

## Załącznik nr 3 do Zapytania ofertowego

### Zakup (zlecenie opracowania i wdrożenie) Systemu informatycznego nr 2 opartego o rozwiązania z dziedziny sztucznej inteligencji AI - 1 kpl.

(„nr 2” stanowi wewnętrzne oznaczenie Zamawiającego).

#### I Opis przedmiotu zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest opracowanie i wdrożenie systemu informatycznego nr 2 opartego o rozwiązania z dziedziny sztucznej inteligencji AI - 1 kpl.

#### Koszt będzie obejmować:

1. Opracowanie pilotażowych modeli wstępnych i cząstkowych, konsumpcję (pobieranie) danych z systemu SCADA (realizowanego w ramach odrębnego zamówienia) i douczanie;
2. Budowę docelowego modelu oraz wytrenowanie;
3. Implementację docelowej koncepcji wdrożenia wraz z kanałami komunikacji;
4. Kalibrację i testy funkcjonalne wraz z realizacją sygnałów zwrotnych do firmy zamawiającego;
5. Oddanie do użytkowania.

#### 1. Wprowadzenie i cel zamówienia

Celem zamówienia jest stworzenie Systemu AI (wykorzystującego elementy i/lub rozwiązania z zakresu sztucznej inteligencji) opartego na modelach uczenia maszynowego, realizującego predykcję zdarzeń na maszynach celem wsparcia procesów zapobiegających awarii robotów, maszyn i urządzeń.

**EFEKTEM PRZETWORZENIA POZYSKANYCH PRZEZ WW. SYSTEM DANYCH CYFROWYCH I ICH ANALIZY WINNA BYĆ zwrótna informacja do systemów o:**

- predykcji awarii,
- propozycji wcześniejszych i o innym zakresie konserwacjach robotów, maszyn, urządzeń, aby zapobiec wystąpieniem poważnych awarii;

#### 2. Zakres zamówienia:

System AI winien obejmować 6 rodzajów urządzeń na zrobotyzowanej linii SMART nr 1 oraz SMART nr 2 (opisanych w Zał. nr 8 do Zapytania ofertowego), każde z tych urządzeń powinno być objęte analityką, raportowaniem oraz prognozowaniem zgodnie z celami Systemu AI.

**W ramach prac obejmujących budowę i trenowanie modeli oferent winien stworzyć:**

- a. Modele Machine Learning (ML) dokonujące predykcji awarii,
- b. Modele prognozujące propozycje wcześniejszych konserwacji robotów, maszyn i urządzeń,

- c. System alarmów i monitoringu pracy modeli ML zapobiegającego przed nagłą destabilizacją pracy modeli Machine Learning oraz systemu monitorującego jakość pracy modeli w czasie.

### 3. Wdrożenie i infrastruktura:

Stanowiący przedmiot opisywanej części zamówienia systemy AI będący przedmiotem zamówienia zostanie wykorzystany w procesie technologicznym do zaawansowanej analizy danych oraz będzie wytrenowany w oparciu o dane dostarczone m.in. przez sterowniki PLC, OPC-UA i urządzenia końcowe RTU oraz system informatyczny SCADA. System winien być stabilny (w fazie produkcyjnej) oraz skalowalny, a także możliwy do rozbudowania o nowe maszyny, urządzenia, procesy i źródła danych. Wymieniony system AI oraz wchodzące w jego skład modele Machine Learning winny być rozwijane w środowisku analitycznym na zasobach chmurowych (Azure).

Modele gotowe produkcyjne wdrażane będą z pomocą narzędzi i zasobów chmurowych (Azure) - proces trenowania i re-trenowania modeli ML.

Na serwerze lokalnym będzie odbywał się proces prognozowania modeli ML. Wyżej opisany proces i zasoby wdrożeniowe mogą ulec zmianie, jeśli pojawią się zasadne przesłanki ku temu w toku prac rozwojowych i wdrożeniowych.

Zamawiający oczekuje kreatywnej dyskusji i planowania, jakie są najlepsze możliwości wdrożenia modeli ML wchodzących w skład systemu AI z zachowaniem podstawowych oraz zastrzonych zasad bezpieczeństwa danych i procesów.

#### Oferent winien zagwarantować:

1. wykonanie planu wdrożenia modeli ML (Machine Learning) oraz wdrożenia ich w taki sposób, aby zachować oczekiwaną funkcjonalność opisaną w przedmiotowej części zamówienia.
2. że członkowie/kadra, która będzie realizować przedmiotową część zamówienia będzie posiadać umiejętności wdrażania modeli ML z prognozami real - time z planowaniem przepływu danych zgodnie z potrzebami i funkcjonalnością modeli – Oferent winien złożyć w tym zakresie stosowane oświadczenie jako załącznik do oferty;
3. że wdrażany system będzie charakteryzował się odpowiednim czasem reakcji, umożliwiającym realizację założeń funkcjonalnych systemu oraz generowania predykcji w postaci alarmów (alertów) informujących o nienormalnym działaniu modeli na produkcji - Oferent winien złożyć w tym zakresie stosowane oświadczenie jako załącznik do oferty;
4. zabezpieczenie stabilności modeli ML przed wdrożeniem oraz opracowania systemu alarmów (alertów) informujących o nienormalnym działaniu modeli na produkcji;
5. w ramach wdrażania finalnych modeli ML uwzględnienia procesu przekształceń *raw data* w *transformed data* wykorzystywanych przez modele ML, a także stworzenie kontraktów danych (*data contract*) i *feature store* zgodnie z opracowanymi koncepcjami modeli ML.

