

**Załącznik nr 1 do ogłoszenia o udzielanym zamówieniu nr
ZZ/072/009/D/2026**

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA		
Lp.	Przedmiot zamówienia	Ilość szt.
1.	Moduł komunikacji LoRa z WiFi i Bluetooth: <ul style="list-style-type: none"> • częstotliwość LoRa: 863-870 MHz • chipset główny: typu SoC z procesorem dwurdzeniowym min. 32-bity i taktowaniem do 240 MHz • transceiver LoRa: kompatybilny z LoRaWAN • pamięć FLASH: min. 16 MB • pamięć SRAM: min. 512 KB • protokoły: LoRaWAN, WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth Low Energy • interfejsy: UART, I2C, SPI, ADC, GPIO • typ złącza anteny: RF connector • napięcie zasilania: 3.0 V - 3.6 V • zakres temperatury operacyjnej: -40°C do +65°C • wymiary modułu: maks. 20 x 30 mm • montaż: płytki bazowa z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	30
2.	Moduł komunikacji bezprzewodowej LoRa: <ul style="list-style-type: none"> • częstotliwość LoRa: 863-870 MHz • chipset: kompatybilny z LoRaWAN • protokoły: LoRaWAN 1.0.3, LoRa point-to-point • prąd w trybie uśpienia: < 2.0 µA • interfejsy: UART, I2C, GPIO • napięcie zasilania: 2.0 V ~ 3.6 V (typowe 3.3 V) • zakres temperatury operacyjnej: -70°C do +85°C 	20

	<ul style="list-style-type: none"> wymiary modułu: maks. 20 x 30 mm montaż: <ul style="list-style-type: none"> Typ złącza: Gniazdo typu board-to-board (płytko-płytko) o wysokiej gęstości upakowania pinów, przeznaczone do montażu modułów obliczeniowych. Konfiguracja pinów: Minimum 40-pinowe złącze męskie (na płycie bazowej) współpracujące z odpowiednim złączem żeńskim na module CPU. Raster złącza (Pitch): Dokładnie 0,4 mm. Wysokość połączenia (Stacking height): Złącze zapewniające stabilne połączenie mechaniczne przy wysokości stosu wynoszącej 1,5 mm do 2,0 mm. Interfejsy elektryczne: Złącze musi zapewniać wyprowadzenie następujących magistral komunikacyjnych z modułu CPU na płytę bazową: Minimum 2x UART, Minimum 1x I2C, Minimum 1x SPI Linie zasilające (3.3V, VBUS, VBAT) oraz dedykowane linie GPIO, ADC i USB. Mocowanie mechaniczne: Poza połączeniem elektrycznym, gniazdo musi być skorelowane z otworami montażowymi na płycie bazowej, umożliwiającymi przykręcenie modułu CPU za pomocą śrub (np. M1.2), co zapewni odporność na wstrząsy i wibracje. Równoważność: Zamawiający dopuszcza rozwiązania oparte na standardzie WisBlock CPU Slot lub rozwiązanie w pełni z nim kompatybilne mechanicznie i elektrycznie. 	
3.	<p>Moduł komunikacji bezprzewodowej LoRa i Bluetooth (BLE):</p> <ul style="list-style-type: none"> częstotliwość LoRa: 863-870 MHz chipset główny: procesor 32-bitowy minimum 64 MHz minimum 1 MB pamięci Flash oraz minimum 256 KB pamięci RAM. transceiver LoRa: kompatybilny z LoRaWAN napięcie zasilania modułu: 2.0 V ~ 3.6 V (typowe 3.3 V) 	20

