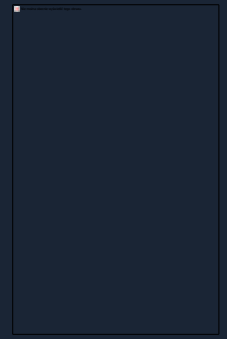
ECO-RETROFIT AI

Ekspercki system AI dla oceny i modernizacji maszyn produkcyjnych



POZIOM 1 — STARE MASZYNY

Cyfrowy paszport · Ocena UE 2023/1230
Czujniki IFM · Predictive maintenance
Koszt: 5 000 – 35 000 PLN/maszynę

ROZSZERZENIE — LINIE PRODUKCYJNE

System recepturowy (STEP) · Computer vision
AI dobiera parametry dla 16 wariantów
Feedback loop — linia uczy się

KONTEKST

Problem — maszyny w polskim przemyśle

60%

maszyn produkcyjnych

ma ponad 20 lat i brak cyfrowego monitoringu

≥100k

PLN — koszt wymiany

nowej frezarki CNC (200–250 tys. PLN typowo)

2027

termin regulacyjny

Rozporządzenie UE 2023/1230 obowiązuje wprost

Brak cyfrowej dokumentacji

DTR niekompletne lub zaginione — wiedza tylko u odchodzących operatorów.

Zero cyfrowego monitoringu

Brak czujników, brak logów, brak historii awarii — maszyna to czarna skrzynka.

Serwis reaktywny

Nieplanowane przestoje kosztują 3× więcej niż planowany przegląd.

Niezgodność z UE 2023/1230

Nowe rozporządzenie wymaga oceny zgodności — bez narzędzi to setki godzin pracy eksperta.

Realne maszyny

Rzeczywiste urządzenia z warsztatu — codziennie pracujące, 11–47 lat eksploatacji.



PAX WR40/800

Wiertarka promieniowa

Rok 2015 · 11 lat



Frezarka 14163C

Frezarka konwencjonalna

Rok ~1990 · 35 lat



TOS Varnsdorf

Wytaczarka pozioma

Rok ~1978 · 47 lat

ECO-RETROFIT AI — jak działa?

INPUT

- Zdjęcia + tabliczki znamionowe (OCR)
- Dokumentacja DTR (PDF, skan)
- Dane czujników IFM / historia eksploatacji
- Parametry techniczne i zastosowanie
- Pliki geometrii STEP

AI ENGINE

- Identyfikacja maszyny + klasyfikacja
- Analiza ryzyka BHP (ISO 12100, 60204-1)
- Ocena zgodności UE 2023/1230
- Predictive maintenance (anomaly detection)
- Computer vision — orientacja / NOK

OUTPUT

- Cyfrowy paszport maszyny
- Plan retrofitu + kosztorys PLN
- Raport zgodności UE (PDF)
- Raport ESG / CO_2
- Alerty predykcyjne

Normy uwzględniane: PN-EN ISO 12100 · EN 60204-1 · EN ISO 13857 · UE 2023/1230 · wymagania ESG

OCR tabliczki znamionowej → automatyczne wypełnienie



PAX WR40/800 · Nr ser. 1501001 · Data 2015.01

AI OCR

PASZPORT MASZYNY — PAX WR40/800

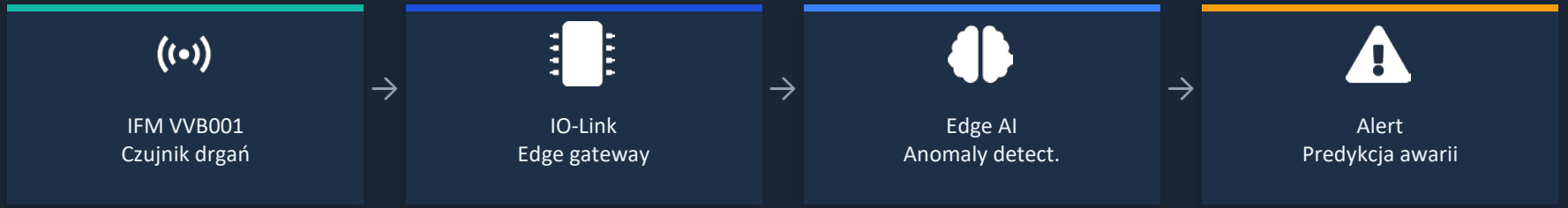
ID	**PAX-WR40-1501001**
Producent	**PAX PHU**
Rok produkcji	**2015**
Model	**WR40/800**
Zakres wiercenia	**40 mm**
Odległość	**800 mm**
Nr seryjny	**1501001**
Ocena AI	**61 / 100**
Status UE	**Wymaga działań**