### 4. Oczekiwany zakres funkcjonalny:

System AI będzie odpowiedzialny za predykcję zdarzeń na maszynach poprzez wsparcie procesów zapobiegających awarii robotów, maszyn i urządzeń.

Efektom przetworzenia pozyskanych przez ww. system danych cyfrowych i ich analizy winna być zwrotna informacja do systemów o:

- a. predykcji awarii,
- b. propozycji wcześniejszych i o innym zakresie:
  - konserwacji robotów,

- konserwacji maszyn,
- konserwacji urządzeń,

aby zapobiec wystąpieniom poważnych awarii dzięki analizie zagregowanych przez syst. SCADA danych z monitorowania stanu technicznego urządzeń i ich analizie przez ww. System AI.

Działania ukierunkowane na utrzymanie maszyn winny zostać zaplanowane na podstawie rzeczywistych potrzeb, w tym awarii, które AI przewidzi na bazie wcześniej zbudowanych modeli trenowanych na bieżąco i zaproponuje wcześniejszą wymianę zużywających się już części, co wyeliminuje długotrwałe i niespodziewane przestoje wynikające z nagłej potrzeby zakupu dużych elementów robotów/maszyn/urządzeń, dla których często okres dostawy jest długi, a w trakcie trwania pandemii w zasadzie uległ zamrożeniu.

Wdrożone zostaną w firmie działania prewencyjne takie jak dodatkowe konserwacje wymiany zużytych części, które nie tylko przedłużą żywotność robotów/maszyn/urządzeń, ale przede wszystkim obniżą koszty ich utrzymania przez zapobieganie większym awariom dużych podzespołów, co z kolei przyczyni się do ochrony środowiska, gdyż zmniejszy zapotrzebowanie na dodatkowe elementy służące przywracaniu robotów/maszyn/urządzeń do pełnej sprawności o dużych awariach.

Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do robotów i zintegrowanych z nimi urządzeń, gdzie wystąpienie kolizji poprzez zbyt zużyte elementy może doprowadzić do bardzo poważnych i drogich napraw a także do długotrwałych przestojów całych Zrobotyzowanych linii produkcyjnych SMART nr 1 i SMART nr 2.

W ramach powyższego zakresu pracy AI winien monitorować szeroki zakres parametrów z robotów/maszyn/urządzeń, jak np.:

- ciśnienie siłownika
- położenie siłownika
- siła nacisku siłownika
- poziom oleju
- temperatura
- wartość wibracji
- wartość energii czynnej
- drgania
- stany otwarcia, zamknięcia np. zaworów
- cykle pracy
- stany zaawansowania pracy poszczególnych elementów maszyny, urządzenia /wykonana czynność
- temperatura silnika
- temperatura serwo-napędu
- stan zużycia przekładni
- kontrola położenia siłowników/manipulatorów,
- ciśnienie pompy,
- kontrola pracy elektrozaworów - ilość cykli i prędkość działania zaworu,
- stan filtrów oleju,
- stan łożyskowania silnika elektrycznego.

System predykcji awarii maszyn/robotów/urządzeń poprzez sygnały na stanowiska obsługi Utrzymania Ruchu oraz mobilne urządzenia pracowników Utrzymania Ruchu winien wskazać, które elementy maszyn należy wymienić, zanim dojdzie do awarii i nieplanowanego z tego powodu przestoju.

System AI autonomicznie winien dokonać predykcji zdarzeń awaryjnych i zapobiegać im poprzez wskazanie miejsc/elementów, które należy wymienić lub poddać diagnozie.

System AI autonomicznie winien zadbać o rozpoczęcie procesu zamawiania materiałów eksploatacyjnych i części zamiennych.

## 5. Integracje z systemami:

W ramach zamówienia winna zostać przeprowadzona integracja systemu AI z innymi rozwiązaniami Zamawiającego, w szczególności:

### 5.1. Oprogramowaniem typu SCADA (realizowanym w ramach odrębnego zamówienia):

System AI będzie analizował dane pozyskane z systemu SCADA.