	<ul style="list-style-type: none"> • interfejsy: UART, I2C, SPI, ADC, GPIO, USB • montaż: <ul style="list-style-type: none"> – Typ złącza: Gniazdo typu board-to-board (płytko-płytko) o wysokiej gęstości upakowania pinów, przeznaczone do montażu modułów obliczeniowych. – Konfiguracja pinów: Minimum 40-pinowe złącze męskie (na płycie bazowej) współpracujące z odpowiednim złączem żeńskim na module CPU. – Raster złącza (Pitch): Dokładnie 0,4 mm. – Wysokość połączenia (Stacking height): Złącze zapewniające stabilne połączenie mechaniczne przy wysokości stosu wynoszącej 1,5 mm do 2,0 mm. – Interfejsy elektryczne: Złącze musi zapewniać wyprowadzenie następujących magistral komunikacyjnych z modułu CPU na płytę bazową: Minimum 2x UART, Minimum 1x I2C, Minimum 1x SPI – Linie zasilające (3.3V, VBUS, VBAT) oraz dedykowane linie GPIO, ADC i USB. – Mocowanie mechaniczne: Poza połączeniem elektrycznym, gniazdo musi być skorelowane z otworami montażowymi na płycie bazowej, umożliwiającymi przykręcenie modułu CPU za pomocą śrub (np. M1.2), co zapewni odporność na wstrząsy i wibracje. – Równowaga: Zamawiający dopuszcza rozwiązania oparte na standardzie WisBlock CPU Slot lub rozwiązanie w pełni z nim kompatybilne mechanicznie i elektrycznie. • wymiary modułu: maks. 20 x 30 mm 	
4.	<p>Moduł bazowy do budowy systemów IoT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interfejsy komunikacyjne min.: USB Type-C, UART, I2C, SPI, GPIO • złącze baterii: typu JST PHR-2 2 mm pitch lub równoważne: 	30

- Raster (pitch): dokładnie 2,0 mm (odległość między osiami pinów).
- Liczba styków: 2-pinowe.
- Typ złącza: polaryzowane (z fizycznym zabezpieczeniem przed odwrotnym włożeniem wtyku), typu wtyk-gniazdo (połączenie przewód-płytką).
- Mechanizm blokujący: pasywna blokada cierna (friction lock) zapewniająca stabilność połączenia przy drganiach.
- Kompatybilność: pełna zamiennność mechaniczna i elektryczna z powszechnie dostępnymi na rynku akumulatorami litowo-polimerowymi (Li-Po) wyposażonymi we wtyki standardu PH 2.0.
- Parametry elektryczne: obciążalność prądowa min. 2A, napięcie znamionowe min. 100V AC/DC
- napięcie baterii: 3.3 V ~ 4.3 V (nominalne 3.7 V)
- złącze panelu słonecznego: typu JST ZHR-2 1.5 mm pitch, lub równoważne:
 - Raster (pitch): dokładnie 1,5 mm (odległość między osiami pinów).
 - Liczba styków: 2-pinowe.
 - Typ złącza: miniaturowe złącze polaryzowane (z fizycznym zabezpieczeniem przed błędnym wpięciem), typu wtyk-gniazdo (połączenie przewód-płytką).
 - Konstrukcja: wyposażone w mechanizm blokujący typu „dimple lock” (wgłębienie zatrzaskowe) lub inny system zapewniający pewne trzymanie wtyku przy wstrząsach.
 - Kompatybilność: pełna zamiennność mechaniczna i elektryczna z powszechnie dostępnymi na rynku ogniwami fotowoltaicznymi (solarnymi) o niskiej mocy, wyposażonymi we wtyki standardu ZH 1.5.
 - Parametry elektryczne: obciążalność prądowa min. 1A, napięcie znamionowe min. 50V AC/DC.

	<ul style="list-style-type: none"> • napięcie panelu słonecznego: max 5.5 V • ładowanie przez USB-C: 4.5 - 5.5 V, 350 mA • regulator napięcia: step-down 3.3 V, min. 750 mA • prąd spoczynkowy: < 10 μA • kompatybilność: z : płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
5.	<p>Moduł bazowy (2x IO) do budowy systemów IoT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interfejsy komunikacyjne: USB Type-C, UART, I2C, SPI, GPIO • liczba gniazd czujników: min. 6 • liczba gniazd wejść/wyjść: min. 2 • gniazdo modułu głównego: min. 1 • złącze baterii: 3.7 V Li-Po / Li-Ion • złącze panelu słonecznego: tak (napięcie max 5.5 V) • przycisk użytkownika: 1 • liczba LED: min. 3 • przycisk RESET: tak • zakres temperatury operacyjnej: -35°C do +75°C • wymiary: max 60 x 67 mm • kompatybilność: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	10
6.	<p>Moduł bazowy do budowy systemów IoT z wymiennym modulem zasilania:</p> <ul style="list-style-type: none"> • złącza systemowe: min. 4 gniazda Sensor, 1 gniazdo IO, 1 gniazdo Core • gniazdo zasilania: tak, obsługa wymiennych modułów zasilających • interfejsy: I2C, UART, SPI, GPIO • zakres temperatury operacyjnej: -35°C do +75°C 	20

