Pelc H., Niziński S., *Zadania diagnostyki w systemie eksploatacji pojazdów*, Diagnostyka '81, Materiały V Szkoły DM, Biały Bór, 1981, s. 7–21.
- [104] Popper K.R., *Objective Knowledge*, Oxford Univ. Press, 1972.
- [105] Prigogine, I., *New Perspectives on Complexity*, Facets of Systems Science, red. J. Klir., Plenum Press, New York,1991.
- [106] Przystupa F.W., *Information, exformation, outformation*, ISAT'93, Ofic. Wyd. PWr, Wrocław, 1993, s. 157–180.
- [107] Przystupa F.W., *The ethic and the information systems*, ISAT, Wrocław, 1994, red. Bazewicz, Oficyna Wyd. PWr., s. 43–53.
- [108] Przystupa F.W., *Problemy doboru diagnostera dla systemu bezpieczeństwa*, I Konwers. Bezp. i Degr. Maszyn, PWr., red. F. Przystupa, Wrocław, 1995, s. 75–84.

- [109] Przystupa F.W., *Akustyczne badania hamulców autobusu*, Konferencja Hamulcowa, FISITA, PIM, IP, Łódź, 1991, s. 152–161.
- [110] Przystupa F.W., *Design Process Metaphors Grammar*, WDK 22, Heurista, red. Hubka, Zurich-Hague, ICED Conf., Hague, Zurich, 1993, s. 218–221.
- [111] Przystupa F.W., *Diagnosis methodology in technical systems*, STC on Mech Eng. Military Univ., Liptovsky Mikulas, 1992, s. 167–170.
- [112] Przystupa F.W., *Diagnosis and Action in the Sociotechnical*, Systems, Journal of Systems Sciences, Vol. 2, No.1, Oficyna Wyd. PWr., Wrocław, 1997, s. 47–55.
- [113] Przystupa F.W., *Diagnosis of the human being in the sociotechnological systems*, ISSS Conf. Budapest, 1996, red. J.M. Wilby, University of Hull, UK, s. 477–490.
- [114] Przystupa F.W., *Diagnostyka odbiorcza ładowarek*, Diagn.Techn. Urz. I Systemów, ZDKBM PAN, Kielce, 1986, NOT, s. 181–185.
- [115] Przystupa F.W., *Dobór kryteriów oceny systemów diagnozujących*, Diagnostyka Techniczna Urz. i Systemów, ZDKBM PAN, Kielce, 1990, NOT, s. 133–137.
- [116] Przystupa F.W., *Granice diagnozy*, III Konf. Diagnostyka Techn. Systemów, ITWL WAT, Warszawa-Szczyrk, 1995, s. 241–248.
- [117] Przystupa F.W., *Hierarchies in the valuation of diagnostic information*, Information Systems and Technology, ISAT '97, red. Bazewicz, Oficyna Wyd. PWr., Wrocław, 1997, s. 26–37.
- [118] Przystupa F.W., *Information as interface between systems*, CICT, University van Amsterdam, red. G. de Zeeuw, 1991, s. 109–123.
- [119] Przystupa F.W., *Interactive Interface Between Collective Support Systems and Their Users*, deZeeuw and Glanville red., Interactive Interfaces and Human Networks, Thesis Publ., Amsterdam, 1993, s. 85–96.
- [120] Przystupa F.W., *Metafory w projektowaniu systemów*, Systemy i technologie inf. w badaniach i praktyce, red. F.W. Przystupa, Oficyna Wyd. PWr., 1996, s. 80–102.
- [121] Przystupa F.W., *Metaphors as the information carrier*, X Eur. Conf. of CSR Proc., Trapl, World Scientific, Vienna, 1990, s. 283–289.
- [122] Przystupa F.W., *Methodology for Integrity – Tools for Problems Solving*, SSC Conf. Proc., G. de Zeeuw red., University of Amsterdam, Systemica, 1–6 (II), 1991, s. 357–366.
- [123] Przystupa F.W., *Metody minimalizacji niepewności informacji eksploatacyjnej*, III Konwers. Bezpieczeństwo oraz Degr. Masz., Szklarska Poręba, 1998, s. 209–222.
- [124] Przystupa F.W., *Diagnosis in the Sociotechnical System*, ISAT'96, red. Bazewicz, Ofic. Wyd. PWr., 1996, s. 44–59.
- [125] Przystupa F.W., Nowakowski T., *Sociotechnical environment diagnosis for engineering education systems*, ISSS Conf. 1996, red. J.M. Wilby, University of Hull, UK, s. 491–502.
- [126] Przystupa F.W., *Targets of Targets*, Systems, Vol. 1, No. 1, s. 38–41.
- [127] Przystupa F.W., *The metaphors in creative designing*, ICED'90, 1990, Heurista, Zurich, s. 146–151.
- [128] Przystupa F.W., *The models of condition monitoring system and criteria of their evaluation*, Technical Diagnostics '89, Praga, IMECO, s. 29–33.
- [129] Przystupa F.W., *Total Designing*, ICED'88, 1988, Heurista, Zurich, s. 254–261.
- [130] Przystupa F.W., 1991, *Elements of morphogenesis and pattern recognition methods in the process of engineering creation*, Kybernetes, Vol. 20/3, s. 42–48.
- [131] Przystupa F.W., Pudło K., *The System Approach To Creative Problem Solving*, Systems Prospect, Plenum Press, R.L. Flood red., New York, 1990, s. 121–126.
- [132] Przystupa F.W., *Diagnoza w systemie socjotechnicznym.*, II Konwersatorium, BDM, Szklarska Poręba, 1996, cz. II, s. 39–52.

