



**TAURON**

**ZSDS**

# Zintegrowany System Diagnostyki Sieciowej



**Fundusze Europejskie**  
Inteligentny Rozwój

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



Narodowe Centrum  
Badań i Rozwoju

[tauron.pl](http://tauron.pl)

# Zintegrowany System Diagnostyki Sieciowej



## **Cel wdrożenia:**

Stworzenie eksperckiego systemu informatycznego wspomagającego dokonywanie oceny stanu technicznego transformatorów WN/SN oraz podejmowania decyzji biznesowych, w oparciu o analizę wyników wieloparametrycznej diagnostyki.

## ***Oczekiwane efekty wdrożenia:***

- Uzyskanie kompleksowej oceny stanu technicznego populacji transformatorów WN/SN.
- Optymalizacja okresu użytkowania transformatorów poprzez wspomaganie decyzji: naprawa – modernizacja – wymiana.
- Wydłużenie okresu bezawaryjnej eksploatacji oraz wspomaganie decyzji o wycofaniu z eksploatacji jednostek o najgorszym stanie technicznym.
- Podniesienie efektywności inwestycji.
- Uzyskanie danych pozwalających zarządzać ryzykiem awarii.

# Ogólny opis systemu ZSDS

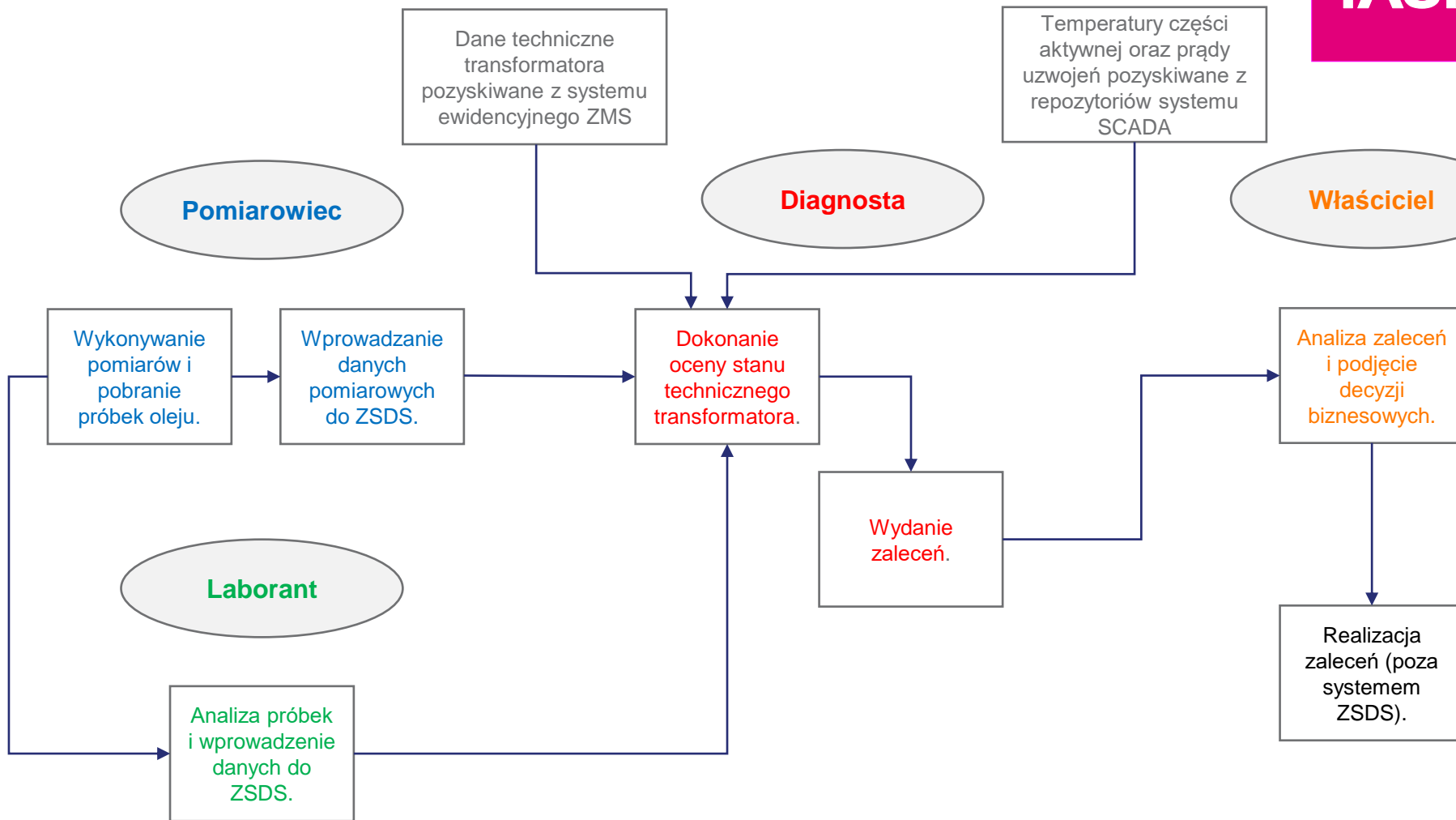


System jest wykorzystywany przez użytkowników realizujących wszystkie etapy procesu diagnostyki transformatorów:

1. **Pomiarowiec** – pracownik realizujący pomiary na stanowisku roboczym.
2. **Laborant** – specjalista wykonujący analizę właściwości oleju elektroizolacyjnego.
3. **Diagnosta** – specjalista analizujący komplet pomiarów i danych z eksploatacji transformatora i formułujący na tej podstawie ocenę jego stanu technicznego oraz zalecenia.
4. **Właściciel** – pracownik komórki odpowiedzialnej za utrzymanie majątku sieciowego, zatwierdzający wyniki diagnostyki oraz podejmujący ostateczne decyzje w zakresie dalszej eksploatacji transformatora.

Na etapie diagnozowania potencjalnych defektów urządzenia i wynikających z nich zaleceń system ZSDS udostępnia moduł wsparcia eksperckiego bazujący na mechanizmach wnioskujących wykorzystujących elementy sztucznej inteligencji.

