



TAURON

System ZSDS

**ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII AI W
DIAGNOSTYCE I OCENIE STANU TECHNICZNEGO
TRANSFORMATORÓW
ELEKTROENERGETYCZNYCH WN/SN**



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

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.

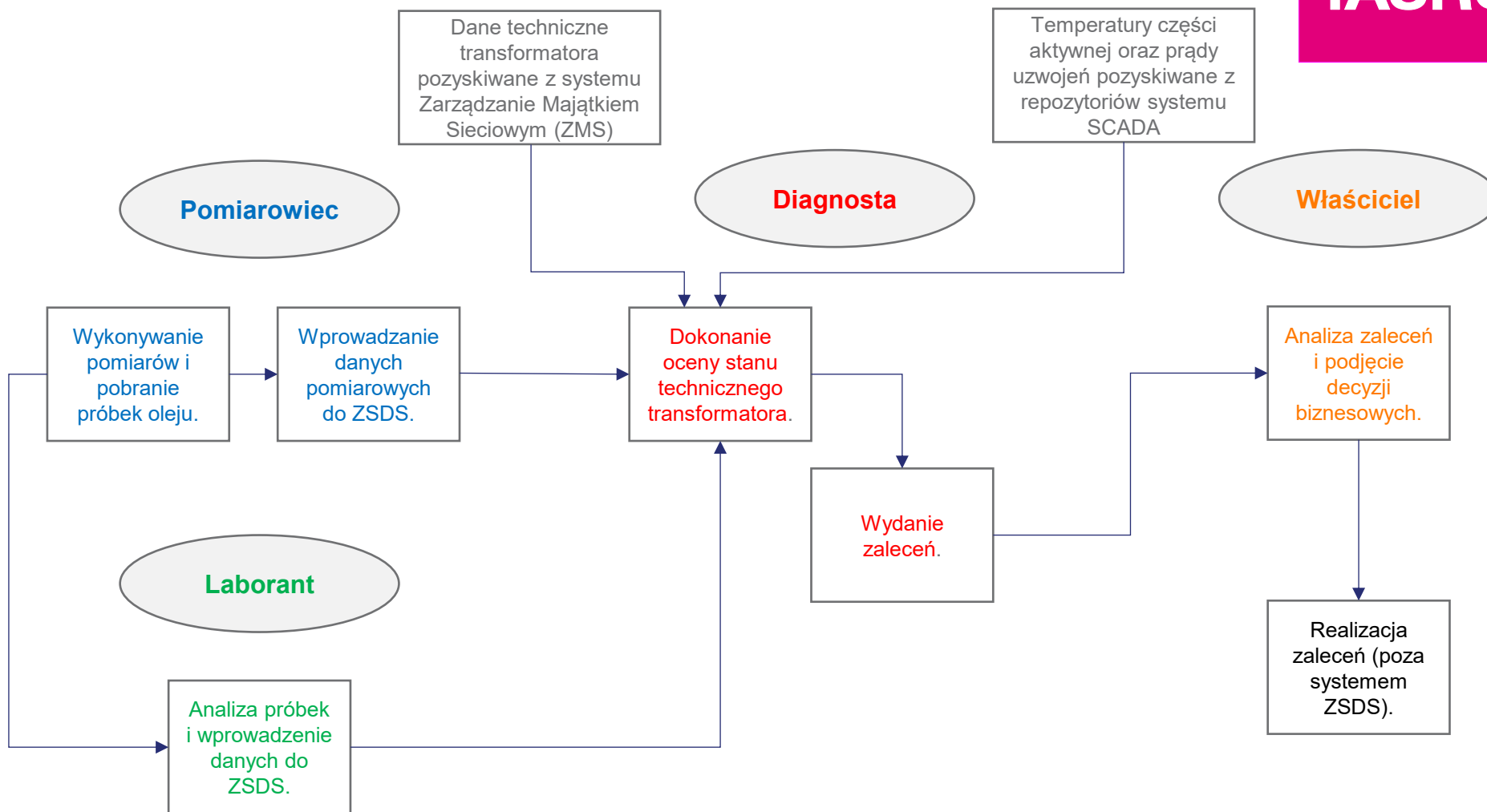
Ogólny opis systemu ZSDS

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.



Pokaż wszystkie dane ☐ NIE

Oddział:

Data budowy od:

Data budowy do:

Moc GN [kVA]:

Stacja:

Producent:

Napięcie GN [kV]:

Status:

Typ:

Napięcie DN1 [kV]:

Liczba uzwojeń:

Grupa połączeń:

Napięcie DN2 [kV]:

ZSDS – zakres danych



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

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 elektryczny)	Kto wprowadza dane (badania olejowe)	Kto wprowadza dane (diagnostyka)
1019	76552510	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: 76552510

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

15-06-2020

Dane transformatora

Producent	ZREW Transformatory
Typ	TJRc 40000/115
Nr fabryczny	1019
Rok budowy	2018
Moc GN [kVA]	40 000
Napięcie GN [kV]	115
Napięcie DN1 [kV]	22
Napięcie DN2 [kV]	n/d
Prąd GN [A]	200,8
Prąd DN1 [A]	1049,7
Prąd DN2 [A]	n/d
Grupa połączeń	Ynd11
Straty jałowe [kW]	11,96
Straty obciążeniowe GN/DN1 [kW]	181,65
Straty obciążeniowe GN/DN2 [kW]	n/d
Straty obciążeniowe DN1/DN2 [kW]	n/d
Napięcie zwarcia GN/DN1 [%]	11,45
Napięcie zwarcia GN/DN2 [%]	n/d
Napięcie zwarcia DN1/DN2 [%]	n/d
Układ chłodzenia	ON-AF
Rodzaj izolacji	Olei mineralny

