Muster Maschinenbau GmbH
Beispielstraße 1
12345 Musterstadt
Niemcy

DOKUMENTACJA TECHNICZNA CE

Projekt przykładowy: oznakowanie CE zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn)

Nr projektu	MUSTER-2026-001-PL
Klient	Andrea Bergmann, Beispiel Stahlbau GmbH
Lokalizacja	Zakład użytkownika maszyny, hala 2 (dostawa po odbiorze fabrycznym)
Stan na	03.11.2026
Nr dokumentu	MUSTER-2026-001-PL-DOS
Zatwierdzenie	Wersja robocza

OPIS MASZYNY

Zrobotyzowana cela spawalnicza MAG RSZ-2600 do spawania łukowego zespołów stalowych o masie przedmiotu do 40 kg w produkcji seryjnej. Maszyna specjalna, pojedynczy egzemplarz. Konfiguracja jako zespół maszyn: (1) przemysłowy robot przegubowy, 6 osi, zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg, dostarczony przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B oraz instrukcją montażu zgodnie z załącznikiem XI. …

Fragment: pełny opis znajduje się na początku modułu 1.

Spis treści

1. **Ocena ryzyka** — Zagrożenia: 42
2. **Zastosowane normy** — Normy: 24
3. **Deklaracja zgodności** — 1 deklaracja
4. **Dokumentacja techniczna** — Postęp 97%
5. **Sprawozdania z badań** — 76/80 zbadano
6. **Bezpieczeństwo funkcjonalne** — Funkcje bezpieczeństwa: 5
7. **Cyberbezpieczeństwo** — W pełni udokumentowano 8 z 9 sekcji
8. **Instrukcja obsługi** — Rozdziały: 13

Wpisy w pliku PDF są klikalne.

1. Ocena ryzyka

zgodnie z EN ISO 12100

Opis maszyny

Zrobotyzowana cela spawalnicza MAG RSZ-2600 do spawania łukowego zespołów stalowych o masie przedmiotu do 40 kg w produkcji seryjnej. Maszyna specjalna, pojedynczy egzemplarz.

Konfiguracja jako zespół maszyn: (1) przemysłowy robot przegubowy, 6 osi, zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg, dostarczony przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B oraz instrukcją montażu zgodnie z załącznikiem XI. (2) Dwustanowiskowy stół obrotowy z pionową osią obrotu i obrotem o 180 stopni, stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą, pneumatyczne zaciski przedmiotu. (3) Źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 %, z oznakowaniem CE, z podajnikiem drutu i stacją czyszczenia palnika. (4) Odciąg dymów spawalniczych 1800 m³/h z wkładem filtracyjnym. Wszystkie komponenty są sterowane wspólnie i wprowadzane do obrotu jako jedna całość.

Koncepcja ochrony: ogrodzenie obwodowe o wysokości 2200 mm z wypełnieniem nieprzepuszczającym światła łuku oraz oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą; jedne drzwi serwisowe jako ruchoma osłona blokująca z ryglowaniem działającym na zasadzie prądu spoczynkowego, z odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz i zabezpieczeniem na osobiste kłódki; kurtyna świetlna typu 4 o rozdzielczości 30 mm na stanowisku załadunku, odległość bezpieczeństwa obliczona zgodnie z EN ISO 13855; sterownik bezpieczeństwa; urządzenia zatrzymania awaryjnego przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania, działające na wszystkie maszyny składowe celi; zamykany przełącznik wyboru trybu pracy z trybami Automatyczny i Ustawianie; w trybie ustawiania bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s oraz urządzenie zezwalające.

Obsługa: ręczny załadunek i rozładunek na danym stanowisku czołowym przez przeszkolony personel wykwalifikowany, czas cyklu ok. 90 sekund. Brak dostępu osób do przestrzeni roboczej robota w trybie automatycznym.

Zagrożenia: zgniecenie i uderzenie przez robota i stół obrotowy, promieniowanie łuku w zakresie UV i IR, dym i gazy spawalnicze, gorące powierzchnie i rozpryski spawalnicze, hałas, zagrożenie elektryczne, zgromadzona energia pneumatyczna.

Dane techniczne: napięcie znamionowe 400 V AC 50 Hz, moc przyłączeniowa 32 kVA, sprężone powietrze 6 bar, poziom ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku załadunku 84 dB(A) przy niepewności pomiaru K równej 2,5 dB, poziom mocy akustycznej ważony A 96 dB(A). Instalacja stacjonarna w hali produkcyjnej wewnątrz budynku.

Połączenia danych: sterownik celi jest połączony z robotem, stołem obrotowym i źródłem prądu spawania przez PROFINET z PROFIsafe. Przez interfejs OPC UA cela przejmuje zlecenia z systemu MES użytkownika maszyny i odsyła dane produkcyjne. Zdalna konserwacja przez producenta odbywa się przez bramę VPN, którą użytkownik maszyny uaktywnia przy pulpicie sterowniczym. Panel HMI ma port USB do kopii zapasowych.

Pierwsze wprowadzenie do obrotu: marzec 2027. Maszyna kompletna.

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn)

Zamierzone użytkowanie: zautomatyzowane spawanie MAG zespołów stalowych o masie przedmiotu do 40 kg w produkcji seryjnej. Operator ręcznie umieszcza przedmioty na danym stanowisku czołowym dwustanowiskowego stołu obrotowego, mocuje je pneumatycznie i zdejmuje zespawane zespoły; proces spawania jest wykonywany w pełni automatycznie przez robota za stałą środkową ścianką działową. Cela jest przeznaczona do użytku stacjonarnego w hali produkcyjnej (wewnątrz budynku) i może być obsługiwana wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany w trybach pracy Automatyczny i Ustawianie. Dopuszczalne materiały: niepowlekane stale konstrukcyjne zgodnie z zatwierdzoną instrukcją technologiczną spawania (WPS). Każde inne użytkowanie, w szczególności spawanie części powlekanych lub ocynkowanych, uznaje się za niezgodne z zamierzonym użytkowaniem.

Granice maszyny: Granice użytkowania: przedmioty do 40 kg, wymiary maksymalne 800 x 600 x 400 mm; przedmioty o masie powyżej 15 kg są ładowane za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie zapewnionego na miejscu przez użytkownika maszyny (udźwig co najmniej 40 kg). Spawanie MAG (proces 135) niepowlekanej stali konstrukcyjnej S235 do S355, drut lity 1,0 do 1,2 mm, gaz osłonowy M21 (mieszanina argonu i CO2), czas cyklu ok. 90 sekund.

Granice przestrzenne: powierzchnia zajmowana przez celę ok. 6,5 x 4,0 m oraz przejście konserwacyjne o szerokości co najmniej 1,0 m wokół całego ogrodzenia obwodowego; dostęp osób wyłącznie przez stanowisko załadunku z kurtyną świetlną oraz przez blokowane drzwi serwisowe.

Granice czasowe: zaprojektowana do pracy dwuzmianowej (16 h na dzień roboczy); okresy między czynnościami konserwacyjnymi zgodnie z instrukcją obsługi; przewidywany okres użytkowania 12 lat.

Granice środowiskowe: wewnątrz budynku, od +5 do +40 stopni C, wilgotność względna do 70 procent bez kondensacji, równa posadzka przemysłowa o odpowiedniej nośności, odpowiednia wentylacja hali.

Granice energetyczne i interfejsy: 400 V AC 50 Hz, moc przyłączeniowa 32 kVA; sprężone powietrze 6 bar (+/- 0,5 bar); zasilanie gazem osłonowym z instalacji pierścieniowej użytkownika maszyny lub z baterii butli; odciąg dymów spawalniczych 1800 m³/h z wkładem filtracyjnym, powrót oczyszczonego powietrza do hali.

Racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie: Obchodzenie osłon i urządzeń ochronnych lub manipulowanie nimi: przechodzenie przez ogrodzenie obwodowe, sięganie przez kurtynę świetlną lub nad nią, manipulowanie ryglowaniem osłony drzwi serwisowych lub urządzeniem zezwalającym. Obecność drugiej osoby w celi w trybie ustawiania poza polem widzenia personelu ustawiającego. Sięganie do stołu obrotowego w trakcie obrotu, np. w celu przestawienia ześlizgniętego przedmiotu. Ładowanie niedopuszczalnych przedmiotów: zbyt ciężkich, zbyt dużych, zaolejonych, powlekanych lub ocynkowanych (zwiększona emisja substancji niebezpiecznych). Ręczne podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg bez urządzenia wspomagającego podnoszenie. Praca z nasyconym wkładem filtracyjnym lub z wyłączonym odciągiem. Prace czyszczące, konserwacyjne i usuwanie usterek bez odłączenia zasilania i zabezpieczenia przed ponownym włączeniem (energia elektryczna, resztkowa energia pneumatyczna). Obsługa przez niepoinstruowany personel. Obserwowanie łuku bez ochrony przez osoby postronne przy otwartych drzwiach serwisowych w trybie ustawiania.

Tryby pracy: Tryb automatyczny, Ustawianie / praca impulsowa, Tryb konserwacji, Transport i instalacja, Czyszczenie, Usuwanie usterek, Wycofanie z eksploatacji / demontaż

Zastosowana metoda oceny ryzyka

Potwierdzenie oceny ryzyka

- Data oceny ryzyka: 18.08.2026
- Stan rewizji: Rev. 2
- Uczestnicy: M. Beispiel, koordynator CE (moderacja); Jonas Weber, inspektor ds. uruchomienia; Konstrukcja mechaniczna; Konstrukcja elektryczna i technika sterowania; Produkcja i montaż

Ocena przebiega zgodnie z EN ISO 12100:2010: określenie granic maszyny (punkt 5.3), identyfikacja zagrożeń (5.4), oszacowanie ryzyka (5.5), ocena ryzyka (5.6) oraz zmniejszanie ryzyka w trzech stopniach (punkt 6).

Wskaźnik ryzyka = ciężkość (S) × prawdopodobieństwo wystąpienia (W) (macierz 2D w oparciu o EN ISO 12100, maks. 25).

Zgodnie z EN ISO 12100, punkt 5.5.2.2, ciężkość (S) opisuje zakres możliwej szkody: odwracalna lub nieodwracalna oraz liczba osób, których szkoda dotyczy.

Zgodnie z EN ISO 12100, punkt 5.5.2.3, prawdopodobieństwo wystąpienia (W) łączy trzy elementy: częstość i czas trwania narażenia, prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia zagrażającego oraz możliwość uniknięcia lub ograniczenia szkody.

Ciężkość możliwej szkody (S)

- S 1 (Lekki uraz): odwracalny, leczony pierwszą pomocą, bez leczenia lekarskiego i bez niezdolności do pracy (otarcie, lekkie stłuczenie)
- S 2 (Umiarkowany uraz): odwracalny, wymagający leczenia lekarskiego, wyleczenie bez trwałych następstw, niezdolność do pracy do kilku dni (rana cięta, skręcenie)
- S 3 (Poważny uraz): odwracalny, lecz wymagający leczenia szpitalnego i dłuższego gojenia, niezdolność do pracy ponad tydzień (złamanie kości, głębokie skaleczenie, oparzenie drugiego stopnia)
- S 4 (Bardzo poważny uraz): nieodwracalny: trwałe uszkodzenie, utrata lub trwała utrata funkcji części ciała, choroba zawodowa (amputacja, utrata wzroku, niedosłuch spowodowany hałasem)
- S 5 (Śmiertelny): nieodwracalny: śmierć jednej osoby lub kilku osób, także w pewnym odstępie czasu od zdarzenia

Prawdopodobieństwo wystąpienia (W)

- W 1 (Mało prawdopodobne): narażenie rzadkie i krótkie; zdarzenie zagrażające wymaga kilku niezależnych uszkodzeń; szkodzie z reguły można zapobiec
- W 2 (Rzadkie): narażenie sporadyczne (rzadziej niż raz w miesiącu); zdarzenie zagrażające wymaga uszkodzenia elementu lub nieprawidłowego zachowania; szkodzie zazwyczaj można zapobiec
- W 3 (Sporadyczne): narażenie regularne (od miesięcznego do tygodniowego); pojedyncze uszkodzenie już prowadzi do zdarzenia zagrażającego; szkodzie można zapobiec tylko w sprzyjających warunkach
- W 4 (Częste): narażenie częste (codzienne) lub długotrwałe; zdarzenia zagrażającego należy się spodziewać w zwykłym przebiegu pracy; szkodzie trudno zapobiec
- W 5 (Bardzo częste): narażenie ciągłe lub w każdym cyklu pracy; bez środka ochronnego zdarzenie zagrażające występuje regularnie; szkodzie nie można zapobiec

Ocena i akceptacja ryzyka resztkowego

- Kryterium akceptacji: ryzyko resztkowe uznaje się za odpowiednio zmniejszone, gdy rozważono wszystkie fazy cyklu życia i tryby pracy, zachowano kolejność trzech stopni, zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej żaden dalszy środek stopnia 1 lub 2 nie jest praktycznie wykonalny, środki nie powodują nowych zagrożeń, a pozostałe ryzyko resztkowe podano w informacjach dotyczących użytkowania (EN ISO 12100, punkt 5.6.2).
- niskie (wskaźnik ryzyka ≤ 4): ryzyko resztkowe dopuszczalne; ryzyko resztkowe należy podać w informacjach dotyczących użytkowania.
- średnie (wskaźnik ryzyka ≤ 9): akceptacja wyłącznie z pisemnym uzasadnieniem, dlaczego zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej żaden dalszy środek stopnia 1 lub 2 nie jest praktycznie wykonalny; informacje dotyczące użytkowania są obowiązkowe.
- wysokie (wskaźnik ryzyka ≤ 15): niedopuszczalne; przed oceną ryzyka resztkowego wymagane są dalsze środki stopnia 1 lub 2.
- bardzo wysokie (wskaźnik ryzyka ≤ 25): niedopuszczalne; maszyny w tym stanie nie wolno wprowadzać do obrotu.

Poziomy ryzyka: ≤4 niskie · ≤9 średnie · ≤15 wysokie · ≥16 bardzo wysokie. Stopnie środków według EN ISO 12100: stopień 1 = konstrukcja bezpieczna samoistnie (punkt 6.2) · stopień 2 = techniczne i uzupełniające środki ochronne (punkt 6.3) · stopień 3 = informacje dotyczące użytkowania (punkt 6.4).

Zabezpieczenie przed uszkodzeniem (security for safety)

Analiza zagrożeń zgodnie z prEN 50742 (projekt), ścieżka A, jako część niniejszej oceny ryzyka; oceniono scenariusze rodzaju zagrożenia „Naruszenie integralności/bezpieczeństwo” (liczba: 9), podstawa prawna dla każdego scenariusza w nawiasach kwadratowych (rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230, załącznik III pkt 1.1.9, 1.2.1, 1.2.6). IEC 62443-3-3 jest wskazana dla każdego scenariusza jako odniesienie dla ścieżki B. Brak domniemania zgodności, dopóki nie ma odniesienia w Dzienniku Urzędowym.

Wykaz interfejsów: Sieć / magistrala polowa / integracja liniowa; Dostęp zdalny / zdalna konserwacja; USB / nośniki wymienne; Panel operatorski (HMI) z zarządzaniem użytkownikami i parametrami; Dostęp inżynierski / programistyczny

Pokrycie faz cyklu życia:
Utylizacja: nie zidentyfikowano zagrożeń

Przywołane normy bez domniemania zgodności: EN 149 (półmaski filtrujące do ochrony przed cząstkami; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN 169 (filtry spawalnicze), EN 388 (rękawice ochronne chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN 407 (rękawice ochronne chroniące przed zagrożeniami termicznymi; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN 60903 (rękawice izolacyjne do prac pod napięciem; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN ISO 11611 (odzież ochronna do spawania i procesów pokrewnych; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN ISO 16321 (ochrona oczu i twarzy w pracy; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN ISO 20345 (obuwie bezpieczne; ramy prawne: Rozporządzenie (UE) 2016/425 w sprawie środków ochrony indywidualnej), EN ISO 25980 (przezroczyste kurtyny, pasy i ekrany spawalnicze), ISO 7010 (zarejestrowane znaki bezpieczeństwa). Normy te nie są wymienione w Dzienniku Urzędowym UE jako normy zharmonizowane do dyrektywy maszynowej lub rozporządzenia w sprawie maszyn i dlatego nie powodują domniemania zgodności; ich stosowanie jako uznanego stanu techniki jest dopuszczalne.

Zagrożenia według maszyn składowych

Maszyna składowa / interfejs	Zagrożenia	Najwyższe ryzyko przed środkami	Najwyższe ryzyko resztkowe
Brama zdalnej konserwacji / sterownik celi	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Cała instalacja (demontaż / utylizacja)	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Cała instalacja (dostęp do stref)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Cała instalacja (integracja systemu)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Cała instalacja (interfejs EMC)	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Cała instalacja (koordynacja ponownego rozruchu)	1	Wskaźnik ryzyka 15 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Cała instalacja (koordynacja zatrzymania awaryjnego)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Cała instalacja (odciąg / strefa spawania)	1	Wskaźnik ryzyka 16 (Bardzo wysokie)	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)
Cała instalacja (sterowanie / sterownik bezpieczeństwa)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Cała instalacja (strefa spawania / stół obrotowy)	1	Wskaźnik ryzyka 16 (Bardzo wysokie)	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)
Cała instalacja (transport / ustawienie)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Cała instalacja (ustawienie)	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
HMI / parametryzacja	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Instalacja elektryczna (szafa sterownicza / źródło prądu spawania)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Interfejs: stół obrotowy / robot spawalniczy	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Interfejsy do obcych urządzeń	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Odciąg dymów spawalniczych (zespół filtracyjny)	2	Wskaźnik ryzyka 9 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)
Oprogramowanie / dokumentacja	1	Wskaźnik ryzyka 9 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)
Palnik spawalniczy	1	Wskaźnik ryzyka 9 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)
Palnik spawalniczy / podajnik drutu	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)
Pneumatyczne urządzenie mocujące (stół obrotowy)	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Pneumatyczne urządzenie mocujące / instalacja sprężonego powietrza	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)
Połączenie danych MES / chmura	1	Wskaźnik ryzyka 9 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)

Maszyna składowa / interfejs	Zagrożenia	Najwyższe ryzyko przed środkami	Najwyższe ryzyko resztkowe
Robot spawalniczy	2	Wskaźnik ryzyka 15 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Robot spawalniczy / strefa spawania	2	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Sieć komunikacyjna	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Stanowisko załadunku	1	Wskaźnik ryzyka 15 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)
Stanowisko załadunku (interfejs kurtyny świetlnej)	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Stanowisko załadunku (stanowisko operatora)	1	Wskaźnik ryzyka 16 (Bardzo wysokie)	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)
Stanowisko załadunku (strona odbioru)	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)
Stanowisko załadunku / przejście serwisowe	2	Wskaźnik ryzyka 9 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)
Sterownik bezpieczeństwa / inżynieria	1	Wskaźnik ryzyka 10 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Stół obrotowy (zespół obrotowy)	1	Wskaźnik ryzyka 15 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)
Układ sterowania / rejestrowanie	1	Wskaźnik ryzyka 9 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)
Układ sterowania / sieć	1	Wskaźnik ryzyka 12 (Wysoki)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Zasilanie gazem osłonowym / układ przewodów	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Źródło prądu spawania / przewody spawalnicze	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)
Źródło prądu spawania / przyrząd	1	Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)	Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)

Łącznie zagrożeń: 42. Zagrożenie dotyczące kilku faz cyklu życia występuje w każdej z nich, co daje łączną liczbę wpisów: 106.

Transport (1 zagrożenie)

Nr 28 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie spadającymi częściami podczas transportu i montażu celi: Podczas transportu elementów celi dźwignicą lub wózkiem widłowym (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) części mogą spaść wskutek błędów w zawieszaniu lub kołysania ładunku i uderzyć osoby.

Maszyna składowa: Cała instalacja (transport / ustawienie) · także w: Montaż · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wszystkie elementy celi (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) są wyposażone w trwale zintegrowane punkty zawieszenia zaprojektowane zgodnie z obowiązującymi normami (np. śruby oczkowe zgodnie z DIN 580 lub nakrętki oczkowe zgodnie z DIN 582) z wyraźnie oznaczonym dopuszczalnym obciążeniem roboczym (WLL) na punkt zawieszenia. Środek ciężkości każdego elementu jest ustalony konstrukcyjnie lub udokumentowany oznakowaniem na elemencie w taki sposób, aby możliwe było stabilne zawieszenie bez kołysania ładunku, przy kącie zawiesia nie większym niż 60 stopni od pionu (β ≤ 60°) (projekt oparty na niemieckiej DGUV Regel 109-017 jako odniesieniu planistycznym). Zmniejsza to prawdopodobieństwo błędu zawieszenia już przez samą konstrukcję.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z kołysania ładunku i obecności osób w strefie niebezpiecznej: (1) Techniczna dokumentacja transportowa: dla każdego elementu należy dostarczyć plan zawieszenia (rysunek z punktami zawieszenia, położeniem środka ciężkości, doborem osprzętu do podnoszenia i WLL) w ramach dokumentów montażowych ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2, informacje o transporcie i przemieszczaniu). (2) Wygrodzenie strefy niebezpiecznej: podczas wszystkich operacji dźwignicą obszar pod ładunkiem i obok niego należy zabezpieczyć barierami fizycznymi (taśma zaporowa, ogrodzenie zaporowe), tak aby niezamierzony dostęp osób był niemożliwy. (3) Osprzęt do podnoszenia: dobór i stosowanie sprawdzonego osprzętu do podnoszenia (łańcuchy, zawiesia, szekle) o wystarczającym WLL i ważnym świadectwie badań zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV). Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie ma zastosowania do tej fazy transportu; nie należy przypisywać PLr.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2): (1) Plany zawieszenia z punktami zawieszenia, położeniem środka ciężkości i WLL dla każdego elementu ująć w rozdziałach 5.2 i 5.3. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: obsługę dźwignicy i zawieszanie ładunków mogą wykonywać wyłącznie poinstruowani i upoważnieni zawiesiarze (kwalifikacje zgodnie z niemiecką DGUV Information 209-013). (3) Oznakowanie ostrzegawcze na każdym elemencie: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” (W015 zgodnie z EN ISO 7010:2020), podanie masy i WLL na punkt zawieszenia bezpośrednio na elemencie. (4) Wymagania dotyczące ŚOI: hełm ochronny, obuwie bezpieczne (S3) i kamizelka ostrzegawcza są obowiązkowe podczas wszystkich operacji transportowych. (5) Wskazówka: przebywanie pod zawieszonymi ładunkami jest zabronione.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) podczas transportu i montażu. Ciężkość pozostaje na poziomie 5, ponieważ podnoszone są zespoły o masie do ok. 1900 kg (stół obrotowy). W kroku 1 wszystkie jednostki transportowe mają trwale zintegrowane, oznaczone punkty podnoszenia z dopuszczalnym obciążeniem roboczym oraz udokumentowane położenie środka ciężkości do zawieszania pod kątem nie większym niż 60 stopni od pionu. Wciągniki, wózki widłowe i osprzęt do podnoszenia nie są częścią maszyny; producent może wpływać na samą operację podnoszenia jedynie za pomocą punktów podnoszenia, planu zawieszenia i oznakowania, a środki te zrealizowano (krok 2: plan zawieszenia dla każdego elementu, wygrodzenie strefy niebezpiecznej, wymaganie stosowania sprawdzonego osprzętu do podnoszenia zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego BetrSichV). Nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 na maszynie, który zapobiegałby błędom przy zawieszaniu lub kołysaniu się ładunku podczas podnoszenia dźwignicą. Pozostałe ryzyko obejmuje błędy przy zawieszaniu oraz przebywanie osób pod ładunkiem. Masy, punkty podnoszenia, zakaz przebywania pod ładunkiem zawieszonym oraz ŚOI podano w instrukcji obsługi (rozdział 5) oraz na elementach (znak W015, rozdział 2.4).

Montaż (Zagrożenia: 3)

Nr 28 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie spadającymi częściami podczas transportu i montażu celi: Podczas transportu elementów celi dźwignicą lub wózkiem widłowym (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) części mogą spaść wskutek błędów w zawieszaniu lub kołysania ładunku i uderzyć osoby.

Maszyna składowa: Cała instalacja (transport / ustawienie) · także w: Transport · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wszystkie elementy celi (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) są wyposażone w trwale zintegrowane punkty zawieszenia zaprojektowane zgodnie z obowiązującymi normami (np. śruby oczkowe zgodnie z DIN 580 lub nakrętki oczkowe zgodnie z DIN 582) z wyraźnie oznaczonym dopuszczalnym obciążeniem roboczym (WLL) na punkt zawieszenia. Środek ciężkości każdego elementu jest ustalony konstrukcyjnie lub udokumentowany oznakowaniem na elemencie w taki sposób, aby możliwe było stabilne zawieszenie bez kołysania ładunku, przy kącie zawiesia nie większym niż 60 stopni od pionu (β ≤ 60°) (projekt oparty na niemieckiej DGUV Regel 109-017 jako odniesieniu planistycznym). Zmniejsza to prawdopodobieństwo błędu zawieszenia już przez samą konstrukcję.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z kołysania ładunku i obecności osób w strefie niebezpiecznej: (1) Techniczna dokumentacja transportowa: dla każdego elementu należy dostarczyć plan zawieszenia (rysunek z punktami zawieszenia, położeniem środka ciężkości, doborem osprzętu do podnoszenia i WLL) w ramach dokumentów montażowych ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2, informacje o transporcie i przemieszczaniu). (2) Wygrodzenie strefy niebezpiecznej: podczas wszystkich operacji dźwignicą obszar pod ładunkiem i obok niego należy zabezpieczyć barierami fizycznymi (taśma zaporowa, ogrodzenie zaporowe), tak aby niezamierzony dostęp osób był niemożliwy. (3) Osprzęt do podnoszenia: dobór i stosowanie sprawdzonego osprzętu do podnoszenia (łańcuchy, zawiesia, szekle) o wystarczającym WLL i ważnym świadectwie badań zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV). Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie ma zastosowania do tej fazy transportu; nie należy przypisywać PLr.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2): (1) Plany zawieszenia z punktami zawieszenia, położeniem środka ciężkości i WLL dla każdego elementu ująć w rozdziałach 5.2 i 5.3. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: obsługę dźwignicy i zawieszanie ładunków mogą wykonywać wyłącznie poinstruowani i upoważnieni zawiesiarze (kwalifikacje zgodnie z niemiecką DGUV Information 209-013). (3) Oznakowanie ostrzegawcze na każdym elemencie: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” (W015 zgodnie z EN ISO 7010:2020), podanie masy i WLL na punkt zawieszenia bezpośrednio na elemencie. (4) Wymagania dotyczące ŚOI: hełm ochronny, obuwie bezpieczne (S3) i kamizelka ostrzegawcza są obowiązkowe podczas wszystkich operacji transportowych. (5) Wskazówka: przebywanie pod zawieszonymi ładunkami jest zabronione.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) podczas transportu i montażu. Ciężkość pozostaje na poziomie 5, ponieważ podnoszone są zespoły o masie do ok. 1900 kg (stół obrotowy). W kroku 1 wszystkie jednostki transportowe mają trwale zintegrowane, oznaczone punkty podnoszenia z dopuszczalnym obciążeniem roboczym oraz udokumentowane położenie środka ciężkości do zawieszania pod kątem nie większym niż 60 stopni od pionu. Wciągniki, wózki widłowe i osprzęt do podnoszenia nie są częścią maszyny; producent może wpływać na samą operację podnoszenia jedynie za pomocą punktów podnoszenia, planu zawieszenia i oznakowania, a środki te zrealizowano (krok 2: plan zawieszenia dla każdego elementu, wygrodzenie strefy niebezpiecznej, wymaganie stosowania sprawdzonego osprzętu do podnoszenia zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego BetrSichV). Nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 na maszynie, który zapobiegałby błędom przy zawieszaniu lub kołysaniu się ładunku podczas podnoszenia dźwignicą. Pozostałe ryzyko obejmuje błędy przy zawieszaniu oraz przebywanie osób pod ładunkiem. Masy, punkty podnoszenia, zakaz przebywania pod ładunkiem zawieszonym oraz ŚOI podano w instrukcji obsługi (rozdział 5) oraz na elementach (znak W015, rozdział 2.4).

Nr 29 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie wskutek niewystarczającej stabilności celi podczas ustawiania: Jeżeli cela zostanie ustawiona na nierównej lub nienośnej posadzce albo kotwy ciężkie nie zostaną osadzone i dokręcone zgodnie z wymaganiami, instalacja może się przewrócić lub przesunąć; osoby znajdujące się w pobliżu mogą zostać uderzone.

Maszyna składowa: Cała instalacja (ustawienie) · także w: Oddanie do użytku · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Stabilność zapewniona konstrukcyjnie przez odpowiednio zwymiarowaną, sztywną skrętnie ramę podstawy (konstrukcja ramowa spawana lub stalowa rama konstrukcyjna) z szeroką powierzchnią podparcia i niskim środkiem ciężkości zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.6 (stabilność). Otwory mocujące w ramie podstawy do kotwienia do podłogi za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 należy przewidzieć tak, aby kotwienie było możliwe bez przeróbek; kotwienie jest zaprojektowane tak, aby nie mogło poluzować się samoczynnie i dawało się zwolnić wyłącznie narzędziem. Położenie środka ciężkości i odporność na przewrócenie należy zweryfikować obliczeniowo w ramach projektu (weryfikacja stabilności zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.6).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	(1) Dostarczenie planu ustawienia dla danej maszyny (rysunek wymiarowy z minimalną nośnością podłoża 10 kN/m², tolerancją płaskości podłoża i położeniem punktów kotwienia) w ramach dokumentacji dostawy, który użytkownik maszyny zatwierdza przed rozpoczęciem montażu. (2) Oznaczenie punktów kotwienia na ramie podstawy trwałym oznakowaniem (strzałka lub napis), aby personel montażowy mógł jednoznacznie rozpoznać położenia. (3) Dla stanu montażu przed osadzeniem kotew: sprawdzenie stabilności bez kotwienia (weryfikacja odporności na przewrócenie, stosunek momentów stabilizujących do momentów przewracających co najmniej 1,5 według danych producenta). Środki te nie są funkcjami bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 i nie wymagają PLr.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	(1) Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): rozdział 7 (Warunki ustawienia) i rozdział 8 (Montaż i instalacja) z wiążącymi wymaganiami dotyczącymi: minimalnej nośności podłoża (co najmniej 10 kN/m²), wymaganej płaskości podłoża, obowiązku kotwienia do podłogi za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 (moment dokręcania 110 Nm) z podaniem typu kotwy i głębokości osadzenia oraz odesłanie do planu ustawienia. (2) Oznakowanie ostrzegawcze na ramie podstawy: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko przewrócenia przed zakotwieniem” na co najmniej dwóch przeciwległych bokach ramy podstawy, widoczny podczas montażu. (3) Wymaganie kwalifikacyjne: ustawienie i kotwienie mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani specjaliści (mechanicy przemysłowi lub monterzy z doświadczeniem w montażu maszyn); wymaganie należy podać w instrukcji obsługi. (4) Wskazówka dotycząca ŚOI: obuwie bezpieczne (EN ISO 20345, klasa ochrony S3) i rękawice ochronne podczas montażu; wymaganie ująć w instrukcji obsługi.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 39 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Podłączenie obcych urządzeń powoduje sytuację zagrożenia: Podłączone obce urządzenie (nadrzędny układ sterowania linii lub MES użytkownika maszyny, brama zdalnej konserwacji, sygnały po stronie użytkownika z odciągu lub zasilania gazem) wysyła nieoczekiwane sygnały, zapisuje do zmiennych sterowania lub zajmuje zasoby. Maszyna uruchamia się, zmienia tryb pracy lub ignoruje warunki zatrzymania, ponieważ funkcje obcego urządzenia nie zostały uwzględnione w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.2.1 akapit czwarty lit. h, 1.2.4.4]

Maszyna składowa: Interfejsy do obcych urządzeń · także w: Oddanie do użytku, Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Interfejsy do obcych urządzeń wykonywać jako zdefiniowane interfejsy sygnałowe o ustalonej semantyce (brak zezwolenia na ruchy wyłącznie na podstawie obcych sygnałów), sygnały istotne dla bezpieczeństwa prowadzić wyłącznie przez bezpieczne wejścia/wyjścia, obwód zatrzymania i zatrzymania awaryjnego obcego urządzenia jednoznacznie przyporządkować.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Lista dozwolonych uczestników i zmiennych (whitelist), kontrola wiarygodności poleceń przychodzących, blokada zmian trybu pracy przez interfejsy zewnętrzne, diagnostyka brakujących lub nieznanych uczestników. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi i opis interfejsów dla integratora (sygnały, stany, wymagania dla zespołu maszyn zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.4.4), wskazówka, że podłączenie niezatwierdzonych urządzeń wymaga ponownej oceny ryzyka.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Oddanie do użytku (Zagrożenia: 9)

Nr 12 Elektryczne

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wskutek bezpośredniego lub pośredniego dotknięcia części pod napięciem źródła prądu spawania, szafy sterowniczej robota i układu sterowania celi (400 V AC, 32 kVA): Dotknięcie zacisków, przewodów lub wnętrza szafy sterowniczej przy otwartej szafie bez odłączenia zasilania może prowadzić do porażenia prądem z migotaniem komór lub do oparzeń.

Maszyna składowa: Instalacja elektryczna (szafa sterownicza / źródło prądu spawania) · także w: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wszystkie części pod napięciem wewnątrz szafy sterowniczej (zaciski, szyny zbiorcze, zaciski mocy źródła prądu spawania) wykonano z osłonami zapobiegającymi dotknięciu (stopień ochrony co najmniej IP 2X lub IPXXB zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), tak aby dotknięcie części pod napięciem było wykluczone już samą formą obudowy, bez potrzeby stosowania osłony. Ponadto minimalne odstępy między częściami pod napięciem a częściami dostępnymi zaprojektowano tak, aby stopień ochrony IP 2X był zachowany także przy otwartych drzwiach szafy (nasadki ochronne, osłony izolacyjne na listwach zaciskowych). Odpowiada to analogicznie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.1 (zasilanie energią elektryczną) oraz EN 60204-1:2018, pkt 6.2.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Odłączenie i pozbawienie napięcia (LOTO): wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu WYŁ. zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 5.3 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu / odcięcie energii). Wyłącznik główny musi jako odłącznik odłączać całą instalację od zasilania na wszystkich biegunach; napięcie resztkowe na kondensatorach źródła prądu spawania należy ograniczyć do wartości poniżej 60 V DC w ciągu 5 s za pomocą czasu rozładowania lub aktywnego obwodu rozładowania; jeżeli nie jest to osiągnięte, na obudowie umieszcza się tabliczkę ostrzegawczą z podanym czasem rozładowania (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.4). Zamknięcie drzwi szaf: drzwi głównych szaf sterowniczych są wyposażone w zamek, który można otworzyć wyłącznie kluczem i który zapobiega nieuprawnionemu otwarciu (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2). 2. Ochronne połączenia wyrównawcze i przewód ochronny: wszystkie obudowy szaf sterowniczych, źródło prądu spawania i szafa sterownicza robota są połączone ciągłym przewodem ochronnym (PE) o odpowiednim przekroju (EN 60204-1:2018, pkt 8.2), tak aby w razie uszkodzenia izolacji prąd zwarciowy był bezpiecznie odprowadzany, a urządzenie zabezpieczające (wyłącznik nadprądowy / RCD) zadziałało. 3. Wyłącznik różnicowoprądowy (RCD): zastosowanie RCD (typ B, ponieważ możliwe są prądy różnicowe stałe od przemienników częstotliwości i źródła prądu spawania) o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania 30 mA w obwodach, na których pracują osoby; w obwodach, w których RCD nie jest zgodny z procesem spawania, stosuje się zamiast niego monitorowanie izolacji (EN 60204-1:2018, pkt 6.3.3 i 7.7). Nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr; środki działają biernie i konstrukcyjnie (oznakowanie ostrzegawcze: patrz stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): udokumentować procedurę odłączania zasilania (LOTO) w formie instrukcji krok po kroku, łącznie z czasem rozładowania kondensatorów źródła prądu spawania oraz sprawdzeniem braku napięcia odpowiednim przyrządem pomiarowym (próbnik napięcia kategorii CAT III 600 V). Wymaganie kwalifikacyjne: prace przy instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie osoby wykwalifikowane w zakresie elektrycznym (Elektrofachkraft, EFK) zgodnie z niemieckim przepisem DGUV Vorschrift 3 albo osoby poinstruowane w zakresie elektrycznym pod nadzorem EFK. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac w otwartej szafie należy nosić rękawice izolacyjne (zgodnie z EN 60903, klasa 00 dla napięć do 500 V AC), okulary ochronne (ochrona przed łukiem elektrycznym) oraz obuwie elektroizolacyjne. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na wszystkich drzwiach szaf i na źródle prądu spawania. Wskazówka o ryzyku resztkowym w instrukcji obsługi: po zadziałaniu wyłącznika głównego kondensatory w źródle prądu spawania i w przemienniku częstotliwości robota mogą nadal znajdować się pod niebezpiecznym napięciem (czas oczekiwania co najmniej 1 minuta dla źródła prądu spawania, dla napędu robota zgodnie z danymi producenta robota); brak napięcia należy zawsze sprawdzać pomiarem.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek napięcia elektrycznego 400 V AC. W kroku 1 części pod napięciem osłonięto w sposób zabezpieczający przed dotykiem palcem (IP 2X zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), również przy otwartych drzwiach szafy. Po kroku 2 wyłącznik główny z możliwością zablokowania odłącza wszystkie bieguny, drzwi szaf można otworzyć wyłącznie kluczem, obwód pośredniczący DC źródła prądu spawania rozładowuje się do napięcia nie większego niż 60 V w zmierzonym czasie 1,9 s, zbadano przewód ochronny (0,08 Ω), impedancję pętli zwarcia (0,28 Ω) i rezystancję izolacji (> 100 MΩ), a ochronę przy uszkodzeniu zapewnia urządzenie ochronne różnicowoprądowe typu B lub monitorowanie stanu izolacji. Pozostałym ryzykiem jest praca wykwalifikowanego elektryka, który podczas uruchamiania i wyszukiwania usterek musi wykonywać pomiary na częściach pod napięciem w otwartej szafie. Tych pomiarów nie można przeprowadzić w stanie beznapięciowym; dla tych faz cyklu życia żaden dalszy środek kroku 1 ani kroku 2 nie jest zatem praktycznie wykonalny, a ciężkość pozostaje na poziomie 5. Procedurę odłączania od źródeł energii wraz ze sprawdzeniem braku napięcia, kwalifikacje wymagane od wykwalifikowanego elektryka, izolacyjne ŚOI i znak W012 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.4, 2.6, 8.1 i 10).

Nr 29 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie wskutek niewystarczającej stabilności celi podczas ustawiania: Jeżeli cela zostanie ustawiona na nierównej lub nienośnej posadzce albo kotwy ciężkie nie zostaną osadzone i dokręcone zgodnie z wymaganiami, instalacja może się przewrócić lub przesunąć; osoby znajdujące się w pobliżu mogą zostać uderzone.

Maszyna składowa: Cała instalacja (ustawienie) · także w: Montaż · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Stabilność zapewniona konstrukcyjnie przez odpowiednio zwymiarowaną, sztywną skrętnie ramę podstawy (konstrukcja ramowa spawana lub stalowa rama konstrukcyjna) z szeroką powierzchnią podparcia i niskim środkiem ciężkości zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.6 (stabilność). Otwory mocujące w ramie podstawy do kotwienia do podłogi za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 należy przewidzieć tak, aby kotwienie było możliwe bez przeróbek; kotwienie jest zaprojektowane tak, aby nie mogło poluzować się samoczynnie i dawało się zwolnić wyłącznie narzędziem. Położenie środka ciężkości i odporność na przewrócenie należy zweryfikować obliczeniowo w ramach projektu (weryfikacja stabilności zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.6).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	(1) Dostarczenie planu ustawienia dla danej maszyny (rysunek wymiarowy z minimalną nośnością podłoża 10 kN/m², tolerancją płaskości podłoża i położeniem punktów kotwienia) w ramach dokumentacji dostawy, który użytkownik maszyny zatwierdza przed rozpoczęciem montażu. (2) Oznaczenie punktów kotwienia na ramie podstawy trwałym oznakowaniem (strzałka lub napis), aby personel montażowy mógł jednoznacznie rozpoznać położenia. (3) Dla stanu montażu przed osadzeniem kotew: sprawdzenie stabilności bez kotwienia (weryfikacja odporności na przewrócenie, stosunek momentów stabilizujących do momentów przewracających co najmniej 1,5 według danych producenta). Środki te nie są funkcjami bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 i nie wymagają PLr.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	(1) Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): rozdział 7 (Warunki ustawienia) i rozdział 8 (Montaż i instalacja) z wiążącymi wymaganiami dotyczącymi: minimalnej nośności podłoża (co najmniej 10 kN/m²), wymaganej płaskości podłoża, obowiązku kotwienia do podłogi za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 (moment dokręcania 110 Nm) z podaniem typu kotwy i głębokości osadzenia oraz odesłanie do planu ustawienia. (2) Oznakowanie ostrzegawcze na ramie podstawy: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko przewrócenia przed zakotwieniem” na co najmniej dwóch przeciwległych bokach ramy podstawy, widoczny podczas montażu. (3) Wymaganie kwalifikacyjne: ustawienie i kotwienie mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani specjaliści (mechanicy przemysłowi lub monterzy z doświadczeniem w montażu maszyn); wymaganie należy podać w instrukcji obsługi. (4) Wskazówka dotycząca ŚOI: obuwie bezpieczne (EN ISO 20345, klasa ochrony S3) i rękawice ochronne podczas montażu; wymaganie ująć w instrukcji obsługi.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 30 Kombinacja

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z nieprawidłowej parametryzacji układu sterowania robota lub sterownika bezpieczeństwa (np. błędne odległości bezpieczeństwa, błędne limity prędkości w trybie ustawiania, błędne zezwolenia stref): Błędne parametry mogą powodować, że funkcje bezpieczeństwa nie działają zgodnie z przeznaczeniem, a przez to zagrażać osobom wskutek ruchów robota lub stołu obrotowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (sterowanie / sterownik bezpieczeństwa) · także w: Ustawianie, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Parametry istotne dla bezpieczeństwa (limity prędkości, strefy ochronne, zezwolenia stref) są przechowywane wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa (sterownik PLC bezpieczeństwa) i chronione przed nieuprawnioną lub przypadkową zmianą przez chronioną hasłem, opartą na rolach koncepcję dostępu. Zestawy parametrów funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 są zapisane w sterowniku bezpieczeństwa jako niezmienne rekordy danych chronione sumą kontrolną (np. CRC-32 lub równoważną), tak aby każda niezamierzona zmiana była automatycznie wykrywana przy rozruchu systemu i wymuszany był stan bezpieczny. Zasada ta odpowiada samoistnie bezpiecznej zasadzie sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11 (zasady sterowania ograniczające występowanie zagrożeń) i zmniejsza możliwość, że błędne parametry w ogóle zaczną obowiązywać.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Wymóg walidacji przed zwolnieniem: każda zmiana parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wymaga udokumentowanego badania odbiorczego (próba funkcjonalna wszystkich dotkniętych funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05) przeprowadzonego przez dwie upoważnione osoby (zasada dwóch osób) przed ponownym uruchomieniem. Sterownik bezpieczeństwa nie może zezwolić na pracę automatyczną, dopóki nie zostanie wydane pozytywne potwierdzenie. Podstawa: EN ISO 13849-2:2012 (walidacja funkcji bezpieczeństwa) i EN ISO 11161:2007+A1:2010 (weryfikacja i walidacja zintegrowanych systemów wytwórczych). 2. Weryfikacja parametrów przez sterownik bezpieczeństwa: sterownik bezpieczeństwa (PLr e dla SF-02 i SF-04, PLr d dla SF-01, SF-03 i SF-05 zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) sprawdza spójność parametrów istotnych dla bezpieczeństwa z zapisanymi wartościami odniesienia (porównanie sum kontrolnych) przy rozruchu i cyklicznie. W razie rozbieżności wyzwalane jest zatrzymanie kategorii 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 i blokowany jest ponowny rozruch (brak automatycznego ponownego rozruchu zgodnie z EN ISO 14118:2018). 3. Tryb ustawiania SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s (SF-05, PLr d) jest ograniczona na poziomie sprzętowym w sterowniku bezpieczeństwa i nie może zostać nadpisana parametrami układu sterowania robota. Monitorowanie realizuje SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, kategoria i PL zgodnie z SF-05 (PLr d). 4. Zezwolenie strefy stołu obrotowego SF-04: zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy (SF-04, PLr e) jest udzielane wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa na podstawie zweryfikowanych sygnałów czujników; zezwolenie spowodowane samymi błędnymi parametrami stref w układzie sterowania robota jest wykluczone konstrukcyjnie. 5. Zarządzanie zmianami: wszystkie zmiany parametrów są zapisywane ze znacznikiem czasu, identyfikacją użytkownika oraz wartością poprzednią i następną w zabezpieczonym przed manipulacją dzienniku zmian (ślad audytowy) sterownika bezpieczeństwa. Podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis procedury zmiany parametrów w formie przewodnika krok po kroku, zestawienie wszystkich parametrów istotnych dla bezpieczeństwa dla każdej funkcji bezpieczeństwa (SF-01 do SF-05), obowiązek przeprowadzenia próby walidacyjnej po każdej zmianie oraz obowiązek dokumentowania w dzienniku zmian. 2. Wymaganie kwalifikacyjne: zmiany parametrów sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie personel specjalistyczny z udokumentowanymi kwalifikacjami w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego (np. certyfikat TÜV Functional Safety Engineer lub równoważny) i znajomością systemu. Należy to ująć w instrukcji obsługi i w instrukcji eksploatacyjnej. 3. Oznakowanie ostrzegawcze: na sterowniku bezpieczeństwa i szafie sterowniczej umieścić znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012 zgodnie z EN ISO 7010:2020) oraz uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Dodatkowo znak informacyjny o treści: „Zmiany parametrów wyłącznie przez upoważniony personel specjalistyczny; wymagana następnie próba walidacyjna”. 4. Lista kontrolna uruchomienia: przed każdym pierwszym uruchomieniem i po każdej zmianie parametrów należy wypełnić i podpisać listę kontrolną uruchomienia specyficzną dla instalacji (podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek nieprawidłowej parametryzacji. W kroku 1 parametry istotne dla bezpieczeństwa są przechowywane wyłącznie w sterowniku PLC bezpieczeństwa i chronione koncepcją dostępu opartą na rolach oraz zestawami parametrów zabezpieczonymi sumą kontrolną. Po kroku 2 sterownik PLC bezpieczeństwa sprawdza parametry względem wartości referencyjnych przy rozruchu i cyklicznie, a w razie odchylenia wyzwala zatrzymanie z blokadą ponownego rozruchu; ograniczenia prędkości SF-05 nie można nadpisać przez sterownik robota, zezwolenie na obrót SF-04 pochodzi wyłącznie ze sterownika PLC bezpieczeństwa, a każda zmiana jest rejestrowana i przed zwolnieniem walidowana według zasady czterech oczu zgodnie z EN ISO 13849-2:2012. Pozostałym ryzykiem jest parametr błędnie określony przez upoważniony personel i niewykryty podczas walidacji. Parametry muszą pozostać zmienialne na potrzeby uruchomienia, modyfikacji i nowych przyrządów mocujących; zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek, który wykrywałby wartość merytorycznie błędną, lecz prawidłowo wprowadzoną i zwalidowaną. Procedura zmian, kwalifikacje, lista kontrolna uruchomienia i tabliczka tekstowa dotycząca obowiązku walidacji na szafie sterowniczej: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.6.

Nr 31 Kombinacja

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z różnych poziomów bezpieczeństwa maszyn składowych różnych producentów (robot, źródło prądu spawania, stół obrotowy, układ odciągowy): Brakujące lub niepełne blokady interfejsów między maszynami składowymi mogą powodować, że jedna maszyna składowa uruchomi się, mimo że inna znajduje się w stanie niebezpiecznym (EN ISO 11161).

Maszyna składowa: Cała instalacja (integracja systemu) · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Architektura systemu z jednym nadrzędnym sterownikiem bezpieczeństwa (Safety Master) jako samoistnie bezpieczna zasada sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11: wszystkie sygnały stanu istotne dla bezpieczeństwa maszyn składowych (tryb pracy robota, położenie krańcowe stołu obrotowego, praca układu odciągowego, gotowość źródła prądu spawania) są prowadzone wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa. Żaden napęd maszyny składowej nie otrzymuje sygnału zezwolenia, dopóki sterownik bezpieczeństwa nie oceni stanu całości jako bezpiecznego. Dzięki tej centralizacji możliwość niepełnej blokady interfejsów jest konstrukcyjnie ograniczona do minimum: nie istnieją równoległe, wzajemnie niezależne ścieżki zezwoleń między maszynami składowymi. Definicję interfejsów wykonuje się zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integracja systemu, odpowiedzialności, opis interfejsów) i dokumentuje w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Macierz blokad zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: dla każdej kombinacji maszyn składowych sporządza się i implementuje w sterowniku bezpieczeństwa pełną macierz stanów (tryb pracy x stan pozostałych maszyn składowych). Każdy sygnał zezwolenia jest zrealizowany jako koniunkcja (AND) wszystkich istotnych stanów bezpieczeństwa. 2. Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e) zapewnia, że stół obrotowy obraca się tylko wtedy, gdy pole ochronne kurtyny świetlnej jest wolne, zaciski są zamknięte, a położenie robota poza obszarem obrotu zostało potwierdzone. Funkcja bezpieczeństwa jest zaprojektowana na PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zwalidowana zgodnie z EN ISO 13849-2:2012. 3. Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie po otwarciu drzwi serwisowych, kategoria zatrzymania 1, PLr d) i SF-02 (bezpieczne zatrzymanie po przerwaniu kurtyny świetlnej, PLr e) są skoordynowane w całej instalacji: sygnał zatrzymania z jednej maszyny składowej wyzwala przez sterownik bezpieczeństwa skoordynowane zatrzymanie wszystkich maszyn składowych. Dla robota i stołu obrotowego obowiązuje kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 9.2.2. 4. Zatrzymanie awaryjne całej instalacji (SF-03, kategoria zatrzymania 1, PLr d) zgodnie z EN ISO 13850:2015 działa przez sterownik bezpieczeństwa na wszystkie maszyny składowe jednocześnie. Urządzenia zatrzymania awaryjnego są rozmieszczone przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania. 5. Zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu zgodnie z EN ISO 14118:2018: po każdym zatrzymaniu (zatrzymanie awaryjne, zadziałanie urządzenia ochronnego, przerwa w zasilaniu energią) wymagane jest świadome polecenie ponownego rozruchu; automatyczny ponowny rozruch jest wykluczony. 6. Tryb ustawiania z bezpiecznie zmniejszoną prędkością (SF-05, 250 mm/s, PLr d) i urządzeniem zezwalającym zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7; w tym trybie robot i stół obrotowy poruszają się tylko przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością, a źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi całej instalacji zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4: logikę blokad interfejsów (macierz stanów, warunki zezwolenia dla każdej maszyny składowej) należy udokumentować w całości. Dla każdej maszyny składowej punkt przekazania odpowiedzialności za bezpieczeństwo (producent maszyny składowej do interfejsu, integrator od interfejsu) jest ustalony na piśmie w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 i należy go podać w instrukcji obsługi. Wymaganie kwalifikacyjne: uruchomienie, parametryzację i modyfikacje sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel specjalistyczny znający EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 11161. Oznakowanie ostrzegawcze przy pulpicie sterowniczym: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” (W018 zgodnie z EN ISO 7010:2020). Instrukcja obsługi musi opisywać procedury wyszukiwania usterek i uruchamiania, w tym kolejność, w jakiej można uruchamiać maszyny składowe, oraz kroki weryfikacji sprawdzające blokadę interfejsów przed pierwszą pracą automatyczną.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) na interfejsach maszyn składowych różnych producentów. Robot (maszyna nieukończona z deklaracją włączenia), źródło prądu spawania i zespół odciągu mają własne układy sterowania, a ich integracja wymaga nadrzędnej logiki. W kroku 1 wszystkie stany istotne dla bezpieczeństwa są prowadzone przez jeden sterownik PLC bezpieczeństwa, bez równoległych ścieżek zezwolenia. Po kroku 2 macierz blokad wszystkich trybów pracy i stanów jest zrealizowana jako logika AND, SF-01 do SF-05 działają w obrębie całej instalacji, każde zatrzymanie prowadzi do skoordynowanego zatrzymania wszystkich maszyn składowych, a walidację przeprowadza się zgodnie z EN ISO 13849-2:2012 i EN ISO 11161:2007+A1:2010. Pozostałym ryzykiem jest błąd systematyczny w specyfikacji macierzy, który pozostaje niewykryty podczas walidacji. Za wewnętrzne bezpieczeństwo zakupionych maszyn składowych odpowiadają ich producenci; na interfejsach, za które odpowiada producent zespołu maszyn, nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 poza centralną blokadą i jej walidacją. Punkty przekazania odpowiedzialności, kolejność uruchamiania i etapy badania blokad na interfejsach: instrukcja obsługi, rozdziały 1.1, 2.6 i 8.3.

Nr 37 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Niezamierzone uszkodzenie wskutek błędnej konfiguracji lub błędu obsługi: Wczytano błędny plik receptury lub parametrów, nie skonfigurowano ról i haseł (aktywne hasło domyślne), konfiguracja po usterce została przywrócona niekompletnie. Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa odbiegają niezauważenie od zatwierdzonej konfiguracji. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d, 1.2.1 akapit drugi lit. e]

Maszyna składowa: HMI / parametryzacja · także w: Ustawianie, Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa oddzielić od receptur procesowych, tak aby zmiana receptury ich nie zmieniała; zakresy wartości w sterowniku bezpieczeństwa sztywno ograniczyć (granice wynikające z oceny ryzyka, załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. d).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wymuszona zmiana hasła przy uruchomieniu, model ról z zatwierdzaniem na zasadzie dwóch osób dla zmian istotnych dla bezpieczeństwa, porównanie aktywnej konfiguracji z zatwierdzonym wzorcem (suma kontrolna) przy rozruchu z wyświetleniem każdej rozbieżności, dziennik zmian. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: lista kontrolna uruchomienia (hasła, role, zabezpieczenie konfiguracji wzorcowej), opis danych określonych jako istotne dla bezpieczeństwa, polecenie sprawdzenia działania po zmianach konfiguracji.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 38 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Awaria lub zakłócenie połączenia sieci komunikacyjnej: Awaria sieci, przeciążenie (burza rozgłoszeniowa, odmowa usługi), przerwanie kabla lub zmiana segmentu sieci przerywa komunikację między komponentami sterowania lub komunikację związaną z bezpieczeństwem (PROFIsafe). Po przywróceniu dochodzi do nieoczekiwanego uruchomienia lub niekontrolowanego przejęcia nieaktualnych wartości zadanych. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.2.6, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.3]

Maszyna składowa: Sieć komunikacyjna · także w: Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Funkcje bezpieczeństwa projektować tak, aby utrata komunikacji prowadziła do stanu bezpiecznego (watchdog, nadzór czasowy bezpiecznych telegramów), a ponowny rozruch następował wyłącznie po świadomym potwierdzeniu (załącznik III pkt 1.2.3). Komunikację związaną z bezpieczeństwem oddzielić od komunikacji standardowej.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Segmentacja sieci i ograniczanie obciążenia (ograniczanie szybkości, ochrona przed burzą na przełącznikach), monitorowanie jakości sieci z komunikatem diagnostycznym, zdefiniowane zachowanie przy utracie połączenia we wszystkich trybach pracy, przetestowane i udokumentowane. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 7.1, SR 7.2, SR 5.1, SR 5.2.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wymagania dotyczące sieci użytkownika (segmentacja, dopuszczalni uczestnicy, brak obcych urządzeń w segmencie bezpieczeństwa), opis zachowania przy awarii komunikacji i procedury ponownego rozruchu.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 39 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Podłączenie obcych urządzeń powoduje sytuację zagrożenia: Podłączone obce urządzenie (nadrzędny układ sterowania linii lub MES użytkownika maszyny, brama zdalnej konserwacji, sygnały po stronie użytkownika z odciągu lub zasilania gazem) wysyła nieoczekiwane sygnały, zapisuje do zmiennych sterowania lub zajmuje zasoby. Maszyna uruchamia się, zmienia tryb pracy lub ignoruje warunki zatrzymania, ponieważ funkcje obcego urządzenia nie zostały uwzględnione w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.2.1 akapit czwarty lit. h, 1.2.4.4]

Maszyna składowa: Interfejsy do obcych urządzeń · także w: Montaż, Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Interfejsy do obcych urządzeń wykonywać jako zdefiniowane interfejsy sygnałowe o ustalonej semantyce (brak zezwolenia na ruchy wyłącznie na podstawie obcych sygnałów), sygnały istotne dla bezpieczeństwa prowadzić wyłącznie przez bezpieczne wejścia/wyjścia, obwód zatrzymania i zatrzymania awaryjnego obcego urządzenia jednoznacznie przyporządkować.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Lista dozwolonych uczestników i zmiennych (whitelist), kontrola wiarygodności poleceń przychodzących, blokada zmian trybu pracy przez interfejsy zewnętrzne, diagnostyka brakujących lub nieznanych uczestników. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi i opis interfejsów dla integratora (sygnały, stany, wymagania dla zespołu maszyn zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.4.4), wskazówka, że podłączenie niezatwierdzonych urządzeń wymaga ponownej oceny ryzyka.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 40 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa niemożliwe do zidentyfikowania lub nieoznaczone: Stan wersji i suma kontrolna oprogramowania bezpieczeństwa nie mogą być odczytane na maszynie, a oprogramowanie i dane istotne dla bezpieczeństwa nie są jako takie oznaczone. Po interwencji, aktualizacji lub wymianie urządzenia nie można ustalić, czy maszyna nadal znajduje się w stanie sprawdzonym; praca z niezatwierdzonym oprogramowaniem pozostaje niewykryta. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.1.9 akapit czwarty, 1.7.4.2]

Maszyna składowa: Oprogramowanie / dokumentacja · także w: Konserwacja, Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa wykonać jako wyodrębnioną jednostkę z własnym numerem wersji i sumą kontrolną (oddzielnie od oprogramowania standardowego i wizualizacji), tak aby jednoznaczna identyfikacja była technicznie możliwa.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Strona informacyjna na HMI pokazująca wersję i sumę kontrolną wszystkich komponentów oprogramowania istotnych dla bezpieczeństwa (zawsze łatwo dostępna bez logowania, załącznik III pkt 1.1.9 akapit czwarty), oznaczenie danych istotnych dla bezpieczeństwa w nazwach plików, menu i eksportach, porównanie z protokołem odbioru przy rozruchu. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wykaz oprogramowania i danych istotnych dla bezpieczeństwa wraz z wersjami (załącznik III pkt 1.7.4.2), instrukcja odczytu informacji o wersji, wskazówka o znaczeniu dla zgodności i o obowiązku zgłaszania odchyleń.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 43 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Niezabezpieczony dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa: Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa lub sterownika PLC bezpieczeństwa jest osiągalny bez hasła lub z domyślnymi danymi uwierzytelniającymi producenta; program bezpieczeństwa można nadpisać lub wprowadzić w stan zatrzymania podczas pracy, możliwe jest też wymuszanie wejść i wyjść. Funkcje ochronne stają się nieskuteczne lub elementy wykonawcze są sterowane bezpośrednio. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a]

Maszyna składowa: Sterownik bezpieczeństwa / inżynieria · także w: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa oddzielić fizycznie od sieci procesowej (osobny port, w zamkniętej szafie sterowniczej), w wersji seryjnej nie umożliwiać wymuszania sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa, zmianę programu dopuszczać wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania maszyny.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Indywidualne hasło do dostępu do programu bezpieczeństwa z obowiązkową zmianą hasła przy uruchomieniu, aktywna ochrona zapisu i poziomy ochrony dostępu sterownika, rejestrowanie wszystkich dostępów i zmian programu z wersją i sumą kontrolną, wyświetlanie stanu programu na HMI. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: ochrona dostępu i zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika, zakaz zmiany programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji, odesłanie do wymagań dotyczących istotnej modyfikacji.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) przez dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa. Dostęp ten musi pozostać możliwy na potrzeby uruchomienia, konserwacji i wyszukiwania usterek. W kroku 1 port programowania jest oddzielony od sieci procesowej wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej, wymuszanie (forcing) sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa jest w stanie dostawy wykluczone, a zmiany programu są dozwolone wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania. Po kroku 2 aktywne są indywidualne hasło, ochrona przed zapisem i poziomy ochrony dostępu, każdy dostęp i każda zmiana programu są rejestrowane wraz z wersją i sumą kontrolną, a stan programu można odczytać na panelu HMI (dowód zgodnie z IEC 62443-3-3 SR 1.1, 1.5, 2.1, 2.8, 3.4 i 7.7). Pozostałym ryzykiem jest nadużycie lub błąd osoby posiadającej ważne hasło i klucz do szafy. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek techniczny, który odróżniałby zmiany uprawnione od niewłaściwych; odchylenia można wykryć przez porównanie wersji i sumy kontrolnej z protokołem odbioru. Zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika maszyny oraz zakaz zmian programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.6 i 13).

Ustawianie (Zagrożenia: 24)

Nr 1 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i ścięciem przez stół obrotowy podczas automatycznego obrotu: Części ciała operatora (dłonie, ramiona) mogą zostać wciągnięte i zgniecione między stołem obrotowym a stałą środkową ścianką działową lub ogrodzeniem obwodowym, w szczególności przy sięganiu do stołu obrotowego w trakcie obrotu w celu przestawienia przesuniętego przedmiotu (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie).

Maszyna składowa: Stół obrotowy (zespół obrotowy) · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wymiary szczelin między krawędzią stołu obrotowego a stałą środkową ścianką działową oraz ogrodzeniem obwodowym należy zaprojektować tak, aby nie powstawały miejsca zgniecenia: szczeliny nie mogą być mniejsze niż minimalne odstępy podane w EN ISO 13854:2019, tabela 1 (25 mm dla palców, 100 mm dla dłoni, 120 mm dla ramienia, 500 mm dla ciała). Alternatywnie szczelinę należy utrzymać na tyle małą, aby żadna część ciała nie mogła w nią wejść (wymiary otworów zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4). Jeżeli nie da się osiągnąć żadnego z tych dwóch wymiarów szczeliny, geometrię ramy stołu należy ukształtować tak, aby nie powstał zbieżny klin (równoległe lub rozbieżne krawędzie zamiast zbieżnej szczeliny). Dodatkowo: masę i prędkość obrotową stołu obrotowego zmniejszyć do minimum wymaganego funkcjonalnie (dobór napędu), aby ograniczyć energię kinetyczną działającą w szczelinie zgniatającej.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe po stopniu 1: obszar obrotu pozostaje strefą niebezpieczną, do której nie wolno wchodzić przy działającym napędzie. Techniczne środki ochronne: 1. Zezwolenie na ruch obrotowy tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): ESPE (kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020) monitoruje cały obszar obrotu; rozmieszczenie i odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024. 2. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym (SF-01, PLr d; kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 3. Tryb ustawiania: ruch obrotowy wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym (SF-05, PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 4. Zatrzymanie awaryjne w strefie operatora zgodnie z EN ISO 13850:2015, zintegrowane w SF-03 (PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 5. Odcięcie energii przed interwencjami: zawór odcinający z mechanicznym zatrzaskiem (blokada) zgodnie z EN ISO 4414:2010; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym (EN ISO 14118:2018).

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wchodzenie w obszar obrotu przy pracującym lub niezabezpieczonym stole obrotowym jest zabronione. Przed każdą interwencją (np. przestawieniem przedmiotu) instalację należy całkowicie wyłączyć i zabezpieczyć (blokada i oznakowanie, LOTO). Dla trybu ustawiania obowiązuje odrębna procedura z użyciem urządzenia zezwalającego, opisana w instrukcji obsługi. 2. Znaki ostrzegawcze na maszynie: na stole obrotowym umieszczono znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak zakazu P015 „Zakaz sięgania” (zgodnie z EN ISO 7010:2020). 3. Kto może interweniować: ustawianie i usuwanie usterek mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby. Szkolenie należy powtarzać co najmniej raz w roku i dokumentować na piśmie. 4. Środki ochrony indywidualnej: rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem. Do obszaru obrotu wolno sięgać dopiero po zatrzymaniu stołu obrotowego. Obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 jest obowiązkowe w całym obszarze instalacji.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026



Ostrzeżenie przed niebezpieczeństwem zgniecenia

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1). Ciężkość pozostaje na poziomie 5: masa i napęd stołu obrotowego są niezbędne do obrotu o 180 stopni z ładunkiem do 2 x 40 kg wraz z przyrządami mocującymi w cyklu ok. 90 sekund i zostały już w kroku 1 ograniczone do poziomu koniecznego ze względów funkcjonalnych; szczeliny zaprojektowano zgodnie z EN ISO 13854:2019 i EN ISO 13857:2019, a krawędzie stołu nie mają zbieżnego kształtu klinowego. Dalsze zmniejszenie energii uniemożliwiłoby obrót. Po kroku 2 stół obraca się wyłącznie wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PL e), drzwi serwisowe są zaryglowane (SF-01, PL d), tryb ustawiania jest ograniczony do 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (SF-05), a przed każdą interwencją stół jest blokowany kształtowo. Do wypadku może zatem dojść tylko przy celowym sięgnięciu do obracającego się stołu z obejściem tych urządzeń; nie zidentyfikowano żadnego dodatkowego środka kroku 1 ani kroku 2, który utrudniłby to niewłaściwe użycie, nie uniemożliwiając obrotu. Zakaz oraz obowiązek odłączenia od źródeł energii przed każdą interwencją podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.2, 2.6 i 9.1), a na stole obrotowym umieszczono znaki W019, W024 i P015.

Nr 2 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i wciągnięciem przez robota spawalniczego (robot przemysłowy) w trybie ustawiania: Przy zmniejszonej prędkości (sterowanie impulsowe) operatorzy lub personel ustawiający mogą zostać zgnieceni lub wciągnięci między ramię robota a urządzenia peryferyjne (ogrodzenie obwodowe, stół obrotowy, przyrząd spawalniczy) wskutek nieoczekiwanych ruchów robota.

Maszyna składowa: Robot spawalniczy · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie prędkości do maksymalnie 250 mm/s (prędkość TCP) w trybie ustawiania przez sterownik robota jako samoistnie bezpieczny wymóg konstrukcyjny robota (EN ISO 10218-1:2025, pkt 5.2.7 i 5.5.3). Dodatkowo: minimalne odległości między skrajnymi położeniami robota w trybie ustawiania a stałymi urządzeniami peryferyjnymi (ogrodzenie obwodowe, stół obrotowy, przyrząd spawalniczy) należy zmaksymalizować konstrukcyjnie, w granicach, na jakie pozwala układ celi, aby geometrycznie ograniczyć miejsca zgniecenia i wciągnięcia. Pozostałe miejsca zgniecenia, w których nie osiągnięto minimalnego odstępu 500 mm (ciało) lub 300 mm (głowa) według EN ISO 13854:2019, tabela 1, i których nie można usunąć konstrukcyjnie, są przekazywane do stopnia 2 jako ryzyko resztkowe.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	SF-05 „Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania”, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023: funkcja bezpieczeństwa SLS (bezpiecznie ograniczona prędkość, w niniejszym dokumencie określana jako bezpiecznie zmniejszona prędkość) jest realizowana przez SRP/CS o PLr d. Urządzenie zezwalające (3-położeniowe, z funkcją paniki) zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7 musi być stale uruchomione; po zwolnieniu lub pełnym wciśnięciu inicjowane jest zatrzymanie kategorii 1 zgodnie z EN 60204-1:2018. Personel ustawiający nosi pulpit programowania przy sobie; pulpit programowania musi mieć wyłączne uprawnienie do zezwalania na ruch, dopóki w przestrzeni chronionej przebywają osoby (EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.5). Dostęp do przestrzeni chronionej w trybie ustawiania jest możliwy wyłącznie przez drzwi serwisowe z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025. Ryglowanie zwalnia drzwi dla trybu ustawiania dopiero po wybraniu trybu „Ustawianie” na zamykanym przełączniku wyboru trybu pracy. Odcięcie energii przed wejściem do przestrzeni chronionej bez pulpitu programowania: bezpieczne odcięcie zgodnie z EN ISO 14118:2018 (przygotowanie procedury blokady i oznakowania). Pozostałe miejsca zgniecenia sprawdzono pod kątem minimalnych odstępów zgodnie z EN ISO 13854:2019, tabela 1, podczas odbioru fabrycznego.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): tryb ustawiania wyłącznie przez poinstruowany i upoważniony personel ustawiający z udokumentowanymi kwalifikacjami operatora robota. Opis dopuszczalnych pozycji ciała i obszarów ruchu w trybie ustawiania. Oznakowanie ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020 oraz wskazówka „Zawsze mieć przy sobie urządzenie zezwalające”. Wymagania dotyczące ŚOI: obuwie bezpieczne S3 (EN ISO 20345), dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka wciągnięcia przez luźną odzież). Wskazówka w instrukcji obsługi, że wchodzenie do przestrzeni chronionej bez aktywnego pulpitu programowania i bez urządzenia zezwalającego jest zabronione.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026



Ostrzeżenie przed automatycznym uruchomieniem

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w trybie ustawiania. Uczenie i sprawdzanie torów spawania wymaga, aby osoba ustawiająca obserwowała palnik przy przyrządzie z bliskiej odległości podczas ruchu robota; z tego względu przebywania w przestrzeni chronionej nie można przy tym zadaniu wykluczyć środkami konstrukcyjnymi. W kroku 1 prędkość TCP ograniczono do 250 mm/s (EN ISO 10218-1:2025), a odległości od urządzeń peryferyjnych zwiększono w takim stopniu, na jaki pozwala układ instalacji. Po kroku 2 ruchy są możliwe wyłącznie z bezpiecznie monitorowaną prędkością (SF-05, PL d) przy stale przytrzymywanym trójpołożeniowym urządzeniu zezwalającym, pulpit programowania ma wyłączną kontrolę nad ruchem, a ryglowanie zwalnia drzwi serwisowe wyłącznie w trybie ustawiania wybranym na zamykanym przełączniku wyboru trybu pracy. Tym samym zrealizowano środki ochronne dla trybu ustawiania przewidziane w EN ISO 10218-2:2025; zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie można wskazać żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2, który nadal umożliwiałby ustawianie w pobliżu toru. Pozostałym ryzykiem jest zgniecenie wskutek błędu obsługi mimo urządzenia zezwalającego; kwalifikacje, dopuszczalne pozycje ciała i zachowanie w przestrzeni chronionej określono w instrukcji obsługi (rozdziały 2.3, 2.6 i 9.3).

