



Kompleksowa analiza ryzyka w energetyce

Andrzej Kozak
kierownik

**Wydziału Bezpieczeństwa
Funkcjonalnego i Procesowego**

Elektrownia Bełchatów



Wybuch gazu w elektrowni opalanej gazem



Five workers were killed and 40 injured after an explosion at a 620 MW natural gas-fired plant under construction in Connecticut on Feb. 7, 2010.

The plant was being built by Kleen Energy Systems.

The explosion happened around 11:30 a.m. EST and was felt up to 20 miles away.

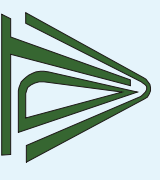
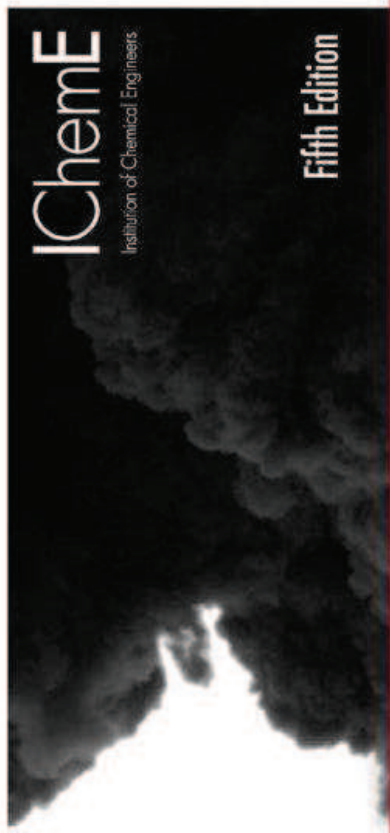


Pożar stacji transformatorów





Copyrighted Material



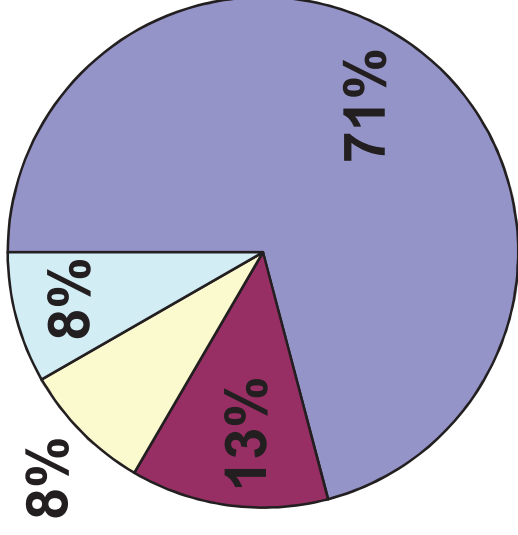
WHAT WENT WRONG?

Case Histories of Process Plant Disasters
and How They Could Have Been Avoided



Copyrighted Material

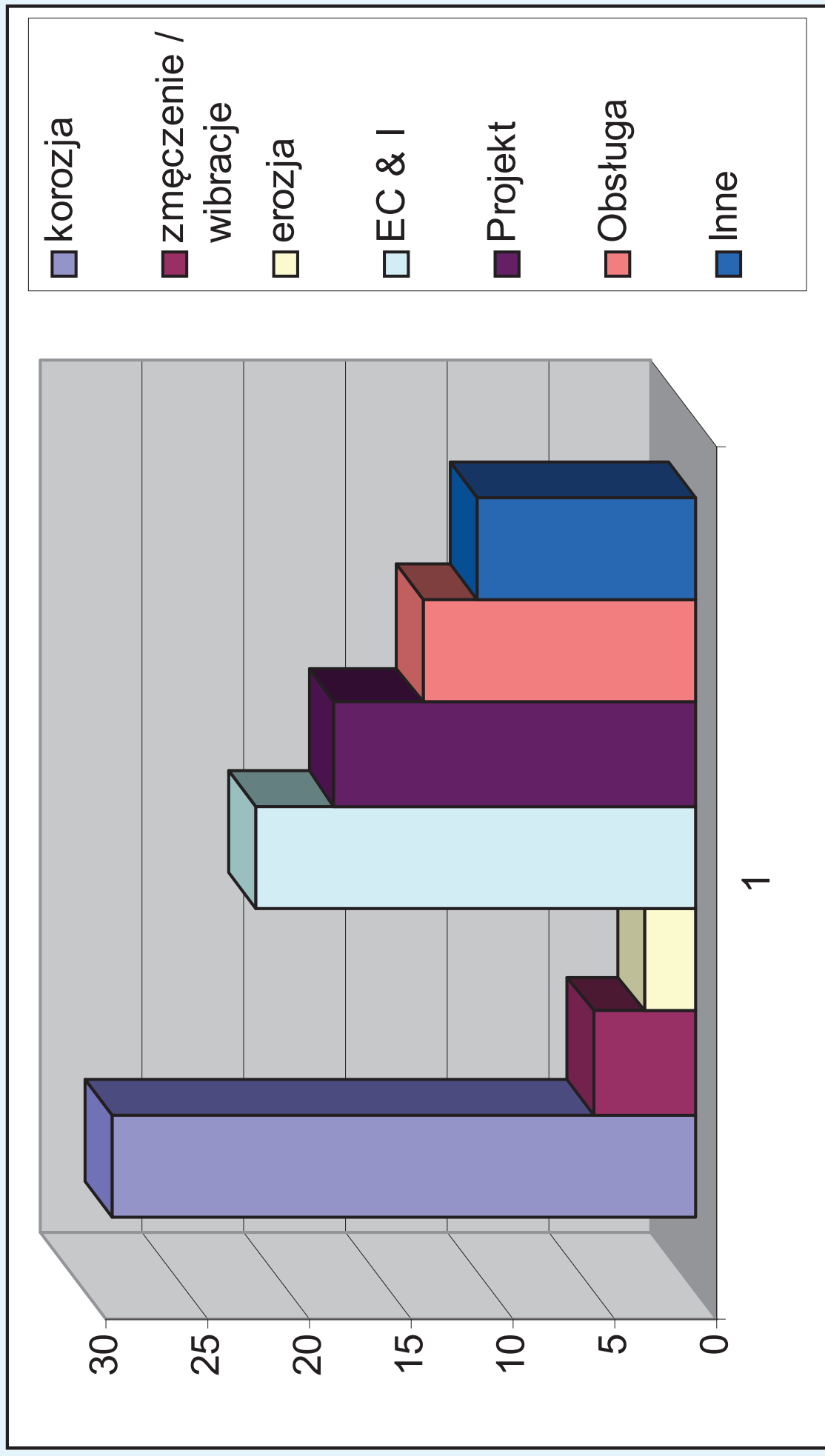
Contribution of failures to explosions in gas-fired plant [HSE 97]