Zgodność: 61%

Pilotaż — realne maszyny konwencjonalne z warsztatu OBRUSN: ocena stanu technicznego, dokumentacja DTR, propozycja działań retrofitowych. Dane do dalszego uczenia modelu.

WARSTWA DANYCH

Od sensoniki do predictive maintenance



DANE WEJŚCIOWE

- Drgania wrzeciona — IFM VVB (3 osie)
- Temperatura silnika — PT100
- Liczba detali / czas cyklu
- Zatrzymania i alarmy PLC
- Obraz z kamery — NOK/OK

EDGE COMPUTING

- IO-Link Master → OPC-UA
- Real-time preprocessing
- Detekcja anomalii lokalnie
- Buffer historyczny
- MQTT / REST API

AI ANALYTICS

- Predykcja zużycia łożysk (FFT)
- Klasyfikacja błędów procesowych
- Stabilność procesu / drift
- Rekomendacje serwisowe
- Raport ESG + UE 2023/1230

ECO-RETROFIT AI jako system integrujący — nie zastępuje, dobiera

Wcześniej na tej sali: systemy wizyjne, edge AI, fizyczna AI, roboty UR, AI w sterowaniu PLC.
Wszystko to ECO-RETROFIT AI zna — i rekomenduje jako opcje modernizacyjne, gdy analiza maszyny wskazuje potrzebę.

CO SYSTEM ANALIZUJE

Stan techniczny

Dokumentacja, zdjęcia, tabliczka — OCR i klasyfikacja

Ryzyko i normy

ISO 12100, EN 60204-1, UE 2023/1230

Dane eksploatacyjne

Czujniki, historia awarii, cykle pracy

Wymogi ESG

Ślad węglowy, energochłonność, żywotność

ECO-RETROFIT AI

- Ocenia maszynę kompleksowo
- Mapuje możliwe ścieżki modernizacji
- Dobiera technologie do budżetu i terminu
- Generuje raport zgodności UE 2023/1230
- Umożliwia integrację z wybranym ekosystemem

MOŻLIWE ŚCIEŻKI MODERNIZACJI

Sensonika IFM

IO-Link, drgania, temp. — monitoring bez ingerencji w PLC

Retrofit mechaniczny

Osłony, wyłączniki, dokumentacja — zgodność BHP

Integracja systemów

Siemens, Beckhoff, Cognex — gdy analiza wskazuje potrzebę

Wymiana celowana

Tylko gdy ROI i ryzyko uzasadniają pełny retrofit

Kiedy pojedyncza maszyna to za mało



Fot. — detale nakładające się · blokada linii

Od maszyny do procesu — ta sama logika, większa skala

1

Klasyczna automatyka osiąga granicę

PLC determinuje sekwencję — ale nie rozróżnia orientacji 16 wariantów detalu.

2

Ten sam problem co przy maszynie

Czujnik indukcyjny: jest/nie ma. Nie widzi jak leży. Klasyczna logika nie wystarczy.

3

Rozwiązanie: AI jako warstwa decyzyjna

System recepturowy dobiera parametry (T1, T2, bariera) z pliku STEP — automatycznie.

4

Feedback loop — linia uczy się

Każdy przejazd detalu to dane treningowe. Model poprawia się przy każdym wariancie.

Niedeterministyczne zachowanie produktu — dane z plików STEP

PLC wykonuje poprawną logikę sekwencji. Problemem jest niedeterministyczne zachowanie produktu: geometria, masa, środek ciężkości — każdy wariant inaczej.