Nr 4 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie zgnieceniem na styku stołu obrotowego i robota spawalniczego (strefa przekazania): Podczas obrotu załadowany przyrząd wchodzi w obszar roboczy robota; nieskoordynowane wejście robota w obszar obrotu lub brak blokady między ruchem stołu obrotowego a zezwoleniem dla robota może prowadzić do kolizji i obrażeń od zgniecenia.

Maszyna składowa: Interfejs: stół obrotowy / robot spawalniczy · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Promień obrotu stołu obrotowego i granica przestrzeni roboczej robota (obwiednia TCP) zostają uzgodnione już na etapie projektowania w taki sposób, aby maksymalny zakres obrotu przyrządu i minimalna przestrzeń robocza robota zachowywały między sobą geometryczny odstęp minimalny ≥ 500 mm (minimalny odstęp zapobiegający zgnieceniu ciała zgodnie z EN ISO 13854:2019, tabela 1), gdyby oba ruchy były aktywne jednocześnie. Dzięki temu strefa nakładania się jest zminimalizowana konstrukcyjnie; całkowite wyeliminowanie nakładania się nie jest możliwe przy tej topologii układu ze względu na ograniczenia funkcjonalne, dlatego pozostałe nakładanie się zabezpiecza stopień 2.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	SF-04 „Zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny” z PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 (graf ryzyka: S2/F2/P2). Realizacja jako funkcja bezpieczeństwa z blokadą w sterowniku bezpieczeństwa: (a) monitorowanie bezruchu robota: robot musi znajdować się w zdefiniowanym położeniu spoczynkowym poza obszarem obrotu i potwierdzić to bezpiecznym sygnałem zwrotnym (bezpieczne wyjście sterownika robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.7 i 5.5.8), zanim zostanie udzielone zezwolenie dla stołu obrotowego. (b) Zezwolenie stołu obrotowego dla robota: dopóki stół obrotowy nie znajduje się w położeniu krańcowym i nie jest zablokowany, sterownik robota nie otrzymuje sygnału zezwolenia dla obszaru wejścia; stół obrotowy jest zablokowany kształtowo w położeniu krańcowym. (c) Ryglowanie osłony drzwi serwisowych do obszaru obrotu zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym, ujęte w SF-01 (PLr d). (d) Zatrzymanie awaryjne całej instalacji zgodnie z EN ISO 13850:2015, ujęte w SF-03 (PLr d), kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018. (e) W trybie ustawiania obowiązuje SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość ≤ 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (PLr d); personel ustawiający może wejść w obszar obrotu wyłącznie przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i ze zmniejszoną prędkością. Odległość ogrodzenia obwodowego od obszaru obrotu spełnia EN ISO 13857:2019, tabela 2; ogrodzenie obwodowe jest zaprojektowane zgodnie z EN ISO 14120:2015.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis logiki blokady SF-04 oraz trybów pracy Automatyczny i Ustawianie; wyraźna wskazówka, że wchodzenie w obszar obrotu przy pracującej instalacji jest zabronione. Tryb ustawiania: wymaganie kwalifikacyjne do udokumentowania (wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany znający urządzenie zezwalające). Oznakowanie ostrzegawcze przy obszarze obrotu: znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020; przy drzwiach serwisowych dodatkowo uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345; w trybie ustawiania dodatkowo dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież). Wskazówka o ryzyku resztkowym w trybie ustawiania i przy wyszukiwaniu usterek: urządzenie zezwalające zawsze trzymać uruchomione, nigdy nie wchodzić w obszar obrotu bez urządzenia zezwalającego.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w strefie przekazania między stołem obrotowym a robotem. Robot musi sięgać do stanowiska, które właśnie zostało obrócone; całkowite geometryczne rozdzielenie obszaru obrotu i przestrzeni roboczej robota nie jest zatem przy tym układzie instalacji możliwe ze względów funkcjonalnych. W kroku 1 strefę nakładania się zmniejszono, zapewniając minimalną odległość 500 mm między promieniem obrotu a obwiednią ruchu TCP. Pozostała strefa nakładania się jest objęta wzajemną blokadą: stół obrotowy obraca się wyłącznie wtedy, gdy sterownik robota potwierdzi przez bezpieczne wyjście położenie spoczynkowe poza strefą obrotu, a robot otrzymuje zezwolenie dopiero wtedy, gdy stół jest zablokowany w położeniu krańcowym (SF-04, PL e według grafu ryzyka S2/F2/P2). Do wypadku może zatem dojść tylko w razie awarii tej blokady albo przy wejściu podczas pracy instalacji z obejściem ryglowania (SF-01). Zezwolenie zrealizowano już na wymaganym poziomie zapewnienia bezpieczeństwa; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie zmniejszyłby w mierzalny sposób prawdopodobieństwa wystąpienia. W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 z prędkością 250 mm/s i urządzeniem zezwalającym. Logikę blokad, zakaz wchodzenia i zachowanie w trybie ustawiania opisano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.5, 2.6 i 9.3).

Nr 5 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Spadanie przedmiotów lub elementów przyrządu wskutek awarii pneumatycznego urządzenia mocującego: W razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności elementy mocujące otwierają się w sposób niekontrolowany; przedmioty o masie do 40 kg mogą spaść ze stołu obrotowego i uderzyć osoby na stanowisku załadunku.

Maszyna składowa: Pneumatyczne urządzenie mocujące (stół obrotowy) · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastosowanie zacisków zamykanych pneumatycznie z zaworem zwrotnym sterowanym (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym bezpośrednio przy siłowniku mocującym: w razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności przewodu zasilającego ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłowniku, a przedmiot pozostaje zamocowany; zaciski otwierają się dopiero po aktywnym odblokowaniu zaworu sterowaniem. Siła mocowania jest zaprojektowana na maksymalną masę przedmiotu 40 kg z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 4414:2010. Dodatkowo: ograniczenie ciśnienia roboczego do poziomu wymaganego dla funkcji mocowania, aby zminimalizować zgromadzoną energię pneumatyczną (EN ISO 4414:2010).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Monitorowanie ciśnienia mocowania z funkcją bezpieczeństwa: presostat w przewodzie mocującym monitoruje ciśnienie mocowania; jeżeli ciśnienie spadnie poniżej minimalnego ciśnienia mocowania, zezwolenie na ruch obrotowy stołu obrotowego jest blokowane (powiązanie z SF-04, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). Dopóki ciśnienie mocowania nie zostało potwierdzone, stół obrotowy nie obraca się. 2. Blokada mechaniczna ruchu obrotowego: kształtowe zablokowanie stołu obrotowego w pozycji załadunku, aby zapobiec niezamierzonemu obrotowi z zamocowanym lub luźnym przedmiotem; blokada jest zwalniana dopiero po potwierdzeniu ciśnienia mocowania (sprzężenie z SF-04, PLr e). 3. Osłona/urządzenie wychwytujące: mechaniczne urządzenie wychwytujące (blacha odbojowa) pod stołem obrotowym, zaprojektowane na maksymalną masę przedmiotu 40 kg i maksymalną wysokość spadania, aby spadające elementy nie docierały do stanowiska załadunku; konstrukcja zgodnie z EN ISO 14120:2015. 4. Odległość bezpieczeństwa na stanowisku załadunku: rozmieszczenie stanowiska załadunku tak, aby strefa niebezpieczna pod stołem obrotowym znajdowała się poza zwykłym obszarem przebywania.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis zasady mocowania (zaciski zamykane pneumatycznie z zaworem podtrzymującym ciśnienie) i monitorowania ciśnienia mocowania; zakaz przebywania pod stołem obrotowym podczas pracy oraz podczas wyszukiwania usterek bez zabezpieczonego bezruchu; postępowanie w razie zaniku sprężonego powietrza (wyłączyć maszynę, przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem, zdjąć przedmiot dopiero po sprawdzeniu ciśnienia). 2. Odcięcie energii przed interwencjami: polecenie pełnego rozprężenia układu pneumatycznego przed pracami konserwacyjnymi i serwisowymi zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi i nieoczekiwanemu uwolnieniu energii); ze względu na zawór podtrzymujący ciśnienie ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłownikach mocujących, dlatego przed jakimikolwiek pracami przy urządzeniu mocującym zaciski należy otworzyć i rozprężyć; przewidzieć zawór odcinająco-odpowietrzający z możliwością zablokowania. 3. Oznakowanie ostrzegawcze: na stole obrotowym i na stanowisku załadunku umieścić znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020. 4. Kwalifikacje: wyszukiwanie usterek i prace ustawcze mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby wykwalifikowane; wymagania określić w instrukcji obsługi. 5. ŚOI: nakazać noszenie obuwia bezpiecznego (S3 zgodnie z EN ISO 20345) na stanowisku załadunku jako ochronę przed ryzykiem resztkowym.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 6 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu stołu obrotowego lub robota po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki: Brak skoordynowanego zabezpieczenia przed ponownym rozruchem (EN ISO 11161) może powodować, że poszczególne maszyny składowe uruchomią się samoczynnie, gdy w strefie niebezpiecznej nadal przebywają osoby.

Maszyna składowa: Cała instalacja (koordynacja ponownego rozruchu) · także w: Wyszukiwanie usterek, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: ponowny rozruch po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki jest zdarzeniem układu sterowania, którego przy zasadzie działania całej instalacji (skoordynowana praca automatyczna robota i stołu obrotowego) nie można wyeliminować konstrukcyjnie bez zniesienia funkcji maszyny. Nie istnieje żaden środek geometryczny ani energetyczny, który zapobiegałby samemu ponownemu rozruchowi bez zniesienia funkcji maszyny. Ochronę należy więc w całości zapewnić środkami stopnia 2 (układ sterowania i blokady).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Skoordynowane zabezpieczenie przed ponownym rozruchem zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: układ sterowania całej instalacji nie może zezwolić na ponowny rozruch maszyny składowej (stół obrotowy, robot), dopóki z bezpiecznego miejsca poza wszystkimi strefami niebezpiecznymi nie zostanie wydane świadome, ręczne polecenie ponownego rozruchu. Polecenie ponownego rozruchu nie może być wyzwalane automatycznie po potwierdzeniu zatrzymania awaryjnego ani po usunięciu usterki. 2. Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie, kategoria zatrzymania 1 przy otwarciu drzwi serwisowych, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) oraz SF-03 (zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) zapewniają bezpieczne doprowadzenie wszystkich napędów do bezruchu. Zabezpieczenie przed ponownym rozruchem jest zrealizowane jako integralna część funkcji bezpieczeństwa SF-01, SF-03 i SF-04 i wykonywane z ich odpowiednim PLr (SF-04: PLr e; SF-01 i SF-03: PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). 3. Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): stół obrotowy może wykonywać ruch obrotowy tylko wtedy, gdy kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 (usytuowana zgodnie z EN ISO 13855:2024) wykryła, że obszar obrotu jest wolny. Funkcja ta pozostaje aktywna po ponownym rozruchu i zapobiega uruchomieniu w obecności osób. 4. Funkcja bezpieczeństwa SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): w trybie ustawiania ponowny rozruch jest zezwalany wyłącznie za pomocą urządzenia zezwalającego (3-położeniowego zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7), tak aby wykluczyć nieoczekiwany ponowny rozruch z pełną prędkością. 5. Odłączenie zasilania i odcięcie energii zgodnie z EN ISO 14118:2018: przed wejściem do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy odłączyć zasilanie energią wszystkich odnośnych napędów (elektrycznych, pneumatycznych zgodnie z EN ISO 4414:2010) za pomocą zamykanego łącznika odcinającego i zabezpieczyć je przed niezamierzonym ponownym załączeniem (blokada i oznakowanie). Energię resztkową (zgromadzoną energię pneumatyczną) należy rozproszyć przed jakąkolwiek interwencją; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym. 6. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym: ryglowanie utrzymuje drzwi serwisowe zamknięte, dopóki niebezpieczne ruchy nie zostaną bezpiecznie zatrzymane (zakończone zatrzymanie kategorii 1). Integracja następuje w ramach SF-01 (PLr d).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis sekwencji ponownego rozruchu po zatrzymaniu awaryjnym i po usunięciu usterki; wyraźne stwierdzenie, że ponowny rozruch jest dopuszczalny dopiero po całkowitym opuszczeniu wszystkich stref niebezpiecznych i wydaniu ręcznego polecenia potwierdzenia z zewnątrz. Opis procedury blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018 dla wszystkich czynności konserwacyjnych i wyszukiwania usterek. 2. Oznakowanie ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych i przy urządzeniach potwierdzających: ostrzeżenie przed nieoczekiwanym ponownym rozruchem (znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020), wskazanie obowiązku potwierdzenia z zewnątrz. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: czynności ustawcze i konserwacyjne mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane, przeszkolone w zakresie procedury ponownego rozruchu i metody blokady i oznakowania (EN ISO 10218-2:2025, pkt 7.5.12). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wchodzenia do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy nosić obuwie bezpieczne (S3 zgodnie z EN ISO 20345); dodatkowe ŚOI zgodnie z ustaleniami użytkownika maszyny w ocenie ryzyka stanowiska pracy.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu. Ponowny rozruch jest zdarzeniem sterowania w ramach skoordynowanej pracy automatycznej robota i stołu obrotowego; nie istnieje środek konstrukcyjny, który by mu zapobiegał, nie uniemożliwiając działania celi (krok 1). Po kroku 2 układ sterowania całej instalacji zezwala na ponowny rozruch zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 wyłącznie po celowym poleceniu wydanym z pulpitu sterowniczego poza strefami niebezpiecznymi, blokada ponownego rozruchu jest częścią SF-01, SF-03 (PL d) i SF-04 (PL e), zezwolenie na obrót sprawdza obszar obrotu również po ponownym rozruchu, a zabezpieczenie na osobiste kłódki uniemożliwia zamknięcie drzwi serwisowych, dopóki wewnątrz celi przebywa osoba. Do wyszukiwania usterek i konserwacji przewidziano wyłącznik główny z możliwością zablokowania oraz zawór odcinający sprężone powietrze z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania zgodnie z EN ISO 14118:2018. Pozostałym ryzykiem jest rozruch, gdy osoba ani nie założy swojej kłódki, ani nie odłączy instalacji od źródeł energii, a jednocześnie zawiedzie blokada ponownego rozruchu. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek techniczny, który zastąpiłby odłączenie od źródeł energii przez daną osobę. Sekwencję ponownego rozruchu i procedurę odłączania od źródeł energii opisano w instrukcji obsługi (rozdziały 9.5 i 10.4).

Nr 7 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Brak lub brak koordynacji funkcji zatrzymania awaryjnego między maszynami składowymi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, układ odciągowy): Zatrzymanie awaryjne na jednej maszynie składowej niekoniecznie zatrzymuje wszystkie pozostałe maszyny składowe; osoby mogą być zagrożone przez elementy, które nadal pracują.

Maszyna składowa: Cała instalacja (koordynacja zatrzymania awaryjnego) · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: koordynacja kilku niezależnych sterowników wymaga koniecznie nadrzędnej logiki sterowania. Sam środek konstrukcyjny (geometria, ograniczenie energii, substytucja) nie może zastąpić brakującego połączenia obwodów zatrzymania awaryjnego. Zasada działania całej instalacji wymaga aktywnej koordynacji sterowania.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego (SF-03) zgodnie z EN ISO 13850:2015 i EN ISO 11161:2007+A1:2010: wszystkie urządzenia zatrzymania awaryjnego całej instalacji są włączone do wspólnego, nadrzędnego obwodu bezpieczeństwa, który po uruchomieniu w dowolnym miejscu doprowadza wszystkie niebezpieczne maszyny składowe (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, pneumatyka) do skoordynowanego bezruchu; układ odciągowy pracuje dalej ze względów eksploatacyjnych. Kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 (zatrzymanie kontrolowane, po którym następuje odłączenie energii): robot wykonuje kontrolowane zatrzymanie na swojej ścieżce, stół obrotowy hamuje aktywnie, źródło prądu spawania zostaje odłączone od zasilania, a zaciski pozostają zamknięte dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie. Dalsza praca układu odciągowego nie jest funkcją bezpieczeństwa, lecz jest wymagana eksploatacyjnie. Funkcja bezpieczeństwa SF-03 jest określona z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zrealizowana w kategorii 3 z PL d. Integracja robota następuje przez sterownik robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.3.3 (zakres działania zatrzymania awaryjnego, interfejs bezpieczeństwa do sterownika nadrzędnego). Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy projektować zgodnie z EN ISO 13850:2015 (przycisk grzybkowy, żółte tło, samoblokujący, odblokowanie wyłącznie świadomym działaniem). Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy rozmieścić tak, aby z każdego stanowiska obsługi co najmniej jedno z nich było osiągalne bez narażania się na zagrożenie (EN ISO 13850:2015). Blokada ponownego rozruchu: po zatrzymaniu awaryjnym konieczne jest ręczne zresetowanie, zanim instalacja będzie mogła zostać ponownie uruchomiona (EN ISO 13850:2015, pkt 4.1.4), aby zapobiec nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi zgodnie z EN ISO 14118:2018.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis topologii zatrzymania awaryjnego całej instalacji wraz z planem rozmieszczenia wszystkich urządzeń zatrzymania awaryjnego i zakresem działania każdego z nich. Jednoznaczne polecenie, że po zatrzymaniu awaryjnym przed zresetowaniem należy sprawdzić strefę niebezpieczną wszystkich maszyn składowych. Tryb ustawiania i wyszukiwanie usterek: polecenie, że interwencja w strefie niebezpiecznej jest dopuszczalna dopiero po całkowitym zatrzymaniu wszystkich maszyn składowych i zabezpieczeniu drzwi serwisowych przed zamknięciem (osobista kłódka w zabezpieczeniu kłódkowym). Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie i wyszukiwanie usterek wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany, znający topologię zatrzymania awaryjnego. Oznakowanie przy pulpicie sterowniczym: tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego (zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi), uzupełniona znakiem ostrzegawczym W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w zakresie koordynacji zatrzymania awaryjnego. Połączenie obwodów zatrzymania awaryjnego kilku maszyn składowych jest możliwe wyłącznie za pomocą układu sterowania; nie istnieje dla niego środek kroku 1. Zrealizowano nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego SF-03 w kategorii 3 z PL d, który z każdego urządzenia zatrzymania awaryjnego (pulpit sterowniczy, drzwi serwisowe, pulpit programowania) zatrzymuje jednocześnie robota, stół obrotowy, źródło prądu spawania i pneumatykę, z ręcznym resetowaniem zgodnie z EN ISO 13850:2015 i zakresem działania zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010; wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa został osiągnięty, a punkty badania dotyczące zatrzymania awaryjnego zakończyły się wynikiem pozytywnym. Pozostałym ryzykiem jest wybieg podczas zatrzymania sterowanego w kategorii zatrzymania 1. Kategorię tę wybrano, ponieważ robot hamuje w sposób sterowany wzdłuż swojego toru, a zaciski utrzymują przedmiot dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie; zatrzymanie w kategorii 0 oznaczałoby utratę tego sterowania bez wyeliminowania wybiegu. Zatrzymanie awaryjne jest uzupełniającym środkiem ochronnym i nie zastępuje żadnej osłony ani żadnego urządzenia ochronnego. Rozmieszczenie i zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.5 i 9.5) oraz na tabliczce tekstowej przy pulpicie sterowniczym.

Nr 8 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie skaleczeniem i ukłuciem przez drut spawalniczy (drut pełny 1,0 do 1,2 mm) przy palniku spawalniczym: Drut wystający z palnika działa jak igła; podczas ustawiania, zakładania drutu lub czyszczenia palnika dłonie i palce mogą zostać ukłute lub skaleczone.

Maszyna składowa: Palnik spawalniczy / podajnik drutu · także w: Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Automatyczne cofanie drutu po zakończeniu spawania: sterowanie podajnikiem drutu po każdym cyklu spawania automatycznie cofa drut o określoną wartość (5 do 10 mm) do palnika, tak aby ostry koniec drutu był schowany w końcówce prądowej i nie wystawał swobodnie. Konstrukcyjnie minimalizuje to miejsce zagrożenia (swobodnie wystający koniec drutu) w fazach cyklu życia: ustawianie i czyszczenie. Dodatkowo: dobór systemu podawania drutu, który w trybie wsuwu (ustawianie) przesuwa drut tylko przy stale wciśniętym przycisku (zasada hold-to-run), tak aby drut nie był przesuwany w sposób niekontrolowany.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Mechaniczne ograniczenie długości drutu: na szyjce palnika przewidziano nastawny ogranicznik długości drutu (nasadka ochronna palnika z określonym otworem), ograniczający maksymalną długość wystającego drutu do wymiaru minimalnego wymaganego dla procesu. 2. Blokada automatycznego podawania drutu: automatyczne podawanie drutu jest blokowane, gdy tylko drzwi serwisowe zostaną otwarte; przy otwartych drzwiach drut można podawać wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania. 3. Tryb wsuwu drutu: tryb wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania jest funkcją źródła prądu spawania, a nie funkcją bezpieczeństwa; ma zapobiegać niezamierzonemu szybkiemu podawaniu drutu. 4. Oznakowanie miejsca zagrożenia na palniku i podajniku drutu znakiem ostrzegawczym W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wyraźna wskazówka, że drut spawalniczy ma ostry koniec, który może przebić skórę nawet w spoczynku. Opis bezpiecznego postępowania przy zakładaniu drutu (podawać drut wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania, koniec drutu przycinać czysto szczypcami bocznymi, nigdy nie wyczuwać go gołą ręką). 2. Oznakowanie ostrzegawcze na uchwycie palnika i na podajniku drutu: znak ostrzegawczy W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: czynności przy palniku i podajniku drutu (zakładanie drutu, czyszczenie) mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane; wymaganie udokumentować w instrukcji obsługi. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas zakładania drutu i czyszczenia palnika należy nosić rękawice ochronne odporne na przecięcie (zgodnie z EN 388, odporność na przekłucie co najmniej poziom 2); wymaganie ująć w instrukcji obsługi oraz w komunikacie wywieszonym na stanowisku pracy. 5. Wskazówka dotycząca bezpiecznego przycinania końca drutu: przed każdą ręczną czynnością przy palniku koniec drutu należy przyciąć czysto i bez zadziorów odpowiednimi szczypcami bocznymi; narzędzie udostępnić na stanowisku pracy.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) od końcówki drutu. Do wytworzenia łuku drut musi wystawać z końcówki prądowej. Automatyczne cofanie drutu po każdym cyklu i tryb impulsowy działający na zasadzie ciągłego naciskania (krok 1), ograniczenie długości przez nasadkę ochronną palnika, zablokowanie automatycznego podawania drutu przy otwartych drzwiach serwisowych oraz obcinak drutu stacji czyszczenia palnika (krok 2) ograniczają odsłoniętą długość drutu do wymiaru wynikającego z procesu. Nawlekanie drutu przy jego wymianie i prace przy palniku pozostają czynnościami ręcznymi, przy których ręka z konieczności pracuje przy drucie; przy tych czynnościach nie można zastosować urządzenia ochronnego między ręką a drutem, dlatego dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest praktycznie wykonalny. Pozostała rana kłuta lub cięta jest odwracalna. Przeciwdziała się jej w kroku 3 przez stosowanie rękawic odpornych na przecięcie zgodnie z EN 388, czyste odcięcie końcówki drutu przed każdą czynnością ręczną, ograniczenie do poinstruowanego personelu oraz znak W022 na uchwycie palnika i na podajniku drutu (instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.6).

Nr 9 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie ergonomiczne oraz zagrożenie zgnieceniem podczas ręcznego załadunku i rozładunku przedmiotów o masie do 40 kg: Przedmioty do 15 kg są ładowane ręcznie, przedmioty powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny; w przypadku racjonalnie przewidywalnego niewłaściwego użytkowania (podnoszenie bez urządzenia wspomagającego) dochodzi do przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego oraz ryzyka utraty chwytu i następnie upadku przedmiotu na stopy lub dłonie.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku (stanowisko operatora) · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie masy przedmiotu przenoszonego ręcznie do maksymalnie 15 kg. Próg został ustalony przez producenta dla ok. 40 podniesień na godzinę i wynika z masy referencyjnej zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008. Dla przedmiotów powyżej 15 kg i do 40 kg przyrząd mocujący na stanowisku załadunku jest zaprojektowany tak, aby załadunek od góry za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny był możliwy bez przechwytywania (swobodny dostęp, głębokość wsunięcia, geometria ograniczników ustalających).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Stanowisko załadunku jest przygotowane na urządzenie wspomagające podnoszenie dostarczone przez użytkownika maszyny (urządzenie wspomagające podnoszenie nie wchodzi w zakres dostawy, udźwig co najmniej 40 kg, promień działania obejmujący całą strefę załadunku). Dostęp od góry jest swobodny, tak aby operator mógł dosięgnąć pozycji załadunku bez przechwytywania i puszczania przedmiotu. 2. Oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) obszaru odkładania i obrotu urządzenia wspomagającego podnoszenie na stanowisku załadunku, tak aby podczas załadunku operator nie stał pod zawieszonym ładunkiem. 3. Kurtyna świetlna na stanowisku załadunku (SF-02, PLr e) zabezpiecza strefę niebezpieczną otworu maszyny; nie chroni przed samym spadnięciem przedmiotu, ale ogranicza obszar, w którym podczas załadunku mogą znajdować się dłonie.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): jednoznaczne określenie zasady manipulacji (do 15 kg ręcznie, powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny, udźwig co najmniej 40 kg) oraz właściwych punktów zaczepienia na przedmiocie. Określenie postawy ciała podczas załadunku zgodnie z EN 1005-4. 2. Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. Tabliczka tekstowa „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie” bezpośrednio na stanowisku załadunku. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorzy muszą przed rozpoczęciem pracy zostać poinstruowani w zakresie użycia urządzenia wspomagającego podnoszenie i ergonomicznie prawidłowego przenoszenia (udokumentowany instruktaż). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 oraz rękawice ochronne (odporne na przecięcie, zapewniające pewny chwyt) należy określić jako minimalne ŚOI dla wszystkich czynności załadunku i rozładunku.

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) podczas załadunku i rozładunku. Przedmioty o masie do 40 kg wchodzą w zakres zamierzonego użytkowania, a ręczny załadunek stanowi koncepcję maszyny (instrukcja obsługi, rozdział 2.1); załadunek automatyczny byłby sprzeczny z tą koncepcją. W kroku 1 ręczne przenoszenie ograniczono do 15 kg (specyfikacja producenta wyprowadzona z masy odniesienia według EN 1005-2:2003+A1:2008), a przyrząd zaprojektowano tak, aby cięższe części były ładowane od góry za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie bez przechwytywania. Po kroku 2 stanowisko załadunku jest przygotowane do urządzenia wspomagającego podnoszenie zapewnianego przez użytkownika maszyny, a obszar ruchu jego wysięgnika jest oznaczony na podłodze. Maszyna nie jest w stanie określić, czy przedmiot o masie powyżej 15 kg jest podnoszony bez urządzenia wspomagającego podnoszenie; pozostałym ryzykiem jest to niewłaściwe użycie z przeciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego lub spadnięciem przedmiotu. Nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2, który zapobiegałby temu niewłaściwemu użyciu bez rezygnacji z ręcznego załadunku. Tabliczkę tekstową „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie”, obuwie bezpieczne S3, instruktaż personelu oraz obowiązek zapewnienia urządzenia wspomagającego podnoszenie przez użytkownika maszyny podano w instrukcji obsługi (rozdziały 1.2, 2.4 i 9.1).

Nr 10 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Konserwacja, Czyszczenie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Kable i węże (sprężone powietrze, gaz osłonowy) należy konstrukcyjnie wyprowadzić poza obszar podłogi stanowiska załadunku i przejścia serwisowego, prowadząc je w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych lub podwieszanych do sufitu systemach prowadzenia przewodów, tak aby nie powstawały miejsca grożące potknięciem. Przyłącza na stanowisku załadunku wykonać jako przyłącza podwieszane do sufitu lub ścienne panele gniazd. Narażenie podłogi na rozpryski spawalnicze zmniejszyć za pomocą zintegrowanych konstrukcyjnie blach osłonowych (osłony przeciwrozpryskowe) na stanowisku spawania, tak aby wyrzut w strefę operatora był zminimalizowany. Posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; wymaganie dotyczące miejsca ustawienia (antypoślizgowa okładzina podłogowa) jest przekazywane użytkownikowi maszyny w stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z pozostałych zagrożeń potknięciem i poślizgnięciem ogranicza się następującymi środkami technicznymi: (1) oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) do oznaczenia dróg komunikacyjnych i stref niebezpiecznych zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.15. (2) Odpowiednie stałe oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.4, tak aby przeszkody i mokre powierzchnie można było wcześnie zauważyć; oświetlenie zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837 zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. (3) Maty przeciwrozpryskowe w bezpośrednim obszarze spawania, łatwe do zdjęcia i oczyszczenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) wskazanie zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem wskutek rozprysków spawalniczych, węży i mokrych powierzchni; określić interwały czyszczenia i procedury czyszczenia powierzchni podłogi. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: wszystkie osoby wchodzące na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego muszą zostać poinstruowane o zagrożeniach i układzie dróg komunikacyjnych. (3) Wymagania dotyczące ŚOI: przy wchodzeniu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego należy nosić obuwie bezpieczne z podeszwą antypoślizgową (S3 zgodnie z EN ISO 20345). (4) Oznakowanie ostrzegawcze przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego: umieścić znak ostrzegawczy W011 „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. (5) Wymaganie dotyczące miejsca ustawienia: antypoślizgowa okładzina podłogowa na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym, klasa odporności na poślizg co najmniej R 11 zgodnie z niemiecką zasadą DGUV Regel 108-003.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) wskutek potknięcia, poślizgnięcia i upadku. W kroku 1 kable i węże wyprowadzono poza obszar podłogi, a osłony przeciwrozpryskowe ograniczają ilość rozprysków wynoszonych z celi. Pozostają rozpryski spawalnicze, które przedostają się na podłogę przez otwór otwarty na potrzeby załadunku, oraz mokre powierzchnie podczas czyszczenia. Otwór musi pozostać otwarty na potrzeby załadunku, a posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; dalsze środki konstrukcyjne na maszynie nie eliminują tych przyczyn. Po kroku 2 drogi komunikacyjne są oznakowane, stanowisko załadunku jest oświetlone natężeniem 500 lx, a przejście konserwacyjne natężeniem 200 lx, w strefie spawania zapewniono wyjmowane maty przeciwrozpryskowe; badanie miejsc grożących potknięciem i poślizgnięciem zakończyło się wynikiem pozytywnym. Każdy dalszy środek techniczny zastępowałby jedynie czyszczenie podłogi, które określono jako czynność codzienną. Codzienne czyszczenie (instrukcja obsługi, rozdział 10.2), antypoślizgowe obuwie bezpieczne S3, znaki W011 i W007 (rozdział 2.4) oraz wymaganie antypoślizgowej nawierzchni podłogi w miejscu instalacji (przegląd ryzyk resztkowych, rozdział 2.6) stanowią informacje dotyczące użytkowania.

Nr 11 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z równoczesnego wejścia kilku osób do różnych stref celi (EN ISO 11161): Druga osoba przebywa wewnątrz celi, a personel ustawiający nie jest tego świadomy; gdy robot lub stół obrotowy się uruchomi, druga osoba zostaje uderzona.

Maszyna składowa: Cała instalacja (dostęp do stref) · także w: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania całej instalacji wymaga dostępnych stref do prac ustawczych, konserwacyjnych i wyszukiwania usterek. Zagrożenie wynika z równoczesnej obecności kilku osób w różnych strefach, której nie można rozwiązać samą geometrią, odległością ani ograniczeniem energii bez pokrzyżowania celu eksploatacyjnego. Zmniejszenie energii robota lub stołu obrotowego do poziomu, który bezpiecznie wyklucza obrażenia, nie jest technicznie możliwe w tego typu instalacji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Ochrona osób przy wejściu kilku osób do celi zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: drzwi serwisowe mają zabezpieczenie na osobiste kłódki. Każda osoba wchodząca do celi zakłada swoją osobistą kłódkę na zabezpieczeniu otwartych drzwi. Dopóki założona jest kłódka, drzwi nie mogą zostać zamknięte, a tryb automatyczny nie może zostać uruchomiony. Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania, przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Potwierdzenie jest możliwe tylko z zewnątrz, przy pulpicie sterowniczym. 2. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1, tak aby osoby uwięzione w środku mogły w każdej chwili opuścić celę. 3. Zezwolenie na automatyczne uruchomienie (robot i stół obrotowy) jest zrealizowane jako funkcja bezpieczeństwa: automatyczne uruchomienie jest możliwe tylko wtedy, gdy drzwi serwisowe są zamknięte i utrzymywane w tym stanie przez ryglowanie, a potwierdzenie zostało wydane z zewnątrz. Funkcją dostępu jest SF-01 (bezpieczne zatrzymanie przy otwarciu drzwi serwisowych) z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023. Niezależnie od tego zezwolenie na obrót stołu obrotowego pozostaje zabezpieczone przez SF-04 (PLr e). 4. W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). Urządzenie zezwalające jest przypisane do osoby. Cela ma dokładnie jedno urządzenie zezwalające, na pulpicie programowania; ruchy w trybie ustawiania są więc dozwolone wyłącznie wtedy, gdy wewnątrz celi nie przebywa nikt poza osobą trzymającą urządzenie zezwalające (instrukcja postępowania: patrz stopień 3). 5. Odległości bezpieczeństwa między przestrzenią roboczą robota a miejscami przebywania osób spełniają EN ISO 13857:2019, tabela 2, oraz EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.6 i 5.8.9.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis ochrony osób przy drzwiach serwisowych (jedna osobista kłódka na osobę w zabezpieczeniu na kłódki, odblokowanie awaryjne od wewnątrz) oraz obowiązku założenia kłódki przed wejściem i zdjęcia jej dopiero po opuszczeniu celi. Instrukcja postępowania przy pracy wieloosobowej (ustawianie, konserwacja, wyszukiwanie usterek) z jednoznacznym przydziałem ról (osoba odpowiedzialna, koordynacja). 2. Znaki ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020, tabliczka tekstowa „Przed wejściem załóż swoją osobistą kłódkę”. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany w zakresie koncepcji wejścia wielu osób oraz używania zabezpieczenia na osobiste kłódki i odblokowania awaryjnego. Instruktaż należy udokumentować. 4. Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież) podczas przebywania wewnątrz celi.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) przy dostępie kilku osób. Prace ustawcze, konserwacyjne i wyszukiwanie usterek wymagają dostępnych stref; zagrożenia dla drugiej osoby nie można usunąć za pomocą geometrii ani ograniczenia energii (krok 1). Po kroku 2 każda wchodząca osoba zakłada swoją osobistą kłódkę w zabezpieczeniu na kłódki drzwi serwisowych; dopóki założona jest kłódka, drzwi nie można zamknąć, a trybu automatycznego nie można uruchomić, przy czym potwierdzenie jest możliwe wyłącznie z zewnątrz (SF-01, PL d). Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania z jednym, przypisanym do osoby urządzeniem zezwalającym i z prędkością 250 mm/s (SF-05, PL d), a odblokowanie awaryjne pozwala osobom w każdej chwili opuścić celę od wewnątrz. Ta ochrona osób jest zgodna z EN ISO 11161:2007+A1:2010. Pozostałym ryzykiem jest wejście osoby do celi bez własnej kłódki, podczas gdy osoba ustawiająca inicjuje ruchy; nawet wtedy instalacja porusza się wyłącznie ze zmniejszoną prędkością przy urządzeniu zezwalającym osoby ustawiającej. Założenie kłódki pozostaje czynnością każdej osoby z osobna; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2, który zapobiegałby temu niewłaściwemu użyciu bez ograniczania prac ustawczych. Procedura dla prac wykonywanych przez kilka osób, tabliczka tekstowa przy drzwiach i instruktaż personelu: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.5, 2.6 i 9.3.

Nr 13 Elektryczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie prądem spawania na przedmiocie i na przyrządzie: Obwód spawania przewodzi duże prądy (zwykle 100 do 350 A); w razie wadliwego połączenia z masą lub uszkodzenia izolacji osoby dotykające przedmiotu lub przyrządu mogą doznać porażenia prądem.

Maszyna składowa: Źródło prądu spawania / przyrząd · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ramę przyrządu i uchwyty przedmiotu należy zaprojektować tak, aby dotykalne powierzchnie przewodzące, które znajdują się w obwodzie prądu spawania, były konstrukcyjnie odizolowane galwanicznie od ramy maszyny za pomocą izolacji (płyty izolacyjne z epoksydu szklanego między płytą podstawy przyrządu a stołem maszyny oraz izolujące wkładki szczęk mocujących). Konstrukcyjnie przerywa to niezamierzoną drogę prądu przez ramę i dotykalne powierzchnie zewnętrzne. Dodatkowo: punkt przyłączenia przewodu masowego należy określić bezpośrednio na przedmiocie lub w wyznaczonym miejscu przyrządu niedostępnym dla operatora i zintegrować go przez ukształtowanie (wnęka, kanał prowadzący przewód) w taki sposób, aby nieprawidłowe umieszczenie zacisku masowego było konstrukcyjnie utrudnione.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Źródło prądu spawania: źródło prądu spawania ma klasę ochronności I i stopień ochrony IP23S zgodnie z EN IEC 60974-1; włączenie do łańcucha przewodów ochronnych całej instalacji należy wykonać zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 8 (przekroje przewodów ochronnych, punkty przyłączenia). 2. Monitorowanie połączenia z masą: monitorowanie prądu masowego źródła prądu spawania jest aktywne; w razie przerwania lub niedopuszczalnie dużej rezystancji przejścia proces spawania jest blokowany. Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL (nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1:2023); nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka. 3. Połączenia wyrównawcze: wszystkie przewodzące części przyrządu, które nie zostały celowo odizolowane, włącza się do ochronnych połączeń wyrównawczych instalacji (EN 60204-1:2018, pkt 8.2). 4. Ograniczenie dostępu podczas procesu spawania: stanowisko załadunku jest zabezpieczone kurtyną świetlną (SF-02, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023); podczas aktywnego spawania dostęp do strefy spawania uniemożliwiają drzwi serwisowe z blokadą (SF-01, PLr d) oraz logika zezwolenia stołu obrotowego (SF-04, PLr e), dzięki czemu dotknięcie części pod napięciem w trybie automatycznym jest wykluczone zarówno środkami konstrukcyjnymi, jak i sterowniczymi. 5. Prowadzenie przewodów: przewody spawalnicze i masowe prowadzi się w zamkniętych korytach kablowych lub rurach ochronnych (ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym); należy przestrzegać minimalnych promieni gięcia podanych przez producenta; przewody należy zabezpieczyć odciążeniem.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis prawidłowego podłączenia zacisku masowego (położenie, czyszczenie powierzchni styku, dopuszczalne obszary zaciskania); wskazówka, że dotykanie przedmiotu i przyrządu podczas procesu spawania jest zabronione; interwały kontroli izolacji i stanu przewodów (codzienna kontrola wzrokowa, co pół roku pomiar izolacji przez osobę wykwalifikowaną w zakresie elektrycznym, patrz rozdział 10.2). 2. Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie, wyszukiwanie usterek i konserwację źródła prądu spawania i jego przyłączy może wykonywać wyłącznie osoba wykwalifikowana w zakresie elektrycznym albo osoba poinstruowana w zakresie elektrycznym pod nadzorem takiej osoby (pojęcia zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 3.1). 3. Oznakowanie ostrzegawcze na przyrządzie i w strefie spawania: w dobrze widocznym miejscu umieścić znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020; umieścić tabliczkę tekstową „Przed rozpoczęciem spawania sprawdź zacisk masowy”. 4. Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: podczas ustawiania i wyszukiwania usterek w strefie spawania należy nosić rękawice izolacyjne (klasa ochrony odpowiednia dla niskiego napięcia) oraz odzież ochronną dla spawaczy.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 14 Elektryczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zakłócenia EMC między źródłem prądu spawania a sterownikiem bezpieczeństwa (sterownik robota, jednostka oceniająca kurtyny świetlnej, sterownik ryglowania osłony): Wysokoczęstotliwościowe impulsy zakłócające z łuku MAG mogą wpływać na funkcje bezpieczeństwa i prowadzić do fałszywego zadziałania lub, co jest bardziej krytyczne, do niewykrytej awarii funkcji bezpieczeństwa (EN ISO 11161).

Maszyna składowa: Cała instalacja (interfejs EMC) · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Przestrzenne i galwaniczne rozdzielenie obwodów spawania od obwodów bezpieczeństwa przez wymagania konstrukcyjne: (1) Przewód powrotny prądu spawania poprowadzić jako osobny przewód powrotny blisko przedmiotu, bezpośrednio z powrotem od przyrządu spawalniczego, tak aby nie powstawały wielkopowierzchniowe pętle prądowe działające jak anteny. (2) Przewody prądu spawania oraz przewody sygnałowe/sterownicze bezpieczeństwa prowadzić w oddzielnych korytach kablowych z minimalnym odstępem 200 mm (odstępy rozdzielające zgodnie z EN 50174-2 i EN 60204-1:2018, załącznik H); skrzyżowania wyłącznie pod kątem prostym. (3) Źródło prądu spawania i sterownik bezpieczeństwa uziemić na oddzielnych szynach wyrównawczych połączonych z niską impedancją z przewodem ochronnym instalacji, aby uniknąć wspólnych dróg impedancyjnych. Środki te zmniejszają sprzężenie u źródła bez potrzeby stosowania urządzenia ochronnego.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	W odniesieniu do pozostałego ryzyka resztkowego zakłóceń przewodzonych i promieniowanych: (1) Wszystkie przewody sygnałowe i sterownicze bezpieczeństwa (kurtyna świetlna SF-02, ryglowanie osłony SF-01, zezwolenie obrotu SF-04, zatrzymanie awaryjne SF-03) wykonać jako przewody ekranowane; ekran połączyć na obu końcach z niską impedancją z szyną wyrównawczą. (2) Na zasilaniu sterownika bezpieczeństwa i jednostki oceniającej kurtyny świetlnej zastosować filtry sieciowe (filtry przeciwzakłóceniowe), zaprojektowane zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 (wymagania dotyczące odporności dla środowisk przemysłowych). (3) Sterownik robota, jednostkę oceniającą kurtyny świetlnej i sterownik ryglowania osłony montować wyłącznie w szafach sterowniczych z ciągłym ekranowaniem (obudowy metalowe, wprowadzenia kablowe zgodne z EMC). (4) Sterownik bezpieczeństwa i wszystkie komponenty funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 muszą wykazywalnie spełniać wymagania odporności EN IEC 61000-6-2:2019 (dowody producentów komponentów znajdują się w dokumentacji). (5) Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (PLr d), SF-02 (PLr e), SF-03 (PLr d), SF-04 (PLr e) i SF-05 (PLr d) należy zwalidować zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 13849-2:2012; walidacja musi wykazać odporność SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, załącznik L, oraz środki przeciwdziałające uszkodzeniom spowodowanym wspólną przyczyną (CCF) (załącznik F). (6) Źródło prądu spawania: urządzenie z oznakowaniem CE i deklaracją zgodności UE obejmującą także dyrektywę EMC 2014/30/UE; emisja zaburzeń źródła zgodnie z EN IEC 60974-10 (EMC urządzeń do spawania łukowego), emisja zaburzeń całej instalacji zgodnie z EN IEC 61000-6-4:2019 (sprawozdanie z badań RSZ-2600-EMV-001). (7) Cała instalacja: przeprowadzić odbiorcze badanie EMC zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 w stanie roboczym z aktywnym procesem spawania, aby zweryfikować odporność funkcji bezpieczeństwa w rzeczywistych warunkach pracy.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) Wskazówka, że zmiany w prowadzeniu przewodów (przewody prądu spawania, przewody sterownicze) może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel ze znajomością EMC. (2) Wskazówka konserwacyjna: kontrola wzrokowa zakończeń ekranów, połączeń wyrównawczych i rozdziału koryt kablowych; interwał kontroli sześć miesięcy (patrz rozdział 10.2). (3) Wskazówka, że po każdej wymianie źródła prądu spawania, sterownika robota lub komponentów bezpieczeństwa konieczna jest ponowna kontrola funkcjonalna EMC funkcji bezpieczeństwa. (4) Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający (tryb pracy Ustawianie, SF-05 aktywna) należy poinstruować o wzorcach usterek sterowników bezpieczeństwa związanych z EMC. (5) Oznakowanie na szafie sterownika bezpieczeństwa: tabliczka tekstowa „Prowadzenie przewodów zmieniać wyłącznie zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001”.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 15 Termiczne — Ryzyko przed: S 3 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie oparzeniem od gorących przedmiotów i spoin: Świeżo spawane zespoły osiągają w strefie spoiny kilkaset stopni Celsjusza; zdjęcie bez odpowiednich rękawic ochronnych lub dotknięcie spoiny może spowodować ciężkie oparzenia.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku (strona odbioru) · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania spawania łukowego w osłonie gazu wymaga koniecznie wprowadzenia ciepła do przedmiotu; powstającej temperatury spoiny nie można fizycznie obniżyć do bezpiecznego poziomu bez wstrzymania samego procesu spawania. Zastąpienie procesu łączenia (np. klejeniem, skręcaniem) nie jest przewidziane i nie spełniałoby wymagań dotyczących produktu. Środka geometrycznego (odległość od spoiny przez ukształtowanie) nie da się zrealizować konstrukcyjnie w miejscu chwytu przy odbiorze, ponieważ operator musi chwycić zespół.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Wymuszony czas stygnięcia: blokada po stronie sterowania po zakończeniu spawania (timer w sterowaniu instalacji), podczas której zezwolenie na zdjęcie na stanowisku załadunku (strona odbioru) pozostaje zablokowane. Czas blokady jest zapisany dla każdego programu spawania; zależy od geometrii przedmiotu i ilości wprowadzonego ciepła. Funkcja ta nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 (brak przypisanego PLr), lecz blokadą związaną z procesem; zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia, ale nie zastępuje obowiązku stosowania ŚOI. 2. Lampka ostrzegawcza / urządzenie sygnalizacyjne: wskaźnik optyczny (czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru), który jest aktywny w czasie blokady stygnięcia i gaśnie, gdy tylko zostanie udzielone zezwolenie. 3. Osłona termiczna: stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą między strefą spawania a stanowiskiem odbioru chroni operatora przed ciepłem promieniowania (konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 w odniesieniu do granicznych temperatur dotyku jako odniesienia projektowego dla powierzchni, których można dotknąć nieumyślnie).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka oparzenia od gorących przedmiotów i spoin; określenie wymaganego czasu stygnięcia przed zdjęciem; obowiązek noszenia rękawic chroniących przed ciepłem (ŚOI kategorii II, odpowiednie dla ciepła kontaktowego zgodnie z EN 407, poziom skuteczności co najmniej poziom 3 dla ciepła kontaktowego) oraz w razie potrzeby ochrony przedramion. 2. Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku odbioru: znak ostrzegawczy W017 „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” i znak nakazu M009 „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na stanowisku załadunku (strona odbioru) ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.1). 3. Kwalifikacje i instruktaż: operatorów i personel ustawiający należy przed rozpoczęciem pracy poinstruować o ryzyku oparzenia, czasach stygnięcia i obowiązku stosowania ŚOI; instruktaż należy udokumentować. 4. Zapewnienie ŚOI: instrukcja obsługi musi zobowiązywać użytkownika maszyny do zapewnienia odpowiednich rękawic chroniących przed ciepłem (EN 407) i nadzorowania ich stosowania.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) od gorących przedmiotów. Wprowadzanie ciepła jest nieodłączną cechą procesu spawania i nie można go zmniejszyć do poziomu nieszkodliwego, a operator musi chwycić zespół (krok 1 wyczerpany). Po kroku 2 układ sterowania blokuje odbiór na czas stygnięcia zapisany dla każdego programu spawania, czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru wskazuje blokadę, a środkowa ścianka działowa osłania przed ciepłem promieniowania. Oczekiwanie, aż temperatura spoiny spadnie poniżej wartości granicznych temperatury dotyku zgodnie z EN ISO 13732-1:2008, znacznie przekroczyłoby czas cyklu wynoszący ok. 90 sekund i uniemożliwiłoby produkcję seryjną zgodną z zamierzonym użytkowaniem; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest zatem praktycznie wykonalny. Pozostałym ryzykiem jest dotknięcie obszarów spoiny, które po upływie czasu blokady stygnięcia są jeszcze ciepłe, co prowadzi do odwracalnego oparzenia. Przeciwdziała się temu przez stosowanie rękawic termoochronnych zgodnie z EN 407, znaki W017 i M009 po stronie odbioru oraz instruktaż personelu (instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.6 i 9.1).

Nr 16 Termiczne

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie oparzeniem i pożarem od rozprysków spawalniczych (lecące iskry): Podczas spawania MAG powstają rozpryski o temperaturze powyżej 1500 °C; mogą one upaść na materiały palne (opakowania, oleje, odzież) w otoczeniu i spowodować pożar lub oparzenia.

Maszyna składowa: Robot spawalniczy / strefa spawania · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Optymalizacja parametrów spawania w celu zminimalizowania rozprysków: zastosowanie procesu łukowego o niskim rozpryskiwaniu (np. łuk impulsowy lub łuk zwarciowy typu CMT) zamiast konwencjonalnego łuku zwarciowego, w zakresie, na jaki pozwala zadanie łączenia. Poprzez celowe zmniejszenie energii i ilości przenoszonych rozprysków konstrukcyjnie zmniejsza się prawdopodobieństwo, że rozpryski zdolne do zapłonu dotrą do materiałów palnych. Dodatkowo: strefę spawania należy usytuować tak, aby w promieniu ochronnym przed rozpryskami 1 m wokół strefy spawania nie były przechowywane ani prowadzone żadne palne materiały eksploatacyjne (oleje, smary, opakowania). Przewody z mediami palnymi należy wyprowadzić poza strefę rozprysków lub wyposażyć w osłony niepalne.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego; płyty wypełnienia i ścianka działowa są niepalne i odporne na rozpryski spawalnicze. Obudowa ta zapobiega przedostawaniu się rozprysków do ogólnej przestrzeni roboczej. W kierunku stanowiska załadunku strefę spawania osłania środkowa ścianka działowa stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą zgodnie z EN ISO 25980. 2. Układ odciągowy w strefie spawania: wychwytywanie dymów i cząstek spawalniczych bezpośrednio w miejscu powstawania zgodnie z EN ISO 21904-1:2020, aby odciągnąć rozżarzone cząstki i zmniejszyć obciążenie cieplne otoczenia. 3. Zabezpieczenie strefy wykluczenia 1 m wokół ogrodzenia obwodowego: trwałe żółto-czarne oznakowanie podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 oraz, jeśli to możliwe, bariery fizyczne; w strefie nie wolno składować ani odkładać żadnych przedmiotów. 4. Ochrona przeciwpożarowa: przy celi przewidzieć uchwyt na gaśnicę (CO2 lub proszkową, bez wody ze względu na instalację elektryczną); zapewnienie i kontrola środków gaśniczych należą do użytkownika maszyny (wskazówka w instrukcji obsługi, stopień 3). 5. Funkcje bezpieczeństwa: drzwi serwisowe są włączone do sterownika bezpieczeństwa przez SF-01 (PLr d), a otwór załadunku przez SF-02 (PLr e); spawanie odbywa się wyłącznie przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach serwisowych.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie promienia ochronnego przed rozpryskami i zakaz przechowywania materiałów palnych w strefie spawania. Określenie dopuszczalnych zakresów parametrów spawania (prąd, napięcie, posuw drutu) w celu zminimalizowania rozprysków. Wskazówki dotyczące regularnego usuwania rozprysków z powierzchni maszyny i strefy spawania (zmniejszenie obciążenia ogniowego). Instrukcja postępowania na wypadek pożaru (alarmowanie, gaszenie w początkowej fazie, ewakuacja). 2. Znaki ostrzegawcze na ogrodzeniu obwodowym zgodnie z EN ISO 7010:2020: ogólny znak ostrzegawczy W001 z dodatkowym tekstem „Zagrożenie pożarowe od rozprysków spawalniczych”. „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017) w strefie spawania. Znak nakazu M010 „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” przy drzwiach serwisowych. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i operatorzy muszą być przeszkoleni w obsłudze systemu spawalniczego i postępowaniu ze sprzętem ochrony przeciwpożarowej. Personel ustawiający musi mieć kwalifikacje spawacza lub równoważny udokumentowany instruktaż. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac ustawczych w strefie spawania należy nosić następujące ŚOI: trudnopalną odzież ochronną dla spawaczy (zgodnie z EN ISO 11611), rękawice spawalnicze (zgodnie z EN 12477), przyłbicę spawalniczą lub hełm spawalniczy z filtrem spawalniczym zgodnie z EN ISO 16321-2 (dawniej EN 169). W trybie automatycznym przy zamkniętych drzwiach serwisowych ŚOI spawacza nie są wymagane; wchodzenie do strefy spawania podczas pracy jest jednak zabronione (instrukcja obsługi).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 17 Termiczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Ryzyko oparzenia od gorącego palnika spawalniczego i szyjki palnika: Szyjka palnika i końcówka prądowa silnie się nagrzewają po procesie spawania; przy wymianie palnika, podczas czyszczenia lub ustawiania bez okresu stygnięcia dłonie i palce mogą ulec oparzeniu.

Maszyna składowa: Palnik spawalniczy · także w: Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastosowanie aktywnego chłodzenia palnika (palnik chłodzony wodą zamiast chłodzonego powietrzem): ciągłe chłodzenie wodą ogranicza konstrukcyjnie energię cieplną w szyjce palnika i na końcówce prądowej do znacznie niższego poziomu temperatury. Dodatkowo: uchwyt palnika i system wymiany są zaprojektowane tak, aby przy wymianie palnika operator dotykał wyłącznie rozprzężonych termicznie obszarów chwytu (rękojeść z tworzywa lub ceramiki, bez bezpośredniego kontaktu metalu z szyjką palnika). Konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 (próg oparzenia dla gołego metalu ok. 51 °C przy czasie kontaktu 1 min i 48 °C przy 10 min).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Monitorowanie czasu stygnięcia: czujnik temperatury na szyjce palnika przekazuje wartość do sterowania maszyny; HMI wskazuje zezwolenie na wymianę palnika i czyszczenie dopiero po spadku temperatury poniżej wartości granicznej. Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL według EN ISO 13849-1; nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka. 2. Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015); dostęp do palnika w celu konserwacji i czyszczenia odbywa się wyłącznie przez zabezpieczone drzwi serwisowe (SF-01, PLr d). Niezamierzony dostęp do gorącego palnika podczas pracy automatycznej jest w ten sposób wykluczony konstrukcyjnie. 3. Przewidzieć odkładnik palnika z termicznie izolowanym gniazdem (podkładka ceramiczna lub silikonowa) bezpośrednio na stanowisku spawania, tak aby palnik po zakończeniu procesu był odkładany w określony sposób, a nie na przewodzące powierzchnie metalowe.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wyraźnie podać czas stygnięcia po zakończeniu spawania przed każdą wymianą palnika, czyszczeniem lub pracami ustawczymi przy palniku (wartość orientacyjna zgodnie z danymi producenta palnika); uwzględnić procedurę wymiany palnika z krokiem „odczekać czas stygnięcia lub sprawdzić temperaturę”. 2. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić trwale i dobrze widocznie w obszarze palnika i na drzwiach serwisowych. 3. Kwalifikacje: wymianę palnika i czyszczenie mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby; instruktaż obejmuje ryzyko oparzenia, czasy stygnięcia i prawidłowe stosowanie ŚOI. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: rękawice chroniące przed ciepłem (odpowiednie dla ciepła kontaktowego, klasa ochrony zgodnie z EN 407) są obowiązkowe podczas wymiany palnika, czyszczenia i prac ustawczych przy palniku; wymaganie to należy podać w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” (M009 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 18 Promieniowanie — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie promieniowaniem optycznym łuku MAG (UV, widzialne, IR): Łuk emituje intensywne promieniowanie ultrafioletowe, widzialne i podczerwone; patrzenie na łuk bez ochrony (także przez otwarte drzwi serwisowe w trybie ustawiania) może powodować uszkodzenia oczu (zapalenie rogówki i spojówek, uszkodzenie siatkówki) i oparzenia skóry.

Maszyna składowa: Robot spawalniczy / strefa spawania · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania spawania MAG wymaga koniecznie otwartego łuku o dużej intensywności promieniowania; prądu, napięcia i energii łuku nie można obniżyć do poziomu, na którym zagrożenie promieniowaniem zostałoby wyeliminowane, bez przerwania procesu spawania. Geometryczne przeniesienie miejsca zagrożenia nie jest możliwe w zrobotyzowanym systemie spawalniczym ze zmieniającymi się pozycjami spawania.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Obudowa strefy spawania: ogrodzenie obwodowe z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą jako osłona stała zgodnie z EN ISO 14120:2015; płyty wypełnienia i powłoka (matowa czerń, powierzchnia pochłaniająca światło) mają być wykonane tak, aby na zewnątrz nie wydostawało się istotne odbicie UV/IR. Okna obserwacyjne i kurtyny spawalnicze zaprojektować zgodnie z EN ISO 25980. 2. Drzwi serwisowe: drzwi serwisowe wyposażyć w ryglowanie osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (blokada z ryglowaniem, odblokowanie awaryjne zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1). Funkcję bezpieczeństwa „SF-01 Bezpieczne zatrzymanie (kategoria zatrzymania 1) po otwarciu drzwi serwisowych” zrealizować z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023: ryglowanie zwalnia drzwi dopiero po zgaszeniu łuku i zatrzymaniu robota; odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024 nie musi więc być obliczana. 3. Tryb ustawiania przy otwartych drzwiach serwisowych: dopóki drzwi serwisowe są otwarte, źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01 (tor wyłączania sterownika bezpieczeństwa jak dla SF-03, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023), tak aby przy otwartych drzwiach nie można było zajarzyć łuku. Dodatkowa blokada zezwolenia na spawanie w sterowniku standardowym (zezwolenie na spawanie tylko przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach serwisowych) jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL. Funkcja „SF-05 Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania” (PLr d) dotyczy ruchów robota i stołu obrotowego. Przy zamkniętych drzwiach serwisowych przed promieniowaniem łuku chroni ryglowanie osłony (SF-01). 4. Ochrona przed promieniowaniem przy otworze załadunku: środkowa ścianka działowa stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą zgodnie z EN ISO 25980 osłania stanowisko załadunku, tak aby żadne promieniowanie bezpośrednie nie mogło dotrzeć do operatora.

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wskazanie zagrożenia promieniowaniem łuku MAG (UV, widzialne, IR) zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.1 i 1.7.4.2; stwierdzenie, że źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączane przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte; opis wymagań dotyczących ŚOI przy czynnościach ustawczych i konserwacyjnych w sąsiedztwie strefy spawania. 2. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi znać zagrożenie promieniowaniem związane ze spawaniem łukowym; instruktaż zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie ochrony pracowników przed sztucznym promieniowaniem optycznym (OStrV) należy wskazać w instrukcji obsługi jako obowiązek użytkownika maszyny. 3. Wymagania dotyczące ŚOI: przy czynnościach, przy których nie można całkowicie wykluczyć ryzyka resztkowego od promieniowania rozproszonego (np. odbicia podczas ustawiania w bezpośrednim sąsiedztwie): okulary spawalnicze lub przyłbica spawalnicza z filtrem spawalniczym zgodnie z EN ISO 16321-2 (dawniej EN 169), odzież ochronna odporna na UV i rękawice ochronne. 4. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: promieniowanie optyczne” (W027 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych i przy otworze załadunku; znaki nakazu „Nakaz stosowania ochrony oczu” (M004) i „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” (M010) zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić przy drzwiach serwisowych. 5. Dane o emisji: informacje o promieniowaniu optycznym łuku w instrukcji obsługi zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.10 i 1.7.4.2; podstawą są dane producenta źródła prądu spawania oraz ocena emisji promieniowania zgodnie z EN 12198 (promieniowanie maszyn).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 19 Promieniowanie — Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie polami elektromagnetycznymi (EMF) generowanymi przez źródło prądu spawania i przewody spawalnicze: Duże prądy spawania wytwarzają silne pola magnetyczne; osoby z aktywnymi implantami (rozruszniki serca, pompy insulinowe) mogą być zagrożone przez te pola.

Maszyna składowa: Źródło prądu spawania / przewody spawalnicze · także w: Eksploatacja, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Przewody spawalnicze (przewód prądowy i przewód powrotny) prowadzić i wiązać tak, aby przewód doprowadzający i powrotny znajdowały się w bliskim sąsiedztwie przestrzennym (skręcone lub równolegle prowadzone pary przewodów o minimalnej odległości między nimi): pola magnetyczne obu przewodów częściowo się znoszą, co znacznie zmniejsza wypadkowe natężenie pola w otoczeniu. Przewody utrzymywać możliwie jak najkrótsze technicznie i unikać zbędnego zwijania lub prowadzenia w pętlach, ponieważ pętle zwiększają natężenie pola. Źródło prądu spawania ustawić w pewnej odległości od stanowiska załadunku i pulpitu sterowniczego.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Zabezpieczyć dostęp do strefy spawania (cela spawalnicza) w czasie pracy istniejącą osłoną stałą (ogrodzenie obwodowe zgodnie z EN ISO 14120:2015), tak aby osoby nie mogły podchodzić do bezpośredniego sąsiedztwa aktywnych przewodów spawalniczych podczas pracy automatycznej. Drzwi serwisowe wykonać z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), które zezwala na wejście dopiero po wyłączeniu prądu spawania. W trybie ustawiania i podczas prac konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów: przed wejściem do strefy niebezpiecznej wyłączyć prąd spawania i zabezpieczyć przed ponownym włączeniem (odcięcie energii i bezruch zgodnie z EN ISO 14118:2018). Przewody spawalnicze prowadzą w całości wewnątrz ogrodzenia obwodowego, tak aby osoby znajdujące się poza celą zachowywały odległość od aktywnych przewodów.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: jednoznaczne stwierdzenie, że praca spawarki wytwarza silne pola elektromagnetyczne. Osoby z aktywnymi lub pasywnymi implantami metalowymi (rozruszniki serca, pompy insulinowe, implanty ślimakowe, implanty metalowe) nie mogą przebywać w bezpośrednim sąsiedztwie przewodów spawalniczych i źródła prądu spawania. Przed rozpoczęciem czynności ustawczych lub konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów należy wyłączyć prąd spawania. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany o zagrożeniu EMF; osoby ze znanymi implantami należy wykluczyć z czynności w bezpośrednim sąsiedztwie aktywnych przewodów spawalniczych. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: pole magnetyczne” (W006 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić przy drzwiach serwisowych, na stanowisku załadunku i na źródle prądu spawania. Dodatkowo w tych samych miejscach umieścić znak zakazu „Zakaz wstępu osobom z aktywnymi implantami serca” (P007 zgodnie z EN ISO 7010:2020). Emisję EMF należy opisać jakościowo w instrukcji obsługi; podstawą oceny są dane producenta źródła prądu spawania zgodnie z EN IEC 62822-2 (ocena urządzeń do spawania łukowego pod kątem narażenia osób na EMF).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 20 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie wdychaniem dymów i oparów spawalniczych (tlenki metali, mangan, tlenki żelaza): Spawanie MAG stali konstrukcyjnej wytwarza szkodliwe cząstki i gazy; przy niewystarczającym odciągu (nasycony wkład filtracyjny, wyłączony układ) stężenia w strefie oddychania operatora przekraczają wartości graniczne narażenia zawodowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (odciąg / strefa spawania) · także w: Eksploatacja, Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastąpienie materiału spawalniczego: zastosowanie elektrod z drutu pełnego o udokumentowanej zmniejszonej zawartości manganu (stop o niskiej zawartości Mn, np. zawartość Mn < 1,0 % według karty charakterystyki) zamiast elektrod z drutu proszkowego lub drutów o wysokiej zawartości manganu, w zakresie, na jaki pozwala zadanie spawalnicze (stal konstrukcyjna, jakość spoiny). Ponadto: optymalizacja parametrów spawania (napięcie łuku, prędkość posuwu drutu, skład gazu osłonowego) do ustawienia o małej emisji dymu zgodnie z zaleceniem producenta źródła prądu spawania, aby zminimalizować powstawanie dymu u źródła. Oba środki zmniejszają masę emitowanych zanieczyszczeń, a tym samym prawdopodobieństwo szkodliwej ekspozycji; ciężkość możliwej szkody pozostaje niezmieniona.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wentylacja techniczna i odciąg zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (odciąg dymów spawalniczych): wychwytywanie dymu spawalniczego przez okap nad strefą spawania o strumieniu objętości 1800 m³/h, który zapewnia prędkość wychwytu w miejscu powstawania. Układ odciągowy musi być wyposażony w monitorowanie filtra (presostat różnicowy), który wyzwala alarm, gdy wkład filtracyjny jest nasycony lub odciąg jest uszkodzony; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki (blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka). Osłonięcie strefy spawania ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego, aby zminimalizować przedostawanie się dymu do strefy operatora. Monitorowanie powietrza w pomieszczeniu pod kątem stężenia dymu spawalniczego na stanowisku załadunku jest zalecane jako dodatkowy środek ze strony użytkownika maszyny.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie emitowanych rodzajów dymu spawalniczego oraz wskazanie wartości granicznych narażenia zawodowego, których należy przestrzegać zgodnie z TRGS 900 i TRGS 528 (niemieckie reguły techniczne dotyczące substancji niebezpiecznych); polecenie regularnej kontroli i wymiany wkładów filtracyjnych (interwał konserwacji zgodnie z danymi producenta, EN ISO 21904-1:2020); zakaz pracy spawalniczej przy niesprawnym lub wyłączonym układzie odciągowym. Znaki ostrzegawcze przy strefie spawania: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy dym spawalniczy” oraz znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) jako oznakowanie ryzyka resztkowego. Wymaganie dotyczące ŚOI: półmaska filtrująca FFP3 zgodnie z EN 149 lub urządzenie filtrujące z wymuszonym obiegiem powietrza przy pracach ustawczych, konserwacyjnych i czyszczeniu w strefie spawania przy wyłączonym układzie odciągowym. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorów i personel ustawiający należy poinstruować o zagrożeniach związanych z dymem spawalniczym i prawidłowej obsłudze układu odciągowego (TRGS 528, pkt 5).

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) od dymów spawalniczych. Ciężkość wynika z właściwości dymów spawalniczych (tlenki metali, mangan) i pozostaje niezmieniona; proces MAG stanowi cel maszyny i nie może zostać zastąpiony innym. W kroku 1 przewidziano drut lity o niskiej zawartości manganu, na ile pozwala na to zadanie spawalnicze, oraz parametry o niskiej emisji dymów. Po kroku 2 okap wychwytujący nad strefą spawania wychwytuje dymy z wydajnością 1800 m³/h, w razie usterki odciągu lub nasycenia wkładu filtracyjnego cela zatrzymuje się w sposób sterowany (próg alarmu usterki 1400 m³/h), separacja odbywa się w klasie W3, a ogrodzenie obwodowe i środkowa ścianka działowa osłaniają stanowisko załadunku; wychwytywanie, skuteczność i klasę separacji zbadano. Całkowite zamknięcie nie jest możliwe, ponieważ otwór załadunku musi pozostać otwarty do ręcznego załadunku, a podczas prac w strefie spawania odciąg jest wyłączony; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 dla tego narażenia resztkowego. Pozostałe ryzyko obejmuje emisje resztkowe na stanowisku załadunku oraz narażenie podczas prac ustawczych, konserwacyjnych i czyszczących. Ochronę dróg oddechowych FFP3 przy tych pracach, zakaz spawania bez skutecznego odciągu, konserwację filtra oraz obowiązki użytkownika maszyny wynikające z TRGS 528 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 1.2, 2.6, 9.1 i 10.2).

Nr 24 Hałas

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie hałasem podczas procesu spawania MAG i od napędu stołu obrotowego: Proces spawania (hałas łuku, rozpryski) i napędy mechaniczne wytwarzają istotne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku załadunku; przy pracy ciągłej (praca dwuzmianowa, 16 h) dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h może osiągnąć lub przekroczyć wartości powodujące podjęcie działań wynikające z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV).