Dane izolatorów przepustowych

	Faza	L1
Data wymiany izolatora		b/d
Nr fabryczny		1Z5CT24004283/02
Producent		ABB
Typ		GOB550/800-0.1
Gniazdo pomiarowe		Tak

	Faza	L2
Data wymiany izolatora		b/d
Nr fabryczny		1Z5CT24004283/03
Producent		ABB
Typ		GOB550/800-0.1
Gniazdo pomiarowe		Tak

	Faza	L3
Data wymiany izolatora		b/d
Nr fabryczny		1Z5CT24004795/02
Producent		ABB
Typ		GOB550/800-0.1
Gniazdo pomiarowe		Tak

	Punkt	N
Data wymiany izolatora		b/d
Nr fabryczny		1Z5CT24004796/01
Producent		ABB
Typ		GOB325/800
Gniazdo pomiarowe		Tak

Dane PPZ

Producent	SMS Shanghai Huaming Power Equipment Co. Ltd.
Typ	CVIII-350V/72,5-10193WR
Nr fabryczny	E-V180129
Rok produkcji	2018
Stan licznika	1000

Dane napędu PPZ

Producent	SMS
Typ	CMA7
Nr fabryczny	E-V180129
Rok budowy	2018

Dane znamionowe uległy zmianie

OK

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

Zawilgocenie izolacji FDS

Zawartość furanów

Załączniki

Karta oględzin

R uzwojeń

Temperatura SPOTEL

Prądy magnesujące

R izolacji

Obciążenia

R uzwojeń

Tabela R uzwojeń

Data pomiaru	Rodzaj badania	Temp. otoczenia [°C]	Temp. pomiaru [°C]	Pomiar rezystancji czynnej uzwojeń GN					
				Zaczepek	Rezystancja [Ω]				Max uchyb [%]
					R _a	R _b	R _c	R _{SR}	
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:

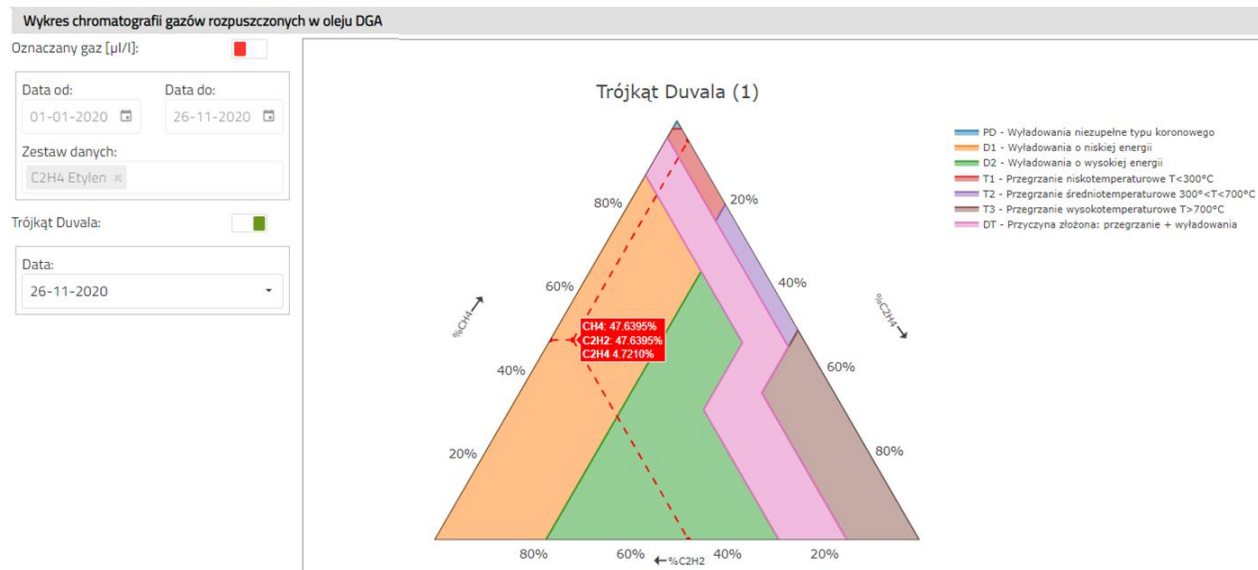
- **sesji pomiarów elektrycznych** realizowanej przez Pomiarowca,
- **sesji badań olejowych** wykonywanych przez Laboranta,
- **sesji diagnostycznej** przeprowadzanej przez Diagnostę.