Parametr	stopa-38	stopa-80	stopa-130	stopa-180
Długość rurki [mm]	67	109	159	**209**
Masa [kg]	1.49 kg	2.18 kg	2.77 kg	**3.10 kg**
Aspect ratio L/W	0.81	1.32	1.92	**2.52**
Stabilność transportu	10.7/10	8.9/10	6.8/10	**4.7/10**
Ryzyko zakleszczeń	NISKIE	ŚREDNIE	ŚREDNIE	**WYSOKIE**
Ryzyko złej orientacji	2.0/10	3.3/10	4.8/10	**6.3/10**



Jak powstaje receptura? Od geometrii STEP do parametrów procesu

Plik STEP produkt
Geometria CAD

↓

Wymiary bboxX/Y/Z
L=67–209 mm, W=82.8 mm

↓

Masa szacunkowa
1.49–3.10 kg (z gęstości)

↓

Aspect ratio L/W
0.81–2.52 (16 wariantów)

↓

Ocena transportu
stabilność + ryzyko zakleszcz.

↓

Dobór parametrów
T1, T2, bariera, opóźnienie

↓

Walidacja procesu
test przejazdu + korekta

Receptury wygenerowane z danych STEP:

Parametr receptury	stopa-38	stopa-80	stopa-130	stopa-180
Prędkość T1	**0.8 m/min**	**1.0 m/min**	**1.2 m/min**	**1.4 m/min**
Prędkość T2	**0.6 m/min**	**0.7 m/min**	**0.9 m/min**	**1.1 m/min**
Wys. bariery	**19 mm**	**40 mm**	**65 mm**	**90 mm**
Opóźnienie separacji	**2.5 s**	**2.9 s**	**3.5 s**	**4.0 s**

Każdy przejazd produktu buduje bazę zależności procesu. Model aktualizuje predykcję parametrów przy kolejnych wariantach — im więcej danych, tym precyzyjniejsze nastawy.

Dane zbierane z linii podczas przejazdów:

PLC
- Czasy cyklu
- Pozycje osi
- Alarmy
- Receptury
- Zatrzymania

Serwa
- Moment
- Przeciążenia
- Prędkości
- Błędy osi

Robot KUKA
- Błędne pobrania
- Trajektorie
- Orientacja produktu

Vision
- NOK/OK
- Orientacja
- Liczba detali

EFEKTY WDROŻENIA

Mierzalne rezultaty — ECO-RETROFIT AI

−40%

odrzutów NOK

Real-time detekcja błędnej orientacji detalu przed robotem KUKA

−60%

nieplanowanych przestojów

Predykcja wyprzedza awarię — planowy serwis zamiast reaktywnego

+15 lat

życie maszyny

Retrofit zachowuje historię procesu i infrastrukturę PLC

−88%

koszt vs nowa maszyna

75 tys. PLN retrofit 5 maszyn vs 900 tys. PLN zakup nowych

2027

zgodność UE 2023/1230

Automatyczna ocena i raport przed terminem regulacyjnym

ESG ✓

redukcja śladu CO_2

Każda maszyna niewymieniania = setki kg metalu zachowanego

5 etapów — od prototypu do platformy SaaS

ZREALIZOWANY

01

Cyfrowy paszport + baza maszyn

7 maszyn OBRUSN · DTR · ocena ryzyka · ECO-RETROFIT AI v3.0

W REALIZACJI

02

Sensory IFM + monitoring real-time

IO-Link · drgania · temperatura · dashboard operatora

PLANOWANY

03

AI anomalie + predictive maintenance

ML · detekcja anomalii · predykcja awarii · computer vision

PLANOWANY

04

Automatyczne raporty UE 2023/1230 + Digital Twin

Kosztorys retrofitu · harmonogram · PDF audyt · integracja z Siemens / IFM

WIZJA

05

SaaS dla MŚP — platforma cloud

Abonament · API do ERP/MES · Edge AI · autonomiczna diagnostyka



Łukasiewicz

Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów PIAP

Dział urządzeń i sterowania napędów OBRUSN

Batorego 107B, 87-100 Toruń

e-mail: obrusn@piap.lukasiewicz.gov.pl