Maszyna składowa: Cała instalacja (strefa spawania / stół obrotowy) · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Redukcja hałasu u źródła środkami konstrukcyjnymi zgodnie z EN ISO 11688-1: (1) Optymalizacja procesu spawania: dobór parametrów spawania o niskiej emisji (łuk impulsowy zamiast łuku zwarciowego, gdzie jest to technicznie możliwe ze względu na proces), ponieważ łuk zwarciowy wytwarza większe rozpryski i większą emisję hałasu. (2) Obudowa napędu i izolacja hałasu materiałowego napędu stołu obrotowego: elastyczne zamocowanie silnika napędowego i przekładni na ramie maszyny, aby zmniejszyć przenoszenie hałasu materiałowego na powierzchnie wypromieniowujące. (3) Rama maszyny z profili dźwiękochłonnych lub tłumionych (np. poszycie z blachy z wyłożeniem matami tłumiącymi bitumicznymi) zamiast nietłumionych powierzchni blachy stalowej, aby zmniejszyć promieniowanie dźwięku. Pomiar i podanie wartości emisji hałasu zostaną przeprowadzone w stopniu 2 i stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	(1) Osłona akustyczna strefy spawania przez środkową ściankę działową stołu obrotowego i zamknięte płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego między strefą spawania a stanowiskiem załadunku. (2) Obudowa lub poszycie napędu stołu obrotowego materiałem dźwiękochłonnym, pod warunkiem zapewnienia dostępności serwisowej (poszycie zaprojektować jako osłonę zgodnie z EN ISO 14120:2015). (3) Pomiar hałasu na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202:2010 w reprezentatywnych warunkach pracy (tryb automatyczny, aktywne spawanie MAG, stół obrotowy w ruchu) w celu wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego emisji LpA (zmierzono: 84 dB(A), K = 2,5 dB). Dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h wyznacza użytkownik maszyny zgodnie z niemieckim rozporządzeniem o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV). Uwaga: nie dotyczy to żadnej funkcji bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1; wyznaczanie PLr nie ma zastosowania do tego zagrożenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	(1) Instrukcja obsługi (rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2 lit. u): podanie zmierzonego poziomu ciśnienia akustycznego emisji LpA na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202:2010 i EN ISO 4871:2009 (z niepewnością pomiaru K); jeżeli LpA przekracza 80 dB(A), dodatkowo podanie poziomu mocy akustycznej LWA zgodnie z EN ISO 3746:2010. Wskazówka o obowiązkach użytkownika maszyny wynikających z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV): ocena ryzyka, program redukcji hałasu od górnej wartości powodującej podjęcie działań LEX,8h 85 dB(A), obowiązek udostępnienia ochronników słuchu od 80 dB(A), obowiązek noszenia ochronników słuchu od 85 dB(A). (2) Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony słuchu” (M003 zgodnie z EN ISO 7010:2020), umieścić w wyraźnie widocznym miejscu. (3) Kwalifikacje i instruktaż: personel obsługujący jest instruowany przez użytkownika maszyny o zagrożeniu hałasem, wartościach powodujących podjęcie działań i prawidłowym stosowaniu ochronników słuchu. (4) Wymagania dotyczące ŚOI: odpowiednie ochronniki słuchu (nauszniki lub wkładki) o wystarczającej tłumienności (SNR), odpowiadającej wyznaczonemu przez użytkownika maszyny LEX,8h, zapewnia użytkownik maszyny; dobór zgodnie z EN 458.

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) od hałasu; ciężkość 4, ponieważ uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem jest nieodwracalne. Hałas łuku powstaje w samym procesie spawania; w kroku 1 przewidziano parametry spawania o niskiej emisji, izolację napędu stołu obrotowego od dźwięków materiałowych i wytłumioną obudowę. Po kroku 2 środkowa ścianka i pełne płyty wypełnienia ogrodzenia osłaniają stanowisko załadunku, a napęd jest obudowany. Wartości zmierzone na stanowisku załadunku wynoszą LpA = 84 dB(A) przy K = 2,5 dB zgodnie z EN ISO 11202:2010 oraz LWA = 96 dB(A) zgodnie z EN ISO 3746:2010. Otwór załadunku od strony operatora musi pozostać otwarty, dlatego dalsza obudowa z tej strony nie jest możliwa, a hałasu łuku nie można dalej zmniejszyć bez zmiany procesu; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest praktycznie wykonalny. Dzienny poziom ekspozycji na hałas zależy od organizacji pracy u użytkownika maszyny. Deklarację wartości emisji hałasu zgodnie z EN ISO 4871:2009, obowiązki dotyczące ochronników słuchu od 80 i 85 dB(A) oraz znak M003 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.4 i 3).

Nr 27 Ergonomiczne

Ryzyko przed: S 2 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 6**

Niewystarczające oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego: Niewystarczające natężenie oświetlenia utrudnia bezpieczny załadunek i rozładunek przedmiotów oraz wykonywanie prac konserwacyjnych i zwiększa ryzyko błędów i wypadków.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oświetlenie stanowiska pracy zintegrowane z maszyną na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym należy przewidzieć już w konstrukcji: oprawy są na stałe zintegrowane w konstrukcji maszyny (wbudowane w ramę ogrodzenia obwodowego), tak aby natężenie oświetlenia na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym było trwale zapewnione niezależnie od oświetlenia hali. Projekt wykonuje się zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8 (ergonomia) w połączeniu z EN 1837 (oświetlenie zintegrowane z maszyną); oświetlenie w stanie wykonania zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. Zintegrowanie w konstrukcji eliminuje zależność od zewnętrznych źródeł światła, które mogą być niewystarczające.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wskutek awarii lub zacienienia zintegrowanych opraw: monitorowanie gotowości eksploatacyjnej oświetlenia stanowiska pracy przez sterowanie maszyny (komunikat w razie awarii lampy). Ponadto obszary przejścia serwisowego oznaczyć odblaskowym żółto-czarnym oznakowaniem podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 (miejsca grożące potknięciem, granice przejścia) oraz znakiem ostrzegawczym W007 „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” zgodnie z EN ISO 7010:2020 przy miejscach grożących potknięciem. Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie jest wymagana do monitorowania oświetlenia; w razie awarii oświetlenia pracę należy przerwać (stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie natężenia oświetlenia stanowiska pracy: 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym; wskazówka, że w razie awarii zintegrowanego oświetlenia pracę należy przerwać do czasu przywrócenia oświetlenia. Tabliczka tekstowa na drzwiach serwisowych: „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia”. Wymaganie kwalifikacyjne: personel konserwacyjny musi zostać poinstruowany o sprawdzaniu działania oświetlenia przed rozpoczęciem pracy. Do krótkich kontroli w razie awarii oświetlenia używać odpowiednich przenośnych opraw; regularną pracę wznowić dopiero po przywróceniu oświetlenia.

Ryzyko po: S 2 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 2 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 30 Kombinacja

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z nieprawidłowej parametryzacji układu sterowania robota lub sterownika bezpieczeństwa (np. błędne odległości bezpieczeństwa, błędne limity prędkości w trybie ustawiania, błędne zezwolenia stref): Błędne parametry mogą powodować, że funkcje bezpieczeństwa nie działają zgodnie z przeznaczeniem, a przez to zagrażać osobom wskutek ruchów robota lub stołu obrotowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (sterowanie / sterownik bezpieczeństwa) · także w: Oddanie do użytku, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Parametry istotne dla bezpieczeństwa (limity prędkości, strefy ochronne, zezwolenia stref) są przechowywane wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa (sterownik PLC bezpieczeństwa) i chronione przed nieuprawnioną lub przypadkową zmianą przez chronioną hasłem, opartą na rolach koncepcję dostępu. Zestawy parametrów funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 są zapisane w sterowniku bezpieczeństwa jako niezmienne rekordy danych chronione sumą kontrolną (np. CRC-32 lub równoważną), tak aby każda niezamierzona zmiana była automatycznie wykrywana przy rozruchu systemu i wymuszany był stan bezpieczny. Zasada ta odpowiada samoistnie bezpiecznej zasadzie sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11 (zasady sterowania ograniczające występowanie zagrożeń) i zmniejsza możliwość, że błędne parametry w ogóle zaczną obowiązywać.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Wymóg walidacji przed zwolnieniem: każda zmiana parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wymaga udokumentowanego badania odbiorczego (próba funkcjonalna wszystkich dotkniętych funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05) przeprowadzonego przez dwie upoważnione osoby (zasada dwóch osób) przed ponownym uruchomieniem. Sterownik bezpieczeństwa nie może zezwolić na pracę automatyczną, dopóki nie zostanie wydane pozytywne potwierdzenie. Podstawa: EN ISO 13849-2:2012 (walidacja funkcji bezpieczeństwa) i EN ISO 11161:2007+A1:2010 (weryfikacja i walidacja zintegrowanych systemów wytwórczych). 2. Weryfikacja parametrów przez sterownik bezpieczeństwa: sterownik bezpieczeństwa (PLr e dla SF-02 i SF-04, PLr d dla SF-01, SF-03 i SF-05 zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) sprawdza spójność parametrów istotnych dla bezpieczeństwa z zapisanymi wartościami odniesienia (porównanie sum kontrolnych) przy rozruchu i cyklicznie. W razie rozbieżności wyzwalane jest zatrzymanie kategorii 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 i blokowany jest ponowny rozruch (brak automatycznego ponownego rozruchu zgodnie z EN ISO 14118:2018). 3. Tryb ustawiania SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s (SF-05, PLr d) jest ograniczona na poziomie sprzętowym w sterowniku bezpieczeństwa i nie może zostać nadpisana parametrami układu sterowania robota. Monitorowanie realizuje SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, kategoria i PL zgodnie z SF-05 (PLr d). 4. Zezwolenie strefy stołu obrotowego SF-04: zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy (SF-04, PLr e) jest udzielane wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa na podstawie zweryfikowanych sygnałów czujników; zezwolenie spowodowane samymi błędnymi parametrami stref w układzie sterowania robota jest wykluczone konstrukcyjnie. 5. Zarządzanie zmianami: wszystkie zmiany parametrów są zapisywane ze znacznikiem czasu, identyfikacją użytkownika oraz wartością poprzednią i następną w zabezpieczonym przed manipulacją dzienniku zmian (ślad audytowy) sterownika bezpieczeństwa. Podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis procedury zmiany parametrów w formie przewodnika krok po kroku, zestawienie wszystkich parametrów istotnych dla bezpieczeństwa dla każdej funkcji bezpieczeństwa (SF-01 do SF-05), obowiązek przeprowadzenia próby walidacyjnej po każdej zmianie oraz obowiązek dokumentowania w dzienniku zmian. 2. Wymaganie kwalifikacyjne: zmiany parametrów sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie personel specjalistyczny z udokumentowanymi kwalifikacjami w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego (np. certyfikat TÜV Functional Safety Engineer lub równoważny) i znajomością systemu. Należy to ująć w instrukcji obsługi i w instrukcji eksploatacyjnej. 3. Oznakowanie ostrzegawcze: na sterowniku bezpieczeństwa i szafie sterowniczej umieścić znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012 zgodnie z EN ISO 7010:2020) oraz uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Dodatkowo znak informacyjny o treści: „Zmiany parametrów wyłącznie przez upoważniony personel specjalistyczny; wymagana następnie próba walidacyjna”. 4. Lista kontrolna uruchomienia: przed każdym pierwszym uruchomieniem i po każdej zmianie parametrów należy wypełnić i podpisać listę kontrolną uruchomienia specyficzną dla instalacji (podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek nieprawidłowej parametryzacji. W kroku 1 parametry istotne dla bezpieczeństwa są przechowywane wyłącznie w sterowniku PLC bezpieczeństwa i chronione koncepcją dostępu opartą na rolach oraz zestawami parametrów zabezpieczonymi sumą kontrolną. Po kroku 2 sterownik PLC bezpieczeństwa sprawdza parametry względem wartości referencyjnych przy rozruchu i cyklicznie, a w razie odchylenia wyzwala zatrzymanie z blokadą ponownego rozruchu; ograniczenia prędkości SF-05 nie można nadpisać przez sterownik robota, zezwolenie na obrót SF-04 pochodzi wyłącznie ze sterownika PLC bezpieczeństwa, a każda zmiana jest rejestrowana i przed zwolnieniem walidowana według zasady czterech oczu zgodnie z EN ISO 13849-2:2012. Pozostałym ryzykiem jest parametr błędnie określony przez upoważniony personel i niewykryty podczas walidacji. Parametry muszą pozostać zmienialne na potrzeby uruchomienia, modyfikacji i nowych przyrządów mocujących; zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek, który wykrywałby wartość merytorycznie błędną, lecz prawidłowo wprowadzoną i zwalidowaną. Procedura zmian, kwalifikacje, lista kontrolna uruchomienia i tabliczka tekstowa dotycząca obowiązku walidacji na szafie sterowniczej: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.6.

Nr 32 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wskutek sięgania nad kurtyną świetlną lub pod nią na stanowisku załadunku (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie): Osoby sięgają z boku kurtyny świetlnej lub pod nią do obszaru obrotu, nie wyzwalając funkcji ochronnej; stół obrotowy lub robot może się uruchomić i przytrzasnąć dłonie lub ramiona.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku (interfejs kurtyny świetlnej) · także w: Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: stanowisko załadunku wymaga stale otwartego otworu dostępu do ręcznego podawania przedmiotów. Całkowite geometryczne zamknięcie tego otworu konstrukcyjnie uniemożliwiłoby działanie maszyny. Minimalne odstępy zgodnie z EN ISO 13854:2019 nie mogą jako środek konstrukcyjny zapobiec obejściu kurtyny świetlnej z boku, dopóki otwór musi pozostać dostępny dla operatora. Ograniczenie siły lub energii na stole obrotowym lub robocie do poziomu niestwarzającego zagrożenia (stopień 1) nie jest technicznie możliwe przy występujących masach i momentach bez pogorszenia funkcji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Pole ochronne i zabezpieczenie przed sięganiem pod: kurtynę świetlną (typ 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020, SF-02, PLr e) ustawić tak, aby pole ochronne w pełni obejmowało otwór załadunku. Pozostałe otwory poniżej i obok pola ochronnego zamknąć osłonami stałymi (EN ISO 14120:2015) zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, tak aby sięganie pod polem ochronnym lub wokół niego było niemożliwe. 2. Osłona boczna: po obu stronach kurtyny świetlnej należy zamontować osłony stałe (panele boczne lub prowadnice kanałowe) zgodnie z EN ISO 14120:2015, aby konstrukcyjnie zapobiec obejściu z boku. Głębokość tych osłon bocznych należy określić zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4 (odległość bezpieczeństwa w zależności od wielkości otworu), tak aby strefa niebezpieczna nie była dostępna z kierunku bocznego. 3. Specyfikacja kurtyny świetlnej: kurtynę świetlną należy dobrać jako typ 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 i włączyć do funkcji bezpieczeństwa SF-02 (PLr e). Odległość bezpieczeństwa między kurtyną świetlną a najbliższą strefą niebezpieczną należy obliczyć i zachować zgodnie z EN ISO 13855:2024 (sięganie przez, rozdzielczość 30 mm do wykrywania dłoni). Integracja z układem sterowania następuje zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, PLr e (SF-02).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): jednoznaczne stwierdzenie, że obchodzenie kurtyny świetlnej z boku lub sięganie pod nią jest zabronione i omija funkcję bezpieczeństwa SF-02. Opis prawidłowej czynności załadunku (wkładać przedmiot od przodu przez kurtynę świetlną). Wskazówka o zagrożeniu ze strony stołu obrotowego i robota, gdy funkcja ochronna nie została wyzwolona. 2. Znaki ostrzegawcze (EN ISO 7010:2020): „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” (W024) umieścić po obu stronach paneli bocznych i na ramie kurtyny świetlnej. Znak zakazu „Zakaz sięgania” (P015) przy otworze dostępu. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: w trybie ustawiania (SF-05, PLr d, bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym) mogą pracować wyłącznie poinstruowani specjaliści znający działanie i ograniczenia kurtyny świetlnej. Wymaganie to należy zapisać w instrukcji obsługi i w dokumentacji instruktażu. 4. ŚOI: rękawice ochronne nie chronią przed zagrożeniami zgniecenia i pochwycenia ze strony stołu obrotowego lub robota i nie nadają się jako środek ochronny przed tym zagrożeniem. Tę wskazówkę należy zamieścić w instrukcji obsługi, aby uniknąć błędnych założeń.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek sięgania z boku kurtyny świetlnej lub pod nią. Otwór załadunku musi być stale otwarty do załadunku w cyklu ok. 90 sekund, a ograniczenie siły lub energii stołu obrotowego i robota nie jest wykonalne (krok 1). Po kroku 2 kurtyna świetlna typu 4 o rozdzielczości 30 mm (SF-02, PL e, kategoria 4) obejmuje otwór bez mutingu, boki oraz otwory pod polem ochronnym i obok niego są zamknięte osłonami stałymi zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, a odległość bezpieczeństwa jest obliczona zgodnie z EN ISO 13855:2024; zmierzona droga wybiegu stołu obrotowego wynosząca 45 mm jest mniejsza od dopuszczalnej wartości 60 mm. Osłona ruchoma przy otworze musiałaby otwierać się i zamykać w każdym cyklu i tworzyłaby własne miejsce zgniecenia na krawędzi zamykającej; w porównaniu z zastosowanym rozwiązaniem nie zmniejsza ona ryzyka. Pozostałym ryzykiem jest celowe mostkowanie, na przykład przez zaklejenie pola ochronnego. Zakaz, codzienną kontrolę prętem testowym, znaki W024 i P015 przy otworze oraz wskazówkę, że rękawice nie chronią przed zgnieceniem, podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.2, 2.4, 9.1 i 9.4).

Nr 36 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Manipulacja parametrami istotnymi dla bezpieczeństwa przez sieć: Nieuprawniony dostęp zapisu przez magistralę polową, OPC UA lub interfejs MES zmienia parametry istotne dla bezpieczeństwa (np. monitorowanie drzwi serwisowych, parametry kurtyny świetlnej, limit prędkości w trybie ustawiania). Funkcja ochronna staje się nieskuteczna lub maszyna pracuje poza granicami określonymi w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Maszyna składowa: Układ sterowania / sieć · także w: Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Parametry istotne dla bezpieczeństwa przechowywać wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa i co do zasady uniemożliwić ich zapis przez sieć procesową (dostęp zapisu rozdzielony fizycznie lub architektonicznie, sieć bezpieczeństwa wydzielona od komunikacji standardowej). Wartości graniczne wynikające z oceny ryzyka zapisać w programie bezpieczeństwa jako stałe, a nie jako dane receptur.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Uwierzytelnianie i autoryzacja dla każdego dostępu zapisu (role, brak haseł domyślnych), kontrola integralności konfiguracji istotnej dla bezpieczeństwa (suma kontrolna/CRC z procedurą zatwierdzania), kontrola wiarygodności wartości przychodzących względem dopuszczalnych granic, rejestrowanie każdej zmiany parametru ze znacznikiem czasu i użytkownikiem. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 2.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 5.1, SR 2.8.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wymagania dotyczące sieci wobec użytkownika (segmentacja, zapora sieciowa, brak bezpośredniego połączenia sterowania z internetem), wykaz parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wraz z informacją, że zmiany może wprowadzać wyłącznie upoważniony personel, a po każdej zmianie należy sprawdzić działanie funkcji bezpieczeństwa.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 37 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Niezamierzone uszkodzenie wskutek błędnej konfiguracji lub błędu obsługi: Wczytano błędny plik receptury lub parametrów, nie skonfigurowano ról i haseł (aktywne hasło domyślne), konfiguracja po usterce została przywrócona niekompletnie. Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa odbiegają niezauważenie od zatwierdzonej konfiguracji. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d, 1.2.1 akapit drugi lit. e]

Maszyna składowa: HMI / parametryzacja · także w: Eksploatacja, Oddanie do użytku

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa oddzielić od receptur procesowych, tak aby zmiana receptury ich nie zmieniała; zakresy wartości w sterowniku bezpieczeństwa sztywno ograniczyć (granice wynikające z oceny ryzyka, załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. d).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wymuszona zmiana hasła przy uruchomieniu, model ról z zatwierdzaniem na zasadzie dwóch osób dla zmian istotnych dla bezpieczeństwa, porównanie aktywnej konfiguracji z zatwierdzonym wzorcem (suma kontrolna) przy rozruchu z wyświetleniem każdej rozbieżności, dziennik zmian. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: lista kontrolna uruchomienia (hasła, role, zabezpieczenie konfiguracji wzorcowej), opis danych określonych jako istotne dla bezpieczeństwa, polecenie sprawdzenia działania po zmianach konfiguracji.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Eksploatacja (Zagrożenia: 29)

Nr 1 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i ścięciem przez stół obrotowy podczas automatycznego obrotu: Części ciała operatora (dłonie, ramiona) mogą zostać wciągnięte i zgniecione między stołem obrotowym a stałą środkową ścianką działową lub ogrodzeniem obwodowym, w szczególności przy sięganiu do stołu obrotowego w trakcie obrotu w celu przestawienia przesuniętego przedmiotu (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie).

Maszyna składowa: Stół obrotowy (zespół obrotowy) · także w: Ustawianie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wymiary szczelin między krawędzią stołu obrotowego a stałą środkową ścianką działową oraz ogrodzeniem obwodowym należy zaprojektować tak, aby nie powstawały miejsca zgniecenia: szczeliny nie mogą być mniejsze niż minimalne odstępy podane w EN ISO 13854:2019, tabela 1 (25 mm dla palców, 100 mm dla dłoni, 120 mm dla ramienia, 500 mm dla ciała). Alternatywnie szczelinę należy utrzymać na tyle małą, aby żadna część ciała nie mogła w nią wejść (wymiary otworów zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4). Jeżeli nie da się osiągnąć żadnego z tych dwóch wymiarów szczeliny, geometrię ramy stołu należy ukształtować tak, aby nie powstał zbieżny klin (równoległe lub rozbieżne krawędzie zamiast zbieżnej szczeliny). Dodatkowo: masę i prędkość obrotową stołu obrotowego zmniejszyć do minimum wymaganego funkcjonalnie (dobór napędu), aby ograniczyć energię kinetyczną działającą w szczelinie zgniatającej.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe po stopniu 1: obszar obrotu pozostaje strefą niebezpieczną, do której nie wolno wchodzić przy działającym napędzie. Techniczne środki ochronne: 1. Zezwolenie na ruch obrotowy tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): ESPE (kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020) monitoruje cały obszar obrotu; rozmieszczenie i odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024. 2. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym (SF-01, PLr d; kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 3. Tryb ustawiania: ruch obrotowy wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym (SF-05, PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 4. Zatrzymanie awaryjne w strefie operatora zgodnie z EN ISO 13850:2015, zintegrowane w SF-03 (PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 5. Odcięcie energii przed interwencjami: zawór odcinający z mechanicznym zatrzaskiem (blokada) zgodnie z EN ISO 4414:2010; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym (EN ISO 14118:2018).

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wchodzenie w obszar obrotu przy pracującym lub niezabezpieczonym stole obrotowym jest zabronione. Przed każdą interwencją (np. przestawieniem przedmiotu) instalację należy całkowicie wyłączyć i zabezpieczyć (blokada i oznakowanie, LOTO). Dla trybu ustawiania obowiązuje odrębna procedura z użyciem urządzenia zezwalającego, opisana w instrukcji obsługi. 2. Znaki ostrzegawcze na maszynie: na stole obrotowym umieszczono znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak zakazu P015 „Zakaz sięgania” (zgodnie z EN ISO 7010:2020). 3. Kto może interweniować: ustawianie i usuwanie usterek mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby. Szkolenie należy powtarzać co najmniej raz w roku i dokumentować na piśmie. 4. Środki ochrony indywidualnej: rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem. Do obszaru obrotu wolno sięgać dopiero po zatrzymaniu stołu obrotowego. Obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 jest obowiązkowe w całym obszarze instalacji.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026



Ostrzeżenie przed niebezpieczeństwem zgniecenia

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1). Ciężkość pozostaje na poziomie 5: masa i napęd stołu obrotowego są niezbędne do obrotu o 180 stopni z ładunkiem do 2 x 40 kg wraz z przyrządami mocującymi w cyklu ok. 90 sekund i zostały już w kroku 1 ograniczone do poziomu koniecznego ze względów funkcjonalnych; szczeliny zaprojektowano zgodnie z EN ISO 13854:2019 i EN ISO 13857:2019, a krawędzie stołu nie mają zbieżnego kształtu klinowego. Dalsze zmniejszenie energii uniemożliwiłoby obrót. Po kroku 2 stół obraca się wyłącznie wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PL e), drzwi serwisowe są zaryglowane (SF-01, PL d), tryb ustawiania jest ograniczony do 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (SF-05), a przed każdą interwencją stół jest blokowany kształtowo. Do wypadku może zatem dojść tylko przy celowym sięgnięciu do obracającego się stołu z obejściem tych urządzeń; nie zidentyfikowano żadnego dodatkowego środka kroku 1 ani kroku 2, który utrudniłby to niewłaściwe użycie, nie uniemożliwiając obrotu. Zakaz oraz obowiązek odłączenia od źródeł energii przed każdą interwencją podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.2, 2.6 i 9.1), a na stole obrotowym umieszczono znaki W019, W024 i P015.

Nr 3 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie uderzeniem i zgnieceniem przez robota spawalniczego w trybie automatycznym przy nieuprawnionym wejściu: Osoby, które przechodzą przez ogrodzenie obwodowe lub manipulują przy drzwiach serwisowych, zostają uderzone przez oś robota poruszającą się z pełną prędkością i siłą albo przyciśnięte do stałych elementów.

Maszyna składowa: Robot spawalniczy · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania robota spawalniczego wymaga swobodnego, szybkiego ruchu ramienia robota z pełnym obciążeniem w przestrzeni roboczej. Ograniczenie siły lub prędkości do poziomu nieszkodliwego dla osób (siła uderzenia poniżej progu bólu) jest technicznie niezgodne z wymaganymi parametrami procesu w trybie automatycznym i uniemożliwiłoby proces spawania. Geometryczne usunięcie strefy niebezpiecznej samym kształtowaniem nie jest możliwe w przypadku 6-osiowego robota przemysłowego.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Osłona stała: stałe ogrodzenie obwodowe z wypełnieniem nieprzepuszczającym światła łuku oraz oknami obserwacyjnymi z filtrami spawalniczymi zgodnie z EN ISO 14120:2015 wokół całej przestrzeni roboczej robota, wysokość 2200 mm. Wysokość i odległość od strefy niebezpiecznej należy zaprojektować zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 2, tak aby nie było możliwe ani sięgnięcie górą, ani przejście przez ogrodzenie bez pomocy. Pozostałe otwory należy zaprojektować zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, tak aby nie było możliwe sięgnięcie pod ogrodzeniem ani przez nie do strefy niebezpiecznej. 2. Drzwi serwisowe z blokadą i ryglowaniem (SF-01): drzwi serwisowe są osłoną blokującą z ryglowaniem zgodnie z EN ISO 14119:2025. Otwarcie drzwi uruchamia SF-01 „Bezpieczne zatrzymanie, kategoria zatrzymania 1”. Ryglowanie utrzymuje drzwi zamknięte do czasu bezpiecznego zatrzymania robota. Należy przewidzieć odblokowanie awaryjne zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1. SF-01 jest określona z PLr d; integracja w sterowniku bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1:2023. 3. Ochrona urządzeń ochronnych przed obejściem: urządzenie blokujące drzwi serwisowych jest zabezpieczone przed obejściem zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 8: wysoce kodowany element uruchamiający zgodnie z EN ISO 14119:2025, wyłącznik i element uruchamiający zamocowane nierozłącznymi elementami złącznymi. Dodatkowo: panele ogrodzenia obwodowego należy mocować tak, aby można je było zwolnić wyłącznie narzędziem (bez zamknięć szybkorozłączalnych), tak aby nieuprawnione otwarcie bez narzędzia nie było możliwe. 4. Urządzenia zatrzymania awaryjnego (SF-03): urządzenia zatrzymania awaryjnego przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania zgodnie z EN ISO 13850:2015, zintegrowane w SF-03 „Zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1”, PLr d. 5. Ochrona przed nieoczekiwanym ponownym rozruchem: należy zapewnić odcięcie energii i zabezpieczenie przed ponownym uruchomieniem zgodnie z EN ISO 14118:2018; ponowny rozruch po otwarciu drzwi wyłącznie po świadomym potwierdzeniu na pulpicie sterowniczym usytuowanym poza strefą niebezpieczną. 6. Tryb ustawiania (SF-05): w trybie ustawiania ruch robota wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i z urządzeniem zezwalającym zgodnie z SF-05, PLr d; integracja zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.5.6 i 5.7.7, oraz EN ISO 13849-1:2023.

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis zasad dostępu do przestrzeni roboczej robota, zakaz przechodzenia przez ogrodzenie obwodowe, procedura odcięcia energii przed wejściem (blokada i oznakowanie zgodnie z EN ISO 14118:2018), wymagania kwalifikacyjne dla operatorów i personelu ustawiającego (instruktaż w zakresie bezpieczeństwa robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025). 2. Oznakowanie ostrzegawcze na ogrodzeniu obwodowym i przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020 oraz uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Oznakowanie należy umieścić tak, aby było wyraźnie widoczne i trwałe. 3. Instruktaż: personel obsługujący i personel ustawiający należy poinstruować przed pierwszym uruchomieniem, a następnie w regularnych odstępach czasu. Nieuprawnionemu wejściu należy zapobiegać środkami organizacyjnymi (kontrola dostępu, przełącznik kluczykowy do wyboru trybu pracy zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.2). 4. Wskazówka o ryzyku resztkowym w instrukcji obsługi: mimo wszystkich środków ochronnych istnieje ryzyko resztkowe w przypadku manipulacji przy urządzeniach ochronnych; wskazanie konsekwencji prawnokarnych i odpowiedzialności za manipulację.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w przypadku nieuprawnionego wejścia podczas pracy automatycznej. Ograniczenia siły lub prędkości robota do poziomu nieszkodliwego dla osób nie da się pogodzić z parametrami procesu spawania (krok 1), dlatego ciężkość pozostaje na poziomie 5. Przestrzeń robocza robota jest ze wszystkich stron zamknięta ogrodzeniem obwodowym o wysokości 2200 mm zgodnie z EN ISO 14120:2015, z odległościami zgodnymi z EN ISO 13857:2019, panele można zdjąć wyłącznie za pomocą narzędzia, a jedyne drzwi są blokowane i ryglowane (SF-01, PL d) oraz zabezpieczone przed obejściem zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 8, za pomocą elementu uruchamiającego o wysokim poziomie kodowania i nierozłącznych elementów złącznych. Wejście wymaga zatem celowego przejścia przez ogrodzenie z użyciem środków pomocniczych lub manipulacji z użyciem narzędzi. W przypadku celowego obejścia z użyciem narzędzi kolejne urządzenie ochronne nie zapewnia zasadniczo innej ochrony, ponieważ można je obejść porównywalnym nakładem pracy; środki przeciwko racjonalnie przewidywalnemu obejściu zostały zrealizowane. Zakaz i skutki manipulacji, zasady dostępu oraz instruktaż personelu podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.2, 2.5 i 2.6), a na ogrodzeniu i drzwiach umieszczono znaki W018 i D-P006.

Nr 4 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie zgnieceniem na styku stołu obrotowego i robota spawalniczego (strefa przekazania): Podczas obrotu załadowany przyrząd wchodzi w obszar roboczy robota; nieskoordynowane wejście robota w obszar obrotu lub brak blokady między ruchem stołu obrotowego a zezwoleniem dla robota może prowadzić do kolizji i obrażeń od zgniecenia.

Maszyna składowa: Interfejs: stół obrotowy / robot spawalniczy · także w: Ustawianie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Promień obrotu stołu obrotowego i granica przestrzeni roboczej robota (obwiednia TCP) zostają uzgodnione już na etapie projektowania w taki sposób, aby maksymalny zakres obrotu przyrządu i minimalna przestrzeń robocza robota zachowywały między sobą geometryczny odstęp minimalny ≥ 500 mm (minimalny odstęp zapobiegający zgnieceniu ciała zgodnie z EN ISO 13854:2019, tabela 1), gdyby oba ruchy były aktywne jednocześnie. Dzięki temu strefa nakładania się jest zminimalizowana konstrukcyjnie; całkowite wyeliminowanie nakładania się nie jest możliwe przy tej topologii układu ze względu na ograniczenia funkcjonalne, dlatego pozostałe nakładanie się zabezpiecza stopień 2.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	SF-04 „Zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny” z PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 (graf ryzyka: S2/F2/P2). Realizacja jako funkcja bezpieczeństwa z blokadą w sterowniku bezpieczeństwa: (a) monitorowanie bezruchu robota: robot musi znajdować się w zdefiniowanym położeniu spoczynkowym poza obszarem obrotu i potwierdzić to bezpiecznym sygnałem zwrotnym (bezpieczne wyjście sterownika robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.7 i 5.5.8), zanim zostanie udzielone zezwolenie dla stołu obrotowego. (b) Zezwolenie stołu obrotowego dla robota: dopóki stół obrotowy nie znajduje się w położeniu krańcowym i nie jest zablokowany, sterownik robota nie otrzymuje sygnału zezwolenia dla obszaru wejścia; stół obrotowy jest zablokowany kształtowo w położeniu krańcowym. (c) Ryglowanie osłony drzwi serwisowych do obszaru obrotu zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym, ujęte w SF-01 (PLr d). (d) Zatrzymanie awaryjne całej instalacji zgodnie z EN ISO 13850:2015, ujęte w SF-03 (PLr d), kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018. (e) W trybie ustawiania obowiązuje SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość ≤ 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (PLr d); personel ustawiający może wejść w obszar obrotu wyłącznie przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i ze zmniejszoną prędkością. Odległość ogrodzenia obwodowego od obszaru obrotu spełnia EN ISO 13857:2019, tabela 2; ogrodzenie obwodowe jest zaprojektowane zgodnie z EN ISO 14120:2015.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis logiki blokady SF-04 oraz trybów pracy Automatyczny i Ustawianie; wyraźna wskazówka, że wchodzenie w obszar obrotu przy pracującej instalacji jest zabronione. Tryb ustawiania: wymaganie kwalifikacyjne do udokumentowania (wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany znający urządzenie zezwalające). Oznakowanie ostrzegawcze przy obszarze obrotu: znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020; przy drzwiach serwisowych dodatkowo uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345; w trybie ustawiania dodatkowo dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież). Wskazówka o ryzyku resztkowym w trybie ustawiania i przy wyszukiwaniu usterek: urządzenie zezwalające zawsze trzymać uruchomione, nigdy nie wchodzić w obszar obrotu bez urządzenia zezwalającego.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w strefie przekazania między stołem obrotowym a robotem. Robot musi sięgać do stanowiska, które właśnie zostało obrócone; całkowite geometryczne rozdzielenie obszaru obrotu i przestrzeni roboczej robota nie jest zatem przy tym układzie instalacji możliwe ze względów funkcjonalnych. W kroku 1 strefę nakładania się zmniejszono, zapewniając minimalną odległość 500 mm między promieniem obrotu a obwiednią ruchu TCP. Pozostała strefa nakładania się jest objęta wzajemną blokadą: stół obrotowy obraca się wyłącznie wtedy, gdy sterownik robota potwierdzi przez bezpieczne wyjście położenie spoczynkowe poza strefą obrotu, a robot otrzymuje zezwolenie dopiero wtedy, gdy stół jest zablokowany w położeniu krańcowym (SF-04, PL e według grafu ryzyka S2/F2/P2). Do wypadku może zatem dojść tylko w razie awarii tej blokady albo przy wejściu podczas pracy instalacji z obejściem ryglowania (SF-01). Zezwolenie zrealizowano już na wymaganym poziomie zapewnienia bezpieczeństwa; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie zmniejszyłby w mierzalny sposób prawdopodobieństwa wystąpienia. W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 z prędkością 250 mm/s i urządzeniem zezwalającym. Logikę blokad, zakaz wchodzenia i zachowanie w trybie ustawiania opisano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.5, 2.6 i 9.3).

Nr 5 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Spadanie przedmiotów lub elementów przyrządu wskutek awarii pneumatycznego urządzenia mocującego: W razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności elementy mocujące otwierają się w sposób niekontrolowany; przedmioty o masie do 40 kg mogą spaść ze stołu obrotowego i uderzyć osoby na stanowisku załadunku.

Maszyna składowa: Pneumatyczne urządzenie mocujące (stół obrotowy) · także w: Ustawianie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastosowanie zacisków zamykanych pneumatycznie z zaworem zwrotnym sterowanym (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym bezpośrednio przy siłowniku mocującym: w razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności przewodu zasilającego ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłowniku, a przedmiot pozostaje zamocowany; zaciski otwierają się dopiero po aktywnym odblokowaniu zaworu sterowaniem. Siła mocowania jest zaprojektowana na maksymalną masę przedmiotu 40 kg z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 4414:2010. Dodatkowo: ograniczenie ciśnienia roboczego do poziomu wymaganego dla funkcji mocowania, aby zminimalizować zgromadzoną energię pneumatyczną (EN ISO 4414:2010).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Monitorowanie ciśnienia mocowania z funkcją bezpieczeństwa: presostat w przewodzie mocującym monitoruje ciśnienie mocowania; jeżeli ciśnienie spadnie poniżej minimalnego ciśnienia mocowania, zezwolenie na ruch obrotowy stołu obrotowego jest blokowane (powiązanie z SF-04, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). Dopóki ciśnienie mocowania nie zostało potwierdzone, stół obrotowy nie obraca się. 2. Blokada mechaniczna ruchu obrotowego: kształtowe zablokowanie stołu obrotowego w pozycji załadunku, aby zapobiec niezamierzonemu obrotowi z zamocowanym lub luźnym przedmiotem; blokada jest zwalniana dopiero po potwierdzeniu ciśnienia mocowania (sprzężenie z SF-04, PLr e). 3. Osłona/urządzenie wychwytujące: mechaniczne urządzenie wychwytujące (blacha odbojowa) pod stołem obrotowym, zaprojektowane na maksymalną masę przedmiotu 40 kg i maksymalną wysokość spadania, aby spadające elementy nie docierały do stanowiska załadunku; konstrukcja zgodnie z EN ISO 14120:2015. 4. Odległość bezpieczeństwa na stanowisku załadunku: rozmieszczenie stanowiska załadunku tak, aby strefa niebezpieczna pod stołem obrotowym znajdowała się poza zwykłym obszarem przebywania.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis zasady mocowania (zaciski zamykane pneumatycznie z zaworem podtrzymującym ciśnienie) i monitorowania ciśnienia mocowania; zakaz przebywania pod stołem obrotowym podczas pracy oraz podczas wyszukiwania usterek bez zabezpieczonego bezruchu; postępowanie w razie zaniku sprężonego powietrza (wyłączyć maszynę, przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem, zdjąć przedmiot dopiero po sprawdzeniu ciśnienia). 2. Odcięcie energii przed interwencjami: polecenie pełnego rozprężenia układu pneumatycznego przed pracami konserwacyjnymi i serwisowymi zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi i nieoczekiwanemu uwolnieniu energii); ze względu na zawór podtrzymujący ciśnienie ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłownikach mocujących, dlatego przed jakimikolwiek pracami przy urządzeniu mocującym zaciski należy otworzyć i rozprężyć; przewidzieć zawór odcinająco-odpowietrzający z możliwością zablokowania. 3. Oznakowanie ostrzegawcze: na stole obrotowym i na stanowisku załadunku umieścić znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020. 4. Kwalifikacje: wyszukiwanie usterek i prace ustawcze mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby wykwalifikowane; wymagania określić w instrukcji obsługi. 5. ŚOI: nakazać noszenie obuwia bezpiecznego (S3 zgodnie z EN ISO 20345) na stanowisku załadunku jako ochronę przed ryzykiem resztkowym.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 7 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Brak lub brak koordynacji funkcji zatrzymania awaryjnego między maszynami składowymi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, układ odciągowy): Zatrzymanie awaryjne na jednej maszynie składowej niekoniecznie zatrzymuje wszystkie pozostałe maszyny składowe; osoby mogą być zagrożone przez elementy, które nadal pracują.

Maszyna składowa: Cała instalacja (koordynacja zatrzymania awaryjnego) · także w: Ustawianie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: koordynacja kilku niezależnych sterowników wymaga koniecznie nadrzędnej logiki sterowania. Sam środek konstrukcyjny (geometria, ograniczenie energii, substytucja) nie może zastąpić brakującego połączenia obwodów zatrzymania awaryjnego. Zasada działania całej instalacji wymaga aktywnej koordynacji sterowania.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego (SF-03) zgodnie z EN ISO 13850:2015 i EN ISO 11161:2007+A1:2010: wszystkie urządzenia zatrzymania awaryjnego całej instalacji są włączone do wspólnego, nadrzędnego obwodu bezpieczeństwa, który po uruchomieniu w dowolnym miejscu doprowadza wszystkie niebezpieczne maszyny składowe (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, pneumatyka) do skoordynowanego bezruchu; układ odciągowy pracuje dalej ze względów eksploatacyjnych. Kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 (zatrzymanie kontrolowane, po którym następuje odłączenie energii): robot wykonuje kontrolowane zatrzymanie na swojej ścieżce, stół obrotowy hamuje aktywnie, źródło prądu spawania zostaje odłączone od zasilania, a zaciski pozostają zamknięte dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie. Dalsza praca układu odciągowego nie jest funkcją bezpieczeństwa, lecz jest wymagana eksploatacyjnie. Funkcja bezpieczeństwa SF-03 jest określona z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zrealizowana w kategorii 3 z PL d. Integracja robota następuje przez sterownik robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.3.3 (zakres działania zatrzymania awaryjnego, interfejs bezpieczeństwa do sterownika nadrzędnego). Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy projektować zgodnie z EN ISO 13850:2015 (przycisk grzybkowy, żółte tło, samoblokujący, odblokowanie wyłącznie świadomym działaniem). Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy rozmieścić tak, aby z każdego stanowiska obsługi co najmniej jedno z nich było osiągalne bez narażania się na zagrożenie (EN ISO 13850:2015). Blokada ponownego rozruchu: po zatrzymaniu awaryjnym konieczne jest ręczne zresetowanie, zanim instalacja będzie mogła zostać ponownie uruchomiona (EN ISO 13850:2015, pkt 4.1.4), aby zapobiec nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi zgodnie z EN ISO 14118:2018.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis topologii zatrzymania awaryjnego całej instalacji wraz z planem rozmieszczenia wszystkich urządzeń zatrzymania awaryjnego i zakresem działania każdego z nich. Jednoznaczne polecenie, że po zatrzymaniu awaryjnym przed zresetowaniem należy sprawdzić strefę niebezpieczną wszystkich maszyn składowych. Tryb ustawiania i wyszukiwanie usterek: polecenie, że interwencja w strefie niebezpiecznej jest dopuszczalna dopiero po całkowitym zatrzymaniu wszystkich maszyn składowych i zabezpieczeniu drzwi serwisowych przed zamknięciem (osobista kłódka w zabezpieczeniu kłódkowym). Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie i wyszukiwanie usterek wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany, znający topologię zatrzymania awaryjnego. Oznakowanie przy pulpicie sterowniczym: tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego (zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi), uzupełniona znakiem ostrzegawczym W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w zakresie koordynacji zatrzymania awaryjnego. Połączenie obwodów zatrzymania awaryjnego kilku maszyn składowych jest możliwe wyłącznie za pomocą układu sterowania; nie istnieje dla niego środek kroku 1. Zrealizowano nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego SF-03 w kategorii 3 z PL d, który z każdego urządzenia zatrzymania awaryjnego (pulpit sterowniczy, drzwi serwisowe, pulpit programowania) zatrzymuje jednocześnie robota, stół obrotowy, źródło prądu spawania i pneumatykę, z ręcznym resetowaniem zgodnie z EN ISO 13850:2015 i zakresem działania zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010; wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa został osiągnięty, a punkty badania dotyczące zatrzymania awaryjnego zakończyły się wynikiem pozytywnym. Pozostałym ryzykiem jest wybieg podczas zatrzymania sterowanego w kategorii zatrzymania 1. Kategorię tę wybrano, ponieważ robot hamuje w sposób sterowany wzdłuż swojego toru, a zaciski utrzymują przedmiot dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie; zatrzymanie w kategorii 0 oznaczałoby utratę tego sterowania bez wyeliminowania wybiegu. Zatrzymanie awaryjne jest uzupełniającym środkiem ochronnym i nie zastępuje żadnej osłony ani żadnego urządzenia ochronnego. Rozmieszczenie i zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.5 i 9.5) oraz na tabliczce tekstowej przy pulpicie sterowniczym.

Nr 9 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie ergonomiczne oraz zagrożenie zgnieceniem podczas ręcznego załadunku i rozładunku przedmiotów o masie do 40 kg: Przedmioty do 15 kg są ładowane ręcznie, przedmioty powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny; w przypadku racjonalnie przewidywalnego niewłaściwego użytkowania (podnoszenie bez urządzenia wspomagającego) dochodzi do przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego oraz ryzyka utraty chwytu i następnie upadku przedmiotu na stopy lub dłonie.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku (stanowisko operatora) · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie masy przedmiotu przenoszonego ręcznie do maksymalnie 15 kg. Próg został ustalony przez producenta dla ok. 40 podniesień na godzinę i wynika z masy referencyjnej zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008. Dla przedmiotów powyżej 15 kg i do 40 kg przyrząd mocujący na stanowisku załadunku jest zaprojektowany tak, aby załadunek od góry za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny był możliwy bez przechwytywania (swobodny dostęp, głębokość wsunięcia, geometria ograniczników ustalających).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Stanowisko załadunku jest przygotowane na urządzenie wspomagające podnoszenie dostarczone przez użytkownika maszyny (urządzenie wspomagające podnoszenie nie wchodzi w zakres dostawy, udźwig co najmniej 40 kg, promień działania obejmujący całą strefę załadunku). Dostęp od góry jest swobodny, tak aby operator mógł dosięgnąć pozycji załadunku bez przechwytywania i puszczania przedmiotu. 2. Oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) obszaru odkładania i obrotu urządzenia wspomagającego podnoszenie na stanowisku załadunku, tak aby podczas załadunku operator nie stał pod zawieszonym ładunkiem. 3. Kurtyna świetlna na stanowisku załadunku (SF-02, PLr e) zabezpiecza strefę niebezpieczną otworu maszyny; nie chroni przed samym spadnięciem przedmiotu, ale ogranicza obszar, w którym podczas załadunku mogą znajdować się dłonie.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): jednoznaczne określenie zasady manipulacji (do 15 kg ręcznie, powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny, udźwig co najmniej 40 kg) oraz właściwych punktów zaczepienia na przedmiocie. Określenie postawy ciała podczas załadunku zgodnie z EN 1005-4. 2. Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. Tabliczka tekstowa „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie” bezpośrednio na stanowisku załadunku. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorzy muszą przed rozpoczęciem pracy zostać poinstruowani w zakresie użycia urządzenia wspomagającego podnoszenie i ergonomicznie prawidłowego przenoszenia (udokumentowany instruktaż). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 oraz rękawice ochronne (odporne na przecięcie, zapewniające pewny chwyt) należy określić jako minimalne ŚOI dla wszystkich czynności załadunku i rozładunku.

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) podczas załadunku i rozładunku. Przedmioty o masie do 40 kg wchodzą w zakres zamierzonego użytkowania, a ręczny załadunek stanowi koncepcję maszyny (instrukcja obsługi, rozdział 2.1); załadunek automatyczny byłby sprzeczny z tą koncepcją. W kroku 1 ręczne przenoszenie ograniczono do 15 kg (specyfikacja producenta wyprowadzona z masy odniesienia według EN 1005-2:2003+A1:2008), a przyrząd zaprojektowano tak, aby cięższe części były ładowane od góry za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie bez przechwytywania. Po kroku 2 stanowisko załadunku jest przygotowane do urządzenia wspomagającego podnoszenie zapewnianego przez użytkownika maszyny, a obszar ruchu jego wysięgnika jest oznaczony na podłodze. Maszyna nie jest w stanie określić, czy przedmiot o masie powyżej 15 kg jest podnoszony bez urządzenia wspomagającego podnoszenie; pozostałym ryzykiem jest to niewłaściwe użycie z przeciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego lub spadnięciem przedmiotu. Nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2, który zapobiegałby temu niewłaściwemu użyciu bez rezygnacji z ręcznego załadunku. Tabliczkę tekstową „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie”, obuwie bezpieczne S3, instruktaż personelu oraz obowiązek zapewnienia urządzenia wspomagającego podnoszenie przez użytkownika maszyny podano w instrukcji obsługi (rozdziały 1.2, 2.4 i 9.1).

Nr 10 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Kable i węże (sprężone powietrze, gaz osłonowy) należy konstrukcyjnie wyprowadzić poza obszar podłogi stanowiska załadunku i przejścia serwisowego, prowadząc je w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych lub podwieszanych do sufitu systemach prowadzenia przewodów, tak aby nie powstawały miejsca grożące potknięciem. Przyłącza na stanowisku załadunku wykonać jako przyłącza podwieszane do sufitu lub ścienne panele gniazd. Narażenie podłogi na rozpryski spawalnicze zmniejszyć za pomocą zintegrowanych konstrukcyjnie blach osłonowych (osłony przeciwrozpryskowe) na stanowisku spawania, tak aby wyrzut w strefę operatora był zminimalizowany. Posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; wymaganie dotyczące miejsca ustawienia (antypoślizgowa okładzina podłogowa) jest przekazywane użytkownikowi maszyny w stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z pozostałych zagrożeń potknięciem i poślizgnięciem ogranicza się następującymi środkami technicznymi: (1) oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) do oznaczenia dróg komunikacyjnych i stref niebezpiecznych zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.15. (2) Odpowiednie stałe oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.4, tak aby przeszkody i mokre powierzchnie można było wcześnie zauważyć; oświetlenie zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837 zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. (3) Maty przeciwrozpryskowe w bezpośrednim obszarze spawania, łatwe do zdjęcia i oczyszczenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) wskazanie zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem wskutek rozprysków spawalniczych, węży i mokrych powierzchni; określić interwały czyszczenia i procedury czyszczenia powierzchni podłogi. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: wszystkie osoby wchodzące na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego muszą zostać poinstruowane o zagrożeniach i układzie dróg komunikacyjnych. (3) Wymagania dotyczące ŚOI: przy wchodzeniu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego należy nosić obuwie bezpieczne z podeszwą antypoślizgową (S3 zgodnie z EN ISO 20345). (4) Oznakowanie ostrzegawcze przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego: umieścić znak ostrzegawczy W011 „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. (5) Wymaganie dotyczące miejsca ustawienia: antypoślizgowa okładzina podłogowa na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym, klasa odporności na poślizg co najmniej R 11 zgodnie z niemiecką zasadą DGUV Regel 108-003.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) wskutek potknięcia, poślizgnięcia i upadku. W kroku 1 kable i węże wyprowadzono poza obszar podłogi, a osłony przeciwrozpryskowe ograniczają ilość rozprysków wynoszonych z celi. Pozostają rozpryski spawalnicze, które przedostają się na podłogę przez otwór otwarty na potrzeby załadunku, oraz mokre powierzchnie podczas czyszczenia. Otwór musi pozostać otwarty na potrzeby załadunku, a posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; dalsze środki konstrukcyjne na maszynie nie eliminują tych przyczyn. Po kroku 2 drogi komunikacyjne są oznakowane, stanowisko załadunku jest oświetlone natężeniem 500 lx, a przejście konserwacyjne natężeniem 200 lx, w strefie spawania zapewniono wyjmowane maty przeciwrozpryskowe; badanie miejsc grożących potknięciem i poślizgnięciem zakończyło się wynikiem pozytywnym. Każdy dalszy środek techniczny zastępowałby jedynie czyszczenie podłogi, które określono jako czynność codzienną. Codzienne czyszczenie (instrukcja obsługi, rozdział 10.2), antypoślizgowe obuwie bezpieczne S3, znaki W011 i W007 (rozdział 2.4) oraz wymaganie antypoślizgowej nawierzchni podłogi w miejscu instalacji (przegląd ryzyk resztkowych, rozdział 2.6) stanowią informacje dotyczące użytkowania.

Nr 13 Elektryczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie prądem spawania na przedmiocie i na przyrządzie: Obwód spawania przewodzi duże prądy (zwykle 100 do 350 A); w razie wadliwego połączenia z masą lub uszkodzenia izolacji osoby dotykające przedmiotu lub przyrządu mogą doznać porażenia prądem.

Maszyna składowa: Źródło prądu spawania / przyrząd · także w: Ustawianie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ramę przyrządu i uchwyty przedmiotu należy zaprojektować tak, aby dotykalne powierzchnie przewodzące, które znajdują się w obwodzie prądu spawania, były konstrukcyjnie odizolowane galwanicznie od ramy maszyny za pomocą izolacji (płyty izolacyjne z epoksydu szklanego między płytą podstawy przyrządu a stołem maszyny oraz izolujące wkładki szczęk mocujących). Konstrukcyjnie przerywa to niezamierzoną drogę prądu przez ramę i dotykalne powierzchnie zewnętrzne. Dodatkowo: punkt przyłączenia przewodu masowego należy określić bezpośrednio na przedmiocie lub w wyznaczonym miejscu przyrządu niedostępnym dla operatora i zintegrować go przez ukształtowanie (wnęka, kanał prowadzący przewód) w taki sposób, aby nieprawidłowe umieszczenie zacisku masowego było konstrukcyjnie utrudnione.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Źródło prądu spawania: źródło prądu spawania ma klasę ochronności I i stopień ochrony IP23S zgodnie z EN IEC 60974-1; włączenie do łańcucha przewodów ochronnych całej instalacji należy wykonać zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 8 (przekroje przewodów ochronnych, punkty przyłączenia). 2. Monitorowanie połączenia z masą: monitorowanie prądu masowego źródła prądu spawania jest aktywne; w razie przerwania lub niedopuszczalnie dużej rezystancji przejścia proces spawania jest blokowany. Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL (nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1:2023); nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka. 3. Połączenia wyrównawcze: wszystkie przewodzące części przyrządu, które nie zostały celowo odizolowane, włącza się do ochronnych połączeń wyrównawczych instalacji (EN 60204-1:2018, pkt 8.2). 4. Ograniczenie dostępu podczas procesu spawania: stanowisko załadunku jest zabezpieczone kurtyną świetlną (SF-02, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023); podczas aktywnego spawania dostęp do strefy spawania uniemożliwiają drzwi serwisowe z blokadą (SF-01, PLr d) oraz logika zezwolenia stołu obrotowego (SF-04, PLr e), dzięki czemu dotknięcie części pod napięciem w trybie automatycznym jest wykluczone zarówno środkami konstrukcyjnymi, jak i sterowniczymi. 5. Prowadzenie przewodów: przewody spawalnicze i masowe prowadzi się w zamkniętych korytach kablowych lub rurach ochronnych (ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym); należy przestrzegać minimalnych promieni gięcia podanych przez producenta; przewody należy zabezpieczyć odciążeniem.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis prawidłowego podłączenia zacisku masowego (położenie, czyszczenie powierzchni styku, dopuszczalne obszary zaciskania); wskazówka, że dotykanie przedmiotu i przyrządu podczas procesu spawania jest zabronione; interwały kontroli izolacji i stanu przewodów (codzienna kontrola wzrokowa, co pół roku pomiar izolacji przez osobę wykwalifikowaną w zakresie elektrycznym, patrz rozdział 10.2). 2. Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie, wyszukiwanie usterek i konserwację źródła prądu spawania i jego przyłączy może wykonywać wyłącznie osoba wykwalifikowana w zakresie elektrycznym albo osoba poinstruowana w zakresie elektrycznym pod nadzorem takiej osoby (pojęcia zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 3.1). 3. Oznakowanie ostrzegawcze na przyrządzie i w strefie spawania: w dobrze widocznym miejscu umieścić znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020; umieścić tabliczkę tekstową „Przed rozpoczęciem spawania sprawdź zacisk masowy”. 4. Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: podczas ustawiania i wyszukiwania usterek w strefie spawania należy nosić rękawice izolacyjne (klasa ochrony odpowiednia dla niskiego napięcia) oraz odzież ochronną dla spawaczy.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 14 Elektryczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zakłócenia EMC między źródłem prądu spawania a sterownikiem bezpieczeństwa (sterownik robota, jednostka oceniająca kurtyny świetlnej, sterownik ryglowania osłony): Wysokoczęstotliwościowe impulsy zakłócające z łuku MAG mogą wpływać na funkcje bezpieczeństwa i prowadzić do fałszywego zadziałania lub, co jest bardziej krytyczne, do niewykrytej awarii funkcji bezpieczeństwa (EN ISO 11161).

Maszyna składowa: Cała instalacja (interfejs EMC) · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Przestrzenne i galwaniczne rozdzielenie obwodów spawania od obwodów bezpieczeństwa przez wymagania konstrukcyjne: (1) Przewód powrotny prądu spawania poprowadzić jako osobny przewód powrotny blisko przedmiotu, bezpośrednio z powrotem od przyrządu spawalniczego, tak aby nie powstawały wielkopowierzchniowe pętle prądowe działające jak anteny. (2) Przewody prądu spawania oraz przewody sygnałowe/sterownicze bezpieczeństwa prowadzić w oddzielnych korytach kablowych z minimalnym odstępem 200 mm (odstępy rozdzielające zgodnie z EN 50174-2 i EN 60204-1:2018, załącznik H); skrzyżowania wyłącznie pod kątem prostym. (3) Źródło prądu spawania i sterownik bezpieczeństwa uziemić na oddzielnych szynach wyrównawczych połączonych z niską impedancją z przewodem ochronnym instalacji, aby uniknąć wspólnych dróg impedancyjnych. Środki te zmniejszają sprzężenie u źródła bez potrzeby stosowania urządzenia ochronnego.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	W odniesieniu do pozostałego ryzyka resztkowego zakłóceń przewodzonych i promieniowanych: (1) Wszystkie przewody sygnałowe i sterownicze bezpieczeństwa (kurtyna świetlna SF-02, ryglowanie osłony SF-01, zezwolenie obrotu SF-04, zatrzymanie awaryjne SF-03) wykonać jako przewody ekranowane; ekran połączyć na obu końcach z niską impedancją z szyną wyrównawczą. (2) Na zasilaniu sterownika bezpieczeństwa i jednostki oceniającej kurtyny świetlnej zastosować filtry sieciowe (filtry przeciwzakłóceniowe), zaprojektowane zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 (wymagania dotyczące odporności dla środowisk przemysłowych). (3) Sterownik robota, jednostkę oceniającą kurtyny świetlnej i sterownik ryglowania osłony montować wyłącznie w szafach sterowniczych z ciągłym ekranowaniem (obudowy metalowe, wprowadzenia kablowe zgodne z EMC). (4) Sterownik bezpieczeństwa i wszystkie komponenty funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 muszą wykazywalnie spełniać wymagania odporności EN IEC 61000-6-2:2019 (dowody producentów komponentów znajdują się w dokumentacji). (5) Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (PLr d), SF-02 (PLr e), SF-03 (PLr d), SF-04 (PLr e) i SF-05 (PLr d) należy zwalidować zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 13849-2:2012; walidacja musi wykazać odporność SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, załącznik L, oraz środki przeciwdziałające uszkodzeniom spowodowanym wspólną przyczyną (CCF) (załącznik F). (6) Źródło prądu spawania: urządzenie z oznakowaniem CE i deklaracją zgodności UE obejmującą także dyrektywę EMC 2014/30/UE; emisja zaburzeń źródła zgodnie z EN IEC 60974-10 (EMC urządzeń do spawania łukowego), emisja zaburzeń całej instalacji zgodnie z EN IEC 61000-6-4:2019 (sprawozdanie z badań RSZ-2600-EMV-001). (7) Cała instalacja: przeprowadzić odbiorcze badanie EMC zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 w stanie roboczym z aktywnym procesem spawania, aby zweryfikować odporność funkcji bezpieczeństwa w rzeczywistych warunkach pracy.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) Wskazówka, że zmiany w prowadzeniu przewodów (przewody prądu spawania, przewody sterownicze) może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel ze znajomością EMC. (2) Wskazówka konserwacyjna: kontrola wzrokowa zakończeń ekranów, połączeń wyrównawczych i rozdziału koryt kablowych; interwał kontroli sześć miesięcy (patrz rozdział 10.2). (3) Wskazówka, że po każdej wymianie źródła prądu spawania, sterownika robota lub komponentów bezpieczeństwa konieczna jest ponowna kontrola funkcjonalna EMC funkcji bezpieczeństwa. (4) Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający (tryb pracy Ustawianie, SF-05 aktywna) należy poinstruować o wzorcach usterek sterowników bezpieczeństwa związanych z EMC. (5) Oznakowanie na szafie sterownika bezpieczeństwa: tabliczka tekstowa „Prowadzenie przewodów zmieniać wyłącznie zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001”.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 15 Termiczne

Ryzyko przed: S 3 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie oparzeniem od gorących przedmiotów i spoin: Świeżo spawane zespoły osiągają w strefie spoiny kilkaset stopni Celsjusza; zdjęcie bez odpowiednich rękawic ochronnych lub dotknięcie spoiny może spowodować ciężkie oparzenia.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku (strona odbioru) · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania spawania łukowego w osłonie gazu wymaga koniecznie wprowadzenia ciepła do przedmiotu; powstającej temperatury spoiny nie można fizycznie obniżyć do bezpiecznego poziomu bez wstrzymania samego procesu spawania. Zastąpienie procesu łączenia (np. klejeniem, skręcaniem) nie jest przewidziane i nie spełniałoby wymagań dotyczących produktu. Środka geometrycznego (odległość od spoiny przez ukształtowanie) nie da się zrealizować konstrukcyjnie w miejscu chwytu przy odbiorze, ponieważ operator musi chwycić zespół.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Wymuszony czas stygnięcia: blokada po stronie sterowania po zakończeniu spawania (timer w sterowaniu instalacji), podczas której zezwolenie na zdjęcie na stanowisku załadunku (strona odbioru) pozostaje zablokowane. Czas blokady jest zapisany dla każdego programu spawania; zależy od geometrii przedmiotu i ilości wprowadzonego ciepła. Funkcja ta nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 (brak przypisanego PLr), lecz blokadą związaną z procesem; zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia, ale nie zastępuje obowiązku stosowania ŚOI. 2. Lampka ostrzegawcza / urządzenie sygnalizacyjne: wskaźnik optyczny (czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru), który jest aktywny w czasie blokady stygnięcia i gaśnie, gdy tylko zostanie udzielone zezwolenie. 3. Osłona termiczna: stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą między strefą spawania a stanowiskiem odbioru chroni operatora przed ciepłem promieniowania (konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 w odniesieniu do granicznych temperatur dotyku jako odniesienia projektowego dla powierzchni, których można dotknąć nieumyślnie).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka oparzenia od gorących przedmiotów i spoin; określenie wymaganego czasu stygnięcia przed zdjęciem; obowiązek noszenia rękawic chroniących przed ciepłem (ŚOI kategorii II, odpowiednie dla ciepła kontaktowego zgodnie z EN 407, poziom skuteczności co najmniej poziom 3 dla ciepła kontaktowego) oraz w razie potrzeby ochrony przedramion. 2. Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku odbioru: znak ostrzegawczy W017 „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” i znak nakazu M009 „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na stanowisku załadunku (strona odbioru) ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.1). 3. Kwalifikacje i instruktaż: operatorów i personel ustawiający należy przed rozpoczęciem pracy poinstruować o ryzyku oparzenia, czasach stygnięcia i obowiązku stosowania ŚOI; instruktaż należy udokumentować. 4. Zapewnienie ŚOI: instrukcja obsługi musi zobowiązywać użytkownika maszyny do zapewnienia odpowiednich rękawic chroniących przed ciepłem (EN 407) i nadzorowania ich stosowania.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) od gorących przedmiotów. Wprowadzanie ciepła jest nieodłączną cechą procesu spawania i nie można go zmniejszyć do poziomu nieszkodliwego, a operator musi chwycić zespół (krok 1 wyczerpany). Po kroku 2 układ sterowania blokuje odbiór na czas stygnięcia zapisany dla każdego programu spawania, czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru wskazuje blokadę, a środkowa ścianka działowa osłania przed ciepłem promieniowania. Oczekiwanie, aż temperatura spoiny spadnie poniżej wartości granicznych temperatury dotyku zgodnie z EN ISO 13732-1:2008, znacznie przekroczyłoby czas cyklu wynoszący ok. 90 sekund i uniemożliwiłoby produkcję seryjną zgodną z zamierzonym użytkowaniem; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest zatem praktycznie wykonalny. Pozostałym ryzykiem jest dotknięcie obszarów spoiny, które po upływie czasu blokady stygnięcia są jeszcze ciepłe, co prowadzi do odwracalnego oparzenia. Przeciwdziała się temu przez stosowanie rękawic termoochronnych zgodnie z EN 407, znaki W017 i M009 po stronie odbioru oraz instruktaż personelu (instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.6 i 9.1).

Nr 16 Termiczne

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie oparzeniem i pożarem od rozprysków spawalniczych (lecące iskry): Podczas spawania MAG powstają rozpryski o temperaturze powyżej 1500 °C; mogą one upaść na materiały palne (opakowania, oleje, odzież) w otoczeniu i spowodować pożar lub oparzenia.

Maszyna składowa: Robot spawalniczy / strefa spawania · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Optymalizacja parametrów spawania w celu zminimalizowania rozprysków: zastosowanie procesu łukowego o niskim rozpryskiwaniu (np. łuk impulsowy lub łuk zwarciowy typu CMT) zamiast konwencjonalnego łuku zwarciowego, w zakresie, na jaki pozwala zadanie łączenia. Poprzez celowe zmniejszenie energii i ilości przenoszonych rozprysków konstrukcyjnie zmniejsza się prawdopodobieństwo, że rozpryski zdolne do zapłonu dotrą do materiałów palnych. Dodatkowo: strefę spawania należy usytuować tak, aby w promieniu ochronnym przed rozpryskami 1 m wokół strefy spawania nie były przechowywane ani prowadzone żadne palne materiały eksploatacyjne (oleje, smary, opakowania). Przewody z mediami palnymi należy wyprowadzić poza strefę rozprysków lub wyposażyć w osłony niepalne.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego; płyty wypełnienia i ścianka działowa są niepalne i odporne na rozpryski spawalnicze. Obudowa ta zapobiega przedostawaniu się rozprysków do ogólnej przestrzeni roboczej. W kierunku stanowiska załadunku strefę spawania osłania środkowa ścianka działowa stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą zgodnie z EN ISO 25980. 2. Układ odciągowy w strefie spawania: wychwytywanie dymów i cząstek spawalniczych bezpośrednio w miejscu powstawania zgodnie z EN ISO 21904-1:2020, aby odciągnąć rozżarzone cząstki i zmniejszyć obciążenie cieplne otoczenia. 3. Zabezpieczenie strefy wykluczenia 1 m wokół ogrodzenia obwodowego: trwałe żółto-czarne oznakowanie podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 oraz, jeśli to możliwe, bariery fizyczne; w strefie nie wolno składować ani odkładać żadnych przedmiotów. 4. Ochrona przeciwpożarowa: przy celi przewidzieć uchwyt na gaśnicę (CO2 lub proszkową, bez wody ze względu na instalację elektryczną); zapewnienie i kontrola środków gaśniczych należą do użytkownika maszyny (wskazówka w instrukcji obsługi, stopień 3). 5. Funkcje bezpieczeństwa: drzwi serwisowe są włączone do sterownika bezpieczeństwa przez SF-01 (PLr d), a otwór załadunku przez SF-02 (PLr e); spawanie odbywa się wyłącznie przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach serwisowych.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie promienia ochronnego przed rozpryskami i zakaz przechowywania materiałów palnych w strefie spawania. Określenie dopuszczalnych zakresów parametrów spawania (prąd, napięcie, posuw drutu) w celu zminimalizowania rozprysków. Wskazówki dotyczące regularnego usuwania rozprysków z powierzchni maszyny i strefy spawania (zmniejszenie obciążenia ogniowego). Instrukcja postępowania na wypadek pożaru (alarmowanie, gaszenie w początkowej fazie, ewakuacja). 2. Znaki ostrzegawcze na ogrodzeniu obwodowym zgodnie z EN ISO 7010:2020: ogólny znak ostrzegawczy W001 z dodatkowym tekstem „Zagrożenie pożarowe od rozprysków spawalniczych”. „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017) w strefie spawania. Znak nakazu M010 „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” przy drzwiach serwisowych. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i operatorzy muszą być przeszkoleni w obsłudze systemu spawalniczego i postępowaniu ze sprzętem ochrony przeciwpożarowej. Personel ustawiający musi mieć kwalifikacje spawacza lub równoważny udokumentowany instruktaż. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac ustawczych w strefie spawania należy nosić następujące ŚOI: trudnopalną odzież ochronną dla spawaczy (zgodnie z EN ISO 11611), rękawice spawalnicze (zgodnie z EN 12477), przyłbicę spawalniczą lub hełm spawalniczy z filtrem spawalniczym zgodnie z EN ISO 16321-2 (dawniej EN 169). W trybie automatycznym przy zamkniętych drzwiach serwisowych ŚOI spawacza nie są wymagane; wchodzenie do strefy spawania podczas pracy jest jednak zabronione (instrukcja obsługi).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 18 Promieniowanie — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie promieniowaniem optycznym łuku MAG (UV, widzialne, IR): Łuk emituje intensywne promieniowanie ultrafioletowe, widzialne i podczerwone; patrzenie na łuk bez ochrony (także przez otwarte drzwi serwisowe w trybie ustawiania) może powodować uszkodzenia oczu (zapalenie rogówki i spojówek, uszkodzenie siatkówki) i oparzenia skóry.