- [133] Przystupa F.W., *Valuation of diagnostic information*, Systems – Journal of Systems Sciences, Vol. 2, No. 2, Oficyna Wyd. PWR., Wrocław, 1997, s. 43–49.
- [134] Przystupa F.W., *The Ethic, the Relativity and Systems*, ISSS 38-th Annual Meeting Proc., red. B. Brady, Asilomar, Cal., USA, June, 1994, s. 1471–1481.
- [135] Przystupa F.W., *The Metaphor – Key of Understanding for System*, PSSC Conf. Proc., red. G. de Zeeuw, University of Amsterdam Pub. Amsterdam, 1991.
- [136] Shannon C.E., Weaver W., *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 1949.
- [137] Sienkiewicz P., *Teoria efektywności systemów*, Wrocław, Ossolineum, 1987.
- [138] Simon H., *The Architecture of Complexity*, Facets of Systems Science, red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.
- [139] Smalko Z., *Problemy modelowania systemów diagnostyczno-decyzyjnych w układach: aparatura–człowiek–otoczenie*, III Konf. Diagnostyka Techniczna Urzędzeń i Systemów, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, 1995, cz. 4, s. 219–226.
- [140] Sobczak W., Malina W., *Metody selekcji i redukcji informacji*, Warszawa, WNT, 1985.
- [141] Sordyl F., *Nowoczesne systemy diagnostycznego monitorowania stanu technicznego maszyn*, VII Symp. Ekspł. Urzędzeń Techn, SPE KBM PAN, Radom, 1993, s. 23–32.
- [142] Staniszewski R., *Sterowanie procesem eksploatacji*, Warszawa, WNT, 1990.
- [143] Steiglitz K., *An Introduction to Discrete Systems.*, John Wiley, New York, 1974.
- [144] Tarski A., *Prawda. Pisma logiczno-filozoficzne*, Warszawa, PWN, 1995.
- [145] Thom R., *Paraboles et Catastrophes*, Flammarion, Paris, 1983.
- [146] Tyszka T., *Analiza decyzyjna i psychologia decyzji*, Warszawa, PWN, 1986.
- [147] Vallée R., *Concerning some concepts of systems theory*, IFSR News, 27, Wien, 1991.
- [148] Varela F.G., Maturana H.R., Uribe R., *Autopoiesis: The Organization of Living Systems, Its Characterization and a Model*, Facets of Systems Sc., red. J. Klir, Plenum Press, New York, 1991.
- [149] Von Foerster H., *Cybernetics of Cybernetics*, Urbana, Rep. 73/38, Univ. of Illinois, 1974.
- [150] Von Winterfeld D., *Decyzje w warunkach niepewności*, Analiza Systemowa – Podstawy i Metodologia, red. W. Findeisen, Warszawa, PWN, 1985, s. 682–721.
- [151] Wawrzyński W., *Zagadnienie określenia pełnego zbioru testów diagnostycznych*, VII Krajowe Sympozju Ekspł. Urzędzeń Techn, SPE KBM PAN, Radom, 1993, s. 275–280.
- [152] Williams J.H, Davies A., *Condition-based Maintenance and Machine Diagnostics*, Chapman and Hall, 1995.
- [153] Wojutyński J., *System diagnostyczny z rozmytymi regułami wnioskowania*, III Konf. Diagnostyka Techniczna Urzędzeń i Systemów, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, 1995, cz.1, s. 355–358.
- [154] Zadeh L.A., *Teoria możliwości i analiza danych nieścisłych*, Proj. i Systemy, t. VIII, Wrocław, Ossolineum, 1986, s. 39–90.
- [155] Zeigler B.P., *Theory of Modelling and Simulation*, Wiley & Sons, New York, 1984.
- [156] Zwierzycki W., *Zagadnienia apriorycznej oceny trwałości węzłów tarcia ślizgowego*, Wyd. Polit. Poznańskiej, Rozprawy, Nr 226, 1990,
- [157] Żółtowski B., *Eksperymenty wibroakustyczne maszyn*, VII Symp. Ekspł. Urzędzeń Techn, SPE KBM PAN, Radom, 1993, s. 281–290.
- [158] Żółtowski B., *Metody identyfikacji diagnostycznej obiektów*, III KKDT Urzędzeń i Systemów, PTDT, ZD KBM PAN, ITWL, 330/95/ Warszawa, 1995, cz. 4, s. 239–252.
- [159] Žampa P., *On a New System Theory and Its New Paradigms*, Cyber. and Systems, Proc. of 13th EM on CSR, Vienna 1996, s. 3–7.