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	Podgląd raportów przyjętych: Wybierz raport...	Zapisz	Zgłoszone uwagi	Podgląd raportu: Wybierz raport...	
Akcje pomiary elektryczne:	+ Rozpocznij nową sesję	Zakończ wprowadzanie danych	Zatwierdź pomiary elektryczne	Przyjmij pomiary elektryczne	Odrzuć pomiary elektryczne
Usun sesję					
Akcje badania olejowe:	+ Rozpocznij nową sesję	Zakończ wprowadzanie danych	Zatwierdź badania olejowe	Przyjmij badania olejowe	Odrzuć badania olejowe
Usun sesję					
Akcje diagnostyczne:	+ Rozpocznij nową sesję	Przełącz do Analityka	Zakończ wprowadzanie danych	Zatwierdź diagnostykę	Przyjmij diagnostykę
Usun sesję					

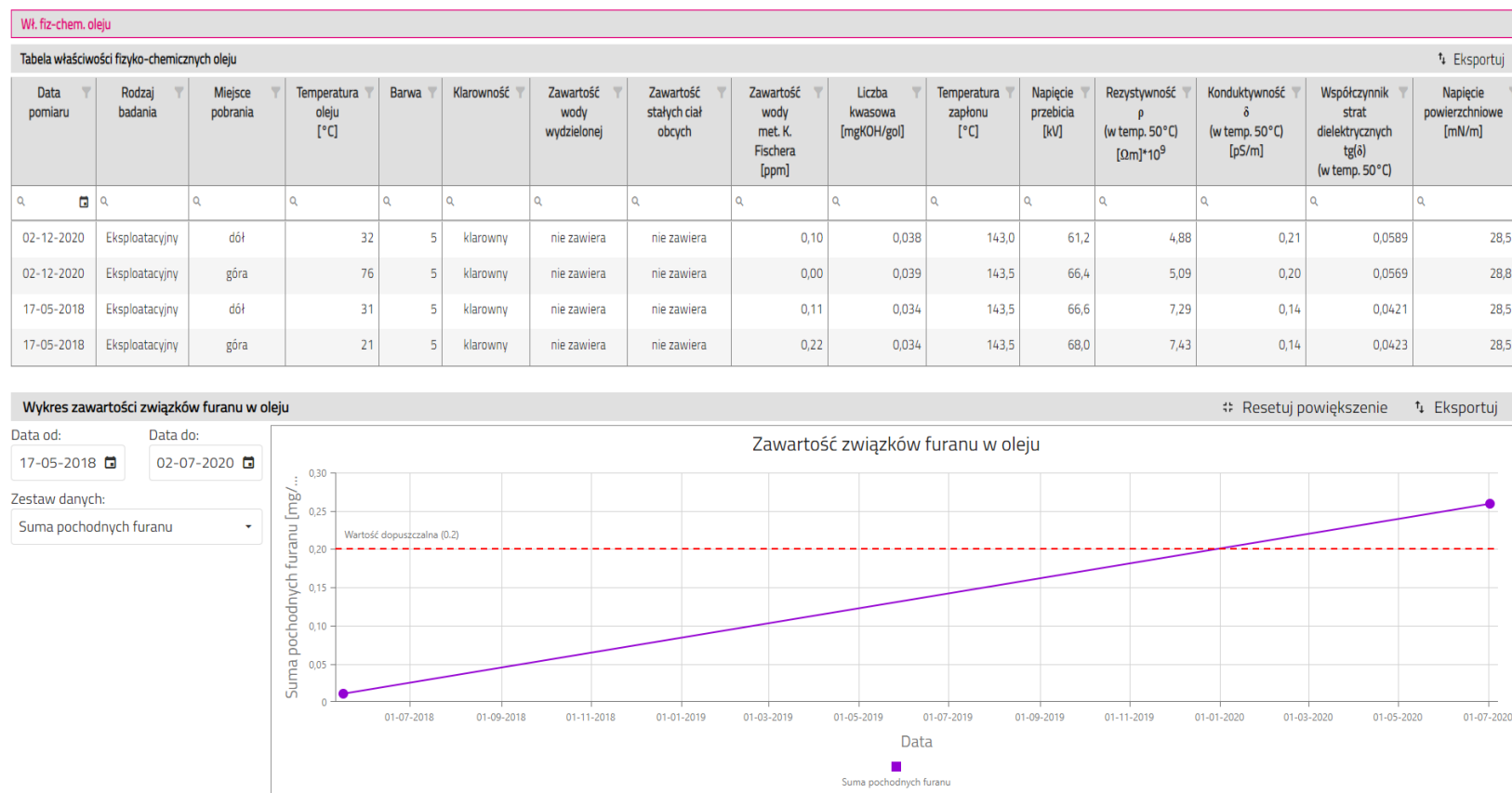
Diagnostyka

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



Diagnostyka

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



Diagnostyka

- Właściwy proces diagnostyczny realizowany przez Diagnostę jest wspierany przez zaimplementowane do systemu ZSDS algorytmy, wykorzystujące mechanizmy sztucznej inteligencji.
- Wynikiem oceny stanu technicznego jest identyfikacja prawdopodobnych defektów badanego transformatora w postaci skatalogowanej listy.

Wyniki algorytmu

Defekty transformatora					⌵ Eksportuj	↺ Resetuj ustawienia	▮ Widoczność kolumn
Defekt	Opis	Wystąpienie wg algorytmu POP	Wystąpienie wg algorytmu AI-FP	Zatwierdzenie			
🔍	🔍	(Wszystkie) ▾	(Wszystkie) ▾	(Wszystkie) ▾			
DEF1	Zawilgocenie oleju	✓	97,0 %	TAK ☒	Wpływ na wynik: 1) tg(δ)-L1 2) tg(δ)-L2 3) tg(δ)-L3 4) Napięcie przebicia		
DEF2	Zestarzenie oleju	✓	44,0 %	NIE ☐			
DEF3	Wyładowanie niezupełne		92,5 %	TAK ☒			
DEF4	Przegrzania		14,5 %	NIE ☐			
DEF5	Gazy pasożytnicze		79,0 %	TAK ☒			
DEF6	Zestarzenie celulozy	✓	49,0 %	NIE ☐			
DEF7	Zawilgocenie izolacji stałej	✓	29,0 %	NIE ☐			
DEF8	Zestarzenie izolatorów		36,5 %	NIE ☐			
DEF9	Odkształcenia uzwojeń	⚡		NIE ☐			

Zalecenia

- Następnie wdrożone modele AI generują skorelowaną ze zdiagnozowanymi defektami listę proponowanych zabiegów eksploatacyjnych, remontowych oraz inwestycyjnych.