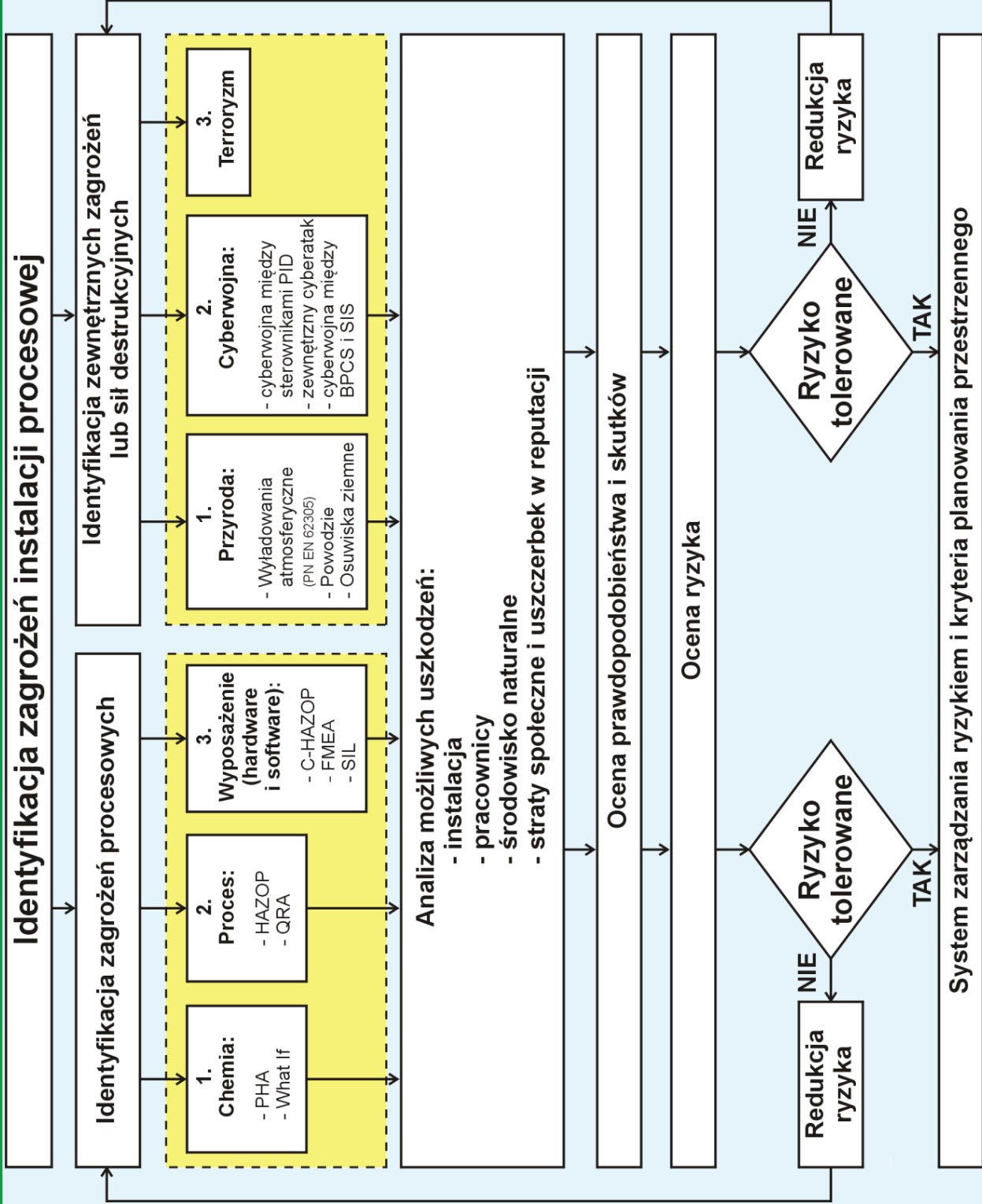


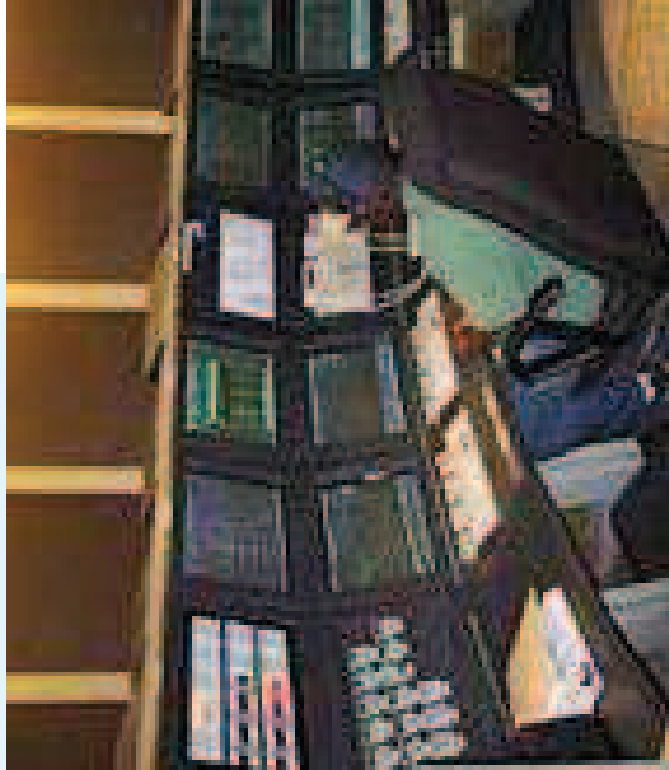
- Process Safety Management
- Equipment failure
- Lacking equipment
- Poor maintenance



Statystyka awarii wg MARS







Aramco cyber attack targeted

all Saudi oil, gas production

HP News Services | 12.11.2012

Saudi Aramco says an August cyber attack on its computer network targeted not just the company but the Saudi economy as a whole. The interior ministry joined Aramco in its investigation into the attack that affected some 30,000 of the company's computers.

Hydrocarbon Processing, Dec. 2012



National Critical Energy Infrastructure
Protection in Europe

Cyber security and Critical National Infrastructure

PROTECTING CRITICAL
INFRASTRUCTURE IN THE EU

**Homeland Security Presidential Directive 7: Critical
Infrastructure Identification, Prioritization, and
Protection** (*prez. Barack Obama*)



Czy jesteśmy bezpieczni w internecie ?

17 % Polaków padło ofiarą kradzieży tożsamości

46 % z nich straciło pieniądze z konta

35'000 zł średnia strata ofiary kradzieży tożsamości

**1 rok - średnio zanim ofiara się zorientuje, że ktoś
ukradł jej tożsamość**

Nowe zagrożenia



Dziękuję za uwagę.



**Podstawowe założenia opracowania
„Zasady diagnostyki i oceny trwałości
eksploatacyjnej elementów kotłów
i rurociągów pracujących w warunkach