THE DIAGNOSING PROCESS IN THE EVOLVING TECHNICAL SYSTEM

What concerns the considerations being carried out in the work, their basis was the state of knowledge about diagnosing, and their effect – instruments of mutual adaptation of the diagnoser and the object being diagnosed, with an ordering factor constituted by information requirements of the system superior in relation to the object of diagnosis. The work has covered three areas of analysis: knowledge about the objects – being indispensable during the diagnosing process, models of the diagnosing process, and the information criterion of evaluation of the diagnosers.

The science of diagnosis is not yet connected with long tradition nor with canons. There exist, indeed, domains of science – among them the science of diagnosis – that inevitably have to enter into other domains, to break artificially traced hurdles, to derive there knowledge, algorithms, methods, and to return them immediately, in an extended form and with interest, useful for application. The description of acquiring a diagnosis *had to be* performed with a higher language, in this case a systems language, for diagnosing. Notions being used in the work: diagnosis, diagnostics, diagnostic system, have been conceived in a more strict way, confirmed and explained. The universality of the diagnosing process has not been proven; the confirmation of its usefulness by well-known examples from various areas, being presented also by the author, are, indeed, satisfactory.

A precise presentation of notions from the area of definition of the diagnosing process has permitted the realization of author's modification of the diagnostic system model, being a condition what concerns the contents of descriptions of the diagnosing process. The transformation has been followed on a universal model introduced in the eighties. Models being known earlier, or the later models were a simplification or a development of that systems model that contains a complete set of elements, their features and relations. The model is composed of two existing models of the diagnosing process, being connected by symmetric information channels. A particular attention was paid to the mutual relations of the subject and object of the diagnosing process, these relations being hitherto neglected. This has permitted us to perform an analysis of diagnosing problems in a not formalized way making possible an utilization of the final effects by formal methods. Conditions of completeness, and of the presence of the diagnoser have been discussed and analyzed.

