

INSTRUKCJA UŻYTKOWNIKA

SR05-D1A3 & SR05-D2A2

Cyfrowe pyranometry klasy drugiej z różnymi wyjściami



Ostrzeżenia



Przyłożenie więcej niż 30 V do przewodów zasilających czujnika może spowodować jego trwałe uszkodzenie.



Aby zapewnić prawidłowe uziemienie urządzenia: używaj SR05 z oryginalnym fabrycznym kablem. Zapoznaj się z rozdziałem dotyczącym uziemienia i stosowania ekranu.



Użycie tego samego adresu Modbus dla więcej niż jednego urządzenia spowoduje nieprawidłowe działanie całej sieci.



Twoje żądanie danych może wymagać przesunięcia o +1 dla każdego numeru rejestru SR05, w zależności od przetwarzania przez główny węzeł sieci. Zapoznaj się z instrukcją urządzenia pełniącego rolę lokalnego węzła nadrzędnego.

Spis treści

Ostrzeżenia	2
Spis treści	3
Lista symboli	5
Wprowadzenie	6
1 Zamawianie i kontrola przy dostawie	10
1.1 Zamawianie SR05	10
1.2 Elementy wyposażenia	11
1.3 Szybka weryfikacja urządzenia	12
2 Zasada działania i teoria	13
3 Specyfikacje serii SR05	16
3.1 Specyfikacje SR05-D1A3 i SR05-D2A2	16
3.2 Wymiary SR05	20
4 Standardy i zalecane metody użycia	21
4.1 Standard klasyfikacji	21
4.2 Ogólne zastosowanie do pomiaru promieniowania słonecznego	21
4.3 Ogólne zastosowanie do pomiaru czasu nasłonecznienia	21
4.4 Specyficzne zastosowanie do testowania wydajności systemów fotowoltaicznych	22
4.5 Specyficzne zastosowanie w meteorologii i klimatologii	23
5 Instalacja SR05	24
5.1 Wybór lokalizacji i instalacja	24
5.2 Montaż i poziomowanie SR05	25
5.3 Instalacja SR05	25
5.4 Instalacja SR05 z poziomowaniem kulowym i mocowaniem rurowym	26
5.5 Połączenie elektryczne serii SR05: schemat połączeń	30
5.6 Uziemienie i stosowanie osłony	31
5.7 Użycie wyjścia analogowego 0-1 V pyranometru SR05-D1A3	32
5.8 Użycie wyjścia analogowego 4-20 mA pyranometru SR05-D2A2	33
5.9 Użycie wyjścia cyfrowego pyranometrów SR05-D1A3 i SR05-D2A2	35
5.10 Podłączenie SR05-D1A3 do sieci RS-485	35
5.11 Podłączenie SR05-D2A2 do urządzenia TTL	37
5.12 Podłączenie SR05 do komputera PC	38
6 Komunikacja z SR05	40
6.1 Komunikacja z komputerem PC: oprogramowanie Sensor Manager	40
6.2 Komunikacja sieciowa: kody funkcji, rejestry, cewki	45
6.3 Komunikacja sieciowa: wprowadzenie	52
6.4 Komunikacja sieciowa: przykład żądania głównego do SR05	53
7 Wykonanie wiarygodnego pomiaru	55
7.1 Koncepcja niezawodności	55
7.2 Wiarygodność pomiarów	56
7.3 Szybkość napraw i konserwacji	57
7.4 Ocena niepewności	57
8 Konserwacja i rozwiązywanie problemów	60
8.1 Zalecana konserwacja i zapewnienie jakości	60
8.2 Rozwiązywanie problemów	61
8.3 Kalibracja i kontrole w terenie	62
8.4 Zapewnienie jakości danych	63
9 Dodatki	64
9.1 Dodatek do przedłużania / wymiany kabla	64
9.2 Dodatek do narzędzi dla SR05	66

9.3	Dodatek do części zamiennych dla SR05	66
9.4	Dodatek do norm klasyfikacji i kalibracji	67
9.5	Dodatek do hierarchii kalibracji	68
9.6	Dodatek do meteorologicznych wielkości promieniowania	69
9.7	Dodatek do tabel klasyfikacji ISO i WMO	70
9.8	Dodatek do definicji specyfikacji pyranometru	71
9.9	Aneks dotyczący terminologii / słownika	72
9.10	Aneks dotyczący konwersji formatu liczb zmiennoprzecinkowych	73
9.11	Aneks dotyczący kodów funkcji, przegląd rejestrów i cewek	74
9.12	Aneks dotyczący identyfikacji nazwy modelu czujnika w rejestrze	78
9.13	Deklaracja zgodności UE	79

Lista symboli

Wielkości	Symbol	Jednostka
Wyjście napięciowe	U	V
Czułość	S	V/(W/m ²)
Promieniowanie słoneczne	E	W/m ²
Wyjście 0-1 V	U	V
Zakres transmisji 0-1 V	r	W/m ²
Wyjście pętli prądowej 4-20 mA	I	A
Rezystancja	R	Ω
Zakres transmisji 4-20 mA	r	W/m ²

(patrz również dodatek 9.6 dotyczący wielkości meteorologicznych)

Indeksy dolne

Nie dotyczy

Wprowadzenie

Seria SR05 to najbardziej przystępna seria pyranometrów spełniająca wymagania klasy drugiej normy ISO 9060. Są idealne do ogólnych pomiarów promieniowania słonecznego w sieciach meteorologicznych i systemach monitoringu fotowoltaiki. Pyranometry SR05 są łatwe w montażu i instalacji. Dostępne są różne wyjścia, zarówno cyfrowe, jak i analogowe, dla ułatwienia integracji.

Pyranometr SR05 mierzy promieniowanie słoneczne odbierane przez powierzchnię płaską, w W/m^2 , z kątem widzenia 180° . Dostępne są różne konfiguracje, w zależności od sposobu montażu i wymaganego wyjścia.

SR05 wykorzystuje czujnik termostosu z powierzchnią pokrytą na czarno, jedną kopułą i korpusem z anodowanego aluminium z czytelną poziomnicą bąbelkową. SR05 posiada różne wyjścia standardowe w przemyśle, zarówno cyfrowe, jak i analogowe:

- Wersja SR05-D1A3: cyfrowy czujnik z Modbus przez RS-485 oraz analogowe wyjście 0-1 V
- Wersja SR05-D2A2: cyfrowy czujnik z Modbus przez TTL oraz analogowe wyjście 4-20 mA
- Wersja SR05-A1: czujnik analogowy z analogowym wyjściem miliwoltowym i
- Wersja SR05-D1A3-PV: cyfrowy z Modbus przez RS-485, alternatywa dla ogniwa referencyjnego fotowoltaiki

Niniejsza instrukcja obsługi obejmuje użycie dwóch cyfrowych czujników z zakresu serii SR05: SR05-D1A3 i SR05-D2A2. Specyfikacje tych wersji różnią się od wersji cyfrowej SR05-D1A3-PV oraz wersji analogowej modelu SR05: SR05-A1. W przypadku użycia SR05-D1A3-PV lub SR05-A1 należy zapoznać się z osobną instrukcją obsługi SR05-D1A3-PV lub SR05-A1.

Zalety cyfrowej serii SR05:

- Standardowe cyfrowe wyjścia przemysłowe: łatwa implementacja i obsługa
- Łatwy montaż i poziomowanie
- Cennik: pyranometry klasy drugiej wreszcie dostępne dla rozległych sieci



Rysunek 0.1 Cyfrowy pyranometr klasy drugiej SR05 widziany z góry

Opcjonalnie czujnik posiada unikalny mechanizm poziomowania kulowego z mocowaniem rurowym lub bez, umożliwiającą łatwą instalację.

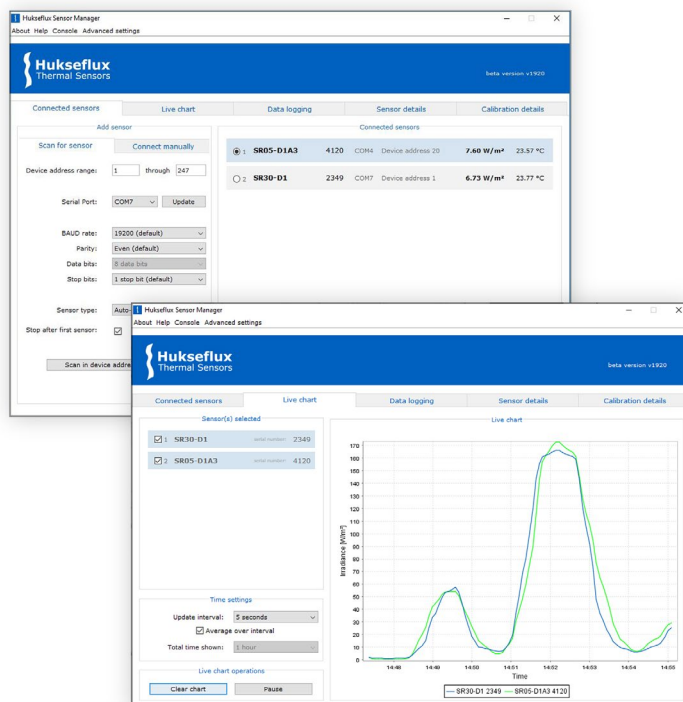


Rysunek 0.2 Po lewej cyfrowy pyranometr klasy drugiej SR05 z poziomnicą bąbelkową i złączem kabla M12 -A w konfiguracji standardowej (standardowo dołączony 3-metrowy kabel); po prawej SR05 z opcjonalnym poziomowaniem kulowym, do łatwego montażu i poziomowania na powierzchniach (po)ziomych (nie pokazano dołączonych śrub montażowych)



Rysunek 0.3 Cyfrowy pyranometr klasy drugiej SR05 z opcjonalnym poziomowaniem kulowym i mocowaniem rurowym do łatwego montażu i poziomowania na rurze (rura nie jest dołączona)

Do komunikacji między komputerem PC a SR05-D1A3 i/lub SR05-D2A2 dostępne jest do pobrania oprogramowanie Hukseflux Sensor Manager. Pozwala użytkownikowi na wykreślenie i eksport danych oraz zmianę adresu Modbus SR05 i jego ustawień komunikacyjnych.



Rysunek 0.4 Interfejs użytkownika Menedżera Czujników

SR05-D1A3 jest przystosowany do użycia w systemach SCADA (Nadzorowanie i Akwizycja Danych), obsługujący protokół Modbus RTU (Jednostka Terminala Zdalnego) przez RS-485. W tych sieciach czujnik działa jako urządzenie podrzędne. Używanie SR05-D1A3 w sieci jest proste. Po ustawieniu poprawnego adresu Modbus i parametrów komunikacyjnych oraz podłączeniu do zasilania, urządzenie może być używane w sieciach RS-485. Typowa sieć będzie żądać danych o promieniowaniu (rejstry 2 + 3) i temperaturze (rejestr 6) co 1 sekundę, a następnie przechowywać średnie co 60 sekund. Sposób wysyłania żądania, przetwarzania zawartości rejestrów i konwersji na użyteczne dane opisano w akapitach dotyczących komunikacji sieciowej. Użytkownik powinien posiadać solidną wiedzę na temat protokołu komunikacyjnego Modbus podczas instalacji czujników w sieci. Podczas korzystania z analogowego wyjścia 0-1 V oferowanego przez SR05-D1A3, urządzenie można podłączyć bezpośrednio do powszechnie stosowanych systemów rejestracji danych zdolnych do obsługi sygnału 0-1 V.

Wersja SR05-D1A3-PV, również z cyfrowym interfejsem Modbus przez RS-485 i wyjściem 0-1 V, jest dostępna jako doskonała alternatywa dla ogniw referencyjnych fotowoltaiki. Prosimy zapoznać się osobną broszurą i instrukcją obsługi SR05-D1A3-PV.

Podczas używania cyfrowego wyjścia SR05-D2A2 można go podłączyć do urządzeń TTL poprzez Modbus przez TTL lub przy użyciu analogowego wyjścia 4 do 20 mA do powszechnie stosowanych systemów rejestracji danych zdolnych do obsługi sygnału pętli prądowej 4 do 20 mA.

Wszystkie wersje SR05 należy stosować zgodnie z zaleceniami ISO, WMO i ASTM.

Sugerowane zastosowanie SR05:

- pomiary promieniowania słonecznego
- sieci (agro-)meteorologiczne
- monitorowanie elektrowni fotowoltaicznych

Zalecany interwał kalibracji pyranometrów wynosi 2 lata. Rejestry zawierające zastosowaną czułość i historię kalibracji cyfrowych wersji SR05 są dostępne dla użytkowników po podaniu hasła. To pozwala użytkownikowi wybrać własną lokalną usługę kalibracji. Tego samego dostępu do rejestru można również użyć do zdalnej rekalkibracji pyranometrów w terenie. Zapytaj Hukseflux o informacje na temat tej funkcji oraz znormalizowanych procedur kalibracji w terenie zgodnych z ISO i ASTM.

Norma ASTM E2848 „Standardowa metoda badania wydajności systemu fotowoltaicznego bez koncentratora” (wydana pod koniec 2011 roku) potwierdza, że pyranometr jest preferowanym instrumentem do monitorowania wydajności systemu fotowoltaicznego. Pyranometr SR05 spełnia wymagania tej normy. Więcej informacji znajduje się w [naszym przewodniku wyboru pyranometrów](#).

WMO zatwierdziło „metodę pyranometryczną” do obliczania czasu nasłonecznienia z pomiarów pyranometrów w WMO-Nr 8, Przewodniku po instrumentach meteorologicznych i metodach obserwacji. Oznacza to, że SR05 może być używany, w połączeniu z odpowiednim oprogramowaniem, do szacowania czasu nasłonecznienia. Jest to znacznie bardziej opłacalne niż użycie dedykowanego czujnika czasu nasłonecznienia. Prosimy o naszą notatkę aplikacyjną.

1 Zamawianie i kontrola przy dostawie

1.1 Zamawianie SR05

Istnieją dwie standardowe konfiguracje modelu cyfrowego SR05, każda z kilkoma opcjami:

- SR05-D1A3 (poprzednio znany jako SR05-DA1):
z Modbus przez RS-485 i wyjściem 0-1 V. Standardowa długość kabla: 3 metry
- SR05-D2A2 (poprzednio znany jako SR05-DA2):
z Modbus przez TTL i wyjściem prądowej pętli 4-20 mA. Standardowa długość kabla: 3 metry

Typowe opcje to:

- dłuższy kabel (10, 20 metrów). Określ całkowitą długość kabla
- kabel przedłużający z parą złączy (10, 20 metrów). Określ całkowitą długość kabla
- poziomowanie kulowe
- Mocowanie rurowe z poziomowaniem kulowym (dla średnic rur 25-40 mm)

Poziomowanie kulowe i mocowanie rurowe nadają się do modernizacji.

Tabela 1.1.1 Kody zamówień dla wersji cyfrowych modelu SR05

Wersje SR05 (numery części), bez kabla	
SR05-D1A3	Cyfrowy pyranometr klasy drugiej, z Modbus przez RS-485 i wyjściem 0-1 V
SR05-D2A2	Cyfrowy pyranometr klasy drugiej z wyjściem Modbus przez TTL i 4-20 mA
Kabel do SR05 z żeńskim złączem M12-A na końcu czujnika, nierozłożony na drugim końcu	
'-03' po numerze części SR05	Standardowa długość kabla: 3 m
'-10' po numerze części SR05	Długość kabla: 10 m
'-20' po numerze części SR05	Długość kabla: 20 m
Opcje poziomowania dla SR05	
BL01	Poziomowanie kulowe do wyrównania SR05
TMBL01	Mocowanie rurowe z poziomowaniem kulowym do montażu SR05 na rurze
Przedłużacz kabla do SR05 z męskim i żeńskim złączem M12-A	
C06E-10	Długość kabla: 10 m
C06E-20	Długość kabla: 20 m

Kabel przedłużający (z parą złączy) może być używany z kablem standardowym (z jednym złączem na końcu czujnika) w celu uzyskania alternatywnych długości kabla SR05

Przykład: Potrzebna długość kabla: 15 m. W tym przypadku najłatwiej jest kupić SR05 z kablem 20 m i przyciąć go do wymaganej długości

Przykład: Potrzebna długość kabla: 30 m. W tym przypadku najłatwiej jest kupić SR05 z kablem o długości 10 m i przedłużaczem o 20 m.

1.2 Elementy zawarte w zestawie

Po dostarczeniu przesyłka powinna zawierać:

- Pyranometr SR05
- Kabel o zamówionej długości
- Certyfikat produktu zgodny z numerem seryjnym urządzenia

Prosimy przechowywać certyfikat w bezpiecznym miejscu.

Menedżer Czujników Hukseflux można pobrać przez www.hukseflux.com/downloads

Przy zamawianiu opcji montażowych BL01 lub TMBL01 z SR05 dostawa powinna dodatkowo zawierać:

- BL01:
 - Poziomowanie kulowe
 - Klucz sześciokątny 4 mm
 - 1 × podkładka dystansowa
 - 2 × śruby M5x20
 - 2 × nakrętki M5
- TMBL01:
 - Poziomowanie kulowe
 - Klucz sześciokątny 4 mm
 - 1 × podkładka dystansowa
 - 2 × śruby M5x20
 - 2 × nakrętki M5
 - Mocowanie rurowe
 - 2 × śruby M5x30
 - 2 × śruby M5x40



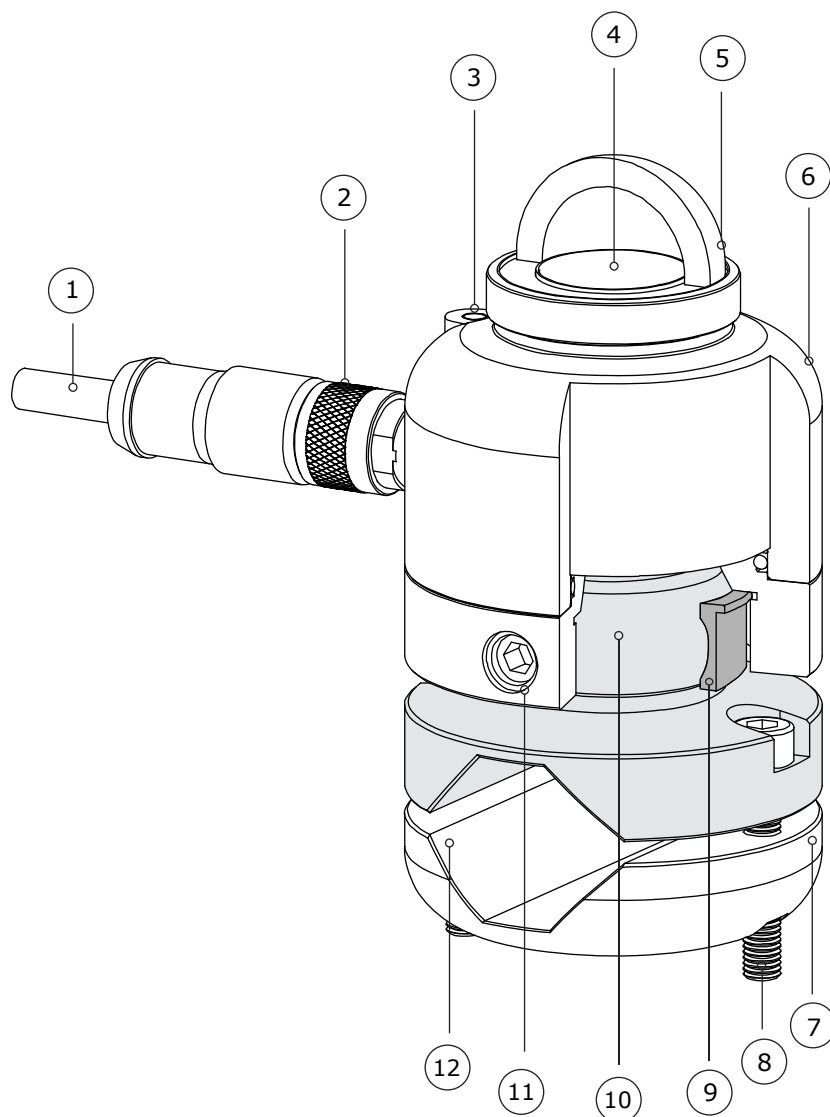
Rysunek 1.2.1 Od lewej do prawej: SR05, SR05 z opcją mocowania BL01 oraz SR05 z opcją mocowania rurowego TMBL01
(nakrętki i śruby, narzędzia i certyfikaty nie są pokazane, sama rura nie jest dołączona)

1.3 Szybkie sprawdzenie urządzenia

Szybki test urządzenia można przeprowadzić, podłączając je do komputera PC i zainstalowaniu oprogramowania Menedżer czujników. Zapoznaj się z rozdziałami dotyczącymi instalacji i komunikacji z komputerem PC.

1. Przy włączeniu zasilania sygnał może mieć tymczasowy poziom wyjściowy różny od zera; offset. Pozwól, aby ten offset się ustabilizował.
2. Sprawdź reakcję czujnika na światło: wystawiając go na silne źródło światła, np. żarówkę 100 W w odległości 0,1 m. Sygnał powinien teraz wskazywać $> 100 \text{ W/m}^2$. Zaciemnij czujnik, przykrywając go lub wyłączając światło. Wyjście natężenia promieniowania instrumentu powinno spaść i w ciągu jednej minuty zbliżyć się do 0 W/m^2 .
3. Sprawdź poziomice bąbelkową.
4. Sprawdź instrument pod kątem uszkodzeń.
5. Porównaj numer seryjny instrumentu wskazany przez oprogramowanie z etykietą na instrumencie oraz certyfikatami dostarczonymi wraz z instrumentem.

2 Zasada działania i teoria



Rysunek **2.1** Przegląd SR05 (zaciemnione obszary w widoku rozłożonym pokazują mocowanie poziomowania kulowego i podkładkę). Numery od 7 do 12 są dołączane podczas zamawiania opcji BL01 lub TMBL01:

- (1) kabel (standardowa długość 3 metry, opcjonalnie dłuższy kabel)
- (2) złącze
- (3) poziomica bąbelkowa
- (4) czujnik termiczny z czarną powłoką
- (5) szklana kopuła
- (6) korpus czujnika
- (7) mocowanie rurowe (dołączone do TMBL01)
- (8) śruba mocująca (dołączona do BL01 i TMBL01; wymaga klucza sześciokątnego 4 mm)
- (9) podkładka (dołączona do BL01 i TMBL01; potrzebna do mocowania poziomowania kulowego)
- (10) mocowanie poziomowania kulowego (dołączone do BL01 i TMBL01)
- (11) wkręt ze stożkowym łbem do regulacji poziomowania (dołączony do BL01 i TMBL01; wymaga klucza sześciokątnego 4 mm)
- (12) otwór dla rury o średnicy $\varnothing 25$ do $\varnothing 40$ mm podczas używania poziomowania kulowego i mocowania rurowego

Nazwa naukowa SR05 to pyranometr. Pyranometr mierzy promieniowanie słoneczne odbierane przez płaszczyznę z pola widzenia 180° . Ta wielkość, wyrażona w W/m^2 , jest nazywana promieniowaniem słonecznym „hemisferycznym”. Spektrum promieniowania słonecznego rozciąga się mniej więcej od 285 do $3000 \times 10^{-9} \text{ m}$. Z definicji pyranometr powinien obejmować ten zakres spektralny z selektywnością spektralną możliwie „płaską”.

W pomiarze natężenia promieniowania z definicji odpowiedź na promieniowanie „wiązki” zmienia się zgodnie z cosinus kąta padania; tzn. powinna mieć pełną odpowiedź, gdy promieniowanie słoneczne pada prostopadle do czujnika (normalnie do powierzchni, słońce w zenicie, kąt padania 0°), zerową odpowiedź, gdy słońce jest na horyzoncie (kąt padania 90° , kąt zenitalny 90°) oraz 50% pełnej odpowiedzi przy kącie padania 60° .

Pyranometr powinien mieć tak zwany „odzew kierunkowy” (starsze dokumenty wspominają „odzew cosinusowy”), który jest możliwie najbliższy idealnej charakterystyce cosinusowej.

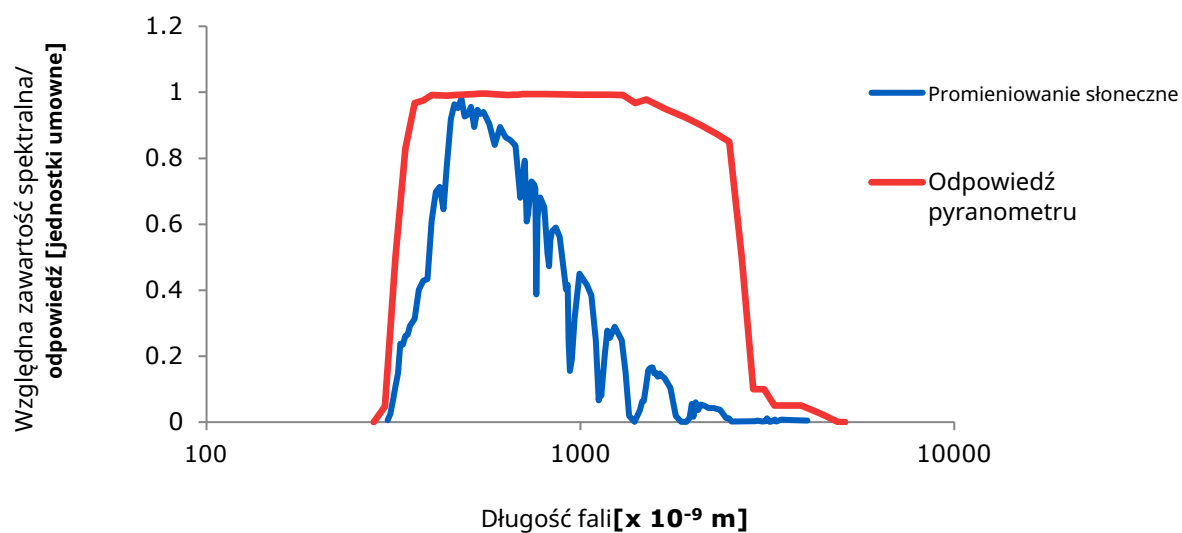
Aby osiągnąć odpowiednie charakterystyki kierunkowe i spektralne, główne komponenty pyranometru to:

- Czujnik termiczny z czarną powłoką. Posiada płaskie spektrum obejmujące zakres 200 do $5000 \times 10^{-9} \text{ m}$ i niemal doskonały odzew kierunkowy. Powłoka pochłania całe promieniowanie słoneczne i w momencie absorpcji przekształca je w ciepło. Ciepło przepływa przez czujnik do korpusu czujnika. Czujnik termostatu generuje sygnał wyjściowy napięcia proporcjonalny do natężenia promieniowania słonecznego.
- Kopuła szklana. Kopuła ta ogranicza zakres spektralny od 285 do $3000 \times 10^{-9} \text{ m}$ (odcinając część powyżej $3000 \times 10^{-9} \text{ m}$), zachowując jednocześnie kąt widzenia 180° . Kolejną funkcją kopuły jest ochrona czujnika termopary przed wpływami środowiska (konwekcją, deszczem).