pełzania”**

mgr inż. Sylwiusz Brzuska; dr inż. Mariusz Łucki
Wydział Urządzeń Ciśnieniowych



PLAN PREZENTACJI:

1. **WSTĘP**
2. **CEL I GENEZA OPRACOWANIA**
3. **ZASADNICZE ELEMENTY OPRACOWANIA**
4. **ZASADA DIAGNOSTYKI UJĘTA W OPRACOWANIU**
5. **PODSUMOWANIE**



1. WSTĘP

Urzędu Dozoru Technicznego (UDT) na mocy ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym wspiera państwo, obywateli i podmioty gospodarcze w działaniach służących zapewnieniu bezpieczeństwa użytkowania urządzeń technicznych oraz ochrony mienia i środowiska.

UDT bada stan urządzeń technicznych oraz uczestniczy w procesie związanym z oceną trwałości elementów urządzeń ciśnieniowych, w tym elementów pracujących w warunkach pełzania.



2. CEL I GENEZA OPRACOWANIA

Celem opracowania jest opis praktyki inżynierskiej stosowanej w obszarze działania UDT i wykorzystywanej do weryfikacji metodyki diagnostycznej dla elementów kotłów i rurociągów pracujących w warunkach pełzania.

Na powstanie opracowania wpływ miała:

- ✓ potrzeba określenia jednolitych zasad diagnostyki,
- ✓ oczekiwanie podmiotów gospodarczych na wytyczne dotyczące oceny trwałości elementów pracujących w warunkach pełzania,
- ✓ stosowanie zróżnicowanych metod badań oraz odmiennych charakterystyk do określania pozostałej trwałości eksploatacyjnej elementów krytycznych.