# Diagram pokazujący role użytkowników ZSDS



# ZSDS – zakres danych



System umożliwia wyszukanie konkretnych transformatorów według zadanych kryteriów i udostępnia zgromadzone dane znamionowe, wyniki pomiarów i powiązane z nimi raporty i dokumenty.



Szukaj

Wyszukiwanie zaawansowane

Wyczyść filtry

Pokaż wszystkie dane  NIE

Oddział:

Zaznacz...

Data budowy od:

Zaznacz... ▾

Data budowy do:

Zaznacz... ▾

Moc GN [kVA]:

Zaznacz...

Stacja:

Zaznacz...

Producent:

Zaznacz...

Napięcie GN [kV]:

Zaznacz...

Status:

Zaznacz...

Typ:

Zaznacz...

Napięcie DN1 [kV]:

Zaznacz...

Liczba uzwojeń:

Zaznacz...

Grupa połączeń:

Zaznacz...

Napięcie DN2 [kV]:

Zaznacz...



# ZSDS – zakres danych



Po wyszukaniu transformatora system wyświetla jego dane znamionowe oraz menu z dostępnymi akcjami.

zsdz  
https://zsdz.apps.ocptest.tpe.corp

1019 Szukaj Wyszukiwanie zaawansowane Wyczyść filtry Pokaż wszystkie dane

Wyniki wyszukiwania Pobierz dane Eksportuj Resetuj ustawienia Widoczność kolumn

Nr fabryczny	Id SZMS	Oddział	Stacja GPZ	Stanowisko	Producent	Typ	Rok budowy	Moc GN [kVA]	Napięcie GN [kV]	Napięcie DN1 [kV]	Napięcie DN2 [kV]	Status transformatora	Status sesji elektrycznej	Status sesji olejowej	Status sesji diagnostycznej	Kto wprowadza dane (pomiar elektryczne)	Kto wprowadza dane (badania olejowe)	Kto wprowadza dane (diagnostyka)
1019	76592510	Wrocław	Leśnica	1	ZREW Transformatory	TJRc 40000/115	2018	40000	115	22	n/d	Uszkodzony	W trakcie wprowadzania danych	Przyjęta	W trakcie wprowadzania danych	jeffrymus	pclupek	pclupek

5 10 20 100 Strona 1 z 1 (liczba wierszy: 1)

Nr fabryczny: 1019 Id SZMS: 76592510 Stacja GPZ: Leśnica Stanowisko: 1 Rok budowy: 2018 Moc GN: 40000 [kVA] Napięcie GN: 115 [kV] Napięcie DN1: 22 [kV] Napięcie DN2: n/d