Cyfrowe wersje modelu SR05 wyposażone są w wysokiej klasy 24-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy, który służy do konwersji analogowego napięcia termopary na sygnał cyfrowy.

Pyranometry mogą być produkowane według różnych specyfikacji oraz z różnymi poziomami weryfikacji i charakterystyki podczas produkcji. Norma ISO 9060 - 1990, „Energia słoneczna - specyfikacja i klasyfikacja przyrządów do pomiaru promieniowania słonecznego hemisferycznego i bezpośredniego”, wyróżnia 3 klasy; wzorzec wtórny (najwyższa dokładność), klasa pierwsza (druga pod względem dokładności) oraz klasa druga (trzecia pod względem dokładności).

Przy przejściu z klasy drugiej do pierwszej oraz z klasy pierwszej do wzorca wtórnego, osiągalna dokładność poprawia się dwukrotnie.



Rysunek **2.2** Odpowiedź spektralna pyranometru na tle widma słonecznego. Pyranometr wycina jedynie nieznaczną część całkowitego spektrum słonecznego.

3. Specyfikacje serii SR05

3.1. Specyfikacje SR05-D1A3 i SR05-D2A2

SR05 mierzy promieniowanie słoneczne otrzymane przez płaszczyznę z kątem widzenia 180°. Ta wielkość, wyrażona w W/m^2 , jest nazywana promieniowaniem słonecznym „hemisferycznym”.

SR05-D1A3 oferuje natężenie promieniowania w W/m^2 jako wyjście cyfrowe i jako wyjście 0-1 V. Musi być używany w połączeniu z odpowiednim zasilaniem i systemem akwizycji danych, który wykorzystuje protokół komunikacyjny Modbus przez RS-485 lub jest zdolny do obsługi sygnału 0-1 V.

SR05-D2A2 oferuje natężenie promieniowania w W/m^2 jako wyjście cyfrowe i jako wyjście 4-20 mA. Urządzenie musi być używane w połączeniu z odpowiednim zasilaczem i systemem akwizycji danych, który wykorzystuje protokół komunikacyjny Modbus przez TTL lub jest zdolny do obsługi sygnału prądowej pętli 4-20 mA.

Niniejsza instrukcja obsługi obejmuje użycie dwóch cyfrowych czujników z zakresu serii SR05: SR05-D1A3 i SR05-D2A2. Specyfikacje tych wersji różnią się od wersji cyfrowej SR05-D1A3-PV oraz wersji analogowej modelu SR05: SR05-A1. W przypadku użycia SR05-D1A3-PV lub SR05-A1 należy zapoznać się z osobną instrukcją obsługi SR05-D1A3-PV lub SR05-A1.

Instrument jest klasyfikowany zgodnie z normą ISO 9060 i powinien być używany zgodnie z zaleceniami ISO, IEC, WMO i ASTM.

Tabela 3.1.1 Specyfikacje serii SR05 (ciąg dalszy na następnych stronach)

SPECYFIKACJE POMIAROWE SR05: LISTA KRYTERIÓW KLASYFIKACJI ISO 9060*	
Klasyfikacja ISO (ISO 9060: 1990)	Pyranometr klasy drugiej
Poziom wydajności WMO (WMO-Nr 8, wydanie siódme 2008)	Pyranometr o umiarkowanej jakości
Czas odpowiedzi (95%)	18 s
Zerowy offset a (odpowiedź na 200 W/m^2 promieniowania cieplnego netto)	< 15 W/m^2 niewymuszone wentylacją
Zerowy offset b (odpowiedź na zmianę temperatury otoczenia 5 K/h)	< $\pm 4 W/m^2$
Niestabilność	< $\pm 1\%$ zmiana rocznie
Nieliniowość	< $\pm 1\%$ (100 do 1000 W/m^2)
Odpowiedź kierunkowa	< $\pm 25 W/m^2$
Selektywność spektralna	< $\pm 5\%$ (0,35 do 1,5 $\times 10^6 m$)
Odpowiedź temperaturowa	< $\pm 3\%$ (-10 do +40 °C)
Odpowiedź na pochylenie	< $\pm 2\%$ (0 do 90° przy 1000 W/m^2)

*Dokładną definicję specyfikacji pyranometru wg ISO 9060 można znaleźć w załączniku.

Tabela 3.1.1 Specyfikacje serii SR05 (ciąg dalszy)

DODATKOWE SPECYFIKACJE SERII SR05	
Wielkość mierzona	promieniowanie słoneczne z półsfery
Mierzony parametr w jednostkach radiometrii SI	Natężenie promieniowania w W/m^2
Opcjonalny mierzony parametr	Czas trwania nasłonecznienia
Kąt pola widzenia	180 °
Definicja wyjścia	Bieżąca średnia z 4 ostatnich pomiarów, Interwał pomiarowy 0,1 s, odświeżany co 0,1 s
Zalecany interwał żądania danych	1 s, przechowywanie średnich z 60 s
Zakres pomiarowy	0 do 2000 W/m^2
Funkcja pomiarowa / opcjonalne programowanie czasu trwania nasłonecznienia	Programowanie zgodnie z przewodnikiem WMO, paragraf 8.2.2
Wewnętrzny czujnik temperatury	Cyfrowy czujnik temperatury MAX31725
Znamionowy zakres temperatury pracy	-40 do +80 °C
Zakres spektralny (punkty transmisji 20%)	285 do 3000 $\times 10^{-9}$ m
Norma regulująca użycie instrumentu	ISO/TR 9901:1990 Energia słoneczna — Terenowe pyrometry — Zalecana praktyka użycia ASTM G183 - 05 Standardowa praktyka terenowego użycia pyrometrów, pirheliometrów i radiometrów UV
Napięcie izolacji obudowy	100 V
Standardowa długość kabla (patrz opcje)	3 m
Średnica kabla	4,8 $\times 10^{-3}$ m
Złącze obudowy	Złącze proste M12-A męskie, gwint męski, 5-stykowe
Typ złącza obudowy	M12-A
Złącze kabla	Złącze proste M12-A żeńskie, gwint żeński, 5-stykowe
Typ złącza kabla	M12-A
Klasa ochrony złącza	IP67
Wymiana kabla	Kable zamienne i przedłużające z złączem/złączami można zamówić osobno u firmy Hukseflux
Montaż (patrz opcje)	2 $\times$ śruby M5 w odległości 46 mm między środkami na osi północ-południe, wymaga klucza sześciokątnego 4 mm
Poziomowanie (patrz opcje)	Poziomica bąbelkowa jest dołączona
Dokładność poziomicowania	< 0,6° bąbelek całkowicie w pierścieniu
Środek osuszający	Żel krzemionkowy, 1,0 g, w woreczku HDPE, (25 $\times$ 45) mm
Klasa ochrony IP	IP67
Masa brutto	Ok. 0,5 kg
Masa netto	Ok. 0,5 kg
KALIBRACJA	
Identyfikowalność kalibracji	do WRR
Hierarchia kalibracji	z WRR poprzez ISO 9846 i ISO 9847, stosując korektę do warunków referencyjnych
Metoda kalibracji	Kalibracja laboratoryjna zgodnie z ISO 9847, typ IIc
Niepewność kalibracji	< 2,4% (k = 2)
Zalecany interwał ponownej kalibracji	2 lata
Warunki referencyjne	20 °C, promieniowanie słoneczne padające prostopadłe, montaż poziomy, poziom natężenia promieniowania 1000 W/m^2
Ważność kalibracji	Na podstawie doświadczenia czułość instrumentu nie zmienia się podczas przechowywania. Podczas użycia w warunkach ekspozycji na promieniowanie słoneczne obowiązuje specyfikacja „niestabilności” instrumentu.
Dostosowanie po rekalkibracji	Za pośrednictwem komputera PC, jako użytkownik zaawansowany z oprogramowaniem Menedżer czujników. Zażądaj statusu „użytkownika zaawansowanego” w fabryce do regulacji czułości i zapisu historii kalibracji.

Tabela 3.1.1 Specyfikacje serii SR05 (rozpoczęte na poprzednich stronach)

Grzanie	
Grzałka	Brak grzania
Dokładność i rozdzielczość pomiarów	
Niepewność pomiaru	Stwierdzenia dotyczące całkowitej niepewności pomiarowej można formułować jedynie indywidualnie. Patrz rozdział dotyczący oceny niepewności
Oszacowanie WMO osiągalnej dokładności dla sum dobowych (patrz dodatek z definicją warunków pomiarowych)	10 %
Oszacowanie WMO osiągalnej dokładności dla sum godzinowych (patrz dodatek z definicją warunków pomiarowych)	20 %
Rozdzielczość natężenia promieniowania	0,2 W/m ²
Rozdzielczość temperatury korpusu instrumentu	3,9 × 10 ⁻³ °C
Dokładność temperatury korpusu instrumentu	± 0,5 °C
SR05-D1A3: Cyfrowy	
Wyjście cyfrowe	Natężenie promieniowania w W/m ² Temperatura korpusu instrumentu w °C
Znamionowy zakres napięcia roboczego	5 do 30 VDC
Zalecane napięcie robocze	12 VDC
Zużycie energii	< 75 × 10 ⁻³ W przy 12 VDC
Protokół komunikacyjny	Modbus przez dwuprzewodowy RS-485 w trybie półdupleks
Tryb transmisji	Modbus RTU
Wymagania systemowe do użycia z komputerem PC	Windows Vista i nowsze, port USB lub RS-232 (COM) oraz złącze, konwerter RS-485/USB lub RS-485/RS-232
Wymagania oprogramowania do użycia z komputerem PC	Środowisko uruchomieniowe Java – oprogramowanie dostępne bezpłatnie pod adresem http://www.java.com
Interfejs użytkownika na komputerze PC	Oprogramowanie Menedżer Czujników Hukseflux Do pobrania: aby pobrać i sprawdzić dostępne aktualizacje oprogramowania http://www.hukseflux.com/page/downloads
SR05-D1A3: WYJŚCIE ANALOGOWE 0 DO 1 V	
Wyjście 0 do 1 V	Natężenie promieniowania w W/m ²
Zakres transmisji	0 do 1600 W/m ²
Sygnał wyjściowy	0 do 1 V
Ustawienie standardowe (patrz opcje)	0 V przy 0 W/m ² i 1 V przy 1600 W/m ²
Znamionowy zakres napięcia roboczego	5 do 30 VDC
Zalecane napięcie robocze	12 VDC
Zużycie energii	< 75 × 10 ⁻³ W przy 12 VDC
SR05-D2A2: CYFROWY	
Wyjście cyfrowe	Natężenie promieniowania w W/m ² Temperatura korpusu instrumentu w °C
Znamionowy zakres napięcia roboczego	5 do 30 VDC
Zalecane napięcie robocze	12 VDC
Minimalne napięcie robocze	10 VDC
Zużycie energii	< 240 × 10 ⁻³ W przy 12 VDC
Maksymalny offset elektroniczny	-7 W/m ²

Protokół komunikacyjny	Modbus przez TTL
Tryb transmisji	Modbus RTU
Wymagania systemowe do użycia z komputerem PC	Windows Vista i nowsze, port USB lub RS-232 (COM) oraz złącze, konwerter TTL/USB lub TTL/RS-232

Tabela 3.1.1 Specyfikacje serii SR05 (rozpoczęte na poprzednich stronach)

Wymagania oprogramowania do użycia z komputerem PC	Środowisko uruchomieniowe Java – oprogramowanie dostępne bezpłatnie pod adresem http://www.java.com
Interfejs użytkownika na komputerze PC	Oprogramowanie Menedżer Czujników Hukseflux Do pobrania: aby pobrać i sprawdzić dostępne aktualizacje oprogramowania http://www.hukseflux.com/page/downloads

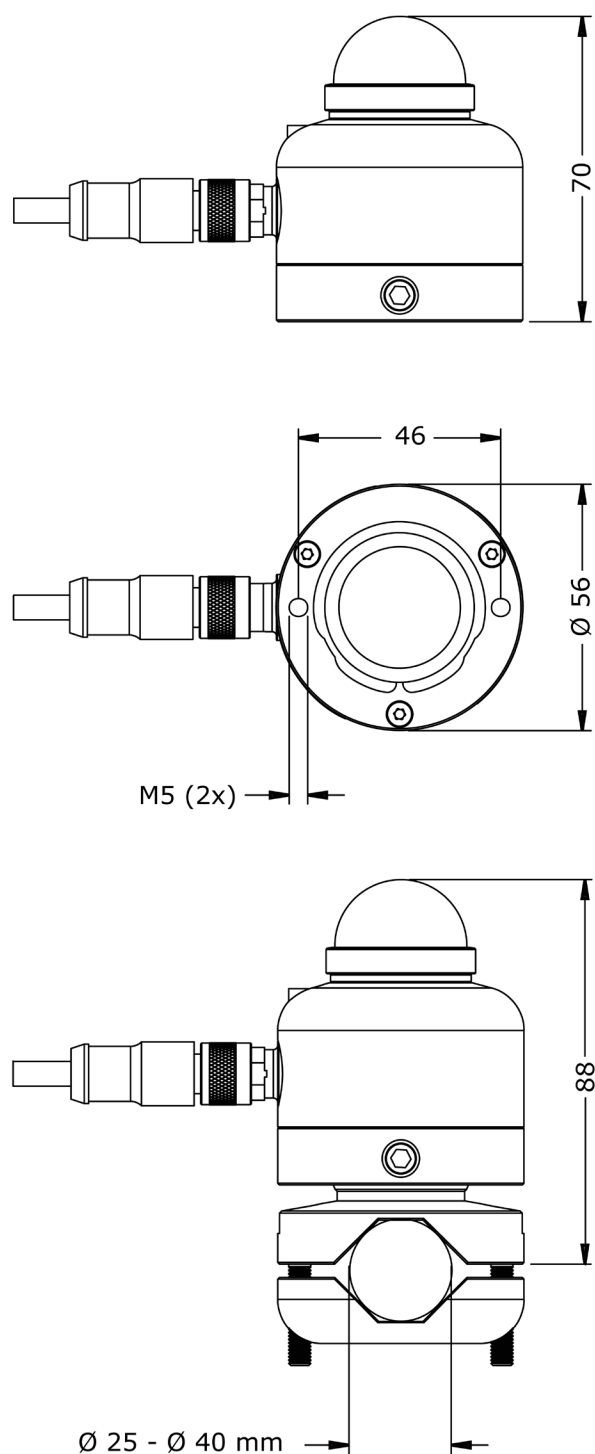
SR05-D2A2: ANALOGOWY 4 DO 20 mA

Wyjście 4 do 20 mA	Natężenie promieniowania w W/m ²
Zakres transmisji	0 do 1600 W/m ²
Sygnał wyjściowy	4 do 20 × 10 ⁻³ A
Ustawienie standardowe (patrz opcje)	4 × 10 ⁻³ A przy 0 W/m ² i 20 × 10 ⁻³ A przy 1600 W/m ²
Zasada wyjścia 4 do 20 mA	Dwuprzewodowa pętla prądowa
Znamionowy zakres napięcia roboczego	5 do 30 VDC
Zalecane napięcie robocze	12 VDC
Minimalne napięcie robocze	10 VDC
Zużycie energii	< 240 × 10 ⁻³ W przy 12 VDC
Zalecana rezystancja bocznika	100 Ω
Maksymalny offset elektroniczny	-7 W/m ²

OPCJE

Dłuższy kabel: 10, 20 m Kabel z żeńskim złączem M12-A na końcu czujnika, nierozłożony na drugim końcu	Kod opcji = całkowita długość kabla
Kabel przedłużający z parą złączy: 10, 20 m. Kabel z męskim i żeńskim złączem M12-A	Kod opcji = C06E-10 dla 10 metrów, C06E-20 dla 20 metrów
Poziomowanie kulowe (BL01)	Możliwy do zamontowania na powierzchniach (nie)poziomych z kompensacją kąta do 10°; możliwy do doposażenia W zestawie jedna podkładka, dwie śruby montażowe M5x20 i dwie nakrętki M5 Wymaga klucza sześciokątnego 4 mm do poziomowania oraz klucza sześciokątnego 4 mm i klucza 8 mm do montażu
Mocowanie rurowe z poziomowaniem kulowym (TMBL01) możliwe do zamontowania na rurach Ø 25 do Ø 40 mm z kompensacją kąta do 10°; możliwy do doposażenia	Jedna podkładka, dwa śruby mocujące M5x30 i dwa śruby mocujące M5x40 Dołączone; Wymaga klucza sześciokątnego 4 mm do poziomowania i montażu
Dostosowany zakres transmisji 0 do 1 V	Może zostać dostosowany fabrycznie na życzenie
Dostosowany zakres transmisji 4 do 20 mA	Może zostać dostosowany fabrycznie na życzenie

3.2 Wymiary SR05



Rysunek 3.2.1 Wymiary SR05 w $\times 10^{-3}$ m. Dolny rysunek przedstawia wysokość SR05 wraz z opcjonalnym mocowaniem poziomowania kulowego oraz średnicę rury wymaganej do użycia z opcjonalnym mocowaniem rurowym SR05. Śruby mocujące M5 oraz wkręt wpuszczany wymagają klucza sześciokątnego 4 mm do montażu i poziomowania.

4 Normy i zalecane praktyki użycia

Pyranometry są klasyfikowane zgodnie z normą ISO 9060 oraz Przewodnikiem WMO-Nr. 8. W każdym zastosowaniu instrument powinien być używany zgodnie z zaleceniami ISO, IEC, WMO i/lub ASTM.

4.1 Standardowa klasyfikacja

Tabela 4.1.1 *Standardy klasyfikacji pyranometrów Zapoznaj się z dodatkiem zawierającym definicje specyfikacji pyranometrów oraz tabelę z limitami specyfikacji*

STANDARDY KLASYFIKACJI INSTRUMENTÓW		
STANDARD ISO	RÓWNOWAŻNY STANDARD ASTM	WMO
ISO 9060:1990 Energia słoneczna — specyfikacja i klasyfikacja instrumentów do pomiaru promieniowania słonecznego z półsfery i promieniowania bezpośredniego	Niedostępne	WMO-Nr. 8; Przewodnik po instrumentach meteorologicznych i metodach obserwacji, rozdział 7, pomiar promieniowania, 7.3 pomiar globalnego i rozproszonego promieniowania słonecznego

4.2 Ogólne zastosowanie do pomiaru promieniowania słonecznego

Tabela 4.2.1 *Standardy z zaleceniami dotyczącymi użycia instrumentów w pomiarach promieniowania słonecznego*

STANDARDY UŻYCIA INSTRUMENTÓW DLA PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO Z PÓLSFERY		
STANDARD ISO	RÓWNOWAŻNY STANDARD ASTM	WMO
ISO/TR 9901:1990 Energia słoneczna — Terenowe pyranometry — Zalecane praktyki użycia	ASTM G183 - 05 Standardowa praktyka terenowego użycia pyranometrów, pirheliotometrów i radiometrów UV	WMO-Nr. 8; Przewodnik po instrumentach meteorologicznych i metodach obserwacji, rozdział 7, pomiar promieniowania, 7.3 pomiar globalnego i rozproszonego promieniowania słonecznego

4.3 Ogólne zastosowanie do pomiaru czasu trwania nasłonecznienia

Zgodnie ze Światową Organizacją Meteorologiczną (WMO, 2003), czas trwania nasłonecznienia w danym okresie definiuje się jako sumę podokresów, w których bezpośrednie natężenie promieniowania słonecznego przekracza 120 W/m^2 .

WMO zatwierdziło „metodę piranometryczną” do oszacowania czasu trwania nasłonecznienia z pomiarów pyranometrów (rozdział 8 Przewodnika WMO po Instrumentach i Obserwacjach, 2008). Oznacza to, że pyranometr może być użyty, w połączeniu z odpowiednim oprogramowaniem, do oszacowania czasu trwania nasłonecznienia. Prosimy o naszą notatkę aplikacyjną.

Tabela 4.3.1 Normy z zaleceniami dotyczącymi użycia instrumentów w pomiarach czasu trwania nasłonecznienia

NORMY UŻYCIA INSTRUMENTÓW DLA CZASU TRWANIA NASŁONECZNIEŃ
WMO
WMO-Nr. 8; Przewodnik po Instrumentach Meteorologicznych i Metodach Obserwacji, rozdział 8, pomiar czasu trwania nasłonecznienia, 8.2.2 Metoda piranometryczna

4.4 Specyficzne zastosowanie do testowania wydajności systemów fotowoltaicznych na wolnym powietrzu

Pyranometry są używane do monitorowania wydajności elektrowni fotowoltaicznej w celu niezależnego zmierzenia promieniowania słonecznego w systemie fotowoltaicznym. Pyranometry można umieścić w dwóch pozycjach:

- płaszczyzna tablicy (POA), równolegle do paneli fotowoltaicznych, do pomiaru natężenia promieniowania w płaszczyźnie (oznaczanego również jako G i w IEC 61724-1)
- pozycja pozioma, do pomiaru globalnego natężenia promieniowania poziomego (E , również oznaczanego jako GHI w IEC 61724-1)

Seria SR05 jest stosowana w testach wydajności systemów fotowoltaicznych. Zapoznaj się również z modelem Hukseflux **SR15-D1** i **SR15-D2A2** cyfrowymi pyranometrami pierwszej klasy oraz **SR05-D1A3-PV**. Ten ostatni jest wersją SR05 oferowaną jako alternatywa do monitorowania z ogniwami referencyjnymi fotowoltaiki.

Tabela 4.4.1 Standardy z zaleceniami dotyczącymi użycia instrumentów w testach wydajności systemu fotowoltaicznego

STANDARDY TESTÓW WYDAJNOŚCI SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO	
STANDARD IEC / ISO	RÓWNOWAŻNY STANDARD ASTM
IEC 61724-1; Monitorowanie wydajności systemu fotowoltaicznego – wytyczne dotyczące pomiarów, wymiany danych i analizy	ASTM 2848-11; Standardowa metoda badania raportowania wydajności systemu fotowoltaicznego bez koncentratorów
KOMENTARZ: Umożliwia stosowanie pyranometrów lub komórek referencyjnych zgodnie z normami IEC 60904-2 i -6. Wymagana dokładność odczytu pyranometru lepsza niż 5% odczytu (pkt 4.1)	KOMENTARZ: potwierdza, że pyranometr jest preferowanym instrumentem do testowania fotowoltaiki w terenie. Szczególnie zaleca pyranometr klasy pierwszej (paragraf A 1.2.1)
KOMENTARZ: odpowiada normie JISC 8906 (Japońskiego Komitetu Norm Przemysłowych)	

4.5 Specyficzne zastosowanie w meteorologii i klimatologii

Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO) jest wyspecjalizowaną agencją Organizacji Narodów Zjednoczonych. Jest autorytatywnym głosem systemu ONZ w sprawie stanu i zachowania atmosfery ziemskiej i klimatu. WMO publikuje dokument WMO-Nr 8; Przewodnik po instrumentach meteorologicznych i metodach obserwacji, w którym zamieszczono tabelę poziomów wydajności pyranometrów. Obecnie WMO dostosowuje się do systemu klasyfikacji ISO.