The knowledge of the generalized diagnosing object, introduced in the work, is not synonymous with a complete knowledge on the diagnostically observed object. It concerns the object and process morphology that facilitate the awareness of the space of states and behaviors of the objects of diagnostic observation. It contains a categorization of systems levels of the diagnosing object, the description of the process of penetration or collision of its features and characteristics, and the determination of systems levels. Definitions of specific structure features concern trials of redefining the essential features of the object, its relations, connections, as well as its environment.

Quality criteria and their boundary values for evaluating the diagnosing process have been proposed. An information time criterion and a uniform boundary postulate of diagnosing have been proposed, too. The Minkovsky space was used for analyzing the time relativity of the diagnosing process. Step features of the observed process and of the observer have been defined. Conclusions generalizing the analysis of the time relativity have been presented.

A trial of presenting an algorithm has been performed, this algorithm permitting the application of author's own metaphoric method for designing various diagnostic systems. The discussed foundations for designing the diagnoser cover the diagnosis of the object during the designing phase, the design for existence phases, the diagnosing in control processes, as well as the dependence of features of designing the observer upon the phases of existence of the diagnosing object.

Translated by *Leopold Misiaszek*

PRACE NAUKOWE INSTYTUTU KONSTRUKCJI I EKSPLOATACJI MASZYN
(wydane w latach 1994–1999)

- Nr 75, Konferencje nr 21, *Biomechanika '94*, Wrocław 1994
Nr 76, Konferencje nr 22, *Methodological Foundations of Computer Aided and Computer Automated Design*, Wrocław 1994
Nr 77, Konferencje nr 23, *Problemy edukacyjne i badawcze współczesnej logistyki*, Wrocław 1995
Nr 78, Konferencje nr 24, *Projektowanie i badanie maszyn – kierunki rozwoju*, Wrocław 1995
Nr 79, Monografie nr 25, J. Grajner, *Podstawy teoretyczno-doświadczalne projektowania zawiesznień pneumatycznych*, Wrocław 1996
Nr 80, Monografie nr 26, S. W. Szepietowski, *Metoda oceny zapotrzebowania energetycznego mechanizmu urabiania wielonaczyniowych koparek kołowych*, Wrocław 1996
Nr 81, Monografie nr 27, S. Krawiec, *Wpływ synergizmu wybranych napelnaczy w smarze na zwiększenie trwałości ślizgowych węzłów maszyn*, Wrocław 1998
Nr 82, Monografie nr 28, T. Nowakowski, *Metodyka prognozowania niezawodności obiektów mechanicznych*, Wrocław 1999



Podstawą rozważań był stan wiedzy o diagnozowaniu, efektem – narzędzia wzajemnej adaptacji diagnozera oraz diagnozowanego obiektu przy czynniku porządkującym w postaci potrzeb informacyjnych systemu nadrzędnego dla przedmiotu diagnozowania. Praca objęła trzy obszary wiedzy – o obiektach, niezbędnej w procesie diagnozowania, modelach procesu diagnozowania oraz informacyjnym kryterium oceny diagnozatorów.

Szczególną uwagę poświęcono wzajemnym relacjom podmiotu i obiektu procesu diagnozowania. Zaproponowano informacyjne kryterium czasowe oceny oraz jednolity postulat graniczny diagnozowania. Wykorzystano przestrzeń Minkowskiego do analizy relatywności czasowej procesu diagnozowania. Zdefiniowano cechy kroku obserwowanego procesu oraz obserwatora. Przedstawiono algorytm umożliwiający wykorzystanie metody metaforycznej w projektowaniu systemów diagnostycznych.

Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej
są do nabycia w następujących księgarniach:

„Politechnika”

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
budynek A-1 PWr., tel. (0-71) 320 25 34

„Tech”

plac Grunwaldzki 13, 50-377 Wrocław
budynek D-1 PWr., tel. (0-71) 320 32 52

Prowadzimy sprzedaż wysyłkową

ISSN 0324-962X