Zalecenia dla transformatora					Eksportuj	Resetuj
Zalecenie	Opis	Wystąpienie wg algorytmu	Zatwierdzenie	Zalecany termin realizacji		
🔍	🔍	(Wszystkie)	(Wszystkie)	(Wszystkie)		
Z1	Wirowanie oleju (odgazowanie, usunięcie cząstek stałych).		☐			
Z2	Przegląd, czyszczenie i usunięcie wycieków z izolatorów przepustów.		☐			
Z3	Naprawa światłowodowego miernika temperatury.		☐			
Z4	Przegląd i regulacja/wymiana głowicy PPZ.		☐			
Z5	Sprawdzenie ciągłości toru prądowego i czasu niejednoczesności na wszystkich zaczepek PPZ.		☐			
Z6	Naprawa/wymiana napędu PPZ.		☐			
Z7	Usunięcie usterek układu chłodzenia.		☐			
Z8	Uzupełnienie ubytków powłoki lakierniczej.		☐			
Z9	Uzupełnienie znaczących ubytków powłoki lakierniczej i korozji.		☐			
Z10	Usunięcie drobnych wycieków oleju.		☐			
Z11	Usunięcie wycieków z uszczelki głównej.		☐			
Z12	Wymiana lub naprawa termometrów.		☐			
Z13	Wymiana lub naprawa uszkodzonego okablowania obwodów wtórnych.		☐			
Z14	Czyszczenie, wymiana lub naprawa olejowskazów.	✔️	☒	Do 3 miesięcy		
Z15	Uzupełnienie niedoboru oleju.		☐			
Z16	Wymiana silikażelu w odwilżaczu lub naprawa odwilżacza.		☐			
Z17	Montaż lub naprawa systemu asekuracji przed upadkiem z wysokości.	✔️	☒	Zalecenie niezwłoczne		
Z18	Rozważyć likwidację transformatora.	✔️	☐			
Z19	Rewizja w celu określenia zasadności i zakresu remontu transformatora.		☐			
Z20	Suszenie izolacji stałej.	✔️	☒	Do 6 miesięcy		
Z21	Wymiana lub regeneracja oleju.	✔️	☒	Do 6 miesięcy		
Z22	Wymiana przepustów.	✔️	☒	Do 6 miesięcy		

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>	$10 \leq WPE \leq 50$
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					 Eksportuj	 Resetuj ustawienia	 Widoczność kolumn
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
Q	Q	(Wszystkie)	(Wszystkie)	Q	(Wszystkie)	Q	(Wszystkie)
Z1	Wirowanie oleju (odgazowanie, usunięcie cząstek stałych).						
Z2	Przegląd, czyszczenie i usunięcie wycieków z izolatorów przepustów.						
Z3	Naprawa światłowodowego miernika temperatury.						
Z4	Przegląd i regulacja/wymiana głowicy PPZ.						
Z5	Sprawdzenie ciągłości toru prądowego i czasy niejednoczesności na wszystkich zaczepek PPZ.						
Z6	Naprawa/wymiana napędu PPZ.						
Z7	Usunięcie usterek układu chłodzenia.						
Z8	Uzupełnienie ubytków powłoki lakierniczej.						
Z9	Uzupełnienie znaczących ubytków powłoki lakierniczej i korozji.						
Z10	Usunięcie drobnych wycieków oleju.						
Z11	Usunięcie wycieków z uszczelki głównej.						
Z12	Wymiana lub naprawa termometrów.						
Z13	Wymiana lub naprawa uszkodzonego okablowania obwodów wtórnych.						
Z14	Czyszczenie, wymiana lub naprawa olejowskazów.						
Z15	Uzupełnienie niedoboru oleju.						
Z16	Wymiana silikażelu w odwilżaczu lub naprawa odwilżacza.						
Z17	Montaż lub naprawa systemu asekuracji przed upadkiem z wysokości.						
Z18	Rozważyć likwidację transformatora.						
Z19	Rewizja w celu określenia zasadności i zakresu remontu transformatora.						
Z20	Suszenie izolacji stałej.						
Z21	Wymiana lub regeneracja oleju.			Do 3 miesięcy		30-08-2022	
Z22	Wymiana przepustów.			Do 6 miesięcy		31-03-2023	
Z23	Rewizja wewnętrzna. Sprawdzenie wyprowadzenia toru prądowego uzwojenia, dla którego wystąpił...			Zalecenie doraźne		31-03-2023	

Decyzje biznesowe

- System również wspiera planowanie realizacji prac i zabiegów transformatorów przez Właściciela.

TAURON

ENERGY

Numer lub identyfikator transform...