Maszyna składowa: Robot spawalniczy / strefa spawania · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania spawania MAG wymaga koniecznie otwartego łuku o dużej intensywności promieniowania; prądu, napięcia i energii łuku nie można obniżyć do poziomu, na którym zagrożenie promieniowaniem zostałoby wyeliminowane, bez przerwania procesu spawania. Geometryczne przeniesienie miejsca zagrożenia nie jest możliwe w zrobotyzowanym systemie spawalniczym ze zmieniającymi się pozycjami spawania.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Obudowa strefy spawania: ogrodzenie obwodowe z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą jako osłona stała zgodnie z EN ISO 14120:2015; płyty wypełnienia i powłoka (matowa czerń, powierzchnia pochłaniająca światło) mają być wykonane tak, aby na zewnątrz nie wydostawało się istotne odbicie UV/IR. Okna obserwacyjne i kurtyny spawalnicze zaprojektować zgodnie z EN ISO 25980. 2. Drzwi serwisowe: drzwi serwisowe wyposażyć w ryglowanie osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (blokada z ryglowaniem, odblokowanie awaryjne zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1). Funkcję bezpieczeństwa „SF-01 Bezpieczne zatrzymanie (kategoria zatrzymania 1) po otwarciu drzwi serwisowych” zrealizować z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023: ryglowanie zwalnia drzwi dopiero po zgaszeniu łuku i zatrzymaniu robota; odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024 nie musi więc być obliczana. 3. Tryb ustawiania przy otwartych drzwiach serwisowych: dopóki drzwi serwisowe są otwarte, źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01 (tor wyłączania sterownika bezpieczeństwa jak dla SF-03, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023), tak aby przy otwartych drzwiach nie można było zajarzyć łuku. Dodatkowa blokada zezwolenia na spawanie w sterowniku standardowym (zezwolenie na spawanie tylko przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach serwisowych) jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL. Funkcja „SF-05 Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania” (PLr d) dotyczy ruchów robota i stołu obrotowego. Przy zamkniętych drzwiach serwisowych przed promieniowaniem łuku chroni ryglowanie osłony (SF-01). 4. Ochrona przed promieniowaniem przy otworze załadunku: środkowa ścianka działowa stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą zgodnie z EN ISO 25980 osłania stanowisko załadunku, tak aby żadne promieniowanie bezpośrednie nie mogło dotrzeć do operatora.

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wskazanie zagrożenia promieniowaniem łuku MAG (UV, widzialne, IR) zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.1 i 1.7.4.2; stwierdzenie, że źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączane przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte; opis wymagań dotyczących ŚOI przy czynnościach ustawczych i konserwacyjnych w sąsiedztwie strefy spawania. 2. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi znać zagrożenie promieniowaniem związane ze spawaniem łukowym; instruktaż zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie ochrony pracowników przed sztucznym promieniowaniem optycznym (OStrV) należy wskazać w instrukcji obsługi jako obowiązek użytkownika maszyny. 3. Wymagania dotyczące ŚOI: przy czynnościach, przy których nie można całkowicie wykluczyć ryzyka resztkowego od promieniowania rozproszonego (np. odbicia podczas ustawiania w bezpośrednim sąsiedztwie): okulary spawalnicze lub przyłbica spawalnicza z filtrem spawalniczym zgodnie z EN ISO 16321-2 (dawniej EN 169), odzież ochronna odporna na UV i rękawice ochronne. 4. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: promieniowanie optyczne” (W027 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych i przy otworze załadunku; znaki nakazu „Nakaz stosowania ochrony oczu” (M004) i „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” (M010) zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić przy drzwiach serwisowych. 5. Dane o emisji: informacje o promieniowaniu optycznym łuku w instrukcji obsługi zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.10 i 1.7.4.2; podstawą są dane producenta źródła prądu spawania oraz ocena emisji promieniowania zgodnie z EN 12198 (promieniowanie maszyn).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 19 Promieniowanie

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie polami elektromagnetycznymi (EMF) generowanymi przez źródło prądu spawania i przewody spawalnicze: Duże prądy spawania wytwarzają silne pola magnetyczne; osoby z aktywnymi implantami (rozruszniki serca, pompy insulinowe) mogą być zagrożone przez te pola.

Maszyna składowa: Źródło prądu spawania / przewody spawalnicze · także w: Ustawianie, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Przewody spawalnicze (przewód prądowy i przewód powrotny) prowadzić i wiązać tak, aby przewód doprowadzający i powrotny znajdowały się w bliskim sąsiedztwie przestrzennym (skręcone lub równolegle prowadzone pary przewodów o minimalnej odległości między nimi): pola magnetyczne obu przewodów częściowo się znoszą, co znacznie zmniejsza wypadkowe natężenie pola w otoczeniu. Przewody utrzymywać możliwie jak najkrótsze technicznie i unikać zbędnego zwijania lub prowadzenia w pętlach, ponieważ pętle zwiększają natężenie pola. Źródło prądu spawania ustawić w pewnej odległości od stanowiska załadunku i pulpitu sterowniczego.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Zabezpieczyć dostęp do strefy spawania (cela spawalnicza) w czasie pracy istniejącą osłoną stałą (ogrodzenie obwodowe zgodnie z EN ISO 14120:2015), tak aby osoby nie mogły podchodzić do bezpośredniego sąsiedztwa aktywnych przewodów spawalniczych podczas pracy automatycznej. Drzwi serwisowe wykonać z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), które zezwala na wejście dopiero po wyłączeniu prądu spawania. W trybie ustawiania i podczas prac konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów: przed wejściem do strefy niebezpiecznej wyłączyć prąd spawania i zabezpieczyć przed ponownym włączeniem (odcięcie energii i bezruch zgodnie z EN ISO 14118:2018). Przewody spawalnicze prowadzą w całości wewnątrz ogrodzenia obwodowego, tak aby osoby znajdujące się poza celą zachowywały odległość od aktywnych przewodów.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: jednoznaczne stwierdzenie, że praca spawarki wytwarza silne pola elektromagnetyczne. Osoby z aktywnymi lub pasywnymi implantami metalowymi (rozruszniki serca, pompy insulinowe, implanty ślimakowe, implanty metalowe) nie mogą przebywać w bezpośrednim sąsiedztwie przewodów spawalniczych i źródła prądu spawania. Przed rozpoczęciem czynności ustawczych lub konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów należy wyłączyć prąd spawania. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany o zagrożeniu EMF; osoby ze znanymi implantami należy wykluczyć z czynności w bezpośrednim sąsiedztwie aktywnych przewodów spawalniczych. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: pole magnetyczne” (W006 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić przy drzwiach serwisowych, na stanowisku załadunku i na źródle prądu spawania. Dodatkowo w tych samych miejscach umieścić znak zakazu „Zakaz wstępu osobom z aktywnymi implantami serca” (P007 zgodnie z EN ISO 7010:2020). Emisję EMF należy opisać jakościowo w instrukcji obsługi; podstawą oceny są dane producenta źródła prądu spawania zgodnie z EN IEC 62822-2 (ocena urządzeń do spawania łukowego pod kątem narażenia osób na EMF).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 20 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie wdychaniem dymów i oparów spawalniczych (tlenki metali, mangan, tlenki żelaza): Spawanie MAG stali konstrukcyjnej wytwarza szkodliwe cząstki i gazy; przy niewystarczającym odciągu (nasycony wkład filtracyjny, wyłączony układ) stężenia w strefie oddychania operatora przekraczają wartości graniczne narażenia zawodowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (odciąg / strefa spawania) · także w: Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastąpienie materiału spawalniczego: zastosowanie elektrod z drutu pełnego o udokumentowanej zmniejszonej zawartości manganu (stop o niskiej zawartości Mn, np. zawartość Mn < 1,0 % według karty charakterystyki) zamiast elektrod z drutu proszkowego lub drutów o wysokiej zawartości manganu, w zakresie, na jaki pozwala zadanie spawalnicze (stal konstrukcyjna, jakość spoiny). Ponadto: optymalizacja parametrów spawania (napięcie łuku, prędkość posuwu drutu, skład gazu osłonowego) do ustawienia o małej emisji dymu zgodnie z zaleceniem producenta źródła prądu spawania, aby zminimalizować powstawanie dymu u źródła. Oba środki zmniejszają masę emitowanych zanieczyszczeń, a tym samym prawdopodobieństwo szkodliwej ekspozycji; ciężkość możliwej szkody pozostaje niezmieniona.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wentylacja techniczna i odciąg zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (odciąg dymów spawalniczych): wychwytywanie dymu spawalniczego przez okap nad strefą spawania o strumieniu objętości 1800 m³/h, który zapewnia prędkość wychwytu w miejscu powstawania. Układ odciągowy musi być wyposażony w monitorowanie filtra (presostat różnicowy), który wyzwala alarm, gdy wkład filtracyjny jest nasycony lub odciąg jest uszkodzony; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki (blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka). Osłonięcie strefy spawania ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego, aby zminimalizować przedostawanie się dymu do strefy operatora. Monitorowanie powietrza w pomieszczeniu pod kątem stężenia dymu spawalniczego na stanowisku załadunku jest zalecane jako dodatkowy środek ze strony użytkownika maszyny.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie emitowanych rodzajów dymu spawalniczego oraz wskazanie wartości granicznych narażenia zawodowego, których należy przestrzegać zgodnie z TRGS 900 i TRGS 528 (niemieckie reguły techniczne dotyczące substancji niebezpiecznych); polecenie regularnej kontroli i wymiany wkładów filtracyjnych (interwał konserwacji zgodnie z danymi producenta, EN ISO 21904-1:2020); zakaz pracy spawalniczej przy niesprawnym lub wyłączonym układzie odciągowym. Znaki ostrzegawcze przy strefie spawania: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy dym spawalniczy” oraz znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) jako oznakowanie ryzyka resztkowego. Wymaganie dotyczące ŚOI: półmaska filtrująca FFP3 zgodnie z EN 149 lub urządzenie filtrujące z wymuszonym obiegiem powietrza przy pracach ustawczych, konserwacyjnych i czyszczeniu w strefie spawania przy wyłączonym układzie odciągowym. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorów i personel ustawiający należy poinstruować o zagrożeniach związanych z dymem spawalniczym i prawidłowej obsłudze układu odciągowego (TRGS 528, pkt 5).

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) od dymów spawalniczych. Ciężkość wynika z właściwości dymów spawalniczych (tlenki metali, mangan) i pozostaje niezmieniona; proces MAG stanowi cel maszyny i nie może zostać zastąpiony innym. W kroku 1 przewidziano drut lity o niskiej zawartości manganu, na ile pozwala na to zadanie spawalnicze, oraz parametry o niskiej emisji dymów. Po kroku 2 okap wychwytujący nad strefą spawania wychwytuje dymy z wydajnością 1800 m³/h, w razie usterki odciągu lub nasycenia wkładu filtracyjnego cela zatrzymuje się w sposób sterowany (próg alarmu usterki 1400 m³/h), separacja odbywa się w klasie W3, a ogrodzenie obwodowe i środkowa ścianka działowa osłaniają stanowisko załadunku; wychwytywanie, skuteczność i klasę separacji zbadano. Całkowite zamknięcie nie jest możliwe, ponieważ otwór załadunku musi pozostać otwarty do ręcznego załadunku, a podczas prac w strefie spawania odciąg jest wyłączony; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 dla tego narażenia resztkowego. Pozostałe ryzyko obejmuje emisje resztkowe na stanowisku załadunku oraz narażenie podczas prac ustawczych, konserwacyjnych i czyszczących. Ochronę dróg oddechowych FFP3 przy tych pracach, zakaz spawania bez skutecznego odciągu, konserwację filtra oraz obowiązki użytkownika maszyny wynikające z TRGS 528 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 1.2, 2.6, 9.1 i 10.2).

Nr 21 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie gazem osłonowym (mieszanina argonu i CO2 M21) w razie nieszczelności: Argon i CO2 są cięższe od powietrza, dlatego gaz osłonowy może gromadzić się w pobliżu podłogi; przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach istnieje ryzyko uduszenia wskutek wypierania tlenu.

Maszyna składowa: Zasilanie gazem osłonowym / układ przewodów · także w: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie ciśnienia w układzie przewodów: ciśnienie robocze zasilania gazem osłonowym ograniczyć do minimalnego poziomu wymaganego dla procesu spawania (reduktor ciśnienia na przyłączu zasilania celi). Niższe ciśnienie w układzie zmniejsza ilość gazu uciekającego w razie awarii, a tym samym potencjał gromadzenia się gazu. Dodatkowo: prowadzenie przewodów i punkty przyłączeniowe zaprojektować tak, aby nieszczelności były konstrukcyjnie zminimalizowane: zastosowanie złączek zaciskowych z pierścieniem tnącym lub złączek zaprasowywanych zamiast opasek wężowych na stałych odcinkach rur; długości węży ograniczyć do minimum niezbędnego eksploatacyjnie; nie prowadzić przewodów blisko podłogi w kanałach, dołach lub zamkniętych komorach (w miarę możliwości prowadzić blisko sufitu). Środki te dotyczą bezpośrednio źródła energii (zgromadzony gaz pod ciśnieniem) i miejsca zagrożenia (strefa gromadzenia się).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Automatyczne odcięcie zasilania gazem: zawór elektromagnetyczny (zamknięty w stanie beznapięciowym) w przewodzie zasilania gazem osłonowym, który automatycznie odcina zasilanie gazem po zatrzymaniu maszyny, zatrzymaniu awaryjnym (SF-03) i podczas przerw w pracy; dodatkowo ręczny zawór odcinający poza celą. 2. Monitorowanie nieszczelności: kontrola wiarygodności zużycia gazu przez sterowanie maszyny (wskazanie, gdy przepływ gazu występuje bez aktywnego procesu spawania, jako wskaźnik nieszczelności); codzienna kontrola wzrokowa połączeń węży jako wymaganie konserwacyjne. 3. Instalacja zasilania gazem osłonowym przewidziana na miejscu (bateria butli lub stacja poboru) w wentylowanej części hali, nie w dołach, piwnicach ani ciasnych wnękach. W razie instalacji w słabo wentylowanych obszarach użytkownik maszyny jest zobowiązany zapewnić urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu (wskazówka w instrukcji obsługi). Dla tego zagrożenia funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr nie jest konieczna; ryzyko jest kontrolowane przez odcięcie, miejsce instalacji i wentylację.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka uduszenia wskutek wypierania tlenu przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach; wymaganie odpowiedniej wentylacji hali w miejscu ustawienia; prace przy zasilaniu gazem wyłącznie przy odciętym i rozprężonym przewodzie (EN ISO 14118:2018). 2. Kwalifikacje: prace przy przewodach i armaturze gazów sprężonych wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany; instruktaż zgodnie z DGUV Regel 100-500, rozdział 2.26 i TRGS 528 (obowiązek użytkownika maszyny). 3. Oznakowanie ostrzegawcze: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko uduszenia gazem osłonowym” w miejscu instalacji zasilania gazem; uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006) na zamkniętych pomieszczeniach zasilania. 4. Przy pracach w ciasnych lub słabo wentylowanych miejscach (np. wymiana butli we wnękach): stosować przenośne urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu; zakaz pracy w pojedynkę.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 24 Hałas

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie hałasem podczas procesu spawania MAG i od napędu stołu obrotowego: Proces spawania (hałas łuku, rozpryski) i napędy mechaniczne wytwarzają istotne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku załadunku; przy pracy ciągłej (praca dwuzmianowa, 16 h) dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h może osiągnąć lub przekroczyć wartości powodujące podjęcie działań wynikające z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV).

Maszyna składowa: Cała instalacja (strefa spawania / stół obrotowy) · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Redukcja hałasu u źródła środkami konstrukcyjnymi zgodnie z EN ISO 11688-1: (1) Optymalizacja procesu spawania: dobór parametrów spawania o niskiej emisji (łuk impulsowy zamiast łuku zwarciowego, gdzie jest to technicznie możliwe ze względu na proces), ponieważ łuk zwarciowy wytwarza większe rozpryski i większą emisję hałasu. (2) Obudowa napędu i izolacja hałasu materiałowego napędu stołu obrotowego: elastyczne zamocowanie silnika napędowego i przekładni na ramie maszyny, aby zmniejszyć przenoszenie hałasu materiałowego na powierzchnie wypromieniowujące. (3) Rama maszyny z profili dźwiękochłonnych lub tłumionych (np. poszycie z blachy z wyłożeniem matami tłumiącymi bitumicznymi) zamiast nietłumionych powierzchni blachy stalowej, aby zmniejszyć promieniowanie dźwięku. Pomiar i podanie wartości emisji hałasu zostaną przeprowadzone w stopniu 2 i stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	(1) Osłona akustyczna strefy spawania przez środkową ściankę działową stołu obrotowego i zamknięte płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego między strefą spawania a stanowiskiem załadunku. (2) Obudowa lub poszycie napędu stołu obrotowego materiałem dźwiękochłonnym, pod warunkiem zapewnienia dostępności serwisowej (poszycie zaprojektować jako osłonę zgodnie z EN ISO 14120:2015). (3) Pomiar hałasu na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202:2010 w reprezentatywnych warunkach pracy (tryb automatyczny, aktywne spawanie MAG, stół obrotowy w ruchu) w celu wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego emisji LpA (zmierzono: 84 dB(A), K = 2,5 dB). Dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h wyznacza użytkownik maszyny zgodnie z niemieckim rozporządzeniem o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV). Uwaga: nie dotyczy to żadnej funkcji bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1; wyznaczanie PLr nie ma zastosowania do tego zagrożenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	(1) Instrukcja obsługi (rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2 lit. u): podanie zmierzonego poziomu ciśnienia akustycznego emisji LpA na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202:2010 i EN ISO 4871:2009 (z niepewnością pomiaru K); jeżeli LpA przekracza 80 dB(A), dodatkowo podanie poziomu mocy akustycznej LWA zgodnie z EN ISO 3746:2010. Wskazówka o obowiązkach użytkownika maszyny wynikających z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV): ocena ryzyka, program redukcji hałasu od górnej wartości powodującej podjęcie działań LEX,8h 85 dB(A), obowiązek udostępnienia ochronników słuchu od 80 dB(A), obowiązek noszenia ochronników słuchu od 85 dB(A). (2) Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony słuchu” (M003 zgodnie z EN ISO 7010:2020), umieścić w wyraźnie widocznym miejscu. (3) Kwalifikacje i instruktaż: personel obsługujący jest instruowany przez użytkownika maszyny o zagrożeniu hałasem, wartościach powodujących podjęcie działań i prawidłowym stosowaniu ochronników słuchu. (4) Wymagania dotyczące ŚOI: odpowiednie ochronniki słuchu (nauszniki lub wkładki) o wystarczającej tłumienności (SNR), odpowiadającej wyznaczonemu przez użytkownika maszyny LEX,8h, zapewnia użytkownik maszyny; dobór zgodnie z EN 458.

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) od hałasu; ciężkość 4, ponieważ uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem jest nieodwracalne. Hałas łuku powstaje w samym procesie spawania; w kroku 1 przewidziano parametry spawania o niskiej emisji, izolację napędu stołu obrotowego od dźwięków materiałowych i wytłumioną obudowę. Po kroku 2 środkowa ścianka i pełne płyty wypełnienia ogrodzenia osłaniają stanowisko załadunku, a napęd jest obudowany. Wartości zmierzone na stanowisku załadunku wynoszą LpA = 84 dB(A) przy K = 2,5 dB zgodnie z EN ISO 11202:2010 oraz LWA = 96 dB(A) zgodnie z EN ISO 3746:2010. Otwór załadunku od strony operatora musi pozostać otwarty, dlatego dalsza obudowa z tej strony nie jest możliwa, a hałasu łuku nie można dalej zmniejszyć bez zmiany procesu; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest praktycznie wykonalny. Dzienny poziom ekspozycji na hałas zależy od organizacji pracy u użytkownika maszyny. Deklarację wartości emisji hałasu zgodnie z EN ISO 4871:2009, obowiązki dotyczące ochronników słuchu od 80 i 85 dB(A) oraz znak M003 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.4 i 3).

Nr 27 Ergonomiczne

Ryzyko przed: S 2 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 6**

Niewystarczające oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego: Niewystarczające natężenie oświetlenia utrudnia bezpieczny załadunek i rozładunek przedmiotów oraz wykonywanie prac konserwacyjnych i zwiększa ryzyko błędów i wypadków.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oświetlenie stanowiska pracy zintegrowane z maszyną na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym należy przewidzieć już w konstrukcji: oprawy są na stałe zintegrowane w konstrukcji maszyny (wbudowane w ramę ogrodzenia obwodowego), tak aby natężenie oświetlenia na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym było trwale zapewnione niezależnie od oświetlenia hali. Projekt wykonuje się zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8 (ergonomia) w połączeniu z EN 1837 (oświetlenie zintegrowane z maszyną); oświetlenie w stanie wykonania zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. Zintegrowanie w konstrukcji eliminuje zależność od zewnętrznych źródeł światła, które mogą być niewystarczające.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wskutek awarii lub zacienienia zintegrowanych opraw: monitorowanie gotowości eksploatacyjnej oświetlenia stanowiska pracy przez sterowanie maszyny (komunikat w razie awarii lampy). Ponadto obszary przejścia serwisowego oznaczyć odblaskowym żółto-czarnym oznakowaniem podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 (miejsca grożące potknięciem, granice przejścia) oraz znakiem ostrzegawczym W007 „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” zgodnie z EN ISO 7010:2020 przy miejscach grożących potknięciem. Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie jest wymagana do monitorowania oświetlenia; w razie awarii oświetlenia pracę należy przerwać (stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie natężenia oświetlenia stanowiska pracy: 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym; wskazówka, że w razie awarii zintegrowanego oświetlenia pracę należy przerwać do czasu przywrócenia oświetlenia. Tabliczka tekstowa na drzwiach serwisowych: „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia”. Wymaganie kwalifikacyjne: personel konserwacyjny musi zostać poinstruowany o sprawdzaniu działania oświetlenia przed rozpoczęciem pracy. Do krótkich kontroli w razie awarii oświetlenia używać odpowiednich przenośnych opraw; regularną pracę wznowić dopiero po przywróceniu oświetlenia.

Ryzyko po: S 2 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 2 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 31 Kombinacja

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z różnych poziomów bezpieczeństwa maszyn składowych różnych producentów (robot, źródło prądu spawania, stół obrotowy, układ odciągowy): Brakujące lub niepełne blokady interfejsów między maszynami składowymi mogą powodować, że jedna maszyna składowa uruchomi się, mimo że inna znajduje się w stanie niebezpiecznym (EN ISO 11161).

Maszyna składowa: Cała instalacja (integracja systemu) · także w: Oddanie do użytku, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Architektura systemu z jednym nadrzędnym sterownikiem bezpieczeństwa (Safety Master) jako samoistnie bezpieczna zasada sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11: wszystkie sygnały stanu istotne dla bezpieczeństwa maszyn składowych (tryb pracy robota, położenie krańcowe stołu obrotowego, praca układu odciągowego, gotowość źródła prądu spawania) są prowadzone wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa. Żaden napęd maszyny składowej nie otrzymuje sygnału zezwolenia, dopóki sterownik bezpieczeństwa nie oceni stanu całości jako bezpiecznego. Dzięki tej centralizacji możliwość niepełnej blokady interfejsów jest konstrukcyjnie ograniczona do minimum: nie istnieją równoległe, wzajemnie niezależne ścieżki zezwoleń między maszynami składowymi. Definicję interfejsów wykonuje się zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integracja systemu, odpowiedzialności, opis interfejsów) i dokumentuje w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Macierz blokad zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: dla każdej kombinacji maszyn składowych sporządza się i implementuje w sterowniku bezpieczeństwa pełną macierz stanów (tryb pracy x stan pozostałych maszyn składowych). Każdy sygnał zezwolenia jest zrealizowany jako koniunkcja (AND) wszystkich istotnych stanów bezpieczeństwa. 2. Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e) zapewnia, że stół obrotowy obraca się tylko wtedy, gdy pole ochronne kurtyny świetlnej jest wolne, zaciski są zamknięte, a położenie robota poza obszarem obrotu zostało potwierdzone. Funkcja bezpieczeństwa jest zaprojektowana na PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zwalidowana zgodnie z EN ISO 13849-2:2012. 3. Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie po otwarciu drzwi serwisowych, kategoria zatrzymania 1, PLr d) i SF-02 (bezpieczne zatrzymanie po przerwaniu kurtyny świetlnej, PLr e) są skoordynowane w całej instalacji: sygnał zatrzymania z jednej maszyny składowej wyzwala przez sterownik bezpieczeństwa skoordynowane zatrzymanie wszystkich maszyn składowych. Dla robota i stołu obrotowego obowiązuje kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 9.2.2. 4. Zatrzymanie awaryjne całej instalacji (SF-03, kategoria zatrzymania 1, PLr d) zgodnie z EN ISO 13850:2015 działa przez sterownik bezpieczeństwa na wszystkie maszyny składowe jednocześnie. Urządzenia zatrzymania awaryjnego są rozmieszczone przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania. 5. Zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu zgodnie z EN ISO 14118:2018: po każdym zatrzymaniu (zatrzymanie awaryjne, zadziałanie urządzenia ochronnego, przerwa w zasilaniu energią) wymagane jest świadome polecenie ponownego rozruchu; automatyczny ponowny rozruch jest wykluczony. 6. Tryb ustawiania z bezpiecznie zmniejszoną prędkością (SF-05, 250 mm/s, PLr d) i urządzeniem zezwalającym zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7; w tym trybie robot i stół obrotowy poruszają się tylko przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością, a źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi całej instalacji zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4: logikę blokad interfejsów (macierz stanów, warunki zezwolenia dla każdej maszyny składowej) należy udokumentować w całości. Dla każdej maszyny składowej punkt przekazania odpowiedzialności za bezpieczeństwo (producent maszyny składowej do interfejsu, integrator od interfejsu) jest ustalony na piśmie w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 i należy go podać w instrukcji obsługi. Wymaganie kwalifikacyjne: uruchomienie, parametryzację i modyfikacje sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel specjalistyczny znający EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 11161. Oznakowanie ostrzegawcze przy pulpicie sterowniczym: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” (W018 zgodnie z EN ISO 7010:2020). Instrukcja obsługi musi opisywać procedury wyszukiwania usterek i uruchamiania, w tym kolejność, w jakiej można uruchamiać maszyny składowe, oraz kroki weryfikacji sprawdzające blokadę interfejsów przed pierwszą pracą automatyczną.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) na interfejsach maszyn składowych różnych producentów. Robot (maszyna nieukończona z deklaracją włączenia), źródło prądu spawania i zespół odciągu mają własne układy sterowania, a ich integracja wymaga nadrzędnej logiki. W kroku 1 wszystkie stany istotne dla bezpieczeństwa są prowadzone przez jeden sterownik PLC bezpieczeństwa, bez równoległych ścieżek zezwolenia. Po kroku 2 macierz blokad wszystkich trybów pracy i stanów jest zrealizowana jako logika AND, SF-01 do SF-05 działają w obrębie całej instalacji, każde zatrzymanie prowadzi do skoordynowanego zatrzymania wszystkich maszyn składowych, a walidację przeprowadza się zgodnie z EN ISO 13849-2:2012 i EN ISO 11161:2007+A1:2010. Pozostałym ryzykiem jest błąd systematyczny w specyfikacji macierzy, który pozostaje niewykryty podczas walidacji. Za wewnętrzne bezpieczeństwo zakupionych maszyn składowych odpowiadają ich producenci; na interfejsach, za które odpowiada producent zespołu maszyn, nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 poza centralną blokadą i jej walidacją. Punkty przekazania odpowiedzialności, kolejność uruchamiania i etapy badania blokad na interfejsach: instrukcja obsługi, rozdziały 1.1, 2.6 i 8.3.

Nr 32 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wskutek sięgania nad kurtyną świetlną lub pod nią na stanowisku załadunku (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie): Osoby sięgają z boku kurtyny świetlnej lub pod nią do obszaru obrotu, nie wyzwalając funkcji ochronnej; stół obrotowy lub robot może się uruchomić i przytrzasnąć dłonie lub ramiona.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku (interfejs kurtyny świetlnej) · także w: Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: stanowisko załadunku wymaga stale otwartego otworu dostępu do ręcznego podawania przedmiotów. Całkowite geometryczne zamknięcie tego otworu konstrukcyjnie uniemożliwiłoby działanie maszyny. Minimalne odstępy zgodnie z EN ISO 13854:2019 nie mogą jako środek konstrukcyjny zapobiec obejściu kurtyny świetlnej z boku, dopóki otwór musi pozostać dostępny dla operatora. Ograniczenie siły lub energii na stole obrotowym lub robocie do poziomu niestwarzającego zagrożenia (stopień 1) nie jest technicznie możliwe przy występujących masach i momentach bez pogorszenia funkcji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Pole ochronne i zabezpieczenie przed sięganiem pod: kurtynę świetlną (typ 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020, SF-02, PLr e) ustawić tak, aby pole ochronne w pełni obejmowało otwór załadunku. Pozostałe otwory poniżej i obok pola ochronnego zamknąć osłonami stałymi (EN ISO 14120:2015) zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, tak aby sięganie pod polem ochronnym lub wokół niego było niemożliwe. 2. Osłona boczna: po obu stronach kurtyny świetlnej należy zamontować osłony stałe (panele boczne lub prowadnice kanałowe) zgodnie z EN ISO 14120:2015, aby konstrukcyjnie zapobiec obejściu z boku. Głębokość tych osłon bocznych należy określić zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4 (odległość bezpieczeństwa w zależności od wielkości otworu), tak aby strefa niebezpieczna nie była dostępna z kierunku bocznego. 3. Specyfikacja kurtyny świetlnej: kurtynę świetlną należy dobrać jako typ 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 i włączyć do funkcji bezpieczeństwa SF-02 (PLr e). Odległość bezpieczeństwa między kurtyną świetlną a najbliższą strefą niebezpieczną należy obliczyć i zachować zgodnie z EN ISO 13855:2024 (sięganie przez, rozdzielczość 30 mm do wykrywania dłoni). Integracja z układem sterowania następuje zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, PLr e (SF-02).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): jednoznaczne stwierdzenie, że obchodzenie kurtyny świetlnej z boku lub sięganie pod nią jest zabronione i omija funkcję bezpieczeństwa SF-02. Opis prawidłowej czynności załadunku (wkładać przedmiot od przodu przez kurtynę świetlną). Wskazówka o zagrożeniu ze strony stołu obrotowego i robota, gdy funkcja ochronna nie została wyzwolona. 2. Znaki ostrzegawcze (EN ISO 7010:2020): „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” (W024) umieścić po obu stronach paneli bocznych i na ramie kurtyny świetlnej. Znak zakazu „Zakaz sięgania” (P015) przy otworze dostępu. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: w trybie ustawiania (SF-05, PLr d, bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym) mogą pracować wyłącznie poinstruowani specjaliści znający działanie i ograniczenia kurtyny świetlnej. Wymaganie to należy zapisać w instrukcji obsługi i w dokumentacji instruktażu. 4. ŚOI: rękawice ochronne nie chronią przed zagrożeniami zgniecenia i pochwycenia ze strony stołu obrotowego lub robota i nie nadają się jako środek ochronny przed tym zagrożeniem. Tę wskazówkę należy zamieścić w instrukcji obsługi, aby uniknąć błędnych założeń.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek sięgania z boku kurtyny świetlnej lub pod nią. Otwór załadunku musi być stale otwarty do załadunku w cyklu ok. 90 sekund, a ograniczenie siły lub energii stołu obrotowego i robota nie jest wykonalne (krok 1). Po kroku 2 kurtyna świetlna typu 4 o rozdzielczości 30 mm (SF-02, PL e, kategoria 4) obejmuje otwór bez mutingu, boki oraz otwory pod polem ochronnym i obok niego są zamknięte osłonami stałymi zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, a odległość bezpieczeństwa jest obliczona zgodnie z EN ISO 13855:2024; zmierzona droga wybiegu stołu obrotowego wynosząca 45 mm jest mniejsza od dopuszczalnej wartości 60 mm. Osłona ruchoma przy otworze musiałaby otwierać się i zamykać w każdym cyklu i tworzyłaby własne miejsce zgniecenia na krawędzi zamykającej; w porównaniu z zastosowanym rozwiązaniem nie zmniejsza ona ryzyka. Pozostałym ryzykiem jest celowe mostkowanie, na przykład przez zaklejenie pola ochronnego. Zakaz, codzienną kontrolę prętem testowym, znaki W024 i P015 przy otworze oraz wskazówkę, że rękawice nie chronią przed zgnieceniem, podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.2, 2.4, 9.1 i 9.4).

Nr 34 Termiczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie pożarowe w układzie odciągu dymów spawalniczych (pożar filtra): Iskry i rozżarzone cząstki zasysane przez proces mogą gromadzić się we wkładzie filtracyjnym i zapalić się tlącym pożarem lub pożarem filtra, także z opóźnieniem po zakończeniu zmiany. Dym pożarowy może rozprzestrzeniać się przez układ rurociągów i recyrkulację powietrza do hali.

Maszyna składowa: Odciąg dymów spawalniczych (zespół filtracyjny) · także w: Konserwacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie iskier u źródła przez dobór parametrów spawania i geometrię odciągu: okap nad strefą spawania i prowadzenie kanałów zaprojektować tak, aby zasysane iskry ostygły, zanim dotrą do wkładu filtracyjnego. Dodatkowo przewidzieć wstępny separator iskier (blacha odbojowa / separator cyklonowy) jako zintegrowany element bezpośrednio przed wkładem filtracyjnym, który oddziela grube cząstki i iskry bezwładnościowo, zanim zetkną się one z materiałem filtracyjnym. Element ten jest integralną częścią konstrukcji układu odciągowego, a nie urządzeniem ochronnym zainstalowanym za nim. Konstrukcja zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (wymagania dla układów odciągu dymów spawalniczych).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Pozostałe ryzyko resztkowe pożaru filtra ogranicza się następującymi technicznymi środkami ochronnymi: 1. Monitorowanie termiczne wkładu filtracyjnego: czujnik temperatury (termostat lub termopara) w obudowie filtra z progiem zadziałania; po jego przekroczeniu automatyczne wyłączenie wentylatora odciągu i zamknięcie zmotoryzowanej przepustnicy odcinającej w układzie rurociągów, aby przerwać dopływ tlenu. Włączenie do sterowania maszyny jako blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki. 2. Urządzenie gaśnicze przy obudowie filtra: co najmniej jeden zamykany otwór wlotowy środka gaśniczego (lanca gaśnicza) w obudowie; automatyczne urządzenie gaśnicze nie wchodzi w zakres dostawy i w razie potrzeby jest dodawane przez użytkownika maszyny zgodnie z jego koncepcją ochrony przeciwpożarowej. 3. Zmotoryzowana przepustnica odcinająca w kanale recyrkulacji powietrza do hali: automatyczne zamknięcie po alarmie pożarowym, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się dymu do hali. Włączenie do sterowania maszyny jako blokada eksploatacyjna bez wymagania PL. 4. Czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego jako nadmiarowy poziom detekcji, z przekazaniem alarmu do stale obsadzonego miejsca lub do centrali sygnalizacji pożarowej (odpowiedzialność użytkownika maszyny, do uzgodnienia z koncepcją ochrony przeciwpożarowej budynku). 5. Czas wybiegu wentylatora odciągu po zakończeniu spawania: zaprogramować minimalny czas wybiegu 10 minut na poziomie sterowania, tak aby rozżarzone cząstki jeszcze znajdujące się w rurociągach zostały w pełni przetransportowane do separatora i ostygły przed wyłączeniem układu. Czas wybiegu zaprojektować na podstawie długości rurociągów i strumienia objętości.

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): - Wskazanie zagrożenia pożarowego od iskier i rozżarzonych cząstek w układzie filtracyjnym; opis mechanizmu szkody, łącznie z zapłonem z opóźnieniem. - Przepisany czas wybiegu wentylatora odciągu po zakończeniu spawania (wartość minimalna z projektu) jako wiążące polecenie eksploatacyjne. - Interwały konserwacji wkładów filtracyjnych, wstępnych separatorów iskier i czujników temperatury; określenie stopnia zapełnienia, przy którym wkład filtracyjny należy wymienić (dane producenta, EN ISO 21904-1:2020). - Zakaz eksploatacji układu odciągowego z uszkodzonym czujnikiem temperatury lub niedziałającą przepustnicą odcinającą. - Postępowanie w razie alarmu pożarowego: natychmiast opuścić instalację, powiadomić straż pożarną, nie podejmować samodzielnych prób działania przy obudowie filtra (jej otwarcie może podsycić tlący się ogień). - Wskazówka, że po zakończeniu zmiany, przed opuszczeniem budynku, należy przeprowadzić kontrolę wzrokową obudowy filtra (temperatura, zapach). Oznakowanie ostrzegawcze na układzie odciągowym: - Ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Zagrożenie pożarowe od iskier w filtrze” na obudowie filtra i otworze serwisowym. - Tabliczka tekstowa „Nie otwierać w razie alarmu pożarowego” na klapie serwisowej obudowy filtra. Kwalifikacje i instruktaż: - Personel obsługujący i konserwacyjny należy poinstruować przed rozpoczęciem pracy, a następnie co najmniej raz w roku o zagrożeniu pożarowym, działaniu urządzeń ochronnych i prawidłowym zachowaniu w razie pożaru (obowiązek użytkownika maszyny). - Prace konserwacyjne przy układzie filtracyjnym wyłącznie przez poinstruowany personel w odpowiednich ŚOI (rękawice ochronne i w razie potrzeby ochrona dróg oddechowych podczas wymiany filtra ze względu na narażenie na dym spawalniczy).

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 35 Ergonomiczne — Ryzyko przed: S 3 · W 5 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie wskutek wymuszonych pozycji ciała i powtarzalnych ruchów podczas załadunku i rozładunku przedmiotów: Operator wielokrotnie wykonuje ruchy chwytania, podnoszenia i mocowania w cyklu ok. 90 sekund; niekorzystne pozycje ciała (pochylanie, wyciąganie) przy zmiennej geometrii przedmiotów obciążają kręgosłup, barki i nadgarstki.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Stanowisko załadunku z regulacją wysokości (podest stojący z regulacją wysokości dla operatora), zaprojektowane dla zakresu wzrostu od P5 do P95 populacji operatorów zgodnie z EN ISO 14738:2008 i EN 1005-4 (wysokość pracy przy montażu/manipulacji: ok. 900 do 1100 mm nad powierzchnią stania, regulowana indywidualnie). Nośnik przedmiotu lub przyrząd mocujący zaprojektować tak, aby wszystkie punkty chwytu znajdowały się w zalecanej strefie chwytu (wysokość łokcia ±150 mm, zasięg poziomy maks. 400 mm przed ciałem), bez pochylania i wyciągania. Masę przedmiotu i częstotliwość manipulacji oceniono na podstawie masy referencyjnej zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008: dla ok. 40 podniesień na godzinę producent ustalił próg 15 kg dla manipulacji ręcznej; cięższe przedmioty do 40 kg są ładowane za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie. Geometrię chwytu przyrządu mocującego zaprojektować dla neutralnego ułożenia nadgarstka (bez odchylenia łokciowego/promieniowego, bez wymuszonej pronacji) zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Dla przedmiotów powyżej 15 kg na stanowisku załadunku należy stosować urządzenie wspomagające podnoszenie (balanser, podnośnik próżniowy lub żuraw obrotowy) o udźwigu co najmniej 40 kg. Urządzenie wspomagające podnoszenie zapewnia użytkownik maszyny na miejscu i nie wchodzi ono w zakres dostawy; przestrzeń swobodna niezbędna do jego użycia jest zapewniona na stanowisku załadunku. Sterowanie maszyny nie narzuca wymuszonego cyklu: kolejny cykl rozpoczyna się dopiero po wciśnięciu przez operatora przycisku startu cyklu, co umożliwia mikroprzerwy. Zapewnić oświetlenie stanowiska załadunku co najmniej 500 lx (zadanie wzrokowe: pozycjonowanie przedmiotu), aby uniknąć nieprawidłowych pozycji ciała spowodowanych niewystarczającą widocznością.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): podanie masy/mas przedmiotów, oceny ręcznego przenoszenia ciężarów zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008 oraz pozycji roboczych zgodnie z EN 1005-4; wskazówki dotyczące prawidłowego ustawienia wysokości roboczej wraz z przewodnikiem regulacji. Instruktaż ergonomiczny dla operatorów: prawidłowa technika podnoszenia, użycie urządzenia wspomagającego podnoszenie, rozpoznawanie sygnałów przeciążenia. Odniesienie w instrukcji obsługi do obowiązku użytkownika maszyny w zakresie profilaktycznej opieki zdrowotnej zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie profilaktyki medycyny pracy (ArbMedVV), to jest oferta badań profilaktycznych dla czynności związanych z ciężką pracą fizyczną. Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: tabliczka tekstowa „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie”. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorzy muszą zostać poinstruowani w zakresie ergonomicznie prawidłowej obsługi i regulacji podestu stojącego.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) wskutek powtarzających się ruchów chwytania, podnoszenia i mocowania. Ręczny załadunek i rozładunek w cyklu ok. 90 sekund stanowi zamierzone zadanie. W kroku 1 wysokość roboczą można dostosować za pomocą podestu stojącego dla wzrostu od P5 do P95, punkty chwytu znajdują się na wysokości łokci, uchwyty zaprojektowano z myślą o neutralnym ułożeniu nadgarstka, a ręczne przenoszenie ograniczono do 15 kg. Po kroku 2 dla cięższych części dostępne jest urządzenie wspomagające podnoszenie, układ sterowania nie narzuca wymuszonego taktu (start przez operatora, możliwe mikroprzerwy), a stanowisko pracy jest oświetlone natężeniem 500 lx. Pozostałe obciążenie zależy od długości zmiany, przerw i rotacji stanowisk pracy, czyli od organizacji pracy u użytkownika maszyny. Dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 byłby skuteczny jedynie przy załadunku automatycznym, który byłby sprzeczny z koncepcją maszyny. Regulacja podestu, instruktaż ergonomiczny i wskazówka dotycząca profilaktycznej opieki lekarskiej stanowią część informacji dotyczących użytkowania (instrukcja obsługi, rozdziały 2.6, 4.2 i 9.4).

Nr 36 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Manipulacja parametrami istotnymi dla bezpieczeństwa przez sieć: Nieuprawniony dostęp zapisu przez magistralę polową, OPC UA lub interfejs MES zmienia parametry istotne dla bezpieczeństwa (np. monitorowanie drzwi serwisowych, parametry kurtyny świetlnej, limit prędkości w trybie ustawiania). Funkcja ochronna staje się nieskuteczna lub maszyna pracuje poza granicami określonymi w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Maszyna składowa: Układ sterowania / sieć · także w: Ustawianie

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Parametry istotne dla bezpieczeństwa przechowywać wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa i co do zasady uniemożliwić ich zapis przez sieć procesową (dostęp zapisu rozdzielony fizycznie lub architektonicznie, sieć bezpieczeństwa wydzielona od komunikacji standardowej). Wartości graniczne wynikające z oceny ryzyka zapisać w programie bezpieczeństwa jako stałe, a nie jako dane receptur.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Uwierzytelnianie i autoryzacja dla każdego dostępu zapisu (role, brak haseł domyślnych), kontrola integralności konfiguracji istotnej dla bezpieczeństwa (suma kontrolna/CRC z procedurą zatwierdzania), kontrola wiarygodności wartości przychodzących względem dopuszczalnych granic, rejestrowanie każdej zmiany parametru ze znacznikiem czasu i użytkownikiem. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 2.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 5.1, SR 2.8.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wymagania dotyczące sieci wobec użytkownika (segmentacja, zapora sieciowa, brak bezpośredniego połączenia sterowania z internetem), wykaz parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wraz z informacją, że zmiany może wprowadzać wyłącznie upoważniony personel, a po każdej zmianie należy sprawdzić działanie funkcji bezpieczeństwa.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 37 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Niezamierzone uszkodzenie wskutek błędnej konfiguracji lub błędu obsługi: Wczytano błędny plik receptury lub parametrów, nie skonfigurowano ról i haseł (aktywne hasło domyślne), konfiguracja po usterce została przywrócona niekompletnie. Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa odbiegają niezauważenie od zatwierdzonej konfiguracji. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d, 1.2.1 akapit drugi lit. e]

Maszyna składowa: HMI / parametryzacja · także w: Ustawianie, Oddanie do użytku

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa oddzielić od receptur procesowych, tak aby zmiana receptury ich nie zmieniała; zakresy wartości w sterowniku bezpieczeństwa sztywno ograniczyć (granice wynikające z oceny ryzyka, załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. d).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wymuszona zmiana hasła przy uruchomieniu, model ról z zatwierdzaniem na zasadzie dwóch osób dla zmian istotnych dla bezpieczeństwa, porównanie aktywnej konfiguracji z zatwierdzonym wzorcem (suma kontrolna) przy rozruchu z wyświetleniem każdej rozbieżności, dziennik zmian. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: lista kontrolna uruchomienia (hasła, role, zabezpieczenie konfiguracji wzorcowej), opis danych określonych jako istotne dla bezpieczeństwa, polecenie sprawdzenia działania po zmianach konfiguracji.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 38 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Awaria lub zakłócenie połączenia sieci komunikacyjnej: Awaria sieci, przeciążenie (burza rozgłoszeniowa, odmowa usługi), przerwanie kabla lub zmiana segmentu sieci przerywa komunikację między komponentami sterowania lub komunikację związaną z bezpieczeństwem (PROFIsafe). Po przywróceniu dochodzi do nieoczekiwanego uruchomienia lub niekontrolowanego przejęcia nieaktualnych wartości zadanych. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.2.6, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.3]

Maszyna składowa: Sieć komunikacyjna · także w: Oddanie do użytku

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Funkcje bezpieczeństwa projektować tak, aby utrata komunikacji prowadziła do stanu bezpiecznego (watchdog, nadzór czasowy bezpiecznych telegramów), a ponowny rozruch następował wyłącznie po świadomym potwierdzeniu (załącznik III pkt 1.2.3). Komunikację związaną z bezpieczeństwem oddzielić od komunikacji standardowej.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Segmentacja sieci i ograniczanie obciążenia (ograniczanie szybkości, ochrona przed burzą na przełącznikach), monitorowanie jakości sieci z komunikatem diagnostycznym, zdefiniowane zachowanie przy utracie połączenia we wszystkich trybach pracy, przetestowane i udokumentowane. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 7.1, SR 7.2, SR 5.1, SR 5.2.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wymagania dotyczące sieci użytkownika (segmentacja, dopuszczalni uczestnicy, brak obcych urządzeń w segmencie bezpieczeństwa), opis zachowania przy awarii komunikacji i procedury ponownego rozruchu.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 39 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Podłączenie obcych urządzeń powoduje sytuację zagrożenia: Podłączone obce urządzenie (nadrzędny układ sterowania linii lub MES użytkownika maszyny, brama zdalnej konserwacji, sygnały po stronie użytkownika z odciągu lub zasilania gazem) wysyła nieoczekiwane sygnały, zapisuje do zmiennych sterowania lub zajmuje zasoby. Maszyna uruchamia się, zmienia tryb pracy lub ignoruje warunki zatrzymania, ponieważ funkcje obcego urządzenia nie zostały uwzględnione w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.2.1 akapit czwarty lit. h, 1.2.4.4]

Maszyna składowa: Interfejsy do obcych urządzeń · także w: Montaż, Oddanie do użytku

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Interfejsy do obcych urządzeń wykonywać jako zdefiniowane interfejsy sygnałowe o ustalonej semantyce (brak zezwolenia na ruchy wyłącznie na podstawie obcych sygnałów), sygnały istotne dla bezpieczeństwa prowadzić wyłącznie przez bezpieczne wejścia/wyjścia, obwód zatrzymania i zatrzymania awaryjnego obcego urządzenia jednoznacznie przyporządkować.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Lista dozwolonych uczestników i zmiennych (whitelist), kontrola wiarygodności poleceń przychodzących, blokada zmian trybu pracy przez interfejsy zewnętrzne, diagnostyka brakujących lub nieznanych uczestników. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi i opis interfejsów dla integratora (sygnały, stany, wymagania dla zespołu maszyn zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.4.4), wskazówka, że podłączenie niezatwierdzonych urządzeń wymaga ponownej oceny ryzyka.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 40 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa niemożliwe do zidentyfikowania lub nieoznaczone: Stan wersji i suma kontrolna oprogramowania bezpieczeństwa nie mogą być odczytane na maszynie, a oprogramowanie i dane istotne dla bezpieczeństwa nie są jako takie oznaczone. Po interwencji, aktualizacji lub wymianie urządzenia nie można ustalić, czy maszyna nadal znajduje się w stanie sprawdzonym; praca z niezatwierdzonym oprogramowaniem pozostaje niewykryta. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.1.9 akapit czwarty, 1.7.4.2]

Maszyna składowa: Oprogramowanie / dokumentacja · także w: Oddanie do użytku, Konserwacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa wykonać jako wyodrębnioną jednostkę z własnym numerem wersji i sumą kontrolną (oddzielnie od oprogramowania standardowego i wizualizacji), tak aby jednoznaczna identyfikacja była technicznie możliwa.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Strona informacyjna na HMI pokazująca wersję i sumę kontrolną wszystkich komponentów oprogramowania istotnych dla bezpieczeństwa (zawsze łatwo dostępna bez logowania, załącznik III pkt 1.1.9 akapit czwarty), oznaczenie danych istotnych dla bezpieczeństwa w nazwach plików, menu i eksportach, porównanie z protokołem odbioru przy rozruchu. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wykaz oprogramowania i danych istotnych dla bezpieczeństwa wraz z wersjami (załącznik III pkt 1.7.4.2), instrukcja odczytu informacji o wersji, wskazówka o znaczeniu dla zgodności i o obowiązku zgłaszania odchyleń.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 41 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Brak lub niekompletność dowodów ingerencji (rejestrowanie): Interwencje w sprzęt, oprogramowanie lub konfigurację istotne dla bezpieczeństwa nie są rejestrowane albo są rejestrowane bez znacznika czasu i sprawcy; dzienniki nadpisują się po krótkim czasie lub są podatne na manipulację. Nieuprawnione interwencje pozostają niewykryte, a ślad audytowy nie jest dostępny na żądanie organów. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit piąty, 1.2.1 akapit drugi lit. f]

Maszyna składowa: Układ sterowania / rejestrowanie · także w: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Rejestrowanie zdarzeń przewidzieć jako stałą funkcję układu sterowania (niewyłączalną przez operatora), z odpowiednio zwymiarowaną pamięcią nieulotną.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Rejestrowanie zdarzeń istotnych dla bezpieczeństwa ze znacznikiem czasu, tożsamością użytkownika i treścią zmiany (logowanie, zmiana parametrów i konfiguracji, wgranie oprogramowania z wersją i sumą kontrolną, otwarcie zespołów istotnych dla bezpieczeństwa, sesje dostępu zdalnego), ochrona przed usunięciem i modyfikacją, eksport w czytelnej postaci, przechowywanie wgranych plików i powiązanych danych do pięciu lat od wgrania (załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f). Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: dostęp do dzienników i ich eksport, obowiązki użytkownika w zakresie przechowywania przy przekazaniu maszyny, postępowanie przy żądaniu organu, wskazówka dotycząca pojemności pamięci i synchronizacji czasu.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 42 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Sfałszowane dane produkcyjne lub receptur z MES lub chmury: Dane zleceń i receptur pobierane z MES, ERP lub platformy chmurowej (np. parametry spawania, numer programu lub przyporządkowanie przedmiotu) są sfałszowane, nieaktualne lub przeznaczone dla niewłaściwej maszyny. Maszyna pracuje ze specyfikacjami spoza bezpiecznych granic lub z błędnym odniesieniem do przedmiotu i programu. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Maszyna składowa: Połączenie danych MES / chmura

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Granice bezpieczeństwa ograniczać w sterowniku bezpieczeństwa niezależnie od przejętych danych receptur; dane receptur sterują wyłącznie parametrami procesu w tych granicach (załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. d).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Weryfikacja integralności i pochodzenia przekazanych zestawów danych (podpis lub suma kontrolna, przyporządkowanie do maszyny i narzędzia), kontrola wiarygodności względem dopuszczalnych zakresów z odrzuceniem i powiadomieniem, etap zatwierdzenia nowych receptur przez upoważniony personel, dziennik przekazanych zestawów danych. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 3.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 1.2.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: odpowiedzialność użytkownika za jakość danych, opis kontroli i komunikatów, polecenie postępowania przy odrzuconych zestawach danych.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 44 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Nieuprawniony lub błędny dostęp zdalny przez bramę zdalnej konserwacji: Przez połączenie IPsec VPN bramy zdalnej konserwacji osoba nieupoważniona ze skradzionymi danymi uwierzytelniającymi lub upoważniony technik w niewłaściwym momencie ingeruje w sterownik celi: zmiana programu lub parametrów, potwierdzenie usterek albo uruchomienie ruchów, gdy osoby znajdują się na stanowisku załadunku lub w przejściu serwisowym. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Maszyna składowa: Brama zdalnej konserwacji / sterownik celi · także w: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Dostęp zdalny zaprojektowany tak, aby nie mógł wyzwalać niebezpiecznych ruchów ani omijać funkcji bezpieczeństwa: brama zdalnej konserwacji sięga wyłącznie do sterownika standardowego i panelu HMI; sterownik PLC bezpieczeństwa nie ma ścieżki dostępu zdalnego. Polecenia ruchu i potwierdzanie usterek są możliwe wyłącznie ze stanowisk sterowania z widokiem na strefę niebezpieczną (załącznik III pkt 1.2.2).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Zdalna konserwacja wyłączona w stanie dostawy; sesję można uaktywnić wyłącznie na miejscu przełącznikiem kluczykowym przy pulpicie sterowniczym, kończy się ona automatycznie po czterech godzinach i jest sygnalizowana na panelu HMI jako „Zdalna konserwacja aktywna”; IPsec VPN z uwierzytelnianiem wieloskładnikowym i osobistymi kontami dla techników zdalnych; rejestrowanie każdej sesji z użytkownikiem, czasem i wykonanymi czynnościami, przechowywanie zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (rozdział 13.3): procedura uaktywniania i kończenia sesji zdalnej konserwacji, obowiązek zapewnienia osoby odpowiedzialnej na miejscu, postępowanie w razie podejrzenia nieuprawnionego dostępu (zakończyć sesję przełącznikiem kluczykowym, poinformować producenta), kontakt w sprawie komunikatów producenta dotyczących bezpieczeństwa.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Konserwacja (Zagrożenia: 18)

Nr 6 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu stołu obrotowego lub robota po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki: Brak skoordynowanego zabezpieczenia przed ponownym rozruchem (EN ISO 11161) może powodować, że poszczególne maszyny składowe uruchomią się samoczynnie, gdy w strefie niebezpiecznej nadal przebywają osoby.

Maszyna składowa: Cała instalacja (koordynacja ponownego rozruchu) · także w: Wyszukiwanie usterek, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: ponowny rozruch po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki jest zdarzeniem układu sterowania, którego przy zasadzie działania całej instalacji (skoordynowana praca automatyczna robota i stołu obrotowego) nie można wyeliminować konstrukcyjnie bez zniesienia funkcji maszyny. Nie istnieje żaden środek geometryczny ani energetyczny, który zapobiegałby samemu ponownemu rozruchowi bez zniesienia funkcji maszyny. Ochronę należy więc w całości zapewnić środkami stopnia 2 (układ sterowania i blokady).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Skoordynowane zabezpieczenie przed ponownym rozruchem zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: układ sterowania całej instalacji nie może zezwolić na ponowny rozruch maszyny składowej (stół obrotowy, robot), dopóki z bezpiecznego miejsca poza wszystkimi strefami niebezpiecznymi nie zostanie wydane świadome, ręczne polecenie ponownego rozruchu. Polecenie ponownego rozruchu nie może być wyzwalane automatycznie po potwierdzeniu zatrzymania awaryjnego ani po usunięciu usterki. 2. Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie, kategoria zatrzymania 1 przy otwarciu drzwi serwisowych, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) oraz SF-03 (zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) zapewniają bezpieczne doprowadzenie wszystkich napędów do bezruchu. Zabezpieczenie przed ponownym rozruchem jest zrealizowane jako integralna część funkcji bezpieczeństwa SF-01, SF-03 i SF-04 i wykonywane z ich odpowiednim PLr (SF-04: PLr e; SF-01 i SF-03: PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). 3. Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): stół obrotowy może wykonywać ruch obrotowy tylko wtedy, gdy kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 (usytuowana zgodnie z EN ISO 13855:2024) wykryła, że obszar obrotu jest wolny. Funkcja ta pozostaje aktywna po ponownym rozruchu i zapobiega uruchomieniu w obecności osób. 4. Funkcja bezpieczeństwa SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): w trybie ustawiania ponowny rozruch jest zezwalany wyłącznie za pomocą urządzenia zezwalającego (3-położeniowego zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7), tak aby wykluczyć nieoczekiwany ponowny rozruch z pełną prędkością. 5. Odłączenie zasilania i odcięcie energii zgodnie z EN ISO 14118:2018: przed wejściem do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy odłączyć zasilanie energią wszystkich odnośnych napędów (elektrycznych, pneumatycznych zgodnie z EN ISO 4414:2010) za pomocą zamykanego łącznika odcinającego i zabezpieczyć je przed niezamierzonym ponownym załączeniem (blokada i oznakowanie). Energię resztkową (zgromadzoną energię pneumatyczną) należy rozproszyć przed jakąkolwiek interwencją; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym. 6. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym: ryglowanie utrzymuje drzwi serwisowe zamknięte, dopóki niebezpieczne ruchy nie zostaną bezpiecznie zatrzymane (zakończone zatrzymanie kategorii 1). Integracja następuje w ramach SF-01 (PLr d).

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis sekwencji ponownego rozruchu po zatrzymaniu awaryjnym i po usunięciu usterki; wyraźne stwierdzenie, że ponowny rozruch jest dopuszczalny dopiero po całkowitym opuszczeniu wszystkich stref niebezpiecznych i wydaniu ręcznego polecenia potwierdzenia z zewnątrz. Opis procedury blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018 dla wszystkich czynności konserwacyjnych i wyszukiwania usterek. 2. Oznakowanie ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych i przy urządzeniach potwierdzających: ostrzeżenie przed nieoczekiwanym ponownym rozruchem (znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020), wskazanie obowiązku potwierdzenia z zewnątrz. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: czynności ustawcze i konserwacyjne mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane, przeszkolone w zakresie procedury ponownego rozruchu i metody blokady i oznakowania (EN ISO 10218-2:2025, pkt 7.5.12). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wchodzenia do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy nosić obuwie bezpieczne (S3 zgodnie z EN ISO 20345); dodatkowe ŚOI zgodnie z ustaleniami użytkownika maszyny w ocenie ryzyka stanowiska pracy.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu. Ponowny rozruch jest zdarzeniem sterowania w ramach skoordynowanej pracy automatycznej robota i stołu obrotowego; nie istnieje środek konstrukcyjny, który by mu zapobiegał, nie uniemożliwiając działania celi (krok 1). Po kroku 2 układ sterowania całej instalacji zezwala na ponowny rozruch zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 wyłącznie po celowym poleceniu wydanym z pulpitu sterowniczego poza strefami niebezpiecznymi, blokada ponownego rozruchu jest częścią SF-01, SF-03 (PL d) i SF-04 (PL e), zezwolenie na obrót sprawdza obszar obrotu również po ponownym rozruchu, a zabezpieczenie na osobiste kłódki uniemożliwia zamknięcie drzwi serwisowych, dopóki wewnątrz celi przebywa osoba. Do wyszukiwania usterek i konserwacji przewidziano wyłącznik główny z możliwością zablokowania oraz zawór odcinający sprężone powietrze z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania zgodnie z EN ISO 14118:2018. Pozostałym ryzykiem jest rozruch, gdy osoba ani nie założy swojej kłódki, ani nie odłączy instalacji od źródeł energii, a jednocześnie zawiedzie blokada ponownego rozruchu. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek techniczny, który zastąpiłby odłączenie od źródeł energii przez daną osobę. Sekwencję ponownego rozruchu i procedurę odłączania od źródeł energii opisano w instrukcji obsługi (rozdziały 9.5 i 10.4).

Nr 8 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie skaleczeniem i ukłuciem przez drut spawalniczy (drut pełny 1,0 do 1,2 mm) przy palniku spawalniczym: Drut wystający z palnika działa jak igła; podczas ustawiania, zakładania drutu lub czyszczenia palnika dłonie i palce mogą zostać ukłute lub skaleczone.

Maszyna składowa: Palnik spawalniczy / podajnik drutu · także w: Ustawianie, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Automatyczne cofanie drutu po zakończeniu spawania: sterowanie podajnikiem drutu po każdym cyklu spawania automatycznie cofa drut o określoną wartość (5 do 10 mm) do palnika, tak aby ostry koniec drutu był schowany w końcówce prądowej i nie wystawał swobodnie. Konstrukcyjnie minimalizuje to miejsce zagrożenia (swobodnie wystający koniec drutu) w fazach cyklu życia: ustawianie i czyszczenie. Dodatkowo: dobór systemu podawania drutu, który w trybie wsuwu (ustawianie) przesuwa drut tylko przy stale wciśniętym przycisku (zasada hold-to-run), tak aby drut nie był przesuwany w sposób niekontrolowany.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Mechaniczne ograniczenie długości drutu: na szyjce palnika przewidziano nastawny ogranicznik długości drutu (nasadka ochronna palnika z określonym otworem), ograniczający maksymalną długość wystającego drutu do wymiaru minimalnego wymaganego dla procesu. 2. Blokada automatycznego podawania drutu: automatyczne podawanie drutu jest blokowane, gdy tylko drzwi serwisowe zostaną otwarte; przy otwartych drzwiach drut można podawać wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania. 3. Tryb wsuwu drutu: tryb wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania jest funkcją źródła prądu spawania, a nie funkcją bezpieczeństwa; ma zapobiegać niezamierzonemu szybkiemu podawaniu drutu. 4. Oznakowanie miejsca zagrożenia na palniku i podajniku drutu znakiem ostrzegawczym W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wyraźna wskazówka, że drut spawalniczy ma ostry koniec, który może przebić skórę nawet w spoczynku. Opis bezpiecznego postępowania przy zakładaniu drutu (podawać drut wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania, koniec drutu przycinać czysto szczypcami bocznymi, nigdy nie wyczuwać go gołą ręką). 2. Oznakowanie ostrzegawcze na uchwycie palnika i na podajniku drutu: znak ostrzegawczy W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: czynności przy palniku i podajniku drutu (zakładanie drutu, czyszczenie) mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane; wymaganie udokumentować w instrukcji obsługi. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas zakładania drutu i czyszczenia palnika należy nosić rękawice ochronne odporne na przecięcie (zgodnie z EN 388, odporność na przekłucie co najmniej poziom 2); wymaganie ująć w instrukcji obsługi oraz w komunikacie wywieszonym na stanowisku pracy. 5. Wskazówka dotycząca bezpiecznego przycinania końca drutu: przed każdą ręczną czynnością przy palniku koniec drutu należy przyciąć czysto i bez zadziorów odpowiednimi szczypcami bocznymi; narzędzie udostępnić na stanowisku pracy.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) od końcówki drutu. Do wytworzenia łuku drut musi wystawać z końcówki prądowej. Automatyczne cofanie drutu po każdym cyklu i tryb impulsowy działający na zasadzie ciągłego naciskania (krok 1), ograniczenie długości przez nasadkę ochronną palnika, zablokowanie automatycznego podawania drutu przy otwartych drzwiach serwisowych oraz obcinak drutu stacji czyszczenia palnika (krok 2) ograniczają odsłoniętą długość drutu do wymiaru wynikającego z procesu. Nawlekanie drutu przy jego wymianie i prace przy palniku pozostają czynnościami ręcznymi, przy których ręka z konieczności pracuje przy drucie; przy tych czynnościach nie można zastosować urządzenia ochronnego między ręką a drutem, dlatego dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest praktycznie wykonalny. Pozostała rana kłuta lub cięta jest odwracalna. Przeciwdziała się jej w kroku 3 przez stosowanie rękawic odpornych na przecięcie zgodnie z EN 388, czyste odcięcie końcówki drutu przed każdą czynnością ręczną, ograniczenie do poinstruowanego personelu oraz znak W022 na uchwycie palnika i na podajniku drutu (instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.6).

Nr 10 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Czyszczenie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Kable i węże (sprężone powietrze, gaz osłonowy) należy konstrukcyjnie wyprowadzić poza obszar podłogi stanowiska załadunku i przejścia serwisowego, prowadząc je w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych lub podwieszanych do sufitu systemach prowadzenia przewodów, tak aby nie powstawały miejsca grożące potknięciem. Przyłącza na stanowisku załadunku wykonać jako przyłącza podwieszane do sufitu lub ścienne panele gniazd. Narażenie podłogi na rozpryski spawalnicze zmniejszyć za pomocą zintegrowanych konstrukcyjnie blach osłonowych (osłony przeciwrozpryskowe) na stanowisku spawania, tak aby wyrzut w strefę operatora był zminimalizowany. Posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; wymaganie dotyczące miejsca ustawienia (antypoślizgowa okładzina podłogowa) jest przekazywane użytkownikowi maszyny w stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z pozostałych zagrożeń potknięciem i poślizgnięciem ogranicza się następującymi środkami technicznymi: (1) oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) do oznaczenia dróg komunikacyjnych i stref niebezpiecznych zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.15. (2) Odpowiednie stałe oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.4, tak aby przeszkody i mokre powierzchnie można było wcześnie zauważyć; oświetlenie zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837 zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. (3) Maty przeciwrozpryskowe w bezpośrednim obszarze spawania, łatwe do zdjęcia i oczyszczenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) wskazanie zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem wskutek rozprysków spawalniczych, węży i mokrych powierzchni; określić interwały czyszczenia i procedury czyszczenia powierzchni podłogi. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: wszystkie osoby wchodzące na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego muszą zostać poinstruowane o zagrożeniach i układzie dróg komunikacyjnych. (3) Wymagania dotyczące ŚOI: przy wchodzeniu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego należy nosić obuwie bezpieczne z podeszwą antypoślizgową (S3 zgodnie z EN ISO 20345). (4) Oznakowanie ostrzegawcze przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego: umieścić znak ostrzegawczy W011 „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. (5) Wymaganie dotyczące miejsca ustawienia: antypoślizgowa okładzina podłogowa na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym, klasa odporności na poślizg co najmniej R 11 zgodnie z niemiecką zasadą DGUV Regel 108-003.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) wskutek potknięcia, poślizgnięcia i upadku. W kroku 1 kable i węże wyprowadzono poza obszar podłogi, a osłony przeciwrozpryskowe ograniczają ilość rozprysków wynoszonych z celi. Pozostają rozpryski spawalnicze, które przedostają się na podłogę przez otwór otwarty na potrzeby załadunku, oraz mokre powierzchnie podczas czyszczenia. Otwór musi pozostać otwarty na potrzeby załadunku, a posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; dalsze środki konstrukcyjne na maszynie nie eliminują tych przyczyn. Po kroku 2 drogi komunikacyjne są oznakowane, stanowisko załadunku jest oświetlone natężeniem 500 lx, a przejście konserwacyjne natężeniem 200 lx, w strefie spawania zapewniono wyjmowane maty przeciwrozpryskowe; badanie miejsc grożących potknięciem i poślizgnięciem zakończyło się wynikiem pozytywnym. Każdy dalszy środek techniczny zastępowałby jedynie czyszczenie podłogi, które określono jako czynność codzienną. Codzienne czyszczenie (instrukcja obsługi, rozdział 10.2), antypoślizgowe obuwie bezpieczne S3, znaki W011 i W007 (rozdział 2.4) oraz wymaganie antypoślizgowej nawierzchni podłogi w miejscu instalacji (przegląd ryzyk resztkowych, rozdział 2.6) stanowią informacje dotyczące użytkowania.

Nr 11 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z równoczesnego wejścia kilku osób do różnych stref celi (EN ISO 11161): Druga osoba przebywa wewnątrz celi, a personel ustawiający nie jest tego świadomy; gdy robot lub stół obrotowy się uruchomi, druga osoba zostaje uderzona.