3. ZASADNICZE ELEMENTY OPRACOWANIA

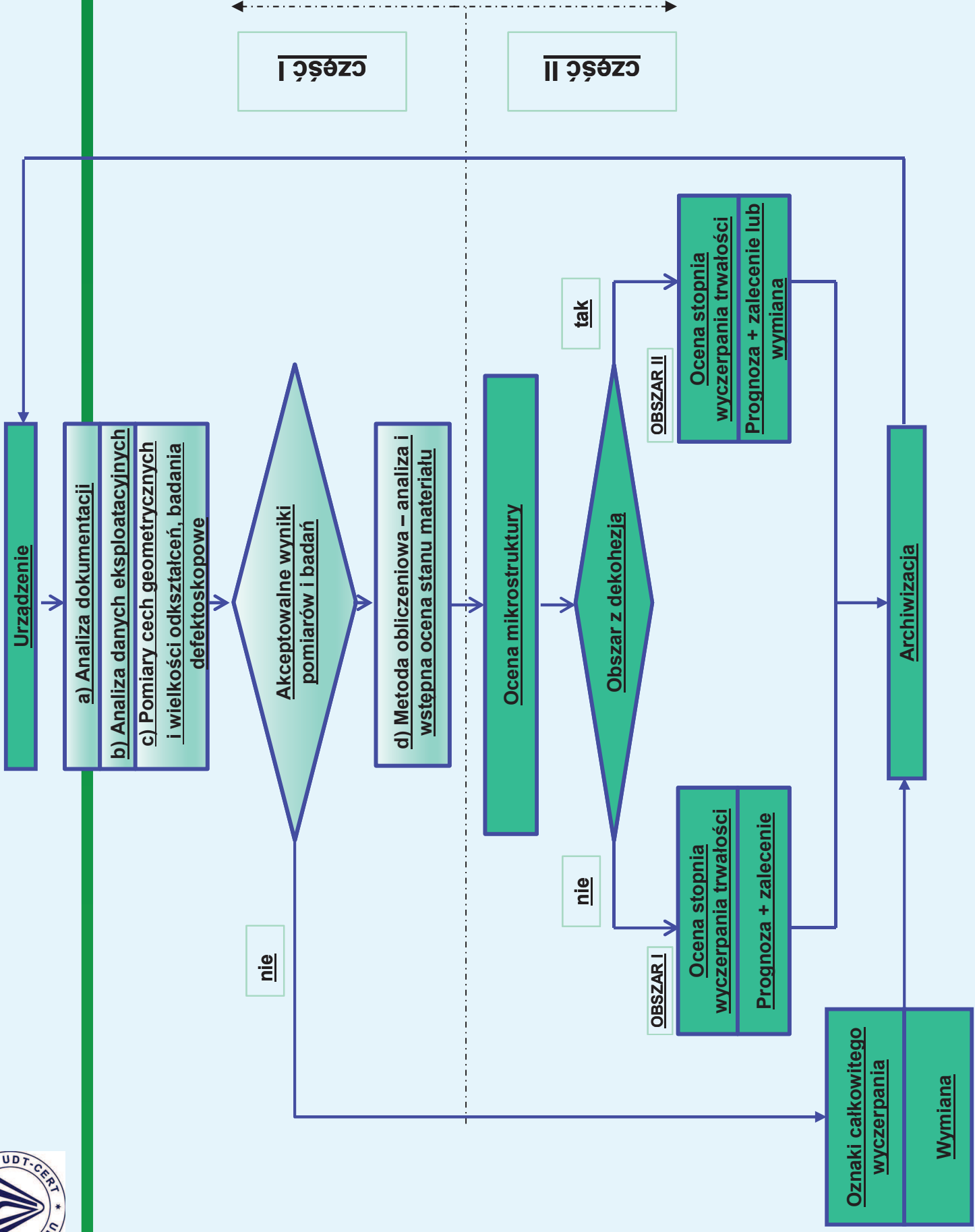
Algorytm określa zasady diagnostyki i oceny trwałości elementów kotłów i rurociągów pracujących w warunkach pełzania.

Algorytm pod względem strukturalnym składa się z dwóch części.

Część I – typowanie obszarów do badań + wstępna ocena stanu elementu.

Część II – diagnostyka.

Część I \Rightarrow cztery moduły (w dwóch algorytm wewnętrzny).
Część II \Rightarrow dwa obszary diagnostyczne (z algorytmem wewnętrznym).

