****

**Załącznik nr 1a**

**Opis przedmiotu zamówienia**

**Szkolenie - VR**

Szkolenie obejmuje: 24 godziny szkolenia dla grupy w zakresie wykorzystania platform sprzętowych wspierających rozwiązania AIoT/AI on Edge; rozwiązania programistyczne wspierające implementację rozwiązań AI on Edge; przygotowania danych dla wybranych algorytmów AI; konfiguracji modułów programowalnych w zakresie połączenia z sieciami bezprzewodowymi dla rozwiązań AIoT; protokołów komunikacyjne wykorzystywanych w systemach AIoT; przesyłania oraz prezentacji danych w systemach AIoT; budowy i uruchomienia prototypowego modułu AIoT; sterowania obiektem fizycznym (platforma mobilna) z wykorzystaniem platformy AIoT; systemów wizyjnych dedykowanych AIoT; wprowadzenie do technik montażu układu prototypowego z wykorzystaniem lutowania miękkiego.

Rozwiązania sprzętowe muszą być oparte na procesorze z rodziny AVR lub ARM, gdyż chodzi o rozwiązania oparte na technologiach zbliżonych maksymalnie do rozwiązań profesjonalnych.

Wymagany sprzęt, który ma zapewnić i użyć w trakcie szkolenia wykonawca (dopuszczalne są wersje nowsze poniższego sprzętu, jeżeli w chwili składania oferty niedostępne będą na rynku poniższe wersje):

**Moduł 1:**

• Gogle rozszerzonej rzeczywistości – praca w trybie autonomicznym; możliwość podłączenia do komputera typu PC; oddzielny wyświetlacz dla każdego oka; rozdzielczość wyświetlacza na 1 oko co najmniej 2000 × 2200; gęstość co najmniej 1200 [ppi]; częstotliwość odświeżania co najmniej 120 [Hz]; kąty widzenia min. 90 [°] w poziomie i w pionie; bezstopniowa regulacja IAD; gama kolorów 100% sRGB; pełna immersja; śledzenie dłoni, twarzy, oczu; podgląd otoczenia w kolorze; wyposażenie w 2 kontrolery haptyczne (po 1 na dłoń) z opcją śledzenia położenia wykorzystującą rozpoznawanie obrazu wsparte AI – 1 szt.;

• Zestaw/hełm EEG – co najmniej 10 kanałów do pomiaru aktywności elektrycznej ludzkiego mózgu; elektrody mokre; możliwość bezprzewodowej komunikacji z komputerem PC; wyposażenie w co najmniej 6-osiowy układ monitorowania położenia głowy; wyposażenie w oprogramowanie umożliwiające wykorzystanie do sterowania położenia głowy, ruchu gałek ocznych, ruchu/ułożenia warg (ust); wyposażenie w akumulator umożliwiający co najmniej 8 godzin pracy bez konieczności podłączenia źródła zasilania – 1 szt.;

• Programowalna platforma mobilna – sterowana za pomocą zestawu EEG; wyposażona w minimum w dwa koła skrętne sterowane za pomocą serwomechanizmu, napęd z wykorzystaniem silnika DC, wyposażona w wymienne czujniki: odległości 2szt, akcelerometr 1sz; tor wizyjny fpv – 2 szt.;

• Zestaw/hełm EEG – co najmniej 2 kanały do pomiaru aktywności elektrycznej ludzkiego mózgu; elektrody suche; możliwość bezprzewodowej komunikacji z komputerem PC; wyposażenie w akumulator umożliwiający co najmniej 8 godzin pracy bez konieczności podłączenia źródła zasilania – 1 szt.;

• Moduł kontrolno-pomiarowy pozwalający na sterowanie za pomocą sygnałów elektrycznych pochodzących z ludzkich mięśni (EMG) – wyposażenie w układ wykonawczy pozwalający na prezentację zasady działania (typu model dłoni, ramię robotyczne), zasilanie napięciem bezpiecznym, możliwość programowania w języku wysokiego poziomu (C, C++ lub Python/microPython) – 1 szt.

• Okulograf mobilny – częstotliwość min. 50 [Hz].; co najmniej 2 kamery na oko; kamera sceny – rozdzielczość rejestrowanego obrazu co najmniej 1920 [px] x 1080 [px]; masa gotowego do pracy urządzenia (wszystkie komponenty niezbędne do prowadzenia eksperymentu) ze 100% naładowanym akumulatorem – max 500 [g] – 1 szt.

**Moduł 2:**

• Gogle wirtualnej rzeczywistości – praca w trybie autonomicznym; możliwość podłączenia do komputera typu PC; oddzielny wyświetlacz dla każdego oka; rozdzielczość wyświetlacza na 1 oko co najmniej 1832 × 1920; gęstość co najmniej 700 [ppi]; częstotliwość odświeżania co najmniej 90 [Hz]; kąty widzenia min. 90 [°] w poziomie i w pionie; bezstopniowa lub co najmniej trzystopniowa regulacja IAD; gama kolorów 100% sRGB; pełna immersja; śledzenie dłoni; wyposażenie w 2 kontrolery (po 1 na dłoń) z opcją śledzenia położenia – 6 szt.