5 Instalacja SR05

5.1 Wybór miejsca i instalacja

Tabela 5.1.1 *Zalecenia dotyczące instalacji pyranometrów*

Lokalizacja	Sytuacja, w której na instrumentach rzucane są cienie, zwykle nie jest pożądana. Horyzont powinien być możliwie wolny od przeszkód. Idealnie, gdy między biegiem słońca a instrumentem nie będzie żadnych obiektów.
Montaż mechaniczny / izolacja termiczna - zaleca się użycie dołączonego mocowania poziomującego kulowo BL01 i TMBL01 do zamontowania SR05 na (nie)poziomej powierzchni. Pyranometr jest wrażliwy na wstrząsy termiczne. Nie montować instrumentu na obiektach, które stają się bardzo gorące (pokryte czernią metalowe płyty).	
Montaż instrumentu za pomocą 2 śrub	2 x śruby M5 w odległości 46 mm między środkami na osi północ-południe, połączenie przez dolną część czujnika w standardowej konfiguracji SR05. Z opcją poziomowania kulowego BL01: 2 x śruby M5 w odległości 46 mm między środkami, połączenie przez mocowanie poziomujące kulowo, dołączone śruby M5x20 i nakrętki M5. z poziomowaniem kulowym TMBL01 na mocowaniu rurowym z opcją: 2 śruby M5 w odległości 46 mm między środkami, połączenie przez rurę i mocowanie z poziomowaniem kulowym, śruby M5x30 i M5x40 dołączone.
Wykonywanie reprezentatywnego pomiaru	Pyranometr mierzy promieniowanie słoneczne w płaszczyźnie czujnika. Może to wymagać instalacji w pozycji pochylonej lub odwróconej. Czarna powierzchnia czujnika (dolna płyta czujnika) powinna być zamontowana równolegle do płaszczyzny zainteresowania. W przypadku, gdy pyranometr nie jest zamontowany poziomo lub horyzont jest przesłonięty, reprezentatywność lokalizacji staje się ważnym elementem pomiaru. Patrz rozdział dotyczący oceny niepewności.
Poziomowanie	W przypadku montażu poziomego użyj poziomicy bąbelkowej i opcjonalnie mocowania z poziomowaniem kulowym. Poziomica bąbelkowa jest widoczna i można ją sprawdzić w każdej chwili.
Orientacja instrumentu	Zgodnie z konwencją, z wyjściem kabla skierowanym w stronę najbliższego bieguna (tzn. wyjście kabla powinno być skierowane na północ na półkuli północnej, na południe na półkuli południowej).
Wysokość instalacji	W przypadku instalacji odwróconej WMO zaleca odległość 1,5 m między powierzchnią gruntu a czujnikiem (w celu zmniejszenia efektu cieni i uzyskania dobrego uśrednienia przestrzennego).

5.2 Montaż i poziomowanie SR05

SR05 w standardowej konfiguracji jest wyposażony w widoczną poziomnicę bąbelkową i dwa otwory montażowe. Dla łatwego montażu i poziomowania na (nie)poziomej powierzchni zaleca się opcjonalne poziomowanie kulowe SR05, dostępne z BL01 i TMBL01. Poziomowanie kulowe oferuje:

- łatwe poziomowanie
- łatwą orientację kabla
- łatwą wymianę instrumentu
- łatwy montaż (w zestawie śruby i nakrętki montażowe)

Podczas instalacji SR05 poziomowanie kulowe pozwala na obrót SR05 o 360° i pochylenie do 10°. Pozwala to na kompensację kąta do dziesięciu stopni podczas instalacji na nierównej powierzchni. Klucz sześciokątny 4 mm (od)blokuje mechanizm poziomowania kulowego. Przy użyciu rury lub pręta do instalacji SR05 zaleca się opcjonalne mocowanie rurowe, dostępne z TMBL01. Połączony z poziomowaniem kulowym pozwala na zamocowanie do rury o średnicy od 25 do 40 mm z taką samą łatwością poziomowania i wymiany instrumentu.



Rysunek 5.2.1 Od lewej do prawej: SR05 w standardowej konfiguracji z 3-metrowym kablem; z opcjonalnym poziomowaniem kulowym dla łatwego montażu i poziomowania na powierzchni (nie)poziomej; z opcjonalnym poziomowaniem kulowym i mocowaniem rurowym dla łatwej instalacji na rurze o średnicy 25 do 40 mm. Śruby montażowe są dołączone do poziomowania kulowego i/lub mocowania rurowego.

5.3 Instalacja SR05

SR05 bez opcji poziomowania kulowego i mocowania rurowego można zamontować za pomocą dwóch śrub M5 (nie dołączonych). Do wymaganych długości śrub należy dodać 5 do 7 mm grubości konstrukcji wsporczej użytkownika. Patrz rozdział dotyczący wymaganego narzędzia.

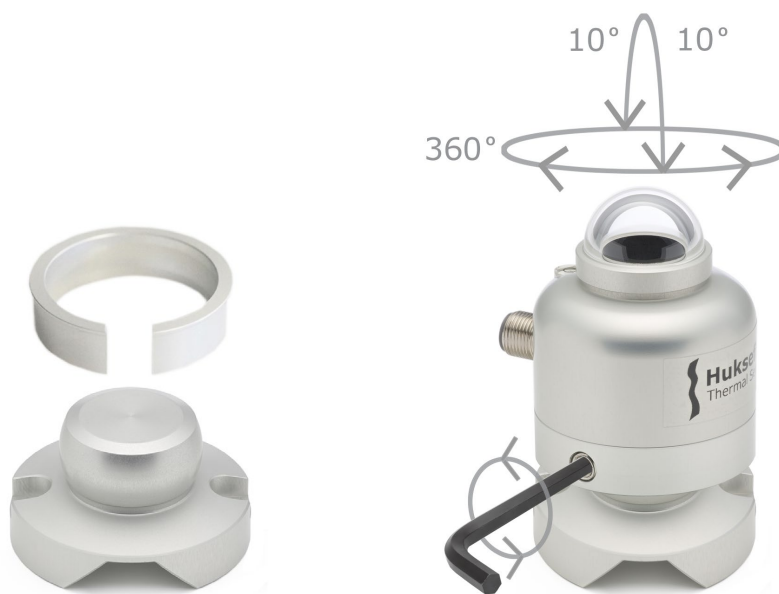
5.4 Instalacja SR05 z poziomowaniem kulowym i mocowaniem rurowym

Dwie śruby M5x20 i dwie nakrętki M5 są dołączone do opcji poziomowania kulowego BL01 (i TMBL01) urządzenia SR05. Te śruby służą do zamocowania SR05 z jego poziomowaniem kulowym na (nie)poziomej powierzchni podczas montażu SR05 z BL01.

Dwie śruby M5x30 i dwie śruby M5x40 są dołączone do mocowania rurowego TMBL01 SR05 z opcją poziomowania kulowego. Te śruby służą do zamocowania zarówno poziomowania kulowego, jak i mocowania rurowego na rurze o średnicy od 25 do 40 mm. Dla średnic rur większych lub równych 33 mm, użyj śrub M5x40 zamiast śrub M5x30 dla pewnego mocowania.

Unikalny mechanizm głowicy kulowej mocowania poziomującego SR05 służy do poziomowania SR05. Przy zamawianiu poziomowania kulowego z SR05, jest ono dostarczane osobno od SR05.

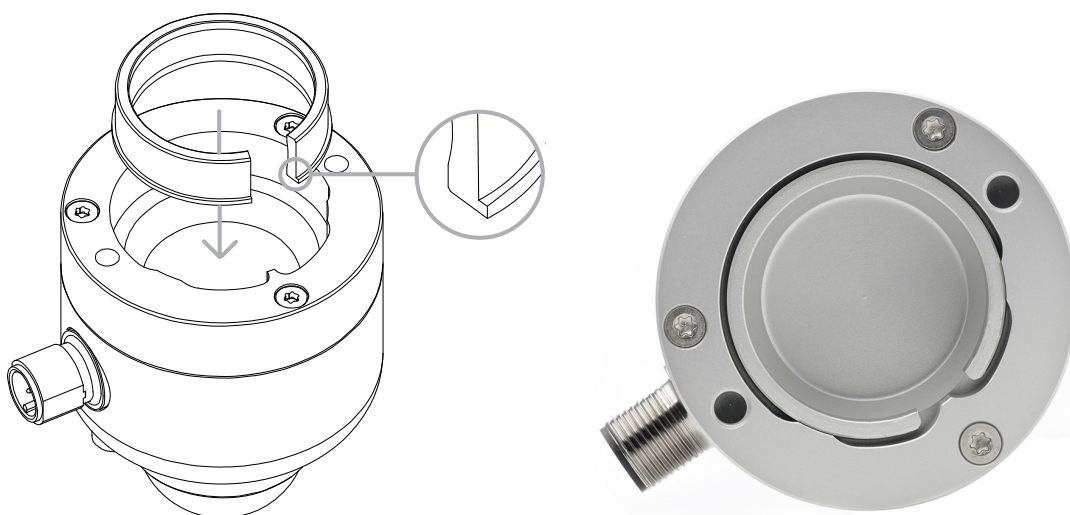
W przypadku, gdy SR05 nie jest jeszcze zamocowany do swojego mocowania poziomującego, użytkownik musi upewnić się, że podkładka jest prawidłowo umieszczona w centrum dolnej płyty SR05 przed montażem i poziomowaniem. Podkładka umożliwia płynne poziomowanie i jest pokazana w lewym górnym rogu rysunku 5.4.1. Postępuj zgodnie z krokami 1-5 w sekcji 5.4.1 dotyczącymi umieszczenia podkładki. Po umieszczeniu podkładki postępuj zgodnie z krokami 6-9 w sekcji 5.4.2, aby zamontować i wypoziomować SR05 z opcją poziomowania kulowego BL01 lub TMBL01. Zapoznaj się z sekcją 5.4.3 dotyczącą demontażu mocowania poziomowania kulowego i jego podkładki.



Rysunek 5.4.1 Po lewej poziomowanie kulowe SR05 wraz z podkładką (bez wyświetlonych śrub mocujących), a po prawej SR05 umieszczony na mocowaniu poziomowania kulowego. Poluzuj wkręt stożkowy z boku SR05, aby odblokować, co pozwoli na umieszczenie głowicy kulowej i wypoziomowanie SR05, a następnie dokręć go, aby zablokować mechanizm głowicy kulowej. Jedynym narzędziem potrzebnym do zamontowania i zdemontowania poziomowania kulowego oraz umożliwienia lub zablokowania regulacji poziomowania jest klucz sześciokątny o rozmiarze 4 mm. Podkładka, dołączona podczas zamawiania poziomowania kulowego, umożliwia płynne poziomowanie i powinna być odpowiednio umieszczona w centrum dolnej płyty SR05.

5.4.1 Umieszczanie podkładki poziomowania kulowego SR05

Przy zamawianiu pyranometru SR05 z opcjonalnym poziomowaniem kulowym lub podczas wymiany czujnika SR05 na mocowaniu z poziomowaniem kulowym (doposażeniu), użytkownik musi upewnić się, że dedykowana podkładka jest prawidłowo umieszczona w centrum dolnej płyty SR05. Aluminiowa podkładka zapewnia pewne mocowanie między SR05 a poziomowaniem kulowym i pozwala głowicy kulowej obracać się płynnie, ułatwiając poziomowanie. Przy zamówieniu mocowania kulowego BL01 lub TMBL01 dołączane są: podkładka, luźna śruba dociskowa, klucz sześciokątny 4 mm, dwie śruby montażowe M5x20 oraz dwie nakrętki M5.



Rysunek 5.4.1.1 Rysunek liniowy wskazujący umieszczenie aluminiowej podkładki oraz zdjęcie przedstawiające podkładkę prawidłowo umieszczoną w centrum dolnej płyty SR05. Zwróć uwagę na położenie wystającego występu podczas mocowania podkładki.

Podkładkę można zamontować w dolnej płycie SR05, wykonując następujące kroki:

- 1) Jeśli w Twoim SR05 znajduje się mała czarna plastikowa zaślepka otworu wkręta wpuszczanego z boku urządzenia, zdejmij ją. Możesz użyć małego śrubokręta płaskiego. Następnie włóż luźny wkręt za pomocą 4-milimetrowego klucza sześciokątnego, obracając go zgodnie z ruchem wskazówek zegara, aż wkręt będzie nieznacznie wystawał.
- 2) Trzymaj SR05 w jednej ręce, a podkładkę w drugiej.
- 3) Sprawdź, czy orientacja podkładki odpowiada dolnej płycie SR05. Zwróć uwagę na położenie wystającego występu (patrz rysunek 5.5.1).
- 4) Delikatnie ściśnij podkładkę, aby zmniejszyć jej średnicę i ułatwić wprowadzenie do dolnej płyty SR05.
- 5) Podczas ściskania wsuń podkładkę we właściwe miejsce na dolnej płycie SR05. Podkładka została zamontowana.

Kontynuuj następną sekcję dotyczącą montażu i poziomowania SR05 z poziomowaniem kulowym.

5.4.2 Montaż i poziomowanie SR05 z BL01 lub TMBL01

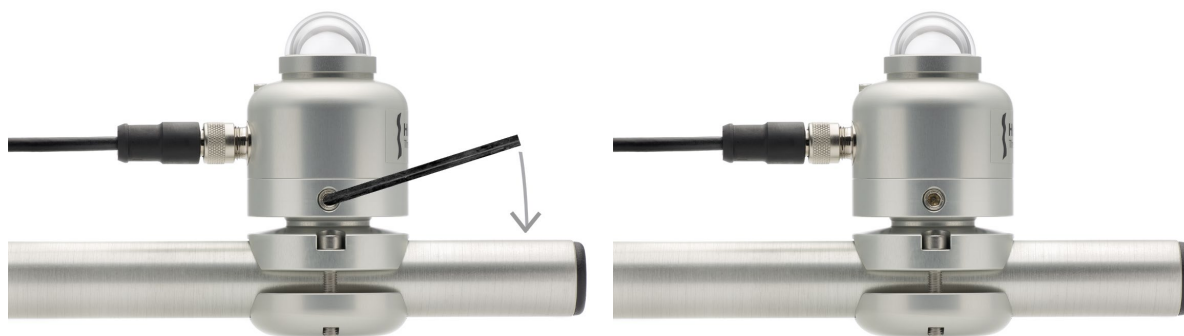
Gdy podkładka jest prawidłowo umieszczona (patrz kroki 1-5), SR05 można zamontować i wypoziomować za pomocą BL01 lub TMBL01. Kontynuuj następujące kroki:

- 6) Zamontuj poziomowanie kulowe na powierzchni lub platformie za pomocą śrub i nakrętek M5. Zapoznaj się z rozdziałem dotyczącym wymaganych narzędzi.
- 7) SR05 z umieszczoną podkładką można teraz umieścić na wsporniku poziomowania kulowego. Delikatnie naciśnij czujnik na głowicę kulową, aż usłyszysz kliknięcie.
- 8) Głowica kulowa może obracać się o 360° i pozwala na kompensację kąta na powierzchniach nierównoległych do poziomu do 10°.
- 9) Gdy SR05 jest zamontowany i wypoziomowany, oceniając za pomocą poziomicy bąbelkowej, zablokuj mechanizm głowicy kulowej, obracając śrubę nastawczą zgodnie z ruchem wskazówek zegara za pomocą klucza sześciokątnego 4 mm, aż zostanie dokręcona. Śruba nastawcza powinna być wpuszczona i nie powinna wystawać.

Podobne podejście stosuje się podczas poziomowania SR05 na mocowaniu rurowym w terenie:



1) oceń poziomicy bąbelkową i orientację kabla 2) poluzuj śrubę mocującą, aby pochylić i obrócić SR05



3) dokręć śrubę mocującą, aby zablokować poziomowanie kulowe 4) SR05 jest zamontowany i wypoziomowany

Rysunek 5.4.2.1 Kroki poziomowania SR05 podczas montażu na mocowaniu rurowym z poziomowaniem kulowym

5.4.3 Demontaż mocowania poziomowania kulowego i jego podkładki

- 1) Poluzuj wkręt stożkowy SR05 kluczem sześciokątnym 4 mm, obracając klucz przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, aż śruba lekko wystarczy.
- 2) Trzymaj SR05 w jednej ręce, mocowanie poziomowania kulowego w drugiej.
- 3) Oddziel SR05 od mocowania poziomowania kulowego, delikatnie wyciągając mocowanie. Upewnij się, że kopuła szklana jest cały czas chroniona.

Gdy głowica kulowa (TM)BL01 nie jest włożona do SR05, podkładka powoduje lekki hałas podczas przemieszczania SR05. Jest to normalne, spowodowane luzem mechanicznym między obiema częściami.

Podkładkę można zdjąć z dolnej płyty SR05 ręcznie, korzystając z małego wkrętaka płaskiego. Zapoznaj się z rozdziałem dotyczącym wymaganych narzędzi. Delikatnie podważ podkładkę wkrętakiem. Podczas zdejmowania lub umieszczania podkładki zawsze dbaj o ochronę szklanej kopuły.

5.5 Podłączenie elektryczne serii SR05: schemat okablowania

Urządzenie musi być zasilane z zewnętrznego źródła zasilania, zapewniającego napięcie robocze w zakresie od 5 do 30 VDC. SR05-D1A3 oferuje natężenie promieniowania w W/m^2 jako cyfrowe wyjście (Modbus przez RS-485) oraz jako analogowe wyjście 0 do 1 V. SR05-D2A2 oferuje natężenie promieniowania w W/m^2 jako cyfrowe wyjście (Modbus przez TTL) oraz jako analogowe wyjście 4 do 20 mA.

Niniejsza instrukcja obsługi obejmuje użycie dwóch cyfrowych czujników z zakresu serii SR05: SR05-D1A3 i SR05-D2A2. Specyfikacje tych wersji różnią się od wersji cyfrowej SR05-D1A3-PV oraz wersji analogowej modelu SR05: SR05-A1. W przypadku użycia SR05-D1A3-PV lub SR05-A1 należy zapoznać się z osobną instrukcją obsługi SR05-D1A3-PV lub SR05-A1.

Tabela 5.5.1 Schemat okablowania SR05-D1A3

PIN	PRZEWÓD	SR05-D1A3 Modbus przez RS-485	SR05-D1A3 Wyjście 0 do 1 V
1	Brązowy	VDC [+]	VDC [+]
4	Czarny	VDC [-]	VDC [-]
3	Niebieski	Niepodłączony	Wyjście 0 do 1 V
2	Biały	RS-485 B / B' [+]	Niepodłączony
5	Szary	RS-485 A / A' [-]	Niepodłączony
	Żółty	Ekran	Ekran

Uwaga 1: Na końcu złącza przewodu ekran jest podłączony do obudowy złącza

Uwaga 2: Nie jest możliwe jednoczesne użycie cyfrowego i analogowego wyjścia SR05-D1A3

Tabela 5.5.2 Diagram połączeń SR05-D2A2

PIN	PRZEWÓD	SR05-D2A2 Modbus przez TTL	SR05-D2A2 Wyjście 4 do 20 mA
1	Brązowy	VDC [+]	VDC [+]
4	Czarny	Wspólny	Niepodłączony
3	Niebieski	VDC [-]	Wyjście 4 do 20 mA
2	Biały	TTL [Tx]	Niepodłączony
5	Szary	TTL [Rx]	Niepodłączony
	Żółty	Ekran	Ekran

Uwaga 1: Na końcu złącza przewodu ekran jest podłączony do obudowy złącza

Uwaga 2: nie jest możliwe jednoczesne użycie cyfrowych i analogowych wyjść SR05-D2A2



W przypadku SR05-D2A2 przez TTL, występuje różnica potencjałów między VDC [-] (niebieski przewód) a przewodem wspólnym (czarny przewód). Wielkość tej różnicy potencjału zależy od prądu pobieranego przez czujnik. Należy zachować ostrożność, aby nie doszło do zwarcia tych przewodów. TTL



[Tx] (biały przewód) i TTL [Rx] (szary przewód) są odniesione względem przewodu wspólnego (czarny przewód). Jeśli urządzenie TTL, do którego podłączono SR05-D2A2, wymaga zasilania zewnętrznego, należy je zasilić z osobnego źródła o potencjale swobodnym względem zasilania używanego przez SR05-D2A2.

5.6 Uziemienie i użycie ekranu

Uziemienie i użycie ekranu są odpowiedzialnością użytkownika. Ekran przewodu (nazwany ekranem w schemacie połączeń) jest podłączony do aluminiowej obudowy przyrządu za pośrednictwem złącza. W większości sytuacji instrument będzie zamocowany na konstrukcji wsporczej, która jest lokalnie uziemiona. W takich przypadkach ekran na końcu przewodu nie powinien być w ogóle podłączony. Gdy połączenie uziemienia nie jest uzyskane przez korpus instrumentu, na przykład podczas eksperymentów laboratoryjnych, ekran powinien być podłączony do lokalnego uziemienia na końcu przewodu. Zazwyczaj jest to uziemienie lub niskie napięcie zasilacza albo wspólny przewód sieci. W wyjątkowych przypadkach, na przykład gdy zarówno instrument, jak i rejestrator danych są podłączone do małego masztu, lokalne uziemienie na konstrukcji wsporczej jest takie samo jak uziemienie sieci. W takich przypadkach połączenie uziemienia może być wykonane zarówno do korpusu instrumentu, jak i do ekranu na końcu przewodu.

5.7 Korzystanie z wyjścia analogowego 0-1 V urządzenia SR05-D1A3

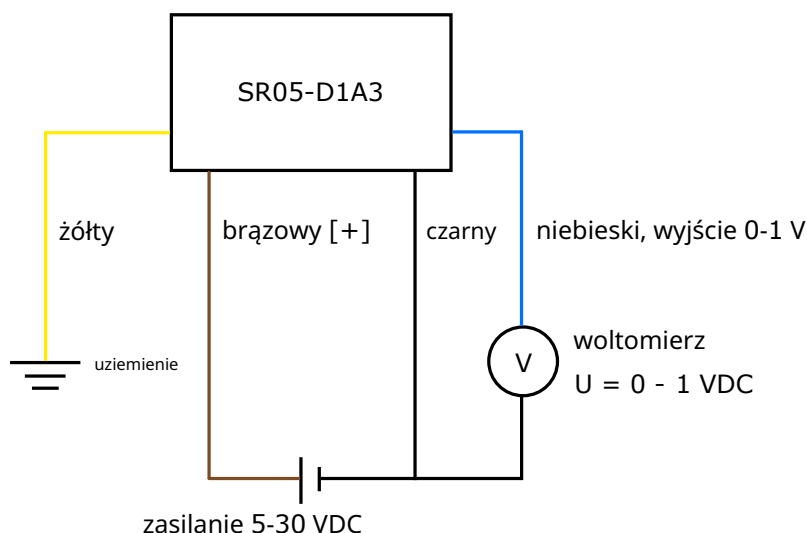
SR05-D1A3 oferuje użytkownikom możliwość użycia wyjścia 0-1 V zamiast wyjścia cyfrowego. Podczas korzystania z wyjścia 0-1 V prosimy najpierw przeczytać ten rozdział. Wybierając wyłącznie cyfrowe wyjście SR05-D1A3, prosimy kontynuować następny rozdział dotyczący SR05-D1A3: rozdział 5.9.

Korzystanie z wyjścia 0-1 V oferowanego przez SR05-D1A3 jest bardzo proste. Urządzenie można podłączyć bezpośrednio do powszechnie stosowanych systemów rejestracji danych. Natężenie promieniowania, E , w W/m^2 oblicza się, mierząc wyjście SR05-D1A3, napięcie U w V, a następnie mnożąc przez zakres transmisji r . Zakres transmisji jest podany w certyfikacie produktu. Zgodnie z konwencją $0 W/m^2$ natężenia promieniowania odpowiada napięciu wyjściowemu 0 V nadajnika. Zakres transmisji, który jest natężeniem promieniowania przy napięciu wyjściowym 1 V, wynosi zazwyczaj $1600 W/m^2$. Zakres transmisji można dostosować w fabryce na życzenie.

Centralne równanie opisujące SR05-D1A3 to:

$$E = r \cdot U \quad (\text{Formuła 5.7.1})$$

Standardowe ustawienie to: $E = 1600 \cdot U$. Zapoznaj się z rozdziałem 5.5 i poniższym diagramem dotyczącym podłączeń elektrycznych do woltomierzy podczas używania wyjścia 0-1 V w SR05-D1A3.



Rysunek 5.7.1 Diagram elektryczny podłączenia SR05-D1A3 do typowego woltomierza lub rejestratora danych z możliwością pomiaru sygnałów napięciowych. SR05-D1A3 działa przy napięciu zasilania 5-30 VDC.

5.8 Wykorzystanie wyjścia analogowego 4-20 mA w SR05-D2A2

SR05-D2A2 oferuje użytkownikom opcję użycia wyjścia 4-20 mA zamiast wyjścia cyfrowego. Podczas korzystania z wyjścia 4 do 20 mA prosimy najpierw przeczytać ten rozdział. Jeśli zdecydujesz się wyłącznie na cyfrowe wyjście SR05-D2A2, przejdź do następnego rozdziału dotyczącego SR05-D2A2: Rozdział 5.10.

Korzystanie z wyjścia 4 do 20 mA dostarczonego przez SR05-D2A2 jest proste. Urządzenie można podłączyć bezpośrednio do powszechnie stosowanych systemów rejestracji danych. Natężenie promieniowania, E , w W/m^2 oblicza się, mierząc wyjście SR05-D2A2, małe natężenie prądu I , odejmując 4×10^{-3} A, a następnie mnożąc przez zakres transmisji r . Zakres transmisji jest podany w certyfikacie produktu. Zgodnie z konwencją natężenie promieniowania $0 W/m^2$ odpowiada prądowi wyjściowemu nadajnika 4×10^{-3} A. Zakres transmisji, który jest natężeniem promieniowania przy prądzie wyjściowym 20×10^{-3} A, wynosi zazwyczaj $1600 W/m^2$. Zakres transmisji można dostosować w fabryce na życzenie.