Szukaj

Wyszukiwanie zaawansowane

Wyczyść filtry

Pokaż wszystkie dane

1w

Planowanie diagnostyki

1w

📅

🔍

🔍

👤 jefrymus

Planowanie diagnostyki																📄 Eksportuj	🔄 Resetuj ustawienia	📊 Widoczność kolumn	✕	
Nr fabryczny	Id SZMS	Oddział	Stacja GPZ	Stanowisko	Producent	Typ	Liczba uzwojeń	Napięcie GN / DN [kV]	Moc [MW]	Grupa połączeń	Rok budowy	Wiek	Status transformatora	Data zakończenia ost. diagnostyki	2024 Diagnostyki	2025 Diagnostyki i zalecenia	2026 Zalecenia	2027 Zalecenia	2028 Zalecenia	
Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	📅					
1132709	17753375	Jelenia Góra	Kowary	1	Elta Łódź	TNORCA 16000/110 PNP	2	115.00 / 22.00	16.00 / 0.00	YNd11	1994	31	Zabudowany	11-10-2024	11-10-2024	2025		2027		
1107146	17879286	Kraków	GPZ Zabierzów	1	Elta Łódź	TDRb 25000/110	2	115.00 / 16.50	25.00 / 0.00	YNd11	1986	39	Zabudowany	Diagnostyka zatwierdzona 11-10-2024 12:04:45: 225: Wykonanie badania właściwości fizykochemicznych oleju 226: Wykonanie badania chromatograficznego oleju (DGA) 227: Wykonanie badania koncentracji związków furanu w oleju.						
0517	672983	Opole	Kędzierzyn	3	ZREW Transformatory	TJRc 40000/110	3	115.00 / 31.50 / 6.30	40.00 / 40.00 / 40.00	YNy0d11	2012	13	Zabudowany	710: Usunięcie drobnych wycieków oleju 716: Wymiana silnika w odwilżacz lub naprawa odwilżacza 222: Wymiana przepustów.						
0605	35764518	Wrocław	Walecznych	1	ZREW Transformatory	TJRc 63000/115	3	115.00 / 22.00 / 11.00	63.00 / 40.00 / 25.00	YNd11d11	2013	12	Zabudowany	2025						
1033	79821160	Kraków	GPZ Chomranice	1	ZREW Transformatory	TJRc 16000/115	2	115.00 / 16.50	16.00 / 0.00	YNd11	2018	7	Zabudowany	2025						2027
0472	17753662	Bielsko Biała	Magurka	2	ZREW Transformatory	TJRc 31500/110	3	115.00 / 16.50 / 6.30	31.50 / 25.00 / 25.00	YNd11d11	2011	14	Zabudowany	17-12-2024	17-12-2024			2027		
0873	74595244	Kraków	GPZ AGH	2	ZREW Transformatory	TJRc 25000/115	2	115.00 / 16.50	25.00 / 0.00	YNd11	2017	6	Zabudowany	04-02-2025		04-02-2025			2028	
1034	87856228	Kraków	GPZ Chomranice	2	ZREW	TJRc 16000/110	2	115.00 / 16.50	16.00 / 0.00	YNd11	2018	7	Zabudowany	09-07-2025		09-07-2025				
1132800	84267	Wrocław	Trzebnica	2	ABB	TNARCA 25000/110 PNP	2	115.00 / 22.00	25.00 / 0.00	YNd11	1995	29	Zabudowany	10-10-2024	10-10-2024					
180588	178580	Wrocław	Kąty Wrocławskie	2	Elta Łódź	TDRbz 25000/110	2	115.00 / 22.00	25.00 / 0.00	YNd11	1981	44	Zabudowany	14-10-2024	14-10-2024					

5

10

20

100

Strona 1 z 1 Iliczba wierszy: 10

5

10

20

100

Strona 1 z 1 (liczba wierszy: 10) 1

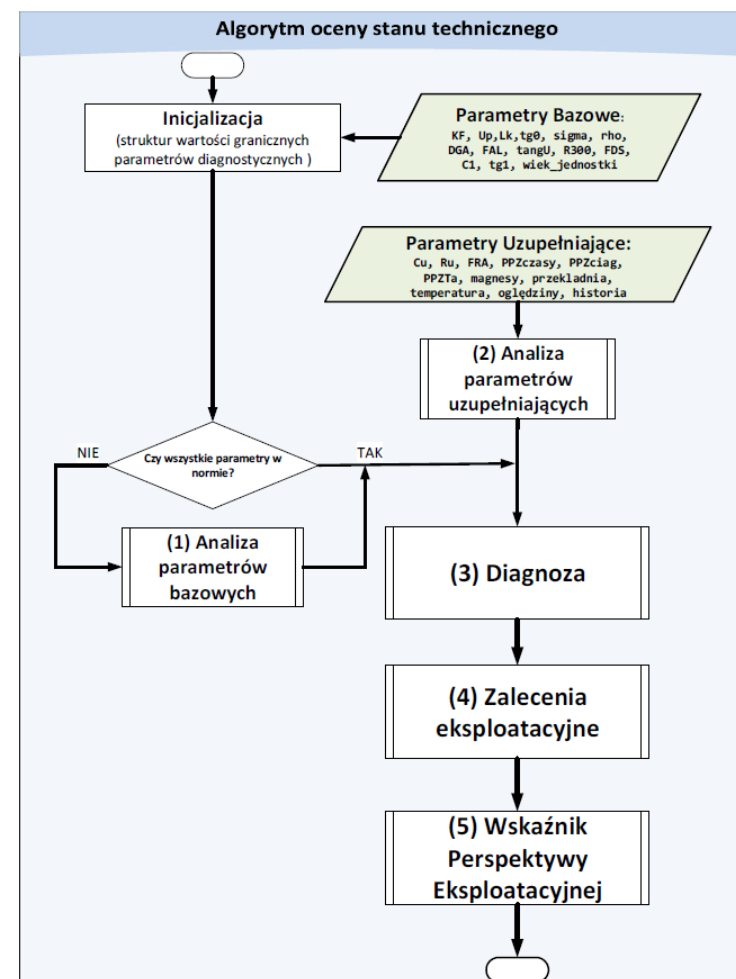
Zastosowane technologie AI predykcja defektów