	<ul style="list-style-type: none"> wymiary: max 35 x 65 mm kompatybilność: z płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
7.	<p>Moduł zasilania USB z wbudowaną ładowarką baterii:</p> <ul style="list-style-type: none"> złącza zasilania: USB typu C, gniazdo baterii Li-Po regulator napięcia: Regulator napięcia: wyjściowe 3.3 V o wydajności prądowej min. 500 mA. układ ładowania: wbudowany, prąd ładowania konfigurowalny napięcie wejściowe (USB): 5 V napięcie baterii: 3.7 V do 4.2 V wymiary: max 30 x 20 mm montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	10
8.	<p>Moduł zasilania baterijnego z gniazdem USB:</p> <ul style="list-style-type: none"> złącza zasilania: min. USB typu C, złącze baterii złącze polaryzowane typu wtyk-gniazdo (połączenie przewód-płytką) o rastrze (pitch) wynoszącym dokładnie 2,0 mm, o konfiguracji 2-pinowej. Zamawiający dopuszcza standard JST PHR-2 lub rozwiązanie równoważne, zapewniające pełną kompatybilność mechaniczną z powszechnie dostępnymi na rynku ogniwami Li-Po/Li-Ion wyposażonymi w końcówki standardu PH 2.0. regulator napięcia: step-down 3.3 V pobór prądu: zoptymalizowany dla zasilania baterijnego wymiary: max 20 x 30 mm montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	3
9.	<p>Moduł zasilania o szerokim zakresie napięć wejściowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> napięcie wejściowe: 5 V do 24 V DC 	10

	<ul style="list-style-type: none"> • złącze zasilania: terminal block lub wtyk DC • napięcie wyjściowe: regulowane 3.3 V dla systemu płytki bazowej • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
10.	<p>Moduł zasilania z obsługą Power over Ethernet (PoE):</p> <ul style="list-style-type: none"> • standard PoE: min. IEEE 802.3af • chip: kompatybilny ze standardem IEEE 802.3af PoE standard • napięcie wejściowe (PoE): 36 V do 57 V • złącze: zintegrowane wyprowadzenia do gniazda RJ45 • napięcie wyjściowe: 3.3 V (step-down) • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny • wymiary: max 30 x 50 mm 	6
11.	<p>Moduł komunikacji z czujnikami typu SDI-12:</p> <ul style="list-style-type: none"> • protokół komunikacyjny: SDI-12 • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny • zasilanie modułu: VBAT i 3.3 V • obsługa zewnętrznego 12 V: tak • zakres temperatury operacyjnej: -40°C do +85°C • wymiary: max 35 x 25 mm 	5
12.	<p>Moduł interfejsu odczytu natężenia prądowego:</p> <ul style="list-style-type: none"> • funkcja: odczyt natężenia prądowego z zakresu: 4-20 mA • liczba kanałów: min. 2 • złącza: <ul style="list-style-type: none"> – Typ połączenia: Złącze zaciskowe śrubowe lub sprężynowe (typu push-in), umożliwiające trwałe i wielokrotne mocowanie odizolowanych końcówek przewodów bez konieczności ich lutowania. 	5