Centralne równanie opisujące SR05-D2A2 jest następujące:

$$E = r \cdot (I - 4 \times 10^{-3}) / (16 \times 10^{-3}) \quad (\text{Formuła 5.8.1})$$

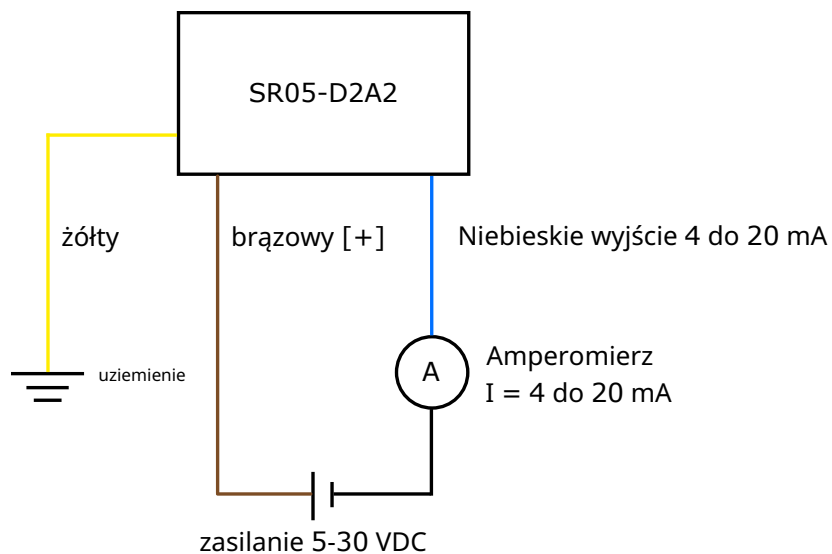
Standardowe ustawienie wynosi: $E = 1600 \cdot (I - 4 \times 10^{-3}) / (16 \times 10^{-3})$

Aby zminimalizować przesunięcia wynikające z rozpraszania ciepła przez elektronikę, zaleca się zasilanie wyjścia prądowego 4 do 20 mA z zasilacza 12 VDC.

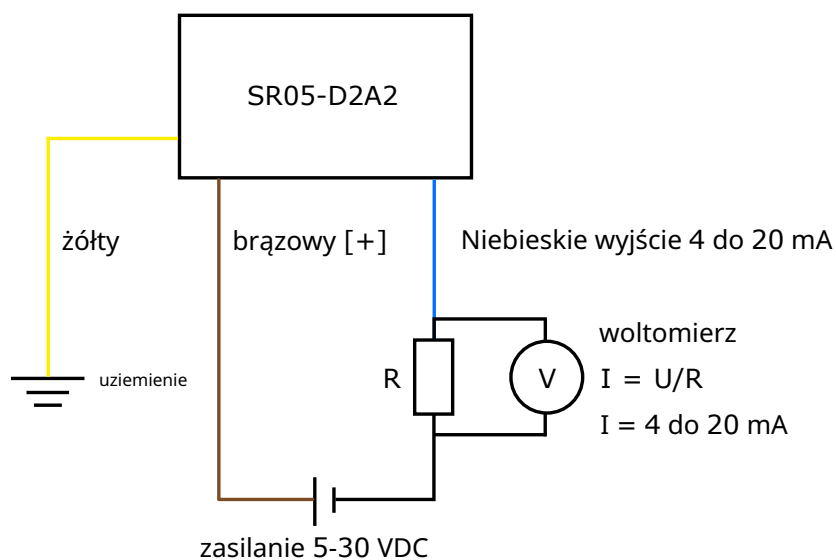
Tabela 5.8.1 Wymagania dla urządzeń akwizycji i wzmacniania danych

Zdolność do - pomiaru 4-20 mA lub - pomiaru prądów lub - pomiaru napięć	SR05-D2A2 posiada wyjście 4-20 mA. Istnieje kilka możliwości obsługi tego sygnału. Ważne jest, aby zdać sobie sprawę, że przewody sygnałowe nie tylko służą do transmisji sygnału, ale również pełnią funkcję zasilania w obwodzie prądowym 4-20 mA. SR05-D2A2 działa przy napięciu zasilania od 5 do 30 VDC. Niektóre rejestratory danych posiadają wejście 4-20 mA. W takim przypadku SR05-D2A2 można podłączyć bezpośrednio do rejestratora danych. Niektóre rejestratory danych umożliwiają pomiar prądów. W niektórych przypadkach rejestrator danych akceptuje wejście napięciowe. Zazwyczaj stosuje się precyzyjny rezystor 100Ω do przeliczenia prądu na napięcie (które będzie w zakresie 0,4-2 VDC). Rezystor ten należy włączyć szeregowo z niebieskim przewodem czujnika. Patrz następna strona i rozdział 5.5 dotyczący połączeń elektrycznych.
--	---

Patrz rozdział 5.5 i poniższe diagramy dotyczące połączeń elektrycznych do amperomierzy i woltomierzy przy użyciu wyjścia 4 do 20 mA w SR05-D2A2.



Rysunek 5.8.1 Diagram elektryczny podłączenia SR05-D2A2 do typowego amperomierza lub rejestratora danych z możliwością pomiaru sygnałów prądowych. SR05-D2A2 działa przy napięciu zasilania od 5 do 30 VDC.



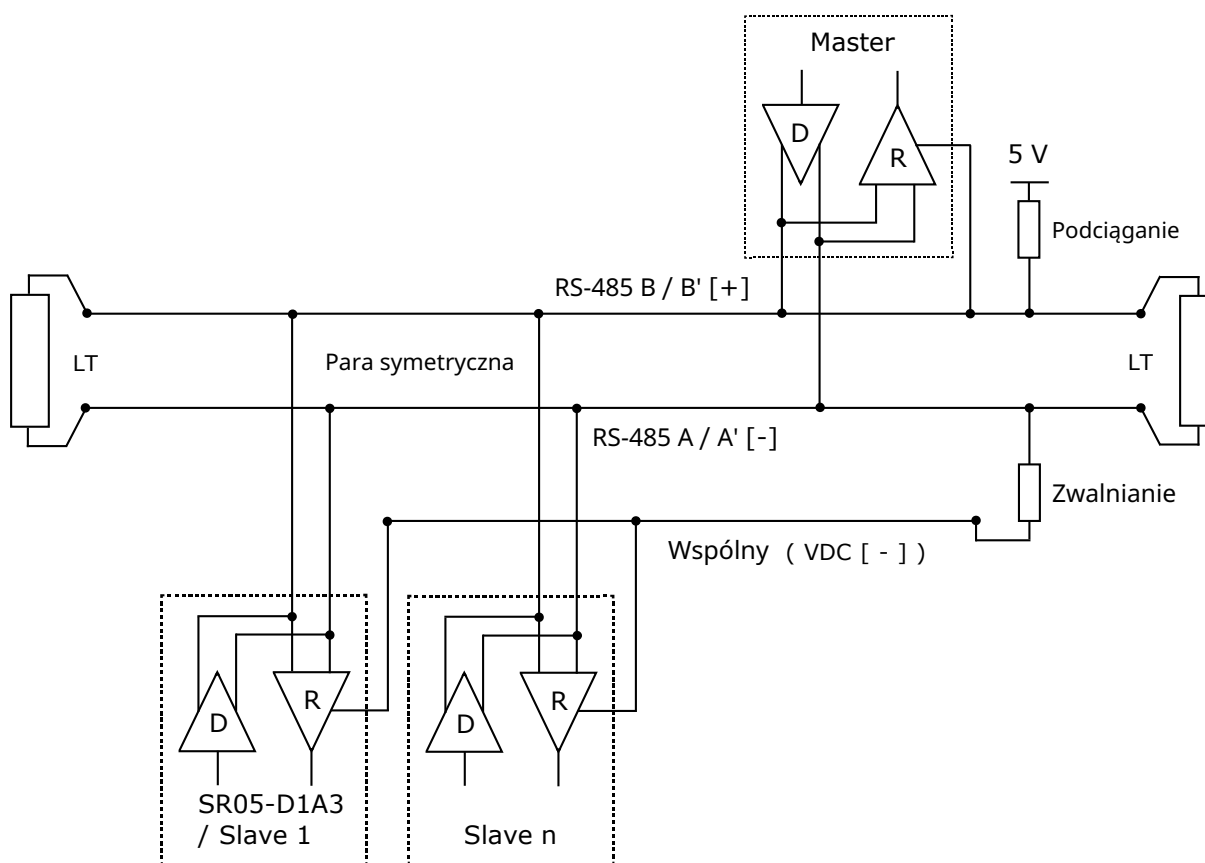
Rysunek 5.8.2 Diagram elektryczny podłączenia SR05-D2A2 do typowego woltomierza lub rejestratora danych ze zdolnością pomiaru sygnałów napięciowych. Zazwyczaj używa się rezystora bocznikowego 100Ω (R) do przetwornika prądu na napięcie. SR05-D2A2 działa przy napięciu zasilania od 5 do 30 VDC.

5.9 Korzystanie z cyfrowego wyjścia SR05-D1A3 i SR05-D2A2

Przy użyciu cyfrowego wyjścia SR05, SR05-D1A3 można podłączyć do sieci RS-485, natomiast SR05-D2A2 można podłączyć do urządzeń TTL. Oba modele można podłączyć do komputera PC do komunikacji z oprogramowaniem Menedżer czujników.

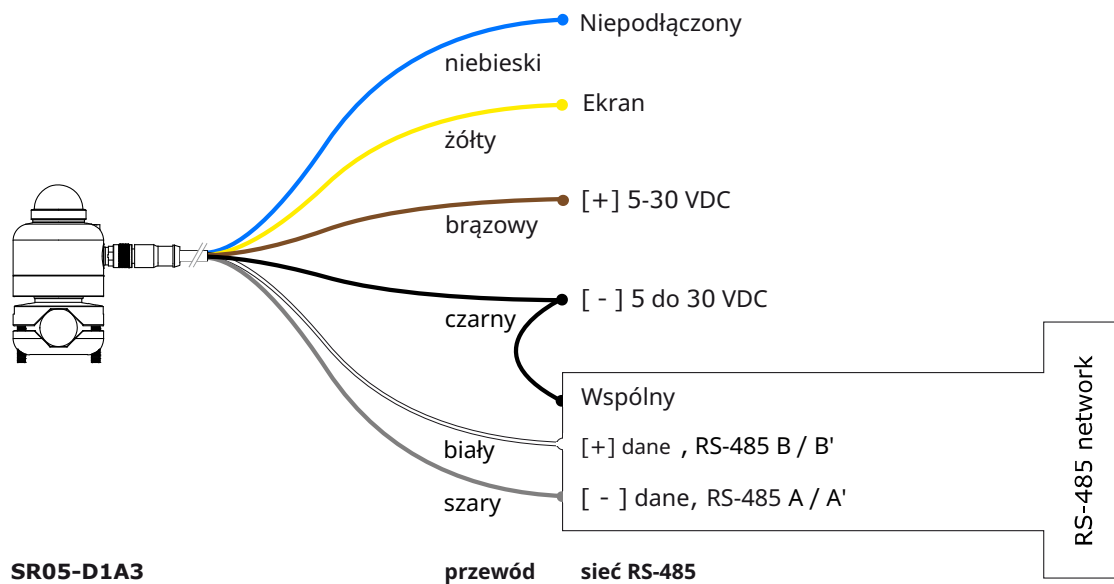
5.10 Podłączanie SR05-D1A3 do sieci RS-485

SR05-D1A3 jest przystosowany do dwuprzewodowej (półdupleksowej) sieci RS-485. W takiej sieci SR05-D1A3 działa jako urządzenie podrzędne, odbierając żądania danych od urządzenia nadrzędnego. Przykład topologii dwuprzewodowej sieci RS-485 przedstawiono na poniższym rysunku. SR05-D1A3 jest zasilany napięciem od 5 do 30 VDC. Zasilanie nie jest pokazane na rysunku. Masa zasilania VDC [-] musi być podłączona do wspólnej linii sieci.



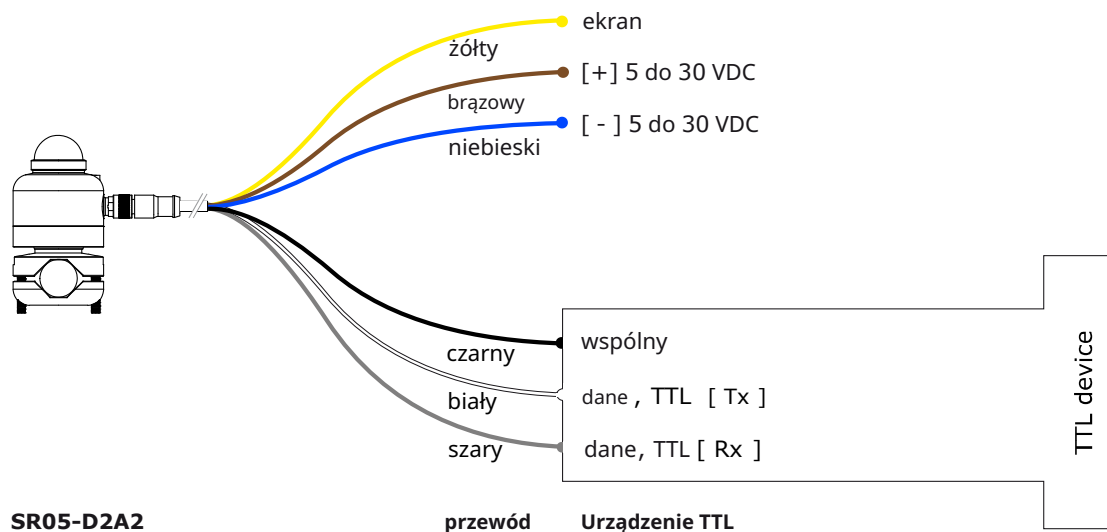
Rysunek 5.10.1 Typowa topologia dwuprzewodowej sieci RS-485, rysunek zaadaptowany z: Specyfikacja i przewodnik implementacji Modbus przez linię szeregową V1.02 (www.modbus.org). Zasilanie nie jest pokazane na tym rysunku.

Za ostatnimi węzłami sieci, po obu stronach, wymagane są rezystory zakończeniowe (LT) w celu eliminacji odbić w sieci. Zgodnie ze standardem EIA/TIA-485, te rezystory LT mają typową wartość od 120 do 150 Ω . Nigdy nie umieszczaj więcej niż dwóch LT w sieci i nie instaluj LT na kablu rozgałęziającym. Aby zminimalizować zakłócenia w sieci podczas braku transmisji, wymagane są rezystory podciągające i zwalnające. Typowe wartości dla obu rezystorów mieszczą się w zakresie 650-850 Ω .



Rysunek 5.10.2 Połączenie SR05-D1A3 z siecią RS-485 SR05-D1A3 jest zasilany z zewnętrznego źródła zasilania o napięciu 5-30 VDC.

5.1.1 Podłączanie SR05-D2A2 do urządzenia TTL



Rysunek 5.11.1 Podłączenie SR05-D2A2 do urządzenia TTL, w przypadku zasilania SR05-D2A2 zewnętrznym źródłem zasilania 5 do 30 VDC. SR05-D2A2 działa jako urządzenie komunikacji danych (DCE).



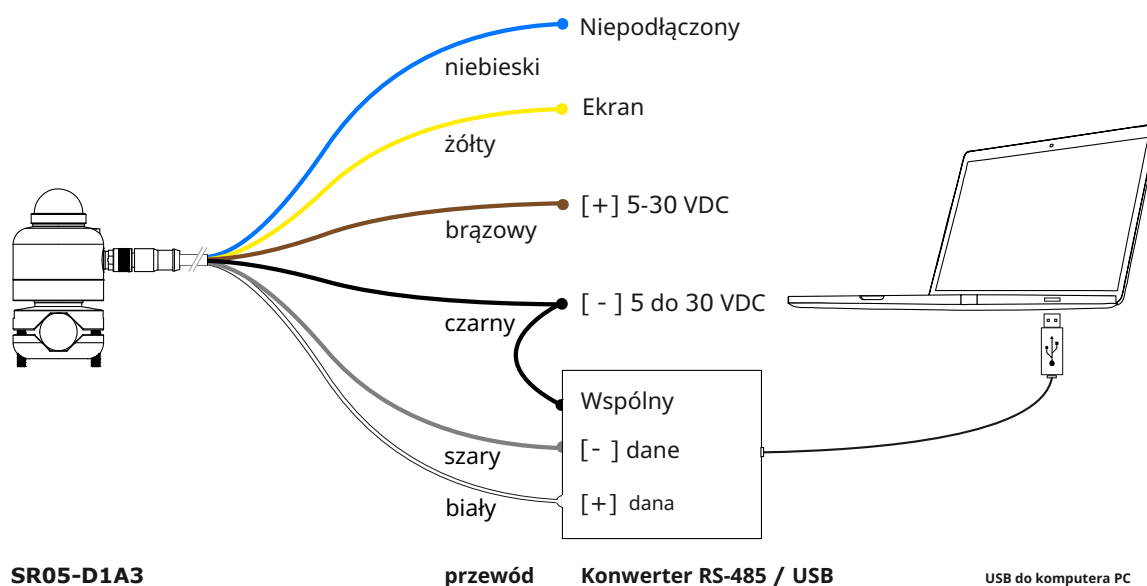
W przypadku SR05-D2A2 przez TTL, występuje różnica potencjałów między VDC [-] (niebieski przewód) a przewodem wspólnym (czarny przewód). Wielkość tej różnicy potencjału zależy od prądu pobieranego przez czujnik. Należy zachować ostrożność, aby nie spowodować zwarcia tych przewodów. Sygnały TTL [Tx] (biały przewód) i TTL [Rx] (szary przewód) są odniesione do przewodu wspólnego (czarnego). Jeśli urządzenie TTL, do którego podłączono SR05-D2A2, wymaga zasilania zewnętrznego, należy je zasilić z osobnego źródła o potencjale swobodnym względem zasilania używanego przez SR05-D2A2.

5.12 Podłączanie SR05 do komputera PC

Zarówno SR05-D1A3, jak i SR05-D2A2 można podłączyć do komputera PC. W takim przypadku komunikacja z czujnikiem odbywa się za pośrednictwem interfejsu użytkownika oferowanego przez oprogramowanie Menedżer czujników (patrz następne rozdziały) lub innego narzędzia testowego Modbus.

5.12.1 Podłączanie SR05-D1A3 do komputera PC

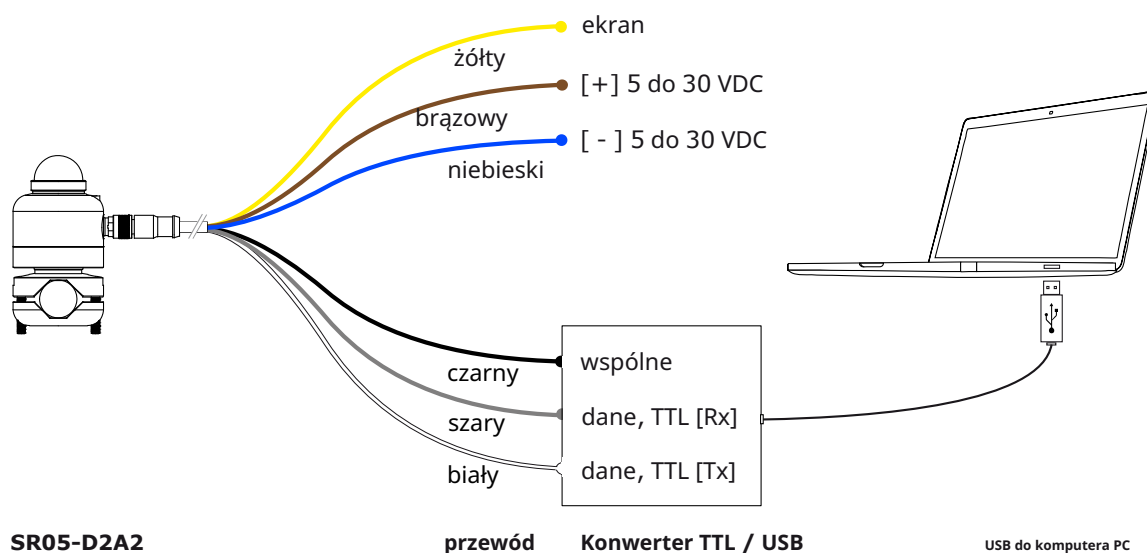
W zależności od dostępnych portów w komputerze PC, używa się konwertera RS-485 na USB lub konwertera RS-485 na RS-232. Poniżej przedstawiono schemat podłączenia. Konwerter musi mieć izolację galwaniczną między wejściem a wyjściem sygnału, aby zapobiec przedostawaniu się ładunków elektrostatycznych lub innych przepięć do linii danych. Do zasilania SR05-D1A3 wymagane jest zewnętrzne źródło zasilania (5-30 VDC). Konwerter RS-485 na USB jest zazwyczaj zasilany przez interfejs USB: w tym przypadku nie jest potrzebne dodatkowe zasilanie konwertera. Jeśli używa się konwertera RS-485 na RS-232, konwerter ten powinien być zasilany z zewnętrznego źródła. Może to być to samo źródło zasilania, które jest używane dla SR05-D1A3.



Rysunek 5.12.1.1 Podłączenie SR05-D1A3 do konwertera RS-485 na USB oraz komputera PC

5.12.2 Podłączenie SR05-D2A2 do komputera PC

W zależności od dostępnych portów w komputerze PC, używa się konwertera TTL na USB lub konwertera TTL na RS-232. Rysunek na następnej stronie pokazuje sposób wykonania połączeń. Konwerter musi mieć izolację galwaniczną między wejściem a wyjściem sygnału, aby zapobiec przedostawaniu się ładunków elektrostatycznych lub innych przepięć do linii danych. Wymagane jest zewnętrzne źródło zasilania do zasilenia SR05-D2A2 (5 do 30 VDC). Konwerter TTL na USB jest zazwyczaj zasilany przez interfejs USB: w tym przypadku nie jest potrzebne dodatkowe zasilanie dla konwertera. Jeśli używa się konwertera TTL na RS-232, konwerter ten powinien być zasilany z zewnętrznego źródła. Może to być to samo źródło zasilania, które jest używane dla SR05-D2A2.



Rysunek 5.12.2.1 Podłączenie SR05-D2A2 do konwertera TTL na USB i komputera PC. SR05-D2A2 działa jako urządzenie komunikacji danych (DCE).

6 Komunikacja z SR05

6.1 Komunikacja z komputerem PC: oprogramowanie Menedżer Czujników

Cyfrowa seria SR05 może być dostępna przez komputer PC. W tym przypadku komunikacja z czujnikiem odbywa się za pośrednictwem interfejsu użytkownika oferowanego przez oprogramowanie Menedżer Czujników Hukseflux lub innego narzędzia testowego Modbus. Menedżer Czujników można pobrać przez użytkownika za pośrednictwem www.hukseflux.com/page/downloads. Alternatywnie, dostępne są linki do narzędzi testowych, płatnych lub darmowych, pod adresem www.modbus.org. Ten rozdział opisuje wyłącznie funkcjonalność Menedżera Czujników.

Oprogramowanie Menedżer Czujników Hukseflux zapewnia interfejs użytkownika do komunikacji między komputerem PC a urządzeniem SR05. Pozwala użytkownikowi na lokalizację, konfigurację i testowanie jednego lub więcej urządzeń SR05 oraz wykonywanie prostych pomiarów laboratoryjnych za pomocą komputera PC. Najczęstszym zastosowaniem Menedżera Czujników jest wstępne testowanie funkcjonalności oraz modyfikacja adresu Modbus i ustawień komunikacyjnych SR05. Nie jest przeznaczony do długotrwałych pomiarów ciągłych. Aby sprawdzić dostępne aktualizacje oprogramowania Menedżera Czujników, prosimy odwiedzić www.hukseflux.com/page/downloads.

6.1.1 Instalacja Menedżera Czujników

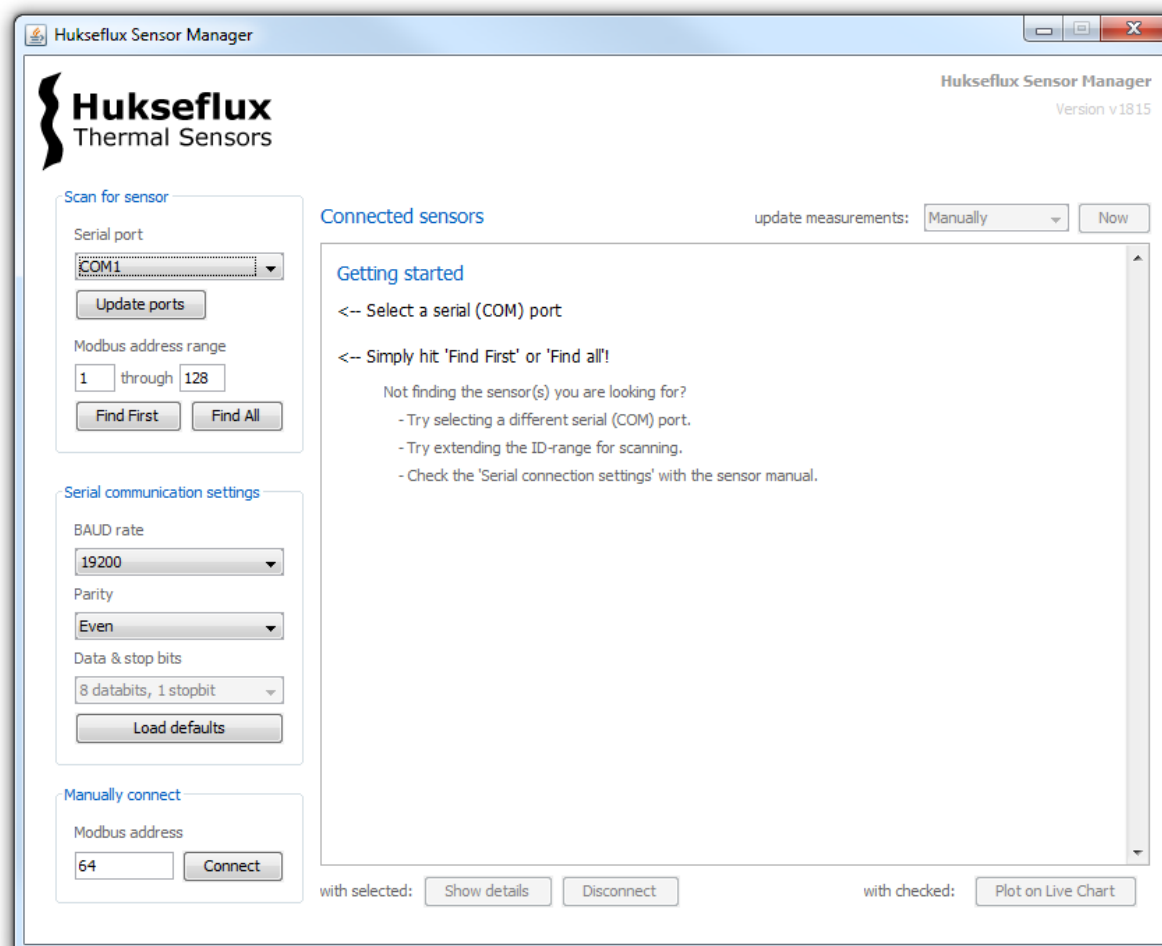
Uruchomienie Menedżera Czujników wymaga zainstalowania najnowszej wersji oprogramowania Środowisko uruchomieniowe Java. Środowisko uruchomieniowe Java można bezpłatnie pobrać ze strony www.java.com. Przegląd specyfikacji SR05 (Tabela 3.1.1) przedstawia wymagania systemowe i programowe dotyczące komunikacji komputera PC z urządzeniem SR05.