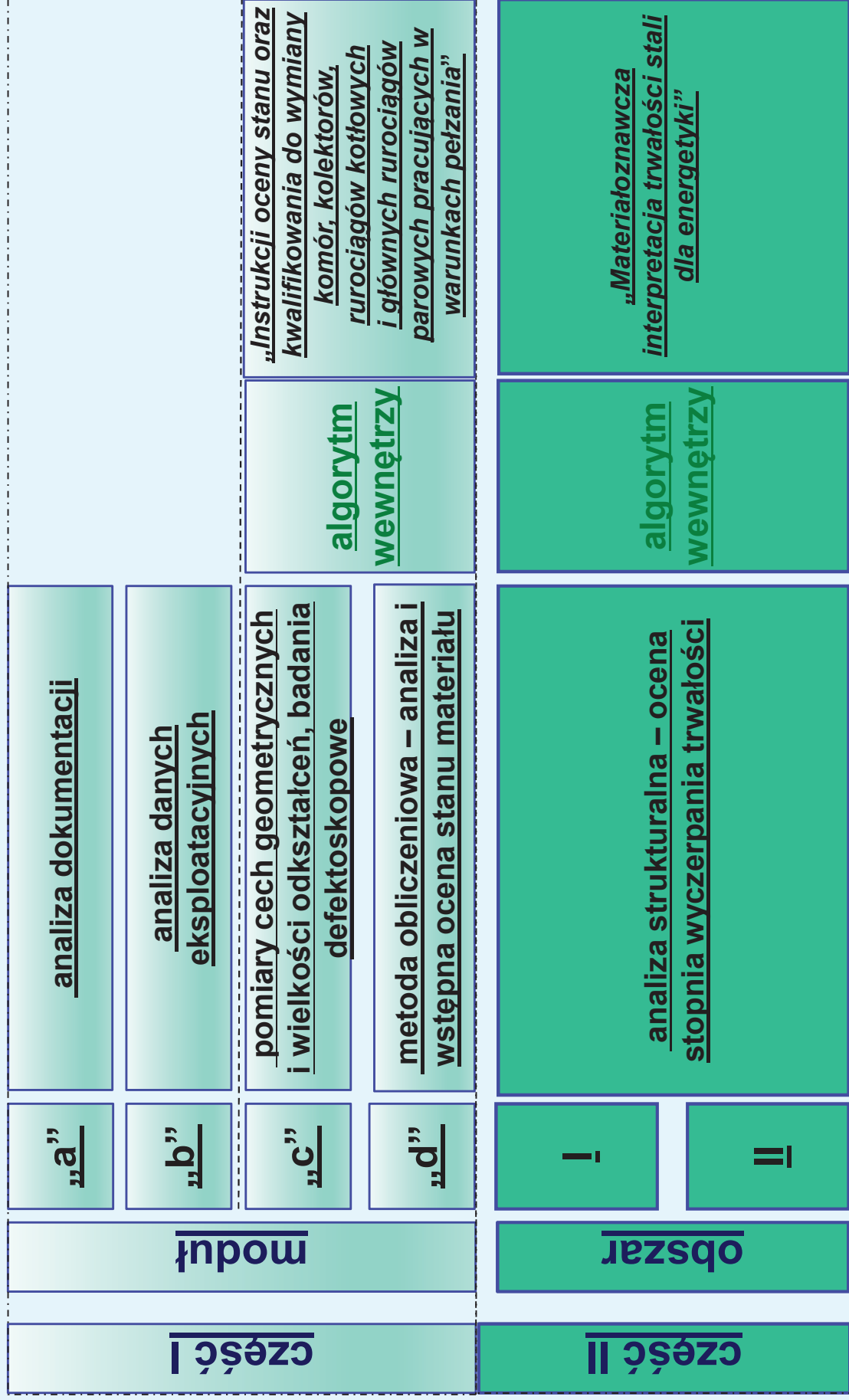




Zasady diagnostyki i oceny trwałości eksploatacyjnej elementów kotłów i rurociągów pracujących w warunkach pełzania



algorytm wewnętrzny





4. ZASADA DIAGNOSTYKI UJĘTA W OPRACOWANIU

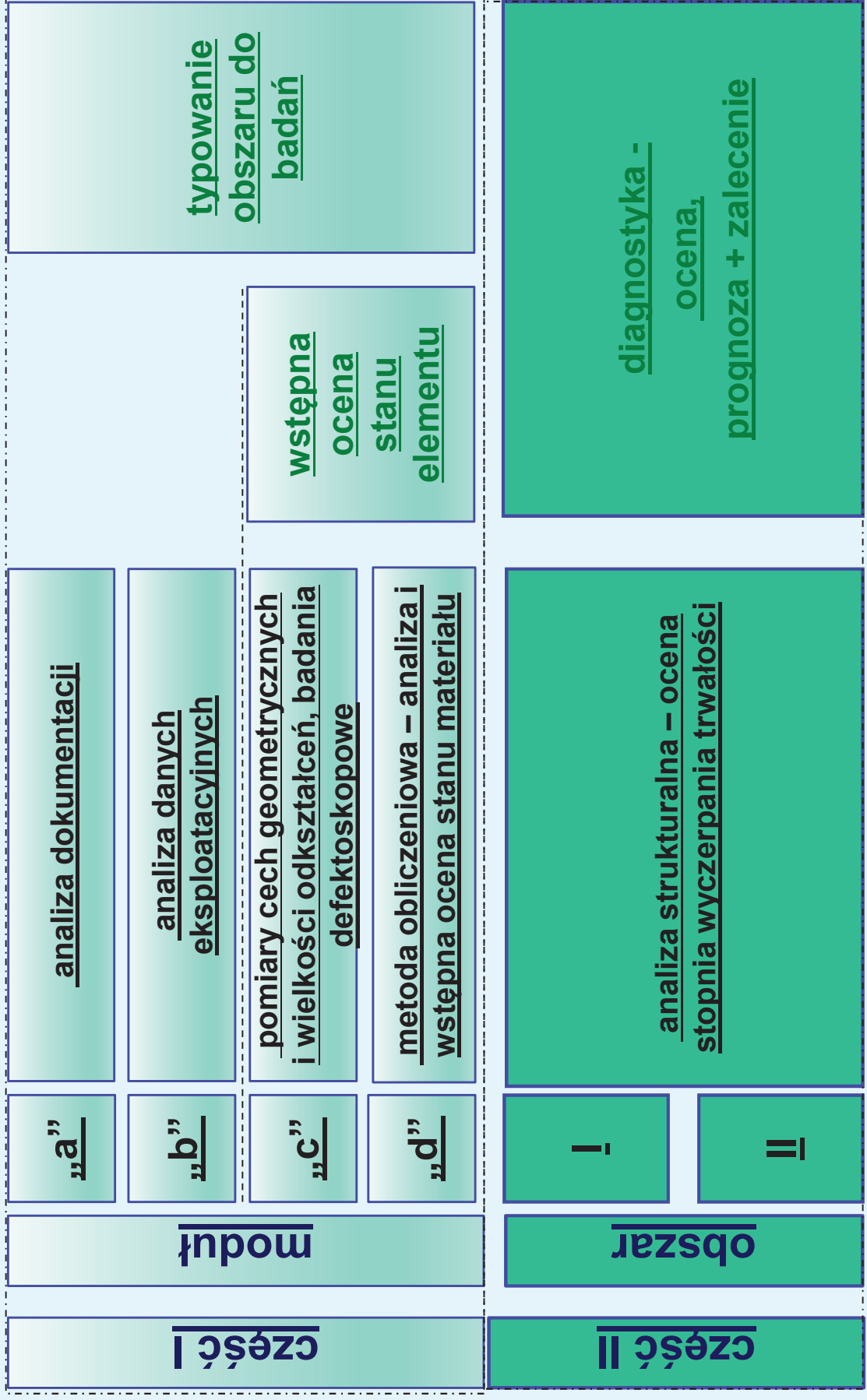
W poszczególnych częściach algorytmu w obrębie danego modułu / obszaru realizowane jest funkcja:

- typowania obszarów do badań – retrospekcja + metoda obliczeniowa,
- wstępnej oceny stanu elementu – pomiary i badania + metoda obliczenia,
- diagnostyczna.

Podstawowym narzędziem diagnostycznym w ocenie stanu elementu jest analiza struktury materiału.



funkcje składowe algorytmu





zasada diagnostyki

diagnostyka

ocena

prognoza

część II

ocena strukturalna stali:

- ferrytyczno – perlitycznej,
- ferrytyczno – perlityczno – bainitycznej,
 - ferrytyczno – bainitycznej,
- ferrytyczno – bainityczno – perlitycznej,
 - odpuszczonego martenzytu.

obszar

II

I

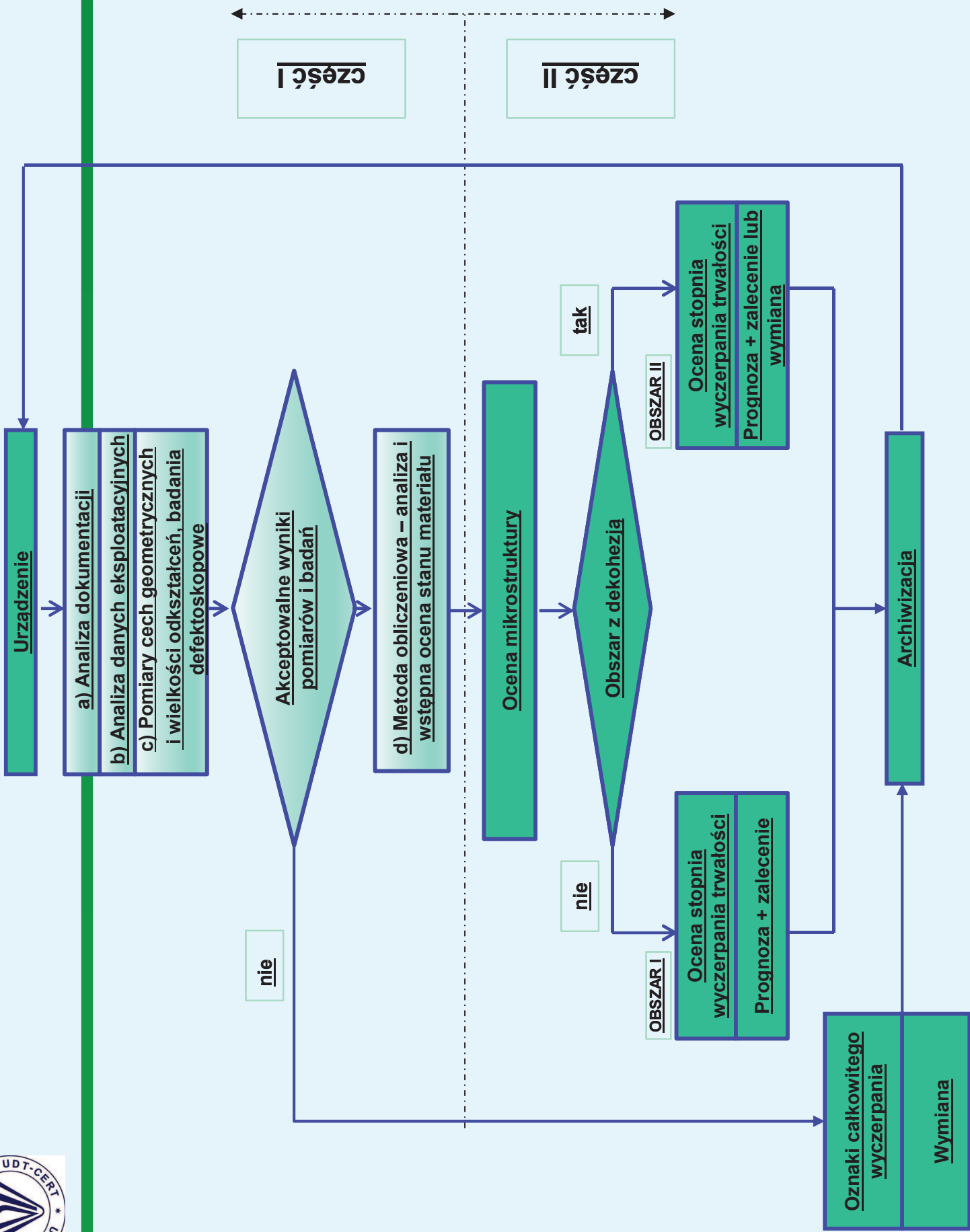
wyznaczenie stopnia wyczerpania trwałości