- W systemie ZSDS zaimplementowane zostały dwa algorytmy wspomagające ocenę stanu technicznego transformatorów.
- Pierwotny algorytm został opracowany przez Politechnikę Opolską na etapie tworzenia prototypu systemu ZSDS.
- Algorytm ten oparty został na wieloletnich doświadczeniach eksploatacyjnych oraz wiedzy inżynierskiej i naukowej w zakresie przyczyn powstawania defektów w transformatorach mocy.
- Drugi algorytm został opracowany przez Wykonawcę systemu ZSDS, firmę Future Processing, w ramach rozwoju systemu. Algorytm ten bazuje na rzeczywistych danych, zgromadzonych w wyniku prowadzonych badań diagnostycznych transformatorów oraz decyzji Diagnostów.
- Aby zwiększyć skuteczność tego algorytmu w procesie jego uczenia wykorzystano również dane historyczne.

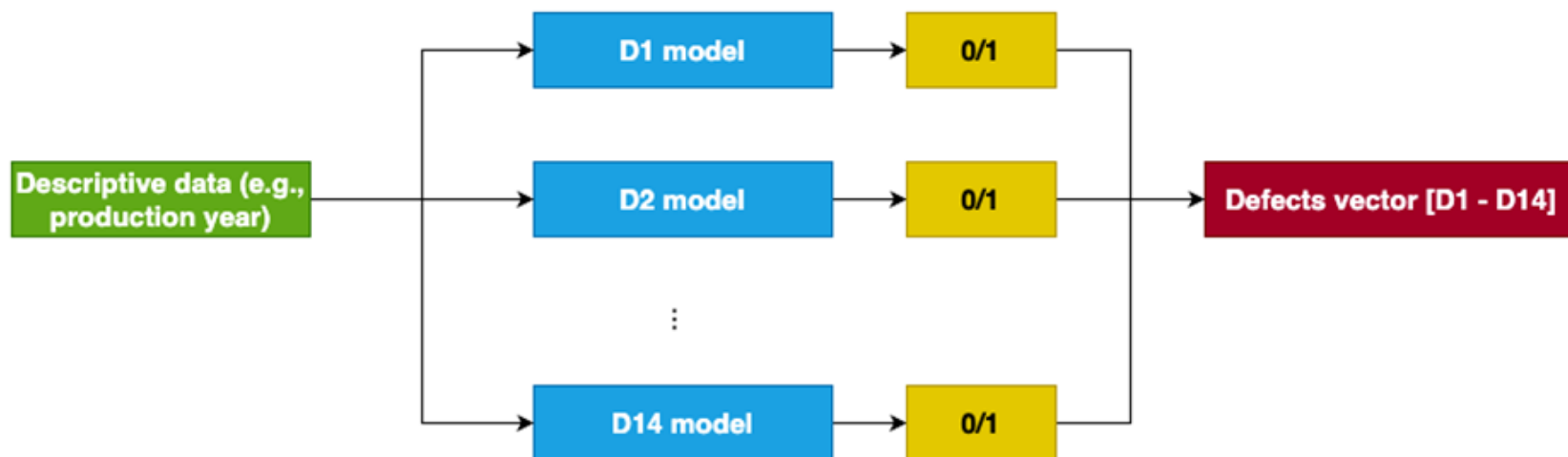
Zastosowane technologie AI predykcja defektów

- Model opracowany przez Politechnikę Opolską, wykorzystujący szereg parametrów wejściowych oraz kryteriów ich oceny.
- Defekty identyfikowane są na podstawie symptomów, na które składa się odpowiednia kombinacja ściśle określonych klasyfikatorów.
- Założonym celem było opracowanie algorytmu klasyfikującego określony transformator do pewnej grupy defektów lub grupy braku defektów.
- Analizy wykonano dla 18 różnych algorytmów uczenia maszynowego – klasyfikatorów, w różnych wariantach.