- 1) Pobierz Menedżera Czujników Hukseflux ze strony www.hukseflux.com/page/downloads.
- 2) Rozpakuj pobrane pliki i skopiuj folder „Menedżer Czujników Hukseflux” do folderu na komputerze PC. Do prawidłowej instalacji użytkownik powinien posiadać uprawnienia administratora na komputerze.
- 3) Kliknij dwukrotnie „Hukseflux_Sensor_Manager.jar” w folderze „Menedżer Czujników Hukseflux”. Spowoduje to uruchomienie Menedżera Czujników.

6.1.2 Rozwiązywanie problemów podczas instalacji Menedżera Czujników

- Gdy oprogramowanie Środowiska uruchomieniowego Java nie jest zainstalowane, pojawia się komunikat systemu Windows z informacją, że nie można otworzyć pliku »Hukseflux_Sensor_Manager.jar«. Rozwiązaniem jest zainstalowanie Środowiska uruchomieniowego Java na komputerze PC i ponowienie próby.

6.1.3 Menedżer Czujników: okno główne



Rysunek 6.1.3.1 Główne okno Menedżera Czujników

Gdy Menedżer Czujników zostanie uruchomiony, a cyfrowy SR05 zostanie podłączony do komputera PC, użytkownik może komunikować się z instrumentem.

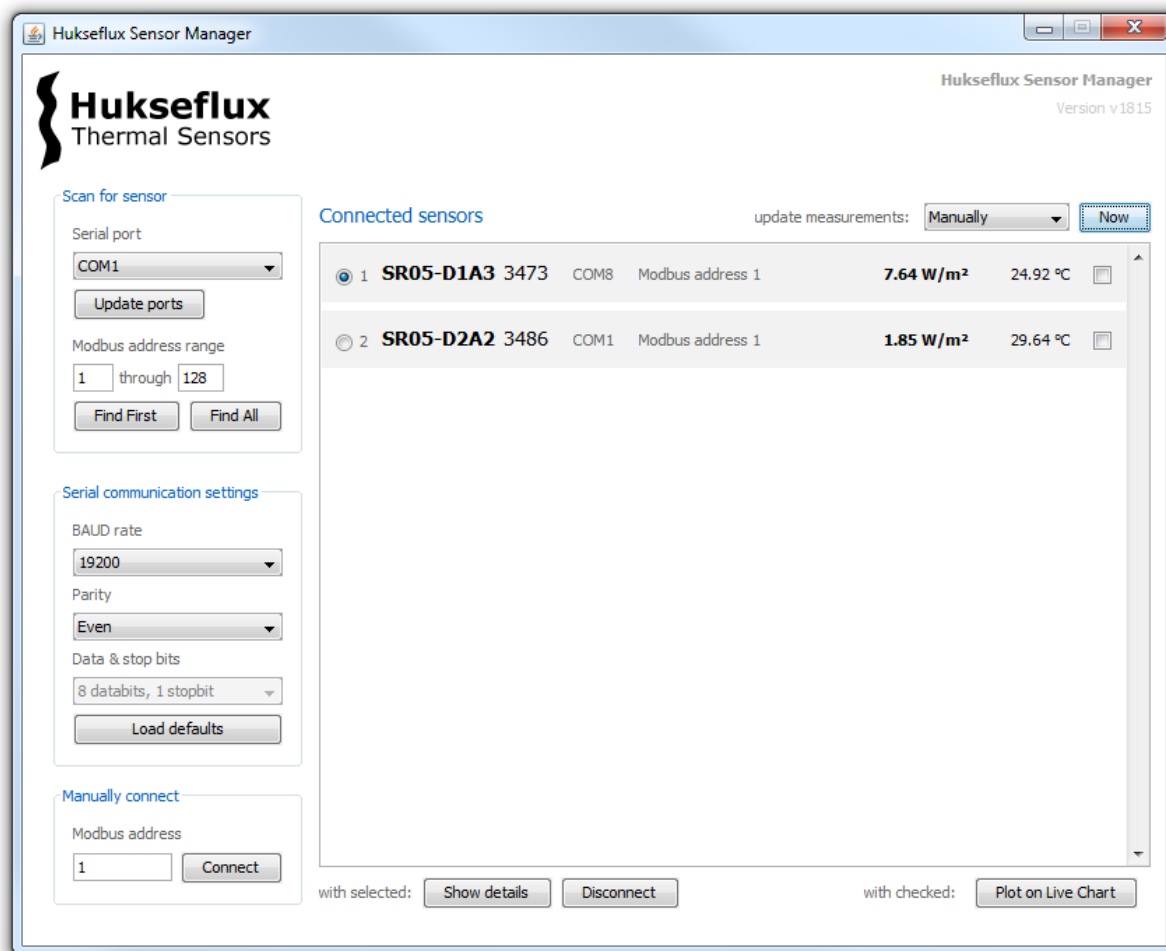
Jeśli znany jest adres instrumentu i ustawienia komunikacji, można bezpośrednio wprowadzić ustawienia połączenia szeregowego oraz adres Modbus. Kliknięcie „Połącz” nawiąże kontakt.

Jeśli adres instrumentu i ustawienia komunikacji nie są znane, instrument zostanie znaleziony przy użyciu funkcji „Znajdź pierwszy” lub „Znajdź wszystkie”. Menedżer czujników skanuje określony zakres adresów Modbus, używając „Ustawień połączenia szeregowego” wyświetlanych na ekranie. Gdy podłączony jest tylko jeden czujnik, zaleca się użycie „Znajdź pierwszy”, ponieważ operacja zatrzymuje się po znalezieniu czujnika. Funkcja „Znajdź wszystkie” będzie kontynuować skanowanie całego zakresu adresów Modbus i może zająć dodatkowy czas.

Jeśli operacja „Znajdź pierwszy” lub „Znajdź wszystkie” nie znajdzie instrumentów, otworzy się okno dialogowe, z prośbą o potwierdzenie skanowania zakresu adresów przy użyciu wszystkich możliwych ustawień komunikacji.

Czas trwania tej operacji zależy od skanowanego zakresu adresów. Skanowanie 247 adresów zajmie ponad 15 minut. Gdy instrument zostanie znaleziony, otworzy się okno dialogowe zawierające jego numer seryjny, adres Modbus i ustawienia komunikacji.

Komunikacja z urządzeniem jest możliwa po zmianie ustawień komunikacji i adresu Modbus w głównym oknie na wartości urządzenia, a następnie kliknięciu „Połącz”.



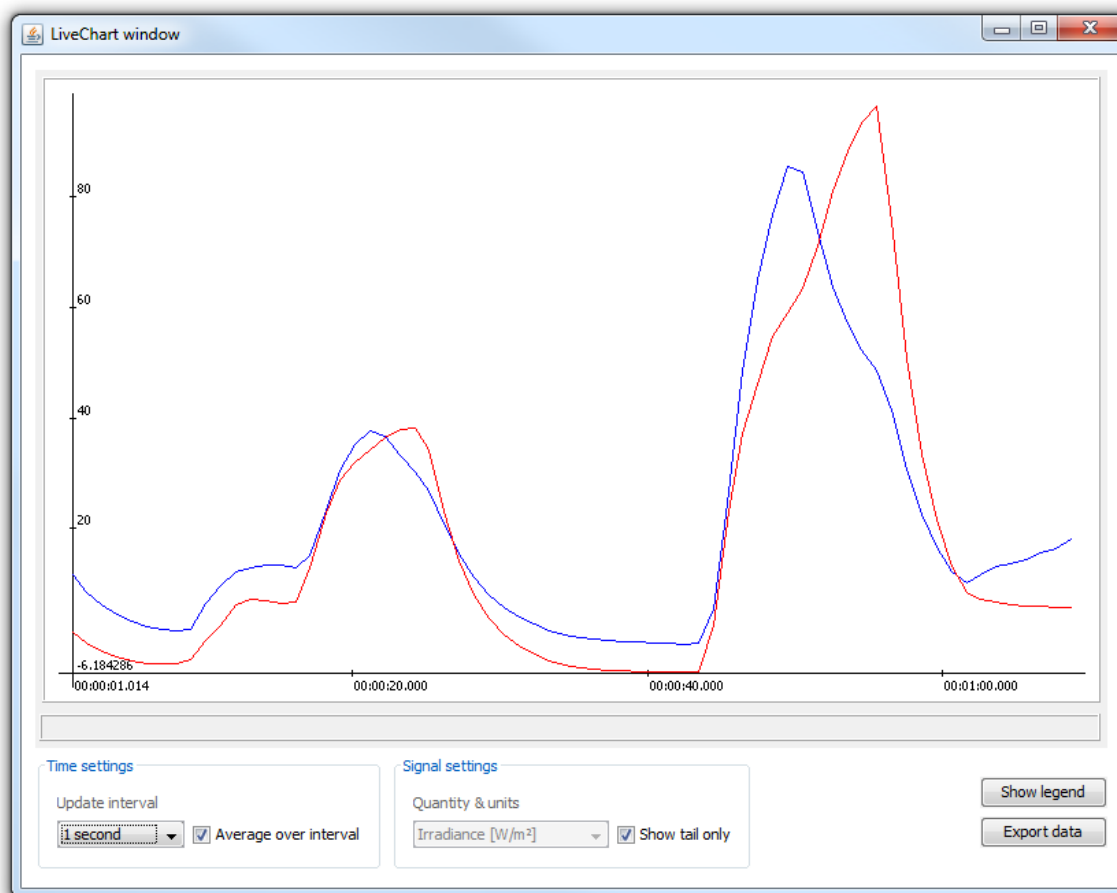
Rysunek 6.1.3.2 Główne okno Menedżera czujników z dwoma podłączonymi urządzeniami SR05

Gdy urządzenie zostanie znalezione, wyświetlane są dane temperatury i natężenia promieniowania. Aktualizacje są wykonywane ręcznie lub automatycznie. Aktualizacje automatyczne można wykonywać co sekundę, co 5 sekund lub co minutę.

6.1.4 Menedżer czujników: wykreślanie danych

Po kliknięciu przycisku „Wykreśl na wykresie na żywo” w prawym dolnym rogu otwiera się „Okno wykresu”. Wyświetlany jest wykres na żywo pomiarów z wybranym urządzeniem. Oś x, reprezentująca czas, jest skalowana automatycznie, aby wyświetlić dane z całego okresu pomiarowego. Po zaznaczeniu pola „Pokaż tylko końcówkę” wyświetlane są tylko ostatnie minuty zmierzonych danych. Gdy interwał aktualizacji wynosi 1 sekundę, funkcja „Pokaż tylko końcówkę” jest

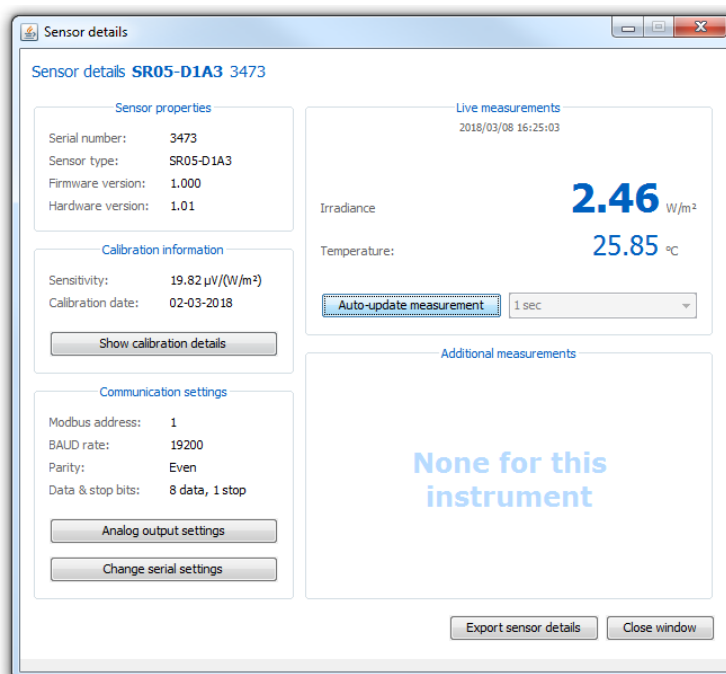
dostępne po około 10 minutach zbierania danych. Oś Y wyświetla zmierzone natężenie promieniowania w W/m^2 . Oś Y automatycznie skaluje się, aby wyświetlić pełny zakres pomiarowy.



Rysunek 6.1.4.1 Przykład wykresu natężenia promieniowania SR05 w Menedżerze czujników

6.1.5 Menedżer czujników: informacje o instrumencie

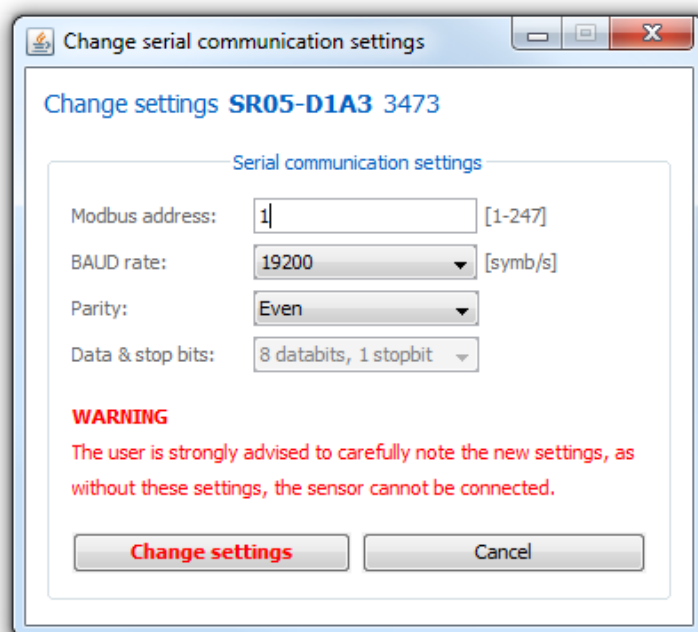
Główne okno pokazuje przycisk „Pokaż szczegóły”, który umożliwia dostęp do okna „Szczegóły czujnika”. To okno wyświetla wyniki kalibracji i historię kalibracji, współczynniki temperatury oraz inne właściwości wybranego instrumentu, jak pokazano na następnej stronie. Numer seryjny czujnika oraz wszystkie informacje o kalibracji powinny być zgodne z informacjami na etykiecie instrumentu i certyfikacie produktu.



Rysunek 6.1.5.1 Okno szczegółów czujnika w Menedżerze czujników

6.1.6 Menedżer czujników: zmiana adresu Modbus i ustawień komunikacji

W oknie „Szczegóły czujnika” funkcja „Zmień ustawienia szeregowo” otwiera okno „Zmień ustawienia komunikacji szeregowo”, jak pokazano na poniższym rysunku.



Rysunek 6.1.6.1 Okno zmiany ustawień komunikacji szeregowo w Menedżerze czujników

Podczas wprowadzania nowych ustawień komunikacji lub nowego adresu Modbus należy je potwierdzić, klikając „Zmień ustawienia”. Urządzenie automatycznie się zrestartuje. Jeśli funkcja „Zmień ustawienia” nie zostanie aktywowana, obowiązują oryginalne ustawienia. W przypadku zmiany adresu Modbus Menedżer czujników automatycznie ponownie połączy się z urządzeniem, używając nowego adresu po restarcie.

6.1.7 Menedżer czujników: regulacja czułości przez użytkowników zaawansowanych

Menedżer czujników nie pozwala „standardowemu użytkownikowi” na zmianę jakichkolwiek ustawień mających bezpośredni wpływ na wyjście urządzenia, tj. natężenie promieniowania w W/m^2 . Jednakże w przypadku rekalkibracji urządzenia powszechną praktyką jest dostosowanie czułości i dodanie najnowszego wyniku do historii kalibracji. Można to zrobić po uzyskaniu hasła i staniu się „użytkownikiem zaawansowanym”. Proszę skontaktować się z fabryką, aby uzyskać hasło i instrukcje dotyczące zostania użytkownikiem zaawansowanym.

Przykład: Podczas eksperymentu kalibracyjnego wynik może wskazywać, że wyjście natężenia promieniowania SR05 w W/m^2 wynosić będzie 990, podczas gdy standard wskazuje, że powinno być 970. W tym przykładzie wyjście SR05 jest o 2,06% za wysokie. Oryginalną czułość $16,15 \times 10^{-6} V/(W/m^2)$ należy zmienić na 16,48, używając rejestrów 41 + 42. Stary wynik kalibracji zostaje zarejestrowany w pliku historii kalibracji. W przypadku występowania jeszcze starszych wyników są one przesuwane do wyższych numerów rejestrów od 63 do 81.

6.2 Komunikacja sieciowa: kody funkcji, rejestry, cewki

Ostrzeżenie: Użycie tego samego adresu Modbus dla więcej niż jednego urządzenia doprowadzi do nieprawidłowego zachowania całej sieci. Ten rozdział opisuje kody funkcji, model danych i rejestry używane w oprogramowaniu SR05. Komunikacja jest zorganizowana zgodnie ze specyfikacjami dostarczonymi przez Organizację Modbus. Specyfikacje te są wyjaśnione w dokumentach „Modbus application protocol v1.1b” oraz „Modbus over serial line v1.02”. Dokumenty te można uzyskać bezpłatnie pod adresem www.modbus.org.

Tabela 6.2.1 Obsługiwane kody funkcji Modbus

OBSŁUGIWANE KODY FUNKCJI MODBUS	
KOD FUNKCJI (HEX)	OPIS
0x01	Odczyt cewek
0x02	Odczyt wejść dyskretnych
0x03	Odczyt rejestrów wstrzymania
0x04	Odczyt rejestru wejściowego
0x05	Zapis pojedynczej cewki
0x06	Zapis pojedynczego rejestru wstrzymania
0x0F	Zapis wielu cewek
0x10	Zapis wielu rejestrów

Tabela 6.2.2 Model danych Modbus

MODEL DANYCH MODBUS		
TABELE PODSTAWOWE	TYP OBIEKTU	RODZAJ
Wejście dyskretne	Pojedynczy bit	R
Cewka	Pojedynczy bit	O/Z
Rejestr wejściowy	16-bitowe słowo	R
Rejestr wstrzymujący	16-bitowe słowo	O/Z

O = tylko odczyt, Z = tylko zapis, O/Z = odczyt/zapis

Urządzenie nie rozróżnia *wejścia dyskretnego* a cewki ani między rejestrem wejściowym a *rejestrem wstrzymującym*

Tabela 6.2.3 Format danych

FORMAT DANYCH	OPIS
U16	Liczba całkowita 16-bitowa bez znaku
S16	Liczba całkowita 16-bitowa ze znakiem
U32	Liczba całkowita 32-bitowa bez znaku
S32	Liczba całkowita 32-bitowa ze znakiem
Liczba zmiennoprzecinkowa	Format zmiennoprzecinkowy IEEE 754 32-bitowy
Ciąg znaków	Ciąg znaków ASCII

Format danych obejmuje liczby całkowite ze znakiem i bez znaku. Różnica między tymi typami polega na tym, że liczba całkowita ze znakiem dopuszcza wartości ujemne, co zmniejsza zakres liczby o połowę. W jednym żądaniu można zażądać do pięciu rejestrów 16-bitowych. Przy żądaniu sześciu lub więcej rejestrów należy użyć wielu żądań.

Jeśli format danych to podpisana lub niepodpisana 32-bitowa liczba całkowita, pierwszy odebrany rejestr jest najbardziej znaczącym słowem (MSW), a drugi rejestr - najmniej znaczącym słowem (LSW). W ten sposób dwa 16-bitowe rejestry są zarezerwowane dla 32-bitowej liczby całkowitej. Jeśli format danych to *float*, jest to 32-bitowy operator zmiennoprzecinkowy, a także zarezerwowane są dwa 16-bitowe rejestry. Większość programów zarządzających siecią posiada standardowe menu wykonujące ten typ konwersji. W przypadku konieczności ręcznej konwersji zapoznaj się z aneksem dotyczącym konwersji liczby zmiennoprzecinkowej na liczbę dziesiętną. MSW i LSW należy odczytać razem w jednym żądaniu. Jest to konieczne, aby upewnić się, że oba rejestry zawierają dane jednego pomiaru napięcia wewnętrznego. Odczytanie rejestrów za pomocą dwóch różnych instrukcji może prowadzić do połączenia LSW i MSW z dwóch pomiarów wykonanych w różnych punktach czasowych.

Nieoznaczona 32-bitowa liczba całkowita może być obliczona według wzoru: $(MSW \times 2^{16}) + LSW = U32$.
 Przykład takiego obliczenia jest dostępny w akapicie „Komunikacja sieciowa”.
 Przykład żądania głównego do SR05



Twoje żądanie danych może wymagać przesunięcia o +1 dla każdego numeru rejestru SR05, w zależności od przetwarzania przez główny węzeł sieci. Przykład: numer rejestru SR05 7 + przesunięcie główne = 7 + 1 = numer rejestru głównego 8 Zapoznaj się z instrukcją urządzenia pełniącego rolę lokalnego węzła nadrzędnego.

Tabela 6.2.4 Rejestry Modbus 0 do 11, pomiary Do podstawowej obsługi Hukseflux zaleca odczyt rejestrów 2 + 3 dla promieniowania słonecznego, rejestru 6 dla temperatury obudowy instrumentu oraz rejestru 40 dla numeru seryjnego czujnika

REJESTRY MODBUS 0-11				
Adres rejestru	PARAMETR	OPIS ZAWARTOŚCI	Rodzaj	FORMAT DANYCH
0	adres Modbus	Adres czujnika w sieci Modbus, domyślnie = 1	O/Z	U16
1	Ustawienia komunikacji szeregowej	Ustawia komunikację szeregową, domyślnie = 5	O/Z	U16
2 + 3	Natężenie promieniowania	Sygnał w x 0,01 W/m ²	R	S32
4 + 5	Tylko do użytku fabrycznego			
6	Temperatura ciała czujnika	W x 0,01 °C	R	S16
7	Elektryczny opór czujnika	W x 0,1 Ω	R	U16
8	Współczynnik skalowania natężenia promieniowania	Domyślnie = 100	R	U16
9	Współczynnik skalowania temperatury	Domyślnie = 100	R	U16
10 + 11	Napięciowe wyjście czujnika	W x 10 ⁻⁹ V	R	S32
12 do 31	Tylko do użytku fabrycznego			

Rejestr 0, adres Modbus, zawiera adres Modbus czujnika. Pozwala to mistrzowi Modbus wykryć urządzenie podrzędne SR05-D1A3 w sieci. Adres można zmienić; wartość adresu musi być między 1 a 247. Domyślny adres Modbus to 1.

Uwaga: Czujnik wymaga ponownego uruchomienia przed wprowadzeniem zmian.

Rejestr 1, ustawienia komunikacji szeregowej, służy do wprowadzania ustawień prędkości transmisji i ramkowania transmisji danych szeregowych. Domyślne ustawienie to ustawienie numer 5: 19200 prędkość transmisji, 8 bitów danych, parzystość parzysta i 1 bit stopu. Opcje ustawień są przedstawione w poniższej tabeli.

Uwaga: Czujnik wymaga ponownego uruchomienia przed wprowadzeniem zmian.

Tabela 6.2.5 Opcje ustawień rejestru 1

OPCJE USTAWIENÍ				
NUMER USTAWIENIA	PRĘDKOŚĆ TRANSMISJI	BITY DANYCH	BITY STOPU	PARZYSTOŚĆ
1	9600	8	1	brak
2	9600	8	1	parzysta
3	9600	8	1	nieparzysta
4	19200	8	1	brak
5 (= domyślne)	19200	8	1	parzysta
6	19200	8	1	nieparzysta
7	38400	8	1	brak
8	38400	8	1	parzysta
9	38400	8	1	nieparzysta
10	115200	8	1	brak
11	115200	8	1	parzysta
12	115200	8	1	nieparzysta

Rejestr 2 + 3, natężenie promieniowania, podaje wartość promieniowania słonecznego w 0,01 W/m². Podaną wartość należy podzielić przez 100, aby uzyskać wartość w W/m². MSW i LSW należy odczytać razem w jednym żądaniu.

Rejestr 6, temperatura obudowy instrumentu, dostarcza temperatury obudowy instrumentu w 0,01 °C. Dane należy podzielić przez 100, aby uzyskać wartość w °C.