### 5.2. Technologie chmurowe:

Zostanie zastosowany Hybrydowy System Chmurowy. Oznacza to wykorzystanie trzech typów chmury, stosownie do potrzeb danych aplikacji oraz zapotrzebowania na moce obliczeniowe oraz wymagania aplikacyjne (odpowiednie środowisko pozwalające realizować zadania, np. posiadające aplikacje do wspierania Machine Learning)

Przy budowie modeli wykorzystana będzie chmura:

- SaaS,
- PaaS,
- On-Premises,

stosownie do etapów prac. Machine Learning:

- testowanie,
- trenowanie,
- retrenowanie.

W zasobach chmurowych typu Azure będzie tworzony model ML (model uczenia maszynowego), który będzie pracował na wydzielonym serwerze wirtualnym. Niniejsze środowisko będzie dedykowane do procesu uczenia modelu z danych historycznych. W tym miejscu do realizacji obliczeń będzie wykorzystana chmura zewnętrzna.

## 6. Modele AI: oczekiwana jakość rozwiązań i metryki sukcesu

Od zespołu wdrożeniowego/Wykonawcy oczekuje się doboru odpowiednich technicznych metryk sukcesu oceniających skuteczność modeli ML.

Oferent w ramach realizacji zamówienia, zależnie od aktualnego etapu prac, winien zapewnić jakość i skuteczność rozwiązania nie mniej niż:

- **Wersja Alfa:** Model AI zostanie opracowany z 85% skutecznością
- **Wersja Beta:** Model AI w wersji beta osiągnie skuteczność 92%
- **Wersja finalna:** Ostateczna wersja modelu AI osiągnie skuteczność 95%.

## 7. Oczekiwany proces opracowania i wdrożenia systemu:

Ww. System informatyczny oparty o rozwiązania z dziedziny Sztucznej Inteligencji AI winien zostać opracowany i wdrożony do działalności przedsiębiorstwa Zamawiającego poprzez realizację następującej ścieżki działań/operacji:

### a. Zebranie danych z systemu SCADA i maszyn oraz urządzeń:

System winien monitorować i diagnozować stan maszyn i urządzeń w czasie rzeczywistym oraz „wyrzucić” zebrane i zagregowane dane do danego systemu AI

### b. Budowa i trenowanie modelu AI:

Model AI winien zostać zbudowany i wytrenowany z zastosowaniem Machine Learning (uczenie maszynowe) w oparciu o dane z urządzeń/robotów wchodzących w skład obu Linii SMART nr 1 i SMART nr 2, a jego budowa winna polegać na:

- a) wychwytywaniu pewnych wzorców zachowań urządzeń/robotów oraz ich analizie,
- b) wzorce zostaną pogrupowanie na:
  - pozytywne,
  - neutralne,
  - negatywne.

Negatywne oznaczać będą, że jeżeli występują w procesie wytwórczym to należy uznać taką sytuację za ALERT systemu, co winno powodować wydaniem polecenia akcji, w postaci zmiany warunków pracy jako polecenia dla Operatora Maszyny. Takie analizy zachowań przeprowadzone zostaną dla zidentyfikowanych warunków na podstawie danych z monitoringu działania urządzeń/robotów:

- a) monitoringu danych i wczesnej detekcji zmian w sygnałach, polegających na zebraniu danych w bardzo dużej ilości pochodzących ze SCADA;
- b) analizie danych z sensorów, czujników oraz innych informacji z przebiegu procesu;
- c) ustaleniu zmiennych, które mają wpływ na model
- d) odfiltrowaniu danych, które nie zostaną uznane jako właściwe i one dadzą wskazanie wyjściowe, jako uzyskany wynik nakazujący reakcję,

## 8. Zakres danych dla AI

1. 10 typów urządzeń, do 100 zmiennych głównych (główna zmienna może zawierać podzmiennie składowe).
2. Pięć podsystemów (maszyn i urządzeń pomiarowych) zwrotnych.
3. Sześć podsystemów (maszyn i urządzeń) generujących dane o przebiegu procesu, ustawieniach, parametrach materiału.

## WAŻNE:

**Linie SMART nr 1 i 2 zostały opisane w Zał. nr 8 do Zapytania ofertowego**

**Opisany System winien współpracować zgodnie z pozostałymi zadaniami z załączników nr 1, 2, 4, 5, 6, 7 do Zapytania ofertowego.**

\* Wszędzie tam, gdzie przy opisie przedmiotu zamówienia powołane są normy, aprobaty, specyfikacje techniczne i systemy odniesienia lub procesy technologiczne, bądź wskazane są znaki towarowe, patenty lub źródło pochodzenia, postanowienia te należy odczytywać jako przykładowe, a wykonawca ma każdorazowo prawo zastosowania rozwiązania równoważnego, tj. materiałów, rozwiązań technologicznych, które mają te same cechy funkcjonalne oraz jakościowe co wskazane w zapytaniu ofertowym konkretne z nazwy, pochodzenia lub charakteru procesu produkcji materiały lub rozwiązania technologiczne. Jakość zastosowanych rozwiązań równoważnych nie może być gorsza od jakości określonych w dokumentacji produktu lub rozwiązania technologicznego.