	<ul style="list-style-type: none"> – Raster (pitch): Dokładnie 2,54 mm (lub 2,5 mm) – dopasowany do standardu modułów rozszerzeń IoT. – Przekrój obsługiwanych przewodów: Możliwość montażu przewodów (typu drut lub linka) o przekroju w zakresie minimum 0,14 mm² do 0,5 mm² (odpowiednik 26-20 AWG). – Orientacja wejścia przewodu: Kątowa (wejście przewodu równoległe do płaszczyzny płytki) lub prosta, umożliwiającą swobodny montaż w obudowie. – Materiał wykonania: Korpus wykonany z tworzywa izolacyjnego samogasnącego (np. PA66), zaciski wykonane z metalu odpornego na korozję (mosiądz cynowany lub stal nierdzewna). – Kompatybilność: Pełna zamiennność funkcjonalna z powszechnie stosowanymi złączami przemysłowymi marek takich jak JST, Phoenix Contact, Molex lub równoważnych. • zakres temperatury operacyjnej: -30°C do +65°C • wymiary: max 35 x 25 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
13.	<p>Moduł interfejsu wejść analogowych 0-5 V:</p> <ul style="list-style-type: none"> • liczba kanałów wejściowych: min. 2 (sygnał analogowy 0-5 V) • wbudowana przetwornica: podbijająca napięcie do 12V dla czujników zewnętrznych • napięcie zasilania układu: 3.0 V do 3.6 V • zakres temperatury operacyjnej: -30°C do +65°C • wymiary modułu: max 35 x 25 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5
14.	<p>Moduł interfejsu komunikacyjnego LIN Bus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • standard: LIN 	3

	<ul style="list-style-type: none"> • chip: zgodny z normą AEC-Q100, za rozwiązanie równoważne uznaje się układ, który spełnia łącznie następujące parametry: <ul style="list-style-type: none"> – Odporność na temperaturę: Potwierdzona zdolność do stabilnej pracy w szerokim zakresie temperatur (minimum Grade 3: od -40°C do +85°C lub wyższym). – Testy niezawodności: Układ przeszedł rygorystyczne testy kwalifikacyjne w zakresie starzenia przyspieszonego, odporności na wilgoć oraz cykli termicznych (odpowiadające procedurom testowym JEDEC lub równoważnym standardom przemysłowym o wysokim rygorze). – Odporność na wyładowania elektrostatyczne (ESD): Zapewnienie ochrony przed wyładowaniami na poziomie minimum 2 kV (model HBM – Human Body Model) lub wyższym. – Ochrona przed zatrzaśnięciem (Latch-up): Układ musi być odporny na zjawisko latch-up przy prądzie minimum 100 mA w maksymalnej temperaturze pracy. – Stabilność parametrów: Gwarancja niskiego współczynnika awaryjności (FIT – Failures in Time) oraz stabilności parametrów elektrycznych w całym cyklu życia produktu (minimum 10 lat pracy w warunkach przemysłowych). • napięcie magistrali LIN: do 24 V • wymiary modułu: max 25 x 35 mm • montaż: gniazdo płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
15.	<p>Moduł interfejsu komunikacyjnego CAN Bus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • standard: CAN 2.0B / CAN FD • prędkość transmisji: do 1 Mbps • złącza: przemysłowe terminal block • wymiary modułu: max 25 x 35 mm 	5

	<ul style="list-style-type: none"> montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
16.	<p>Moduł komunikacji Ethernet:</p> <ul style="list-style-type: none"> chip: minimum 133 MHz, RAM minimum 264 kB SRAM gniazdo: RJ45 obsługa protokołów: TCP/IP, UDP, IPv4, ICMP, ARP, IGMP wymiary modułu: max 25 x 50 mm montaż: gniazdo płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5
17.	<p>Moduł rozszerzeń PoE i Ethernet:</p> <ul style="list-style-type: none"> zgodność ze standardem: IEEE 802.3af PoE chipset konwertera: kompatybilny ze standardem IEEE 802.3af PoE standard zakres napięcia wejściowego: 36 V do 57 V napięcie wyjściowe: max 5 V wymiary modułu: max 32 x 25 mm montaż: montaż kaskadowy – wpinany bezpośrednio w piny modułu komunikacji Ethernet. Zamawiający rozumie konstrukcję mechaniczną i elektryczną modułu, która spełnia łącznie następujące warunki: <ul style="list-style-type: none"> Integracja mechaniczna: Możliwość połączenia modułu rozszerzenia (np. PoE) z modułem komunikacyjnym (np. Ethernet) w sposób piętrowy (jeden nad drugim), tak aby oba moduły zajmowały na płycie bazowej powierzchnię nie większą niż obrys jednego gniazda rozszerzeń (IO Slot). Współdzielenie sygnałów: Zapewnienie bezpośredniego połączenia elektrycznego między modułami bez konieczności stosowania zewnętrznego okablowania, umożliwiające przekazywanie napięcia zasilania z linii PoE do modułu 	5