t/t_r

określenie klasy struktury

wyznaczenie dopuszczalnego okresu eksploatacji do następnego przeglądu







OBSZAR I

Analiza struktury

Stan struktury zbliżony do stanu wyjściowego

16M

15HM

10H2M

13HMF

X20CrMoV11-1

perlit z ferrytem
 $t/t_r = \text{do } 0,3$
Klasa struktury: 0/2

perlit z ferrytem (bainit)
 $t/t_r = \text{do } 0,3$
Klasa struktury: 0/2

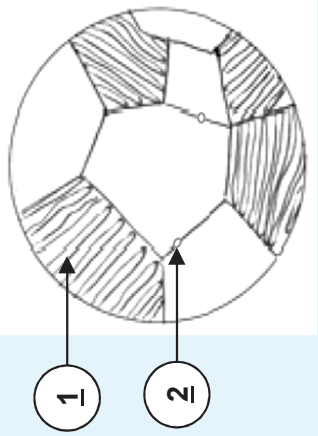
bainit z ferrytem
 $t/t_r = \text{do } 0,3$
Klasa struktury: 0/2

bainit/perlit z ferrytem
 $t/t_r = \text{do } 0,3$
Klasa struktury: 0/2

martenzyt odpuszczony
 $t/t_r = \sim \text{do } 0,2$
Klasa struktury: 0/1

czas eksploatacji od 100 000 do 200 000 h: max 60 000 h
czas eksploatacji powyżej 200 000 h: max 40 000 h

Stali ferrytyczno – perlityczna (np. 16M), bez uszkodzeń wewnętrznych

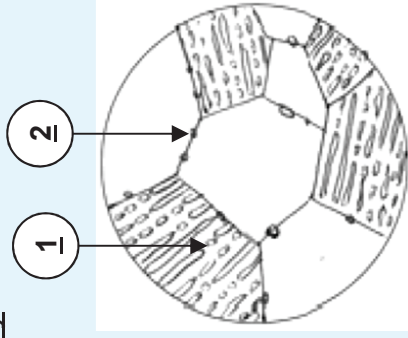
Stan podstawowych składników struktury	Skład fazowy węglików	Klasa struktury	t/t _r	Maksymalny czas dopuszczenia do dalszej eksploatacji	
				Dotychczasowy czas pracy od 100 do 200 tys. h	Dotychczasowy czas pracy większy od 200 tys. h
<p>Struktura zbliżona do stanu wyjściowego - perlit z ferrytem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • budowa płytkowa cementytu w perlicie, • drobne pojedyncze lub nieliczne węgliki na granicach ziarn ferrytu. <p>model struktury</p>  <p>1. płytki cementytu w perlicie, 2. drobne węgliki na granicy ziarn ferrytu.</p>	M ₃ C w postaci płytek	0/1	do 0,2		
	M ₃ C w postaci częściowo sfragmentaryzowanych płytek + (M ₂ C)	1/2	0,2 ÷ 0,3	60 tys. h	40 tys. h + DT



Nieznacznym lub częściowym rozpadem perlitu:

- nieznacznym rozpadem perlitu w perlicie,
- węgliki na granicach ziarn ferrytu tworzące miejscami łańcuszki,
- zapoczątkowanie koagulacji płytek cementytu w perlicie.

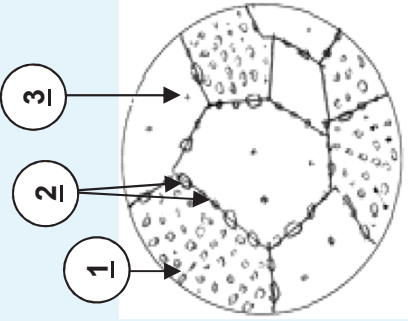
model struktury



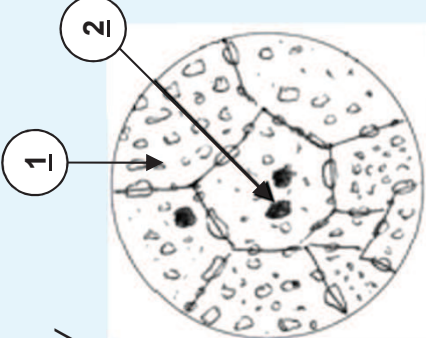
1. fragmentacja płytek cementytu w perlicie,
2. wydzielenia na granicach ziarn ferrytu.