Rejestr 7, *Elektryczny opór czujnika*, opór czujnika w 0,1 Ω. Dane należy podzielić przez 10, aby uzyskać wartość w Ω. Ten rejestr domyślnie zwraca 0. Aby odczytać rezystancję, najpierw należy wykonać pomiar. Można to zrobić, wpisując 0xFF00 do cewki 2. Hukseflux zaleca używanie tej funkcji tylko w razie konieczności, podczas diagnostyki w przypadku awarii czujnika.

Rejestr 8, *Współczynnik skalowania natężenia promieniowania*, domyślny współczynnik skalowania wynosi 100

Rejestr 9, *Współczynnik skalowania temperatury*, domyślny współczynnik skalowania wynosi 100.

Rejestr 10 + 11, *Wyjście napięciowe czujnika*, sygnał wyjściowy napięcia termopary w $\times 10^{-9}$ V.

Tabela 6.2.6 Rejestry Modbus od 32 do 62, informacje o czujniku i kalibracji

Rejestry Modbus 32-62				
Adres rejestru	PARAMETR	OPIS ZAWARTOŚCI	Rodzaj	FORMAT DANYCH
32 do 35	Model czujnika	Pierwsza część opisu czujnika	R	Ciąg znaków
36 do 39	Model czujnika	Druga część opisu czujnika	R	Ciąg znaków
40	Numer seryjny czujnika		R	U16
41 + 42	Czułość czujnika	$W \times 10^{-6} V/(W/m^2)$	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
43	Czas odpowiedzi	$W \times 0,1 s$	R	U16
44	Rezystancja czujnika	$W \times 0,1 \Omega$	R	U16
45	Zarezerwowane	Zawsze 0	R	U16
46 + 47	Data kalibracji czujnika	Data kalibracji czujnika w formacie RRRRMMDD	R	U32
od 48 do 60	Do użytku fabrycznego			
61	Wersja oprogramowania		R	U16
62	Wersja sprzętowa		R	U16

Rejestry 32-39, *Model czujnika*, Ciąg 8 rejestrów Te rejestry zwrócą 8 liczb, które można zdekodować, aby ustalić nazwę modelu czujnika Czujniki SR05-D1A3 z numerem seryjnym 3819 lub wyższym oraz czujniki SR05-D2A2 z numerem seryjnym 3524 lub wyższym używają metody A do zapisu nazwy w tych rejestrach Czujniki z niższymi numerami seryjnymi (głównie czujniki SR05-DA1 i SR05-DA2) używają metody B. Metoda A i B są opisane w Dodatku 9.12 niniejszej instrukcji

Rejestr 40, *Numer seryjny czujnika*

Rejestry 41 + 42, *Czułość czujnika*, czułość czujnika w $\times 10^{-6} V/(W/m^2)$

Format danych: liczba zmiennoprzecinkowa

Rejestr 43, *Czas odpowiedzi*, czas odpowiedzi czujnika zmierzony w fabryce w $\times 0,1 s$. Wartość należy podzielić przez 10, aby uzyskać wartość w sekundach

Rejestr 44, *Opór elektryczny czujnika*, zwraca opór elektryczny zmierzony podczas kalibracji czujnika. Opór jest w $\times 0,1 \Omega$ i należy go podzielić przez 10, aby uzyskać wartość w Ω .

Rejestr 46 + 47, *Data kalibracji czujnika*, ostatnia data kalibracji czujnika, z której określono czułość w rejestrze 41 i 42, w formacie RRRRMMDD.

Rejestr 61, *Wersja oprogramowania*.

Rejestr 62, *Wersja sprzętowa*.

Tabela 6.2.7 Rejestry Modbus 63-82, historia kalibracji

REJESTRY MODBUS 63-82				
ADRES REJESTRU	PARAMETR	OPIS ZAWARTOŚCI	Rodzaj	FORMAT DANYCH
63 + 64	Historia czułości czujnika 1	$W \times 10^{-6} V/(W/m^2)$ Wartość domyślna to 0	R	Liczba zmiennopracunkowa
65 + 66	Historia daty kalibracji 1	Poprzednia data kalibracji czujnika w formacie RRRRMMDD Wartość domyślna to 0	R	U32
67 + 68	Historia czułości czujnika 2	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennopracunkowa
69 + 70	Historia daty kalibracji 2	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32
71 + 72	Historia czułości czujnika 3	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennopracunkowa
73 + 74	Historia daty kalibracji 3	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32
75 + 76	Historia czułości czujnika 4	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennopracunkowa
77 + 78	Historia daty kalibracji 4	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32
79 + 80	Historia czułości czujnika 5	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennopracunkowa
81 + 82	Historia daty kalibracji 5	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32

Rejestr 63 do 82: Dostępny do zapisu tylko dla Menedżera czujników *użytkownicy zaawansowani* : użytkownicy zaawansowani mogą zapisywać historię kalibracji do rejestrów 63-82. Jeśli przywrócono wartości domyślne, żadna rekalkulacja nie została wykonana. Ostatnia czułość kalibracji i data kalibracji są dostępne odpowiednio w rejestrach 41 + 42 oraz 46 + 47.



Należy pamiętać, że jeśli żądanie danych wymaga przesunięcia +1 dla każdego numeru rejestru SR05, w zależności od przetwarzania przez głównego nadawcę, to przesunięcie dotyczy również cewek. Zapoznaj się z instrukcją urządzenia pełniącego rolę lokalnego węzła nadrzędnego.

Tabela 6.2.8 Cewki

CEWKI				
CEWKA	PARAMETR	OPIS	RODZAJ	TYP OBIEKTU
0	Restart	Uruchom ponownie czujnik	W	Pojedynczy bit
1	Zarezerwowane			
2	Sprawdź	Zmierz elektryczny opór czujnika	W	Pojedynczy bit

Cewka 0, Restart, gdy 0xFF00 zostanie zapisane do tej cewki, czujnik się zrestartuje. Po zastosowaniu nowy adres Modbus lub nowe ustawienia komunikacyjne staną się aktywne.

Cewka 2, Sprawdź, gdy 0xFF00 zostanie zapisane do tej cewki, elektronika wewnętrzna zmierzy rezystancję elektryczną termopary. Po pomiarze nowa wartość zostanie zapisana do rejestru 7. Wielokrotny zapis tej cewki spowoduje nieregularne zachowanie czujnika; sprawdzenie należy wykonywać wyłącznie jako wyjątkową procedurę diagnostyczną.

6.3 Komunikacja sieciowa: wprowadzenie

Po uzyskaniu prawidłowego adresu Modbus i ustawień komunikacyjnych SR05-D1A3 można podłączyć bezpośrednio do sieci RS-485 i źródła zasilania. Sposób fizycznego podłączenia czujnika jako urządzenia podrzędnego w sieci Modbus opisano w rozdziale 5.11: Podłączanie SR05-D1A3 do sieci RS-485. W takim połączeniu czujnik jest zasilany przez zewnętrzne źródło zasilania o napięciu od 5 do 30 VDC. Gdy czujnik jest zamocowany na uziemionej płycie montażowej, co jest zwykle przypadkiem, ekran nie jest podłączany do masy na końcu przewodu.

Instalacja SR05-D1A3 w sieci wymaga również skonfigurowania komunikacji dla tego nowego urządzenia Modbus. Zwykle polega to na zdefiniowaniu żądania, które może być transmitowane przez urządzenie nadrzędne. Jeśli SR05-D1A3 nie jest jeszcze zdefiniowany jako standardowy typ czujnika w sieci, skontaktuj się z dostawcą sprzętu sieciowego, aby sprawdzić, czy dostępny jest plik biblioteki dla SR05-D1A3.

Typowa praca wymaga, aby urządzenie nadrzędne wykonywało żądanie danych natężenia promieniowania w rejestrach 2 + 3, temperatury czujnika w rejestrze 6 oraz numeru seryjnego czujnika w rejestrze 40 co sekundę i przechowywało średnie z 60 sekund. Format danych rejestru 2 + 3 to 32-bitowa liczba całkowita ze znakiem, a temperatura w rejestrze 6 to 16-bitowa liczba całkowita ze znakiem.

Można żądać maksymalnie pięciu 16-bitowych rejestrów w jednym żądaniu. W przypadku żądania sześciu lub więcej rejestrów w jednym żądaniu, SR05-D1A3 nie odpowie. Jeśli żąda się sześciu lub więcej rejestrów, należy użyć wielu żądań: SR05-D1A3 odpowie zgodnie z oczekiwaniami.

6.3.1 Dostosowywanie adresu Modbus i ustawień komunikacji

Ustawienie adresu urządzenia i prędkości transmisji można wykonać na różne sposoby:

- poprzez podłączenie czujnika do komputera PC i użycie Menedżera czujników;
- poprzez podłączenie czujnika do komputera PC i użycie innego narzędzia testowego Modbus. Dostępne są linki do różnych rozwiązań pod adresem www.modbus.org ;
- przy użyciu dostępnego oprogramowania interfejsu użytkownika sieci.

Adres Modbus jest przechowywany w rejestrze 0 i domyślnie ma wartość 1. Użytkownik może zmienić adres na wartość z zakresu od 1 do 247. Wartość adresu musi być unikalna w sieci. Ustawienia komunikacji są przechowywane w rejestrze 1. Domyślne ustawienie to numer 5, reprezentujący komunikację z prędkością transmisji 19200, parzystym bitem parzystości, 8 bitami danych i 1 bitem stopu. Po zapisaniu nowego adresu lub ustawień komunikacji czujnik musi zostać ponownie uruchomiony. Można to zrobić, zapisując 0xFF00 do cewki 0.

6.4 Komunikacja sieciowa: przykład żądania głównego do SR05

Normalna praca czujnika polega na żądaniu wyjścia z rejestrów 2 + 3 kompensowanego temperaturowo promieniowania słonecznego. Dla zapewnienia jakości przydatny jest również numer seryjny czujnika, rejestr 40 oraz temperatura w rejestrze 6.

W tym przykładzie SR05 ma adres 64. Przykład żąda promieniowania słonecznego (kompensowanego temperaturowo) z rejestrów 2 + 3, numeru seryjnego czujnika, rejestru 40 oraz temperatury instrumentu z rejestru 6. Wartości są reprezentowane w systemie szesnastkowym.

Uwaga: dane 32-bitowe są reprezentowane w 2 rejestrach. MSW i LSW powinny być odczytane razem w jednym żądaniu.

Żądanie pomiaru promieniowania słonecznego, rejestr 2 + 3:

Żądanie główne:

[40] [03] [00][00] [00][04] [4B][18]

[40] = adres slave Modbus, odpowiednik dziesiętny = 64

[03] = funkcja Modbus; 03 Odczyt rejestrów wstrzymanych

[00][00] = Rejestr początkowy, główny żąda danych począwszy od rejestru 0

[00][04] = Długość, liczba rejestrów do odczytu. 4 rejestry

[4B][18] = CRC, suma kontrolna przesyłanych danych

Odpowiedź czujnika:

[40] [03] [08] [00][40] [00][05] [00][01] [7C][4F] [79][DA]

[40] = adres slave Modbus, odpowiednik dziesiętny = 64

[03] = funkcja Modbus

[08] = Liczba bajtów zwróconych przez czujnik. 8 bajtów przesłanych przez czujnik [00][4

0] = Rejestr 0; adres Modbus

[00][05] = Rejestr 1 Ustawienia portu szeregowego: 19200 prędkość transmisji, 8 bitów danych, parzystość parzysta, 1 bit stopu

[00][01] = Rejestr 2; Sygnał kompensowany temperaturowo, słowo najbardziej znaczące (MSW). Odpowiednik dziesiętny = 1

[7C][4F] = Rejestr 3; Sygnał kompensowany temperaturowo, słowo najmniej znaczące (LSW) = Odpowiednik dziesiętny = 31823

[79][DA] = CRC, suma kontrolna przesyłanych danych

Łącznie rejestr 2 i 3 reprezentują wyjście promieniowania słonecznego kompensowane temperaturowo, zmierzone przez SR05-D1A3. MSW znajduje się w rejestrze 2, a LSW w rejestrze 3. Wyjście należy obliczyć według wzoru: $((MSW \times 2^{16}) + LSW)/100$.

W tym przykładzie wynik to: $((2^{16} \times 1) + 31823)/100 = 973,59 \text{ W/m}^2$

Żądanie temperatury ciała, rejestr 6:

Żądanie główne:

[40][03][00][06][00][01][6B][1A]

[40] = Adres slave Modbus

[03] = funkcja Modbus

[00][06] = Rejestr początkowy

[00][01] = Liczba rejestrów

[6B][1A] = CRC

Odpowiedź czujnika:

[40][03][02][08][B1][43][FF]

[40] = Adres slave Modbus

[03] = funkcja Modbus

[02] = Liczba bajtów

[08][B1] = Zawartość rejestru 7, odpowiednik dziesiętny = 2225

[43][FF] = CRC

Temperatura = Rejestr 7 $\times$ 0,01 = 2225 $\times$ 0,01 = 22,25 °C

Rejestr 6 reprezentuje temperaturę korpusu czujnika. Odebrane dane należy podzielić przez 100, aby uzyskać prawidłowy wynik. W tym przykładzie wynik to:

2225 $\times$ 0,01 = 22,25 °C

Żądanie numeru seryjnego, rejestr 40:

Żądanie główne:

[40][03][00][28][00][01][0B][13]

[40] = adres slave Modbus

[03] = funkcja Modbus

[00][28] = Rejestr początkowy

[00][01] = Liczba rejestrów

[0B][13] = CRC

Odpowiedź czujnika:

[40][03][02][0A][29][43][35]

[40] = Adres slave Modbus

[03] = funkcja Modbus

[02] = Liczba bajtów

[0A][29] = Zawartość rejestru 40, odpowiednik dziesiętny = 2601

[43][35] = CRC

Rejestr 40 reprezentuje numer seryjny czujnika. W tym przykładzie numer seryjny to 2601.

7 Wykonywanie niezawodnego pomiaru

7.1 Koncepcja niezawodności

Pomiar pyranometrem jest określany jako „niezawodny”, jeśli jest wiarygodny, tj. pomiar mieści się w wymaganych granicach niepewności przez większość czasu, a problemy, gdy już wystąpią, mogą być szybko rozwiązane.

Wymagania dotyczące pomiaru pyranometrem mogą być wyrażone przez użytkownika jako:

- wymagana niepewność pomiaru (patrz następne akapity)
- wymagania dotyczące konserwacji i napraw (możliwości konserwacji i naprawy, w tym nakład pracy i czas przetwarzania)
- wymaganie dotyczące oczekiwanego okresu użytkowania instrumentu (do momentu, gdy naprawa nie jest już możliwa)

Ważne jest, aby zdać sobie sprawę, że niepewność pomiarowa nie jest określana tylko przez instrument, ale również przez sposób jego użycia.

Patrz również notatkę 5 w normie ISO 9060. W przypadku pyranometrów niepewność pomiarowa uzyskana podczas pomiarów w terenie jest funkcją:

- klasy instrumentu
- procedury kalibracji / niepewności
- czasu użycia instrumentu w naturalnym świetle słonecznym (obejmującego specyfikację stabilności instrumentu)
- warunków pomiarowych (takich jak nachylenie, wentylacja, zacienienie, temperatura instrumentu)
- konserwacji (głównie zabrudzenia)
- warunków środowiskowych*

Dlatego ISO 9060 stwierdza: „stwierdzenia dotyczące całkowitej niepewności pomiarowej w warunkach terenowych można formułować tylko indywidualnie, uwzględniając wszystkie te czynniki”.

* zdefiniowane w Hukseflux jako wszystkie czynniki poza instrumentem, które są istotne dla pomiaru, takie jak pokrywa chmur (obecność lub brak promieniowania bezpośredniego), pozycja słońca, lokalny horyzont (który może być przesłonięty) lub stan podłoża (przy nachyleniu). Warunki środowiskowe obejmują również kwestię tego, czy pomiar w miejscu pomiaru jest reprezentatywny dla wielkości, która powinna być zmierzona.

7.2 Niezawodność pomiaru

Pomiar jest niezawodny, jeśli mierzy w granicach wymaganej niepewności przez większość czasu. Rozróżniamy dwie przyczyny braku niezawodności pomiaru:

- związane z niezawodnością pyranometru, jego projektem, produkcją, kalibracją (niezawodność sprzętowa).
- związane z niezawodnością niepewności pomiarowej (niezawodność pomiaru), która obejmuje niezawodność sprzętową oraz warunki użycia.

Większość niezawodności sprzętowej jest odpowiedzialnością producenta instrumentu. Niezawodność pomiaru jest jednak wspólną odpowiedzialnością producenta instrumentu i użytkownika. Zgodnie z wymaganiami użytkownika, uwzględniając warunki pomiarowe i środowiskowe, użytkownik wybierze instrument określonej klasy i zdefiniuje procedury wsparcia utrzymania.

W wielu sytuacjach istnieje granica realnie osiągalnego poziomu dokładności. Wynika to z warunków, które są poza kontrolą po zainstalowaniu systemu pomiarowego. Typowe warunki ograniczające to:

- warunki pomiarowe, na przykład podczas pracy w ekstremalnych temperaturach, gdy temperatura instrumentu znajduje się na skrajnych granicach znamionowego zakresu temperatur.
- warunki środowiskowe, na przykład podczas instalacji w nieoptymalnej lokalizacji pomiarowej z przeszkodami na drodze słońca.
- inne warunki środowiskowe, na przykład podczas oceny wydajności systemu fotowoltaicznego, gdzie system zawiera panele pod różnymi kątami nachylenia, pomiar pyranometru może nie być reprezentatywny dla natężenia promieniowania otrzymywanego przez cały system fotowoltaiczny.

Niezawodność pomiarów można poprawić poprzez wsparcie serwisowe. Ważne aspekty to:

- zanieczyszczenie kopuły przez osadzanie się pyłu, rosy, deszczu lub śniegu. Zanieczyszczenie powoduje niezdefiniowaną niepewność pomiarową (wrażliwość i błąd kierunkowy nie są już zdefiniowane). Należy to rozwiązać poprzez regularne przeglądy i czyszczenie.
- niestabilność czujnika. Maksymalnie oczekiwane starzenie się czujnika jest określone dla każdego instrumentu jako jego niestabilność w [% zmiany/rok]. W przypadku braku rekalkibracji czujnika niepewność jego czułości będzie stopniowo wzrastać. Jest to rozwiązywane przez regularne przeprowadzanie kalibracji.
- Wilgoć kondensująca się pod kopułami pyranometrów, powodująca powolną zmianę czułości (w granicach specyfikacji). Jest to rozwiązywane przez regularne wymienianie środka osuszającego lub przez konserwację (suszenie całego czujnika), gdy czujnik na to pozwala. W przypadku nienaprawialnych czujników, takich jak większość pyranometrów klasy drugiej, może to powoli przerodzić się w usterkę. Dla modeli klasy pierwszej i wzorcowych (np. pyranometr klasy pierwszej model SR11 i cyfrowy wzorcowy pyranometr model SR20-D2) dostępny jest dodatkowy środek osuszający (w zestawie 5 torebek w szczelnym opakowaniu).

Innym sposobem poprawy wiarygodności pomiarów jest wprowadzenie czujników redundantnych.

- Użycie instrumentów redundantnych pozwala na zdalne sprawdzanie jednego instrumentu przy użyciu drugiego jako odniesienia, co prowadzi do wyższej wiarygodności pomiarów.
- W monitorowaniu wydajności systemu fotowoltaicznego, oprócz instrumentów mierzących w płaszczyźnie tablicy, stosuje się poziomo umieszczone instrumenty do pomiaru promieniowania globalnego. Dane dotyczące globalnego natężenia promieniowania umożliwiają użytkownikowi porównanie lokalnego klimatu i wydajności systemu między różnymi lokalizacjami. Dane te można również porównać z pomiarami lokalnych stacji meteorologicznych.

7.3 Szybkość naprawy i konserwacji

Niezawodność to nie tylko kwestia rzetelności, ale także reakcji na problemy; jeśli czas przetwarzania serwisu i napraw jest krótki, przyczynia się to do niezawodności.

Pyranometry Hukseflux są zaprojektowane, aby umożliwić łatwą konserwację i naprawę. Główne czynności konserwacyjne to:

- wymiana środka osuszającego
- wymiana okablowania

Dla optymalizacji niezawodności użytkownik powinien:

- opracować harmonogram regularnej konserwacji
- opracować harmonogram naprawy lub wymiany w przypadku usterek

Podczas pracy z wieloma instrumentami w sieci Hukseflux zaleca utrzymywanie prostych procedur i posiadanie kilku zapasowych instrumentów, które mogą służyć jako zamienniki podczas serwisu, ponownej kalibracji i naprawy.

7.4 Ocena niepewności

Niepewność pomiaru w warunkach zewnętrznych lub wewnętrznych zależy od wielu czynników, patrz punkt 1 tego rozdziału. Nie jest możliwe podanie jednej wartości niepewności pomiarowej pyranometru. Prace nad oceną niepewności są w toku. Kilka grup na świecie uczestniczy w standaryzacji metody obliczeniowej. Wysiłek zmierza do pracy zgodnie z wytycznymi oceny niepewności (zgodnie z „Przewodnikiem wyrażania niepewności pomiarów” lub GUM).

7.4.1 Ocena niepewności pomiarowej w warunkach zewnętrznych

Hukseflux aktywnie uczestniczy w dyskusjach dotyczących niepewności pomiarowej pyranometru. Oferujemy również arkusze kalkulacyjne, odzwierciedlające najnowszy stan wiedzy, aby pomóc naszym użytkownikom w dokonaniu własnej oceny. Dane wejściowe do oceny są podsumowane:

- 1) Formalna ocena niepewności powinna być przeprowadzona zgodnie z normą ISO 98-3 Przewodnik wyrażania niepewności pomiarów, GUM.
 - 2) Specyfikacje instrumentu zgodnie z listą klasyfikacji ISO 9060 pyranometrów i pirheliometrów są wprowadzane jako graniczne wartości możliwych błędów, które mają być analizowane jako ocena typu B niepewności standardowej zgodnie z paragrafem 4.3.7. GUM. Rozkłady a priori są wybierane jako prostokątne.
 - 3) Należy wprowadzić osobne oszacowanie pozwalające uwzględnić niepewność wynikającą z poziomu konserwacji instrumentu.
 - 4) Należy wprowadzić niepewność kalibracji. Proszę zauważyć, że niepewności kalibracji firmy Hukseflux są niższe niż w przypadku alternatywnego sprzętu. Niepewności te wprowadza się do równania pomiarowego (równanie jest zazwyczaj Formułą 0.1: $E = U/S$), albo jako niepewność w E (przesunięcia zerowe, odpowiedź kierunkowa) w U (błędy odczytu napięcia) lub w S (błąd pochylenia, zależność temperaturowa, niepewność kalibracji).
 - 5) W analizie niepewności dla pyranometrów wprowadza się lokalizację i datę zainteresowania. Następnie oblicza się przebieg słońca i szacuje się składowe bezpośrednie i rozproszone na podstawie modelu; Kąt padania promieniowania bezpośredniego jest głównym czynnikiem niepewności.
 - 6) W analizie niepewności dla nowoczesnych pirheliometrów: zależność od pochylenia jest często tak niska, że wystarczy jeden typowy pomiar.
 - 7) W przypadku szczególnych warunków pomiarowych wybiera się typowe wartości specyfikacji. Te powinny na przykład uwzględniać warunki pomiarowe (zacienione / niezacienione, wentylowane / niewentylowane, poziome / pochyłe) oraz warunki środowiskowe (bezchmurne niebo / pochmurne, zakres temperatury pracy).
- Wśród różnych źródeł niepewności niektóre są „skorelowane”; tzn. występujące podczas całego procesu pomiarowego i nie zerujące się lub nie zbliżające do zera przy uśrednianiu w czasie; elementy poza przekątną macierzy kowariancji nie są zerowe.

Punkt 5.2 GUM.

Wśród różnych źródeł niepewności niektóre są „nieskorelowane”; zerujące się lub zbliżające do zera przy uśrednianiu w czasie; elementy poza przekątną macierzy kowariancji są zerowe.

Punkt 5.1 GUM.

Wśród różnych źródeł niepewności niektóre są „niewłączone do analizy”; dotyczy to na przykład nieliniowości pyranometrów, ponieważ jest już uwzględniona w błędzie kierunkowym, oraz odpowiedzi spektralnej pyranometrów i pirheliometrów, ponieważ jest już uwzględniona w procesie kalibracji.

Tabela 7.4.1.1 Wstępne oszacowania osiągalnych niepewności pomiarów pyranometrów Hukseflux Oszacowania oparte są na typowych właściwościach pyranometru i niepewności kalibracji, dla słonecznych, bezchmurnych dni i dobrze utrzymywanych stacji, bez utraty niepewności z powodu braku konserwacji i zanieczyszczenia instrumentu. Tabela określa rozszerzone niepewności ze współczynnikiem pokrycia 2 i poziomem ufności 95%. Oszacowania oparte są na próbkowaniu 1-sekundowym. WAŻNA UWAGA: nie ma międzynarodowego konsensusu co do oceny niepewności pomiarów pyranometrów, więc tej tabeli nie należy traktować jako formalnego odniesienia.