	<p>komunikacyjnego i dalej do magistrali systemowej płyty bazowej.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kompatybilność złączy: Wykorzystanie standardowych złączy krawędziowych lub typu pinowego, które są w pełni zgodne z rozstawem i sygnałami modułu bazowego opisanego w punkcie 10 zamówienia. – Stabilność montażu: Konstrukcja musi zapewniać trwałe połączenie obu modułów, odporne na wstrząsy i wibracje, za pomocą wspólnego systemu kotwiczenia lub śrub montażowych. 	
18.	<p>Moduł interfejsu RS485 / Modbus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • funkcja: konwersja sygnałów RS485 na sygnały UART dla modułu głównego • interfejs komunikacyjny: UART, I2C • obsługa protokołów: RS485 (warstwa fizyczna), obsługa Modbus • maksymalna liczba węzłów RS485 w sieci: do 16 węzłów • detekcja kierunku transmisji (TX/RX): automatyczna • zakres temperatury operacyjnej: -30°C do +65°C • wymiary modułu: max 35 x 25 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5
19.	<p>Moduł ekspandera wejść/wyjść cyfrowych (IO Expansion):</p> <ul style="list-style-type: none"> • funkcja: rozszerzenie dostępnej liczby portów wejścia/wyjścia (I/O) systemu bazowego • liczba dodatkowych pinów I/O: min. 16 • interfejs komunikacyjny: I2C • obsługa przerwań: tak • napięcie zasilania: max 3.3 V • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5

	<ul style="list-style-type: none"> zakres temperatury operacyjnej: -40°C do +85°C wymiary modułu: max 25 x 35 mm 	
20.	<p>Moduł rozszerzeń sygnału PWM (Pulse Width Modulation):</p> <ul style="list-style-type: none"> funkcja: sprzętowy sterownik wyjść PWM, dedykowany liczba niezależnych kanałów PWM: min. 16 rozdzielczość sygnału PWM: min. 12-bit zakres częstotliwości PWM: regulowany od ok. 24 Hz do 1526 Hz interfejs komunikacyjny: I2C tolerancja napięcia wejściowego na portach: do 5.5 V zasilanie układu scalonego: 2.3 V do 5.5 V (typowo zasilany z linii 3.3 V systemu) montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5
21.	<p>Moduł przetwornika analogowo-cyfrowego (ADC):</p> <ul style="list-style-type: none"> funkcja: pomiar zewnętrznych napięć analogowych i konwersja do postaci cyfrowej rozdzielczość: min. 8-bitów (bez gubienia kodów – no missing codes) liczba kanałów wejściowych: 8 niezależnych wejść niesymetrycznych (Single-ended) lub 4 kanały różnicowe (Differential) częstotliwość próbkowania: do 70 kHz błąd nieliniowości (INL/DNL): ± 0.5 LSB interfejs komunikacyjny: I2C napięcie zasilania układu: 3.3 V wymiary modułu: max 25 x 45 mm montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5

22.	<p>Moduł adaptera pinów wejścia/wyjścia (IO Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> • funkcja: bezpośrednie wyprowadzenie sygnałów z modułu głównego • dostępne wyprowadzenia min.: <ul style="list-style-type: none"> - 2 x interfejs I2C - 2 x interfejs UART - 1 x interfejs SPI - do 6 x uniwersalne porty wejścia/wyjścia (GPIO) - 2 x wejścia przetwornika analogowo-cyfrowego (ADC) • złącza wyprowadzeń: min. 4 x 8-pinowe listwy kołkowe typu goldpin • wymiary modułu: max 25 x 35 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	5
23.	<p>Moduł czytnika kart pamięci MicroSD:</p> <ul style="list-style-type: none"> • obsługiwane typy kart: MicroSD • interfejs komunikacyjny: SPI • formatowanie: zgodność z bibliotekami FAT16 / FAT32 • wymiary modułu: max 25 x 35 mm • montaż: gniazda rozszerzeń interfejsów wejścia/wyjścia (IO Slot): <ul style="list-style-type: none"> – Typ połączenia: Miniaturowe złącze typu board-to-board (płytko-płytko) o wysokiej gęstości upakowania sygnałów, przeznaczone do montażu modułów sensorowych i komunikacyjnych. – Konfiguracja pinów: Minimum 24-pinowe złącze męskie (umieszczone na płycie bazowej). – Raster złącza (Pitch): Dokładnie 0,5 mm. – Wysokość połączenia (Stacking height): Złącze zapewniające stabilne połączenie przy wysokości stosu wynoszącej 1,5 mm. – Interfejsy elektryczne: Gniazdo musi zapewniać wyprowadzenie co najmniej następujących sygnałów z 	3