	<p>M₃C w postaci częściowo sfragmentaryzowanych płytek + (M₂C)</p>	<p>2/3</p>	<p>0,3 ÷ 0,4</p>	<p>40 tys. h</p>	<p>30 tys. h + DT</p>
--	--	------------	------------------	------------------	-----------------------



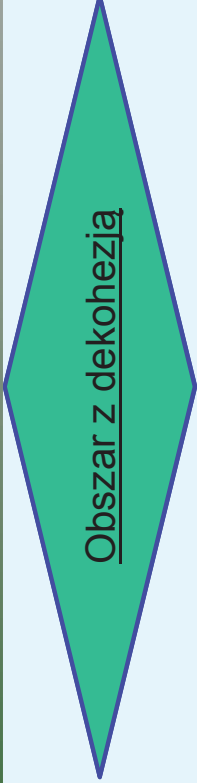
<p>Znaczący rozpad perlitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zaawansowany proces koagulacji i koalescencji węglików w obszarach perlitycznych, • znaczna ilość węglików zróżnicowanej wielkości w obszarach perlitycznych, • łańcuszki węglików na granicach ziarn ferrytu, • drobne węgliki wewnątrz ziarn ferrytu. 	<p>M₃C w postaci sfragmentaryzowanych płytek + M₂C</p>	<p>3</p>	<p>0,4</p>	<p>30 tys. h</p>	<p>15 tys. h + DT</p>
<p><u>model struktury</u></p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. skoagulowane wydzielenia w perlicie, 2. łańcuszki wydzieleni na granicach ziarn, 3. drobne węgliki wewnątrz ziarn ferrytu. 	<p>M₃C w postaci sfragmentaryzowanych płytek + M₂C / M₃C w postaci skoagulowanej +M₂C</p>	<p>3/4</p>	<p>0,4 ÷ 0,6</p>	<p>10 tys. h</p>	<p>6 tys. h + DT</p>



<p>Całkowity zanik obszarów perlitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ferryt z węglkami (i grafitem), • dalsza koagulacja i koalescencja węglików w ferrycie, • dalszy znaczny wzrost wielkości węglików, • węgliki w miarę równomiernie rozmieszczone w ferrycie, • możliwość występowania grafitu. <p><i>model struktury</i></p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. węgliki o zróżnicowanej wielkości w miarę równomiernie rozmieszczone w ferrycie, 2. grafit (możliwy). 	<p>M_3C w postaci skoagulowanych wydzieleń + M_2C, możliwość występowania grafitu.</p>	<p>4</p>	<p>od 0,6</p>	<p>10 tys. h + DT</p>	<p>Należy rozpatrzyć indywidualnie</p>
---	--	----------	---------------	-----------------------	--



nie



tak

OBSZAR II

Klasa uszkodzenia: A

W zależności od stopnia rozwoju uszkodzeń - podklasy: A1, A2

-dla stali dwuskładnikowej: (A/1 ÷ A/2) 40 ÷ 25 tys h + DT

-dla stali martenzytycznej i trójskładnikowej: (A/1 ÷ A/2) 30 ÷ 20 tys h + DT

Klasa uszkodzenia: B1

-dla stali dwuskładnikowej: (B/1 ÷ B/2) 15 ÷ 10 tys h + DT

-dla stali martenzytycznej i trójskładnikowej: (B/1 ÷ B/2) 10 ÷ 6 tys h + DT

Klasa uszkodzenia: B2

-dla stali dwuskładnikowej: (B/3 ÷ B/4) 10 ÷ 3 tys h + DT

-dla stali martenzytycznej i trójskładnikowej: (B/3 ÷ B/4) 6 ÷ 2 tys h + DT

Klasa uszkodzenia: C

-dla stali dwuskładnikowej: (C/1 ÷ C/2) max 3 tys h

-dla stali martenzytycznej i trójskładnikowej: (C/1 ÷ C/2) max 2 tys h

wymiana

Analiza struktury

Powstawanie pustek

$$t/t_r = \sim \text{od } 0,5 \div 0,7$$

Klasa uszkodzenia: A (A1, A2)

Klasa struktury: 3, (dla martenzytycznych, klasa: 4)

Rozwój pustek

$$t/t_r = \sim \text{od } 0,6 \div 0,8$$

Klasa uszkodzenia: B (B1/B2)

Klasy struktur: 4, 5, (dla martenzytycznych, klasa: 5)

Powstawanie mikropeknięć

$$t/tr = \sim \text{od } 0,8 \div 0,9$$

Klasa uszkodzenia: C

Klasa struktur: 6

Powstawanie makropeknięć

$$t/t_r = \sim \text{od } 0,9 \div 1$$

Klasa uszkodzenia: D

Klasa struktur: 7



PODSUMOWANIE

- Opracowanie jest opisem praktyki inżynierskiej stosowanej w UDT wykorzystywanej do weryfikacji metodyki diagnostycznej dla elementów kotłów i rurociągów pracujących w warunkach pełzania.
- Nadrzędną rolę w ocenie stanu elementu pełni analiza obrazu struktury materiału. Funkcję pomocniczą (weryfikującą) pełni metoda obliczeniowa.
- Ewentualne rozbieżności w ocenie czasu dopuszczenia elementu do dalszej eksploatacji określonego metodą obliczeniową i za pomocą analizy obrazu degradacji struktury należy zawsze rozpatrywać indywidualnie.



Zasady diagnostyki i oceny trwałości eksploatacyjnej elementów kotłów
i rurociągów pracujących w warunkach pełzania



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

mgr inż. Sylweryusz Brzuska; dr inż. Mariusz Łucki

sylweryusz.brzuska@udt.gov.pl; sylweryusz.brzuska@udt-cert.pl; mariusz.lucki@udt.gov.pl

Wydział Urządzeń Ciśnieniowych