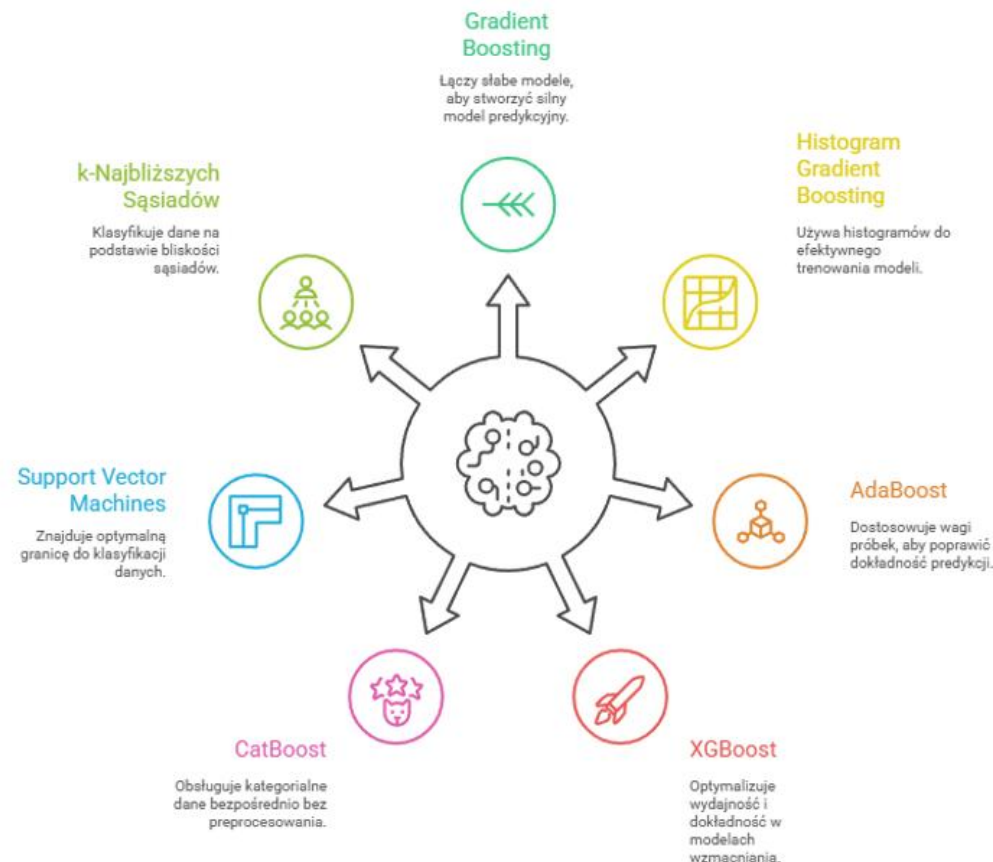
Zastosowane technologie AI predykcja defektów – nowe podejście

- Przeprowadzone badania wstępne z wykorzystaniem algorytmu Gradient Boosting wykazały, że najlepsze efekty przyniesie zamodelowanie każdego z defektów oddzielnie.
- Opracowano specjalizowane modele, które miały za zadanie wykrywać tylko specyficzny rodzaj defektów.



Zastosowane technologie AI predykcja defektów

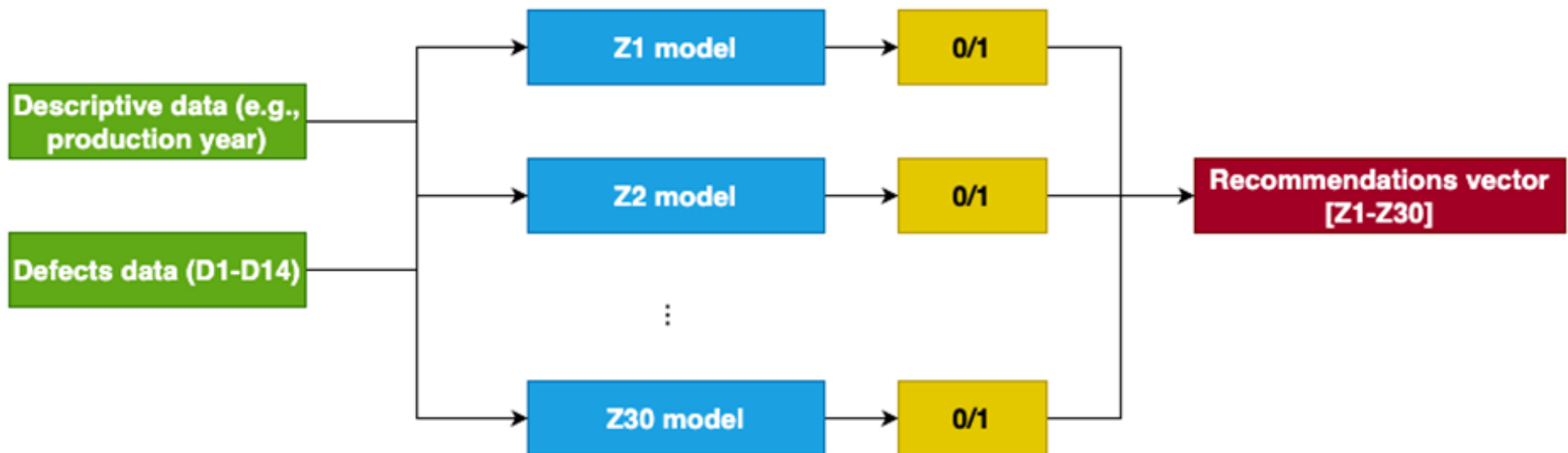
- Kolejnym krokiem było połączenie wszystkich modeli w ramach jednego algorytmu poprzez utworzenie łańcucha modeli.
- Każdy rekord był przeprowadzany przez każdy z algorytmów - model zwracał informację o tym, czy dany defekt został wykryty czy też nie.
- Informacja ta trafiała na odpowiednie miejsce w wektorze defektów.
- Po przejściu przez wszystkie modele, wektor z informacjami o defektach był zwracany jako wyjście z algorytmu.