	<p>magistrali systemowej: Magistrale komunikacyjne: I2C, SPI, UART; Linie zasilające: 3.3 V oraz napięcie bateryjne (VBAT); Linie sygnałowe: minimum 1x wejście analogowe (ADC) oraz linie przerwań/GPIO.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stabilizacja mechaniczna: Konstrukcja gniazda na płycie bazowej musi współpracować z otworami montażowymi pod śruby (np. M1.2), rozmieszczonymi zgodnie ze standardem modułów o wymiarach 17,5 x 23 mm lub 25 x 35 mm. – Równoważność: Zamawiający dopuszcza rozwiązania oparte na standardzie WisBlock IO Slot lub rozwiązanie w pełni z nim kompatybilne mechanicznie i elektrycznie. 	
24.	<p>Moduł łączności WiFi i Bluetooth:</p> <ul style="list-style-type: none"> • częstotliwość: 2.4 GHz • protokoły: WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth Low Energy • montaż: gniazdo rozszerzeń interfejsów wejścia/wyjścia (IO Slot): <ul style="list-style-type: none"> – Typ połączenia: Miniaturowe złącze typu board-to-board (płytko-płytko) o wysokiej gęstości upakowania sygnałów, przeznaczone do montażu modułów sensorowych i komunikacyjnych. – Konfiguracja pinów: Minimum 24-pinowe złącze męskie (umieszczone na płycie bazowej). – Raster złącza (Pitch): Dokładnie 0,5 mm. – Wysokość połączenia (Stacking height): Złącze zapewniające stabilne połączenie przy wysokości stosu wynoszącej 1,5 mm. – Interfejsy elektryczne: Gniazdo musi zapewniać wyprowadzenie co najmniej następujących sygnałów z magistrali systemowej: Magistrale komunikacyjne: I2C, SPI, UART; – Linie zasilające: 3.3 V oraz napięcie bateryjne (VBAT).; Linie sygnałowe: minimum 1x wejście analogowe (ADC) oraz linie przerwań/GPIO. 	10

	<ul style="list-style-type: none"> – Stabilizacja mechaniczna: Konstrukcja gniazda na płycie bazowej musi współpracować z otworami montażowymi pod śruby (np. M1.2), rozmieszczonymi zgodnie ze standardem modułów o wymiarach 17,5 x 23 mm lub 25 x 35 mm. – Równoważność: Zamawiający dopuszcza rozwiązania oparte na standardzie WisBlock IO Slot lub rozwiązanie w pełni z nim kompatybilne mechanicznie i elektrycznie. • pamięć FLASH: min. 4 MB SPI Flash • pamięć PSRAM: min. 8 MB • typ anteny: PCB antenna (zintegrowana) • interfejsy komunikacyjne: UART, I2C, SPI, GPIO, LED • napięcie zasilania VBAT: 2.6 V - 4.2 V (max 4.2 V) • wymiary: max 29.5 x 25 mm 	
25.	<p>Moduł pozycjonowania radiowego (UWB):</p> <ul style="list-style-type: none"> • technologia: Ultra-Wideband (UWB) • zasilanie (napięcie robocze): VBAT (typ. 4.2 V) • antena: zintegrowana na PCB • zakres temperatury operacyjnej: -40°C do +85°C • wymiary modułu: max 35 x 25 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	6
26.	<p>Moduł lokalizacji GNSS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • obsługiwane systemy: GPS, GLONASS, QZSS, BeiDou • interfejsy komunikacyjne: I2C, UART • napięcie zasilania: 2.7 V do 3.6 V (typowe 3.3 V) • prąd operacyjny: < 15 µA • częstotliwość odświeżania: min. 10 Hz • dokładność lokalizacji: ±2.5 m • wymiary: max 10 x 23 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, 	4

	przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny	
27.	<p>Zestaw czujnika wilgotności gleby:</p> <ul style="list-style-type: none"> • budowa: moduł przejściówki elektronicznej (adapter) i odseparowana na długim przewodzie sonda wbijana w ziemię • interfejs komunikacyjny: I2C • kalibracja pomiarów: sprzętowa i programowa z poziomu płyty głównej • wymiary modułów: elektronika wtykowa 15 x 25 mm; sonda zewnętrzna 18.1 x 149 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	2
28.	<p>Moduł interfejsu czujników temperatury PT100:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interfejs: SPI • wersja z czujnikiem PT100 • konfiguracja połączeń: 2, 3 lub 4-przewodowa (obsługa czujników PT100) • dokładność konwersji: 15-bitowy ADC • zasilanie: 3.3 V • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	2
29.	<p>Moduł precyzyjnego pomiaru prądu stałego (DC Current Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> • funkcja: odczyt napięcia oraz natężenia prądu stałego • obsługiwane napięcia pomiarowe: 0 V do 26 V • dopuszczalny mierzony prąd ciągły: 0 A do 3 A • dokładność odczytu: : min.0.5% • interfejs: I2C • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	3

30.	<p>Moduł precyzyjnego przepływu ładunku elektrycznego w urządzeniu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • funkcja układu: odczytywanie skumulowanego przepływu ładunku z baterii • dopuszczalne napięcia wejściowe dla sekcji pomiarowej: od ok. 2.7 V do 5.5 V • interfejs komunikacyjny: I2C • wymiary modułu: max 15 x 25 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	3
31.	<p>Moduł czujnika temperatury i wilgotności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • parametry pomiarowe temperatury: od -40°C do +125°C przy standardowym błędzie operacyjnym odczytu $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ • parametry pomiarowe wilgotności względnej: od 0% do 100% RH przy standardowym błędzie odczytu $\pm 2.0\% \text{ RH}$ • interfejs: I2C • wymiary modułu: max 12 x 12 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	2
32.	<p>Moduł czujnika ciśnienia barometrycznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> • specyfikacja środowiskowa elementu pomiarowego: hermetyczna ochrona wnętrza chipu przed przenikaniem wody • mierzony zakres pomiarowy obiektywny ciśnienia absolutnego: od 260 do 1260 hPa • napięcie zasilania: min. nominalnie 3.3 V • interfejs: I2C • wymiary modułu: max 12 x 12 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	2

33.	<p>Moduł wskaźnikowego czujnika jakości powietrza w zakresie lotnych związków (VOC):</p> <ul style="list-style-type: none"> • pobór prądu od 34 μA do 3.0 mA • zakres pomiaru: od 0 do 1000 ppm • interfejs: I2C • wymiary modułu: max 12 x 12 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	1
34.	<p>Moduł czujnika stężenia dwutlenku węgla (CO₂):</p> <ul style="list-style-type: none"> • zakres pomiaru CO₂: od ok. 400 do 10 000 ppm • interfejs logiczny systemu: I2C • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	1
35.	<p>Zestaw detekcji pojawienia się opadów atmosferycznych (czujnik deszczu):</p> <ul style="list-style-type: none"> • zawartość pakietu: kontroler układu na wpinanej płytce oraz odosobniona na kablu moduł detekcyjny • wymiary: max 15 x 25 mm • wymiary układu elektroniki sterującej: miniaturowe rozmiary czujnikowe max 10 x 10 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	2
36.	<p>Moduł precyzyjnego pomiaru UV:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interfejs: I2C • napięcie: 3.3 V • wymiary obwodu modułu: max 12 x 12 mm • zakres dynamiki: szeroki zakres dynamiki pomiarowej, umożliwiający detekcję przy bardzo słabym nasłonecznieniu oraz w pełnym słońcu (min. 16-bitowa rozdzielczość przetwornika) 	2

	<ul style="list-style-type: none"> • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	
37.	<p>Moduł pomiaru natężenia światła:</p> <ul style="list-style-type: none"> • precyzja zakresowa: od 0.01 do 85000 luksów • interfejs: I2C • wymiary płytki montażowej: max 12 x 12 mm • montaż: płytką bazową z portami USB, diodami sygnalizującymi, przyciskami i rozszerzeniami interfejsów IO z możliwością zasilania poprzez port USB C, akumulator Li-Pol lub panel słoneczny 	2