• Gogle wirtualnej rzeczywistości – co najmniej 3 urządzenia o zbliżonych parametrach, innych producentów niż wymienione w punkcie powyżej;

• Gogle rozszerzonej rzeczywistości - przezroczyste soczewki holograficzne; min. 2 przetworniki światła HD; system automatycznej kalibracji rozstawu źrenic; rozdzielczość holograficzna co najmniej 2 mln punktów oświetleniowych; gęstość holograficzna powyżej 2 tys. radiantów; zestaw czujników składający się z: co najmniej jednego akcelerometru: co najmniej jednej kamery do interpretacji otoczenia, co najmniej jednej kamery do oceny głębi, co najmniej jednego czujnika poziomu oświetlenia; wbudowany magazyn energii elektrycznej powinien pozwalać na co najmniej 2 godziny nieprzerwanej pracy w warunkach wykorzystania pełnej funkcjonalności; w trakcie ładowania powinna być dostępna pełna funkcjonalność urządzenia; w przypadku wyposażenia urządzenia w układ chłodzenia powinien mieć on charakter pasywny; wyposażenie w zestaw interfejsów komunikacyjnych obejmujący co najmniej: moduł komunikacji bezprzewodowej zgodny ze standardem 802.11ac lub 802.11n, interfejs USB, interfejs kompatybilny z Bluetooth; wyposażenie w min. 32 [GB] pamięci nieulotnej; wyposażenie w min. 2 [GB] pamięci RAM; wyposażenie w moduł sprzętowy, programowy lub programowo-sprzętowy wspomagający interpretację zachowań człowieka w zakresie co najmniej śledzenia ruchu gałek ocznych, śledzenie gestów oraz obsługi komunikatów głosowych – 1szt.

• Manipulator AR - sprzężenie zwrotne co najmniej od położenia dłoni oraz rąk; dokładność wyznaczania pozycji nie mniejsza niż 1 stopień; wyposażenie w co najmniej 10 czujników, dla każdej dłoni, pozwalających na emulację dotyku; opóźnienie w przesyłaniu danych nie większe niż 40[ms]; brak sprzężenia zwrotnego od systemu wizyjnego w zakresie kontroli położenia; sprzętowa, programowa lub sprzętowo-programowa korekcja błędów całkowania pochodzących z bezwładnościowych czujników przyspieszenia liniowych i kątowych; wyposażenie w co najmniej 1 czujnik pozwalający na pomiar lub estymację położenia palców z rozdzielczością nie mniejszą niż 1 stopień; wyposażenie w zestaw interfejsów komunikacyjnych pozwalający na podłączenie do dostarczanych komputerów oraz kontrolerów wirtualnej rzeczywistości – 1 szt.

• Programowalna platforma mobilna - wyposażona w komunikację USB, Bluetooth, Wifi; wyposażona w minimum w dwa koła skrętne sterowane za pomocą serwomechanizmu, napęd z wykorzystaniem silnika DC, wyposażona w wymienne czujniki: odległości 2szt, akcelerometr 1 szt.; tor wizyjny fpv – 2 szt.

**Moduł 3:**

• Stacje lutownicze – 12 szt.

• Zestaw narzędzi pomocniczych do montażu SMD/THT obejmujący co najmniej obcinaczki proste, pęsetę prostą do montażu SMD, pęsetę zagiętą do montażu SMD, odsysacz, zasilacz DC pozwalający na uruchomienie zmontowanego prototypu – 12 szt.

• Zestaw elementów (zawierający także stop lutowniczy) z płytką PCB pozwalający na samodzielne zmontowanie oraz uruchomienie urządzenia, które można wykorzystać w układach sterowania w systemach smart agriculture (inteligentne rolnictwo) – po 1 dla każdego uczestnika szkolenia.

**Szkolenie - AI**

Szkolenie obejmuje: 24 godziny szkolenia dla grupy w zakresie wykorzystania platform sprzętowych wspierających rozwiązania AIoT/AI on Edge; rozwiązań programistycznych wspierających implementację rozwiązań AI on Edge; przygotowania danych dla wybranych algorytmów AI; konfiguracji modułów programowalnych w zakresie połączenia z sieciami bezprzewodowymi dla rozwiązań AIoT; protokołów komunikacyjnych wykorzystywanych w systemach AIoT; przesyłania oraz prezentacji danych w systemach AIoT; budowy i uruchomienia prototypowego modułu AIoT; sterowania obiektem fizycznym (platforma mobilna) z wykorzystaniem platformy AIoT; systemów wizyjnych dedykowanych AIoT; wprowadzenia do technik montażu układu prototypowego z wykorzystaniem lutowania miękkiego.