Klasa pyranometru (ISO 9060)	sezon	Szerokość geograficzna	Niepewność sum minutowych w czasie słonecznego południa	Niepewność sum godzinowych w czasie słonecznego południa	Niepewność sum dziennych
standard drugorzędny	lato	Średnie szerokości geograficzne	2.7 %	2.0 %	1.9 %
		równik	2.6 %	1.9 %	1.7 %
		biegun	7.9 %	5.6 %	4.5 %
	zima	Średnie szerokości geograficzne	3.4 %	2.5 %	2.7 %
pierwsza klasa	lato	Średnie szerokości geograficzne	4.7 %	3.3 %	3.4 %
		równik	4.4 %	3.1 %	2.9 %
		biegun	16.1 %	11.4 %	9.2 %
	zima	Średnie szerokości geograficzne	6.5 %	4.5 %	5.2 %
klasy drugiej (seria SR05)	lato	Średnie szerokości geograficzne	8.4 %	5.9 %	6.2 %
		równik	7.8 %	5.5 %	5.3 %
		biegun	29.5 %	21.6 %	18.0 %
	zima	Średnie szerokości geograficzne	11.4 %	8.1 %	9.9 %

7.4.2 Niepewność kalibracji

Nowe procedury kalibracji zostały opracowane we ścisłej współpracy z Ośrodkiem Światowych Badań Promieniowania PMOD w Davos w Szwajcarii. Najnowsza metoda kalibracji skutkuje niepewnością czułości mniejszą niż 2,4%, w porównaniu z typowymi niepewnościami przekraczającymi 3,5% dla tej klasy pyranometru. Szczegółowe informacje na temat hierarchii kalibracji znajdują się w załączniku.

8 Konserwacja i rozwiązywanie problemów

8.1 Zalecana konserwacja i zapewnienie jakości

SR05 może niezawodnie mierzyć przy niskim poziomie konserwacji w większości lokalizacji. Zazwyczaj niewiarygodne pomiary będą wykrywane jako nieproporcjonalnie duże lub małe wartości zmierzone. Ogólnie rzecz biorąc, oznacza to, że regularna inspekcja wizualna połączona z krytycznym przeglądem danych pomiarowych, najlepiej poprzez porównanie z innymi pomiarami, jest preferowanym sposobem uzyskania wiarygodnego pomiaru.

Tabela 8.1.1 Zalecana konserwacja SR05. Jeśli to możliwe, analiza danych i czyszczenie (1 i 2) powinny być wykonywane codziennie. (ciąg dalszy na następnej stronie)

MINIMALNA ZALECANA KONSERWACJA PYRANOMETRU			
	INTERWAŁ	TEMAT	DZIAŁANIE
1	1 tydzień	Analiza danych	Analiza danych polega na porównaniu zmierzonych wartości z maksymalnym możliwym lub oczekiwanym natężeniem promieniowania oraz z pomiarami innych instrumentów w pobliżu. Można również wykorzystać historyczne zapisy sezonowe jako źródło wartości referencyjnych. Analizuj sygnały nocne. Sygnały te mogą być ujemne (do -5 W/m^2 na spokojnych, bezchmurnych nocach) z powodu przesunięcia zerowego. W przypadku użycia w systemach fotowoltaicznych porównaj pomiary dzienne z wydajnością systemu. Poszukaj wzorców i zdarzeń odbiegających od normy lub oczekiwań
2	2 tygodnie	czyszczenie	Użyj miękkiej szmatki do czyszczenia kopuły instrumentu, Uporczywe plamy można usunąć wodą z mydłem lub alkoholem
3	6 miesięcy	inspekcja	Sprawdź jakość kabla, złącza, pozycję montażową, stan kabla; wyczyść instrument i kabel; sprawdź poziomowanie; w razie potrzeby skoryguj nachylenie instrumentu; skontroluj połączenie montażowe i wewnątrz kopuły pod kątem kondensacji
4	2 lata	Wymiana środka osuszającego	Środek osuszający jest przewidziany do użycia przez minimum 2 lata W przypadku, gdy użytkownik chce sam wymienić środek osuszający, robi to na własne ryzyko i powinien to wykonać wyłącznie w środowisku wolnym od wyładowań elektrostatycznych (ESD) Dolną płytę SR05 należy zdjąć, odkręcając 3 śruby T10 za pomocą wkrętaka Torx 10 Worek ze środkiem osuszającym jest przyklejony do dolnej płyty SR05. Należy zachować ostrożność przy montażu dolnej płyty na SR05
5	2 lata	Ponowna kalibracja	ponowna kalibracja poprzez porównanie równoległe z instrumentem wyższego standardu w terenie zgodnie z normą ISO 9847 Zażądać statusu "użytkownika zaawansowanego" i hasła w fabryce Zezwalająca na zapis do rejestrów zawierających dane o czułości i historii kalibracji za pośrednictwem Menedżera czujników
6		Ocena żywotności	Ocenić, czy instrument będzie niezawodny przez kolejne 2 lata, lub czy powinien zostać wymieniony

MINIMALNA ZALECANA KONSERWACJA PYRANOMETRU (ciąg dalszy)

7	6 lat	Wymiana części	W razie potrzeby wymienić części najbardziej narażone na warunki atmosferyczne: kabel, złącze. UWAGA: używać wyłącznie części zatwierdzonych przez Hukseflux
8		Kontrola wewnętrzna	W razie potrzeby: otworzyć urządzenie i sprawdzić/wymienić uszczelki. Osuszyć wewnętrzną komorę wokół płytki obwodu drukowanego
9		Rekalibracja	wysokojakościowa rekalibracja w pomieszczeniach zgodnie z ISO 9847 lub na zewnątrz zgodnie z ISO 9846

8.2 Rozwiązywanie problemów

Tabela 8.2.1 Rozwiązywanie problemów dla SR05 (ciąg dalszy na następnej stronie)

Ogólne	Sprawdź instrument pod kątem uszkodzeń. Sprawdź prawidłowe zamocowanie złącza. Skontroluj stan złączy (na obudowie oraz na kablu). Sprawdź zasilanie czujnika prądem stałym w zakresie 5-30 VDC. Sprawdź podłączenie ekranu (zazwyczaj niepodłączanego po stronie sieci). Sprawdź podłączenie zasilania czujnika, gdzie przewód ujemny jest zazwyczaj podłączany do wspólnego przewodu sieci.
Przygotowanie do testu wewnętrznego	Zainstaluj oprogramowanie Menedżer czujników na komputerze PC. Wyposaż komputer w komunikację RS-485 lub TTL odpowiednio dla SR05-D1A3 i SR05-D2A2. Podłącz zasilanie prądem stałym do czujnika i nawiąż komunikację. Przy włączeniu zasilania sygnał może mieć tymczasowy poziom wyjściowy różny od zera; offset. Pozwól, aby ten offset się ustabilizował.
Czujnik nie wysyła żadnego sygnału	Sprawdź reakcję czujnika na światło: wystawiając go na silne źródło światła, np. żarówkę 100 W w odległości 0,1 m. Aktualny odczyt sygnału powinien być $> 100 \text{ W/m}^2$. Zaciemnij czujnik, przykrywając go lub wyłączając światło. Napięcie wyjściowe urządzenia powinno spaść i w ciągu minuty zbliżyć się do 0 W/m^2. Sprawdź akwizycję danych, wymieniając czujnik na czujnik zapasowy o tym samym adresie.
Nie można nawiązać komunikacji z czujnikiem	Sprawdź wszystkie fizyczne połączenia czujnika i spróbuj ponownie nawiązać połączenie. Jeśli komunikacja nie jest możliwa, sprawdź, czy adres i ustawienia komunikacji są poprawne. Przeanalizuj wydajność przewodu, mierząc rezystancję od pinów do końcówek przewodu. Rezystancja elektryczna powinna być $< 10 \Omega$. W razie wątpliwości, użyj nowego przewodu. Podłącz czujnik do komputera PC i wykonaj operację „Znajdź” i „Znajdź wszystkie” w Menedżerze czujników, aby zlokalizować czujnik i sprawdzić ustawienia komunikacji. Jeśli wszystkie fizyczne połączenia są poprawne, a czujnik nadal nie może zostać znaleziony, skontaktuj się z fabryką, aby wysłać czujnik do producenta w celu diagnostyki i serwisu.
SR05 nie odpowiada na żądanie 6 lub więcej rejestrów	Nie jest możliwe żądanie więcej niż pięciu 16-bitowych rejestrów w jednym żądaniu. W przypadku żądania sześciu lub więcej rejestrów w jednym żądaniu czujnik nie odpowie. Jeśli żądasz sześciu lub więcej rejestrów, użyj wielu żądań: czujnik odpowie zgodnie z oczekiwaniami.
Sygnał czujnika jest	Należy pamiętać, że sygnały nocne mogą być ujemne (do -5 W/m^2 na spokojnych, bezchmurnych nocach) ze względu na zerowy offset a.

Nierealistycznie wysokie lub niskie	Sprawdź, czy pyranometr ma czystą kopułkę. Sprawdź lokalizację pyranometru. Czy są jakieś przeszkody, które mogłyby wyjaśnić wynik pomiaru? Sprawdź orientację/poziomowanie pyranometru. Sprawdź stan przewodu, szukając przerw w przewodzie. Skontroluj stan złączy (na obudowie oraz na kablu).
Sygnał czujnika wykazuje nieoczekiwane wahania.	Sprawdź obecność silnych źródeł promieniowania elektromagnetycznego (radar, radio). Sprawdź stan i podłączenie osłony. Sprawdź stan przewodu czujnika. Sprawdź, czy przewód nie porusza się podczas pomiaru. Sprawdź stan złączy (na obudowie oraz na przewodzie).
Kopuła wykazuje wewnętrzną kondensację	Zorganizuj odesłanie czujnika do Hukseflux w celu diagnostyki.

8.3 Kalibracja i kontrole w terenie

Ponowna kalibracja pyranometrów terenowych jest zazwyczaj wykonywana przez porównanie w terenie z pyranometrem referencyjnym. Odpowiednim standardem jest ISO 9847 „Międzynarodowy Standard - Energia słoneczna - kalibracja pyranometrów terenowych przez porównanie z pyranometrem referencyjnym”. W Hukseflux stosuje się kalibrację wewnętrzną zgodnie z tym samym standardem.

Zalecenie Hukseflux dotyczące ponownej kalibracji:

jeśli to możliwe, przeprowadź kalibrację w pomieszczeniach przez porównanie z identycznym przyrządem referencyjnym, w warunkach normalnego padania.

Zalecany interwał kalibracji pyranometrów wynosi 2 lata. Rejestry zawierające zastosowaną czułość i historię kalibracji SR05 są dostępne dla użytkowników. To pozwala użytkownikowi wybrać własną lokalną usługę kalibracji. Tej samej funkcji można użyć do zdalnej rekalkibracji pyranometrów w terenie. Zapytaj Hukseflux o informacje dotyczące znormalizowanych procedur kalibracji w terenie według norm ISO i ASTM.

Zażądaj statusu „użytkownika zaawansowanego” i hasła w fabryce, które pozwolą na zapis do rejestrów zawierających dane czułości i historii kalibracji za pośrednictwem Menedżera czujników.

W przypadku porównania w terenie; ISO zaleca kalibrację w terenie za pomocą pyranometru wyższej klasy. Hukseflux sugeruje również dopuszczenie użycia czujników tego samego modelu i klasy, ponieważ porównania podobnych instrumentów mają tę zaletę, że charakteryzują się takimi samymi odchyleniami. Dlatego równie dobrze jest porównywać pyranometry tej samej marki i typu, co porównywać z instrumentem wyższej klasy. ISO zaleca przeprowadzenie kalibracji terenowej przez kilka dni: 2-3 dni w warunkach bezchmurnych, 10 dni w warunkach pochmurnych. Ogólnie rzecz biorąc, nie jest to możliwe do osiągnięcia. Aby skrócić proces kalibracji, Hukseflux sugeruje przeprowadzenie kalibracji przy normalnym nachyleniu, używając godzinnych sum w pobliżu południa słonecznego.

Główne zalecenia Hukseflux dotyczące porównań terenowych są następujące:

- 1) przyjąć normalne nachylenie jako punkt odniesienia, a nie cały dzień;
- 2) użyć jako odniesienia pyranometru tej samej marki i typu co pyranometr terenowy lub pyranometru wyższej klasy oraz
- 3) podłączyć oba do tej samej elektroniki, aby wyeliminować błędy elektroniczne (w tym przesunięcia).
- 4) zamontować wszystkie instrumenty na tej samej platformie, aby miały jednakową temperaturę korpusu.
- 5) zakładając niezależną kalibrację elektroniki, przeanalizować wartości promieniowania przy normalnym nachyleniu (ewentualnie pochylając radiometry do przybliżonego normalnego nachylenia); jeśli to niemożliwe, porównać jednogodzinne sumy wokół południa słonecznego dla instrumentów zamontowanych poziomo.
- 6) dla radiometrów klasy drugiej, aby skorygować odchylenia większe niż $\pm 10\%$. Niższe odchylenia należy interpretować jako akceptowalne i nie powinny prowadzić do zmiany czułości.
- 7) dla pyranometrów klasy pierwszej, aby skorygować odchylenia większe niż $\pm 5\%$. Niższe odchylenia należy interpretować jako akceptowalne i nie powinny prowadzić do zmiany czułości.
- 8) dla instrumentów standardowych drugiego rzędu, aby skorygować odchylenia większe niż $\pm 3\%$. Niższe odchylenia należy interpretować jako akceptowalne i nie powinny prowadzić do zmiany czułości.

8.4 Zapewnienie jakości danych

Zapewnienie jakości można przeprowadzić przez:

- analizę trendów sygnału natężenia promieniowania słonecznego
- sporządzenie wykresu zmierzonych wartości natężenia promieniowania w odniesieniu do matematycznie wygenerowanych wartości oczekiwanych
- porównanie pomiarów natężenia promieniowania między lokalizacjami
- analizę sygnałów w porze nocnej

Główna idea polega na tym, aby zwracać uwagę na wszelkie nierealistyczne wartości. Na rynku dostępne są programy, które mogą półautomatycznie przeprowadzać selekcję danych. Więcej informacji o takim programie: www.dqms.com.

9 Dodatków

9.1 Dodatek dotyczący przedłużenia/wymiany kabla

Kabel czujnika serii SR05 jest wyposażony w proste złącze M12-A. W przypadku wymiany kabla zaleca się zakup nowego kabla ze złączem w firmie Hukseflux. W przypadku przedłużenia kabla zaleca się zakup kabla przedłużającego z parami złączy w firmie Hukseflux. Należy pamiętać, że Hukseflux nie zapewnia wsparcia dla samodzielnego montażu złączy i kabli.

SR05 jest wyposażony w jeden kabel. Maksymalna długość kabla czujnika nie powinna przekraczać 40 metrów. Dobrą praktyką jest utrzymywanie możliwie najkrótszej długości kabla, aby uniknąć zakłóceń sygnału i zachować akceptowalny poziom szumów.

Nie należy używać oryginalnych fabrycznie wykonanych kabli SR05 o całkowitej długości przekraczającej 40 metrów.

Specyfikacje złączy i kabli są podsumowane na następnej stronie.



Rysunek 9.1.1 Po lewej kabel SR05 z żeńskim złączem M12-A na końcu czujnika. Przewód jest nierozłożony na drugim końcu. Jego standardowa długość to 3 metry, dostępny również w wersjach 10 i 20 metrów. Po prawej przewód przedłużający Hukseflux z parami złączy, z męskimi i żeńskimi złączami M12-A, dostępny w długościach 10 i 20 metrów.

Tabela 9.1.1 *Specyfikacje wymiany i przedłużenia przewodu SR05*

Ogólna wymiana	Prosimy zamówić nowy przewód ze złączem w firmie Hukseflux
Ogólne przedłużenie przewodu - prosimy zamówić przewód przedłużający z parami złączy w firmie Hukseflux	
Używane złącza	Obudowa: złącze męskie M12-A proste, gwint męski, 5-stykowe Producent: Binder Przewód: złącze żeńskie M12-A proste, gwint żeński, 5-stykowe Producent: Binder Ekran jest elektrycznie połączony z obudową złącza
Przewód	5-żyłowy, ekranowany Producent: Binder
Długość	Przewody powinny być możliwie jak najkrótsze; Całkowita długość przewodu powinna być mniejsza niż 40 m
Ośłona zewnętrzna	ze specyfikacjami do użytku zewnętrznego (dla zapewnienia dobrej stabilności w zastosowaniach zewnętrznych)

9.2 Dodatek narzędzi dla SR05

Tabela 9.2.1 *Specyfikacje narzędzi dla SR05*

KONFIGURACJA	NARZĘDZIA	DOŁĄCZONE
Narzędzia wymagane do montażu SR05 bez poziomowania kulowego	Dwie śruby M5 odpowiedni śrubokręt	nie nie
Narzędzia wymagane do montażu SR05 z poziomowaniem kulowym	Klucz sześciokątny 4 mm Klucz o rozmiarze 8 mm do nakrętek M5	tak nie
Narzędzia wymagane do montażu SR05 z mocowaniem rurowym	Klucz sześciokątny 4 mm	tak
Narzędzia wymagane do poziomowania SR05 z poziomowaniem kulowym i mocowaniem rurowym	Klucz sześciokątny 4 mm	tak
Narzędzia wymagane do wyjęcia aluminiowej podkładki z dolnej pozycji panelu SR05	Szerokość ostrza śrubokręta od 2 do 4 mm	Nie

9.3 Dodatek dotyczący części zamiennych do SR05

- Kabel SR05 z żeńskim złączem M12-A na końcu czujnika, nierozprowadzony na drugim końcu (3, 10, 20 m). Określ długość kabla
- Kabel przedłużający SR05 z parą złączy, z męskim i żeńskim złączem M12-A (10, 20 m) Określ długość kabla przedłużającego
- Poziomowanie kulowe (numer zamówienia BL01)
- Mocowanie rurowe (numer zamówienia TM01)
- Mocowanie rurowe z poziomowaniem kulowym (numer zamówienia TMBL01)
- Podkładka do mocowania poziomowania kulowego
- Wkręt z gniazdem stożkowym do mocowania poziomowania kulowego
- 2 × śruby mocujące M5x40
- 2 × śruby mocujące M5x30
- 2 × śruby mocujące M5x20 z 2 × nakrętkami M5
- Środek osuszający (żel krzemionkowy, 1,0 g, w woreczku HDPE)

UWAGA: Kopuła, poziom i czujnik SR05 nie mogą być dostarczane jako części zamienne

9.4 Dodatek do norm klasyfikacji i kalibracji

Zarówno ISO, jak i ASTM posiadają normy dotyczące klasyfikacji instrumentów i metod kalibracji Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO) w dużej mierze przyjęła system klasyfikacji ISO

Tabela 9.4.1 Normalizacja pyranometrów w ISO i ASTM

NORMY KLASYFIKACJI I KALIBRACJI INSTRUMENTÓW	
STANDARD ISO	RÓWNOWAŻNY STANDARD ASTM
ISO 9060:1990 Energia słoneczna — Specyfikacja i klasyfikacja instrumentów do pomiaru promieniowania słonecznego hemisferycznego i bezpośredniego	niedostępne Komentarz: trwają prace nad nowym odpowiednikiem standardu ASTM
Komentarz: standard „Energia słoneczna — Metody badania charakterystyk pyranometru i pirheliiometru” został zapowiedziany w ISO 9060, ale jeszcze nie został wdrożony	niedostępne
ISO 9846:1993 Energia słoneczna — Kalibracja pyranometru przy użyciu pirheliiometru	ASTM G167 - 05 Standardowa metoda testowa kalibracji pyranometru przy użyciu pirheliiometru
ISO 9847:1992 Energia słoneczna -- Kalibracja terenowych pyranometrów przez porównanie z pyranometrem referencyjnym	ASTM E 824-10 Standardowa metoda badań transferu kalibracji z pyranometru referencyjnego do radiometrów terenowych ASTM G207-11 Standardowa metoda badań wewnętrznego transferu kalibracji z pyranometru referencyjnego do pyranometrów terenowych
ISO 9059:1990 Energia słoneczna -- Kalibracja terenowych pirheliiometrów przez porównanie z pirheliiometrem referencyjnym	ASTM E 816 Standardowa metoda badań kalibracji pirheliiometrów przez porównanie z pirheliiometrami referencyjnymi

9.5 Dodatek dotyczący hierarchii kalibracji

Światowy Wzorzec Radiometryczny (WRR) jest wzorcem pomiarowym reprezentującym jednostkę SI natężenia promieniowania. Użycie WRR jest obowiązkowe podczas pracy zgodnie ze standardami WMO i ISO. Norma ISO 9874 stwierdza w punkcie 1.3: metody kalibracji są identyfikowalne w odniesieniu do WRR. Podręcznik WMO stwierdza w punkcie 7.1.2.2: WRR jest akceptowany jako reprezentujący fizyczne jednostki całkowitego natężenia promieniowania.

Światowa jednorodność pomiarów meteorologicznych promieniowania jest gwarantowana przez Światowe Centrum Radiacji w Davos w Szwajcarii, poprzez utrzymywanie Światowej Grupy Standardowej (WSG), która materializuje Światową Referencję Radiometryczną.

Sprawdź www.pmodwrc.ch

Standard Hukseflux jest możliwy do wyśledzenia do kalibracji WRR na wolnym powietrzu. Wprowadza się niewielkie korekty, aby przenieść tę kalibrację do standardowych warunków Hukseflux: słońce w zenicie i poziom natężenia promieniowania 1000 W/m^2 . Podczas kalibracji na wolnym powietrzu słońce znajduje się zazwyczaj pod kątem zenitalnym 20 do 40° , a całkowite natężenie promieniowania wynosi 700 W/m^2 .

Tabela 9.5.1 Hierarchia kalibracji pyranometrów

KALIBRACJA WZORCA ROBOCZEGO W PMOD / WRC DAVOS
Kalibracja roboczych pyranometrów standardowych: Metoda: ISO 9846, typ 1 na wolnym powietrzu. Ten wzorzec roboczy ma niepewność „niepewność wzorca”. Wzorzec roboczy został wykalibrowany w określonych „warunkach testowych wzorca”. Wzorzec roboczy posiada spójność pomiarową ze światowym wzorcem radiometrycznym WRR.
KOREKTA KALIBRACJI WZORCA (ROBOCZEGO) DO ZNORMALIZOWANYCH WARUNKÓW REFERENCYJNYCH
Korekta z „warunków testowych wzorca” do „warunków referencyjnych”, tj. do normalnego padania i 20°C: Przy użyciu znanych właściwości pyranometru wzorcowego (roboczego): kierunkowość, nieliniowość, przesunięcia, zależność temperaturowa. Ta korekta ma niepewność: „niepewność korekty”. W Hukseflux określamy również pyranometr wzorcowy roboczy jako „wzorzec”.
KALIBRACJA PRODUKTU W WARUNKACH WEWNĘTRZNYCH
Kalibracja produktów, tj. pyranometrów: Metoda: zgodnie z normą ISO 9847, typ IIc, która jest kalibracją wewnętrzną. Ta kalibracja ma niepewność związaną z metodą. (W niektórych przypadkach, takich jak sieć BSRN, kalibracja produktu odbywa się inną metodą; na przykład ponownie typ 1 na zewnątrz)
OBLICZENIE NIEPEWNOŚCI KALIBRACJI
Przewodnik ISO 98-3 dotyczący wyrażania niepewności pomiarów, GUM: Określenie połączonej rozszerzonej niepewności kalibracji produktu, w tym niepewności wzorca roboczego, niepewności korekty, niepewności metody (błąd transferu). Współczynnik pokrycia musi zostać określony; w Hukseflux pracujemy ze współczynnikiem pokrycia $k = 2$.

9.6 Dodatek dotyczący meteorologicznych wielkości promieniowania

Pyranometr mierzy natężenie promieniowania. Całka czasowa całkowitej wartości jest nazywana ekspozycją promieniowania. W energii słonecznej ekspozycja promieniowania jest często podawana w $W \cdot h/m^2$.

Tabela 9.6.1 Meteorologiczne wielkości promieniowania zalecane przez WMO (dodatkowe symbole firmy Hukseflux Thermal Sensor). POA oznacza natężenie promieniowania w płaszczyźnie ta-blicy. Termin pochodzi ze standardów ASTM i IEC.