Dane znamionowe	Karta oględzin	Prądy magnesujące	tg(δ) + C uzwojeń	tg(δ) + C izolatorów	SFRA
Zawilgocenie izolacji FDS	R uzwojeń	R izolacji	Badania PPZ	Wł. fiz.-chem. oleju	DGA
Zawartość furanów	Temperatura SPOTEL	Obciążenia	Defekty, Zalecenia, WPE	Zdarzenia	Raporty
Załączniki				Pobierz dane	Diagnostyka

Dane znamionowe

Data aktualizacji danych znamionowych 15-06-2020

Dane transformatora		Dane izolatorów przepustowych		Dane PPZ	
Producent	ZREW Transformatory	Faza	L1	Producent	SMS Shanghai Huaming Power Equipment Co. Ltd.
Typ	TJRc 40000/115	Data wymiany izolatora	b/d	Typ	CVIII-350V/72,5-10193WR
Nr fabryczny	1019	Nr fabryczny	12SCT24004283/02	Nr fabryczny	E-V180129
Rok budowy	2018	Producent	ABB	Rok produkcji	2018
Moc GN [kVA]	40 000	Typ	GOB550/800-0.1	Stan licznika	1000
Napięcie GN [kV]	115	Gniazdo pomiarowe	Tak	Dane napędu PPZ	
Napięcie DN1 [kV]	22	Faza	L2	Producent	SMS
Napięcie DN2 [kV]	n/d	Data wymiany izolatora	b/d	Typ	CMA7
Prąd GN [A]	200,8	Nr fabryczny	12SCT24004283/03	Nr fabryczny	E-V180129
Prąd DN1 [A]	1049,7	Producent	ABB	Rok budowy	2018
Prąd DN2 [A]	n/d	Typ	GOB550/800-0.1	Dane znamionowe uległy zmianie	
Grupa połączeń	Ynd11	Gniazdo pomiarowe	Tak	OK	
Straty jałowe [kW]	11,96	Faza	L3		
Straty obciążeniowe GN/DN1 [kW]	181,65	Data wymiany izolatora	b/d		
Straty obciążeniowe GN/DN2 [kW]	n/d	Nr fabryczny	12SCT24004795/02		
Straty obciążeniowe DN1/DN2 [kW]	n/d	Producent	ABB		
Napięcie zwarcia GN/DN1 [%]	11,45	Typ	GOB550/800-0.1		
Napięcie zwarcia GN/DN2 [%]	n/d	Gniazdo pomiarowe	Tak		
Napięcie zwarcia DN1/DN2 [%]	n/d	Punkt	N		
Układ chłodzenia	ON-AF	Data wymiany izolatora	b/d		
Rodzaj izolacji	Olei mineralny	Nr fabryczny	12SCT24004796/01		
		Producent	ABB		
		Typ	GOB325/800		
		Gniazdo pomiarowe	Tak		

KONFERENCJA TRANSFORMATOR'24  
Wiśła 17 - 18 kwietnia 2024 r.

tauron.pl

# ZSDS – zakres danych



Dane pogrupowane są w zakładkach ułatwiających nawigację i wybór zakresu  
Poniżej przykładowy widok ekranu z wyświetlanymi wynikami pomiarów rezystancji czynnej uzwojeń.

Nr fabryczny: 1019	Id SZMS: 76552510	Stacja GPZ: Leśnica	Stanowisko: 1	Rok budowy: 2018
Dane znamionowe	Karta oględzin	Prądy magnesujące		
Zawilgocenie izolacji FDS	R uzwojeń	R izolacji		
Zawartość furanów	Temperatura SPOTEL	Obciążenia		
Załączniki				

R uzwojeń

Tabela R uzwojeń

Data pomiaru	Rodzaj badania	Temp. otoczenia [°C]	Temp. pomiaru [°C]	Pomiar rezystancji czynnej uzwojeń GN					Max uchyb [%]
				Zaczepek	Rezystancja [ $\Omega$ ]				
					R <sub>a</sub>	R <sub>b</sub>	R <sub>c</sub>	R <sub>SR</sub>	
24-05-2022	Powaryjny	20	20	1	0,6280	1,0230	1,0370	0,8960	29,91
15-06-2020	Eksploatacyjny	25	20	13	0,5930	0,5970	0,5950	0,5950	0,34

# Diagnostyka

Pełen proces diagnostyki transformatora składa się z trzech etapów:

- **sesji pomiarów elektrycznych** realizowanej przez Pomiarowca,
- **sesji badań olejowych** wykonywanych przez Laboranta,
- **sesji diagnostycznej** przeprowadzanej przez Diagnostę.