Wymagany sprzęt, który ma zapewnić i użyć w trakcie szkolenia wykonawca (dopuszczalne są wersje nowsze poniższego sprzętu, jeżeli w chwili składania oferty niedostępne będą na rynku poniższe wersje):

**Moduł 1:**

• Moduł programowalny pozwalający na prototypowanie urządzeń IoT dla rozwiązań związanych z systemami smart agriculture (inteligentne rolnictwo) – programowanie co najmniej w 1 języku wysokiego poziomu, 1 języku skryptowym oraz z wykorzystaniem narzędzi typu low-code, wyposażenie w co najmniej 1 interfejs zgodny z 802.11 b/g/n, interfejs Bluetooth, co najmniej 1 interfejs UART, co najmniej 1 interfejs I2C/I2S, własne zasilanie pozwalające na testowanie prototypu przez co najmniej 1 godzinę bez konieczności podłączenia do komputera – 12 szt.

• Kolorowy wyświetlacz (może być integralną częścią modułu programowalnego) – 12 szt.

• Czujniki parametrów otoczenia, wyposażone w interfejsy które pozwalają na podłączone do modułu programowalnego – co najmniej 3 różne wielkości fizyczne, pozwalające na pokazanie zagadnień związanych z uczeniem maszynowym (ML) – łącznie min. 36 szt.

• Komplet okablowania do podłączenia czujników, aktuatorów, programowania oraz zasilania - 12 szt.

• Moduł programowalny, który umożliwi budowę sterownika z systemem wizyjnym oraz implementację wybranych rozwiązań analizy obrazu z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji – 12 szt.

• Programowalna platforma mobilna zdolna do poruszania się w pomieszczeniach oraz na podłożu utwardzonym i trawiastym. Platforma powinna być wyposażona w co najmniej 4 koła na 2 osiach skrętnych, masa w pełni wyposażonej platformy (wraz z akumulatorem energii elektrycznej) nie powinna przekraczać 4000[g]. Wszystkie systemy pokładowe muszą być zasilane za pomocą akumulatora energii elektrycznej o wartości napięcia nie przekraczającej 24VDC. Platforma powinna być wyposażona w co najmniej 1 przetwornik wizyjny pozwalający na transmisję obrazu do zewnętrznego kontrolera w rozdzielczości co najmniej FHD przy 15FPS. Platforma powinna mieć możliwość programowania w zakresie zdalnej kontroli kierunku oraz prędkości przemieszczania. Komunikacja powinna odbywać się poprzez sieć bezprzewodową zgodną z 802.11b/g/n. Wyposażenie pokładowe powinno obejmować co najmniej 1 układ zdolny do omijania przeszkód, co najmniej 1 układ nawigacji, komputer pokładowy z możliwością implementacji rozwiązań opartych o wybrane algorytmy sztucznej inteligencji – 6 szt.

• Układ zasilania do wszystkich układów programowalnych o parametrach oraz w ilości pozwalającej na przeprowadzenie zajęć.

• Punkt dostępowy sieci WiFi – 1 szt.

**Moduł 2:**

• Komputer jednopłytkowy z otwartym systemem operacyjnym dedykowany rozwiązaniom tzw. inteligentnych budynków oraz budowli, o mocy obliczeniowej pozwalającej na implementację prostych rozwiązań wspieranych ML, wyposażony w min.: 1xHDMI, H.246, MPG 4 decode, H. 246 encode, OperGL ES 2.0, Quad-Core ARM Cortex-A53 1,4 GHz, 2 GB LPDDR2 @ 900 MHz, Ethernet, 802.11 b/g/n/ac, BLE co najmniej 4.2 – 12 szt..

• Zestawy modułów programowalnych, co najmniej 3 producentów, wyposażonych co najmniej w funkcjonalność sterowania urządzeniami zasilanymi AC oraz DC, pomiar temperatury – min. 24 szt.

• Zestaw modułów programowalnych zdolnych do prototypowania systemów kontrolno-pomiarowych dla rozwiązań smart z wykorzystaniem narzędzi programistycznych no-code oraz low-code, przesyłania danych w sposób bezprzewodowy do komputera jednopłytkowego – 12 szt.

• Zestaw czujników parametrów środowiska, które można podłączyć do modułów programowalnych do prototypowania systemów kontrolno-pomiarowych, pozwalających na pomiar co najmniej 3 wielkości fizycznych (np. temperatura otoczenia, natężenie oświetlenia, odległość od śledzonego obiektu) wraz z kompletem przewodów połączeniowych – 36 szt.

• Zestaw zasilaczy pozwalający na zasilenie wszystkich komputerów jednopłytkowych I modułów programowalnych napięciem bezpiecznym (max. 12V).

• Punkt dostępowy sieci WiFi – 1 szt.

**Moduł 3:**

• Stacje lutownicze – 12 szt.

• Zestaw narzędzi pomocniczych do montażu SMD/THT obejmujący co najmniej obcinaczki proste, pęsetę prostą do montażu SMD, pęsetę zagiętą do montażu SMD, odsysacz, zasilacz DC pozwalający na uruchomienie zmontowanego prototypu – 12 szt.

• Zestaw elementów (zawierający także stop lutowniczy) z płytką PCB pozwalający na samodzielne zmontowanie oraz uruchomienie urządzenia, które można wykorzystać w rozwiązaniach typu AI on Edge w systemach smart agriculture (inteligentne rolnictwo) – po 1 dla każdego uczestnika szkolenia.