Maszyna składowa: Cała instalacja (dostęp do stref) · także w: Ustawianie, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania całej instalacji wymaga dostępnych stref do prac ustawczych, konserwacyjnych i wyszukiwania usterek. Zagrożenie wynika z równoczesnej obecności kilku osób w różnych strefach, której nie można rozwiązać samą geometrią, odległością ani ograniczeniem energii bez pokrzyżowania celu eksploatacyjnego. Zmniejszenie energii robota lub stołu obrotowego do poziomu, który bezpiecznie wyklucza obrażenia, nie jest technicznie możliwe w tego typu instalacji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Ochrona osób przy wejściu kilku osób do celi zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: drzwi serwisowe mają zabezpieczenie na osobiste kłódki. Każda osoba wchodząca do celi zakłada swoją osobistą kłódkę na zabezpieczeniu otwartych drzwi. Dopóki założona jest kłódka, drzwi nie mogą zostać zamknięte, a tryb automatyczny nie może zostać uruchomiony. Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania, przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Potwierdzenie jest możliwe tylko z zewnątrz, przy pulpicie sterowniczym. 2. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1, tak aby osoby uwięzione w środku mogły w każdej chwili opuścić celę. 3. Zezwolenie na automatyczne uruchomienie (robot i stół obrotowy) jest zrealizowane jako funkcja bezpieczeństwa: automatyczne uruchomienie jest możliwe tylko wtedy, gdy drzwi serwisowe są zamknięte i utrzymywane w tym stanie przez ryglowanie, a potwierdzenie zostało wydane z zewnątrz. Funkcją dostępu jest SF-01 (bezpieczne zatrzymanie przy otwarciu drzwi serwisowych) z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023. Niezależnie od tego zezwolenie na obrót stołu obrotowego pozostaje zabezpieczone przez SF-04 (PLr e). 4. W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). Urządzenie zezwalające jest przypisane do osoby. Cela ma dokładnie jedno urządzenie zezwalające, na pulpicie programowania; ruchy w trybie ustawiania są więc dozwolone wyłącznie wtedy, gdy wewnątrz celi nie przebywa nikt poza osobą trzymającą urządzenie zezwalające (instrukcja postępowania: patrz stopień 3). 5. Odległości bezpieczeństwa między przestrzenią roboczą robota a miejscami przebywania osób spełniają EN ISO 13857:2019, tabela 2, oraz EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.6 i 5.8.9.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis ochrony osób przy drzwiach serwisowych (jedna osobista kłódka na osobę w zabezpieczeniu na kłódki, odblokowanie awaryjne od wewnątrz) oraz obowiązku założenia kłódki przed wejściem i zdjęcia jej dopiero po opuszczeniu celi. Instrukcja postępowania przy pracy wieloosobowej (ustawianie, konserwacja, wyszukiwanie usterek) z jednoznacznym przydziałem ról (osoba odpowiedzialna, koordynacja). 2. Znaki ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020, tabliczka tekstowa „Przed wejściem załóż swoją osobistą kłódkę”. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany w zakresie koncepcji wejścia wielu osób oraz używania zabezpieczenia na osobiste kłódki i odblokowania awaryjnego. Instruktaż należy udokumentować. 4. Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież) podczas przebywania wewnątrz celi.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) przy dostępie kilku osób. Prace ustawcze, konserwacyjne i wyszukiwanie usterek wymagają dostępnych stref; zagrożenia dla drugiej osoby nie można usunąć za pomocą geometrii ani ograniczenia energii (krok 1). Po kroku 2 każda wchodząca osoba zakłada swoją osobistą kłódkę w zabezpieczeniu na kłódki drzwi serwisowych; dopóki założona jest kłódka, drzwi nie można zamknąć, a trybu automatycznego nie można uruchomić, przy czym potwierdzenie jest możliwe wyłącznie z zewnątrz (SF-01, PL d). Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania z jednym, przypisanym do osoby urządzeniem zezwalającym i z prędkością 250 mm/s (SF-05, PL d), a odblokowanie awaryjne pozwala osobom w każdej chwili opuścić celę od wewnątrz. Ta ochrona osób jest zgodna z EN ISO 11161:2007+A1:2010. Pozostałym ryzykiem jest wejście osoby do celi bez własnej kłódki, podczas gdy osoba ustawiająca inicjuje ruchy; nawet wtedy instalacja porusza się wyłącznie ze zmniejszoną prędkością przy urządzeniu zezwalającym osoby ustawiającej. Założenie kłódki pozostaje czynnością każdej osoby z osobna; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2, który zapobiegałby temu niewłaściwemu użyciu bez ograniczania prac ustawczych. Procedura dla prac wykonywanych przez kilka osób, tabliczka tekstowa przy drzwiach i instruktaż personelu: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.5, 2.6 i 9.3.

Nr 12 Elektryczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wskutek bezpośredniego lub pośredniego dotknięcia części pod napięciem źródła prądu spawania, szafy sterowniczej robota i układu sterowania celi (400 V AC, 32 kVA): Dotknięcie zacisków, przewodów lub wnętrza szafy sterowniczej przy otwartej szafie bez odłączenia zasilania może prowadzić do porażenia prądem z migotaniem komór lub do oparzeń.

Maszyna składowa: Instalacja elektryczna (szafa sterownicza / źródło prądu spawania) · także w: Oddanie do użytku, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wszystkie części pod napięciem wewnątrz szafy sterowniczej (zaciski, szyny zbiorcze, zaciski mocy źródła prądu spawania) wykonano z osłonami zapobiegającymi dotknięciu (stopień ochrony co najmniej IP 2X lub IPXXB zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), tak aby dotknięcie części pod napięciem było wykluczone już samą formą obudowy, bez potrzeby stosowania osłony. Ponadto minimalne odstępy między częściami pod napięciem a częściami dostępnymi zaprojektowano tak, aby stopień ochrony IP 2X był zachowany także przy otwartych drzwiach szafy (nasadki ochronne, osłony izolacyjne na listwach zaciskowych). Odpowiada to analogicznie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.1 (zasilanie energią elektryczną) oraz EN 60204-1:2018, pkt 6.2.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Odłączenie i pozbawienie napięcia (LOTO): wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu WYŁ. zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 5.3 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu / odcięcie energii). Wyłącznik główny musi jako odłącznik odłączać całą instalację od zasilania na wszystkich biegunach; napięcie resztkowe na kondensatorach źródła prądu spawania należy ograniczyć do wartości poniżej 60 V DC w ciągu 5 s za pomocą czasu rozładowania lub aktywnego obwodu rozładowania; jeżeli nie jest to osiągnięte, na obudowie umieszcza się tabliczkę ostrzegawczą z podanym czasem rozładowania (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.4). Zamknięcie drzwi szaf: drzwi głównych szaf sterowniczych są wyposażone w zamek, który można otworzyć wyłącznie kluczem i który zapobiega nieuprawnionemu otwarciu (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2). 2. Ochronne połączenia wyrównawcze i przewód ochronny: wszystkie obudowy szaf sterowniczych, źródło prądu spawania i szafa sterownicza robota są połączone ciągłym przewodem ochronnym (PE) o odpowiednim przekroju (EN 60204-1:2018, pkt 8.2), tak aby w razie uszkodzenia izolacji prąd zwarciowy był bezpiecznie odprowadzany, a urządzenie zabezpieczające (wyłącznik nadprądowy / RCD) zadziałało. 3. Wyłącznik różnicowoprądowy (RCD): zastosowanie RCD (typ B, ponieważ możliwe są prądy różnicowe stałe od przemienników częstotliwości i źródła prądu spawania) o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania 30 mA w obwodach, na których pracują osoby; w obwodach, w których RCD nie jest zgodny z procesem spawania, stosuje się zamiast niego monitorowanie izolacji (EN 60204-1:2018, pkt 6.3.3 i 7.7). Nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr; środki działają biernie i konstrukcyjnie (oznakowanie ostrzegawcze: patrz stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): udokumentować procedurę odłączania zasilania (LOTO) w formie instrukcji krok po kroku, łącznie z czasem rozładowania kondensatorów źródła prądu spawania oraz sprawdzeniem braku napięcia odpowiednim przyrządem pomiarowym (próbnik napięcia kategorii CAT III 600 V). Wymaganie kwalifikacyjne: prace przy instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie osoby wykwalifikowane w zakresie elektrycznym (Elektrofachkraft, EFK) zgodnie z niemieckim przepisem DGUV Vorschrift 3 albo osoby poinstruowane w zakresie elektrycznym pod nadzorem EFK. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac w otwartej szafie należy nosić rękawice izolacyjne (zgodnie z EN 60903, klasa 00 dla napięć do 500 V AC), okulary ochronne (ochrona przed łukiem elektrycznym) oraz obuwie elektroizolacyjne. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na wszystkich drzwiach szaf i na źródle prądu spawania. Wskazówka o ryzyku resztkowym w instrukcji obsługi: po zadziałaniu wyłącznika głównego kondensatory w źródle prądu spawania i w przemienniku częstotliwości robota mogą nadal znajdować się pod niebezpiecznym napięciem (czas oczekiwania co najmniej 1 minuta dla źródła prądu spawania, dla napędu robota zgodnie z danymi producenta robota); brak napięcia należy zawsze sprawdzać pomiarem.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek napięcia elektrycznego 400 V AC. W kroku 1 części pod napięciem osłonięto w sposób zabezpieczający przed dotykiem palcem (IP 2X zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), również przy otwartych drzwiach szafy. Po kroku 2 wyłącznik główny z możliwością zablokowania odłącza wszystkie bieguny, drzwi szaf można otworzyć wyłącznie kluczem, obwód pośredniczący DC źródła prądu spawania rozładowuje się do napięcia nie większego niż 60 V w zmierzonym czasie 1,9 s, zbadano przewód ochronny (0,08 Ω), impedancję pętli zwarcia (0,28 Ω) i rezystancję izolacji (> 100 MΩ), a ochronę przy uszkodzeniu zapewnia urządzenie ochronne różnicowoprądowe typu B lub monitorowanie stanu izolacji. Pozostałym ryzykiem jest praca wykwalifikowanego elektryka, który podczas uruchamiania i wyszukiwania usterek musi wykonywać pomiary na częściach pod napięciem w otwartej szafie. Tych pomiarów nie można przeprowadzić w stanie beznapięciowym; dla tych faz cyklu życia żaden dalszy środek kroku 1 ani kroku 2 nie jest zatem praktycznie wykonalny, a ciężkość pozostaje na poziomie 5. Procedurę odłączania od źródeł energii wraz ze sprawdzeniem braku napięcia, kwalifikacje wymagane od wykwalifikowanego elektryka, izolacyjne ŚOI i znak W012 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.4, 2.6, 8.1 i 10).

Nr 17 Termiczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Ryzyko oparzenia od gorącego palnika spawalniczego i szyjki palnika: Szyjka palnika i końcówka prądowa silnie się nagrzewają po procesie spawania; przy wymianie palnika, podczas czyszczenia lub ustawiania bez okresu stygnięcia dłonie i palce mogą ulec oparzeniu.

Maszyna składowa: Palnik spawalniczy · także w: Ustawianie, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastosowanie aktywnego chłodzenia palnika (palnik chłodzony wodą zamiast chłodzonego powietrzem): ciągłe chłodzenie wodą ogranicza konstrukcyjnie energię cieplną w szyjce palnika i na końcówce prądowej do znacznie niższego poziomu temperatury. Dodatkowo: uchwyt palnika i system wymiany są zaprojektowane tak, aby przy wymianie palnika operator dotykał wyłącznie rozprzężonych termicznie obszarów chwytu (rękojeść z tworzywa lub ceramiki, bez bezpośredniego kontaktu metalu z szyjką palnika). Konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 (próg oparzenia dla gołego metalu ok. 51 °C przy czasie kontaktu 1 min i 48 °C przy 10 min).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Monitorowanie czasu stygnięcia: czujnik temperatury na szyjce palnika przekazuje wartość do sterowania maszyny; HMI wskazuje zezwolenie na wymianę palnika i czyszczenie dopiero po spadku temperatury poniżej wartości granicznej. Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL według EN ISO 13849-1; nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka. 2. Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015); dostęp do palnika w celu konserwacji i czyszczenia odbywa się wyłącznie przez zabezpieczone drzwi serwisowe (SF-01, PLr d). Niezamierzony dostęp do gorącego palnika podczas pracy automatycznej jest w ten sposób wykluczony konstrukcyjnie. 3. Przewidzieć odkładnik palnika z termicznie izolowanym gniazdem (podkładka ceramiczna lub silikonowa) bezpośrednio na stanowisku spawania, tak aby palnik po zakończeniu procesu był odkładany w określony sposób, a nie na przewodzące powierzchnie metalowe.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wyraźnie podać czas stygnięcia po zakończeniu spawania przed każdą wymianą palnika, czyszczeniem lub pracami ustawczymi przy palniku (wartość orientacyjna zgodnie z danymi producenta palnika); uwzględnić procedurę wymiany palnika z krokiem „odczekać czas stygnięcia lub sprawdzić temperaturę”. 2. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić trwale i dobrze widocznie w obszarze palnika i na drzwiach serwisowych. 3. Kwalifikacje: wymianę palnika i czyszczenie mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby; instruktaż obejmuje ryzyko oparzenia, czasy stygnięcia i prawidłowe stosowanie ŚOI. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: rękawice chroniące przed ciepłem (odpowiednie dla ciepła kontaktowego, klasa ochrony zgodnie z EN 407) są obowiązkowe podczas wymiany palnika, czyszczenia i prac ustawczych przy palniku; wymaganie to należy podać w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” (M009 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 19 Promieniowanie

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie polami elektromagnetycznymi (EMF) generowanymi przez źródło prądu spawania i przewody spawalnicze: Duże prądy spawania wytwarzają silne pola magnetyczne; osoby z aktywnymi implantami (rozruszniki serca, pompy insulinowe) mogą być zagrożone przez te pola.

Maszyna składowa: Źródło prądu spawania / przewody spawalnicze · także w: Eksploatacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Przewody spawalnicze (przewód prądowy i przewód powrotny) prowadzić i wiązać tak, aby przewód doprowadzający i powrotny znajdowały się w bliskim sąsiedztwie przestrzennym (skręcone lub równolegle prowadzone pary przewodów o minimalnej odległości między nimi): pola magnetyczne obu przewodów częściowo się znoszą, co znacznie zmniejsza wypadkowe natężenie pola w otoczeniu. Przewody utrzymywać możliwie jak najkrótsze technicznie i unikać zbędnego zwijania lub prowadzenia w pętlach, ponieważ pętle zwiększają natężenie pola. Źródło prądu spawania ustawić w pewnej odległości od stanowiska załadunku i pulpitu sterowniczego.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Zabezpieczyć dostęp do strefy spawania (cela spawalnicza) w czasie pracy istniejącą osłoną stałą (ogrodzenie obwodowe zgodnie z EN ISO 14120:2015), tak aby osoby nie mogły podchodzić do bezpośredniego sąsiedztwa aktywnych przewodów spawalniczych podczas pracy automatycznej. Drzwi serwisowe wykonać z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), które zezwala na wejście dopiero po wyłączeniu prądu spawania. W trybie ustawiania i podczas prac konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów: przed wejściem do strefy niebezpiecznej wyłączyć prąd spawania i zabezpieczyć przed ponownym włączeniem (odcięcie energii i bezruch zgodnie z EN ISO 14118:2018). Przewody spawalnicze prowadzą w całości wewnątrz ogrodzenia obwodowego, tak aby osoby znajdujące się poza celą zachowywały odległość od aktywnych przewodów.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: jednoznaczne stwierdzenie, że praca spawarki wytwarza silne pola elektromagnetyczne. Osoby z aktywnymi lub pasywnymi implantami metalowymi (rozruszniki serca, pompy insulinowe, implanty ślimakowe, implanty metalowe) nie mogą przebywać w bezpośrednim sąsiedztwie przewodów spawalniczych i źródła prądu spawania. Przed rozpoczęciem czynności ustawczych lub konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów należy wyłączyć prąd spawania. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany o zagrożeniu EMF; osoby ze znanymi implantami należy wykluczyć z czynności w bezpośrednim sąsiedztwie aktywnych przewodów spawalniczych. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: pole magnetyczne” (W006 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić przy drzwiach serwisowych, na stanowisku załadunku i na źródle prądu spawania. Dodatkowo w tych samych miejscach umieścić znak zakazu „Zakaz wstępu osobom z aktywnymi implantami serca” (P007 zgodnie z EN ISO 7010:2020). Emisję EMF należy opisać jakościowo w instrukcji obsługi; podstawą oceny są dane producenta źródła prądu spawania zgodnie z EN IEC 62822-2 (ocena urządzeń do spawania łukowego pod kątem narażenia osób na EMF).

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 20 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie wdychaniem dymów i oparów spawalniczych (tlenki metali, mangan, tlenki żelaza): Spawanie MAG stali konstrukcyjnej wytwarza szkodliwe cząstki i gazy; przy niewystarczającym odciągu (nasycony wkład filtracyjny, wyłączony układ) stężenia w strefie oddychania operatora przekraczają wartości graniczne narażenia zawodowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (odciąg / strefa spawania) · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastąpienie materiału spawalniczego: zastosowanie elektrod z drutu pełnego o udokumentowanej zmniejszonej zawartości manganu (stop o niskiej zawartości Mn, np. zawartość Mn < 1,0 % według karty charakterystyki) zamiast elektrod z drutu proszkowego lub drutów o wysokiej zawartości manganu, w zakresie, na jaki pozwala zadanie spawalnicze (stal konstrukcyjna, jakość spoiny). Ponadto: optymalizacja parametrów spawania (napięcie łuku, prędkość posuwu drutu, skład gazu osłonowego) do ustawienia o małej emisji dymu zgodnie z zaleceniem producenta źródła prądu spawania, aby zminimalizować powstawanie dymu u źródła. Oba środki zmniejszają masę emitowanych zanieczyszczeń, a tym samym prawdopodobieństwo szkodliwej ekspozycji; ciężkość możliwej szkody pozostaje niezmieniona.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wentylacja techniczna i odciąg zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (odciąg dymów spawalniczych): wychwytywanie dymu spawalniczego przez okap nad strefą spawania o strumieniu objętości 1800 m³/h, który zapewnia prędkość wychwytu w miejscu powstawania. Układ odciągowy musi być wyposażony w monitorowanie filtra (presostat różnicowy), który wyzwala alarm, gdy wkład filtracyjny jest nasycony lub odciąg jest uszkodzony; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki (blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka). Osłonięcie strefy spawania ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego, aby zminimalizować przedostawanie się dymu do strefy operatora. Monitorowanie powietrza w pomieszczeniu pod kątem stężenia dymu spawalniczego na stanowisku załadunku jest zalecane jako dodatkowy środek ze strony użytkownika maszyny.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie emitowanych rodzajów dymu spawalniczego oraz wskazanie wartości granicznych narażenia zawodowego, których należy przestrzegać zgodnie z TRGS 900 i TRGS 528 (niemieckie reguły techniczne dotyczące substancji niebezpiecznych); polecenie regularnej kontroli i wymiany wkładów filtracyjnych (interwał konserwacji zgodnie z danymi producenta, EN ISO 21904-1:2020); zakaz pracy spawalniczej przy niesprawnym lub wyłączonym układzie odciągowym. Znaki ostrzegawcze przy strefie spawania: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy dym spawalniczy” oraz znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) jako oznakowanie ryzyka resztkowego. Wymaganie dotyczące ŚOI: półmaska filtrująca FFP3 zgodnie z EN 149 lub urządzenie filtrujące z wymuszonym obiegiem powietrza przy pracach ustawczych, konserwacyjnych i czyszczeniu w strefie spawania przy wyłączonym układzie odciągowym. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorów i personel ustawiający należy poinstruować o zagrożeniach związanych z dymem spawalniczym i prawidłowej obsłudze układu odciągowego (TRGS 528, pkt 5).

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) od dymów spawalniczych. Ciężkość wynika z właściwości dymów spawalniczych (tlenki metali, mangan) i pozostaje niezmieniona; proces MAG stanowi cel maszyny i nie może zostać zastąpiony innym. W kroku 1 przewidziano drut lity o niskiej zawartości manganu, na ile pozwala na to zadanie spawalnicze, oraz parametry o niskiej emisji dymów. Po kroku 2 okap wychwytujący nad strefą spawania wychwytuje dymy z wydajnością 1800 m³/h, w razie usterki odciągu lub nasycenia wkładu filtracyjnego cela zatrzymuje się w sposób sterowany (próg alarmu usterki 1400 m³/h), separacja odbywa się w klasie W3, a ogrodzenie obwodowe i środkowa ścianka działowa osłaniają stanowisko załadunku; wychwytywanie, skuteczność i klasę separacji zbadano. Całkowite zamknięcie nie jest możliwe, ponieważ otwór załadunku musi pozostać otwarty do ręcznego załadunku, a podczas prac w strefie spawania odciąg jest wyłączony; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 dla tego narażenia resztkowego. Pozostałe ryzyko obejmuje emisje resztkowe na stanowisku załadunku oraz narażenie podczas prac ustawczych, konserwacyjnych i czyszczących. Ochronę dróg oddechowych FFP3 przy tych pracach, zakaz spawania bez skutecznego odciągu, konserwację filtra oraz obowiązki użytkownika maszyny wynikające z TRGS 528 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 1.2, 2.6, 9.1 i 10.2).

Nr 21 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie gazem osłonowym (mieszanina argonu i CO2 M21) w razie nieszczelności: Argon i CO2 są cięższe od powietrza, dlatego gaz osłonowy może gromadzić się w pobliżu podłogi; przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach istnieje ryzyko uduszenia wskutek wypierania tlenu.

Maszyna składowa: Zasilanie gazem osłonowym / układ przewodów · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie ciśnienia w układzie przewodów: ciśnienie robocze zasilania gazem osłonowym ograniczyć do minimalnego poziomu wymaganego dla procesu spawania (reduktor ciśnienia na przyłączu zasilania celi). Niższe ciśnienie w układzie zmniejsza ilość gazu uciekającego w razie awarii, a tym samym potencjał gromadzenia się gazu. Dodatkowo: prowadzenie przewodów i punkty przyłączeniowe zaprojektować tak, aby nieszczelności były konstrukcyjnie zminimalizowane: zastosowanie złączek zaciskowych z pierścieniem tnącym lub złączek zaprasowywanych zamiast opasek wężowych na stałych odcinkach rur; długości węży ograniczyć do minimum niezbędnego eksploatacyjnie; nie prowadzić przewodów blisko podłogi w kanałach, dołach lub zamkniętych komorach (w miarę możliwości prowadzić blisko sufitu). Środki te dotyczą bezpośrednio źródła energii (zgromadzony gaz pod ciśnieniem) i miejsca zagrożenia (strefa gromadzenia się).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Automatyczne odcięcie zasilania gazem: zawór elektromagnetyczny (zamknięty w stanie beznapięciowym) w przewodzie zasilania gazem osłonowym, który automatycznie odcina zasilanie gazem po zatrzymaniu maszyny, zatrzymaniu awaryjnym (SF-03) i podczas przerw w pracy; dodatkowo ręczny zawór odcinający poza celą. 2. Monitorowanie nieszczelności: kontrola wiarygodności zużycia gazu przez sterowanie maszyny (wskazanie, gdy przepływ gazu występuje bez aktywnego procesu spawania, jako wskaźnik nieszczelności); codzienna kontrola wzrokowa połączeń węży jako wymaganie konserwacyjne. 3. Instalacja zasilania gazem osłonowym przewidziana na miejscu (bateria butli lub stacja poboru) w wentylowanej części hali, nie w dołach, piwnicach ani ciasnych wnękach. W razie instalacji w słabo wentylowanych obszarach użytkownik maszyny jest zobowiązany zapewnić urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu (wskazówka w instrukcji obsługi). Dla tego zagrożenia funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr nie jest konieczna; ryzyko jest kontrolowane przez odcięcie, miejsce instalacji i wentylację.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka uduszenia wskutek wypierania tlenu przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach; wymaganie odpowiedniej wentylacji hali w miejscu ustawienia; prace przy zasilaniu gazem wyłącznie przy odciętym i rozprężonym przewodzie (EN ISO 14118:2018). 2. Kwalifikacje: prace przy przewodach i armaturze gazów sprężonych wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany; instruktaż zgodnie z DGUV Regel 100-500, rozdział 2.26 i TRGS 528 (obowiązek użytkownika maszyny). 3. Oznakowanie ostrzegawcze: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko uduszenia gazem osłonowym” w miejscu instalacji zasilania gazem; uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006) na zamkniętych pomieszczeniach zasilania. 4. Przy pracach w ciasnych lub słabo wentylowanych miejscach (np. wymiana butli we wnękach): stosować przenośne urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu; zakaz pracy w pojedynkę.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 22 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6**

Zagrożenie pyłem filtracyjnym przy wymianie wkładu filtracyjnego odciągu dymów spawalniczych: Wkład filtracyjny zawiera wydzielony dym spawalniczy z tlenkami metali i drobnymi cząstkami; przy wymianie bez odpowiednich środków ochrony dróg oddechowych pył jest uwalniany i wdychany.

Maszyna składowa: Odciąg dymów spawalniczych (zespół filtracyjny) · także w: Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zatrzymanie pyłu konstrukcyjnie przy wymianie filtra: zespół filtracyjny jest wyposażony w zintegrowany system bag-in/bag-out, dzięki czemu zanieczyszczony wkład filtracyjny można zdjąć i zamknąć w szczelnym worku z tworzywa bez bezpośredniego kontaktu z pyłem. Konstrukcyjnie minimalizuje to uwalnianie pyłu u źródła (zastąpienie otwartego demontażu zamkniętą procedurą wymiany zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.4). Dodatkowo: impuls czyszczący (uderzenie ciśnieniowe) przed wymianą wolno wykonywać WYŁĄCZNIE przy zamkniętej obudowie i wyłączonym odciągu, aby zagęścić osady pyłu we wkładzie i zmniejszyć uwalnianie przy otwarciu.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Techniczne środki ochronne dla pozostałego ryzyka resztkowego (pył resztkowy przy otwieraniu obudowy i obsłudze wkładu): 1. Obudowa odciągu z blokadą podciśnieniową: obudowę filtra można konstrukcyjnie otworzyć tylko przy wyłączonym wentylatorze i układzie bez ciśnienia (blokada mechaniczna, nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr, ponieważ nie występuje napęd ruchu). 2. Odsysanie miejscowe w miejscu wymiany: na obudowie filtra należy przewidzieć króciec przyłączeniowy dla mobilnego urządzenia odsysającego (odkurzacz przemysłowy klasy pyłu H zgodnie z EN 60335-2-69, przydatny dla pyłów z dymów spawalniczych); jest on włączany podczas wymiany i wychwytuje uwolnione cząstki resztkowe. 3. Oznakowanie zespołu filtracyjnego: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy pył” umieścić trwale na obudowie filtra.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi (rozdział 10.2): szczegółowa instrukcja krok po kroku dla wymiany filtra wraz z opisem procedury bag-in/bag-out; informacje o składzie wydzielonych pyłów (tlenki metali, drobne cząstki, ewentualnie substancje CMR w zależności od materiału spoiny); wskazówka dotycząca utylizacji (zanieczyszczone wkłady filtracyjne utylizować jako odpady niebezpieczne zgodnie z obowiązującymi przepisami o odpadach). 2. Wymaganie kwalifikacyjne: wymianę filtra może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany, poinformowany o zagrożeniu pyłami z dymów spawalniczych. 3. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wymiany filtra należy nosić co najmniej: półmaskę filtrującą FFP3 zgodnie z EN 149 (drobne cząstki i tlenki metali); rękawice ochronne (odporne chemicznie); okulary ochronne (ochrona przed cząstkami). Wymagania dotyczące ŚOI należy trwale określić w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) na obudowie filtra. 4. Odniesienie do przepisów o bezpieczeństwie i higienie pracy: użytkownika maszyny należy poinformować o jego obowiązkach wynikających z TRGS 528 (prace spawalnicze) i niemieckiego rozporządzenia o substancjach niebezpiecznych (GefStoffV), w szczególności w zakresie oceny ryzyka dla pyłów CMR i zapewnienia odpowiednich ŚOI.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 23 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie energią resztkową pneumatyczną podczas prac konserwacyjnych i usuwania usterek: Po wyłączeniu zasilania sprężonym powietrzem w przewodach i siłownikach urządzenia mocującego pozostaje ciśnienie resztkowe; niekontrolowane rozprężenie może spowodować nagły ruch elementów mocujących i obrażenia osób lub wyrzucenie przedmiotów.

Maszyna składowa: Pneumatyczne urządzenie mocujące / instalacja sprężonego powietrza · także w: Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczyć konstrukcyjnie resztkową energię pneumatyczną: w razie spadku ciśnienia zaciski zamykane pneumatycznie utrzymują przedmiot dzięki zaworowi zwrotnemu sterowanemu (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym; presostat monitoruje ciśnienie mocowania (SF-04). Objętość zamknięta między zaworem podtrzymującym ciśnienie a siłownikiem jest konstrukcyjnie zminimalizowana (krótkie przewody, zawory podtrzymujące ciśnienie zamontowane bezpośrednio na siłowniku), tak aby pozostawała zgromadzona tylko niewielka ilość energii. Przed każdą interwencją zamknięte ciśnienie mocowania zwalnia się przez otwarcie zacisków; w razie usterki zwalnia się je w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie. Konstrukcja zgodnie z EN ISO 4414:2010. Uwaga: ciężkość pozostałego zdarzenia z energią resztkową jest zmniejszona dzięki temu środkowi, ponieważ energia kinetyczna elementów mocujących jest znacznie mniejsza przy małej objętości resztkowej i dławionym odpowietrzaniu.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Zawór odcinający serwisowy z funkcją odpowietrzania (z możliwością zablokowania, LOTO) zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018: na wlocie pneumatycznego urządzenia mocującego zamontować zawór odcinający ze zintegrowanym, kontrolowanym odpowietrzaniem (funkcja miękkiego odpowietrzania); w położeniu odcięcia zawór musi odpowietrzyć dolny odcinek przewodu w sposób kontrolowany i dławiony, zanim będzie możliwa jakakolwiek interwencja. Zawór zabezpieczyć zamkiem (zabezpieczenie kłódkowe). 2. Manometr lub wskaźnik ciśnienia na odcinku przewodu między zaworem odcinającym a siłownikiem, aby operator mógł wzrokowo sprawdzić spadek ciśnienia do 0 bar (EN ISO 4414:2010). 3. Wskaźnik ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym: przed każdą interwencją brak ciśnienia sprawdza się na wskaźniku ciśnienia resztkowego; wskaźnik jest urządzeniem eksploatacyjnym bez wymagania PL według EN ISO 13849-1:2023. 4. Osłona: urządzenia mocujące znajdują się wewnątrz ogrodzenia obwodowego (EN ISO 14120:2015); dostęp w celu konserwacji i usuwania usterek odbywa się przez drzwi serwisowe z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): instrukcja pracy dla konserwacji i usuwania usterek pneumatycznego urządzenia mocującego z jednoznaczną procedurą krok po kroku: (a) zdjąć przedmiot i otworzyć zaciski, (b) odciąć zasilanie sprężonym powietrzem na zaworze odcinającym serwisowym i odczekać na odpowietrzenie, (c) w razie usterki zwolnić ewentualne zamknięte ciśnienie resztkowe za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie, następnie sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar, (d) założyć kłódkę zabezpieczającą, (e) dopiero wtedy ingerować w układ. Uwzględnić wskazówkę o zagrożeniu ciśnieniem resztkowym i wyrzuconymi przedmiotami. 2. Oznakowanie ostrzegawcze na urządzeniu mocującym i na zaworze odcinającym: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ciśnienie resztkowe w urządzeniu mocującym”; znak informacyjny „Przed interwencją: odpowietrzyć do 0 bar i zablokować zawór odcinający”. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: prace konserwacyjne i usuwanie usterek w układzie pneumatycznym wyłącznie przez poinstruowanych specjalistów znających zasady bezpieczeństwa pneumatyki (EN ISO 4414:2010). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: nakazać okulary ochronne (ochrona oczu przed lecącymi elementami) i rękawice ochronne przy otwieraniu przyłączy pneumatycznych.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 27 Ergonomiczne

Ryzyko przed: S 2 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 6**

Niewystarczające oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego: Niewystarczające natężenie oświetlenia utrudnia bezpieczny załadunek i rozładunek przedmiotów oraz wykonywanie prac konserwacyjnych i zwiększa ryzyko błędów i wypadków.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oświetlenie stanowiska pracy zintegrowane z maszyną na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym należy przewidzieć już w konstrukcji: oprawy są na stałe zintegrowane w konstrukcji maszyny (wbudowane w ramę ogrodzenia obwodowego), tak aby natężenie oświetlenia na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym było trwale zapewnione niezależnie od oświetlenia hali. Projekt wykonuje się zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8 (ergonomia) w połączeniu z EN 1837 (oświetlenie zintegrowane z maszyną); oświetlenie w stanie wykonania zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. Zintegrowanie w konstrukcji eliminuje zależność od zewnętrznych źródeł światła, które mogą być niewystarczające.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wskutek awarii lub zacienienia zintegrowanych opraw: monitorowanie gotowości eksploatacyjnej oświetlenia stanowiska pracy przez sterowanie maszyny (komunikat w razie awarii lampy). Ponadto obszary przejścia serwisowego oznaczyć odblaskowym żółto-czarnym oznakowaniem podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 (miejsca grożące potknięciem, granice przejścia) oraz znakiem ostrzegawczym W007 „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” zgodnie z EN ISO 7010:2020 przy miejscach grożących potknięciem. Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie jest wymagana do monitorowania oświetlenia; w razie awarii oświetlenia pracę należy przerwać (stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie natężenia oświetlenia stanowiska pracy: 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym; wskazówka, że w razie awarii zintegrowanego oświetlenia pracę należy przerwać do czasu przywrócenia oświetlenia. Tabliczka tekstowa na drzwiach serwisowych: „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia”. Wymaganie kwalifikacyjne: personel konserwacyjny musi zostać poinstruowany o sprawdzaniu działania oświetlenia przed rozpoczęciem pracy. Do krótkich kontroli w razie awarii oświetlenia używać odpowiednich przenośnych opraw; regularną pracę wznowić dopiero po przywróceniu oświetlenia.

Ryzyko po: S 2 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 2 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 30 Kombinacja — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z nieprawidłowej parametryzacji układu sterowania robota lub sterownika bezpieczeństwa (np. błędne odległości bezpieczeństwa, błędne limity prędkości w trybie ustawiania, błędne zezwolenia stref): Błędne parametry mogą powodować, że funkcje bezpieczeństwa nie działają zgodnie z przeznaczeniem, a przez to zagrażać osobom wskutek ruchów robota lub stołu obrotowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (sterowanie / sterownik bezpieczeństwa) · także w: Oddanie do użytku, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Parametry istotne dla bezpieczeństwa (limity prędkości, strefy ochronne, zezwolenia stref) są przechowywane wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa (sterownik PLC bezpieczeństwa) i chronione przed nieuprawnioną lub przypadkową zmianą przez chronioną hasłem, opartą na rolach koncepcję dostępu. Zestawy parametrów funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 są zapisane w sterowniku bezpieczeństwa jako niezmienne rekordy danych chronione sumą kontrolną (np. CRC-32 lub równoważną), tak aby każda niezamierzona zmiana była automatycznie wykrywana przy rozruchu systemu i wymuszany był stan bezpieczny. Zasada ta odpowiada samoistnie bezpiecznej zasadzie sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11 (zasady sterowania ograniczające występowanie zagrożeń) i zmniejsza możliwość, że błędne parametry w ogóle zaczną obowiązywać.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Wymóg walidacji przed zwolnieniem: każda zmiana parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wymaga udokumentowanego badania odbiorczego (próba funkcjonalna wszystkich dotkniętych funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05) przeprowadzonego przez dwie upoważnione osoby (zasada dwóch osób) przed ponownym uruchomieniem. Sterownik bezpieczeństwa nie może zezwolić na pracę automatyczną, dopóki nie zostanie wydane pozytywne potwierdzenie. Podstawa: EN ISO 13849-2:2012 (walidacja funkcji bezpieczeństwa) i EN ISO 11161:2007+A1:2010 (weryfikacja i walidacja zintegrowanych systemów wytwórczych). 2. Weryfikacja parametrów przez sterownik bezpieczeństwa: sterownik bezpieczeństwa (PLr e dla SF-02 i SF-04, PLr d dla SF-01, SF-03 i SF-05 zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) sprawdza spójność parametrów istotnych dla bezpieczeństwa z zapisanymi wartościami odniesienia (porównanie sum kontrolnych) przy rozruchu i cyklicznie. W razie rozbieżności wyzwalane jest zatrzymanie kategorii 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 i blokowany jest ponowny rozruch (brak automatycznego ponownego rozruchu zgodnie z EN ISO 14118:2018). 3. Tryb ustawiania SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s (SF-05, PLr d) jest ograniczona na poziomie sprzętowym w sterowniku bezpieczeństwa i nie może zostać nadpisana parametrami układu sterowania robota. Monitorowanie realizuje SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, kategoria i PL zgodnie z SF-05 (PLr d). 4. Zezwolenie strefy stołu obrotowego SF-04: zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy (SF-04, PLr e) jest udzielane wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa na podstawie zweryfikowanych sygnałów czujników; zezwolenie spowodowane samymi błędnymi parametrami stref w układzie sterowania robota jest wykluczone konstrukcyjnie. 5. Zarządzanie zmianami: wszystkie zmiany parametrów są zapisywane ze znacznikiem czasu, identyfikacją użytkownika oraz wartością poprzednią i następną w zabezpieczonym przed manipulacją dzienniku zmian (ślad audytowy) sterownika bezpieczeństwa. Podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis procedury zmiany parametrów w formie przewodnika krok po kroku, zestawienie wszystkich parametrów istotnych dla bezpieczeństwa dla każdej funkcji bezpieczeństwa (SF-01 do SF-05), obowiązek przeprowadzenia próby walidacyjnej po każdej zmianie oraz obowiązek dokumentowania w dzienniku zmian. 2. Wymaganie kwalifikacyjne: zmiany parametrów sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie personel specjalistyczny z udokumentowanymi kwalifikacjami w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego (np. certyfikat TÜV Functional Safety Engineer lub równoważny) i znajomością systemu. Należy to ująć w instrukcji obsługi i w instrukcji eksploatacyjnej. 3. Oznakowanie ostrzegawcze: na sterowniku bezpieczeństwa i szafie sterowniczej umieścić znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012 zgodnie z EN ISO 7010:2020) oraz uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Dodatkowo znak informacyjny o treści: „Zmiany parametrów wyłącznie przez upoważniony personel specjalistyczny; wymagana następnie próba walidacyjna”. 4. Lista kontrolna uruchomienia: przed każdym pierwszym uruchomieniem i po każdej zmianie parametrów należy wypełnić i podpisać listę kontrolną uruchomienia specyficzną dla instalacji (podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek nieprawidłowej parametryzacji. W kroku 1 parametry istotne dla bezpieczeństwa są przechowywane wyłącznie w sterowniku PLC bezpieczeństwa i chronione koncepcją dostępu opartą na rolach oraz zestawami parametrów zabezpieczonymi sumą kontrolną. Po kroku 2 sterownik PLC bezpieczeństwa sprawdza parametry względem wartości referencyjnych przy rozruchu i cyklicznie, a w razie odchylenia wyzwala zatrzymanie z blokadą ponownego rozruchu; ograniczenia prędkości SF-05 nie można nadpisać przez sterownik robota, zezwolenie na obrót SF-04 pochodzi wyłącznie ze sterownika PLC bezpieczeństwa, a każda zmiana jest rejestrowana i przed zwolnieniem walidowana według zasady czterech oczu zgodnie z EN ISO 13849-2:2012. Pozostałym ryzykiem jest parametr błędnie określony przez upoważniony personel i niewykryty podczas walidacji. Parametry muszą pozostać zmienialne na potrzeby uruchomienia, modyfikacji i nowych przyrządów mocujących; zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek, który wykrywałby wartość merytorycznie błędną, lecz prawidłowo wprowadzoną i zwalidowaną. Procedura zmian, kwalifikacje, lista kontrolna uruchomienia i tabliczka tekstowa dotycząca obowiązku walidacji na szafie sterowniczej: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.6.

Nr 34 Termiczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie pożarowe w układzie odciągu dymów spawalniczych (pożar filtra): Iskry i rozżarzone cząstki zasysane przez proces mogą gromadzić się we wkładzie filtracyjnym i zapalić się tlącym pożarem lub pożarem filtra, także z opóźnieniem po zakończeniu zmiany. Dym pożarowy może rozprzestrzeniać się przez układ rurociągów i recyrkulację powietrza do hali.

Maszyna składowa: Odciąg dymów spawalniczych (zespół filtracyjny) · także w: Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie iskier u źródła przez dobór parametrów spawania i geometrię odciągu: okap nad strefą spawania i prowadzenie kanałów zaprojektować tak, aby zasysane iskry ostygły, zanim dotrą do wkładu filtracyjnego. Dodatkowo przewidzieć wstępny separator iskier (blacha odbojowa / separator cyklonowy) jako zintegrowany element bezpośrednio przed wkładem filtracyjnym, który oddziela grube cząstki i iskry bezwładnościowo, zanim zetkną się one z materiałem filtracyjnym. Element ten jest integralną częścią konstrukcji układu odciągowego, a nie urządzeniem ochronnym zainstalowanym za nim. Konstrukcja zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (wymagania dla układów odciągu dymów spawalniczych).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Pozostałe ryzyko resztkowe pożaru filtra ogranicza się następującymi technicznymi środkami ochronnymi: 1. Monitorowanie termiczne wkładu filtracyjnego: czujnik temperatury (termostat lub termopara) w obudowie filtra z progiem zadziałania; po jego przekroczeniu automatyczne wyłączenie wentylatora odciągu i zamknięcie zmotoryzowanej przepustnicy odcinającej w układzie rurociągów, aby przerwać dopływ tlenu. Włączenie do sterowania maszyny jako blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki. 2. Urządzenie gaśnicze przy obudowie filtra: co najmniej jeden zamykany otwór wlotowy środka gaśniczego (lanca gaśnicza) w obudowie; automatyczne urządzenie gaśnicze nie wchodzi w zakres dostawy i w razie potrzeby jest dodawane przez użytkownika maszyny zgodnie z jego koncepcją ochrony przeciwpożarowej. 3. Zmotoryzowana przepustnica odcinająca w kanale recyrkulacji powietrza do hali: automatyczne zamknięcie po alarmie pożarowym, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się dymu do hali. Włączenie do sterowania maszyny jako blokada eksploatacyjna bez wymagania PL. 4. Czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego jako nadmiarowy poziom detekcji, z przekazaniem alarmu do stale obsadzonego miejsca lub do centrali sygnalizacji pożarowej (odpowiedzialność użytkownika maszyny, do uzgodnienia z koncepcją ochrony przeciwpożarowej budynku). 5. Czas wybiegu wentylatora odciągu po zakończeniu spawania: zaprogramować minimalny czas wybiegu 10 minut na poziomie sterowania, tak aby rozżarzone cząstki jeszcze znajdujące się w rurociągach zostały w pełni przetransportowane do separatora i ostygły przed wyłączeniem układu. Czas wybiegu zaprojektować na podstawie długości rurociągów i strumienia objętości.

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): - Wskazanie zagrożenia pożarowego od iskier i rozżarzonych cząstek w układzie filtracyjnym; opis mechanizmu szkody, łącznie z zapłonem z opóźnieniem. - Przepisany czas wybiegu wentylatora odciągu po zakończeniu spawania (wartość minimalna z projektu) jako wiążące polecenie eksploatacyjne. - Interwały konserwacji wkładów filtracyjnych, wstępnych separatorów iskier i czujników temperatury; określenie stopnia zapełnienia, przy którym wkład filtracyjny należy wymienić (dane producenta, EN ISO 21904-1:2020). - Zakaz eksploatacji układu odciągowego z uszkodzonym czujnikiem temperatury lub niedziałającą przepustnicą odcinającą. - Postępowanie w razie alarmu pożarowego: natychmiast opuścić instalację, powiadomić straż pożarną, nie podejmować samodzielnych prób działania przy obudowie filtra (jej otwarcie może podsycić tlący się ogień). - Wskazówka, że po zakończeniu zmiany, przed opuszczeniem budynku, należy przeprowadzić kontrolę wzrokową obudowy filtra (temperatura, zapach). Oznakowanie ostrzegawcze na układzie odciągowym: - Ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Zagrożenie pożarowe od iskier w filtrze” na obudowie filtra i otworze serwisowym. - Tabliczka tekstowa „Nie otwierać w razie alarmu pożarowego” na klapie serwisowej obudowy filtra. Kwalifikacje i instruktaż: - Personel obsługujący i konserwacyjny należy poinstruować przed rozpoczęciem pracy, a następnie co najmniej raz w roku o zagrożeniu pożarowym, działaniu urządzeń ochronnych i prawidłowym zachowaniu w razie pożaru (obowiązek użytkownika maszyny). - Prace konserwacyjne przy układzie filtracyjnym wyłącznie przez poinstruowany personel w odpowiednich ŚOI (rękawice ochronne i w razie potrzeby ochrona dróg oddechowych podczas wymiany filtra ze względu na narażenie na dym spawalniczy).

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 40 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa niemożliwe do zidentyfikowania lub nieoznaczone: Stan wersji i suma kontrolna oprogramowania bezpieczeństwa nie mogą być odczytane na maszynie, a oprogramowanie i dane istotne dla bezpieczeństwa nie są jako takie oznaczone. Po interwencji, aktualizacji lub wymianie urządzenia nie można ustalić, czy maszyna nadal znajduje się w stanie sprawdzonym; praca z niezatwierdzonym oprogramowaniem pozostaje niewykryta. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.1.9 akapit czwarty, 1.7.4.2]

Maszyna składowa: Oprogramowanie / dokumentacja · także w: Oddanie do użytku, Eksploatacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa wykonać jako wyodrębnioną jednostkę z własnym numerem wersji i sumą kontrolną (oddzielnie od oprogramowania standardowego i wizualizacji), tak aby jednoznaczna identyfikacja była technicznie możliwa.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Strona informacyjna na HMI pokazująca wersję i sumę kontrolną wszystkich komponentów oprogramowania istotnych dla bezpieczeństwa (zawsze łatwo dostępna bez logowania, załącznik III pkt 1.1.9 akapit czwarty), oznaczenie danych istotnych dla bezpieczeństwa w nazwach plików, menu i eksportach, porównanie z protokołem odbioru przy rozruchu. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: wykaz oprogramowania i danych istotnych dla bezpieczeństwa wraz z wersjami (załącznik III pkt 1.7.4.2), instrukcja odczytu informacji o wersji, wskazówka o znaczeniu dla zgodności i o obowiązku zgłaszania odchyleń.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 41 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Brak lub niekompletność dowodów ingerencji (rejestrowanie): Interwencje w sprzęt, oprogramowanie lub konfigurację istotne dla bezpieczeństwa nie są rejestrowane albo są rejestrowane bez znacznika czasu i sprawcy; dzienniki nadpisują się po krótkim czasie lub są podatne na manipulację. Nieuprawnione interwencje pozostają niewykryte, a ślad audytowy nie jest dostępny na żądanie organów. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit piąty, 1.2.1 akapit drugi lit. f]

Maszyna składowa: Układ sterowania / rejestrowanie · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Rejestrowanie zdarzeń przewidzieć jako stałą funkcję układu sterowania (niewyłączalną przez operatora), z odpowiednio zwymiarowaną pamięcią nieulotną.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Rejestrowanie zdarzeń istotnych dla bezpieczeństwa ze znacznikiem czasu, tożsamością użytkownika i treścią zmiany (logowanie, zmiana parametrów i konfiguracji, wgranie oprogramowania z wersją i sumą kontrolną, otwarcie zespołów istotnych dla bezpieczeństwa, sesje dostępu zdalnego), ochrona przed usunięciem i modyfikacją, eksport w czytelnej postaci, przechowywanie wgranych plików i powiązanych danych do pięciu lat od wgrania (załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f). Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: dostęp do dzienników i ich eksport, obowiązki użytkownika w zakresie przechowywania przy przekazaniu maszyny, postępowanie przy żądaniu organu, wskazówka dotycząca pojemności pamięci i synchronizacji czasu.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 43 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Niezabezpieczony dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa: Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa lub sterownika PLC bezpieczeństwa jest osiągalny bez hasła lub z domyślnymi danymi uwierzytelniającymi producenta; program bezpieczeństwa można nadpisać lub wprowadzić w stan zatrzymania podczas pracy, możliwe jest też wymuszanie wejść i wyjść. Funkcje ochronne stają się nieskuteczne lub elementy wykonawcze są sterowane bezpośrednio. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a]

Maszyna składowa: Sterownik bezpieczeństwa / inżynieria · także w: Oddanie do użytku, Wyszukiwanie usterek

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa oddzielić fizycznie od sieci procesowej (osobny port, w zamkniętej szafie sterowniczej), w wersji seryjnej nie umożliwiać wymuszania sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa, zmianę programu dopuszczać wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania maszyny.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Indywidualne hasło do dostępu do programu bezpieczeństwa z obowiązkową zmianą hasła przy uruchomieniu, aktywna ochrona zapisu i poziomy ochrony dostępu sterownika, rejestrowanie wszystkich dostępów i zmian programu z wersją i sumą kontrolną, wyświetlanie stanu programu na HMI. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: ochrona dostępu i zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika, zakaz zmiany programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji, odesłanie do wymagań dotyczących istotnej modyfikacji.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) przez dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa. Dostęp ten musi pozostać możliwy na potrzeby uruchomienia, konserwacji i wyszukiwania usterek. W kroku 1 port programowania jest oddzielony od sieci procesowej wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej, wymuszanie (forcing) sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa jest w stanie dostawy wykluczone, a zmiany programu są dozwolone wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania. Po kroku 2 aktywne są indywidualne hasło, ochrona przed zapisem i poziomy ochrony dostępu, każdy dostęp i każda zmiana programu są rejestrowane wraz z wersją i sumą kontrolną, a stan programu można odczytać na panelu HMI (dowód zgodnie z IEC 62443-3-3 SR 1.1, 1.5, 2.1, 2.8, 3.4 i 7.7). Pozostałym ryzykiem jest nadużycie lub błąd osoby posiadającej ważne hasło i klucz do szafy. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek techniczny, który odróżniałby zmiany uprawnione od niewłaściwych; odchylenia można wykryć przez porównanie wersji i sumy kontrolnej z protokołem odbioru. Zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika maszyny oraz zakaz zmian programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.6 i 13).

Nr 44 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Nieuprawniony lub błędny dostęp zdalny przez bramę zdalnej konserwacji: Przez połączenie IPsec VPN bramy zdalnej konserwacji osoba nieupoważniona ze skradzionymi danymi uwierzytelniającymi lub upoważniony technik w niewłaściwym momencie ingeruje w sterownik celi: zmiana programu lub parametrów, potwierdzenie usterek albo uruchomienie ruchów, gdy osoby znajdują się na stanowisku załadunku lub w przejściu serwisowym. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Maszyna składowa: Brama zdalnej konserwacji / sterownik celi · także w: Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Dostęp zdalny zaprojektowany tak, aby nie mógł wyzwalać niebezpiecznych ruchów ani omijać funkcji bezpieczeństwa: brama zdalnej konserwacji sięga wyłącznie do sterownika standardowego i panelu HMI; sterownik PLC bezpieczeństwa nie ma ścieżki dostępu zdalnego. Polecenia ruchu i potwierdzanie usterek są możliwe wyłącznie ze stanowisk sterowania z widokiem na strefę niebezpieczną (załącznik III pkt 1.2.2).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Zdalna konserwacja wyłączona w stanie dostawy; sesję można uaktywnić wyłącznie na miejscu przełącznikiem kluczykowym przy pulpicie sterowniczym, kończy się ona automatycznie po czterech godzinach i jest sygnalizowana na panelu HMI jako „Zdalna konserwacja aktywna”; IPsec VPN z uwierzytelnianiem wieloskładnikowym i osobistymi kontami dla techników zdalnych; rejestrowanie każdej sesji z użytkownikiem, czasem i wykonanymi czynnościami, przechowywanie zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (rozdział 13.3): procedura uaktywniania i kończenia sesji zdalnej konserwacji, obowiązek zapewnienia osoby odpowiedzialnej na miejscu, postępowanie w razie podejrzenia nieuprawnionego dostępu (zakończyć sesję przełącznikiem kluczykowym, poinformować producenta), kontakt w sprawie komunikatów producenta dotyczących bezpieczeństwa.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Czyszczenie (Zagrożenia: 6)

Nr 8 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 3 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie skaleczeniem i ukłuciem przez drut spawalniczy (drut pełny 1,0 do 1,2 mm) przy palniku spawalniczym: Drut wystający z palnika działa jak igła; podczas ustawiania, zakładania drutu lub czyszczenia palnika dłonie i palce mogą zostać ukłute lub skaleczone.

Maszyna składowa: Palnik spawalniczy / podajnik drutu · także w: Ustawianie, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Automatyczne cofanie drutu po zakończeniu spawania: sterowanie podajnikiem drutu po każdym cyklu spawania automatycznie cofa drut o określoną wartość (5 do 10 mm) do palnika, tak aby ostry koniec drutu był schowany w końcówce prądowej i nie wystawał swobodnie. Konstrukcyjnie minimalizuje to miejsce zagrożenia (swobodnie wystający koniec drutu) w fazach cyklu życia: ustawianie i czyszczenie. Dodatkowo: dobór systemu podawania drutu, który w trybie wsuwu (ustawianie) przesuwa drut tylko przy stale wciśniętym przycisku (zasada hold-to-run), tak aby drut nie był przesuwany w sposób niekontrolowany.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Mechaniczne ograniczenie długości drutu: na szyjce palnika przewidziano nastawny ogranicznik długości drutu (nasadka ochronna palnika z określonym otworem), ograniczający maksymalną długość wystającego drutu do wymiaru minimalnego wymaganego dla procesu. 2. Blokada automatycznego podawania drutu: automatyczne podawanie drutu jest blokowane, gdy tylko drzwi serwisowe zostaną otwarte; przy otwartych drzwiach drut można podawać wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania. 3. Tryb wsuwu drutu: tryb wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania jest funkcją źródła prądu spawania, a nie funkcją bezpieczeństwa; ma zapobiegać niezamierzonemu szybkiemu podawaniu drutu. 4. Oznakowanie miejsca zagrożenia na palniku i podajniku drutu znakiem ostrzegawczym W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wyraźna wskazówka, że drut spawalniczy ma ostry koniec, który może przebić skórę nawet w spoczynku. Opis bezpiecznego postępowania przy zakładaniu drutu (podawać drut wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania, koniec drutu przycinać czysto szczypcami bocznymi, nigdy nie wyczuwać go gołą ręką). 2. Oznakowanie ostrzegawcze na uchwycie palnika i na podajniku drutu: znak ostrzegawczy W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: czynności przy palniku i podajniku drutu (zakładanie drutu, czyszczenie) mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane; wymaganie udokumentować w instrukcji obsługi. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas zakładania drutu i czyszczenia palnika należy nosić rękawice ochronne odporne na przecięcie (zgodnie z EN 388, odporność na przekłucie co najmniej poziom 2); wymaganie ująć w instrukcji obsługi oraz w komunikacie wywieszonym na stanowisku pracy. 5. Wskazówka dotycząca bezpiecznego przycinania końca drutu: przed każdą ręczną czynnością przy palniku koniec drutu należy przyciąć czysto i bez zadziorów odpowiednimi szczypcami bocznymi; narzędzie udostępnić na stanowisku pracy.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) od końcówki drutu. Do wytworzenia łuku drut musi wystawać z końcówki prądowej. Automatyczne cofanie drutu po każdym cyklu i tryb impulsowy działający na zasadzie ciągłego naciskania (krok 1), ograniczenie długości przez nasadkę ochronną palnika, zablokowanie automatycznego podawania drutu przy otwartych drzwiach serwisowych oraz obcinak drutu stacji czyszczenia palnika (krok 2) ograniczają odsłoniętą długość drutu do wymiaru wynikającego z procesu. Nawlekanie drutu przy jego wymianie i prace przy palniku pozostają czynnościami ręcznymi, przy których ręka z konieczności pracuje przy drucie; przy tych czynnościach nie można zastosować urządzenia ochronnego między ręką a drutem, dlatego dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie jest praktycznie wykonalny. Pozostała rana kłuta lub cięta jest odwracalna. Przeciwdziała się jej w kroku 3 przez stosowanie rękawic odpornych na przecięcie zgodnie z EN 388, czyste odcięcie końcówki drutu przed każdą czynnością ręczną, ograniczenie do poinstruowanego personelu oraz znak W022 na uchwycie palnika i na podajniku drutu (instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.6).

Nr 10 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Kable i węże (sprężone powietrze, gaz osłonowy) należy konstrukcyjnie wyprowadzić poza obszar podłogi stanowiska załadunku i przejścia serwisowego, prowadząc je w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych lub podwieszanych do sufitu systemach prowadzenia przewodów, tak aby nie powstawały miejsca grożące potknięciem. Przyłącza na stanowisku załadunku wykonać jako przyłącza podwieszane do sufitu lub ścienne panele gniazd. Narażenie podłogi na rozpryski spawalnicze zmniejszyć za pomocą zintegrowanych konstrukcyjnie blach osłonowych (osłony przeciwrozpryskowe) na stanowisku spawania, tak aby wyrzut w strefę operatora był zminimalizowany. Posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; wymaganie dotyczące miejsca ustawienia (antypoślizgowa okładzina podłogowa) jest przekazywane użytkownikowi maszyny w stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z pozostałych zagrożeń potknięciem i poślizgnięciem ogranicza się następującymi środkami technicznymi: (1) oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) do oznaczenia dróg komunikacyjnych i stref niebezpiecznych zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.15. (2) Odpowiednie stałe oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.4, tak aby przeszkody i mokre powierzchnie można było wcześnie zauważyć; oświetlenie zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837 zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. (3) Maty przeciwrozpryskowe w bezpośrednim obszarze spawania, łatwe do zdjęcia i oczyszczenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) wskazanie zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem wskutek rozprysków spawalniczych, węży i mokrych powierzchni; określić interwały czyszczenia i procedury czyszczenia powierzchni podłogi. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: wszystkie osoby wchodzące na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego muszą zostać poinstruowane o zagrożeniach i układzie dróg komunikacyjnych. (3) Wymagania dotyczące ŚOI: przy wchodzeniu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego należy nosić obuwie bezpieczne z podeszwą antypoślizgową (S3 zgodnie z EN ISO 20345). (4) Oznakowanie ostrzegawcze przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego: umieścić znak ostrzegawczy W011 „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. (5) Wymaganie dotyczące miejsca ustawienia: antypoślizgowa okładzina podłogowa na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym, klasa odporności na poślizg co najmniej R 11 zgodnie z niemiecką zasadą DGUV Regel 108-003.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) wskutek potknięcia, poślizgnięcia i upadku. W kroku 1 kable i węże wyprowadzono poza obszar podłogi, a osłony przeciwrozpryskowe ograniczają ilość rozprysków wynoszonych z celi. Pozostają rozpryski spawalnicze, które przedostają się na podłogę przez otwór otwarty na potrzeby załadunku, oraz mokre powierzchnie podczas czyszczenia. Otwór musi pozostać otwarty na potrzeby załadunku, a posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; dalsze środki konstrukcyjne na maszynie nie eliminują tych przyczyn. Po kroku 2 drogi komunikacyjne są oznakowane, stanowisko załadunku jest oświetlone natężeniem 500 lx, a przejście konserwacyjne natężeniem 200 lx, w strefie spawania zapewniono wyjmowane maty przeciwrozpryskowe; badanie miejsc grożących potknięciem i poślizgnięciem zakończyło się wynikiem pozytywnym. Każdy dalszy środek techniczny zastępowałby jedynie czyszczenie podłogi, które określono jako czynność codzienną. Codzienne czyszczenie (instrukcja obsługi, rozdział 10.2), antypoślizgowe obuwie bezpieczne S3, znaki W011 i W007 (rozdział 2.4) oraz wymaganie antypoślizgowej nawierzchni podłogi w miejscu instalacji (przegląd ryzyk resztkowych, rozdział 2.6) stanowią informacje dotyczące użytkowania.

Nr 17 Termiczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Ryzyko oparzenia od gorącego palnika spawalniczego i szyjki palnika: Szyjka palnika i końcówka prądowa silnie się nagrzewają po procesie spawania; przy wymianie palnika, podczas czyszczenia lub ustawiania bez okresu stygnięcia dłonie i palce mogą ulec oparzeniu.

Maszyna składowa: Palnik spawalniczy · także w: Konserwacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastosowanie aktywnego chłodzenia palnika (palnik chłodzony wodą zamiast chłodzonego powietrzem): ciągłe chłodzenie wodą ogranicza konstrukcyjnie energię cieplną w szyjce palnika i na końcówce prądowej do znacznie niższego poziomu temperatury. Dodatkowo: uchwyt palnika i system wymiany są zaprojektowane tak, aby przy wymianie palnika operator dotykał wyłącznie rozprzężonych termicznie obszarów chwytu (rękojeść z tworzywa lub ceramiki, bez bezpośredniego kontaktu metalu z szyjką palnika). Konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 (próg oparzenia dla gołego metalu ok. 51 °C przy czasie kontaktu 1 min i 48 °C przy 10 min).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Monitorowanie czasu stygnięcia: czujnik temperatury na szyjce palnika przekazuje wartość do sterowania maszyny; HMI wskazuje zezwolenie na wymianę palnika i czyszczenie dopiero po spadku temperatury poniżej wartości granicznej. Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL według EN ISO 13849-1; nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka. 2. Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015); dostęp do palnika w celu konserwacji i czyszczenia odbywa się wyłącznie przez zabezpieczone drzwi serwisowe (SF-01, PLr d). Niezamierzony dostęp do gorącego palnika podczas pracy automatycznej jest w ten sposób wykluczony konstrukcyjnie. 3. Przewidzieć odkładnik palnika z termicznie izolowanym gniazdem (podkładka ceramiczna lub silikonowa) bezpośrednio na stanowisku spawania, tak aby palnik po zakończeniu procesu był odkładany w określony sposób, a nie na przewodzące powierzchnie metalowe.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wyraźnie podać czas stygnięcia po zakończeniu spawania przed każdą wymianą palnika, czyszczeniem lub pracami ustawczymi przy palniku (wartość orientacyjna zgodnie z danymi producenta palnika); uwzględnić procedurę wymiany palnika z krokiem „odczekać czas stygnięcia lub sprawdzić temperaturę”. 2. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić trwale i dobrze widocznie w obszarze palnika i na drzwiach serwisowych. 3. Kwalifikacje: wymianę palnika i czyszczenie mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby; instruktaż obejmuje ryzyko oparzenia, czasy stygnięcia i prawidłowe stosowanie ŚOI. 4. Wymagania dotyczące ŚOI: rękawice chroniące przed ciepłem (odpowiednie dla ciepła kontaktowego, klasa ochrony zgodnie z EN 407) są obowiązkowe podczas wymiany palnika, czyszczenia i prac ustawczych przy palniku; wymaganie to należy podać w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” (M009 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 20 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 4 · **Wskaźnik ryzyka 16**

Zagrożenie wdychaniem dymów i oparów spawalniczych (tlenki metali, mangan, tlenki żelaza): Spawanie MAG stali konstrukcyjnej wytwarza szkodliwe cząstki i gazy; przy niewystarczającym odciągu (nasycony wkład filtracyjny, wyłączony układ) stężenia w strefie oddychania operatora przekraczają wartości graniczne narażenia zawodowego.

Maszyna składowa: Cała instalacja (odciąg / strefa spawania) · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastąpienie materiału spawalniczego: zastosowanie elektrod z drutu pełnego o udokumentowanej zmniejszonej zawartości manganu (stop o niskiej zawartości Mn, np. zawartość Mn < 1,0 % według karty charakterystyki) zamiast elektrod z drutu proszkowego lub drutów o wysokiej zawartości manganu, w zakresie, na jaki pozwala zadanie spawalnicze (stal konstrukcyjna, jakość spoiny). Ponadto: optymalizacja parametrów spawania (napięcie łuku, prędkość posuwu drutu, skład gazu osłonowego) do ustawienia o małej emisji dymu zgodnie z zaleceniem producenta źródła prądu spawania, aby zminimalizować powstawanie dymu u źródła. Oba środki zmniejszają masę emitowanych zanieczyszczeń, a tym samym prawdopodobieństwo szkodliwej ekspozycji; ciężkość możliwej szkody pozostaje niezmieniona.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Wentylacja techniczna i odciąg zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (odciąg dymów spawalniczych): wychwytywanie dymu spawalniczego przez okap nad strefą spawania o strumieniu objętości 1800 m³/h, który zapewnia prędkość wychwytu w miejscu powstawania. Układ odciągowy musi być wyposażony w monitorowanie filtra (presostat różnicowy), który wyzwala alarm, gdy wkład filtracyjny jest nasycony lub odciąg jest uszkodzony; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki (blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka). Osłonięcie strefy spawania ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego, aby zminimalizować przedostawanie się dymu do strefy operatora. Monitorowanie powietrza w pomieszczeniu pod kątem stężenia dymu spawalniczego na stanowisku załadunku jest zalecane jako dodatkowy środek ze strony użytkownika maszyny.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie emitowanych rodzajów dymu spawalniczego oraz wskazanie wartości granicznych narażenia zawodowego, których należy przestrzegać zgodnie z TRGS 900 i TRGS 528 (niemieckie reguły techniczne dotyczące substancji niebezpiecznych); polecenie regularnej kontroli i wymiany wkładów filtracyjnych (interwał konserwacji zgodnie z danymi producenta, EN ISO 21904-1:2020); zakaz pracy spawalniczej przy niesprawnym lub wyłączonym układzie odciągowym. Znaki ostrzegawcze przy strefie spawania: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy dym spawalniczy” oraz znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) jako oznakowanie ryzyka resztkowego. Wymaganie dotyczące ŚOI: półmaska filtrująca FFP3 zgodnie z EN 149 lub urządzenie filtrujące z wymuszonym obiegiem powietrza przy pracach ustawczych, konserwacyjnych i czyszczeniu w strefie spawania przy wyłączonym układzie odciągowym. Wymaganie kwalifikacyjne: operatorów i personel ustawiający należy poinstruować o zagrożeniach związanych z dymem spawalniczym i prawidłowej obsłudze układu odciągowego (TRGS 528, pkt 5).

Ryzyko po: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 8 (S 4, O 2) od dymów spawalniczych. Ciężkość wynika z właściwości dymów spawalniczych (tlenki metali, mangan) i pozostaje niezmieniona; proces MAG stanowi cel maszyny i nie może zostać zastąpiony innym. W kroku 1 przewidziano drut lity o niskiej zawartości manganu, na ile pozwala na to zadanie spawalnicze, oraz parametry o niskiej emisji dymów. Po kroku 2 okap wychwytujący nad strefą spawania wychwytuje dymy z wydajnością 1800 m³/h, w razie usterki odciągu lub nasycenia wkładu filtracyjnego cela zatrzymuje się w sposób sterowany (próg alarmu usterki 1400 m³/h), separacja odbywa się w klasie W3, a ogrodzenie obwodowe i środkowa ścianka działowa osłaniają stanowisko załadunku; wychwytywanie, skuteczność i klasę separacji zbadano. Całkowite zamknięcie nie jest możliwe, ponieważ otwór załadunku musi pozostać otwarty do ręcznego załadunku, a podczas prac w strefie spawania odciąg jest wyłączony; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 dla tego narażenia resztkowego. Pozostałe ryzyko obejmuje emisje resztkowe na stanowisku załadunku oraz narażenie podczas prac ustawczych, konserwacyjnych i czyszczących. Ochronę dróg oddechowych FFP3 przy tych pracach, zakaz spawania bez skutecznego odciągu, konserwację filtra oraz obowiązki użytkownika maszyny wynikające z TRGS 528 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 1.2, 2.6, 9.1 i 10.2).

Nr 22 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6**

Zagrożenie pyłem filtracyjnym przy wymianie wkładu filtracyjnego odciągu dymów spawalniczych: Wkład filtracyjny zawiera wydzielony dym spawalniczy z tlenkami metali i drobnymi cząstkami; przy wymianie bez odpowiednich środków ochrony dróg oddechowych pył jest uwalniany i wdychany.