Rozpoczęcie sesji, a następnie zmiana bieżącego etapu następuje po kliknięciu w odpowiedni przycisk akcji (dostępne są w zależności od nadanych uprawnień i bieżącego etapu diagnostyki).

Diagnostyka	Zapisz	Zgłoszone uwagi	Podgląd raportu: Wybierz raport...			
Akcje - pomiary elektryczne:	+ Rozpocznij nową sesję (pomiary elektryczne)	✓ Zatwierdź pomiary elektryczne	✔ Przyjmij pomiary elektryczne	✗ Odrzuć pomiary elektryczne	🗑 Usuń sesję (pomiary elektryczne)	
Akcje - badania olejowe:	+ Rozpocznij nową sesję (badania olejowe)	✓ Zatwierdź badania olejowe	✔ Przyjmij badania olejowe	✗ Odrzuć badania olejowe	🗑 Usuń sesję (badania olejowe)	
Akcje - sesja diagnostyczna:	+ Rozpocznij nową sesję diagnostyczną	→ Przełącz do Analityka	✓ Zatwierdź diagnostykę	✔ Przyjmij diagnostykę	✗ Odrzuć diagnostykę	🗑 Usuń sesję diagnostyczną



# Diagnostyka

- Podstawowym sposobem wprowadzania wyników badań i pomiarów przez **Pomiarowca** jest import danych z pliku generowanego przez system sterujący aparaturą zainstalowaną na samochodach diagnostycznych.
- Równoległe do sesji Pomiarowca może być realizowana sesja **Laboranta**. W zakresie analizy DGA ma on do dyspozycji funkcjonalność zaimplementowanej analizy wyników wykorzystującą metodę trójkątów Duvala.

Wykres chromatografii gazów rozpuszczonych w oleju DGA

Oznaczany gaz [ $\mu\text{l/l}$ ]:

Data od:

01-01-2020

Data do:

26-11-2020

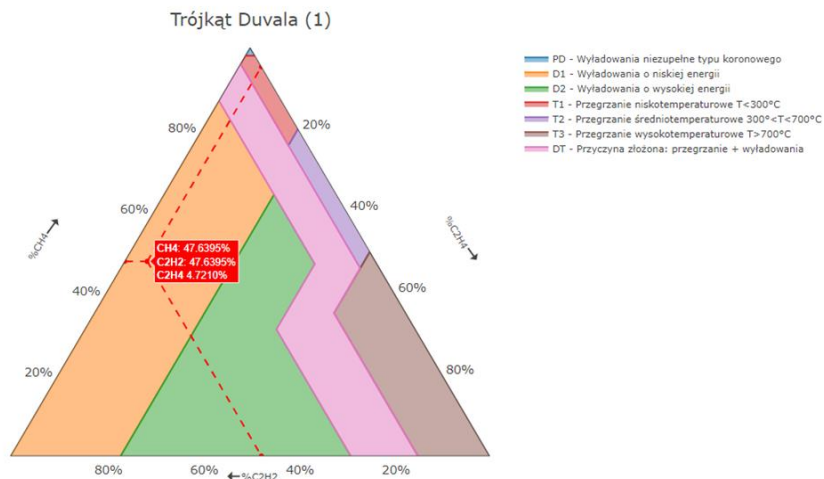
Zestaw danych:

C2H4 Etylen

Trójkąt Duvala:

Data:

26-11-2020



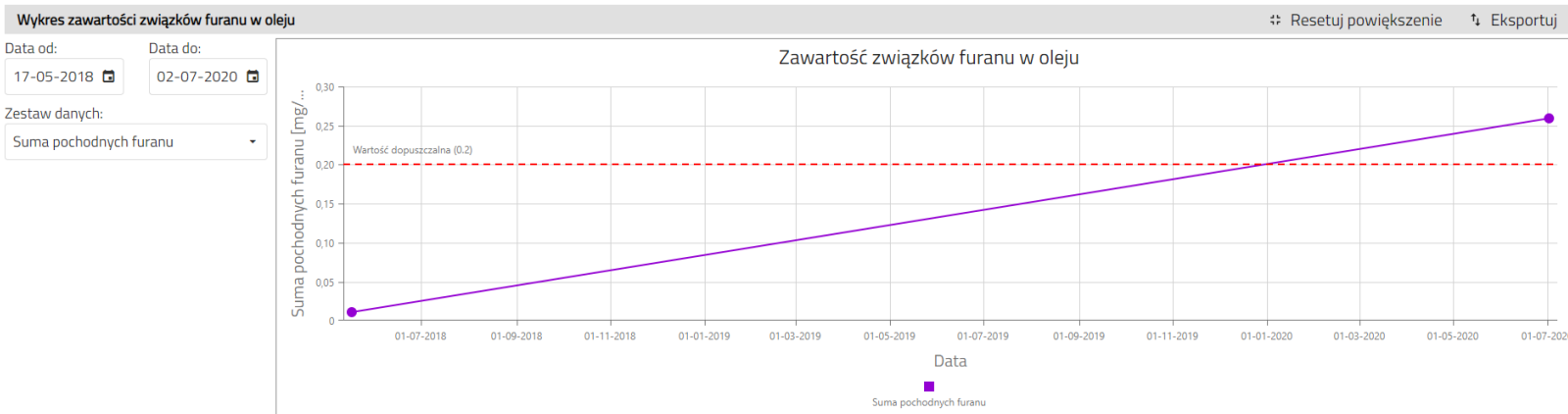
# Diagnostyka

- System wspomaga analizę porównawczą i ocenę trendów poprzez prezentację danych w tabelach lub na wykresach.

Wł. fiz-chem. oleju

Tabela właściwości fizyko-chemicznych oleju Eksportuj

Data pomiaru	Rodzaj badania	Miejsce pobrania	Temperatura oleju [°C]	Barwa	Klarowność	Zawartość wody wydzielonej	Zawartość stałych ciał obcych	Zawartość wody met. K. Fischera [ppm]	Liczba kwasowa [mgKOH/go]	Temperatura zapłonu [°C]	Napięcie przebiecia [kV]	Rezystywność $\rho$ (w temp. 50°C) [ $\Omega\text{m}$ ]*10 <sup>9</sup>	Konduktywność $\delta$ (w temp. 50°C) [ $\mu\text{S/m}$ ]	Współczynnik strat dielektrycznych tg( $\delta$ ) (w temp. 50°C)	Napięcie powierzchniowe [mN/m]
02-12-2020	Eksploatacyjny	dół	32	5	klarowny	nie zawiera	nie zawiera	0,10	0,038	143,0	61,2	4,88	0,21	0,0589	28,57
02-12-2020	Eksploatacyjny	górze	76	5	klarowny	nie zawiera	nie zawiera	0,00	0,039	143,5	66,4	5,09	0,20	0,0569	28,87
17-05-2018	Eksploatacyjny	dół	31	5	klarowny	nie zawiera	nie zawiera	0,11	0,034	143,5	66,6	7,29	0,14	0,0421	28,53
17-05-2018	Eksploatacyjny	górze	21	5	klarowny	nie zawiera	nie zawiera	0,22	0,034	143,5	68,0	7,43	0,14	0,0423	28,53



# Diagnostyka

- Właściwy proces diagnostyczny realizowany przez Diagnostę jest wspierany przez zaimplementowany do systemu ZSDS algorytm, wykorzystujący mechanizmy uczenia maszynowego.
- Wynikiem oceny stanu technicznego jest identyfikacja prawdopodobnych defektów badanego transformatora w postaci skatalogowanej listy.

## Wyniki algorytmu

Defekty transformatora				Eksportuj
Defekt	Opis	Wystąpienie wg algorytmu	Zatwierdzenie	
		(Wszystkie)	(Wszystkie)	
DEF1	Zawilgocenie oleju	☑	TAK	<input checked="" type="checkbox"/>
DEF2	Zestarczenie oleju	☑	TAK	<input checked="" type="checkbox"/>
DEF3	Wyładowania niezupełne		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF4	Przegrzania		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF5	Gazy pasożytnicze		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF6	Zestarczenie celulozy	☑	TAK	<input checked="" type="checkbox"/>
DEF7	Zawilgocenie izolacji stałej		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF8	Zestarczenie izolatorów		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF9	Odkształcanie uzwojeń		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF10	Zwarcia zwojowe		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF11	Asymetria uzwojeń	☑	TAK	<input checked="" type="checkbox"/>
DEF12	Brak ciągłości uzwojeń	☑	TAK	<input checked="" type="checkbox"/>
DEF13	Defekty PPZ		NIE	<input type="checkbox"/>
DEF14	Uszkodzenie obwodu magnetycznego		NIE	<input type="checkbox"/>