SYMBOL	OPIS	OBLICZENIE	JEDNOSTKI ALTERNATYWNE	WYRAŻENIE
$E_{\downarrow}$	natężenie promieniowania w dół	$E_{\downarrow} = E_{g\downarrow} + E_{l\downarrow}$	W/m^2	
$H_{\downarrow}$	całkowita ekspozycja promienna w dół w określonym przedziale czasu	$H_{\downarrow} = H_{g\downarrow} + H_{l\downarrow}$	J/m^2	
$E_{\uparrow}$	natężenie promieniowania w górę	$E_{\uparrow} = E_{g\uparrow} + E_{l\uparrow}$	W/m^2	
$H_{\uparrow}$	całkowita ekspozycja promienna w górę w określonym przedziale czasu	$H_{\uparrow} = H_{g\uparrow} + H_{l\uparrow}$	J/m^2	$W \cdot h/m^2$ Zmiana jednostek
E	bezpośrednie natężenie promieniowania słonecznego prostopadle do pozornego kąta zenitalnego Słońca		W/m^2	DNI Bezpośrednie Normalne Natężenie
E_0	stała słoneczna		W/m^2	
$E_{g\downarrow h}$	natężenie promieniowania globalnego; natężenie promieniowania hemisferycznego na określonej, w tym przypadku powierzchni poziomej.*	$E_{g\downarrow} = E \cos \theta_h + E_{d\downarrow}$	W/m^2	GHP Globalne Horyzonalne Natężenie Promieniowania
$E_{g\downarrow t}$	natężenie promieniowania globalnego; natężenie promieniowania hemisferycznego na określonej, w tym przypadku powierzchni pochylonej.*	$E_{g\downarrow} = E \cdot \cos \theta_t + E_{d\downarrow t} + E_{r\uparrow t}^{***}$	W/m^2	POA Płaszczyzna Matrycy
$E_{d\downarrow}$	promieniowanie słoneczne rozproszone w dół		W/m^2	DHI Rozproszone Horyzonalne Natężenie Promieniowania
$E_{l\uparrow}, E_{l\downarrow}$	natężenie promieniowania długofalowego w górę / w dół		W/m^2	
$E_{r\uparrow}$	Odbite natężenie promieniowania słonecznego		W/m^2	
E^*	Natężenie promieniowania netto	$E^* = E_{\downarrow} - E_{\uparrow}$	W/m^2	
$T_{\downarrow}$	Pozorna temperatura powierzchni**		$^{\circ}C$ lub K	
$T_{\uparrow}$	Pozorna temperatura nieba**		$^{\circ}C$ lub K	
SD	Czas trwania nasłonecznienia		h	

θ jest pozornym kątem zenitalnym słońca θ_h względem poziomu, θ_t względem powierzchni pochylonej
 g = globalny, l = długofalowy, t = pochylony*, h = poziomy*

* Rozróżnienie poziomego i pochylonego według Hukseflux

** Symbole T wprowadzone przez Hukseflux

*** Składniki $E_{d\downarrow t}$ i $E_{r\uparrow t}$ to $E_{d\downarrow}$ i $E_{r\uparrow}$ oba skorygowane względem kąta pochylenia powierzchni

9.7 Dodatek do tabel klasyfikacyjnych ISO i WMO

Tabela 9.7.1 Tabela klasyfikacji pyranometrów wg ISO 9060 i WMO

Uwaga: Specyfikacja selektywności spektralnej WMO różni się od ISO. Hukseflux stosuje się do limitów ISO WMO określa również oczekiwane dokładności. ISO uznaje, że nie jest to część systemu klasyfikacji, ponieważ obejmuje również kalibrację. Proszę zauważyć, że osiągalne dokładności WMO dotyczą dni bezchmurnych w średnich szerokościach geograficznych, a oszacowanie niepewności nie obejmuje niepewności wynikającej z kalibracji.*

TABELA KLASYFIKACJI ISO**			
KLASA ISO	WZORZEC DRUGORZĘDNY	KLASA PIERWSZA	KLASA DRUGA
Granica specyfikacji			
Czas odpowiedzi (95%)	15 s	30 s	60 s
Przesunięcie zerowe a (odpowiedź na 200 W/ m ² promieniowanie termiczne netto)	+ 7 W/m ²	+ 15 W/m ²	+ 30 W/m ²
Przesunięcie zerowe b (odpowiedź na 5 K/h w temperaturze otoczenia)	± 2 W/m ²	± 4 W/m ²	± 8 W/m ²
Niestabilność (zmiana roczna)	± 0.8 %	± 1.5 %	± 3 %
Nieliniowość (100 do 1000 W/m ²)	± 0.5 %	± 1 %	± 3 %
Odpowiedź kierunkowa	± 10 W/m ²	± 20 W/m ²	± 30 W/m ²
Selektywność spektralna (350 do 1500 × 10 ⁻⁹ m) (WMO 300 do 3000 × 10 ⁻⁹ m)	± 3 %	± 5 %	± 10 %
Odpowiedź temperaturowa (przedział 50 K)**	2 %	4 %	8 %
Odpowiedź na pochylenie (0 do 90° przy 1000 W/m ²)	± 0.5 %	± 2 %	± 5 %
DODATKOWE SPECYFIKACJE WMO			
KLASA WMO	WYSOKA JAKOŚĆ	DOBRA JAKOŚĆ ŚREDNIA JAKOŚĆ	
WMO: osiągalna dokładność dla sum dobowych*	2 %	5 %	10 %
WMO: osiągalna dokładność dla sum godzinowych*	3 %	8 %	20 %
WMO: osiągalna dokładność dla sum minutowych*	nie określono	nie określono	nie określono
WMO: rozdzielczość (najmniejsza możliwa do wykrycia zmiana)	1 W/m ²	5 W/m ²	10 W/m ²
TESTOWANIE ZGODNOŚCI***			
ISO 9060	tylko dla poszczególnego instrumentu: wszystkie specyfikacje muszą być zgodne	zgodność grupowa	zgodność grupowa

* WMO 7.2.1: Szacowane niepewności są oparte na następujących założeniach: (a) instrumenty są dobrze utrzymane, prawidłowo ustawione i czyste; (b) wartości 1-minutowe i 1-godzinne dotyczą natężenia promieniowania w bezchmurne południe; (c) wartości dzienne dotyczą jasnych dni w średnich szerokościach geograficznych. WMO 7.3.2.5: Tabela 7.5 zawiera oczekiwane maksymalne odchylenie od wartości rzeczywistej, z wyłączeniem błędów kalibracji.

** W Hukseflux stosuje się wyrażenie ± 1% zamiast zakresu 2%.

*** Instrument podlega testowaniu zgodności swoich specyfikacji. W zależności od klasyfikacji, zgodność może być potwierdzona poprzez zgodność grupową lub indywidualną. Specyfikacja jest spełniona, jeśli średnia wartość odpowiedniego wyniku testu nie przekracza odpowiedniej wartości granicznej specyfikacji dla danej kategorii instrumentu.

9.8 Dodatek do definicji specyfikacji pyranometru

Tabela 9.8.1 Definicja specyfikacji pyranometru

DEFINICJA SPECYFIKACJI		ŹRÓDŁO
Czas odpowiedzi (95 %)	Czas odpowiedzi 95%. Przedział czasu między chwilą, gdy bodziec jest poddany określonej nagłej zmianie, a chwilą, gdy odpowiedź osiąga i pozostaje w określonych granicach wokół swojej końcowej wartości ustalonej. Czas odpowiedzi jest miarą bezwładności termicznej związanej z okresem stabilizacji końcowego odczytu.	ISO 9060-1990 WMO 1.6.3
Przesunięcie zerowe a: (200 W/m ² termiczne net)	Odpowiedź na 200 W/m ² promieniowanie termiczne net (wentylowane). Hukseflux zakłada, że instrumenty niewentylowane muszą określić przesunięcie zerowe w warunkach niewentylowanych – w najgorszym przypadku. Zerowe przesunięcia są miarą stabilności punktu zerowego. Przesunięcie zerowe a jest widoczne w nocy jako ujemne przesunięcie, gdy kopuła instrumentu emituje promieniowanie w dalekiej podczerwieni do stosunkowo chłodnego nieba. Powoduje to ochłodzenie kopuły. Czujnik pyranometru emituje promieniowanie do stosunkowo chłodnej kopuły, wywołując ujemne przesunięcie. Zakłada się, że przesunięcie zerowe a występuje również w ciągu dnia.	ISO 9060-1990
Przesunięcie zerowe b: (5 K/h w temperaturze otoczenia)	Odpowiedź na zmianę temperatury otoczenia o 5 K/h. Zerowe przesunięcia są miarą stabilności punktu zerowego.	ISO 9060-1990
Niestabilność (zmiana na rok)	Procentowa zmiana czułości w ciągu roku. Zależność czułości wynikająca z efektów starzenia, będąca miarą długoterminowej stabilności.	ISO 9060-1990
Nieliniowość (100 do 1000 W/m ²)	Procentowe odchylenie od czułości przy 500 W/m ² spowodowane zmianą natężenia promieniowania w zakresie od 100 W/m ² do 1000 W/m ² . Nieliniowość nakłada się na odpowiedź kierunkową i dlatego powinna być traktowana ostrożnie podczas oceny niepewności.	ISO 9060-1990
Odpowiedź kierunkowa	Zakres błędów spowodowanych przyjęciem, że czułość przy normalnym padaniu jest ważna dla wszystkich kierunków podczas pomiaru promieniowania wiązki, którego natężenie promieniowania przy normalnym padaniu wynosi 1000 W/m ² . Odpowiedź kierunkowa jest miarą odchylenia od idealnego „zachowania cosinus” i jego zmienności azymutalnej	ISO 9060-1990
Selektywność spektralna (350 do 1500 × 10 ⁻⁹ m) (WMO 300 do 3000 × 10 ⁻⁹ m)	Procentowe odchylenie iloczynu spektralnej absorpcji i spektralnej transmisji od odpowiedniej średniej w zakresie 350 × 10 ⁻⁹ m do 1500 × 10 ⁻⁹ m oraz rozkładu spektralnego natężenia promieniowania. Selektywność spektralna jest miarą selektywności spektralnej czułości.	ISO 9060-1990
Odpowiedź temperaturowa (przedział 50 K)	Procentowe odchylenie czułości spowodowane zmianą temperatury otoczenia w przedziale 50 K temperatury korpusu pyranometru.	ISO 9060-1990
Odpowiedź pochylenia (od 0° do 90° przy 1000 W/m ²)	Procent odchylenia od czułości przy 0° pochylenia (poziomo) z powodu zmiany pochylenia od 0° do 90° przy natężeniu promieniowania 1000 W/m ² . Odpowiedź pochylenia opisuje zmiany czułości spowodowane zmianami kąta pochylenia powierzchni odbiorczej.	ISO 9060-1990
Czułość	Zmiana odpowiedzi przyrządu pomiarowego podzielona przez odpowiednią zmianę bodźca.	WMO 1.6.3
Zakres spektralny	Zakres spektralny promieniowania, na który instrument jest wrażliwy. Dla standardowego pyranometru powinien to być zakres 0,3 do 3 × 10 ⁻⁶ m. Niektóre pyranometry z kolorowymi szklanymi kopułkami mają ograniczony zakres spektralny.	Hukseflux

9.9 Dodatek do terminologii / słownik

Tabela 9.9.1 Definicje i odniesienia użytych terminów

TERM	DEFINICJA (ŹRÓDŁO)
Energia słoneczna lub promieniowanie słoneczne	Energia słoneczna to energia elektromagnetyczna emitowana przez Słońce. Energia słoneczna jest również nazywana promieniowaniem słonecznym i promieniowaniem krótkofalowym. Promieniowanie słoneczne padające na szczyt atmosfery ziemskiej nazywane jest pozaziemskim promieniowaniem słonecznym; 97% z tego jest ograniczone do zakresu spektralnego od 290 do $3\,000 \times 10^{-9}$ m. Część pozaziemskiego promieniowania słonecznego przenika przez atmosferę i bezpośrednio dociera do powierzchni Ziemi, podczas gdy inna część jest rozpraszana i/lub absorbowana przez cząsteczki gazów, cząstki aerozolu, krople chmur i kryształy chmur w atmosferze. Pierwszy jest składnikiem bezpośrednim, drugi – składnikiem rozproszonym promieniowania słonecznego. (ref: WMO, Hukseflux)
Promieniowanie słoneczne z półsfery	Promieniowanie słoneczne odbierane przez płaszczyznę z pola widzenia 180° (bryłokąt przestrzenny 2π sr). (ref: ISO 9060)
Globalne promieniowanie słoneczne	Promieniowanie słoneczne odbierane z pola widzenia 180° na powierzchni poziomej określone jest jako promieniowanie globalne. Zwane również GHI. Obejmuje promieniowanie odbierane bezpośrednio z bryłokąta tarczy słonecznej oraz rozproszone promieniowanie niebieskie, które zostało rozproszone podczas przechodzenia przez atmosferę. (ref: WMO) Promieniowanie słoneczne z półsfery otrzymane przez poziomą powierzchnię płaszczyzny. (ref: ISO 9060)
Natężenie promieniowania w płaszczyźnie tablicy	Również POA: hemisferyczne natężenie promieniowania słonecznego w płaszczyźnie tablicy fotowoltaicznej. (ref: ASTM E2848-11 / IEC 61724)
Bezpośrednie promieniowanie słoneczne	Promieniowanie otrzymane z małego kąta bryłowego wyśrodkowanego na tarczy słonecznej, na danej płaszczyźnie. (ref: ISO 9060)
Promieniowanie ziemskie lub długofalowe	Promieniowanie nie pochodzące ze słońca, lecz o pochodzeniu ziemskim i atmosferycznym, o dłuższych długościach fal ($3\,000$ do $100\,000 \times 10^{-9}$ m). W przypadku promieniowania zstępującego $E_{\downarrow}$ zaangażowane jest również promieniowanie tła z kosmosu, przechodzące przez „okno atmosferyczne”. W przypadku promieniowania wstępującego $E_{\uparrow}$ składające się z długofalowej energii elektromagnetycznej emitowanej przez powierzchnię Ziemi oraz gazy, aerozole i chmury atmosfery. Jest również częściowo pochłaniane w atmosferze. Dla temperatury 300 K, 99,99% mocy promieniowania ziemskiego ma długość fali dłuższą niż $3\,000 \times 10^{-9}$ m, a około 99% dłuższą niż $5\,000 \times 10^{-9}$ m. Dla niższych temperatur widmo przesuwają się w kierunku dłuższych długości fal. (ref: WMO)
Światowy Wzorzec Radiometryczny (WRR)	Wzorzec pomiarowy reprezentujący jednostkę SI natężenia promieniowania z niepewnością mniejszą niż $\pm 0,3\%$ (patrz Przewodnik WMO po Instrumentach Meteorologicznych i Metodach Obserwacji, 1983, podpunkt 9.1.3). Wzorzec został przyjęty przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) i obowiązuje od 1 lipca 1980 roku. (ref: ISO 9060)
Albedo	Stosunek promieniowania odbitego do padającego promieniowania słonecznego. Liczba bezwymiarowa, która waha się między 0 a 1. Typowe wartości albedo wynoszą: poniżej 0,1 dla wody, od 0,1 dla wilgotnych gleb do 0,5 dla suchego piasku, od 0,1 do 0,4 dla roślinności, do 0,9 dla świeżego śniegu.
Kąt padania	Kąt padania promieniowania względem czujnika, mierzony od normalnego padania (zmienia się od 0° do 90°).
Kąt zenitalny	Kąt padania promieniowania względem zenitu. Równy kątowi padania dla instrumentów zamontowanych poziomo
Kąt azymutalny - kąt padania promieniowania rzutowany w płaszczyźnie powierzchni czujnika.	Zmienia się od 0° do 360° . 0 jest z definicji kierunkiem wyjścia przewodu, zwanym również północą, wschód to $+90^\circ$. (ASTM G113-09)
Czas trwania nasłonecznienia	Czas trwania nasłonecznienia w danym okresie definiuje się jako sumę podokresów, w których bezpośrednie natężenie promieniowania słonecznego przekracza 120 W/m^2 . (ref: WMO)

9.10 Dodatek dotyczący konwersji formatu liczb zmiennoprzecinkowych

Dla efektywnego wykorzystania pojemności mikrokontrolera niektóre rejestry w SR05 zawierają dane w formacie zmiennoprzecinkowym (float). W rzeczywistości liczba zmiennoprzecinkowa jest przybliżeniem liczby rzeczywistej reprezentowanej przez liczbę cyfr znaczących (mantysę) i wykładnik. Do implementacji liczb zmiennoprzecinkowych firma Hukseflux stosuje standard IEEE 754. W tym przykładzie liczba zmiennoprzecinkowa z rejestrów 41 i 42 jest konwertowana na odpowiadającą jej wartość dziesiętną. W oprogramowaniu Menedżera czujników i innych narzędziach Modbus dane zmiennoprzecinkowe będą automatycznie konwertowane na dane dziesiętne.

Przykład obliczenia rejestru 41 + 42 reprezentujących liczbę zmiennoprzecinkową dla czułości czujnika, która wynosi 15,14:

Dane w rejestrze 41, 16754 (MSW)

Dane w rejestrze 42, 15729 (LSW)

Podwójne słowo:

$(MSW \times 2^{16}) + LSW$

Więc: $(16754 \times 2^{16}) + 15729 = 1098005873$

Zgodnie ze standardem IEEE 754:

Bit znaku:

$1098005873 < 2147483647$

Więc: bit znaku = 1;

Liczba 2147483647 jest zdefiniowana przez standard IEEE 754

Wykładnik:

$1098005873 / 2^{23} = 130$ (cyfry po przecinku są pomijane)

$130 - 127 = 3$

Więc: wykładnik = 3;

Liczba 127 jest stałą zdefiniowaną przez standard IEEE 754

Mantysa:

$130 \times 2^{23} = 1090519040$

$1098005873 - 1090519040 = 7486833$

$7486833 / 2^{23} = 0.8925$

Zgodnie ze standardem IEEE 754, do uzyskania mantysy należy dodać 1

$0.8925 + 1 = 1.8925$

Więc: mantysa = 1,8925

Obliczenie liczby zmiennoprzecinkowej:

Liczba zmiennoprzecinkowa = bit znaku $\times$ mantysa $\times$ (2wykładnik) = $1 \times 1,8925 \times 2^3 = 15,14$

Więc: liczba zmiennoprzecinkowa = 15,14

9.11 Dodatek do kodów funkcji, przegląd rejestrów i cewek

Tabela 9.11.1 Obsługiwane kody funkcji Modbus

OBSŁUGIWANE KODY FUNKCJI MODBUS	
KOD FUNKCJI (HEX)	OPIS
0x01	Odczyt cewek
0x02	Odczyt wejść dyskretnych
0x03	Odczyt rejestrów wstrzymania
0x04	Odczyt rejestru wejściowego
0x05	Zapis pojedynczej cewki
0x06	Zapis pojedynczego rejestru wstrzymania
0x0F	Zapis wielu cewek
0x10	Zapis wielu rejestrów



Twoje żądanie danych może wymagać przesunięcia o +1 dla każdego numeru rejestru SR05, w zależności od przetwarzania przez główny węzeł sieci. Przykład: numer rejestru SR05 7 + przesunięcie główne = 7 + 1 = numer rejestru głównego 8 Zapoznaj się z instrukcją urządzenia pełniącego rolę lokalnego węzła nadrzędnego.

Tabela 9.11.2 Rejestry Modbus 0-82

REJESTRY MODBUS 0-82				
Adres rejestru	PARAMETR	OPIS ZAWARTOŚCI	Rodzaj	FORMAT DANYCH
0	adres Modbus	Adres czujnika w sieci Modbus, domyślnie = 1	O/Z	U16
1	Ustawienia komunikacji szeregowej	Ustawia komunikację szeregową, domyślnie = 5	O/Z	U16
2 + 3	Natężenie promieniowania	Sygnał w x 0,01 W/m ²	R	S32
4 + 5	Tylko do użytku fabrycznego			
6	Temperatura ciała czujnika	W x 0,01 °C	R	S16
7	Elektryczny opór czujnika	W x 0,1 Ω	R	U16
8	Współczynnik skalowania natężenia promieniowania	Domyślnie = 100	R	U16
9	Współczynnik skalowania temperatury	Domyślnie = 100	R	U16
10 + 11	Napięciowe wyjście czujnika	W x 10 ⁻⁹ V	R	S32
12 do 31	Tylko do użytku fabrycznego			
32-35	Model czujnika	Pierwsza część opisu czujnika	R	Ciąg znaków

36-39	Model czujnika	Druga część opisu czujnika	R	Ciąg znaków
-------	----------------	----------------------------	---	-------------

REJESTRY MODBUS 0-82, ciąg dalszy				
Adres rejestru	PARAMETR	OPIS ZAWARTOŚCI	Rodzaj	FORMAT DANYCH
40	Numer seryjny czujnika		R	U16
41 + 42	Czułość czujnika	$W \times 10^{-6} V/(W/m^2)$	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
43	Czas odpowiedzi	$W \times 0,1 s$	R	U16
44	Rezystancja czujnika	$W \times 0,1 \Omega$	R	U16
45	Zarezerwowane	Zawsze 0	R	U16
46 + 47	Data kalibracji czujnika	Data kalibracji czujnika w formacie RRRRMMDD	R	U32
od 48 do 60	Do użytku fabrycznego			
61	Wersja oprogramowania		R	U16
62	Wersja sprzętowa		R	U16
63 + 64	Historia czułości czujnika 1	$W \times 10^{-6} V/(W/m^2)$ Wartość domyślna to 0	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
65 + 66	Historia daty kalibracji 1	Poprzednia data kalibracji czujnika w formacie RRRRMMDD Wartość domyślna to 0	R	U32
67 + 68	Historia czułości czujnika 2	Patrz rejestr 63+64	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
69 + 70	Historia daty kalibracji 2	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32
71 + 72	Historia czułości czujnika 3	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
73 + 74	Historia daty kalibracji 3	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32
75 + 76	Historia czułości czujnika 4	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
77 + 78	Historia daty kalibracji 4	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32
79 + 80	Historia czułości czujnika 5	Patrz rejestr 63 + 64	R	Liczba zmiennoprzecinkowa
81 + 82	Historia daty kalibracji 5	Sprawdź rejestr 65 + 66	R	U32

Uwaga 1: Można zażądać maksymalnie pięciu 16-bitowych rejestrów w jednym żądaniu. Jeśli żądasz sześciu lub więcej rejestrów, użyj wielu żądań.



Należy pamiętać, że jeśli żądanie danych wymaga przesunięcia +1 dla każdego numeru rejestru SR05, w zależności od przetwarzania przez głównego nadawcę, to przesunięcie dotyczy również cewek. Zapoznaj się z instrukcją urządzenia pełniącego rolę lokalnego węzła nadrzędnego.

Tabela 9.11.3 Cewki

CEWKI				
CEWKA	PARAMETR	OPIS	RODZAJ	TYP OBIEKTU
0	Restart	Uruchom ponownie czujnik	W	Pojedynczy bit
1	Zarezerwowane			
2	Sprawdź	Zmierz elektryczny opór czujnika	W	Pojedynczy bit

9.12 Dodatek dotyczący znajdowania nazwy modelu czujnika w rejestrze

Tabela 9.12.1 Rejestry Modbus 32-39, nazwa modelu czujnika

Rejestry Modbus 32-62				
ADRES REJESTRU	PARAMETR	OPIS ZAWARTOŚCI	Rodzaj	FORMAT DANYCH
32-35	Model czujnika	Pierwsza część opisu czujnika	R	Ciąg znaków
36-39	Model czujnika	Druga część opisu czujnika	R	Ciąg znaków

Rejestry od 32 do 39 zwrócą 8 liczb, które można zdekodować w celu ustalenia nazwy modelu czujnika. Istnieją dwie metody: A i B. Czujniki SR05-D1A3 z numerem seryjnym 3819 lub wyższym oraz czujniki SR05-D2A2 z numerem seryjnym 3524 lub wyższym stosują metodę A do przechowywania nazwy w tym rejestrze. Czujniki o niższych numerach seryjnych (głównie czujniki SR05-DA1 i SR05-DA2) stosują metodę B.

Metoda A: 8 liczb (16-bitowe słowo lub dwa bajty) jest przekształcanych na znaki ASCII w następujący sposób. Najmniej znaczący bajt (LSB) każdej liczby odpowiada pierwszemu znakowi ASCII, natomiast najbardziej znaczący bajt (MSB) odpowiada pierwszemu znakowi ASCII w tej lokalizacji rejestru. Poniższa tabela ilustruje to kodowanie:

Tabela 9.12.1 Kodowanie nazwy modelu czujnika metodą A

NUMER REJESTRU	32	33	34	35	36	37	38	39
Heksadecymalny	[52][53]	[35][30]	[44][2D]	[41][31]	[00][33]	[00][00]	[00][00]	[00][00]
MSB	[52]	[35]	[44]	[41]	[00]	[00]	[00]	[00]
LSB	[53]	[30]	[2D]	[31]	[33]	[00]	[00]	[00]
ASCII	SR	05	-D	1A	3			

Metoda B: 8 liczb (16-bitowe słowo lub dwa bajty) jest konwertowanych na znaki ASCII w następujący sposób. Bajt o najmniejszej wadze (LSB) odpowiada jednemu znakowi ASCII w tej lokalizacji rejestru. Bajt o największej wadze (MSB) zawsze równy jest [00].

Tabela 9.12.2 Kodowanie nazwy modelu czujnika metodą B

NUMER REJESTRU	32	33	34	35	36	37	38	39
Heksadecymalny	[00][53]	[00][52]	[00][30]	[00][35]	[00][2D]	[00][44]	[00][41]	[00][31]
MSB	[00]	[00]	[00]	[00]	[00]	[00]	[00]	[00]
LSB	[53]	[52]	[30]	[35]	[2D]	[44]	[41]	[31]
ASCII	S	R	0	5	-	D	A	1

Należy zauważyć, że istnieje alternatywny sposób ustalenia używanego kodowania poprzez odczytanie rejestru 32 (16-bitowe słowo lub dwa bajty) i określenie wartości bajtu o największej wadze (MSB). Jeśli ta wartość jest równa [00], stosuje się metodę kodowania B. Jeśli nie jest równa [00], stosuje się metodę A.

9.13 Deklaracja zgodności UE



My, Hukseflux Thermal Sensors B.V.
Delftechpark 31,
2628 XJ Delft,
Holandia

zgodnie z wymaganiami następujących dyrektyw:

2011/65/UE	Dyrektywa w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji
2014/30/UE	Dyrektywa dotycząca kompatybilności elektromagnetycznej

niniejszym oświadczamy na naszą wyłączną odpowiedzialność, że:

Modele produktów: SR05-D1A3, SR05-D2A2

Typ produktu: Pyranometr

zostały zaprojektowane zgodnie z odpowiednimi sekcjami i mającymi zastosowanie wymaganiami następujących norm:

Emisja:	IEC/EN 61000-6-1, klasa B, wymagania emisji RF, wymagania IEC CISPR11 i EN 55011 klasy B
Odporność:	Wymagania IEC/EN 61000-6-2 i IEC 61326
Raport:	„EMC test SR05-D1A3_d v03012019.pdf” z 3 stycznia 2019 r. oraz „EMC test SR05-DA2 v04122015.pdf” z 4 grudnia 2015 r.

Eric HOEKSEMA
Dyrektor
Delft
07 grudnia 2015