Maszyna składowa: Odciąg dymów spawalniczych (zespół filtracyjny) · także w: Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zatrzymanie pyłu konstrukcyjnie przy wymianie filtra: zespół filtracyjny jest wyposażony w zintegrowany system bag-in/bag-out, dzięki czemu zanieczyszczony wkład filtracyjny można zdjąć i zamknąć w szczelnym worku z tworzywa bez bezpośredniego kontaktu z pyłem. Konstrukcyjnie minimalizuje to uwalnianie pyłu u źródła (zastąpienie otwartego demontażu zamkniętą procedurą wymiany zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.4). Dodatkowo: impuls czyszczący (uderzenie ciśnieniowe) przed wymianą wolno wykonywać WYŁĄCZNIE przy zamkniętej obudowie i wyłączonym odciągu, aby zagęścić osady pyłu we wkładzie i zmniejszyć uwalnianie przy otwarciu.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Techniczne środki ochronne dla pozostałego ryzyka resztkowego (pył resztkowy przy otwieraniu obudowy i obsłudze wkładu): 1. Obudowa odciągu z blokadą podciśnieniową: obudowę filtra można konstrukcyjnie otworzyć tylko przy wyłączonym wentylatorze i układzie bez ciśnienia (blokada mechaniczna, nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr, ponieważ nie występuje napęd ruchu). 2. Odsysanie miejscowe w miejscu wymiany: na obudowie filtra należy przewidzieć króciec przyłączeniowy dla mobilnego urządzenia odsysającego (odkurzacz przemysłowy klasy pyłu H zgodnie z EN 60335-2-69, przydatny dla pyłów z dymów spawalniczych); jest on włączany podczas wymiany i wychwytuje uwolnione cząstki resztkowe. 3. Oznakowanie zespołu filtracyjnego: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy pył” umieścić trwale na obudowie filtra.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi (rozdział 10.2): szczegółowa instrukcja krok po kroku dla wymiany filtra wraz z opisem procedury bag-in/bag-out; informacje o składzie wydzielonych pyłów (tlenki metali, drobne cząstki, ewentualnie substancje CMR w zależności od materiału spoiny); wskazówka dotycząca utylizacji (zanieczyszczone wkłady filtracyjne utylizować jako odpady niebezpieczne zgodnie z obowiązującymi przepisami o odpadach). 2. Wymaganie kwalifikacyjne: wymianę filtra może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany, poinformowany o zagrożeniu pyłami z dymów spawalniczych. 3. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wymiany filtra należy nosić co najmniej: półmaskę filtrującą FFP3 zgodnie z EN 149 (drobne cząstki i tlenki metali); rękawice ochronne (odporne chemicznie); okulary ochronne (ochrona przed cząstkami). Wymagania dotyczące ŚOI należy trwale określić w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) na obudowie filtra. 4. Odniesienie do przepisów o bezpieczeństwie i higienie pracy: użytkownika maszyny należy poinformować o jego obowiązkach wynikających z TRGS 528 (prace spawalnicze) i niemieckiego rozporządzenia o substancjach niebezpiecznych (GefStoffV), w szczególności w zakresie oceny ryzyka dla pyłów CMR i zapewnienia odpowiednich ŚOI.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 27 Ergonomiczne

Ryzyko przed: S 2 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 6**

Niewystarczające oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego: Niewystarczające natężenie oświetlenia utrudnia bezpieczny załadunek i rozładunek przedmiotów oraz wykonywanie prac konserwacyjnych i zwiększa ryzyko błędów i wypadków.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Oświetlenie stanowiska pracy zintegrowane z maszyną na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym należy przewidzieć już w konstrukcji: oprawy są na stałe zintegrowane w konstrukcji maszyny (wbudowane w ramę ogrodzenia obwodowego), tak aby natężenie oświetlenia na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym było trwale zapewnione niezależnie od oświetlenia hali. Projekt wykonuje się zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8 (ergonomia) w połączeniu z EN 1837 (oświetlenie zintegrowane z maszyną); oświetlenie w stanie wykonania zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. Zintegrowanie w konstrukcji eliminuje zależność od zewnętrznych źródeł światła, które mogą być niewystarczające.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wskutek awarii lub zacienienia zintegrowanych opraw: monitorowanie gotowości eksploatacyjnej oświetlenia stanowiska pracy przez sterowanie maszyny (komunikat w razie awarii lampy). Ponadto obszary przejścia serwisowego oznaczyć odblaskowym żółto-czarnym oznakowaniem podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 (miejsca grożące potknięciem, granice przejścia) oraz znakiem ostrzegawczym W007 „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” zgodnie z EN ISO 7010:2020 przy miejscach grożących potknięciem. Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie jest wymagana do monitorowania oświetlenia; w razie awarii oświetlenia pracę należy przerwać (stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie natężenia oświetlenia stanowiska pracy: 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym; wskazówka, że w razie awarii zintegrowanego oświetlenia pracę należy przerwać do czasu przywrócenia oświetlenia. Tabliczka tekstowa na drzwiach serwisowych: „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia”. Wymaganie kwalifikacyjne: personel konserwacyjny musi zostać poinstruowany o sprawdzaniu działania oświetlenia przed rozpoczęciem pracy. Do krótkich kontroli w razie awarii oświetlenia używać odpowiednich przenośnych opraw; regularną pracę wznowić dopiero po przywróceniu oświetlenia.

Ryzyko po: S 2 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 2 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Wyszukiwanie usterek (Zagrożenia: 15)

Nr 1 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i ścięciem przez stół obrotowy podczas automatycznego obrotu: Części ciała operatora (dłonie, ramiona) mogą zostać wciągnięte i zgniecione między stołem obrotowym a stałą środkową ścianką działową lub ogrodzeniem obwodowym, w szczególności przy sięganiu do stołu obrotowego w trakcie obrotu w celu przestawienia przesuniętego przedmiotu (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie).

Maszyna składowa: Stół obrotowy (zespół obrotowy) · także w: Eksploatacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wymiary szczelin między krawędzią stołu obrotowego a stałą środkową ścianką działową oraz ogrodzeniem obwodowym należy zaprojektować tak, aby nie powstawały miejsca zgniecenia: szczeliny nie mogą być mniejsze niż minimalne odstępy podane w EN ISO 13854:2019, tabela 1 (25 mm dla palców, 100 mm dla dłoni, 120 mm dla ramienia, 500 mm dla ciała). Alternatywnie szczelinę należy utrzymać na tyle małą, aby żadna część ciała nie mogła w nią wejść (wymiary otworów zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4). Jeżeli nie da się osiągnąć żadnego z tych dwóch wymiarów szczeliny, geometrię ramy stołu należy ukształtować tak, aby nie powstał zbieżny klin (równoległe lub rozbieżne krawędzie zamiast zbieżnej szczeliny). Dodatkowo: masę i prędkość obrotową stołu obrotowego zmniejszyć do minimum wymaganego funkcjonalnie (dobór napędu), aby ograniczyć energię kinetyczną działającą w szczelinie zgniatającej.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe po stopniu 1: obszar obrotu pozostaje strefą niebezpieczną, do której nie wolno wchodzić przy działającym napędzie. Techniczne środki ochronne: 1. Zezwolenie na ruch obrotowy tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): ESPE (kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020) monitoruje cały obszar obrotu; rozmieszczenie i odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024. 2. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym (SF-01, PLr d; kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 3. Tryb ustawiania: ruch obrotowy wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym (SF-05, PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 4. Zatrzymanie awaryjne w strefie operatora zgodnie z EN ISO 13850:2015, zintegrowane w SF-03 (PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018). 5. Odcięcie energii przed interwencjami: zawór odcinający z mechanicznym zatrzaskiem (blokada) zgodnie z EN ISO 4414:2010; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym (EN ISO 14118:2018).

Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi: wchodzenie w obszar obrotu przy pracującym lub niezabezpieczonym stole obrotowym jest zabronione. Przed każdą interwencją (np. przestawieniem przedmiotu) instalację należy całkowicie wyłączyć i zabezpieczyć (blokada i oznakowanie, LOTO). Dla trybu ustawiania obowiązuje odrębna procedura z użyciem urządzenia zezwalającego, opisana w instrukcji obsługi. 2. Znaki ostrzegawcze na maszynie: na stole obrotowym umieszczono znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak zakazu P015 „Zakaz sięgania” (zgodnie z EN ISO 7010:2020). 3. Kto może interweniować: ustawianie i usuwanie usterek mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby. Szkolenie należy powtarzać co najmniej raz w roku i dokumentować na piśmie. 4. Środki ochrony indywidualnej: rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem. Do obszaru obrotu wolno sięgać dopiero po zatrzymaniu stołu obrotowego. Obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 jest obowiązkowe w całym obszarze instalacji.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026



Ostrzeżenie przed niebezpieczeństwem zgniecenia

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1). Ciężkość pozostaje na poziomie 5: masa i napęd stołu obrotowego są niezbędne do obrotu o 180 stopni z ładunkiem do 2 x 40 kg wraz z przyrządami mocującymi w cyklu ok. 90 sekund i zostały już w kroku 1 ograniczone do poziomu koniecznego ze względów funkcjonalnych; szczeliny zaprojektowano zgodnie z EN ISO 13854:2019 i EN ISO 13857:2019, a krawędzie stołu nie mają zbieżnego kształtu klinowego. Dalsze zmniejszenie energii uniemożliwiłoby obrót. Po kroku 2 stół obraca się wyłącznie wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PL e), drzwi serwisowe są zaryglowane (SF-01, PL d), tryb ustawiania jest ograniczony do 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (SF-05), a przed każdą interwencją stół jest blokowany kształtowo. Do wypadku może zatem dojść tylko przy celowym sięgnięciu do obracającego się stołu z obejściem tych urządzeń; nie zidentyfikowano żadnego dodatkowego środka kroku 1 ani kroku 2, który utrudniłby to niewłaściwe użycie, nie uniemożliwiając obrotu. Zakaz oraz obowiązek odłączenia od źródeł energii przed każdą interwencją podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.2, 2.6 i 9.1), a na stole obrotowym umieszczono znaki W019, W024 i P015.

Nr 4 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie zgnieceniem na styku stołu obrotowego i robota spawalniczego (strefa przekazania): Podczas obrotu załadowany przyrząd wchodzi w obszar roboczy robota; nieskoordynowane wejście robota w obszar obrotu lub brak blokady między ruchem stołu obrotowego a zezwoleniem dla robota może prowadzić do kolizji i obrażeń od zgniecenia.

Maszyna składowa: Interfejs: stół obrotowy / robot spawalniczy · także w: Eksploatacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Promień obrotu stołu obrotowego i granica przestrzeni roboczej robota (obwiednia TCP) zostają uzgodnione już na etapie projektowania w taki sposób, aby maksymalny zakres obrotu przyrządu i minimalna przestrzeń robocza robota zachowywały między sobą geometryczny odstęp minimalny ≥ 500 mm (minimalny odstęp zapobiegający zgnieceniu ciała zgodnie z EN ISO 13854:2019, tabela 1), gdyby oba ruchy były aktywne jednocześnie. Dzięki temu strefa nakładania się jest zminimalizowana konstrukcyjnie; całkowite wyeliminowanie nakładania się nie jest możliwe przy tej topologii układu ze względu na ograniczenia funkcjonalne, dlatego pozostałe nakładanie się zabezpiecza stopień 2.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	SF-04 „Zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny” z PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 (graf ryzyka: S2/F2/P2). Realizacja jako funkcja bezpieczeństwa z blokadą w sterowniku bezpieczeństwa: (a) monitorowanie bezruchu robota: robot musi znajdować się w zdefiniowanym położeniu spoczynkowym poza obszarem obrotu i potwierdzić to bezpiecznym sygnałem zwrotnym (bezpieczne wyjście sterownika robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.7 i 5.5.8), zanim zostanie udzielone zezwolenie dla stołu obrotowego. (b) Zezwolenie stołu obrotowego dla robota: dopóki stół obrotowy nie znajduje się w położeniu krańcowym i nie jest zablokowany, sterownik robota nie otrzymuje sygnału zezwolenia dla obszaru wejścia; stół obrotowy jest zablokowany kształtowo w położeniu krańcowym. (c) Ryglowanie osłony drzwi serwisowych do obszaru obrotu zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym, ujęte w SF-01 (PLr d). (d) Zatrzymanie awaryjne całej instalacji zgodnie z EN ISO 13850:2015, ujęte w SF-03 (PLr d), kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018. (e) W trybie ustawiania obowiązuje SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość ≤ 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (PLr d); personel ustawiający może wejść w obszar obrotu wyłącznie przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i ze zmniejszoną prędkością. Odległość ogrodzenia obwodowego od obszaru obrotu spełnia EN ISO 13857:2019, tabela 2; ogrodzenie obwodowe jest zaprojektowane zgodnie z EN ISO 14120:2015.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis logiki blokady SF-04 oraz trybów pracy Automatyczny i Ustawianie; wyraźna wskazówka, że wchodzenie w obszar obrotu przy pracującej instalacji jest zabronione. Tryb ustawiania: wymaganie kwalifikacyjne do udokumentowania (wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany znający urządzenie zezwalające). Oznakowanie ostrzegawcze przy obszarze obrotu: znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020; przy drzwiach serwisowych dodatkowo uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006). Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345; w trybie ustawiania dodatkowo dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież). Wskazówka o ryzyku resztkowym w trybie ustawiania i przy wyszukiwaniu usterek: urządzenie zezwalające zawsze trzymać uruchomione, nigdy nie wchodzić w obszar obrotu bez urządzenia zezwalającego.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w strefie przekazania między stołem obrotowym a robotem. Robot musi sięgać do stanowiska, które właśnie zostało obrócone; całkowite geometryczne rozdzielenie obszaru obrotu i przestrzeni roboczej robota nie jest zatem przy tym układzie instalacji możliwe ze względów funkcjonalnych. W kroku 1 strefę nakładania się zmniejszono, zapewniając minimalną odległość 500 mm między promieniem obrotu a obwiednią ruchu TCP. Pozostała strefa nakładania się jest objęta wzajemną blokadą: stół obrotowy obraca się wyłącznie wtedy, gdy sterownik robota potwierdzi przez bezpieczne wyjście położenie spoczynkowe poza strefą obrotu, a robot otrzymuje zezwolenie dopiero wtedy, gdy stół jest zablokowany w położeniu krańcowym (SF-04, PL e według grafu ryzyka S2/F2/P2). Do wypadku może zatem dojść tylko w razie awarii tej blokady albo przy wejściu podczas pracy instalacji z obejściem ryglowania (SF-01). Zezwolenie zrealizowano już na wymaganym poziomie zapewnienia bezpieczeństwa; dalszy środek kroku 1 lub kroku 2 nie zmniejszyłby w mierzalny sposób prawdopodobieństwa wystąpienia. W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 z prędkością 250 mm/s i urządzeniem zezwalającym. Logikę blokad, zakaz wchodzenia i zachowanie w trybie ustawiania opisano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.5, 2.6 i 9.3).

Nr 5 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Spadanie przedmiotów lub elementów przyrządu wskutek awarii pneumatycznego urządzenia mocującego: W razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności elementy mocujące otwierają się w sposób niekontrolowany; przedmioty o masie do 40 kg mogą spaść ze stołu obrotowego i uderzyć osoby na stanowisku załadunku.

Maszyna składowa: Pneumatyczne urządzenie mocujące (stół obrotowy) · także w: Eksploatacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Zastosowanie zacisków zamykanych pneumatycznie z zaworem zwrotnym sterowanym (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym bezpośrednio przy siłowniku mocującym: w razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności przewodu zasilającego ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłowniku, a przedmiot pozostaje zamocowany; zaciski otwierają się dopiero po aktywnym odblokowaniu zaworu sterowaniem. Siła mocowania jest zaprojektowana na maksymalną masę przedmiotu 40 kg z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 4414:2010. Dodatkowo: ograniczenie ciśnienia roboczego do poziomu wymaganego dla funkcji mocowania, aby zminimalizować zgromadzoną energię pneumatyczną (EN ISO 4414:2010).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Monitorowanie ciśnienia mocowania z funkcją bezpieczeństwa: presostat w przewodzie mocującym monitoruje ciśnienie mocowania; jeżeli ciśnienie spadnie poniżej minimalnego ciśnienia mocowania, zezwolenie na ruch obrotowy stołu obrotowego jest blokowane (powiązanie z SF-04, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). Dopóki ciśnienie mocowania nie zostało potwierdzone, stół obrotowy nie obraca się. 2. Blokada mechaniczna ruchu obrotowego: kształtowe zablokowanie stołu obrotowego w pozycji załadunku, aby zapobiec niezamierzonemu obrotowi z zamocowanym lub luźnym przedmiotem; blokada jest zwalniana dopiero po potwierdzeniu ciśnienia mocowania (sprzężenie z SF-04, PLr e). 3. Osłona/urządzenie wychwytujące: mechaniczne urządzenie wychwytujące (blacha odbojowa) pod stołem obrotowym, zaprojektowane na maksymalną masę przedmiotu 40 kg i maksymalną wysokość spadania, aby spadające elementy nie docierały do stanowiska załadunku; konstrukcja zgodnie z EN ISO 14120:2015. 4. Odległość bezpieczeństwa na stanowisku załadunku: rozmieszczenie stanowiska załadunku tak, aby strefa niebezpieczna pod stołem obrotowym znajdowała się poza zwykłym obszarem przebywania.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis zasady mocowania (zaciski zamykane pneumatycznie z zaworem podtrzymującym ciśnienie) i monitorowania ciśnienia mocowania; zakaz przebywania pod stołem obrotowym podczas pracy oraz podczas wyszukiwania usterek bez zabezpieczonego bezruchu; postępowanie w razie zaniku sprężonego powietrza (wyłączyć maszynę, przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem, zdjąć przedmiot dopiero po sprawdzeniu ciśnienia). 2. Odcięcie energii przed interwencjami: polecenie pełnego rozprężenia układu pneumatycznego przed pracami konserwacyjnymi i serwisowymi zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi i nieoczekiwanemu uwolnieniu energii); ze względu na zawór podtrzymujący ciśnienie ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłownikach mocujących, dlatego przed jakimikolwiek pracami przy urządzeniu mocującym zaciski należy otworzyć i rozprężyć; przewidzieć zawór odcinająco-odpowietrzający z możliwością zablokowania. 3. Oznakowanie ostrzegawcze: na stole obrotowym i na stanowisku załadunku umieścić znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020. 4. Kwalifikacje: wyszukiwanie usterek i prace ustawcze mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby wykwalifikowane; wymagania określić w instrukcji obsługi. 5. ŚOI: nakazać noszenie obuwia bezpiecznego (S3 zgodnie z EN ISO 20345) na stanowisku załadunku jako ochronę przed ryzykiem resztkowym.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 6 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 15**

Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu stołu obrotowego lub robota po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki: Brak skoordynowanego zabezpieczenia przed ponownym rozruchem (EN ISO 11161) może powodować, że poszczególne maszyny składowe uruchomią się samoczynnie, gdy w strefie niebezpiecznej nadal przebywają osoby.

Maszyna składowa: Cała instalacja (koordynacja ponownego rozruchu) · także w: Konserwacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: ponowny rozruch po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki jest zdarzeniem układu sterowania, którego przy zasadzie działania całej instalacji (skoordynowana praca automatyczna robota i stołu obrotowego) nie można wyeliminować konstrukcyjnie bez zniesienia funkcji maszyny. Nie istnieje żaden środek geometryczny ani energetyczny, który zapobiegałby samemu ponownemu rozruchowi bez zniesienia funkcji maszyny. Ochronę należy więc w całości zapewnić środkami stopnia 2 (układ sterowania i blokady).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Skoordynowane zabezpieczenie przed ponownym rozruchem zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: układ sterowania całej instalacji nie może zezwolić na ponowny rozruch maszyny składowej (stół obrotowy, robot), dopóki z bezpiecznego miejsca poza wszystkimi strefami niebezpiecznymi nie zostanie wydane świadome, ręczne polecenie ponownego rozruchu. Polecenie ponownego rozruchu nie może być wyzwalane automatycznie po potwierdzeniu zatrzymania awaryjnego ani po usunięciu usterki. 2. Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie, kategoria zatrzymania 1 przy otwarciu drzwi serwisowych, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) oraz SF-03 (zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) zapewniają bezpieczne doprowadzenie wszystkich napędów do bezruchu. Zabezpieczenie przed ponownym rozruchem jest zrealizowane jako integralna część funkcji bezpieczeństwa SF-01, SF-03 i SF-04 i wykonywane z ich odpowiednim PLr (SF-04: PLr e; SF-01 i SF-03: PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). 3. Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): stół obrotowy może wykonywać ruch obrotowy tylko wtedy, gdy kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 (usytuowana zgodnie z EN ISO 13855:2024) wykryła, że obszar obrotu jest wolny. Funkcja ta pozostaje aktywna po ponownym rozruchu i zapobiega uruchomieniu w obecności osób. 4. Funkcja bezpieczeństwa SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): w trybie ustawiania ponowny rozruch jest zezwalany wyłącznie za pomocą urządzenia zezwalającego (3-położeniowego zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7), tak aby wykluczyć nieoczekiwany ponowny rozruch z pełną prędkością. 5. Odłączenie zasilania i odcięcie energii zgodnie z EN ISO 14118:2018: przed wejściem do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy odłączyć zasilanie energią wszystkich odnośnych napędów (elektrycznych, pneumatycznych zgodnie z EN ISO 4414:2010) za pomocą zamykanego łącznika odcinającego i zabezpieczyć je przed niezamierzonym ponownym załączeniem (blokada i oznakowanie). Energię resztkową (zgromadzoną energię pneumatyczną) należy rozproszyć przed jakąkolwiek interwencją; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym. 6. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym: ryglowanie utrzymuje drzwi serwisowe zamknięte, dopóki niebezpieczne ruchy nie zostaną bezpiecznie zatrzymane (zakończone zatrzymanie kategorii 1). Integracja następuje w ramach SF-01 (PLr d).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis sekwencji ponownego rozruchu po zatrzymaniu awaryjnym i po usunięciu usterki; wyraźne stwierdzenie, że ponowny rozruch jest dopuszczalny dopiero po całkowitym opuszczeniu wszystkich stref niebezpiecznych i wydaniu ręcznego polecenia potwierdzenia z zewnątrz. Opis procedury blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018 dla wszystkich czynności konserwacyjnych i wyszukiwania usterek. 2. Oznakowanie ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych i przy urządzeniach potwierdzających: ostrzeżenie przed nieoczekiwanym ponownym rozruchem (znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020), wskazanie obowiązku potwierdzenia z zewnątrz. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: czynności ustawcze i konserwacyjne mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane, przeszkolone w zakresie procedury ponownego rozruchu i metody blokady i oznakowania (EN ISO 10218-2:2025, pkt 7.5.12). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wchodzenia do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy nosić obuwie bezpieczne (S3 zgodnie z EN ISO 20345); dodatkowe ŚOI zgodnie z ustaleniami użytkownika maszyny w ocenie ryzyka stanowiska pracy.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu. Ponowny rozruch jest zdarzeniem sterowania w ramach skoordynowanej pracy automatycznej robota i stołu obrotowego; nie istnieje środek konstrukcyjny, który by mu zapobiegał, nie uniemożliwiając działania celi (krok 1). Po kroku 2 układ sterowania całej instalacji zezwala na ponowny rozruch zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 wyłącznie po celowym poleceniu wydanym z pulpitu sterowniczego poza strefami niebezpiecznymi, blokada ponownego rozruchu jest częścią SF-01, SF-03 (PL d) i SF-04 (PL e), zezwolenie na obrót sprawdza obszar obrotu również po ponownym rozruchu, a zabezpieczenie na osobiste kłódki uniemożliwia zamknięcie drzwi serwisowych, dopóki wewnątrz celi przebywa osoba. Do wyszukiwania usterek i konserwacji przewidziano wyłącznik główny z możliwością zablokowania oraz zawór odcinający sprężone powietrze z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania zgodnie z EN ISO 14118:2018. Pozostałym ryzykiem jest rozruch, gdy osoba ani nie założy swojej kłódki, ani nie odłączy instalacji od źródeł energii, a jednocześnie zawiedzie blokada ponownego rozruchu. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek techniczny, który zastąpiłby odłączenie od źródeł energii przez daną osobę. Sekwencję ponownego rozruchu i procedurę odłączania od źródeł energii opisano w instrukcji obsługi (rozdziały 9.5 i 10.4).

Nr 7 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Brak lub brak koordynacji funkcji zatrzymania awaryjnego między maszynami składowymi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, układ odciągowy): Zatrzymanie awaryjne na jednej maszynie składowej niekoniecznie zatrzymuje wszystkie pozostałe maszyny składowe; osoby mogą być zagrożone przez elementy, które nadal pracują.

Maszyna składowa: Cała instalacja (koordynacja zatrzymania awaryjnego) · także w: Eksploatacja, Ustawianie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: koordynacja kilku niezależnych sterowników wymaga koniecznie nadrzędnej logiki sterowania. Sam środek konstrukcyjny (geometria, ograniczenie energii, substytucja) nie może zastąpić brakującego połączenia obwodów zatrzymania awaryjnego. Zasada działania całej instalacji wymaga aktywnej koordynacji sterowania.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego (SF-03) zgodnie z EN ISO 13850:2015 i EN ISO 11161:2007+A1:2010: wszystkie urządzenia zatrzymania awaryjnego całej instalacji są włączone do wspólnego, nadrzędnego obwodu bezpieczeństwa, który po uruchomieniu w dowolnym miejscu doprowadza wszystkie niebezpieczne maszyny składowe (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, pneumatyka) do skoordynowanego bezruchu; układ odciągowy pracuje dalej ze względów eksploatacyjnych. Kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 (zatrzymanie kontrolowane, po którym następuje odłączenie energii): robot wykonuje kontrolowane zatrzymanie na swojej ścieżce, stół obrotowy hamuje aktywnie, źródło prądu spawania zostaje odłączone od zasilania, a zaciski pozostają zamknięte dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie. Dalsza praca układu odciągowego nie jest funkcją bezpieczeństwa, lecz jest wymagana eksploatacyjnie. Funkcja bezpieczeństwa SF-03 jest określona z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zrealizowana w kategorii 3 z PL d. Integracja robota następuje przez sterownik robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.3.3 (zakres działania zatrzymania awaryjnego, interfejs bezpieczeństwa do sterownika nadrzędnego). Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy projektować zgodnie z EN ISO 13850:2015 (przycisk grzybkowy, żółte tło, samoblokujący, odblokowanie wyłącznie świadomym działaniem). Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy rozmieścić tak, aby z każdego stanowiska obsługi co najmniej jedno z nich było osiągalne bez narażania się na zagrożenie (EN ISO 13850:2015). Blokada ponownego rozruchu: po zatrzymaniu awaryjnym konieczne jest ręczne zresetowanie, zanim instalacja będzie mogła zostać ponownie uruchomiona (EN ISO 13850:2015, pkt 4.1.4), aby zapobiec nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi zgodnie z EN ISO 14118:2018.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis topologii zatrzymania awaryjnego całej instalacji wraz z planem rozmieszczenia wszystkich urządzeń zatrzymania awaryjnego i zakresem działania każdego z nich. Jednoznaczne polecenie, że po zatrzymaniu awaryjnym przed zresetowaniem należy sprawdzić strefę niebezpieczną wszystkich maszyn składowych. Tryb ustawiania i wyszukiwanie usterek: polecenie, że interwencja w strefie niebezpiecznej jest dopuszczalna dopiero po całkowitym zatrzymaniu wszystkich maszyn składowych i zabezpieczeniu drzwi serwisowych przed zamknięciem (osobista kłódka w zabezpieczeniu kłódkowym). Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie i wyszukiwanie usterek wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany, znający topologię zatrzymania awaryjnego. Oznakowanie przy pulpicie sterowniczym: tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego (zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi), uzupełniona znakiem ostrzegawczym W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) w zakresie koordynacji zatrzymania awaryjnego. Połączenie obwodów zatrzymania awaryjnego kilku maszyn składowych jest możliwe wyłącznie za pomocą układu sterowania; nie istnieje dla niego środek kroku 1. Zrealizowano nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego SF-03 w kategorii 3 z PL d, który z każdego urządzenia zatrzymania awaryjnego (pulpit sterowniczy, drzwi serwisowe, pulpit programowania) zatrzymuje jednocześnie robota, stół obrotowy, źródło prądu spawania i pneumatykę, z ręcznym resetowaniem zgodnie z EN ISO 13850:2015 i zakresem działania zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010; wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa został osiągnięty, a punkty badania dotyczące zatrzymania awaryjnego zakończyły się wynikiem pozytywnym. Pozostałym ryzykiem jest wybieg podczas zatrzymania sterowanego w kategorii zatrzymania 1. Kategorię tę wybrano, ponieważ robot hamuje w sposób sterowany wzdłuż swojego toru, a zaciski utrzymują przedmiot dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie; zatrzymanie w kategorii 0 oznaczałoby utratę tego sterowania bez wyeliminowania wybiegu. Zatrzymanie awaryjne jest uzupełniającym środkiem ochronnym i nie zastępuje żadnej osłony ani żadnego urządzenia ochronnego. Rozmieszczenie i zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.5 i 9.5) oraz na tabliczce tekstowej przy pulpicie sterowniczym.

Nr 10 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.

Maszyna składowa: Stanowisko załadunku / przejście serwisowe · także w: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Kable i węże (sprężone powietrze, gaz osłonowy) należy konstrukcyjnie wyprowadzić poza obszar podłogi stanowiska załadunku i przejścia serwisowego, prowadząc je w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych lub podwieszanych do sufitu systemach prowadzenia przewodów, tak aby nie powstawały miejsca grożące potknięciem. Przyłącza na stanowisku załadunku wykonać jako przyłącza podwieszane do sufitu lub ścienne panele gniazd. Narażenie podłogi na rozpryski spawalnicze zmniejszyć za pomocą zintegrowanych konstrukcyjnie blach osłonowych (osłony przeciwrozpryskowe) na stanowisku spawania, tak aby wyrzut w strefę operatora był zminimalizowany. Posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; wymaganie dotyczące miejsca ustawienia (antypoślizgowa okładzina podłogowa) jest przekazywane użytkownikowi maszyny w stopniu 3.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Ryzyko resztkowe wynikające z pozostałych zagrożeń potknięciem i poślizgnięciem ogranicza się następującymi środkami technicznymi: (1) oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) do oznaczenia dróg komunikacyjnych i stref niebezpiecznych zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.15. (2) Odpowiednie stałe oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.4, tak aby przeszkody i mokre powierzchnie można było wcześnie zauważyć; oświetlenie zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837 zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym. (3) Maty przeciwrozpryskowe w bezpośrednim obszarze spawania, łatwe do zdjęcia i oczyszczenia.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): (1) wskazanie zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem wskutek rozprysków spawalniczych, węży i mokrych powierzchni; określić interwały czyszczenia i procedury czyszczenia powierzchni podłogi. (2) Wymaganie kwalifikacyjne: wszystkie osoby wchodzące na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego muszą zostać poinstruowane o zagrożeniach i układzie dróg komunikacyjnych. (3) Wymagania dotyczące ŚOI: przy wchodzeniu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego należy nosić obuwie bezpieczne z podeszwą antypoślizgową (S3 zgodnie z EN ISO 20345). (4) Oznakowanie ostrzegawcze przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego: umieścić znak ostrzegawczy W011 „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020. (5) Wymaganie dotyczące miejsca ustawienia: antypoślizgowa okładzina podłogowa na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym, klasa odporności na poślizg co najmniej R 11 zgodnie z niemiecką zasadą DGUV Regel 108-003.

Ryzyko po: S 3 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 6 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 6 (S 3, O 2) wskutek potknięcia, poślizgnięcia i upadku. W kroku 1 kable i węże wyprowadzono poza obszar podłogi, a osłony przeciwrozpryskowe ograniczają ilość rozprysków wynoszonych z celi. Pozostają rozpryski spawalnicze, które przedostają się na podłogę przez otwór otwarty na potrzeby załadunku, oraz mokre powierzchnie podczas czyszczenia. Otwór musi pozostać otwarty na potrzeby załadunku, a posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; dalsze środki konstrukcyjne na maszynie nie eliminują tych przyczyn. Po kroku 2 drogi komunikacyjne są oznakowane, stanowisko załadunku jest oświetlone natężeniem 500 lx, a przejście konserwacyjne natężeniem 200 lx, w strefie spawania zapewniono wyjmowane maty przeciwrozpryskowe; badanie miejsc grożących potknięciem i poślizgnięciem zakończyło się wynikiem pozytywnym. Każdy dalszy środek techniczny zastępowałby jedynie czyszczenie podłogi, które określono jako czynność codzienną. Codzienne czyszczenie (instrukcja obsługi, rozdział 10.2), antypoślizgowe obuwie bezpieczne S3, znaki W011 i W007 (rozdział 2.4) oraz wymaganie antypoślizgowej nawierzchni podłogi w miejscu instalacji (przegląd ryzyk resztkowych, rozdział 2.6) stanowią informacje dotyczące użytkowania.

Nr 11 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z równoczesnego wejścia kilku osób do różnych stref celi (EN ISO 11161): Druga osoba przebywa wewnątrz celi, a personel ustawiający nie jest tego świadomy; gdy robot lub stół obrotowy się uruchomi, druga osoba zostaje uderzona.

Maszyna składowa: Cała instalacja (dostęp do stref) · także w: Ustawianie, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania całej instalacji wymaga dostępnych stref do prac ustawczych, konserwacyjnych i wyszukiwania usterek. Zagrożenie wynika z równoczesnej obecności kilku osób w różnych strefach, której nie można rozwiązać samą geometrią, odległością ani ograniczeniem energii bez pokrzyżowania celu eksploatacyjnego. Zmniejszenie energii robota lub stołu obrotowego do poziomu, który bezpiecznie wyklucza obrażenia, nie jest technicznie możliwe w tego typu instalacji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Ochrona osób przy wejściu kilku osób do celi zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: drzwi serwisowe mają zabezpieczenie na osobiste kłódki. Każda osoba wchodząca do celi zakłada swoją osobistą kłódkę na zabezpieczeniu otwartych drzwi. Dopóki założona jest kłódka, drzwi nie mogą zostać zamknięte, a tryb automatyczny nie może zostać uruchomiony. Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania, przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Potwierdzenie jest możliwe tylko z zewnątrz, przy pulpicie sterowniczym. 2. Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1, tak aby osoby uwięzione w środku mogły w każdej chwili opuścić celę. 3. Zezwolenie na automatyczne uruchomienie (robot i stół obrotowy) jest zrealizowane jako funkcja bezpieczeństwa: automatyczne uruchomienie jest możliwe tylko wtedy, gdy drzwi serwisowe są zamknięte i utrzymywane w tym stanie przez ryglowanie, a potwierdzenie zostało wydane z zewnątrz. Funkcją dostępu jest SF-01 (bezpieczne zatrzymanie przy otwarciu drzwi serwisowych) z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023. Niezależnie od tego zezwolenie na obrót stołu obrotowego pozostaje zabezpieczone przez SF-04 (PLr e). 4. W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023). Urządzenie zezwalające jest przypisane do osoby. Cela ma dokładnie jedno urządzenie zezwalające, na pulpicie programowania; ruchy w trybie ustawiania są więc dozwolone wyłącznie wtedy, gdy wewnątrz celi nie przebywa nikt poza osobą trzymającą urządzenie zezwalające (instrukcja postępowania: patrz stopień 3). 5. Odległości bezpieczeństwa między przestrzenią roboczą robota a miejscami przebywania osób spełniają EN ISO 13857:2019, tabela 2, oraz EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.6 i 5.8.9.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis ochrony osób przy drzwiach serwisowych (jedna osobista kłódka na osobę w zabezpieczeniu na kłódki, odblokowanie awaryjne od wewnątrz) oraz obowiązku założenia kłódki przed wejściem i zdjęcia jej dopiero po opuszczeniu celi. Instrukcja postępowania przy pracy wieloosobowej (ustawianie, konserwacja, wyszukiwanie usterek) z jednoznacznym przydziałem ról (osoba odpowiedzialna, koordynacja). 2. Znaki ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020, tabliczka tekstowa „Przed wejściem załóż swoją osobistą kłódkę”. 3. Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany w zakresie koncepcji wejścia wielu osób oraz używania zabezpieczenia na osobiste kłódki i odblokowania awaryjnego. Instruktaż należy udokumentować. 4. Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież) podczas przebywania wewnątrz celi.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) przy dostępie kilku osób. Prace ustawcze, konserwacyjne i wyszukiwanie usterek wymagają dostępnych stref; zagrożenia dla drugiej osoby nie można usunąć za pomocą geometrii ani ograniczenia energii (krok 1). Po kroku 2 każda wchodząca osoba zakłada swoją osobistą kłódkę w zabezpieczeniu na kłódki drzwi serwisowych; dopóki założona jest kłódka, drzwi nie można zamknąć, a trybu automatycznego nie można uruchomić, przy czym potwierdzenie jest możliwe wyłącznie z zewnątrz (SF-01, PL d). Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania z jednym, przypisanym do osoby urządzeniem zezwalającym i z prędkością 250 mm/s (SF-05, PL d), a odblokowanie awaryjne pozwala osobom w każdej chwili opuścić celę od wewnątrz. Ta ochrona osób jest zgodna z EN ISO 11161:2007+A1:2010. Pozostałym ryzykiem jest wejście osoby do celi bez własnej kłódki, podczas gdy osoba ustawiająca inicjuje ruchy; nawet wtedy instalacja porusza się wyłącznie ze zmniejszoną prędkością przy urządzeniu zezwalającym osoby ustawiającej. Założenie kłódki pozostaje czynnością każdej osoby z osobna; nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2, który zapobiegałby temu niewłaściwemu użyciu bez ograniczania prac ustawczych. Procedura dla prac wykonywanych przez kilka osób, tabliczka tekstowa przy drzwiach i instruktaż personelu: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.5, 2.6 i 9.3.

Nr 12 Elektryczne — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wskutek bezpośredniego lub pośredniego dotknięcia części pod napięciem źródła prądu spawania, szafy sterowniczej robota i układu sterowania celi (400 V AC, 32 kVA): Dotknięcie zacisków, przewodów lub wnętrza szafy sterowniczej przy otwartej szafie bez odłączenia zasilania może prowadzić do porażenia prądem z migotaniem komór lub do oparzeń.

Maszyna składowa: Instalacja elektryczna (szafa sterownicza / źródło prądu spawania) · także w: Konserwacja, Oddanie do użytku · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Wszystkie części pod napięciem wewnątrz szafy sterowniczej (zaciski, szyny zbiorcze, zaciski mocy źródła prądu spawania) wykonano z osłonami zapobiegającymi dotknięciu (stopień ochrony co najmniej IP 2X lub IPXXB zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), tak aby dotknięcie części pod napięciem było wykluczone już samą formą obudowy, bez potrzeby stosowania osłony. Ponadto minimalne odstępy między częściami pod napięciem a częściami dostępnymi zaprojektowano tak, aby stopień ochrony IP 2X był zachowany także przy otwartych drzwiach szafy (nasadki ochronne, osłony izolacyjne na listwach zaciskowych). Odpowiada to analogicznie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.1 (zasilanie energią elektryczną) oraz EN 60204-1:2018, pkt 6.2.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Odłączenie i pozbawienie napięcia (LOTO): wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu WYŁ. zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 5.3 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu / odcięcie energii). Wyłącznik główny musi jako odłącznik odłączać całą instalację od zasilania na wszystkich biegunach; napięcie resztkowe na kondensatorach źródła prądu spawania należy ograniczyć do wartości poniżej 60 V DC w ciągu 5 s za pomocą czasu rozładowania lub aktywnego obwodu rozładowania; jeżeli nie jest to osiągnięte, na obudowie umieszcza się tabliczkę ostrzegawczą z podanym czasem rozładowania (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.4). Zamknięcie drzwi szaf: drzwi głównych szaf sterowniczych są wyposażone w zamek, który można otworzyć wyłącznie kluczem i który zapobiega nieuprawnionemu otwarciu (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2). 2. Ochronne połączenia wyrównawcze i przewód ochronny: wszystkie obudowy szaf sterowniczych, źródło prądu spawania i szafa sterownicza robota są połączone ciągłym przewodem ochronnym (PE) o odpowiednim przekroju (EN 60204-1:2018, pkt 8.2), tak aby w razie uszkodzenia izolacji prąd zwarciowy był bezpiecznie odprowadzany, a urządzenie zabezpieczające (wyłącznik nadprądowy / RCD) zadziałało. 3. Wyłącznik różnicowoprądowy (RCD): zastosowanie RCD (typ B, ponieważ możliwe są prądy różnicowe stałe od przemienników częstotliwości i źródła prądu spawania) o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania 30 mA w obwodach, na których pracują osoby; w obwodach, w których RCD nie jest zgodny z procesem spawania, stosuje się zamiast niego monitorowanie izolacji (EN 60204-1:2018, pkt 6.3.3 i 7.7). Nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr; środki działają biernie i konstrukcyjnie (oznakowanie ostrzegawcze: patrz stopień 3).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): udokumentować procedurę odłączania zasilania (LOTO) w formie instrukcji krok po kroku, łącznie z czasem rozładowania kondensatorów źródła prądu spawania oraz sprawdzeniem braku napięcia odpowiednim przyrządem pomiarowym (próbnik napięcia kategorii CAT III 600 V). Wymaganie kwalifikacyjne: prace przy instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie osoby wykwalifikowane w zakresie elektrycznym (Elektrofachkraft, EFK) zgodnie z niemieckim przepisem DGUV Vorschrift 3 albo osoby poinstruowane w zakresie elektrycznym pod nadzorem EFK. Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac w otwartej szafie należy nosić rękawice izolacyjne (zgodnie z EN 60903, klasa 00 dla napięć do 500 V AC), okulary ochronne (ochrona przed łukiem elektrycznym) oraz obuwie elektroizolacyjne. Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na wszystkich drzwiach szaf i na źródle prądu spawania. Wskazówka o ryzyku resztkowym w instrukcji obsługi: po zadziałaniu wyłącznika głównego kondensatory w źródle prądu spawania i w przemienniku częstotliwości robota mogą nadal znajdować się pod niebezpiecznym napięciem (czas oczekiwania co najmniej 1 minuta dla źródła prądu spawania, dla napędu robota zgodnie z danymi producenta robota); brak napięcia należy zawsze sprawdzać pomiarem.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) wskutek napięcia elektrycznego 400 V AC. W kroku 1 części pod napięciem osłonięto w sposób zabezpieczający przed dotykiem palcem (IP 2X zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), również przy otwartych drzwiach szafy. Po kroku 2 wyłącznik główny z możliwością zablokowania odłącza wszystkie bieguny, drzwi szaf można otworzyć wyłącznie kluczem, obwód pośredniczący DC źródła prądu spawania rozładowuje się do napięcia nie większego niż 60 V w zmierzonym czasie 1,9 s, zbadano przewód ochronny (0,08 Ω), impedancję pętli zwarcia (0,28 Ω) i rezystancję izolacji (> 100 MΩ), a ochronę przy uszkodzeniu zapewnia urządzenie ochronne różnicowoprądowe typu B lub monitorowanie stanu izolacji. Pozostałym ryzykiem jest praca wykwalifikowanego elektryka, który podczas uruchamiania i wyszukiwania usterek musi wykonywać pomiary na częściach pod napięciem w otwartej szafie. Tych pomiarów nie można przeprowadzić w stanie beznapięciowym; dla tych faz cyklu życia żaden dalszy środek kroku 1 ani kroku 2 nie jest zatem praktycznie wykonalny, a ciężkość pozostaje na poziomie 5. Procedurę odłączania od źródeł energii wraz ze sprawdzeniem braku napięcia, kwalifikacje wymagane od wykwalifikowanego elektryka, izolacyjne ŚOI i znak W012 podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.4, 2.6, 8.1 i 10).

Nr 13 Elektryczne

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie prądem spawania na przedmiocie i na przyrządzie: Obwód spawania przewodzi duże prądy (zwykle 100 do 350 A); w razie wadliwego połączenia z masą lub uszkodzenia izolacji osoby dotykające przedmiotu lub przyrządu mogą doznać porażenia prądem.

Maszyna składowa: Źródło prądu spawania / przyrząd · także w: Ustawianie, Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ramę przyrządu i uchwyty przedmiotu należy zaprojektować tak, aby dotykalne powierzchnie przewodzące, które znajdują się w obwodzie prądu spawania, były konstrukcyjnie odizolowane galwanicznie od ramy maszyny za pomocą izolacji (płyty izolacyjne z epoksydu szklanego między płytą podstawy przyrządu a stołem maszyny oraz izolujące wkładki szczęk mocujących). Konstrukcyjnie przerywa to niezamierzoną drogę prądu przez ramę i dotykalne powierzchnie zewnętrzne. Dodatkowo: punkt przyłączenia przewodu masowego należy określić bezpośrednio na przedmiocie lub w wyznaczonym miejscu przyrządu niedostępnym dla operatora i zintegrować go przez ukształtowanie (wnęka, kanał prowadzący przewód) w taki sposób, aby nieprawidłowe umieszczenie zacisku masowego było konstrukcyjnie utrudnione.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Źródło prądu spawania: źródło prądu spawania ma klasę ochronności I i stopień ochrony IP23S zgodnie z EN IEC 60974-1; włączenie do łańcucha przewodów ochronnych całej instalacji należy wykonać zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 8 (przekroje przewodów ochronnych, punkty przyłączenia). 2. Monitorowanie połączenia z masą: monitorowanie prądu masowego źródła prądu spawania jest aktywne; w razie przerwania lub niedopuszczalnie dużej rezystancji przejścia proces spawania jest blokowany. Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL (nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1:2023); nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka. 3. Połączenia wyrównawcze: wszystkie przewodzące części przyrządu, które nie zostały celowo odizolowane, włącza się do ochronnych połączeń wyrównawczych instalacji (EN 60204-1:2018, pkt 8.2). 4. Ograniczenie dostępu podczas procesu spawania: stanowisko załadunku jest zabezpieczone kurtyną świetlną (SF-02, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023); podczas aktywnego spawania dostęp do strefy spawania uniemożliwiają drzwi serwisowe z blokadą (SF-01, PLr d) oraz logika zezwolenia stołu obrotowego (SF-04, PLr e), dzięki czemu dotknięcie części pod napięciem w trybie automatycznym jest wykluczone zarówno środkami konstrukcyjnymi, jak i sterowniczymi. 5. Prowadzenie przewodów: przewody spawalnicze i masowe prowadzi się w zamkniętych korytach kablowych lub rurach ochronnych (ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym); należy przestrzegać minimalnych promieni gięcia podanych przez producenta; przewody należy zabezpieczyć odciążeniem.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis prawidłowego podłączenia zacisku masowego (położenie, czyszczenie powierzchni styku, dopuszczalne obszary zaciskania); wskazówka, że dotykanie przedmiotu i przyrządu podczas procesu spawania jest zabronione; interwały kontroli izolacji i stanu przewodów (codzienna kontrola wzrokowa, co pół roku pomiar izolacji przez osobę wykwalifikowaną w zakresie elektrycznym, patrz rozdział 10.2). 2. Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie, wyszukiwanie usterek i konserwację źródła prądu spawania i jego przyłączy może wykonywać wyłącznie osoba wykwalifikowana w zakresie elektrycznym albo osoba poinstruowana w zakresie elektrycznym pod nadzorem takiej osoby (pojęcia zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 3.1). 3. Oznakowanie ostrzegawcze na przyrządzie i w strefie spawania: w dobrze widocznym miejscu umieścić znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020; umieścić tabliczkę tekstową „Przed rozpoczęciem spawania sprawdź zacisk masowy”. 4. Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: podczas ustawiania i wyszukiwania usterek w strefie spawania należy nosić rękawice izolacyjne (klasa ochrony odpowiednia dla niskiego napięcia) oraz odzież ochronną dla spawaczy.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 21 Materiały/substancje

Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie gazem osłonowym (mieszanina argonu i CO2 M21) w razie nieszczelności: Argon i CO2 są cięższe od powietrza, dlatego gaz osłonowy może gromadzić się w pobliżu podłogi; przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach istnieje ryzyko uduszenia wskutek wypierania tlenu.

Maszyna składowa: Zasilanie gazem osłonowym / układ przewodów · także w: Eksploatacja, Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczenie ciśnienia w układzie przewodów: ciśnienie robocze zasilania gazem osłonowym ograniczyć do minimalnego poziomu wymaganego dla procesu spawania (reduktor ciśnienia na przyłączu zasilania celi). Niższe ciśnienie w układzie zmniejsza ilość gazu uciekającego w razie awarii, a tym samym potencjał gromadzenia się gazu. Dodatkowo: prowadzenie przewodów i punkty przyłączeniowe zaprojektować tak, aby nieszczelności były konstrukcyjnie zminimalizowane: zastosowanie złączek zaciskowych z pierścieniem tnącym lub złączek zaprasowywanych zamiast opasek wężowych na stałych odcinkach rur; długości węży ograniczyć do minimum niezbędnego eksploatacyjnie; nie prowadzić przewodów blisko podłogi w kanałach, dołach lub zamkniętych komorach (w miarę możliwości prowadzić blisko sufitu). Środki te dotyczą bezpośrednio źródła energii (zgromadzony gaz pod ciśnieniem) i miejsca zagrożenia (strefa gromadzenia się).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Automatyczne odcięcie zasilania gazem: zawór elektromagnetyczny (zamknięty w stanie beznapięciowym) w przewodzie zasilania gazem osłonowym, który automatycznie odcina zasilanie gazem po zatrzymaniu maszyny, zatrzymaniu awaryjnym (SF-03) i podczas przerw w pracy; dodatkowo ręczny zawór odcinający poza celą. 2. Monitorowanie nieszczelności: kontrola wiarygodności zużycia gazu przez sterowanie maszyny (wskazanie, gdy przepływ gazu występuje bez aktywnego procesu spawania, jako wskaźnik nieszczelności); codzienna kontrola wzrokowa połączeń węży jako wymaganie konserwacyjne. 3. Instalacja zasilania gazem osłonowym przewidziana na miejscu (bateria butli lub stacja poboru) w wentylowanej części hali, nie w dołach, piwnicach ani ciasnych wnękach. W razie instalacji w słabo wentylowanych obszarach użytkownik maszyny jest zobowiązany zapewnić urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu (wskazówka w instrukcji obsługi). Dla tego zagrożenia funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr nie jest konieczna; ryzyko jest kontrolowane przez odcięcie, miejsce instalacji i wentylację.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka uduszenia wskutek wypierania tlenu przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach; wymaganie odpowiedniej wentylacji hali w miejscu ustawienia; prace przy zasilaniu gazem wyłącznie przy odciętym i rozprężonym przewodzie (EN ISO 14118:2018). 2. Kwalifikacje: prace przy przewodach i armaturze gazów sprężonych wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany; instruktaż zgodnie z DGUV Regel 100-500, rozdział 2.26 i TRGS 528 (obowiązek użytkownika maszyny). 3. Oznakowanie ostrzegawcze: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko uduszenia gazem osłonowym” w miejscu instalacji zasilania gazem; uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006) na zamkniętych pomieszczeniach zasilania. 4. Przy pracach w ciasnych lub słabo wentylowanych miejscach (np. wymiana butli we wnękach): stosować przenośne urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu; zakaz pracy w pojedynkę.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 23 Mechaniczne

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Zagrożenie energią resztkową pneumatyczną podczas prac konserwacyjnych i usuwania usterek: Po wyłączeniu zasilania sprężonym powietrzem w przewodach i siłownikach urządzenia mocującego pozostaje ciśnienie resztkowe; niekontrolowane rozprężenie może spowodować nagły ruch elementów mocujących i obrażenia osób lub wyrzucenie przedmiotów.

Maszyna składowa: Pneumatyczne urządzenie mocujące / instalacja sprężonego powietrza · także w: Konserwacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Ograniczyć konstrukcyjnie resztkową energię pneumatyczną: w razie spadku ciśnienia zaciski zamykane pneumatycznie utrzymują przedmiot dzięki zaworowi zwrotnemu sterowanemu (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym; presostat monitoruje ciśnienie mocowania (SF-04). Objętość zamknięta między zaworem podtrzymującym ciśnienie a siłownikiem jest konstrukcyjnie zminimalizowana (krótkie przewody, zawory podtrzymujące ciśnienie zamontowane bezpośrednio na siłowniku), tak aby pozostawała zgromadzona tylko niewielka ilość energii. Przed każdą interwencją zamknięte ciśnienie mocowania zwalnia się przez otwarcie zacisków; w razie usterki zwalnia się je w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie. Konstrukcja zgodnie z EN ISO 4414:2010. Uwaga: ciężkość pozostałego zdarzenia z energią resztkową jest zmniejszona dzięki temu środkowi, ponieważ energia kinetyczna elementów mocujących jest znacznie mniejsza przy małej objętości resztkowej i dławionym odpowietrzaniu.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Zawór odcinający serwisowy z funkcją odpowietrzania (z możliwością zablokowania, LOTO) zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018: na wlocie pneumatycznego urządzenia mocującego zamontować zawór odcinający ze zintegrowanym, kontrolowanym odpowietrzaniem (funkcja miękkiego odpowietrzania); w położeniu odcięcia zawór musi odpowietrzyć dolny odcinek przewodu w sposób kontrolowany i dławiony, zanim będzie możliwa jakakolwiek interwencja. Zawór zabezpieczyć zamkiem (zabezpieczenie kłódkowe). 2. Manometr lub wskaźnik ciśnienia na odcinku przewodu między zaworem odcinającym a siłownikiem, aby operator mógł wzrokowo sprawdzić spadek ciśnienia do 0 bar (EN ISO 4414:2010). 3. Wskaźnik ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym: przed każdą interwencją brak ciśnienia sprawdza się na wskaźniku ciśnienia resztkowego; wskaźnik jest urządzeniem eksploatacyjnym bez wymagania PL według EN ISO 13849-1:2023. 4. Osłona: urządzenia mocujące znajdują się wewnątrz ogrodzenia obwodowego (EN ISO 14120:2015); dostęp w celu konserwacji i usuwania usterek odbywa się przez drzwi serwisowe z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d).
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	1. Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): instrukcja pracy dla konserwacji i usuwania usterek pneumatycznego urządzenia mocującego z jednoznaczną procedurą krok po kroku: (a) zdjąć przedmiot i otworzyć zaciski, (b) odciąć zasilanie sprężonym powietrzem na zaworze odcinającym serwisowym i odczekać na odpowietrzenie, (c) w razie usterki zwolnić ewentualne zamknięte ciśnienie resztkowe za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie, następnie sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar, (d) założyć kłódkę zabezpieczającą, (e) dopiero wtedy ingerować w układ. Uwzględnić wskazówkę o zagrożeniu ciśnieniem resztkowym i wyrzuconymi przedmiotami. 2. Oznakowanie ostrzegawcze na urządzeniu mocującym i na zaworze odcinającym: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ciśnienie resztkowe w urządzeniu mocującym"; znak informacyjny „Przed interwencją: odpowietrzyć do 0 bar i zablokować zawór odcinający". 3. Wymaganie kwalifikacyjne: prace konserwacyjne i usuwanie usterek w układzie pneumatycznym wyłącznie przez poinstruowanych specjalistów znających zasady bezpieczeństwa pneumatyki (EN ISO 4414:2010). 4. Wymagania dotyczące ŚOI: nakazać okulary ochronne (ochrona oczu przed lecącymi elementami) i rękawice ochronne przy otwieraniu przyłączy pneumatycznych.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 31 Kombinacja

Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Zagrożenie wynikające z różnych poziomów bezpieczeństwa maszyn składowych różnych producentów (robot, źródło prądu spawania, stół obrotowy, układ odciągowy): Brakujące lub niepełne blokady interfejsów między maszynami składowymi mogą powodować, że jedna maszyna składowa uruchomi się, mimo że inna znajduje się w stanie niebezpiecznym (EN ISO 11161).

Maszyna składowa: Cała instalacja (integracja systemu) · także w: Oddanie do użytku, Eksploatacja · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Architektura systemu z jednym nadrzędnym sterownikiem bezpieczeństwa (Safety Master) jako samoistnie bezpieczna zasada sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11: wszystkie sygnały stanu istotne dla bezpieczeństwa maszyn składowych (tryb pracy robota, położenie krańcowe stołu obrotowego, praca układu odciągowego, gotowość źródła prądu spawania) są prowadzone wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa. Żaden napęd maszyny składowej nie otrzymuje sygnału zezwolenia, dopóki sterownik bezpieczeństwa nie oceni stanu całości jako bezpiecznego. Dzięki tej centralizacji możliwość niepełnej blokady interfejsów jest konstrukcyjnie ograniczona do minimum: nie istnieją równoległe, wzajemnie niezależne ścieżki zezwoleń między maszynami składowymi. Definicję interfejsów wykonuje się zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integracja systemu, odpowiedzialności, opis interfejsów) i dokumentuje w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Macierz blokad zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: dla każdej kombinacji maszyn składowych sporządza się i implementuje w sterowniku bezpieczeństwa pełną macierz stanów (tryb pracy x stan pozostałych maszyn składowych). Każdy sygnał zezwolenia jest zrealizowany jako koniunkcja (AND) wszystkich istotnych stanów bezpieczeństwa. 2. Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e) zapewnia, że stół obrotowy obraca się tylko wtedy, gdy pole ochronne kurtyny świetlnej jest wolne, zaciski są zamknięte, a położenie robota poza obszarem obrotu zostało potwierdzone. Funkcja bezpieczeństwa jest zaprojektowana na PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zwalidowana zgodnie z EN ISO 13849-2:2012. 3. Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie po otwarciu drzwi serwisowych, kategoria zatrzymania 1, PLr d) i SF-02 (bezpieczne zatrzymanie po przerwaniu kurtyny świetlnej, PLr e) są skoordynowane w całej instalacji: sygnał zatrzymania z jednej maszyny składowej wyzwala przez sterownik bezpieczeństwa skoordynowane zatrzymanie wszystkich maszyn składowych. Dla robota i stołu obrotowego obowiązuje kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 9.2.2. 4. Zatrzymanie awaryjne całej instalacji (SF-03, kategoria zatrzymania 1, PLr d) zgodnie z EN ISO 13850:2015 działa przez sterownik bezpieczeństwa na wszystkie maszyny składowe jednocześnie. Urządzenia zatrzymania awaryjnego są rozmieszczone przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania. 5. Zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu zgodnie z EN ISO 14118:2018: po każdym zatrzymaniu (zatrzymanie awaryjne, zadziałanie urządzenia ochronnego, przerwa w zasilaniu energią) wymagane jest świadome polecenie ponownego rozruchu; automatyczny ponowny rozruch jest wykluczony. 6. Tryb ustawiania z bezpiecznie zmniejszoną prędkością (SF-05, 250 mm/s, PLr d) i urządzeniem zezwalającym zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7; w tym trybie robot i stół obrotowy poruszają się tylko przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością, a źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi całej instalacji zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4: logikę blokad interfejsów (macierz stanów, warunki zezwolenia dla każdej maszyny składowej) należy udokumentować w całości. Dla każdej maszyny składowej punkt przekazania odpowiedzialności za bezpieczeństwo (producent maszyny składowej do interfejsu, integrator od interfejsu) jest ustalony na piśmie w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 i należy go podać w instrukcji obsługi. Wymaganie kwalifikacyjne: uruchomienie, parametryzację i modyfikacje sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel specjalistyczny znający EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 11161. Oznakowanie ostrzegawcze przy pulpicie sterowniczym: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” (W018 zgodnie z EN ISO 7010:2020). Instrukcja obsługi musi opisywać procedury wyszukiwania usterek i uruchamiania, w tym kolejność, w jakiej można uruchamiać maszyny składowe, oraz kroki weryfikacji sprawdzające blokadę interfejsów przed pierwszą pracą automatyczną.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) na interfejsach maszyn składowych różnych producentów. Robot (maszyna nieukończona z deklaracją włączenia), źródło prądu spawania i zespół odciągu mają własne układy sterowania, a ich integracja wymaga nadrzędnej logiki. W kroku 1 wszystkie stany istotne dla bezpieczeństwa są prowadzone przez jeden sterownik PLC bezpieczeństwa, bez równoległych ścieżek zezwolenia. Po kroku 2 macierz blokad wszystkich trybów pracy i stanów jest zrealizowana jako logika AND, SF-01 do SF-05 działają w obrębie całej instalacji, każde zatrzymanie prowadzi do skoordynowanego zatrzymania wszystkich maszyn składowych, a walidację przeprowadza się zgodnie z EN ISO 13849-2:2012 i EN ISO 11161:2007+A1:2010. Pozostałym ryzykiem jest błąd systematyczny w specyfikacji macierzy, który pozostaje niewykryty podczas walidacji. Za wewnętrzne bezpieczeństwo zakupionych maszyn składowych odpowiadają ich producenci; na interfejsach, za które odpowiada producent zespołu maszyn, nie zidentyfikowano żadnego dalszego środka kroku 1 ani kroku 2 poza centralną blokadą i jej walidacją. Punkty przekazania odpowiedzialności, kolejność uruchamiania i etapy badania blokad na interfejsach: instrukcja obsługi, rozdziały 1.1, 2.6 i 8.3.

Nr 41 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Ryzyko przed: S 3 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 9**

Brak lub niekompletność dowodów ingerencji (rejestrowanie): Interwencje w sprzęt, oprogramowanie lub konfigurację istotne dla bezpieczeństwa nie są rejestrowane albo są rejestrowane bez znacznika czasu i sprawcy; dzienniki nadpisują się po krótkim czasie lub są podatne na manipulację. Nieuprawnione interwencje pozostają niewykryte, a ślad audytowy nie jest dostępny na żądanie organów. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit piąty, 1.2.1 akapit drugi lit. f]

Maszyna składowa: Układ sterowania / rejestrowanie · także w: Eksploatacja, Konserwacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Rejestrowanie zdarzeń przewidzieć jako stałą funkcję układu sterowania (niewyłączalną przez operatora), z odpowiednio zwymiarowaną pamięcią nieulotną.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Rejestrowanie zdarzeń istotnych dla bezpieczeństwa ze znacznikiem czasu, tożsamością użytkownika i treścią zmiany (logowanie, zmiana parametrów i konfiguracji, wgranie oprogramowania z wersją i sumą kontrolną, otwarcie zespołów istotnych dla bezpieczeństwa, sesje dostępu zdalnego), ochrona przed usunięciem i modyfikacją, eksport w czytelnej postaci, przechowywanie wgranych plików i powiązanych danych do pięciu lat od wgrania (załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f). Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: dostęp do dzienników i ich eksport, obowiązki użytkownika w zakresie przechowywania przy przekazaniu maszyny, postępowanie przy żądaniu organu, wskazówka dotycząca pojemności pamięci i synchronizacji czasu.

Ryzyko po: S 3 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 3 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Nr 43 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo — Ryzyko przed: S 5 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 10**

Niezabezpieczony dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa: Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa lub sterownika PLC bezpieczeństwa jest osiągalny bez hasła lub z domyślnymi danymi uwierzytelniającymi producenta; program bezpieczeństwa można nadpisać lub wprowadzić w stan zatrzymania podczas pracy, możliwe jest też wymuszanie wejść i wyjść. Funkcje ochronne stają się nieskuteczne lub elementy wykonawcze są sterowane bezpośrednio. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a]

Maszyna składowa: Sterownik bezpieczeństwa / inżynieria · także w: Oddanie do użytku, Konserwacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa oddzielić fizycznie od sieci procesowej (osobny port, w zamkniętej szafie sterowniczej), w wersji seryjnej nie umożliwiać wymuszania sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa, zmianę programu dopuszczać wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania maszyny.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Indywidualne hasło do dostępu do programu bezpieczeństwa z obowiązkową zmianą hasła przy uruchomieniu, aktywna ochrona zapisu i poziomy ochrony dostępu sterownika, rejestrowanie wszystkich dostępów i zmian programu z wersją i sumą kontrolną, wyświetlanie stanu programu na HMI. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi: ochrona dostępu i zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika, zakaz zmiany programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji, odesłanie do wymagań dotyczących istotnej modyfikacji.

Ryzyko po: S 5 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 5 (Średni)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Uzasadnienie akceptacji: Ryzyko resztkowe RS 5 (S 5, O 1) przez dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa. Dostęp ten musi pozostać możliwy na potrzeby uruchomienia, konserwacji i wyszukiwania usterek. W kroku 1 port programowania jest oddzielony od sieci procesowej wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej, wymuszanie (forcing) sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa jest w stanie dostawy wykluczone, a zmiany programu są dozwolone wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania. Po kroku 2 aktywne są indywidualne hasło, ochrona przed zapisem i poziomy ochrony dostępu, każdy dostęp i każda zmiana programu są rejestrowane wraz z wersją i sumą kontrolną, a stan programu można odczytać na panelu HMI (dowód zgodnie z IEC 62443-3-3 SR 1.1, 1.5, 2.1, 2.8, 3.4 i 7.7). Pozostałym ryzykiem jest nadużycie lub błąd osoby posiadającej ważne hasło i klucz do szafy. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy technicznej nie jest dostępny środek techniczny, który odróżniałby zmiany uprawnione od niewłaściwych; odchylenia można wykryć przez porównanie wersji i sumy kontrolnej z protokołem odbioru. Zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika maszyny oraz zakaz zmian programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji podano w instrukcji obsługi (rozdziały 2.6 i 13).

Nr 44 Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Ryzyko przed: S 4 · W 3 · **Wskaźnik ryzyka 12**

Nieuprawniony lub błędny dostęp zdalny przez bramę zdalnej konserwacji: Przez połączenie IPsec VPN bramy zdalnej konserwacji osoba nieupoważniona ze skradzionymi danymi uwierzytelniającymi lub upoważniony technik w niewłaściwym momencie ingeruje w sterownik celi: zmiana programu lub parametrów, potwierdzenie usterek albo uruchomienie ruchów, gdy osoby znajdują się na stanowisku załadunku lub w przejściu serwisowym. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Maszyna składowa: Brama zdalnej konserwacji / sterownik celi · także w: Eksploatacja, Konserwacja

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Dostęp zdalny zaprojektowany tak, aby nie mógł wyzwalać niebezpiecznych ruchów ani omijać funkcji bezpieczeństwa: brama zdalnej konserwacji sięga wyłącznie do sterownika standardowego i panelu HMI; sterownik PLC bezpieczeństwa nie ma ścieżki dostępu zdalnego. Polecenia ruchu i potwierdzanie usterek są możliwe wyłącznie ze stanowisk sterowania z widokiem na strefę niebezpieczną (załącznik III pkt 1.2.2).
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	Zdalna konserwacja wyłączona w stanie dostawy; sesję można uaktywnić wyłącznie na miejscu przełącznikiem kluczykowym przy pulpicie sterowniczym, kończy się ona automatycznie po czterech godzinach i jest sygnalizowana na panelu HMI jako „Zdalna konserwacja aktywna”; IPsec VPN z uwierzytelnianiem wieloskładnikowym i osobistymi kontami dla techników zdalnych; rejestrowanie każdej sesji z użytkownikiem, czasem i wykonanymi czynnościami, przechowywanie zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f. Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (rozdział 13.3): procedura uaktywniania i kończenia sesji zdalnej konserwacji, obowiązek zapewnienia osoby odpowiedzialnej na miejscu, postępowanie w razie podejrzenia nieuprawnionego dostępu (zakończyć sesję przełącznikiem kluczykowym, poinformować producenta), kontakt w sprawie komunikatów producenta dotyczących bezpieczeństwa.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Wycofanie z eksploatacji (1 zagrożenie)

Nr 33 Mechaniczne — Ryzyko przed: S 4 · W 2 · **Wskaźnik ryzyka 8**

Zagrożenie podczas demontażu celi po zakończeniu okresu użytkowania: Przy demontażu segmentów ogrodzenia obwodowego, ramy podstawy robota i szafy sterowniczej występują zagrożenia ze strony ciężkich elementów (zgniecenie, upadek), energii resztkowej w przewodach (sprężone powietrze, energia elektryczna) oraz ostrych krawędzi elementów z blachy.

Maszyna składowa: Cała instalacja (demontaż / utylizacja) · Zaproponowano z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Stopień 1 · Konstrukcja bezpieczna samoistnie	Segmenty ogrodzenia obwodowego, ramę podstawy robota i szafę sterowniczą zaprojektować ze znormalizowanymi punktami zawieszenia (np. gwintowane otwory na śruby oczkowe zgodnie z DIN 580 lub zintegrowane uchwyty dźwigowe), tak aby każdy element można było zawiesić osobno i w sposób zabezpieczony przed przesunięciem, bez konieczności przebywania osób pod zawieszonym ładunkiem. Krawędzie blach w częściach obudów i profilach ogrodzenia obwodowego oczyścić z zadziorów już na etapie projektu i załamać promieniem ≥ 0,5 mm (rysunek wykonawczy), aby samoistnie zmniejszyć ryzyko skaleczeń. Przewody pneumatyczne zaprojektować ze stanem domyślnym bez energii po odcięciu energii: zawory dobrać tak, aby po wyłączeniu zasilania sprężonym powietrzem przewody były automatycznie odpowietrzane (powrót sprężynowy do położenia odpowietrzającego zgodnie z EN ISO 4414:2010); ciśnienie zamknięte w siłownikach mocujących przez zawór podtrzymujący ciśnienie zwalnia się przed demontażem przez otwarcie zacisków.
Stopień 2 · Techniczne i/lub uzupełniające środki ochronne	1. Odcięcie energii i pozbawienie napięcia przed rozpoczęciem demontażu: zidentyfikować odłącznik energii elektrycznej (wyłącznik główny z możliwością zablokowania zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 5.3) i zawór odcinający z funkcją odpowietrzania dla sprężonego powietrza (EN ISO 4414:2010) i zablokować je w stanie zabezpieczonym, bez energii, przed rozpoczęciem demontażu (procedura blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018). Przed otwarciem szafy sterowniczej i połączeń przewodów sprawdzić pomiarem brak napięcia. 2. Przenoszenie ładunków: dla elementów o masie jednostkowej powyżej 25 kg (masa referencyjna zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008) należy stosować odpowiednie urządzenia podnoszące (dźwignica, wózek paletowy, podnośnik próżniowy) o wystarczającym udźwigu i z oznakowaniem CE (punkty zawieszenia i masy: patrz instrukcja obsługi, rozdziały 5.2 i 5.3). 3. Bezpieczna odległość podczas podnoszenia: zakaz przebywania pod zawieszonymi ładunkami zgodnie z instrukcją postępowania; wygrodzenie obszaru demontażu.
Stopień 3 · Informacje dotyczące użytkowania	Instrukcja obsługi (rozdział 11, (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): instrukcja demontażu krok po kroku z określoną kolejnością (najpierw odcięcie energii i odpowietrzenie, potem demontaż mechaniczny); dane o masie i położeniu środka ciężkości dla każdego elementu; określenie punktów zawieszenia ze schematem; odesłanie do procedury blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018. Oznakowanie ostrzegawcze na szafie sterowniczej i rozdzielaczu pneumatycznym: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012 zgodnie z EN ISO 7010:2020) oraz znak informacyjny wskazujący na możliwe ciśnienie resztkowe w przewodach pneumatycznych. Wymaganie kwalifikacyjne: demontaż może być wykonywany wyłącznie przez personel wykwalifikowany z przeszkoleniem w zakresie elektrotechniki (dla prac przy wyposażeniu elektrycznym) i instruktażem w zakresie obsługi urządzeń podnoszących. Wymagania dotyczące ŚOI: rękawice ochronne przed zagrożeniami mechanicznymi (EN 388), obuwie bezpieczne S3 (EN ISO 20345), hełm ochronny przy stosowaniu urządzeń podnoszących.

Ryzyko po: S 4 · W 1 · **Wskaźnik ryzyka 4 (Niski)** Zaakceptowano ryzyko resztkowe: Tak, 18.08.2026

Oceny na podstawie innych aktów prawnych (własna metodyka, niebędące częścią oceny ryzyka zgodnie z EN ISO 12100)

Każda ocena jest prowadzona według metodyki danego aktu prawnego. Zagrożenia dla osób, które z niej wynikają, są wraz z oszacowaniem ryzyka ujęte na liście zagrożeń.