# Zalecenia



- Następnie algorytm generuje skorelowaną ze zdiagnozowanymi defektami listę proponowanych zabiegów eksploatacyjnych, remontowych oraz inwestycyjnych.

Zalecenia dla transformatora				
Zalecenie	Opis	Wystąpienie wg algorytmu	Zatwierdzenie	Zalecany termin realizacji
Z1	Wierowanie oleju (odgazowanie, usunięcie cząstek stałych).	(Wszystkie)	<input type="checkbox"/>	(Wszystkie)
Z2	Przegląd, czyszczenie i usunięcie wycieków z izolatorów przepustów.		<input type="checkbox"/>	
Z3	Naprawa światłowodowego miernika temperatury.		<input type="checkbox"/>	
Z4	Przegląd i regulacja/wymiana głowicy PPZ.		<input type="checkbox"/>	
Z5	Sprawdzenie ciągłości toru prądowego i czasy niejednoczesności na wszystkich zaczepek PPZ.		<input type="checkbox"/>	
Z6	Naprawa/wymiana napędu PPZ.		<input type="checkbox"/>	
Z7	Usunięcie usterek układu chłodzenia.		<input type="checkbox"/>	
Z8	Uzupełnienie ubytków powłoki lakierniczej.		<input type="checkbox"/>	
Z9	Uzupełnienie znaczących ubytków powłoki lakierniczej i korozji.		<input type="checkbox"/>	
Z10	Usunięcie drobnych wycieków oleju.		<input type="checkbox"/>	
Z11	Usunięcie wycieków z uszczelki głównej.		<input type="checkbox"/>	
Z12	Wymiana lub naprawa termometrów.		<input type="checkbox"/>	
Z13	Wymiana lub naprawa uszkodzonego okablowania obwodów wtórnych.		<input type="checkbox"/>	
Z14	Czyszczenie, wymiana lub naprawa olejowskafów.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Do 3 miesięcy
Z15	Uzupełnienie niedoboru oleju.		<input type="checkbox"/>	
Z16	Wymiana silikazelu w odwilżaczu lub naprawa odwilżacza.		<input type="checkbox"/>	
Z17	Montaż lub naprawa systemu asekuracji przed upadkiem z wysokości.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zalecenie niezwłoczne
Z18	Rozważyć likwidację transformatora.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Z19	Rewizja w celu określenia zasadności i zakresu remontu transformatora.		<input type="checkbox"/>	
Z20	Suszenie izolacji stałej.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Do 6 miesięcy
Z21	Wymiana lub regeneracja oleju.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Do 6 miesięcy
Z22	Wymiana przepustów.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Do 6 miesięcy
Z23	Rewizja wewnętrzna. Sprawdzenie wyprowadzenia toru prądowego uzwojenia, dla którego wystąpiła asymetria lub brak ciągłości...		<input type="checkbox"/>	
Z24	Wykonanie pomiaru wylądowań niepełnych.		<input type="checkbox"/>	
Z25	Wykonanie badania właściwości fizykochemicznych oleju.		<input type="checkbox"/>	
Z26	Wykonanie badania chromatograficznego oleju (DGA).		<input type="checkbox"/>	
Z27	Wykonanie badania koncentracji związków furanu w oleju.		<input type="checkbox"/>	
Z28	Wykonanie pomiarów elektrycznych.		<input type="checkbox"/>	
Z29	Wykonanie pełnego zakresu badań diagnostycznych transformatora.		<input type="checkbox"/>	
Z30	Zmiana nastawy alarmu temperaturowego.		<input type="checkbox"/>	

# Perspektywy eksploatacji

- Oprócz defektów i zaleceń algorytm przypisuje badanemu transformatorowi liczbowy Wskaźnik Perspektyw Eksploatacji (WPE), określający stan techniczny jednostki w kontekście jej dalszej eksploatacji.