Zastosowane technologie AI

predykcja zaleceń

- Analogicznie jak przy predykcji defektów – modelowanie każdego z zaleceń indywidualnie dla każdego defektu, w odseparowaniu od pozostałych potencjalnych uszkodzeń.



Zastosowane technologie AI predykcja zaleceń



- Wyselekcjonowane (najlepsze pod kątem precyzji i dokładności) modele połączone w ramach jednego pełnego systemu.
- Każdy rekord był przeprowadzany przez każdy z algorytmów - model zwracał informację o tym, czy dane zalecenie zostało wygenerowane.
- Informacja ta trafiała na odpowiednie miejsce w wektorze zaleceń.
- Po przejściu przez wszystkie modele, wektor wynikowy zaleceń był zwracany jako wyjście z algorytmu.



Ekstrakcja i konwersja archiwalnych danych



- Aby uzyskać wysoką skuteczność zaawansowanych metod analizy danych, w tym na technik sztucznej inteligencji (AI) oraz uczenia maszynowego (ML), konieczna jest odpowiednio liczna i reprezentatywna populacja danych uczących.
- Kluczowym zasobem umożliwiającym realizację takich rozwiązań są dane historyczne, które – odpowiednio przetworzone i ustrukturyzowane – mogą stanowić podstawę do budowy modeli predykcyjnych o wysokiej skuteczności.
- W tym celu opracowano dedykowane narzędzie umożliwiające konwersję archiwalnych raportów z badań diagnostycznych transformatorów do formatu umożliwiającego zaimportowanie niezbędnych danych do systemu ZSDS.
- Proces ten nie był trywialny – dokumenty źródłowe charakteryzowały się dużą zmiennością strukturalną, licznymi nieścisłościami oraz błędami logicznymi, co wymagało zastosowania elastycznego podejścia do ich przetwarzania.

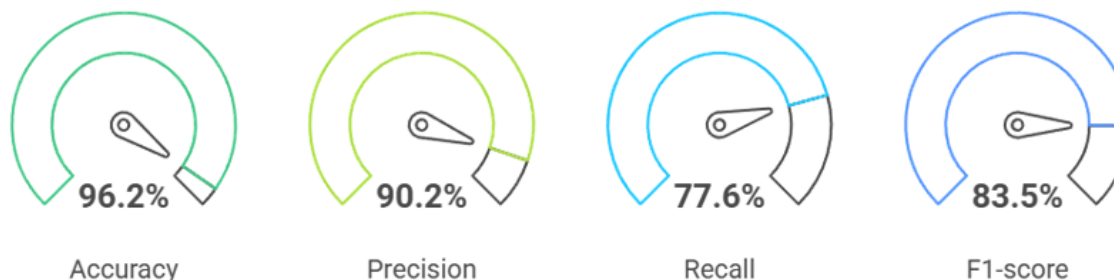
Ekstrakcja i konwersja archiwalnych danych



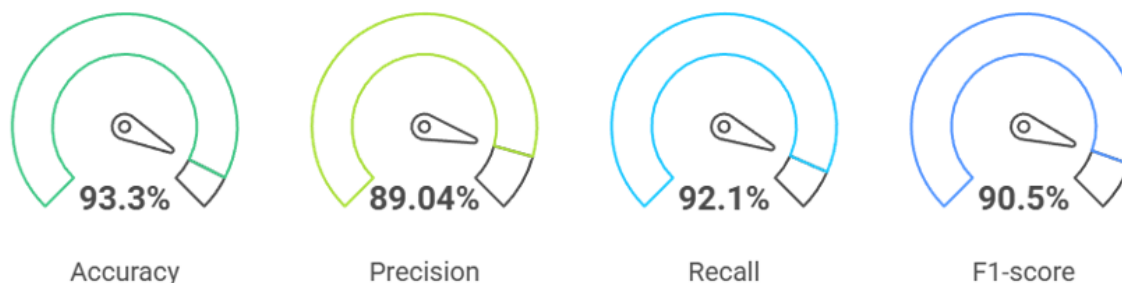
- W procesie ekstrakcji danych z dokumentów wykorzystano usługę Document Intelligence dostępną w ramach platformy Microsoft Azure.
- Narzędzie to umożliwiło automatyczne rozpoznawanie i klasyfikację elementów dokumentów, co znacząco przyspieszyło proces przygotowania danych do dalszej analizy.
- Bardzo ważnym zagadnieniem podczas całości procesu był sposób trenowania modelu wykorzystanego przez sztuczną inteligencję w narzędziu Document Intelligence.
- Procesowanie plików odbywało się w małych paczkach w sposób iteracyjny. Po przeanalizowaniu każdej paczki, sprawdzana była jej poprawność i jeśli zostały wykryte błędy, następował dalszy trening modelu oraz ponowna analiza, aż do momentu uzyskania założonych wyników o jakości nieprzekraczającej granicy błędów.

Zastosowane technologie AI - ocena skuteczności

- Przeprowadzona ewaluacja algorytmów potwierdziła, że wdrożone rozwiązania są w stanie usprawnić proces rozpoznawania defektów i ich odpowiedniej klasyfikacji.



Wyniki ewaluacji algorytmów, w zakresie skuteczności **detekcji defektów**.



Wyniki ewaluacji algorytmów, w zakresie skuteczności **generowania zaleceń**.



TAURON

**Dziękuję bardzo za
uwagę.**