Kompatybilność elektromagnetyczna (dyrektywa EMC 2014/30/UE)

Aparatura (gotowe urządzenie lub kombinacja udostępniana jako jedna jednostka funkcjonalna), Środowisko przemysłowe: dowód w ramach ścieżki dowodowej (Pomiar na całym systemie (sprawozdanie z badań laboratorium)) jest dostępny; nadal brakuje: podwyższona odporność funkcji bezpieczeństwa. Odporność na zaburzenia wg EN IEC 61000-6-2, emisja zaburzeń wg EN IEC 61000-6-4. Otwarte: 1 punkt.

Rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230 załącznik III pkt 1.2.1 (bezpieczeństwo i niezawodność układów sterowania), pkt 1.5.10 i pkt 1.5.11 (promieniowanie maszyny i promieniowanie zewnętrzne): układ sterowania musi pozostać bezpieczny również w warunkach zakłóceń. Ponadto obowiązuje dyrektywa EMC 2014/30/UE z zasadniczymi wymaganiami załącznika I: emisja zaburzeń nie może uniemożliwiać użytkowania zgodnego z przeznaczeniem innych urządzeń, a maszyna musi być w wystarczającym stopniu odporna na spodziewane zaburzenia. Procedura zgodnie z art. 14 (załącznik II wewnętrzna kontrola produkcji lub załącznik III badanie typu UE). W przypadku instalacji stałych zamiast oceny zgodności obowiązuje załącznik I pkt 2 z uznaną praktyką inżynierską oraz obowiązkiem dokumentacyjnym z art. 19 ust. 1.

Klasyfikacja	Aparatura (gotowe urządzenie lub kombinacja udostępniana jako jedna jednostka funkcjonalna)
Środowisko elektromagnetyczne	Środowisko przemysłowe
Odporność	EN IEC 61000-6-2
Emisja zaburzeń	EN IEC 61000-6-4
Ścieżka dowodowa	Pomiar na całym systemie (sprawozdanie z badań laboratorium)
Dowód badania	RSZ-2600-EMV-001
Funkcje bezpieczeństwa zależne od systemów elektronicznych	tak, dowód podwyższonej odporności jest niekompletny
Ostrzeżenie w instrukcji obsługi (ograniczenie użytkowania, art. 18 ust. 2, napędy C2 do C4)	dostępne
Procedura oceny zgodności (art. 14)	Wewnętrzna kontrola produkcji (załącznik II, moduł A)
Wynik	Dowody niekompletne

Cyberbezpieczeństwo (CRA (UE) 2024/2847)

Objęty zakresem zgodnie z art. 2 ust. 1 CRA, klasyfikacja Produkt standardowy (niewymieniony w załączniku III ani IV). Do tego produktu mają zastosowanie obowiązki zgłoszeniowe zgodnie z art. 14 CRA; pozostałe obowiązki obowiązują w przypadku wprowadzenia do obrotu od 11 grudnia 2027 lub po istotnej modyfikacji od tego dnia (art. 71 ust. 2, art. 69 ust. 2 CRA).

Rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230 wymaga w załączniku III pkt 1.1.9 zabezpieczenia przed uszkodzeniem, a w pkt 1.2.1 bezpiecznych układów sterowania. Obok niego obowiązuje akt o cyberodporności (UE) 2024/2847 z własnymi obowiązkami: ma on zastosowanie do produktów z elementami cyfrowymi, których użytkowanie obejmuje bezpośrednie lub pośrednie połączenie danych z urządzeniem lub siecią (art. 2 ust. 1 CRA). Obowiązki zgłoszeniowe z art. 14 CRA obowiązują od dnia 11 września 2026 także w

odniesieniu do produktów już wprowadzonych do obrotu (art. 69 ust. 3 CRA); pozostałe obowiązki dotyczą produktów wprowadzanych do obrotu od dnia 11 grudnia 2027 lub istotnie zmodyfikowanych od tego dnia (art. 71 ust. 2, art. 69 ust. 2 CRA). Oba akty prawne obowiązują równolegle. Zgodność z CRA może ułatwić wykazanie zgodności z załącznikiem III pkt 1.1.9 i 1.2.1 (motyw 53 CRA), nie wywołuje jednak w tym zakresie domniemania zgodności (wniosek a contrario z art. 20 ust. 9 rozporządzenia w sprawie maszyn).

Zakres stosowania (art. 2 ust. 1 CRA)	Objęty: produkt podlega aktowi o cyberodporności (art. 2 ust. 1 CRA). To, jakie obowiązki obowiązują obecnie, zależy od daty wprowadzenia do obrotu.
Podstawowa funkcjonalność (art. 7 ust. 1 CRA)	Zrobotyzowane spawanie MAG zespołów stalowych w produkcji seryjnej. Oprogramowanie steruje robotem, stołem obrotowym, procesem spawania i odciągiem dymów spawalniczych. Funkcje sieciowe, VPN i dostępu pochodzą z zakupionych komponentów i nie stanowią podstawowej funkcjonalności celi; są ujęte jako komponenty z własną klasyfikacją.
Klasyfikacja (załączniki III i IV CRA)	Produkt standardowy (niewymieniony w załączniku III ani IV)
Klasyfikacja potwierdzona	Tak
Stan obowiązków	Produkt jest wprowadzany do obrotu przed dniem 11 grudnia 2027. Z aktu o cyberodporności obowiązują wówczas wyłącznie obowiązki zgłoszeniowe z art. 14 (art. 69 ust. 3 CRA); zasadnicze wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa, ocena zgodności według CRA i oznakowanie CE według CRA mają zastosowanie dopiero wtedy, gdy produkt zostanie istotnie zmodyfikowany od dnia 11 grudnia 2027 (art. 69 ust. 2 CRA). Wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa wynikające z innych aktów prawnych pozostają nienaruszone, np. wymagania dyrektywy w sprawie urządzeń radiowych na podstawie rozporządzenia delegowanego (UE) 2022/30 do dnia 10 grudnia 2027 oraz załącznik III pkt 1.1.9 rozporządzenia w sprawie maszyn od dnia 20 stycznia 2027.
Obowiązki zgłoszeniowe (art. 14 CRA)	Obowiązki zgłoszeniowe z art. 14 CRA obowiązują od dnia 11 września 2026, także w odniesieniu do produktów wprowadzonych do obrotu wcześniej (art. 69 ust. 3 CRA).
Deklaracja zgodności UE (art. 28 CRA)	Brak deklaracji zgodnie z rozporządzeniem: w przypadku wprowadzenia do obrotu przed 11 grudnia 2027 obowiązują wyłącznie obowiązki zgłoszeniowe zgodnie z art. 14 (art. 69 ust. 3 CRA), o ile produkt nie zostanie później istotnie zmodyfikowany (art. 69 ust. 2 CRA).
Ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa i dowody	Ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa zgodnie z art. 13 ust. 2 i 3 CRA, wymagania załącznika I, komponenty od dostawców, okres wsparcia i proces zgłaszania są prowadzone osobno i dokumentowane w sprawozdaniu CRA. Nie stanowią one oceny ryzyka według EN ISO 12100.

Wykaz mających zastosowanie zasadniczych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa

Załącznik IV część A lit. b ppkt (i) rozporządzenia (UE) 2023/1230; wymagania zgodnie z załącznikiem III

mające zastosowanie: 56, niemające zastosowania: 73, otwarte: 0 (z 129)

Wszystkie wymagania (129) zostały ocenione.

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.1.2	Zasady bezpieczeństwa kompleksowego	**ma zastosowanie**	Ocena ryzyka zgodnie z EN ISO 12100:2010 z 42 zagrożeniami we wszystkich fazach cyklu życia, środki ochronne dla każdego zagrożenia w kolejności kroków 1 do 3. Granice maszyny, zamierzone użytkowanie i racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie: instrukcja obsługi, rozdziały 1.1, 2.1 i 2.2; ryzyka resztkowe i ŚOI: rozdział 2.6.	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.1.3	Materiały i produkty	**ma zastosowanie**	Dymy spawalnicze i pył filtracyjny powstające podczas eksploatacji oceniono jako substancje niebezpieczne (sprawozdanie z badań: identyfikacja uwalnianych substancji niebezpiecznych, wynik pozytywny). Płyty wypełnienia ogrodzenia i środkowa ścianka są niepalne i odporne na rozpryski spawalnicze. Z materiałami eksploatacyjnymi i pomocniczymi (chłodziwo, środek przeciwrozpryskowy, smary) postępuje się i utylizuje je zgodnie z kartą charakterystyki: instrukcja obsługi, rozdziały 10.3 i 11.	pkt 16, pkt 20, pkt 22
1.1.4	Oświetlenie	**ma zastosowanie**	Zintegrowane z maszyną oświetlenie miejsca pracy o natężeniu 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu konserwacyjnym, komunikat o awarii na panelu HMI: instrukcja obsługi, rozdziały 3 i 4.1; kontrola działania przy pierwszym uruchomieniu (rozdział 8.3) i codziennie (rozdział 10.2).	pkt 27
1.1.5	Konstrukcja maszyny lub produktu powiązanego ułatwiająca przemieszczanie	**ma zastosowanie**	Oznaczone punkty podnoszenia, położenia środka ciężkości i masy każdej jednostki transportowej, zabezpieczenia transportowe i dopuszczalne środki transportu: instrukcja obsługi, rozdział 5; wskazówki dotyczące demontażu i dalszego transportu: rozdział 11.	pkt 28, pkt 33
1.1.6	Ergonomia	**ma zastosowanie**	Ręczne przenoszenie do 15 kg zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008, powyżej tej masy urządzenie wspomagające podnoszenie zapewnione przez użytkownika maszyny; podest stojący z regulacją wysokości, punkty chwytu na wysokości łokci, brak wymuszonego taktu (start cyklu przez operatora): instrukcja obsługi, rozdziały 4.2, 4.3 i 9.1.	pkt 9, pkt 35
1.1.7	Stanowisko operatora	**ma zastosowanie**	Stanowisko operatora znajduje się poza strefą spawania, za środkową ścianką działową. Dymy spawalnicze są wychwytywane w miejscu powstawania (sprawozdanie z badań: wychwytywanie w miejscu powstawania i skuteczność 1800 m³/h, wynik pozytywny); zawór elektromagnetyczny normalnie zamknięty odcina dopływ gazu osłonowego przy zatrzymaniu i podczas przerw: instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.2.	pkt 20, pkt 21
1.1.8	Siedzisko	nie dotyczy	Cela nie ma stanowiska pracy, na którym można zapewnić siedzisko: na stanowisku załadunku operator ładuje i rozładowuje przedmioty w cyklu ok. 90 sekund, do 15 kg ręcznie, a cięższe za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 4.2). To zadanie wymaga swobody ruchu w pozycji stojącej; warunki pracy nie pozwalają na stosowanie siedziska. Wysokość roboczą dostosowuje się za pomocą podestu stojącego z regulacją wysokości (zagrożenie nr 35).	
1.1.9	Zabezpieczenie przed uszkodzeniem	**ma zastosowanie**	Sprawozdanie z badań w zakresie zabezpieczenia przed uszkodzeniem: pkt A1 do A6 i A12 z wynikiem pozytywnym. Sieć celi podłączona wyłącznie przez dostarczoną bramę z zaporą sieciową, zdalna konserwacja wyłącznie po uaktywnieniu przełącznikiem kluczykowym, wersja i suma kontrolna oprogramowania istotnego dla bezpieczeństwa dostępne na panelu HMI bez logowania, chroniony dziennik zdarzeń: instrukcja obsługi, rozdział 13.	pkt 36, pkt 37, pkt 39, pkt 40, pkt 41, pkt 42, pkt 43, pkt 44

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.2.1	Bezpieczeństwo i niezawodność układów sterowania	**ma zastosowanie**	Funkcje bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1:2023: SF-01 (PL d, kategoria 3), SF-02 (PL e, kategoria 4), SF-03 (PL d, kategoria 3), SF-04 (PL e, kategoria 4), SF-05 (PL d, kategoria 3), wymagany PL osiągnięty w każdym przypadku; walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2:2012 (instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 8.3). Odporność zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019, sprawozdanie z badań RSZ-2600-EMV-001. Sprawozdanie z badań w zakresie zabezpieczenia przed uszkodzeniem: A8 (dziennik umożliwiający identyfikowalność) z wynikiem pozytywnym, A10 nie dotyczy (brak sterowania bezprzewodowego).	pkt 14, pkt 30, pkt 31, pkt 36, pkt 37, pkt 38, pkt 39, pkt 41, pkt 42, pkt 43, pkt 44
1.2.2	Elementy sterownicze	**ma zastosowanie**	Urządzenia sterownicze na pulpicie sterowniczym obok otworu załadunku, poza strefą niebezpieczną i z widokiem na otwór: start cyklu, potwierdzenie, zatrzymanie awaryjne, zamykany przełącznik wyboru trybu pracy, przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji; pulpit programowania z trójpołożeniowym urządzeniem zezwalającym; dźwiękowy sygnał ostrzegawczy przed każdym startem automatycznym: instrukcja obsługi, rozdziały 2.5, 4.2 i 9.2.	pkt 6
1.2.3	Uruchamianie	**ma zastosowanie**	Rozruch wyłącznie w wyniku celowego uruchomienia startu cyklu przy wolnym polu ochronnym i potwierdzonych funkcjach bezpieczeństwa; blokada ponownego rozruchu po zadziałaniu urządzenia ochronnego, po zatrzymaniu awaryjnym i po przywróceniu zasilania zgodnie z EN ISO 14118:2018 (sprawozdanie z badań: blokada ponownego rozruchu po zaniku zasilania, wynik pozytywny): instrukcja obsługi, rozdziały 2.5, 4.3 i 9.5.	pkt 6, pkt 38
1.2.4	Zatrzymywanie	**ma zastosowanie**	Spełnienie wymagań dotyczących zatrzymania wykazano w podpunktach 1.2.4.1 do 1.2.4.4.	
1.2.4.1	Zatrzymanie normalne	**ma zastosowanie**	Zatrzymanie podczas normalnej pracy na koniec zmiany za pomocą panelu HMI do położenia wyjściowego oraz wyłącznikiem głównym, który odłącza wszystkie bieguny; wyposażenie elektryczne zgodnie z EN 60204-1:2018: instrukcja obsługi, rozdziały 9.2 i 9.5.	
1.2.4.2	Zatrzymanie eksploatacyjne	**ma zastosowanie**	Podczas zatrzymania eksploatacyjnego w trakcie załadunku bezruch pozostaje monitorowany: stół obrotowy obraca się dopiero po starcie cyklu przy wolnym polu ochronnym i położeniu spoczynkowym robota potwierdzonym bezpiecznym sygnałem (SF-04, PL e) i jest zablokowany kształtowo w położeniu krańcowym; wtargnięcie w pole ochronne wyzwala bezpieczne zatrzymanie (SF-02, PL e): instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 4.3.	pkt 4

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.2.4.3	Zatrzymanie awaryjne	**ma zastosowanie**	Zatrzymanie awaryjne SF-03 (PL d, kategoria 3) zgodnie z EN ISO 13850:2015 z urządzeniami zatrzymania awaryjnego na pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018, ponowny rozruch dopiero po odblokowaniu i potwierdzeniu (sprawozdanie z badań: zatrzymanie awaryjne na wszystkich stanowiskach i we wszystkich trybach pracy oraz sprawdzenie elektryczne, wynik pozytywny): instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 9.5.	pkt 7
1.2.4.4	Zespół maszyn lub produktów powiązanych	**ma zastosowanie**	Zespół maszyn zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: jeden wspólny sterownik PLC bezpieczeństwa dla wszystkich maszyn składowych; zatrzymanie awaryjne i zadziałanie urządzeń ochronnych działają na robota, stół obrotowy, źródło prądu spawania i podajnik drutu; tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego na pulpicie sterowniczym: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.5.	pkt 7, pkt 31, pkt 39
1.2.5	Wybór trybu sterowania lub trybu pracy	**ma zastosowanie**	Zamykany przełącznik wyboru trybu pracy z trybami pracy Automatyczny i Ustawianie; w trybie ustawiania ruchy wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i z trójpołożeniowym urządzeniem zezwalającym (SF-05, PL d) zgodnie z EN ISO 10218-2:2025 (sprawozdanie z badań: przełącznik wyboru trybu pracy z wynikiem pozytywnym, urządzenie sterujące oburęczne nie dotyczy): instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 9.3.	pkt 2, pkt 11
1.2.6	Zanik zasilania energią lub połączenia z siecią komunikacyjną	**ma zastosowanie**	Po przywróceniu zasilania instalacja pozostaje zatrzymana dzięki blokadzie ponownego rozruchu; w razie zaniku sprężonego powietrza zawór podtrzymujący ciśnienie utrzymuje przedmioty w stanie zamocowanym, a presostat blokuje ruch obrotowy (instrukcja obsługi, rozdział 9.5). Zbadano zachowanie w razie awarii, przywrócenia lub zmiany połączenia z siecią komunikacyjną (sprawozdanie z badań w zakresie zabezpieczenia przed uszkodzeniem: A9 z wynikiem pozytywnym).	pkt 5, pkt 38
1.3.1	Ryzyko utraty stateczności	**ma zastosowanie**	Kotwienie cokołu robota i stołu obrotowego za pomocą kotew ciężkich M16 na moment wywracający do ok. 8 kNm oraz wymagania dotyczące posadzki hali (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2), oznakowanie „Ryzyko przewrócenia przed zakotwieniem” na ramie podstawy (rozdział 2.4); sprawozdanie z badań: stateczność i kotwienie z wynikiem pozytywnym.	pkt 29
1.3.2	Ryzyko uszkodzenia podczas pracy	**ma zastosowanie**	Części układu pneumatycznego pod ciśnieniem zgodnie z EN ISO 4414:2010 (sprawozdanie z badań: próba ciśnieniowa przy 6,0 bar ze zweryfikowanym ciśnieniem zadziałania zaworu ograniczającego ciśnienie 7,5 bar oraz stan węży i przewodów, wynik pozytywny); sprzęgło antykolizyjne na palniku spawalniczym z zatrzymaniem bezpieczeństwa; półroczna kontrola momentów dokręcenia kotwienia: instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 10.2.	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.3.3	Ryzyko powodowane przez przedmioty spadające lub wyrzucane	**ma zastosowanie**	Zawór podtrzymujący ciśnienie w przewodzie mocującym i monitorowanie ciśnienia mocowania w SF-04, blacha odbojowa pod stołem obrotowym jako urządzenie wychwytujące i ochrona przed uderzeniem, obudowa strefy spawania chroniąca przed rozpryskami, punkty podnoszenia do transportu: instrukcja obsługi, rozdziały 2.5, 4.1 i 5.	pkt 5, pkt 9, pkt 16, pkt 23, pkt 28
1.3.4	Ryzyko powodowane przez powierzchnie, krawędzie lub naroża	**ma zastosowanie**	W ocenie ryzyka oceniono ostre krawędzie elementów z blachy podczas demontażu po zakończeniu okresu użytkowania; procedura i wyposażenie ochronne: instrukcja obsługi, rozdział 11.	pkt 33
1.3.5	Ryzyko powodowane przez zespolone maszyny lub produkty powiązane	nie dotyczy	RSZ-2600 nie jest maszyną wieloczynnościową w rozumieniu tego wymagania: wykonuje jedną operację (spawanie MAG) i nie ma elementów do różnych operacji, między którymi przedmiot byłby przemieszczany ręcznie (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 4.3). Współdziałanie maszyn składowych zespołu wykazano w pkt 1.2.4.4.	
1.3.6	Ryzyko związane z różnicami w warunkach pracy	**ma zastosowanie**	Wyłącznie zwolnione programy spawania, wybór programu na panelu HMI; ustawianie i wymiana przyrządów mocujących wyłącznie przez osobę ustawiającą przy zatrzymanej instalacji i obwodzie mocowania pozbawionym ciśnienia, nowe przyrządy mocujące dopiero po zwolnieniu przez producenta, kontrola pierwszej sztuki po każdym ustawianiu, nowe programy najpierw w trybie ustawiania: instrukcja obsługi, rozdziały 2.1, 3 i 9.4.	pkt 30, pkt 42
1.3.7	Ryzyko związane z częściami ruchomymi	**ma zastosowanie**	Szczeliny przy stole obrotowym zgodnie z EN ISO 13854:2019, odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13857:2019, robot i cela zrobotyzowana zgodnie z EN ISO 10218-1:2025 i EN ISO 10218-2:2025; środki ochronne przed ruchomymi częściami realizowane przez SF-01 do SF-05 (sprawozdanie z badań: odległości ogrodzenia obwodowego, osłony blokujące i kurtyna świetlna z wynikiem pozytywnym): instrukcja obsługi, rozdział 2.5.	pkt 1, pkt 2, pkt 3, pkt 4, pkt 6, pkt 8, pkt 11, pkt 32
1.3.8	Dobór ochrony przed ryzykiem powodowanym przez części ruchome	**ma zastosowanie**	Dobór osłon i urządzeń ochronnych: stałe ogrodzenie obwodowe zgodnie z EN ISO 14120:2015 wokół przestrzeni roboczej robota, blokowane drzwi serwisowe z ryglowaniem zgodnie z EN ISO 14119:2025 do okazjonalnego dostępu, kurtyna świetlna typu 4 przy otworze załadunku do dostępu w każdym cyklu z odległością bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024: instrukcja obsługi, rozdział 2.5.	pkt 1, pkt 3, pkt 32
1.3.8.1	Ruchome części przenoszenia napędu	**ma zastosowanie**	Napęd stołu obrotowego jest obudowany, a obudowa jest wykonana jako osłona zgodnie z EN ISO 14120:2015; podczas montażu należy zamontować kompletną obudowę i płyty cokołowe (instrukcja obsługi, rozdział 8.2). Napędy robota pracują wewnątrz ogrodzenia obwodowego. Sprawozdanie z badań: mocowanie osłon z wynikiem pozytywnym.	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.3.8.2	Ruchome części związane z procesem	**ma zastosowanie**	Ruchome części biorące udział w procesie (robot z palnikiem, stół obrotowy, podajnik drutu) są niedostępne dzięki ogrodzeniu obwodowemu i drzwiom serwisowym z ryglowaniem; dostępny pozostaje wyłącznie otwór załadunku, zabezpieczony kurtyną świetlną (SF-02) i zezwoleniem na obrót (SF-04); w trybie ustawiania obowiązuje SF-05: instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 9.3.	pkt 1, pkt 2, pkt 3, pkt 4, pkt 8, pkt 32
1.3.9	Ryzyko związane z ruchami niekontrolowanymi	**ma zastosowanie**	Przeciw ruchowi ze stanu bezruchu: zawór podtrzymujący ciśnienie w przewodzie mocującym z ręcznym sterowaniem awaryjnym, kształtowe zablokowanie stołu obrotowego, zawór odcinający z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego (sprawozdanie z badań: udokumentowane usuwanie ciśnienia resztkowego, wynik pozytywny); podparcie osi robota przed zwolnieniem hamulca: instrukcja obsługi, rozdziały 2.5, 2.6 i 10.4.	pkt 5, pkt 6, pkt 23
1.4.1	Wymagania ogólne	**ma zastosowanie**	Osłony i urządzenia ochronne trwale zamocowane, zdejmowane wyłącznie za pomocą narzędzia i zabezpieczone przed obejściem (kodowany element uruchamiający zgodnie z EN ISO 14119:2025), odległości zgodnie z EN ISO 13857:2019 (sprawozdanie z badań: kontrola wzrokowa wszystkich osłon, mocowanie i odległości ogrodzenia obwodowego z wynikiem pozytywnym); kontrole codzienne i okresowe: instrukcja obsługi, rozdziały 9.4 i 10.2.	pkt 3, pkt 32
1.4.2	Wymagania szczególne dotyczące osłon	**ma zastosowanie**	Spełnienie szczególnych wymagań dotyczących osłon wykazano w pkt 1.4.2.1 i 1.4.2.2; konstrukcja zgodnie z EN ISO 14120:2015.	
1.4.2.1	Osłony stałe	**ma zastosowanie**	Ogrodzenie obwodowe 2200 mm z płytami wypełnienia nieprzepuszczającymi światła łuku i płytą cokołową zgodnie z EN ISO 14120:2015, panele zdejmowane wyłącznie za pomocą narzędzia, blachy boczne i osłony obok kurtyny świetlnej i pod nią zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4 (sprawozdanie z badań: odległości ogrodzenia obwodowego zgodnie z EN ISO 13857 z wynikiem pozytywnym): instrukcja obsługi, rozdział 2.5.	pkt 3, pkt 32
1.4.2.2	Ruchome osłony blokujące	**ma zastosowanie**	Drzwi serwisowe z blokadą i ryglowaniem zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PL d), zwolnienie dopiero po zgaśnięciu łuku i przy monitorowanym bezruchu, odblokowanie awaryjne od wewnątrz, zabezpieczenie na osobiste kłódki (sprawozdanie z badań: osłony blokujące z wynikiem pozytywnym): instrukcja obsługi, rozdział 2.5.	pkt 3, pkt 6, pkt 11
1.4.2.3	Osłony nastawne ograniczające dostęp	nie dotyczy	Cela nie ma osłon nastawnych: przestrzeń robocza robota jest zamknięta osłonami stałymi (1.4.2.1) i blokowanymi drzwiami serwisowymi (1.4.2.2), a otwór załadunku jest zabezpieczony kurtyną świetlną (1.4.3). Nastawny dostęp do ruchomych części nie jest wymagany w procesie pracy (instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 4.3).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.4.3	Wymagania szczególne dotyczące urządzeń ochronnych	**ma zastosowanie**	Kurtyna świetlna typu 4 o rozdzielczości 30 mm przy otworze załadunku (SF-02, PL e, kategoria 4) bez mutingu, odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024, zmierzona droga wybiegu stołu obrotowego 45 mm przy dopuszczalnych 60 mm; trójpołożeniowe urządzenie zezwalające na pulpicie programowania (SF-05). Sprawozdanie z badań: kurtyna świetlna i pomiar drogi wybiegu z wynikiem pozytywnym. Instrukcja obsługi, rozdział 2.5.	pkt 2, pkt 32
1.5.1	Zasilanie energią elektryczną	**ma zastosowanie**	Wyposażenie elektryczne zgodnie z EN 60204-1:2018, cele ochrony dyrektywy niskonapięciowej zgodnie z załącznikiem III pkt 1.5.1 (instrukcja obsługi, rozdział 1.4). Sprawozdanie z badań elektrycznych: przewód ochronny 0,08 Ω, impedancja pętli zwarcia 0,28 Ω przy spełnionym warunku wyłączenia, rezystancja izolacji > 100 MΩ przy 500 V DC, napięcie resztkowe 1,9 s do ≤ 60 V oraz zgodność ze schematem elektrycznym z wynikiem pozytywnym. Odłączanie i czas rozładowania: rozdziały 8.1 i 10.	pkt 12, pkt 13
1.5.2	Elektryczność statyczna	nie dotyczy	W ocenie ryzyka nie zidentyfikowano zagrożenia wynikającego z ładunków elektrostatycznych: cela przetwarza wyłącznie zespoły stalowe, a nie wstęgi materiałów izolacyjnych, tworzywa sztuczne ani ciecze palne, a miejsce instalacji nie jest przestrzenią zagrożoną wybuchem (instrukcja obsługi, rozdziały 1.1 i 7.3). Wszystkie przewodzące zespoły, łącznie z ogrodzeniem obwodowym, są połączone z przewodem ochronnym (sprawozdanie z badań: przewód ochronny 0,08 Ω do punktu uziemienia ogrodzenia obwodowego).	
1.5.3	Zasilanie energią inną niż energia elektryczna	**ma zastosowanie**	Układ pneumatyczny zgodnie z EN ISO 4414:2010 przy 6 bar z zaworem odcinającym z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego; gaz osłonowy M21 z zaworem elektromagnetycznym normalnie zamkniętym. Sprawozdanie z badań: próba ciśnieniowa, badanie szczelności, stan węży i przewodów, usuwanie ciśnienia resztkowego oraz szczelność części przewodzących substancje z wynikiem pozytywnym. Instrukcja obsługi, rozdziały 4.1, 7.4 i 10.	pkt 5, pkt 21, pkt 23
1.5.4	Błędy montażu	**ma zastosowanie**	Montaż w określonej kolejności z momentami dokręcenia zgodnie z planem ustawienia RSZ-2600-LAY-001 (instrukcja obsługi, rozdział 8.2); prowadzenie kabli, połączenia ekranów i połączenia wyrównawcze wyłącznie zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001, z tabliczką tekstową na szafie sterowniczej (rozdziały 2.4 i 7.3); przyrządy mocujące przeznaczone dla określonych przedmiotów wyłącznie po zwolnieniu przez producenta (rozdział 3); po wymianie źródła prądu spawania, sterownika robota lub elementów bezpieczeństwa ponowne badanie funkcjonalne SF-01 do SF-05 (rozdział 7.3).	pkt 14, pkt 29

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.5.5	Skrajne temperatury	**ma zastosowanie**	Czas blokady stygnięcia dla każdego programu spawania z czerwoną lampką sygnalizacyjną na stanowisku odbioru, monitorowanie temperatury na szyjce palnika ze wskazaniem zezwolenia, temperatury dotyku zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 jako odniesienie projektowe; znak ostrzegawczy W017 i ochrona rąk: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.5 i 9.1.	pkt 15, pkt 17
1.5.6	Pożar	**ma zastosowanie**	Obudowa z niepalnymi płytami wypełnienia, wstępny separator iskier, monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowane przepustnice odcinające, czujki dymu i CO, czas wybiegu odciągu co najmniej 10 minut; postępowanie w razie pożaru w zespole odciągu oraz przekazywanie alarmu pożarowego przez użytkownika maszyny: instrukcja obsługi, rozdziały 1.2, 2.5 i 9.5.	pkt 16, pkt 34
1.5.7	Wybuch	nie dotyczy	W ocenie ryzyka nie zidentyfikowano zagrożenia wybuchem, a profil maszyny w projekcie nie wskazuje na atmosferę wybuchową: gaz osłonowy M21 (82 procent argonu, 18 procent CO2) jest niepalny, nie stosuje się innych gazów, a eksploatacja w przestrzeniach zagrożonych wybuchem jest wykluczona (instrukcja obsługi, rozdziały 1.1, 1.3 i 2.1). Zagrożenie pożarowe od iskier we wkładzie filtracyjnym omówiono w pkt 1.5.6.	
1.5.8	Hałas	**ma zastosowanie**	Poziom ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku załadunku LpA = 84 dB(A), K = 2,5 dB zgodnie z EN ISO 11202:2010, poziom mocy akustycznej LWA = 96 dB(A) zgodnie z EN ISO 3746:2010, podanie zgodnie z EN ISO 4871:2009 z warunkami pomiaru i szczytową wartością z korekcją C (sprawozdanie z badań: poziom ciśnienia akustycznego emisji, poziom mocy akustycznej i informacja o hałasie w instrukcji obsługi z wynikiem pozytywnym): instrukcja obsługi, rozdział 3; ograniczanie hałasu podczas montażu: rozdział 8.2.	pkt 24
1.5.9	Drgania	nie dotyczy	W ocenie ryzyka nie zidentyfikowano zagrożenia drganiami: cela jest maszyną stacjonarną zakotwioną w posadzce, bez narzędzi trzymanych lub prowadzonych ręcznie oraz bez siedziska lub stanowiska kierowcy, a operator stoi na podeście stojącym przed celą (instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 7.2). Napęd stołu obrotowego jest zamontowany na elastycznych podporach (zagrożenie nr 24, krok 1).	
1.5.10	Promieniowanie	**ma zastosowanie**	Promieniowanie optyczne łuku: obudowa z płytami wypełnienia nieprzepuszczającymi światła łuku, oknami obserwacyjnymi i kurtyną spawalniczą, ryglowanie drzwi serwisowych do zgaśnięcia łuku, znak ostrzegawczy W027. Pola elektromagnetyczne: dostęp w pobliże przewodów spawalniczych wyłącznie przy wyłączonym prądzie spawania, znak ostrzegawczy W006 i znak zakazu P007. Instrukcja obsługi, rozdziały 2.4 i 2.5.	pkt 18, pkt 19

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.5.11	Promieniowanie zewnętrzne	**ma zastosowanie**	Odporność dla środowiska przemysłowego zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019, pomiar na całej instalacji w sprawozdaniu z badań RSZ-2600-EMV-001 (sprawozdanie z badań EMC z wynikiem pozytywnym); ekranowane przewody bezpieczeństwa i oddzielne koryta kablowe dla przewodów prądu spawania i przewodów sterowniczych: instrukcja obsługi, rozdział 7.3.	pkt 14
1.5.12	Promieniowanie laserowe	nie dotyczy	Cela nie zawiera urządzeń laserowych: proces spawania to spawanie MAG (proces 135), zakres dostawy zgodnie z instrukcją obsługi, rozdział 1.1, nie obejmuje źródła laserowego, a w ocenie ryzyka nie zidentyfikowano zagrożenia promieniowaniem laserowym.	
1.5.13	Emisja materiałów i substancji niebezpiecznych	**ma zastosowanie**	Odciąg dymów spawalniczych zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 z okapem, 1800 m³/h, alarm usterki poniżej 1400 m³/h, klasa separacji W3; gaz osłonowy z zaworem elektromagnetycznym normalnie zamkniętym; niskopyłowa wymiana filtra za pomocą systemu bag-in/bag-out. Sprawozdanie z badań: identyfikacja uwalnianych substancji niebezpiecznych, wychwytywanie w miejscu powstawania, skuteczność, klasa filtra i monitorowanie, szczelność oraz informacje w instrukcji obsługi z wynikiem pozytywnym. Instrukcja obsługi, rozdziały 3, 9.1 i 10.2.	pkt 20, pkt 21, pkt 22
1.5.14	Ryzyko uwięzienia we wnętrzu maszyny	**ma zastosowanie**	Odblokowanie awaryjne drzwi serwisowych od wewnątrz bez użycia narzędzi, zabezpieczenie na osobiste kłódki chroniące przed zamknięciem w celi, uwolnienie uwięzionych osób za pomocą urządzenia do zwalniania hamulców robota i hamulca silnika stołu obrotowego: instrukcja obsługi, rozdziały 2.5 i 2.6.	pkt 11
1.5.15	Ryzyko związane z poślizgnięciem się, potknięciem lub upadkiem	**ma zastosowanie**	Kable i węże wyprowadzone poza obszar podłogi, mostki kablowe z ochroną przed najechaniem, żółto-czarne oznakowanie podłogi, oświetlenie, znaki ostrzegawcze W011 i W007 (sprawozdanie z badań: zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem, wynik pozytywny); czyszczenie podłogi: instrukcja obsługi, rozdziały 2.4, 2.5 i 10.2.	pkt 10, pkt 27
1.5.16	Wyładowanie atmosferyczne	nie dotyczy	Cela jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchych pomieszczeniach wewnętrznych hali produkcyjnej, a użytkowanie na zewnątrz jest wykluczone (instrukcja obsługi, rozdziały 1.1, 2.1 i 7.3). Podczas użytkowania nie jest narażona na skutki wyładowań atmosferycznych, które wymagałyby zastosowania na maszynie układu odprowadzania ładunku elektrycznego.	
1.6.1	Konserwacja maszyn lub produktów powiązanych	**ma zastosowanie**	Plan kontroli i konserwacji z czynnościami od codziennych do corocznych, konserwacja przy zatrzymanej maszynie odłączonej od źródeł energii, kontrole działania urządzeń ochronnych spoza celi, diagnostyka na panelu HMI z zewnątrz, formularz rejestru konserwacji RSZ-2600-WNW-001: instrukcja obsługi, rozdział 10.	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.6.2	Dostęp do stanowisk obsługi i punktów konserwacji	**ma zastosowanie**	Wolna przestrzeń co najmniej 1,0 m dookoła i co najmniej 1,2 m przed drzwiami serwisowymi, obszar obsługi i odkładania 2,0 m przed otworem załadunku, wolna wysokość hali co najmniej 3,2 m do prac na dachu celi, dostęp do wnętrza celi przez drzwi serwisowe: instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 7.1.	pkt 10
1.6.3	Odłączanie od źródeł energii	**ma zastosowanie**	Wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu wyłączenia, odłączający wszystkie bieguny zgodnie z EN 60204-1:2018; zawór odcinający sprężone powietrze z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego zgodnie z EN ISO 4414:2010; odłączanie i zabezpieczanie zgodnie z EN ISO 14118:2018 (sprawozdanie z badań: napięcie resztkowe i usuwanie ciśnienia resztkowego, wynik pozytywny): instrukcja obsługi, rozdziały 2.5, 8.1 i 10.	pkt 6, pkt 12, pkt 23, pkt 33
1.6.4	Interwencja operatora	**ma zastosowanie**	Interwencje są ograniczone: sterowane programowo czyszczenie palnika z obcinarką drutu, diagnostyka na panelu HMI spoza celi, kontrole działania z zewnątrz. Nieuniknione interwencje (wymiana drutu, wymiana palnika, odsunięcie robota) wyłącznie w trybie ustawiania z SF-05 lub przy instalacji odłączonej od źródeł energii, wymiana palnika dopiero po zezwoleniu przez monitorowanie temperatury: instrukcja obsługi, rozdziały 4.3, 9.3 i 10.4.	pkt 8, pkt 17
1.6.5	Czyszczenie części wewnętrznych	**ma zastosowanie**	Obudowę filtra zespołu odciągu czyści się bez wchodzenia do niej: wymiana wkładu za pomocą systemu bag-in/bag-out, czyszczenie odkurzaczem przemysłowym klasy pyłu H, bez przedmuchiwania: instrukcja obsługi, rozdział 10.2.	pkt 22
1.7.1	Informacje i ostrzeżenia umieszczone na maszynie lub produkcie powiązanym	**ma zastosowanie**	Informacje na panelu HMI w postaci tekstowej, kolumna sygnalizacyjna i wskaźniki: instrukcja obsługi, rozdział 9.2; znaki bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 7010:2020: rozdział 2.4.	
1.7.1.1	Informacje i urządzenia informacyjne	**ma zastosowanie**	Panel HMI z wyborem programu, stanem pracy, komunikatami o usterkach w postaci tekstowej i okresami między czynnościami konserwacyjnymi; wersja i suma kontrolna oprogramowania istotnego dla bezpieczeństwa w menu „Info” bez logowania: instrukcja obsługi, rozdziały 9.2 i 13.	
1.7.1.2	Urządzenia ostrzegawcze	**ma zastosowanie**	Dźwiękowy sygnał ostrzegawczy przed każdym startem automatycznym, kolumna sygnalizacyjna zielona, żółta i czerwona, czerwona lampka sygnalizacyjna w czasie blokady stygnięcia, komunikaty o awarii oświetlenia miejsca pracy i o alarmie pożarowym zespołu odciągu, wskazanie „Zdalna konserwacja aktywna”: instrukcja obsługi, rozdziały 9.2 i 13.	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
1.7.2	Ostrzeżenia przed ryzykiem resztkowym	**ma zastosowanie**	Znaki ostrzegawcze, zakazu i nakazu zgodnie z EN ISO 7010:2020 oraz tabliczki tekstowe w miejscach niebezpiecznych: instrukcja obsługi, rozdział 2.4; ryzyka resztkowe według faz cyklu życia ze środkami ochronnymi z oceny ryzyka: rozdział 2.6.	
1.7.3	Oznakowanie maszyn lub produktów powiązanych	**ma zastosowanie**	Tabliczka znamionowa na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej z nazwą producenta, typem, numerem seryjnym, rokiem budowy, danymi przyłącza elektrycznego, masą i oznakowaniem CE (instrukcja obsługi, rozdział 3). Sprawozdanie z badań: dane sprawdzono na gotowej tabliczce; tabliczka zostanie umieszczona po podpisaniu deklaracji zgodności.	
1.7.4	Instrukcja obsługi	**ma zastosowanie**	Instrukcja obsługi, wydanie 09/2026, wersja 1.1, 13 rozdziałów, opracowana zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4 do 1.7.4.2 (rozdziały 1.4 i 1.5). Sprawozdanie z badań: informacje w instrukcji obsługi dotyczące substancji niebezpiecznych, informacja o hałasie w instrukcji obsługi oraz pkt A11 dotyczący zabezpieczenia przed uszkodzeniem z wynikiem pozytywnym.	
1.7.4.1	Ogólne zasady opracowywania instrukcji	**ma zastosowanie**	Struktura zgodna z cyklem życia od dostawy do utylizacji, informacje dotyczące bezpieczeństwa zebrane w rozdziale 2 i na początku rozdziałów dotyczących poszczególnych czynności, stopniowane ostrzeżenia i wykaz skrótów (rozdział 1.5), racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie (rozdział 2.2), zasada dotycząca tłumaczeń (rozdział 1.4).	
1.7.4.2	Treść instrukcji obsługi	**ma zastosowanie**	Treść zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4.2: granice i użytkowanie (rozdziały 1 i 2), dane techniczne i wartości emisji hałasu (rozdział 3), transport (rozdział 5), przechowywanie (rozdział 6), instalacja (rozdział 7), montaż i pierwsze uruchomienie (rozdział 8), obsługa (rozdział 9), konserwacja (rozdział 10), demontaż i utylizacja (rozdział 11), dokumenty (rozdział 12) oraz cyberbezpieczeństwo z wersją oprogramowania i aktualizacjami (rozdział 13).	pkt 24, pkt 28, pkt 40
1.7.5	Materiały promocyjne	nie dotyczy	RSZ-2600 jest maszyną specjalną zbudowaną jako pojedynczy egzemplarz dla jednego użytkownika maszyny (instrukcja obsługi, rozdział 4); materiały handlowe dotyczące tej maszyny nie wchodzą w skład dokumentacji projektu. Jeżeli takie materiały zostaną przygotowane, zawarte w nich informacje dotyczące bezpieczeństwa i emisji muszą być zgodne z instrukcją obsługi.	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
2.1	Maszyny i produkty powiązane stosowane w przemyśle spożywczym, kosmetycznym lub farmaceutycznym	nie dotyczy	Część 2 dotyczy maszyn przeznaczonych do środków spożywczych, produktów kosmetycznych lub farmaceutycznych, przenośnych maszyn trzymanych lub prowadzonych ręcznie, maszyn do obróbki drewna i materiałów o podobnych właściwościach fizycznych oraz maszyn do stosowania pestycydów. RSZ-2600 jest stacjonarną celą spawalniczą do zespołów stalowych (instrukcja obsługi, rozdział 2.1) i nie należy do żadnej z tych kategorii.	
2.2	Maszyny lub produkty powiązane przenośne trzymane w ręku lub prowadzone ręcznie	nie dotyczy	Część 2 dotyczy maszyn przeznaczonych do środków spożywczych, produktów kosmetycznych lub farmaceutycznych, przenośnych maszyn trzymanych lub prowadzonych ręcznie, maszyn do obróbki drewna i materiałów o podobnych właściwościach fizycznych oraz maszyn do stosowania pestycydów. RSZ-2600 jest stacjonarną celą spawalniczą do zespołów stalowych (instrukcja obsługi, rozdział 2.1) i nie należy do żadnej z tych kategorii.	
2.3	Maszyny lub produkty powiązane do obróbki drewna i materiałów o podobnych właściwościach fizycznych	nie dotyczy	Część 2 dotyczy maszyn przeznaczonych do środków spożywczych, produktów kosmetycznych lub farmaceutycznych, przenośnych maszyn trzymanych lub prowadzonych ręcznie, maszyn do obróbki drewna i materiałów o podobnych właściwościach fizycznych oraz maszyn do stosowania pestycydów. RSZ-2600 jest stacjonarną celą spawalniczą do zespołów stalowych (instrukcja obsługi, rozdział 2.1) i nie należy do żadnej z tych kategorii.	
2.4	Maszyny lub produkty powiązane do aplikowania środków ochrony roślin	nie dotyczy	Część 2 dotyczy maszyn przeznaczonych do środków spożywczych, produktów kosmetycznych lub farmaceutycznych, przenośnych maszyn trzymanych lub prowadzonych ręcznie, maszyn do obróbki drewna i materiałów o podobnych właściwościach fizycznych oraz maszyn do stosowania pestycydów. RSZ-2600 jest stacjonarną celą spawalniczą do zespołów stalowych (instrukcja obsługi, rozdział 2.1) i nie należy do żadnej z tych kategorii.	
3.2.1	Stanowisko kierowcy	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
3.2.2	Siedzisko	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.2.3	Stanowiska innych osób	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.2.4	Funkcja nadzoru	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.3.1	Elementy sterownicze	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.3.2	Uruchamianie/przemieszczanie	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
3.3.3	Zatrzymywanie/hamowanie	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.3.4	Ruch maszyn sterowanych przez kierowców pieszych	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.3.5	Uszkodzenie obwodu sterowniczego	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.4.1	Ruchy niekontrolowane	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.4.2	Ruchome części przenoszenia napędu	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
3.4.3	Przewrócenie i przechylenie	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.4.4	Spadające przedmioty	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.4.5	Środki dostępu	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.4.6	Urządzenia holownicze	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.4.7	Przenoszenie mocy z maszyny samobieżnej (lub ciągnika) do maszyny napędzanej	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
3.5.1	Akumulatory	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.5.2	Pożar	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.5.3	Emisja substancji niebezpiecznych	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.5.4	Ryzyko związane z zetknięciem się z napowietrznymi liniami elektroenergetycznymi pod napięciem	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.6.1	Znaki, sygnały i ostrzeżenia	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
3.6.2	Oznakowanie	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.6.3	Instrukcja obsługi (mobilność)	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.6.3.1	Drgania	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.6.3.2	Wielorakie zastosowania	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	
3.6.3.3	Autonomiczne maszyny mobilne lub produkty powiązane	nie dotyczy	Część 3 dotyczy zagrożeń wynikających z możliwości przemieszczania się maszyn. RSZ-2600 jest stacjonarnym zespołem maszyn: cokół robota i stół obrotowy są zakotwione w posadzce hali za pomocą kotew ciężkich (instrukcja obsługi, rozdziały 7.2 i 8.2); cela nie przemieszcza się, nie jest kierowana przez pieszego operatora i nie ma stanowiska kierowcy ani miejsca dla przewożonych osób. Transport i przenoszenie w inne miejsce odbywają się wyłącznie w jednostkach transportowych, przy wyłączonej instalacji, za pomocą wózków jezdniowych lub dźwignicy (rozdział 5).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
4.1.2	Ochrona przed zagrożeniami mechanicznymi	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.1	Ryzyko związane z brakiem stateczności	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.2	Maszyny lub produkty powiązane poruszające się po prowadnicach i szynach	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.3	Wytrzymałość mechaniczna	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.4	Krążki, bębny, koła, liny i łańcuchy	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
4.1.2.5	Osprzęt do podnoszenia i jego części składowe	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.6	Sterowanie ruchami	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.7	Ruchy ładunków podczas przemieszczania	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.8	Maszyny obsługujące stałe przystanki	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.8.1	Ruchy podstawy ładunkowej	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
4.1.2.8.2	Dostęp na podstawę ładunkową	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.8.3	Ryzyko powodowane kontaktem z ruchomą podstawą ładunkową	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.8.4	Ryzyko powodowane ładunkiem spadającym z podstawy ładunkowej	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.2.8.5	Przystanki	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.1.3	Przydatność do pracy zgodnie z przeznaczeniem	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
4.2.1	Sterowanie ruchami	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.2.2	Kontrola obciążenia	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.2.3	Instalacje prowadzone za pomocą lin	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.3.1	Łańcuchy, liny i pasy	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.3.2	Osprzęt do podnoszenia	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
4.3.3	Podnoszące maszyny lub produkty powiązane	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.4.1	Osprzęt do podnoszenia	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
4.4.2	Podnoszące maszyny lub produkty powiązane	nie dotyczy	Część 4 dotyczy zagrożeń powodowanych przez operacje podnoszenia. RSZ-2600 nie podnosi ładunków: stół obrotowy obraca przedmioty wokół osi pionowej bez zmiany wysokości, robot prowadzi palnik spawalniczy, a załadunek i rozładunek wykonuje operator (instrukcja obsługi, rozdziały 4.1 i 4.3). Urządzenie wspomagające podnoszenie dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg zapewnia na miejscu użytkownik maszyny; nie wchodzi ono w zakres dostawy ani w skład tego zespołu maszyn (rozdział 1.1).	
5.1	Ryzyko związane z brakiem stateczności	nie dotyczy	Część 5 dotyczy maszyn przeznaczonych do prac pod ziemią. RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchej hali produkcyjnej (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 7.3).	
5.2	Ruch	nie dotyczy	Część 5 dotyczy maszyn przeznaczonych do prac pod ziemią. RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchej hali produkcyjnej (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 7.3).	
5.3	Elementy sterownicze	nie dotyczy	Część 5 dotyczy maszyn przeznaczonych do prac pod ziemią. RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchej hali produkcyjnej (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 7.3).	
5.4	Zatrzymywanie	nie dotyczy	Część 5 dotyczy maszyn przeznaczonych do prac pod ziemią. RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchej hali produkcyjnej (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 7.3).	
5.5	Pożar	nie dotyczy	Część 5 dotyczy maszyn przeznaczonych do prac pod ziemią. RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchej hali produkcyjnej (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 7.3).	

Nr	Wymaganie	Status	Uzasadnienie / dowód	Zagrożenia
5.6	Emisje gazów spalinowych	nie dotyczy	Część 5 dotyczy maszyn przeznaczonych do prac pod ziemią. RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do instalacji w suchej hali produkcyjnej (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 7.3).	
6.1	Postanowienia ogólne (podnoszenie osób)	nie dotyczy	Część 6 dotyczy maszyn stwarzających zagrożenia związane z podnoszeniem osób. RSZ-2600 nie podnosi ani nie przewozi osób. Podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku jest przed rozpoczęciem pracy dopasowywany do wzrostu operatora i podczas pracy służy jako powierzchnia do stania (instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 9.4).	
6.2	Elementy sterownicze	nie dotyczy	Część 6 dotyczy maszyn stwarzających zagrożenia związane z podnoszeniem osób. RSZ-2600 nie podnosi ani nie przewozi osób. Podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku jest przed rozpoczęciem pracy dopasowywany do wzrostu operatora i podczas pracy służy jako powierzchnia do stania (instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 9.4).	
6.3	Zagrożenia dla osób znajdujących się wewnątrz podstawy ładunkowej lub na niej	nie dotyczy	Część 6 dotyczy maszyn stwarzających zagrożenia związane z podnoszeniem osób. RSZ-2600 nie podnosi ani nie przewozi osób. Podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku jest przed rozpoczęciem pracy dopasowywany do wzrostu operatora i podczas pracy służy jako powierzchnia do stania (instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 9.4).	
6.4	Maszyny lub produkty powiązane obsługujące stałe przystanki	nie dotyczy	Część 6 dotyczy maszyn stwarzających zagrożenia związane z podnoszeniem osób. RSZ-2600 nie podnosi ani nie przewozi osób. Podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku jest przed rozpoczęciem pracy dopasowywany do wzrostu operatora i podczas pracy służy jako powierzchnia do stania (instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 9.4).	
6.5	Oznakowanie (podnoszenie osób)	nie dotyczy	Część 6 dotyczy maszyn stwarzających zagrożenia związane z podnoszeniem osób. RSZ-2600 nie podnosi ani nie przewozi osób. Podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku jest przed rozpoczęciem pracy dopasowywany do wzrostu operatora i podczas pracy służy jako powierzchnia do stania (instrukcja obsługi, rozdziały 4.2 i 9.4).	

Środki ochronne dla poszczególnych zagrożeń: zob. ocena ryzyka.

2. Zastosowane normy

zastosowane normy z listy kontrolnej

Uwagi zgodnie z Dziennikiem Urzędowym: EN ISO 11202:2010: Dziennik Urzędowy publikuje tę normę łącznie z EN ISO 11202:2010/A1:2021. Domniemanie zgodności dotyczy opublikowanej wersji. Wersja bez zmiany utraciła domniemanie zgodności w dniu 11/10/2023.
EN ISO 14119:2025: Dziennik Urzędowy publikuje tę normę łącznie z EN ISO 14119:2025/A11:2026. Domniemanie zgodności dotyczy opublikowanej wersji.

Normy typu A (podstawowe normy bezpieczeństwa) (1)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN ISO 12100:2010	Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)	2006/42/WE

Normy typu B (grupowe normy bezpieczeństwa) (20)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN 1005-2:2003+A1:2008	Safety of machinery - Human physical performance - Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery	2006/42/WE
EN 60204-1:2018	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements	2006/42/WE, 2014/35/EU
EN IEC 61000-6-2:2019	Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-2: Generic standards. Immunity for industrial environments	2014/30/EU
EN IEC 61000-6-4:2019	Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-4: Generic standards. Emission standard for industrial environments	2014/30/EU
EN ISO 11161:2007+A1:2010	Safety of machinery. Integrated manufacturing systems. Basic requirements	2006/42/WE
EN ISO 11202:2010	Acoustics - Noise emitted by machinery and equipment - Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections (ISO 11202:2010)	2006/42/WE
EN ISO 13732-1:2008	Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 1: Hot surfaces (ISO 13732-1:2006)	2006/42/WE
EN ISO 13849-1:2023	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2023)	2006/42/WE

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN ISO 13849-2:2012	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 2: Validation (ISO 13849-2:2012)	2006/42/WE
EN ISO 13850:2015	Safety of machinery - Emergency stop function - Principles for design (ISO 13850:2015)	2006/42/WE
EN ISO 13854:2019	Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body (ISO 13854:2017)	2006/42/WE
EN ISO 13855:2024	Safety of machinery - Positioning of safeguards with respect to the approach of the human body (ISO 13855:2024)	2006/42/WE
EN ISO 13857:2019	Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs (ISO 13857:2019)	2006/42/WE
EN ISO 14118:2018	Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up (ISO 14118:2017)	2006/42/WE
EN ISO 14119:2025	Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection (ISO 14119:2024)	2006/42/WE
EN ISO 14120:2015	Safety of machinery - Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards (ISO 14120:2015)	2006/42/WE
EN ISO 3746:2010	Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane (ISO 3746:2010)	2000/14/WE, 2006/42/WE
EN ISO 4414:2010	Pneumatic fluid power - General rules and safety requirements for systems and their components (ISO 4414:2010)	2006/42/WE
EN ISO 4871:2009	Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment (ISO 4871:1996)	2000/14/WE, 2006/42/WE
EN ISO 7010:2020	Graphical symbols. Safety colours and safety signs. Registered safety signs	

Normy typu C (normy dotyczące wyrobów) (3)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN ISO 10218-1:2025	Robotics - Safety requirements - Part 1: Industrial robots (ISO 10218-1:2025)	2006/42/WE
EN ISO 10218-2:2025	Robotics - Safety requirements - Part 2: Industrial robot applications and robot cells (ISO 10218-	2006/42/WE

Norma	Tytuł	Wymienione w
	2:2025)	
EN ISO 21904-1:2020	Health and safety in welding and allied processes - Equipment for capture and separation of welding fume - Part 1: General requirements (ISO 21904-1:2020)	2006/42/WE

3. Deklaracja zgodności

Załącznik V do rozporządzenia w sprawie maszyn

DEKLARACJA ZGODNOŚCI UE

zgodnie z załącznikiem V część A do rozporządzenia (UE) 2023/1230 w sprawie maszyn

1. Identyfikacja produktu

Nazwa: Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn)

Typ / model: RSZ-2600

Numer seryjny / zakres: RSZ2600-2026-0001

Rok budowy: 2026

2. Dane producenta

Muster Maschinenbau GmbH

Beispielstraße 1

12345 Musterstadt, Niemcy

4. Niniejsza deklaracja zgodności zostaje wydana na wyłączną odpowiedzialność producenta.

5. Przedmiot deklaracji

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn), RSZ-2600

6. Mające zastosowanie unijne prawodawstwo harmonizacyjne

Opisany powyżej przedmiot deklaracji jest zgodny z następującymi wymaganiami unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego:

Rozporządzenie (UE) 2023/1230 w sprawie maszyn (Dz.U. L 165 z 29.6.2023, s. 1)

Inne mające zastosowanie unijne prawodawstwo harmonizacyjne

Deklaruje się ponadto zgodność z następującymi aktami prawa Unii:

- Dyrektywa 2014/30/UE w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej (Dz.U. L 96 z 29.3.2014, s. 79)

7. Zastosowane normy zharmonizowane

- —

W Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej nie opublikowano dotychczas odniesień do norm zharmonizowanych, o których mowa w art. 20 ust. 1 rozporządzenia (UE) 2023/1230. Zastosowane normy podano zatem jako inne specyfikacje techniczne wraz z ich wydaniem (załącznik V część A pkt 7).

Inne zastosowane normy i specyfikacje techniczne

- EN ISO 12100:2010
- EN ISO 13849-1:2023
- EN 60204-1:2018
- EN ISO 13857:2019

- EN ISO 13855:2024
- EN ISO 14120:2015
- EN ISO 11161:2007+A1:2010 (zastosowane części: koncepcja stref, tryby pracy i interfejsy między maszynami składowymi)
- EN ISO 10218-2:2025
- EN ISO 4414:2010
- EN ISO 13850:2015
- EN ISO 13854:2019
- EN ISO 11202:2010+A1:2021
- EN ISO 4871:2009
- EN IEC 61000-6-2:2019
- EN IEC 61000-6-4:2019
- EN ISO 14119:2025+A11:2026
- EN ISO 14118:2018
- EN ISO 13849-2:2012
- EN ISO 10218-1:2025
- EN ISO 13732-1:2008
- EN ISO 21904-1:2020
- EN ISO 3746:2010
- EN 1005-2:2003+A1:2008
- EN ISO 7010:2020

9. Procedura oceny zgodności (Rozporządzenie (UE) 2023/1230 w sprawie maszyn)

Maszyna lub produkt powiązany podlega procedurze oceny zgodności w oparciu o wewnętrzną kontrolę produkcji (moduł A).

Wewnętrzna kontrola produkcji (moduł A, załącznik VI)

Niniejszym oświadczamy na naszą wyłączną odpowiedzialność, że opisana powyżej maszyna spełnia wszystkie odpowiednie postanowienia rozporządzenia (UE) 2023/1230 w sprawie maszyn. Maszyna spełnia zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa określone w załączniku III do rozporządzenia (UE) 2023/1230 w sprawie maszyn. Deklaruje się ponadto zgodność z następującymi aktami prawa Unii: Dyrektywa 2014/30/UE w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej (Dz.U. L 96 z 29.3.2014, s. 79).

10. Informacje dodatkowe

Podpisano w imieniu: Muster Maschinenbau GmbH

Musterstadt, dnia 15 marca 2027 r.



M. Beispiel
Koordynator CE

4. Dokumentacja techniczna

Załącznik IV rozporządzenia w sprawie maszyn (prawo dotyczące maszyn)

Dokumentacja techniczna zgodnie z załącznikiem IV część A rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230

Ukończono 66 z 68 punktów (97%) · Otwarte punkty obowiązkowe: 0 z 41

1. Informacje ogólne (5/5)

Podstawowe informacje o produkcie i producencie · Załącznik IV część A rozporządzenia w sprawie maszyn, oznakowanie zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.3 rozporządzenia w sprawie maszyn

Nazwa i adres producenta OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Pełna nazwa firmy i adres pocztowy

Notatka: Przejęto z danych projektu: dane producenta z ustawień. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, arkusz główny Dokumentacja techniczna.

Nazwa i adres upoważnionego przedstawiciela (jeżeli został ustanowiony) Nie dotyczy

Tylko jeżeli w UE ustanowiono upoważnionego przedstawiciela

Notatka: Nie dotyczy: producent ma siedzibę w Unii Europejskiej; w związku z tym nie ustanowiono upoważnionego przedstawiciela zgodnie z art. 3 pkt 19 rozporządzenia w sprawie maszyn (ustanowienie zgodnie z art. 12 rozporządzenia w sprawie maszyn).

Uzasadnienie (n/d): Producent Muster Maschinenbau GmbH ma siedzibę w UE (Niemcy) i samodzielnie wypełnia wszystkie obowiązki producenta wynikające z rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230. Upoważniony przedstawiciel w rozumieniu art. 3 pkt 19 tego rozporządzenia (ustanowienie zgodnie z jego art. 12) nie został zatem ustanowiony.

Nazwa maszyny / nazwa produktu OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Jednoznaczne oznaczenie, w tym typ, seria, model

Notatka: Przejęto z danych projektu: nazwa maszyny z projektu. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, arkusz główny Dokumentacja techniczna.

Numer seryjny / seria OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Jednoznaczna identyfikacja każdej pojedynczej maszyny

Notatka: Numer seryjny RSZ2600-2026-0001. Pojedynczy egzemplarz wyprodukowany jako maszyna specjalna, nie seria. Podany na tabliczce znamionowej i w deklaracji zgodności.

Rok budowy OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Rok zakończenia procesu produkcji

Notatka: 2026. Podany na tabliczce znamionowej zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.3 rozporządzenia w sprawie maszyn oraz w deklaracji zgodności.

2. Ogólny opis maszyny (4/4)

Opis techniczny i zamierzone użytkowanie · Załącznik IV część A lit. a rozporządzenia w sprawie maszyn

Ogólny opis maszyny OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Zasada działania, budowa, główne komponenty

Notatka: Dokument RSZ-2600-TD-001 Opis systemu, rew. A. Zrobotyzowana cela spawalnicza składająca się z robota przegubowego (maszyna nieukończona z unijną deklaracją włączenia), dwustanowiskowego stołu obrotowego, źródła prądu spawania MAG, zespołu odciągu dymów spawalniczych, ogrodzenia obwodowego z drzwiami serwisowymi z blokadą oraz kurtyny świetlnej na stanowisku załadunku. Wprowadzona do obrotu jako zespół maszyn zgodnie z art. 3 pkt 1 lit. d rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230.

Zamierzone użytkowanie OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Do czego maszyna jest przeznaczona, w tym racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie

Notatka: Przejęto z danych projektu: zamierzone użytkowanie z oceny ryzyka (krok 1). Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, ocena ryzyka, sekcja Zamierzone użytkowanie.

Granice maszyny OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Ograniczenia użytkowania, ograniczenia przestrzenne, ograniczenia czasowe (okres eksploatacji, interwały konserwacji)

Notatka: Przejęto z danych projektu: granice maszyny z oceny ryzyka (krok 1). Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, ocena ryzyka, sekcja Granice maszyny.

Rysunki, zdjęcia i schematy OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Widok ogólny, widoki szczegółowe obszarów istotnych dla bezpieczeństwa

Notatka: Zestaw rysunków RSZ-2600-ZG-001 do -042, rew. B, z widokiem ogólnym, przekrojami przez stół obrotowy, szczegółem ogrodzenia obwodowego i montażu kurtyny świetlnej. Archiwizacja w PDM w projekcie MUSTER-2026-001.

3. Ocena ryzyka (5/5)

Dokumentacja oceny ryzyka zgodnie z EN ISO 12100 · Załącznik IV część A lit. b rozporządzenia w sprawie maszyn

Opis zastosowanej procedury OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Metodyka zgodna z EN ISO 12100 (oszacowanie ryzyka, ewaluacja ryzyka, zmniejszanie ryzyka)

Notatka: Przejęto z danych projektu: ocena ryzyka w projekcie (metodyka zgodna z EN ISO 12100, udokumentowana w eksporcie oceny ryzyka). Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, ocena ryzyka, sekcja Metodyka.

Lista wszystkich zidentyfikowanych zagrożeń OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Systematyczna identyfikacja zagrożeń dla wszystkich faz cyklu życia

Notatka: Przejęto z danych projektu: 42 zagrożenia w ocenie ryzyka. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, ocena ryzyka (moduł 1 dokumentacji projektu).

Zastosowane cele ochrony / wymagania OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Które zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa (załącznik III rozporządzenia w sprawie maszyn) mają zastosowanie

Lista wymagań: mające zastosowanie: 56, niemające zastosowania: 73, otwarte: 0 (z 129)

Notatka: Zestawienie zasadniczych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa z załącznika III do rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230: lista kontrolna RSZ-2600-TD-003, rew. A. Kluczowe punkty: 1.1.9, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.4.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.3.7, 1.4.1, 1.4.2.2, 1.5.1, 1.5.8, 1.5.10, 1.5.13, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.3, 1.7.4.

Opis środków ochronnych OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Metoda trzystopniowa: konstrukcja bezpieczna samoistnie → techniczne środki ochronne → informacje dotyczące użytkowania

Notatka: Przejęto z danych projektu: środki dla każdego zagrożenia w ocenie ryzyka. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, ocena ryzyka (moduł 1 dokumentacji projektu).

Ryzyko resztkowe i jego ocena OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Udokumentowanie zaakceptowanego ryzyka resztkowego wraz z uzasadnieniem

Notatka: Przejęto z danych projektu: akceptacja ryzyka resztkowego udokumentowana w ocenie ryzyka. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, ocena ryzyka, dokumentacja ryzyka resztkowego.

4. Normy i dyrektywy (3/3)

Zastosowane normy i spełnione dyrektywy · Załącznik IV część A lit. e i f rozporządzenia w sprawie maszyn

Lista wszystkich zastosowanych aktów unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego OBOWIĄZKOWE

Zrealizowano

Dyrektywa maszynowa 2006/42/WE, rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230, dyrektywa EMC, dyrektywa niskonapięciowa itd.

Notatka: Przejęto z danych projektu: dyrektywy z analizy norm i deklaracji zgodności. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, analiza norm i deklaracja zgodności.

Odniesienia do zastosowanych norm zharmonizowanych lub wspólnych specyfikacji OBOWIĄZKOWE

Nie dotyczy

Odniesienia do norm zharmonizowanych zgodnie z art. 20 ust. 1 lub wspólnych specyfikacji zgodnie z art. 20 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn, w przypadku częściowego zastosowania z podaniem zastosowanych części (załącznik IV część A lit. e rozporządzenia w sprawie maszyn); dopóki w Dzienniku Urzędowym nie opublikowano odniesień do norm w ramach rozporządzenia w sprawie maszyn, uzasadnione „nie dotyczy”

Notatka: Przejęto z danych projektu: 24 normy na liście kontrolnej norm. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, lista kontrolna norm (moduł 2 dokumentacji projektu).

Uzasadnienie (n/d): W Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej nie opublikowano jeszcze norm zharmonizowanych na podstawie art. 20 ust. 1 ani wspólnych specyfikacji na podstawie art. 20 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230. 24 normy z listy kontrolnej norm są zatem udokumentowane jako inne specyfikacje techniczne (pozycja „Inne specyfikacje techniczne”, nr 7 deklaracji zgodności).

Inne specyfikacje techniczne OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Opisy pozostałych specyfikacji technicznych, za pomocą których spełniono zasadnicze wymagania, jeżeli normy zharmonizowane lub wspólne specyfikacje nie zostały zastosowane lub zastosowano je tylko częściowo (załącznik IV część A lit. f rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: 24 normy z listy kontrolnej norm (moduł 2 dokumentacji projektu) są stosowane w podanym wydaniu; dopóki nie opublikowano odniesień na podstawie rozporządzenia w sprawie maszyn, uznaje się je za inne specyfikacje techniczne i jako takie wymienia w deklaracji zgodności. Normy wyrobów dotyczące komponentów: dowód dla danego komponentu leży po stronie dostawcy. Jeżeli integrator dodatkowo stosuje jedną z tych norm do integracji, odnotowano to poniżej; deklaracja zgodności wymienia również te normy. EN IEC 61496-1:2020 i EN IEC 61496-2:2020 (kurtyna świetlna typu 4, dowód przedstawia producent ESPE), EN IEC 60974-1:2022 (źródło prądu spawania, zgodność dostawcy przez dyrektywę niskonapięciową i dyrektywę EMC), EN ISO 21904-1:2020 (odciąg dymów spawalniczych: dowód dla komponentu przedstawia producent urządzenia; integrator stosuje normę do włączenia odciągu do celi), EN ISO 10218-1:2025 (robot: dowód dla komponentu przez unijną deklarację włączenia zgodnie z załącznikiem V część B wraz z instrukcją montażu; integrator stosuje normę do integracji, na przykład do wyboru trybu pracy, urządzenia zezwalającego i bezpiecznie zmniejszonej prędkości). Stosowane przez integratora jako podstawa doboru i projektowania, bez domniemania zgodności: EN ISO 25980:2023 (kurtyny i ekrany spawalnicze).

5. Rysunki i obliczenia (11/11)

Dokumentacja techniczna i dowody · Załącznik IV część A lit. c, d, g, m i n rozporządzenia w sprawie maszyn

Plan ogólny / rysunek zestawieniowy OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Rysunek zestawieniowy w skali z głównymi wymiarami

Notatka: Rysunek rozmieszczenia RSZ-2600-LAY-001, rew. C: plan ustawienia z ogrodzeniem obwodowym, drzwiami serwisowymi, kurtyną świetlną, stanowiskiem załadunku, drogą ewakuacyjną i minimalnymi odległościami od sąsiednich instalacji.

Rysunki szczegółowe, projektowe i produkcyjne OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Rysunki projektowe i produkcyjne oraz schematy maszyny, jej elementów, podzespołów i obwodów (załącznik IV część A lit. c rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Zwolniony zestaw rysunków RSZ-2600-ZG-001 do -042, rew. B: rysunki złożeniowe i wykonawcze stołu obrotowego, cokołu robota, ogrodzenia obwodowego z drzwiami serwisowymi oraz pulpitu sterowniczego; obwody na schemacie elektrycznym RSZ-2600-EPL-001, schemacie pneumatycznym RSZ-2600-PPL-001 i schemacie obwodów bezpieczeństwa RSZ-2600-SPL-001; obliczenia w weryfikacji wytrzymałościowej RSZ-2600-BER-001. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001.