Grupa	Etykieta	Wartości graniczne WPE
1	<i>Nie wymaga istotnych zabiegów eksploatacyjnych/inwestycyjnych</i>	WPE < 10
2	<i>Wymagane zabiegi eksploatacyjne/inwestycyjne</i>	$10 \leq \text{WPE} \leq 50$
3	<i>Wymagane istotne zabiegi eksploatacyjne/inwestycyjne</i>	WPE > 50

Wskaźnik perspektyw eksploatacji Σ Przelicz WPE ↕ Eksportuj ↻ Resetuj ustawienia ■ Widoczność kolumn

Grupa ▼	Opis ▼	WPE wg algorytmu ▼	WPE wg defektów zatwierdzonych przez diagnostę/analityka ▼	Wystąpienie wg algorytmu ▼	Wystąpienie wg defektów zatwierdzonych przez diagnostę/analityka ▼
🔍	🔍	🔍	🔍	(Wszystkie) ▼	(Wszystkie) ▼
G1	Nie wymaga istotnych zabiegów eksploatacyjnych/inwestycyjnych	b/d	b/d		
G2	Wymagane zabiegi eksploatacyjne/inwestycyjne	26	26	✔	✔
G3	Wymagane istotne zabiegi eksploatacyjne/inwestycyjne	b/d	b/d		

5 10 20 100 Strona 1 z 1 (liczba wierszy: 3) 1

# Decyzje biznesowe

- Ostateczne decyzje o zakresie i terminie realizacji zaleceń podejmowane są przez Właściciela.

Zalecenia dla transformatora							
Zalecenie	Opis	Wystąpienie wg algorytmu	Zatwierdzenie przez Diagnostę / Analityka	Zalecany termin realizacji przez Diagnostę / Analityka	Przyjęcie przez Właściciela	Zalecany termin realizacji przez Właściciela	Potwierdzenie realizacji
Z1	Wierowanie oleju (odgazowanie, usunięcie cząstek stałych).	(Wszystkie)	(Wszystkie)		<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z2	Przegląd, czyszczenie i usunięcie wycieków z izolatorów przepustów.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z3	Naprawa światłowodowego miernika temperatury.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z4	Przegląd i regulacja/wymiana głowicy PPZ.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z5	Sprawdzenie ciągłości toru prądowego i czasy niejednoczesności na wszystkich zaczepek PPZ.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z6	Naprawa/wymiana napędu PPZ.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z7	Usunięcie usterek układu chłodzenia.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z8	Uzupełnienie ubytków powłoki lakierniczej.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z9	Uzupełnienie znaczących ubytków powłoki lakierniczej i korozji.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z10	Usunięcie drobnych wycieków oleju.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z11	Usunięcie wycieków z uszczelki głównej.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z12	Wymiana lub naprawa termometrów.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z13	Wymiana lub naprawa uszkodzonego okablowania obwodów wtórnych.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z14	Czyszczenie, wymiana lub naprawa olejowskazów.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z15	Uzupełnienie niedoboru oleju.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z16	Wymiana silikażelu w odwilżaczu lub naprawa odwilżacza.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z17	Montaż lub naprawa systemu asekuracji przed upadkiem z wysokości.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z18	Rozważyć likwidację transformatora.	<span style="color:red">⊗</span>			<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z19	Rewizja w celu określenia zasadności i zakresu remontu transformatora.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z20	Suszenie izolacji stałej.				<span style="color:red">■</span> NIE		<span style="color:red">■</span> NIE
Z21	Wymiana lub regeneracja oleju.	<span style="color:red">⊗</span>	<span style="color:red">⊗</span>	Do 3 miesięcy	<span style="color:green">■</span> TAK	30-08-2022	<span style="color:green">■</span> TAK
Z22	Wymiana przepustów.	<span style="color:red">⊗</span>	<span style="color:red">⊗</span>	Do 6 miesięcy	<span style="color:green">■</span> TAK	31-03-2023	<span style="color:red">■</span> NIE
Z23	Rewizja wewnętrzna. Sprawdzenie wyprowadzenia toru prądowego uzwojenia, dla którego wystąpił...	<span style="color:red">⊗</span>	<span style="color:red">⊗</span>	Zalecenie doraźne	<span style="color:green">■</span> TAK	31-03-2023	<span style="color:red">■</span> NIE





**TAURON**

**Dziękuję bardzo za  
uwagę.**