Opisy i objaśnienia do rysunków oraz działania OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Opisy i objaśnienia niezbędne do zrozumienia rysunków i schematów oraz działania maszyny (załącznik IV część A lit. d rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Opis systemu RSZ-2600-TD-001, rew. A: budowa, sposób działania, tryby pracy i przebieg cyklu spawania z odniesieniami do planu ustawienia oraz schematów elektrycznych i pneumatycznych; działanie urządzeń ochronnych opisano w specyfikacjach funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05. Zweryfikowano 18 sierpnia 2026 r.; miejsce przechowywania: system PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001.

Schematy (elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne) OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Kompletne schematy wszystkich obwodów sterowania (elektrycznych zgodnie z EN 60204-1); w przypadku braku takiego wyposażenia „nie dotyczy” z uzasadnieniem

Notatka: Schemat elektryczny RSZ-2600-EPL-001 zgodnie z EN 60204-1, pkt 17, z planem zacisków i listą wyposażenia. Schemat pneumatyczny RSZ-2600-PPL-001 zgodnie z EN ISO 4414, z zespołem przygotowania powietrza, bezpiecznym zaworem odpowietrzającym i zaciskami przedmiotu. Hydraulika nie występuje w tej maszynie.

Schematy obwodów bezpieczeństwa / funkcje bezpieczeństwa OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Przedstawienie wszystkich związanych z bezpieczeństwem części systemu sterowania (SRP/CS); w przypadku braku związanego z bezpieczeństwem systemu sterowania „nie dotyczy” z uzasadnieniem

Notatka: Schemat obwodów bezpieczeństwa RSZ-2600-SPL-001 z funkcjami bezpieczeństwa SF-01 do SF-05, przyporządkowaniem czujników, sterownika PLC bezpieczeństwa i torów wyłączania, obwodami sprzężenia zwrotnego styczników z wymuszonym prowadzeniem styków.

Obliczenia wytrzymałościowe / statyka OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Obliczenia sprawdzające dla elementów nośnych, spoin itd.

Notatka: Weryfikacja wytrzymałościowa RSZ-2600-BER-001: rama podstawy stołu obrotowego, cokół robota, kotwienie za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 i ogrodzenie obwodowe.

Dowód poziomu zapewnienia bezpieczeństwa dla każdej funkcji bezpieczeństwa OBOWIĄZKOWE

Zrealizowano

Osiągnięty PL (a do e) według EN ISO 13849-1 lub SIL według EN IEC 62061, wraz z walidacją według EN ISO 13849-2; w przypadku braku funkcji bezpieczeństwa układu sterowania „nie dotyczy” z uzasadnieniem

Notatka: Projekty SISTEMA RSZ-2600-SF01 do -SF05 z raportami w formacie PDF. Weryfikacja PL ≥ PLr spełniona dla wszystkich pięciu funkcji bezpieczeństwa (SF-01 PL d, SF-02 PL e, SF-03 PL d, SF-04 PL e, SF-05 PL d). Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 udokumentowana w RSZ-2600-VAL-001.

Sprawozdanie z badań EMC Zrealizowano

Dowód kompatybilności elektromagnetycznej zgodnie z dyrektywą EMC

Notatka: Sprawozdanie z badań EMC RSZ-2600-EMV-001: zweryfikowano odporność zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 i emisję zaburzeń zgodnie z EN IEC 61000-6-4:2019 dla środowisk przemysłowych, w tym uwzględniono wpływ źródła prądu spawania na sterownik PLC bezpieczeństwa. Weryfikacja podwyższonej odporności funkcji bezpieczeństwa jest nadal otwarta (patrz protokół z badań EMC).

Sprawozdanie z pomiaru hałasu Zrealizowano

Wartości pomiarowe wraz z niepewnością pomiaru, zastosowaną normą pomiarową i warunkami eksploatacji (procedura badania hałasu z normy typu C, w przeciwnym razie EN ISO 11201/11204 lub EN ISO 3744/3746); podanie w instrukcji obsługi jest wymagane

Notatka: Sprawozdanie z pomiaru hałasu RSZ-2600-LRM-001: wyznaczenie zgodnie z EN ISO 11202:2010, podanie i weryfikacja zgodnie z EN ISO 4871:2009. Poziom ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku załadunku LpA 84 dB(A), niepewność K = 2,5 dB, poziom mocy akustycznej ważony A LWA 96 dB(A), niepewność KWA = 3 dB (EN ISO 3746, klasa dokładności 3). Stan pracy i metoda pomiaru opisane w sprawozdaniu.

Kod źródłowy lub zaprogramowana logika oprogramowania związanego z bezpieczeństwem

Zrealizowano

Do przedstawienia na uzasadniony wniosek właściwego organu krajowego, o ile organ potrzebuje tego do weryfikacji zasadniczych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa zgodnie z załącznikiem III rozporządzenia w sprawie maszyn (załącznik IV część A lit. m rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Przechowywane przez producenta i przekazywane na uzasadniony wniosek właściwego organu krajowego (załącznik IV część A lit. m rozporządzenia w sprawie maszyn): program sterownika PLC bezpieczeństwa jako projekt oprogramowania inżynierskiego, konfiguracja bezpieczeństwa sterownika robota i parametryzacja kurtyny świetlnej, każde z wersją i sumą kontrolną zapisanymi w protokole odbioru oraz w wykazie komponentów oprogramowania RSZ-2600-SBOM-001. Zarchiwizowane w systemie PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001. Oprogramowanie sprzętowe i oprogramowanie robocze zakupionych sterowników pozostaje u danego dostawcy.

Cechy, możliwości i ograniczenia funkcji opartych na czujnikach, zdalnie sterowanych lub autonomicznych

Nie dotyczy

W przypadku maszyn wyposażonych w czujniki, zdalnie sterowanych lub autonomicznych, których działanie związane z bezpieczeństwem jest sterowane danymi z czujników: opis ogólnych cech, możliwości i ograniczeń systemu, danych oraz procedur rozwoju, testowania i walidacji (załącznik IV część A lit. n rozporządzenia w sprawie maszyn)

Uzasadnienie (n/d): Cela nie jest maszyną opartą na czujnikach, sterowaną zdalnie ani autonomiczną w rozumieniu załącznika IV część A lit. n rozporządzenia w sprawie maszyn: robot wykonuje zatwierdzone, stałe programy spawania. Czujniki celi (kurtyna świetlna, ryglowanie, presostat, czujniki obecności przedmiotu) działają jako urządzenia ochronne lub warunki zezwolenia w stałej kolejności; działanie istotne dla bezpieczeństwa nie wynika z danych czujników. Zdalna konserwacja sięga wyłącznie do sterownika standardowego i panelu HMI, a polecenia ruchu są możliwe wyłącznie ze stanowisk obsługi z widokiem na strefę niebezpieczną (zagrożenie 44).

6. Badania i testy (5/5)

Sprawozdania z badań i dokumentacja odbioru · Załącznik IV część A lit. g i o rozporządzenia w sprawie maszyn

Sprawozdania z badań / wyniki badań OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Wyniki wszystkich przeprowadzonych badań i pomiarów

Notatka: Sprawozdania z badań RSZ-2600-PRP-001, badania fabryczne na celi referencyjnej (patrz rozdział Sprawozdania z badań).

Badanie funkcjonalne urządzeń bezpieczeństwa OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Dowód działania wszystkich urządzeń ochronnych (zatrzymanie awaryjne, osłony blokujące, kurtyny świetlne)

Notatka: Badanie funkcjonalne funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 zgodnie z planem walidacji RSZ-2600-VAL-001 na celi referencyjnej.

Badanie przewodu ochronnego / pomiar izolacji OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Badanie bezpieczeństwa elektrycznego według EN 60204-1; w przypadku braku wyposażenia elektrycznego „nie dotyczy” z uzasadnieniem

Notatka: Badanie elektryczne zgodnie z EN 60204-1, pkt 18, sprawozdanie z badań RSZ-2600-ELP-001: ciągłość układu przewodów ochronnych, impedancja pętli zwarcia, rezystancja izolacji, ochrona przed napięciami resztkowymi i badanie funkcjonalne. Opcjonalnej próby napięciowej zgodnie z pkt 18.4 nie przeprowadzono (patrz sprawozdanie z badań).

Badania elementów konstrukcyjnych i wyposażenia pod kątem bezpiecznego montażu

OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Sprawozdania i wyniki badań i prób, które producent przeprowadził na elementach konstrukcyjnych, wyposażeniu lub kompletnej maszynie, aby ustalić, czy maszyna ze względu na swoją konstrukcję lub budowę może być bezpiecznie zmontowana i oddana do użytku

Notatka: Badania pod kątem bezpiecznego montażu i oddania do użytku podczas montażu celi referencyjnej w zakładzie producenta: ustawienie i kotwienie stołu obrotowego oraz cokołu robota za pomocą czterech kotew ciężkich M16 na każdy z tych elementów (obliczenia wytrzymałościowe RSZ-2600-BER-001, moment dokręcenia zgodnie z aprobatą kotwy), montaż robota zgodnie z instrukcją montażu producenta robota i warunkami montażu z jego unijnej deklaracji włączenia, montaż ogrodzenia obwodowego, drzwi serwisowych i kurtyny świetlnej zgodnie z planem ustawienia RSZ-2600-LAY-001, próba szczelności pneumatyki, badanie elektryczne zgodnie z EN 60204-1 (RSZ-2600-ELP-001), badanie funkcjonalne i walidacja funkcji bezpieczeństwa (RSZ-2600-VAL-001) oraz odbiór fabryczny (RSZ-2600-FAT-001). Kolejność montażu i kontrole po montażu opisano w rozdziale 8 instrukcji obsługi; u użytkownika maszyny są one powtarzane przy ponownym montażu i dokumentowane w RSZ-2600-SAT-001 (planowane po dostawie w 03/2027).

Protokół odbioru Zrealizowano

Dokumentacja odbioru końcowego z podpisem

Notatka: Odbiór fabryczny (FAT) na celi referencyjnej w zakładzie producenta, protokół RSZ-2600-FAT-001 z listą usterek i potwierdzeniem zwolnienia. Odbiór na miejscu u użytkownika maszyny (SAT, RSZ-2600-SAT-001) jest planowany po dostawie w 03/2027 i zostanie wówczas podpisany przez producenta i użytkownika maszyny.

7. Instrukcja obsługi (12/12)

Kompletna instrukcja obsługi ze wszystkimi wymaganymi informacjami · Załącznik IV część A lit. i rozporządzenia w sprawie maszyn, treść zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4 rozporządzenia w sprawie maszyn

Wersje językowe dla każdego rynku docelowego OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Instrukcja obsługi, informacje dotyczące bezpieczeństwa oraz informacje zgodnie z załącznikiem III sekcja 1.7 w języku określonym przez docelowe państwo członkowskie i łatwo zrozumiałym dla użytkowników (art. 10 ust. 7 ostatni akapit rozporządzenia w sprawie maszyn); dla Niemiec w języku niemieckim (§ 2 ust. 1 MaschinenDG). Rozporządzenie w sprawie maszyn nie przewiduje adnotacji „instrukcja oryginalna”

Notatka: Instrukcja obsługi w języku niemieckim, opracowana zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4 do 1.7.4.2 rozporządzenia w sprawie maszyn. Wersja polska jest oznaczona jako tłumaczenie; w razie wątpliwości rozstrzyga wersja niemiecka. Dostawa w języku kraju użytkowania.

Deklaracja zgodności podana w instrukcji lub wskazany adres dostępu OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Instrukcja obsługi zawiera deklarację zgodności UE albo adres internetowy lub kod odczytywalny maszynowo, pod którym jest ona dostępna (załącznik III pkt 1.7.4.2 ppkt 1 lit. c rozporządzenia w sprawie maszyn); deklaracje cyfrowe pozostają dostępne online przez cały okres użytkowania, co najmniej dziesięć lat (art. 10 ust. 8 rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Deklaracja zgodności UE jest dołączona do instrukcji obsługi (załącznik III pkt 1.7.4.2 lit. c rozporządzenia w sprawie maszyn): rozdział 1.4 instrukcji obsługi wyraźnie to wskazuje, rozdziały 1.1 i 12 wymieniają ją wśród dokumentów towarzyszących. Dołączona jest wersja RSZ-2600-KE-001 podpisana do wprowadzenia do obrotu w dniu 15 marca 2027 r.; adres internetowy nie jest zatem wymagany.

W przypadku cyfrowej instrukcji obsługi: dostęp, format, dostępność i wersja papierowa Nie dotyczy

Wyłącznie w przypadku udostępnienia w postaci cyfrowej: (1) na maszynie, opakowaniu lub w dokumencie towarzyszącym podać, w jaki sposób uzyskać dostęp do cyfrowej instrukcji obsługi; (2) format umożliwiający wydruk, pobranie i zapisanie; (3) dostępność online przez co najmniej dziesięć lat od wprowadzenia do obrotu; (4) na żądanie użytkownika złożone w chwili zakupu nieodpłatnie w wersji papierowej w ciągu jednego miesiąca (art. 10 ust. 7 rozporządzenia w sprawie maszyn)

Uzasadnienie (n/d): Instrukcja obsługi jest dostarczana w formie papierowej wraz z maszyną (zakres dostawy zgodnie z rozdziałem 1.1, dokumentacja w oznaczonym pudełku z wyposażeniem zgodnie z rozdziałem 5). Udostępnianie w formie cyfrowej zgodnie z art. 10 ust. 7 rozporządzenia w sprawie maszyn nie jest przewidziane; informacje o dostępie, formacie, dostępności i wersji papierowej nie mają więc zastosowania.

Informacje dotyczące bezpieczeństwa w wersji papierowej dla użytkowników nieprofesjonalnych

Nie dotyczy

Jeżeli maszyna może być w racjonalnie przewidywalnych okolicznościach użytkowana przez użytkowników nieprofesjonalnych, informacje dotyczące bezpieczeństwa istotne dla bezpiecznego oddania do użytku i użytkowania należy dołączyć w wersji papierowej (art. 10 ust. 7 akapit piąty rozporządzenia w sprawie maszyn)

Uzasadnienie (n/d): Cela jest przeznaczona do użytku przemysłowego w hali produkcyjnej. Załadunek i rozładunek wykonują przeszkoleni specjaliści, ustawianie i konserwację personel ustawiający i konserwacyjny (instrukcja obsługi, rozdziały 2.1 i 9). W racjonalnie przewidywalnych warunkach nie należy spodziewać się użytkowania przez użytkowników nieprofesjonalnych (art. 10 ust. 7 akapit piąty rozporządzenia w sprawie maszyn).

Wskazówki bezpieczeństwa i ostrzeżenia OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Ryzyko resztkowe, zamierzone użytkowanie, użytkowanie zabronione

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 2. Ostrzeżenia i wskazówki bezpieczeństwa odpowiadające znakom bezpieczeństwa z oceny ryzyka (W001 z tekstem uzupełniającym, W006, W007, W011, W012, W015, W017, W018, W019, W022, W024, W027, P007, P015, M003, M004, M008, M009, M010, M017 oraz D-P006 zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3), uzgodnione z oznakowaniem na maszynie zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.1 i 1.7.3 rozporządzenia w sprawie maszyn.

Instrukcja montażu i uruchomienia OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Transport, ustawienie, podłączenie, pierwsze uruchomienie

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 8 (Montaż/Ustawienie/Uruchomienie), w tym włączona instrukcja montażu producenta robota zgodnie z załącznikiem XI rozporządzenia w sprawie maszyn oraz warunki montażu z jego unijnej deklaracji włączenia.

Instrukcja obsługi OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Opis wszystkich trybów pracy, elementów obsługi, wskaźników

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 9: praca w trybie automatycznym i ustawiania, procedura załadunku z zasadą dotyczącą urządzenia wspomagającego podnoszenie (do 15 kg ręcznie, powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie zapewnionego na miejscu przez użytkownika maszyny), reakcja na zadziałanie kurtyny świetlnej, potwierdzenie po zatrzymaniu awaryjnym.

Instrukcja konserwacji i utrzymania ruchu OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Interwały konserwacji, plany smarowania, części ulegające zużyciu, lista części zamiennych

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 10 z planem konserwacji, półrocznym badaniem funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05, badaniem ryglowania osłony zgodnie z EN ISO 14119, wymianą wkładu filtracyjnego z użyciem systemu bag-in/bag-out, konserwacją wstępnego separatora iskier, czujnika temperatury i przepustnic odcinających odciągu dymów spawalniczych oraz ustępem o wymaganiach dotyczących czyszczenia i odcięcia energii (LOTO) przed pracami mechanicznymi, elektrycznymi i pneumatycznymi.

Usuwanie usterek OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Typowe usterki, diagnostyka usterek, środki zaradcze

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 10, część dotycząca usuwania usterek z tabelą usterek (załącznik III pkt 1.7.4.2 rozporządzenia w sprawie maszyn). Diagnostyka z zewnątrz przy włączonej celi, interwencje wewnątrz celi w trybie ustawiania z urządzeniem zezwalającym, prace mechaniczne, elektryczne i pneumatyczne dopiero po odcięciu energii i zabezpieczeniu przed ponownym włączeniem (czas rozładowania co najmniej 1 minuta); dostęp wyłącznie przez drzwi serwisowe z blokadą.

Wycofanie z eksploatacji i utylizacja OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Instrukcja bezpiecznego demontażu i wskazówki dotyczące utylizacji

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 11: odpowietrzenie pneumatyki przez bezpieczny zawór odpowietrzający, odczekanie czasu rozładowania kondensatorów obwodu pośredniczącego DC (zmierzono 1,9 s do ≤ 60 V; czas oczekiwania co najmniej 1 minuta), utylizacja wkładów filtracyjnych odciągu dymów spawalniczych jako odpadów niebezpiecznych, demontaż w odwrotnej kolejności do montażu.

Wartości emisji hałasu OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Poziom emisji ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy LpA, szczytowy poziom ciśnienia akustycznego LpC,peak od 130 dB(C) oraz poziom mocy akustycznej LWA, każdy z niepewnością pomiaru, a także metoda pomiaru i warunki eksploatacji

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 3 zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4.2 lit. u rozporządzenia w sprawie maszyn: poziom ciśnienia akustycznego emisji LpA 84 dB(A) na stanowisku załadunku, niepewność K = 2,5 dB, poziom mocy akustycznej ważony A LWA 96 dB(A) z niepewnością KWA = 3 dB, ponieważ LpA przekracza 80 dB(A). LpA wyznaczono zgodnie z EN ISO 11202, LWA zgodnie z EN ISO 3746, podano zgodnie z EN ISO 4871.

Dane dotyczące drgań (jeżeli dotyczy) Nie dotyczy

Zawsze podawać drgania działające na kończyny górne (wartość całkowitą drgań, przy powtarzających się uderzeniach dodatkowo wartość średnią amplitudy szczytowej, każdą z niepewnością pomiaru; próg deklaracji już nie obowiązuje) zgodnie z rozporządzeniem w sprawie maszyn, załącznik III pkt 2.2.1.1; w przypadku maszyn przemieszczających się dodatkowo podać drgania działające na całe ciało (> 0,5 m/s²) lub wskazać, że wartość ta nie jest przekroczona, zgodnie z pkt 3.6.3.1

Notatka: Nie dotyczy: maszyna jest stacjonarna, nie ma ręcznie trzymanego ani ręcznie prowadzonego elementu obsługi ani stanowiska pracy w pozycji siedzącej. Drgania przenoszone na kończyny górne mierzalne przy pulpicie sterowniczym są poniżej wartości progowej działania; dowód w RSZ-2600-VIB-001.

8. Ocena zgodności, produkcja i przechowywanie (10/10)

Zakończenie procedury oceny zgodności, deklaracje włączonych wyrobów oraz środki, za pomocą których zgodność jest utrzymywana w produkcji · Załącznik IV część A lit. h, j, k i l rozporządzenia w sprawie maszyn, załącznik V część A rozporządzenia w sprawie maszyn (deklaracja zgodności), art. 23 i 24 rozporządzenia w sprawie maszyn (oznakowanie CE), art. 10 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn (przechowywanie)

Deklaracja zgodności UE sporządzona OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Zgodnie z załącznikiem V część A rozporządzenia w sprawie maszyn, ze wszystkimi wymaganymi informacjami

Notatka: Przygotowana, jeszcze niepodpisana (podpis planowany przy pierwszym wprowadzeniu do obrotu 15 marca 2027 r.): deklaracja zgodności UE (dokument wewnętrzny nr RSZ-2600-KE-001, zarchiwizowany w PDM) zgodnie z załącznikiem V część A rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230. Procedura oceny zgodności: wewnętrzna kontrola produkcji (moduł A) zgodnie z art. 25 ust. 4 w związku z załącznikiem VI do rozporządzenia w sprawie maszyn; maszyna nie należy do żadnej kategorii z załącznika I do rozporządzenia w sprawie maszyn, ani części A, ani części B. Przejście na rozporządzenie w sprawie maszyn: pierwsze wprowadzenie do obrotu jest planowane na marzec 2027 r., a więc przypada po dacie rozpoczęcia stosowania rozporządzenia w sprawie maszyn (UE) 2023/1230 w dniu 20 stycznia 2027 r.; maszynę należy oceniać w całości według tego rozporządzenia. Dopiero przyspieszenie wprowadzenia do obrotu na termin przed 20 stycznia 2027 r. spowodowałoby zastosowanie dyrektywy maszynowej 2006/42/WE.

Deklaracje zgodności włączonych maszyn i wyrobów Zrealizowano

W stosownych przypadkach kopie deklaracji zgodności UE dla włączonych maszyn, produktów powiązanych oraz produktów objętych innym unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym (załącznik IV część A lit. k rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Dostępne są kopie deklaracji zgodności włączonych wyrobów z oznakowaniem CE: źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu (dyrektywa niskonapięciowa i dyrektywa EMC), zespół odciągu dymów spawalniczych, elementy bezpieczeństwa: kurtyna świetlna typu 4, sterownik PLC bezpieczeństwa i urządzenie blokujące z ryglowaniem, a także komponenty istotne dla zaburzeń z listy komponentów EMC (sprawozdania z badań EMC). Zarchiwizowane w systemie PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, dokumentacja dostawców. Robot jest objęty deklaracjami włączenia.

Deklaracje włączenia i instrukcje montażu włączonych maszyn nieukończonych Zrealizowano

W stosownych przypadkach unijna deklaracja włączenia zgodnie z załącznikiem V część B rozporządzenia w sprawie maszyn oraz instrukcja montażu zgodnie z załącznikiem XI rozporządzenia w sprawie maszyn dla każdej włączonej maszyny nieukończonej (załącznik IV część A lit. j rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Unijna deklaracja włączenia zgodnie z załącznikiem V część B rozporządzenia w sprawie maszyn oraz instrukcja montażu zgodnie z załącznikiem XI tego rozporządzenia od producenta robota dla przemysłowego robota przegubowego ze sterownikiem robota i pulpitem programowania. Warunki montażu oceniono w ocenie ryzyka zespołu maszyn i uwzględniono w rozdziale 8 instrukcji obsługi. Nie włączono żadnych innych maszyn nieukończonych. Zarchiwizowane w systemie PDM Muster Maschinenbau, projekt MUSTER-2026-001, dokumentacja dostawców.

Certyfikat jednostki notyfikowanej lub dowód pełnego zastosowania norm Nie dotyczy

Tylko w przypadku maszyn wymienionych w załączniku I rozporządzenia w sprawie maszyn: certyfikat jednostki notyfikowanej zgodnie z art. 25 ust. 2 i 3 rozporządzenia w sprawie maszyn lub, o ile jest to dopuszczalne, dowód pełnego zastosowania norm zharmonizowanych (moduł A, załącznik VI rozporządzenia w sprawie maszyn)

Uzasadnienie (n/d): Zrobotyzowana cela spawalnicza nie należy do żadnej kategorii z załącznika I do rozporządzenia w sprawie maszyn, ani części A, ani części B. Procedurą oceny zgodności jest wewnętrzna kontrola produkcji (moduł A) zgodnie z art. 25 ust. 4 w związku z załącznikiem VI do rozporządzenia w sprawie maszyn; certyfikat jednostki notyfikowanej nie jest wymagany. Dokumentacją dla modułu A jest niniejsza dokumentacja techniczna.

Środki zapewniające zgodność w trakcie produkcji OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Opis środków, za pomocą których producent zapewnia w trakcie produkcji zgodność maszyny ze specyfikacjami projektowymi (załącznik IV część A lit. h rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Pojedynczy egzemplarz: zgodność ze specyfikacjami projektowymi jest zapewniana w trakcie wytwarzania następującymi środkami: wytwarzanie i montaż zgodnie ze zwolnionym zestawem rysunków RSZ-2600-ZG-001 do -042 (rew. B) oraz schematami elektrycznymi i pneumatycznymi, zmiany wyłącznie według procedury zmian w systemie PDM Muster Maschinenbau; kontrola wejściowa zakupionych części istotnych dla bezpieczeństwa względem specyfikacji zamówienia i deklaracji zgodności dostawcy; badania zgodnie ze sprawozdaniami z badań RSZ-2600-PRP-001 i RSZ-2600-ELP-001, walidacja funkcji bezpieczeństwa zgodnie z RSZ-2600-VAL-001 oraz odbiór fabryczny RSZ-2600-FAT-001 z potwierdzeniem zwolnienia; porównanie zainstalowanej wersji oprogramowania związanego z bezpieczeństwem z wersją i sumą kontrolną w protokole odbioru. Nadal otwarte jest uzupełnienie kontroli produkcyjnej o zwolnienie oprogramowania i kontrolę podatności zgodnie z aktem o cyberodporności (sekcja Cyberbezpieczeństwo, punkt procesy produkcji i monitorowania).

W przypadku produkcji seryjnej: zestawienie wewnętrznie podjętych środków Nie dotyczy

W przypadku maszyn produkowanych seryjnie wykaz wewnętrznych środków zapewniających zgodność wszystkich wyprodukowanych egzemplarzy z rozporządzeniem (załącznik IV część A lit. l rozporządzenia w sprawie maszyn)

Uzasadnienie (n/d): Brak produkcji seryjnej: RSZ-2600 jest maszyną specjalną wytwarzaną jako pojedynczy egzemplarz o numerze seryjnym RSZ2600-2026-0001, nie serią. Środki zapewniające zgodność w trakcie wytwarzania opisano w poprzednim punkcie. Pojęcie produkcji seryjnej w zamierzonym użytkowaniu odnosi się do przedmiotów użytkownika maszyny, nie do celi.

Badania próbek, skargi, niezgodności i wycofania z rynku Zrealizowano

Uwzględnianie zmian w produkcji, konstrukcji lub zastosowanych normach w produkcji seryjnej; jeżeli jest to właściwe ze względu na ryzyko, przeprowadzanie badań próbek udostępnionych maszyn i analizowanie ich wyników; w razie potrzeby prowadzenie rejestru skarg, maszyn niezgodnych i wycofań z rynku oraz informowanie o nich dystrybutorów (art. 10 ust. 4 rozporządzenia w sprawie maszyn)

Notatka: Pojedynczy egzemplarz: badanie próbek z bieżącej produkcji seryjnej nie ma zastosowania. Reklamacje, niezgodności i ewentualne wycofania z rynku producent rejestruje w rejestrze reklamacji swojego systemu zarządzania jakością; zmiany konstrukcji lub stosowanych norm są obsługiwane w ramach procedury zmian w systemie PDM i przypisywane do dokumentacji technicznej. Cela jest dostarczana bezpośrednio do użytkownika maszyny; nie uczestniczą w tym żadni dystrybutorzy.

Oznakowanie CE OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Dobrze widoczne, czytelne i trwałe na maszynie, forma i minimalna wysokość zgodnie z załącznikiem II do rozporządzenia (WE) nr 765/2008 (art. 30); w przypadku procedury z udziałem jednostki notyfikowanej za oznakowaniem umieszcza się jej numer identyfikacyjny (art. 24 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn); umieszczone przed wprowadzeniem do obrotu (art. 24 ust. 2); jeżeli nie zostało jeszcze umieszczone, należy zapisać stan w uwadze

Notatka: Przygotowane, jeszcze nienaniesione: oznakowanie CE zgodnie z art. 23 i 24 rozporządzenia w sprawie maszyn na tabliczce znamionowej, wysokość znaków 10 mm, trwałe, widoczne i czytelne. Tabliczka z oznakowaniem CE zostanie umieszczona na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej po podpisaniu deklaracji zgodności.

Tabliczka znamionowa OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Minimalne informacje zgodnie z art. 10 ust. 5 i 6 rozporządzenia w sprawie maszyn: oznaczenie, rok budowy, model, seria lub typ, partia lub numer seryjny, nazwa producenta, zarejestrowana nazwa handlowa lub zarejestrowany znak towarowy, adres pocztowy i strona internetowa lub adres e-mail producenta, oznakowanie CE; jeśli tabliczka nie jest jeszcze umieszczona, jej stan należy podać w notatce

Notatka: Tabliczka znamionowa zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.3 rozporządzenia w sprawie maszyn wykonana i sprawdzona pod kątem kompletności (Muster Maschinenbau GmbH z pełnym adresem, strona internetowa www.muster-maschinenbau.example i adres e-mail service@muster-maschinenbau.example jako cyfrowy punkt kontaktowy zgodnie z art. 10 ust. 6 rozporządzenia w sprawie maszyn, nazwa Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600, oznaczenie serii lub typu, numer seryjny, rok budowy 2026, oznakowanie CE). Tabliczka z oznakowaniem CE zostanie umieszczona na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej po podpisaniu deklaracji zgodności.

Dokumentacja techniczna przechowywana przez 10 lat OBOWIĄZKOWE Zrealizowano

Co najmniej dziesięć lat od wprowadzenia do obrotu lub oddania do użytku (art. 10 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn), obowiązek przechowywania spoczywa na producencie

Notatka: Przechowywanie zgodnie z art. 10 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn przez co najmniej dziesięć lat od wprowadzenia maszyny do obrotu. Archiwizacja w systemie PDM producenta (Muster Maschinenbau GmbH); odpowiedzialność ponosi producent (art. 10 ust. 3 rozporządzenia w sprawie maszyn).

9. Cyberbezpieczeństwo (CRA) (11/13)

Dokumentacja techniczna zgodnie z załącznikiem VII aktu o cyberodporności, w zakresie, w jakim poszczególne punkty mają znaczenie dla produktu. W przypadku egzemplarza wprowadzonego do obrotu przed 11 grudnia 2027 jest to dobrowolne przygotowanie, które staje się obowiązkowe dopiero po istotnej modyfikacji od tego dnia (art. 69 ust. 2 CRA); dla egzemplarzy od 11 grudnia 2027 jest obowiązkowa (art. 71 ust. 2 CRA). Bez potwierdzonej daty klasyfikacja pozostaje otwarta. · Załącznik VII rozporządzenia (UE) 2024/2847 (CRA), art. 13 ust. 12 i art. 31 CRA

Przeznaczenie Zrealizowano

Załącznik VII pkt 1 lit. a CRA

Notatka: Przeznaczenie w raporcie CRA (zakres oceny) oraz w instrukcji obsługi, rozdział Bezpieczeństwo.

Wersje oprogramowania wpływające na zgodność Zrealizowano

Załącznik VII pkt 1 lit. b CRA

Notatka: Zwolnione wersje oprogramowania z sumami kontrolnymi w wykazie komponentów oprogramowania RSZ-2600-SBOM-001 oraz w protokole odbioru.

Fotografie lub ilustracje (produkty sprzętowe) Zrealizowano

Załącznik VII pkt 1 lit. c CRA

Notatka: Widok ogólny i rysunek rozmieszczenia celi w dokumentacji technicznej zgodnie z załącznikiem IV do rozporządzenia w sprawie maszyn.

Informacje i instrukcje dla użytkowników zgodnie z załącznikiem II Zrealizowano

Załącznik VII pkt 1 lit. d CRA

Notatka: Instrukcja obsługi, rozdział 13 Cyberbezpieczeństwo.

Informacje o projekcie i architekturze systemu Zrealizowano

Załącznik VII pkt 2 lit. a CRA

Notatka: Plan sieci z siecią celi, bramą i segmentem MES (NET-01), diagram przepływu danych DFP-01, interfejsy i zasoby w raporcie CRA.

Procesy postępowania z podatnościami, SBOM, skoordynowane ujawnianie podatności, kontakt, dystrybucja aktualizacji

Zrealizowano

Załącznik VII pkt 2 lit. b CRA

Notatka: Procedura VA-SEC-04, wykaz komponentów oprogramowania RSZ-2600-SBOM-001, polityka skoordynowanego ujawniania podatności, adres kontaktowy, koncepcja aktualizacji UPD-01.

Procesy produkcji i monitorowania Otwarte

Załącznik VII pkt 2 lit. c CRA

Notatka: Zwolnienie oprogramowania i kontrola podatności zostaną dodane do badania produkcyjnego do końca 2026 r.

Ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa Zrealizowano

Załącznik VII pkt 3 CRA

Notatka: Raport CRA: zakres oceny, interfejsy i zasoby, ocena ryzyka, macierz wymagań.

Uzasadnienie określenia okresu wsparcia Zrealizowano

Załącznik VII pkt 4 CRA

Notatka: Raport CRA, sekcja Okres wsparcia (12 lat, do 03/2039, z uzasadnieniem).

Zastosowane normy, specyfikacje i programy certyfikacji Zrealizowano

Załącznik VII pkt 5 CRA

Notatka: Nie opublikowano w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej żadnej normy zharmonizowanej do aktu o cyberodporności (stan na 17 września 2026 r.); IEC 62443-4-1 i IEC 62443-4-2 stosowane jako wytyczne, bez domniemania zgodności.

Sprawozdania z badań i testów Otwarte

Załącznik VII pkt 6 CRA

Notatka: Dostępne są raporty NET-T-02 i RST-01; test penetracyjny na celi referencyjnej nastąpi przed wprowadzeniem do obrotu.

Kopia deklaracji zgodności UE Nie dotyczy

Załącznik VII pkt 7 CRA

Uzasadnienie (n/d): Wprowadzenie do obrotu 15 marca 2027 r., czyli przed 11 grudnia 2027 r.: główne obowiązki aktu o cyberodporności nie mają zastosowania do tej jednostki (art. 69 ust. 2 i art. 71 ust. 2 CRA), w związku z czym nie ma deklaracji zgodności UE na podstawie tego rozporządzenia.

SBOM na uzasadniony wniosek Zrealizowano

Załącznik VII pkt 8 CRA

Notatka: Wykaz komponentów oprogramowania RSZ-2600-SBOM-001 istnieje dla każdej wersji oprogramowania i jest udostępniany organowi nadzoru rynku na uzasadniony wniosek.

5. Sprawozdania z badań

Badania bezpieczeństwa i funkcjonalne

1. Badanie elektryczne zgodnie z EN 60204-1

Badanie bezpieczeństwa elektrycznego układu sterowania maszyny · EN 60204-1:2018

Badanie przewodu ochronnego (pomiar ciągłości) OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Badanie 1 wg EN 60204-1 punkt 18.2: ciągłość obwodu połączeń ochronnych, rezystancja między zaciskiem PE a wszystkimi dostępnymi dotykowo częściami przewodzącymi, mierzona prądem probierczym od 0,2 A do 10 A ze źródła PELV

Wartość pomiaru (Ω): 0,08 Ω (PE do najdalszego dostępnego punktu, punkt uziemienia ogrodzenia obwodowego)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Impedancja pętli zwarcia i warunki samoczynnego wyłączenia OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Badanie 2 zgodnie z EN 60204-1 punkt 18.2: zmierzyć impedancję pętli zwarcia i wykazać przydatność odpowiedniego zabezpieczenia nadprądowego do samoczynnego wyłączenia w układzie TN

Wartość pomiaru Zs (Ω): Zs = 0,28 Ω, warunek wyłączenia spełniony przy 63 A gG

Data badania: 17/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Pomiar rezystancji izolacji Pozytywny

Badanie zgodnie z EN 60204-1 punkt 18.3: pomiar między przewodami czynnymi a obwodem ochronnym przy 500 V DC; rezystancja izolacji co najmniej 1 MΩ (w poszczególnych odcinkach z pierścieniami ślizgowymi itp. co najmniej 50 kΩ). Zgodnie z punktem 18.1 bez normy wyrobu nie wchodzi ono w skład minimalnego zakresu (obejmuje on zawsze badania a, b, c i h); jeżeli wymaga go norma typu C, należy je przeprowadzić.

Wartość pomiaru (MΩ): > 100 MΩ przy 500 V DC (wszystkie obwody główne względem PE)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Próba napięciowa / próba wytrzymałości elektrycznej Nie dotyczy

Próba napięciowa zgodnie z EN 60204-1 punkt 18.4: napięcie probiercze = 2 × znamionowe napięcie zasilania lub 1000 V, w zależności od tego, która wartość jest WIĘKSZA, przez ok. 1 sekundę. WCZEŚNIEJ odłączyć urządzenia nieprzewidziane na to napięcie probiercze (przemienniki częstotliwości, zasilacze, elektronika). Zgodnie z punktem 18.1 bez normy wyrobu nie wchodzi ona w skład minimalnego zakresu (obejmuje on zawsze badania a, b, c i h); jeżeli wymaga jej norma typu C, należy ją przeprowadzić.

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Próby napięciowej zgodnie z 18.4 nie przeprowadzono (badanie opcjonalne; należałoby odłączyć przemienniki częstotliwości i elektronikę). Dowód przedstawiono przez 18.2 (przewód ochronny, impedancja pętli), 18.3 (rezystancja izolacji) i 18.5 (napięcie resztkowe).

Badanie napięcia resztkowego Pozytywny

Badanie zgodnie z EN 60204-1 punkt 18.5: po odłączeniu zasilania napięcie resztkowe na dostępnych częściach czynnych musi spaść w ciągu 5 s do 60 V lub mniej (w złączach wtykowych bez ochrony przed dotykiem: w ciągu 1 s). Zgodnie z punktem 18.1 bez normy wyrobu nie wchodzi ono w skład minimalnego zakresu (obejmuje on zawsze badania a, b, c i h); jeżeli wymaga go norma typu C, należy je przeprowadzić.

Czas rozładowania do ≤ 60 V (s): 1,9 s do ≤ 60 V (obwód pośredniczący DC źródła prądu spawania)

Data badania: 17/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Sprawdzono funkcję zatrzymania awaryjnego (elektrycznie) OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Sprawdzono działanie wszystkich urządzeń zatrzymania awaryjnego oraz sposób ich odblokowania

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Zgodność ze schematem elektrycznym OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Okablowanie jest zgodne ze schematem elektrycznym, zastosowano tulejki żyłowe, oznaczenia są obecne

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Udokumentowano środki EMC Pozytywny

Przewody ekranowane, układ filtrów, koncepcja uziemienia

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

2. Badanie funkcjonalne urządzeń bezpieczeństwa

Badanie i walidacja wszystkich funkcji związanych z bezpieczeństwem · EN ISO 13849-1 / EN ISO 13849-2 / EN IEC 62061 / EN 60204-1:2018 punkt 18.6 / EN ISO 14119 / EN ISO 14120

Bezpieczeństwo funkcjonalne: 5 z 5 funkcji bezpieczeństwa z udokumentowaną walidacją.

Zatrzymanie awaryjne: wszystkie stanowiska i tryby pracy OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Zatrzymanie awaryjne zatrzymuje wszystkie niebezpieczne ruchy w każdym trybie pracy

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Osłony blokujące (drzwi i bramki) OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Otwarcie zatrzymuje maszynę, samo zamknięcie nie uruchamia jej ponownie (blokada ponownego rozruchu)

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Czy wymagane jest ryglowanie osłony? Czas zatrzymania a czas dostępu OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Czas zatrzymania ruchu niebezpiecznego porównany z czasem, w którym osoba po otwarciu osłony dociera do strefy niebezpiecznej (zbliżanie wg EN ISO 13855); jeżeli strefa niebezpieczna jest osiągalna, zanim zagrożenie ustanie, ryglowanie osłony jest zastosowane i skuteczne (EN ISO 14119)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Ryglowanie wymagane i zastosowane: przestrzeń robocza robota i stołu obrotowego znajduje się bezpośrednio za drzwiami serwisowymi, dlatego po ich otwarciu osoba dociera do niej bez pokonywania istotnej odległości. Całkowity czas zatrzymania robota i stołu obrotowego wynosi 250 ms (zmierzony dla SF-02), a po jego upływie musi również zgasnąć łuk; zagrożenie ustaje zatem później, niż można dotrzeć do strefy niebezpiecznej. Konstrukcja zgodnie z EN ISO 14119:2025 na zasadzie prądu spoczynkowego; drzwi są zwalniane dopiero po monitorowaniu bezruchu robota i stołu obrotowego oraz po zgaśnięciu łuku (SF-01, PL d), zbadane zgodnie z planem walidacji RSZ-2600-VAL-001.

Ochrona przed obejściem blokady OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Oceniono motywację do obejścia (np. utrudnione ustawianie lub usuwanie usterek) i zastosowano środki przeciwko łatwemu obejściu, np. zakodowane elementy uruchamiające, ukryty lub chroniony montaż, monitorowanie wiarygodności (EN ISO 14119)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Oceniono motywację do obchodzenia: uczenie, testowanie programów i wyszukiwanie usterek są możliwe w trybie ustawiania z bezpiecznie zmniejszoną prędkością i urządzeniem zezwalającym (SF-05) bez mostkowania drzwi serwisowych; nie istnieje eksploatacyjna zachęta do obchodzenia blokady. Środki zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 8: elementy uruchamiające o wysokim poziomie kodowania, łączniki i elementy uruchamiające zamocowane nierozłącznymi elementami złącznymi, panele ogrodzenia obwodowego zdejmowane wyłącznie za pomocą narzędzia (zagrożenie nr 3). Kontrola wzrokowa kodowania i mocowania bez uwag.

Bariera świetlna / AKAS / kurtyna świetlna (ESPE) OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Przerwanie zatrzymuje niebezpieczny ruch; jeśli zastosowano muting: muting jest prawidłowo skonfigurowany i nadzorowany

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Kurtyna świetlna typu 4 na stanowisku załadunku zweryfikowana (SF-02); muting nie jest przewidziany w tej instalacji (ten punkt weryfikacji nie ma więc zastosowania).

Blokada ponownego rozruchu po zaniku zasilania OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Brak niespodziewanego ponownego rozruchu po powrocie napięcia

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Przełącznik wyboru trybu pracy OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Przełączanie między trybami pracy przebiega prawidłowo, zmniejszona prędkość w trybie ustawiania

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Walidacja względem specyfikacji wymagań bezpieczeństwa OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Sprawdzono dla każdej funkcji bezpieczeństwa: zdarzenie wyzwalające, reakcja maszyny, stan bezpieczny, tryby pracy, zachowanie przy zaniku zasilania i warunki ponownego uruchomienia są zgodne ze specyfikacją (EN ISO 13849-1 rozdział 5, walidacja wg EN ISO 13849-2)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Walidacja zgodnie z planem walidacji RSZ-2600-VAL-001 na celi referencyjnej dla SF-01 do SF-05: dla każdej funkcji bezpieczeństwa sprawdzono względem specyfikacji w module Bezpieczeństwo funkcjonalne zdarzenie wyzwalające, reakcję maszyny, stan bezpieczny, skuteczność w trybach pracy Automatyczny i Ustawianie, zachowanie przy zaniku zasilania oraz warunki ponownego rozruchu, bez odchyleń.

Przeprowadzono symulację uszkodzeń dla każdego kanału OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Analiza i badanie wg rozdziału 5 i załączników EN ISO 13849-2: symulowano pojedyncze uszkodzenia dla każdego kanału, funkcja bezpieczeństwa zostaje zachowana lub maszyna przechodzi w stan bezpieczny

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Symulacja uszkodzeń zgodnie z EN ISO 13849-2 dla SF-01 do SF-05 (RSZ-2600-VAL-001): zasymulowano przerwanie i zwarcie poprzeczne dla każdego kanału wejściowego, sklejenie styków każdego stycznika w obwodzie sprzężenia zwrotnego oraz awarię każdego toru wyłączania. W każdym przypadku funkcja bezpieczeństwa została zachowana albo sterownik PLC bezpieczeństwa wykrył uszkodzenie, zatrzymał maszynę i zablokował ponowny rozruch.

Zmierzono czas reakcji funkcji bezpieczeństwa Pozytywny

Zmierzony czas od zadziałania do stanu bezpiecznego; wielkość wejściowa dla minimalnej odległości wg EN ISO 13855 i dowód określonego czasu reakcji

Czas reakcji (ms): 250 ms (SF-02, od przerwania kurtyny świetlnej do bezruchu robota i stołu obrotowego; wartość wejściowa T zgodnie z EN ISO 13855)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

3. Badania mechaniczne

Bezpieczeństwo mechaniczne i wytrzymałość · EN ISO 12100 / normy typu C dotyczące konkretnych maszyn

Ogrodzenie ochronne: odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13857 OBOWIĄZKOWE

Pozytywny

Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięgnięcie do stref niebezpiecznych kończynami górnymi: wysokość strefy niebezpiecznej, wysokość konstrukcji ochronnej oraz odległość lub rozmiar otworu udokumentowane względem tabel EN ISO 13857

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Mocowanie osłon OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Zdejmowane wyłącznie przy użyciu narzędzia, brak luźnych połączeń

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Zmierzono całkowity czas zatrzymania T OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Czas od zadziałania urządzenia ochronnego do zatrzymania niebezpiecznego ruchu, łącznie z czasem reakcji urządzenia ochronnego i układu sterowania (EN ISO 13855)

Czas zatrzymania T (ms): 250 ms (całkowity czas zatrzymania T dla SF-02 wraz z czasem reakcji kurtyny świetlnej i sterownika PLC bezpieczeństwa, zmierzony na robocie i stole obrotowym)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Ustalono prędkość zbliżania K OBOWIĄZKOWE Pozytywny

K wg EN ISO 13855 dla danego sposobu zbliżania (zbliżanie prostopadłe do kurtyny świetlnej zwykle 2000 mm/s, przy większej odległości 1600 mm/s)

K (mm/s): 1600 mm/s (EN ISO 13855:2024, zbliżanie prostopadłe do pola ochronnego kurtyny świetlnej na stanowisku załadunku; przy K = 2000 mm/s S przekracza 500 mm, dlatego K = 1600 mm/s)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Ustalono dodatek C OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Dodatek na wniknięcie w strefę niebezpieczną przed zadziałaniem, zależny od rozdzielczości i rozmieszczenia urządzenia ochronnego (EN ISO 13855)

C (mm): 128 mm (odległość dodatkowa na sięganie przez pole ochronne, 8 × (d – 14) przy zdolności wykrywania d = 30 mm, EN ISO 13855:2024)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Obliczono minimalną odległość S OBOWIĄZKOWE Pozytywny

S = K × T + C wg EN ISO 13855, obliczone ze zmierzonym całkowitym czasem zatrzymania

Minimalna odległość S (mm): 528 mm (S = K × T + C = 1600 mm/s × 0,25 s + 128 mm; zapas 72 mm względem zrealizowanej odległości jest dostępny dla odległości dodatkowej Z zgodnie z EN ISO 13855:2024)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Zmierzono rzeczywistą odległość OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Rzeczywista odległość między urządzeniem ochronnym a strefą niebezpieczną na zbudowanej maszynie; musi wynosić co najmniej obliczoną minimalną odległość S

Rzeczywista odległość (mm): 600 mm (między polem ochronnym kurtyny świetlnej a najbliższym miejscem niebezpiecznym na stanowisku czołowym, co najmniej S = 528 mm)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Pomiar drogi wybiegu Pozytywny

Droga, jaką niebezpieczny ruch pokonuje jeszcze po zadziałaniu; wraz z czasem zatrzymania T stanowi wielkość wejściową dla minimalnej odległości wg EN ISO 13855

Droga wybiegu (mm): 45 mm (stół obrotowy po przerwaniu kurtyny świetlnej, SF-02; dopuszczalne ≤ 60 mm)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Stateczność / kotwienie OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Maszyna ustawiona i zakotwiona w sposób zabezpieczający przed przewróceniem

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Wyeliminowano zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem Pozytywny

Przewody i węże ułożone, rozlany olej usunięty

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

4. Hydraulika / pneumatyka

Badanie układów hydraulicznych i pneumatycznych · EN ISO 4413 / EN ISO 4414

Próba ciśnieniowa OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Ciśnienie w układzie mieści się w specyfikacji, zawór ograniczający ciśnienie jest sprawny

Ciśnienie w układzie (bar): 6,0 bar (ciśnienie w układzie; ciśnienie zadziałania zaworu ograniczającego ciśnienie 7,5 bar zweryfikowano)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Badanie szczelności OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Brak widocznych wycieków na złączach, wężach i siłownikach

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Stan węży / przewodów OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Brak załamań, miejsc przetarcia i starzenia. Zabezpieczenie przed rozerwaniem jest zamontowane

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Udokumentowano usuwanie ciśnienia resztkowego OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Istnieje procedura usuwania ciśnienia z układu na czas konserwacji

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

5. Emisja hałasu

Wyznaczenie wartości emisji hałasu do podania w instrukcji obsługi · EN ISO 11201 / EN ISO 11202 / EN ISO 11204 / EN ISO 3744 / EN ISO 3746 / EN ISO 4871 (uwzględnić normę pomiaru hałasu z normy typu C)

Narażenie na hałas na stanowisku pracy (w Niemczech LärmVibrationsArbSchV wdrażające dyrektywę 2003/10/WE) ocenia użytkownik (podmiot eksploatujący). Nie stanowi ono podstawy badań producenta i nie zastępuje pomiaru emisji.

Wyznaczono poziom ciśnienia akustycznego emisji OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Poziom ciśnienia akustycznego na stanowisku operatora i w innych istotnych miejscach; także podanie, że „LpA nie przekracza 70 dB(A)", wymaga tego potwierdzenia

LpA (dB(A)): LpA = 84 dB(A), K = 2,5 dB (EN ISO 11202, stanowisko załadunku)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Wyznaczono poziom mocy akustycznej OBOWIĄZKOWE Pozytywny

LWA zgodnie z EN ISO 3744 lub EN ISO 3746 (do podania, jeśli LpA przekracza 80 dB(A))

LWA (dB(A)): LWA = 96 dB(A) (EN ISO 3746)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Wyznaczono szczytowy poziom ciśnienia akustycznego z korekcją C OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Wyznaczyć LpC,peak na stanowiskach pracy; należy go podać, gdy przekracza 63 Pa (130 dB w odniesieniu do 20 µPa)

LpC,peak (dB(C)): 122 dB(C) (LpC,peak na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202; poniżej 130 dB(C), dlatego w instrukcji obsługi nie jest wymagana informacja)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Wyznaczono niepewność pomiaru dla każdej wartości hałasu OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Do każdej podanej wartości emisji hałasu należy odpowiednia niepewność K (EN ISO 4871); bez niej informacja w instrukcji obsługi jest niepełna

Niepewność K (dB): KpA = 2,5 dB dla LpA = 84 dB(A), KWA = 3 dB dla LWA = 96 dB(A) (EN ISO 4871)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Zastosowana metoda pomiaru jest udokumentowana OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Wskazać normę pomiarową, klasę dokładności i punkty pomiarowe: norma pomiaru hałasu odpowiedniej normy typu C, w przeciwnym razie EN ISO 11201/11202/11204 dla emisji ciśnienia akustycznego lub EN ISO 3744/3746 dla mocy akustycznej

Norma pomiarowa / klasa dokładności: EN ISO 11202:2010 dla LpA i LpC,peak na stanowisku załadunku (klasa dokładności 2), EN ISO 3746:2010 dla LWA (klasa dokładności 3), podanie i weryfikacja zgodnie z EN ISO 4871:2009; sprawozdanie z pomiaru RSZ-2600-LRM-001

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Opisano warunki eksploatacji podczas pomiaru OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Stan pracy, obciążenie, obrabiany materiał i ustawienie podczas pomiaru zostały zapisane i są podawane w instrukcji obsługi

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Tryb automatyczny z zatwierdzonym programem spawania przy czasie cyklu ok. 90 sekund, aktywne spawanie MAG, stół obrotowy w ruchu, odciąg dymów spawalniczych w pracy, drzwi serwisowe zamknięte; punkt pomiarowy na stanowisku załadunku przed otworem załadunku (osoba stojąca). Odtworzone w rozdziale 3 instrukcji obsługi oraz w sprawozdaniu z pomiaru RSZ-2600-LRM-001.

Informacja o hałasie wpisana do instrukcji obsługi OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Podano wartości emisji hałasu zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4.2 lit. u) rozporządzenia w sprawie maszyn, każdą wartość wraz z jej niepewnością, a także metodę pomiaru i warunki eksploatacji; przy LpA ≤ 70 dB(A) wprost informację o nieprzekraczaniu tego poziomu

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

6. Substancje niebezpieczne

Wychwytywanie i zabezpieczenie uwalnianych substancji niebezpiecznych · EN ISO 12100 / EN ISO 14123-1:2015

Ocena ryzyka dla prac z substancjami niebezpiecznymi, środki ochronne na stanowisku pracy oraz instruktaż pracowników należą do obowiązków użytkownika (w Niemczech GefStoffV i TRGS). Producent dostarcza w tym celu informacje zawarte w instrukcji obsługi.

Zidentyfikowano uwalniane substancje niebezpieczne OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Rodzaj i ilość substancji uwalnianych podczas zamierzonego użytkowania (np. dym spawalniczy, ozon, pyły, mgła chłodziw, rozpuszczalniki) zostały zarejestrowane

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Wychwytywanie w miejscu powstawania OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Odciąg wychwytuje substancje u źródła (ma pierwszeństwo przed środkami wentylacji pomieszczeń, EN ISO 12100 pkt 6.3.4.4)

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Badanie skuteczności odciągu OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Skuteczność wychwytywania lub strumień objętości powietrza i prędkość wychwytywania zostały zmierzone i udokumentowane

Strumień objętości (m³/h): 1800 m³/h (wydajność odciągu przy okapie, próg alarmu usterki 1400 m³/h)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Klasa filtra/separacji i monitorowanie OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Klasa filtra dobrana do substancji (np. klasa dymów spawalniczych W3), określono monitorowanie filtra i interwał konserwacji

Klasa filtra/dymów spawalniczych: Klasa separatora dymów spawalniczych W3

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Szczelność części przewodzących substancje OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Przewody, obudowy i połączenia elementów przewodzących substancje są szczelne; brak niekontrolowanego uwolnienia

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Informacje w instrukcji obsługi OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Rodzaj substancji niebezpiecznych, wymagana wydajność odciągu, wymiana filtrów i środki ochrony indywidualnej są opisane w instrukcji obsługi

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

7. Odbiór / zwolnienie

Odbiór końcowy i dokumentacja · EN ISO 12100 / załącznik I pkt 1.7.4 dyrektywy maszynowej lub załącznik III pkt 1.7.4 rozporządzenia w sprawie maszyn

Badanie przed pierwszym oddaniem do użytku, badania okresowe oraz przeszkolenie pracowników należą do obowiązków użytkownika (w Niemczech BetrSichV i ArbSchG). Producent przekazuje w tym celu dokumentację.

Kontrola wzrokowa wszystkich osłon i urządzeń ochronnych OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Kompletność, uszkodzenia, ślady manipulacji

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Tabliczka znamionowa kompletna i prawidłowa OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Model, seria lub typ, rok budowy, numer partii lub numer seryjny (art. 10 ust. 5 rozporządzenia w sprawie maszyn); nazwa, nazwa handlowa lub znak towarowy, adres pocztowy oraz strona internetowa, adres e-mail lub inny cyfrowy sposób kontaktu z producentem (art. 10 ust. 6), w przypadku maszyn przywożonych te same dane importera (art. 13 ust. 3); oznakowanie CE; jeżeli dotyczy, wskazanie użytkowania w środowisku zagrożonym wybuchem oraz masa części przemieszczanych za pomocą urządzeń podnoszących (załącznik III pkt 1.7.3); jeżeli w chwili badania tabliczka nie jest jeszcze umieszczona, należy to zaznaczyć w uzasadnieniu

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Dane sprawdzono na gotowej tabliczce, w tym stronę internetową i adres e-mail jako cyfrowy punkt kontaktowy zgodnie z art. 10 ust. 6 rozporządzenia w sprawie maszyn. Tabliczka zostanie umieszczona po podpisaniu deklaracji zgodności.

Dokumentacja techniczna kompletna OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Instrukcja obsługi, schematy elektryczne, deklaracja zgodności, ocena ryzyka

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Przekazanie użytkownikowi: instruktaż personelu obsługi (jeśli uzgodniono)

Wskazówka dla użytkownika (podmiotu eksploatującego) Pozytywny

Przeszkolenie pracowników należy do obowiązków użytkownika. Jeżeli producent przeprowadza je także na podstawie umowy, zostaje ono tutaj udokumentowane z datą i podpisami przeszkolonych osób.

Data badania: 08/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Personel zakładowy poinstruowany na celi referencyjnej. Szkolenie personelu użytkownika maszyny jest planowane po dostawie w 03/2027.

Zwolnienie przez osobę odpowiedzialną OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Podpis koordynatora CE / wykonawcy badania wraz z datą

Data badania: 18/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

8. Zabezpieczenie przed uszkodzeniem (oprogramowanie, cyberbezpieczeństwo)

Dowody zgodnie z rozporządzeniem w sprawie maszyn, załącznik III pkt 1.1.9, 1.2.1 akapit drugi lit. a), b), d) i f) oraz 1.2.6; analiza zagrożeń według prEN 50742 (projekt), ścieżka A, w ocenie ryzyka, IEC 62443-3-3 jako odniesienie dla ścieżki B. Brak domniemania zgodności bez odniesienia w Dzienniku Urzędowym. · Rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230, załącznik III pkt 1.1.9 / prEN 50742 (projekt) / IEC 62443-3-3

Podłączenie innych urządzeń i zdalny dostęp nie prowadzą do sytuacji niebezpiecznej OBOWIĄZKOWE

Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit pierwszy. Dla każdego interfejsu (przewodowego, bezprzewodowego, zdalnego dostępu) wykazano, że żadna funkcja podłączonego urządzenia ani zdalny dostęp nie mogą wywołać sytuacji niebezpiecznej (analiza zagrożeń ze środkami dla każdego interfejsu). Dowód: wykaz interfejsów, scenariusze zagrożeń w ocenie ryzyka, opis interfejsów dla integratorów. Odniesienie dla ścieżki B: SR 5.1, SR 5.2, SR 1.13.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Sprzęt istotny dla bezpieczeństwa jest chroniony przed przypadkowym i zamierzonym uszkodzeniem

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit drugi zdanie pierwsze. Elementy sprzętowe przesyłające sygnały lub dane umożliwiające dostęp do oprogramowania istotnego dla zgodności są chronione fizycznie i logicznie (zamykane obszary, plomby, przełączniki kodowane, zablokowane porty). Dowód: opis konstrukcji, układ szafy sterowniczej, wykaz chronionych zespołów. Odniesienie dla ścieżki B: SR 7.6, SR 7.7.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Gromadzone są dowody ingerencji w sprzęt istotny dla bezpieczeństwa OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit drugi zdanie drugie. Maszyna rejestruje z sygnaturą czasową uprawnione i nieuprawnione ingerencje w chronione elementy sprzętowe (otwarcie, demontaż, zdarzenia podłączenia). Dowód: lista zdarzeń sterownika, opis rejestracji, przykładowy protokół z odbioru. Odniesienie dla ścieżki B: SR 2.8, SR 2.11.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Oprogramowanie i dane istotne dla bezpieczeństwa są wskazane i chronione OBOWIĄZKOWE

Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit trzeci. Oprogramowanie i dane decydujące dla zgodności są jako takie wskazane (wykaz, oznaczenie w systemie i dokumentacji) oraz chronione przed przypadkowym lub zamierzonym uszkodzeniem (kontrola integralności, ochrona dostępu). Dowód: wykaz oprogramowania i danych istotnych dla bezpieczeństwa z wersjami i sumami kontrolnymi, opis mechanizmów ochronnych. Odniesienie dla ścieżki B: SR 3.4, SR 2.1.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Zainstalowane oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa jest w każdej chwili możliwe do zidentyfikowania na maszynie

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit czwarty. Maszyna wskazuje oprogramowanie zainstalowane dla bezpiecznej pracy (wersja, suma kontrolna) i w każdej chwili udostępnia te informacje w łatwo dostępnej formie (np. strona informacyjna na HMI bez logowania). Dowód: zrzut ekranu z wyświetlaniem wersji, porównanie z protokołem odbioru, opis w instrukcji obsługi. Odniesienie dla ścieżki B: SR 3.4.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Gromadzone są dowody ingerencji w oprogramowanie i konfigurację

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit piąty. Uprawnione i nieuprawnione ingerencje w oprogramowanie oraz zmiany zainstalowanego oprogramowania lub jego konfiguracji są rejestrowane (użytkownik, czas, treść, wersja). Dowód: dziennik zmian i zdarzeń sterownika, możliwość eksportu, przykładowy protokół. Odniesienie dla ścieżki B: SR 2.8, SR 2.9, SR 6.1.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Układ sterowania jest odporny na racjonalnie przewidywalne złośliwe próby osób trzecich

OBOWIĄZKOWE Otwarte

Załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. a). Uwierzytelnianie, autoryzacja, utwardzanie i segmentacja są zaprojektowane tak, aby odeprzeć złośliwe próby osób trzecich, które mogłyby doprowadzić do sytuacji zagrożenia; brak haseł domyślnych, minimalna liczba usług. Dowód: koncepcja bezpieczeństwa (strefy, role, polityka haseł), dowód utwardzenia, protokół z badań. Odniesienie dla ścieżki B: SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 7.7.

Dziennik umożliwiający identyfikowalność dostępny do pięciu lat po załadowaniu

OBOWIĄZKOWE

Pozytywny

Załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f). Dane dotyczące ingerencji i wersje załadowanego oprogramowania bezpieczeństwa są dostępne do pięciu lat po załadowaniu w celu wykazania zgodności na uzasadniony wniosek organu (koncepcja przechowywania, eksport, archiwizacja). Dowód: koncepcja przechowywania i archiwizacji, procedura eksportu, odpowiedzialność producenta/użytkownika w instrukcji obsługi. Odniesienie dla ścieżki B: SR 2.9, SR 6.1.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Awaria, przywrócenie lub zmiana połączenia z siecią komunikacyjną nie jest niebezpieczna

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.2.6. Utrata komunikacji, ponowne nawiązanie połączenia lub zmiana sieci nie prowadzą do niezamierzonego uruchomienia, niekontrolowanych zmian parametrów ani uniemożliwienia zatrzymania. Dowód: protokół z badań awarii komunikacji we wszystkich trybach pracy, opis zachowania w instrukcji obsługi. Odniesienie dla ścieżki B: SR 7.1, SR 7.2.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Instrukcja obsługi zawiera identyfikację oprogramowania, procedurę aktualizacji i wymagania dotyczące sieci/zdalnego dostępu

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.7.4.2 w związku z pkt 1.1.9 akapit czwarty i pkt 1.1.2 lit. e). Instrukcja obsługi opisuje, jak identyfikuje się zainstalowane oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa, procedurę aktualizacji z następującą po niej kontrolą funkcjonalną, wymagania dotyczące sieci użytkownika i zatwierdzanie zdalnego dostępu oraz przechowywanie dzienników. Dowód: rozdział instrukcji obsługi dotyczący oprogramowania/cyberbezpieczeństwa.

Data badania: 18/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Określono proces aktualizacji zabezpieczeń i zgłaszania podatności OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik III pkt 1.1.9 akapit trzeci i pkt 1.2.1 akapit drugi lit. b) (ochrona w całym okresie użytkowania, zasady ogólne pkt 1). Producent określił, jak podatności w oprogramowaniu istotnym dla bezpieczeństwa są zgłaszane, oceniane i usuwane oraz jak aktualizacje są dystrybuowane do użytkowników (punkt kontaktowy, terminy, osoby odpowiedzialne). Wskazówka: przestrzeganie aktu o cyberodporności (UE) 2024/2847 może ułatwić wykazanie zgodności z załącznikiem III pkt 1.1.9 i 1.2.1 (motyw 53 aktu o cyberodporności), ale nie stanowi domniemania zgodności z rozporządzeniem w sprawie maszyn (wniosek a contrario z art. 20 ust. 9 rozporządzenia w sprawie maszyn); zakres pokrycia wykazuje producent. Dowód: opis procesu (np. według praktyk DM i SUM normy IEC 62443-4-1), punkt kontaktowy w instrukcji obsługi. Odniesienie dla ścieżki B: IEC 62443-4-1 DM, IEC 62443-4-1 SUM.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

9. Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

Dowody zgodnie z dyrektywą EMC 2014/30/UE (art. 2, 3, 14, 15 do 19; załączniki I do III) oraz dyrektywą maszynową załącznik I pkt 1.2.1, 1.5.10 i 1.5.11 lub rozporządzeniem w sprawie maszyn załącznik III; klasyfikacja, klasa środowiska, ścieżka dowodowa i procedura w module oceny ryzyka. Badanie nie zastępuje sprawdzenia bezpieczeństwa elektrycznego zgodnie z EN 60204-1 (sekcja 1). · 2014/30/UE załącznik I / EN IEC 61000-6-1 do -6-4 / EN 61800-3 / EN 61326-3-1

Klasyfikacja jako aparatura lub instalacja stała została udokumentowana OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Art. 2, art. 3 pkt 1 do 3, art. 19. Zapisano, czy maszyna jest udostępniana na rynku jako aparatura, czy jest eksploatowana jako instalacja stała na stałe w z góry określonym miejscu, czy też jest przeznaczona wyłącznie do wbudowania w określoną instalację stałą. Od tego zależą ocena zgodności, deklaracja i oznakowanie CE. Wyłączenie na podstawie art. 2 należy uzasadnić. Dowód: klasyfikacja w ocenie ryzyka, dokumentacja techniczna.

Klasyfikacja: Aparatura: zespół udostępniony na rynku jako jednostka funkcjonalna, nie instalacja stała

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Klasa środowiska została określona i uzasadniona OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik I pkt 1; EN IEC 61000-6-1 do -6-4. Środowisko elektromagnetyczne zostało określone (środowisko przemysłowe albo środowisko mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowione) i odpowiada przewidzianemu miejscu ustawienia. Określa ono stosowane normy ogólne dotyczące odporności i emisji zaburzeń. Przy użytkowaniu w obu środowiskach obowiązuje każdorazowo surowsze wymaganie. Dowód: ustalenie w ocenie ryzyka, informacja w instrukcji obsługi.

Klasa środowiska: Środowisko przemysłowe (instalacja w hali produkcyjnej), normy ogólne EN IEC 61000-6-2 i -6-4

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Dostępna jest ocena kompatybilności elektromagnetycznej OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik I pkt 1; załącznik II pkt 2. Ocena obejmuje wszystkie istotne zjawiska emisji zaburzeń i odporności, wszystkie warunki typowe dla użytkowania zgodnego z przeznaczeniem oraz wszystkie konfiguracje wskazane przez producenta jako reprezentatywne. Jeżeli zgodność wykazuje się na podstawie komponentów i zasad instalacji zamiast pomiarów, uzasadnienie dla każdego zjawiska musi być możliwe do prześledzenia. Dowód: sprawozdanie z badań laboratorium lub udokumentowana ocena z dowodami dla komponentów.

Dowód: Sprawozdanie z badań RSZ-2600-EMV-001, pomiar na całej instalacji

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Deklaracje producentów dotyczące komponentów istotnych dla zaburzeń są kompletne

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik II pkt 2 i 3. Dla przemienników częstotliwości, serwowzmacniaczy, zasilaczy, sterowników, czujników i pozostałego wyposażenia istotnego dla zaburzeń dostępne są deklaracje EMC lub sprawozdania z badań producentów wraz z zastosowanymi normami. W przypadku napędów zapisana jest kategoria zgodnie z EN 61800-3. Dowód: lista komponentów z deklaracjami i zastosowanymi normami.

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Wymagania producentów komponentów dotyczące instalacji zostały spełnione i udokumentowane

OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Załącznik II pkt 2; załącznik I pkt 2 w przypadku instalacji stałych. Ekranowanie i połączenie ekranów, filtry sieciowe i silnikowe, uziemienie i połączenia wyrównawcze, rozdzielone prowadzenie przewodów, maksymalne długości przewodów silnikowych i budowa szafy sterowniczej odpowiadają wymaganiom producentów komponentów. Wdrożenie jest udokumentowane, a nie tylko zadeklarowane. Dowód: opis instalacji, schemat elektryczny, zdjęcia połączenia ekranów.

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Odporność funkcji związanych z bezpieczeństwem została wykazana Otwarte

Dyrektywa maszynowa załącznik I pkt 1.2.1 lub rozporządzenie w sprawie maszyn załącznik III pkt 1.2.1; EN 61000-6-7, EN 61326-3-1. Jeżeli funkcje bezpieczeństwa zależą od systemów elektronicznych, norma ogólna nie wystarcza: podwyższoną odporność należy wykazać zgodnie z EN 61000-6-7 lub EN 61326-3-1. Jeżeli nie ma zastosowania, oznaczyć jako nie dotyczy. Dowód: sprawozdanie z badań ze zwiększonymi poziomami badań, dowód osiągnięcia stanu bezpiecznego w razie zakłócenia.

Procedura oceny zgodności została przeprowadzona OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Art. 14; załącznik II, załącznik III. Wewnętrzna kontrola produkcji zgodnie z załącznikiem II lub badanie typu UE ze zgodnością z typem zgodnie z załącznikiem III. W przypadku załącznika III dostępne są nazwa i numer identyfikacyjny jednostki notyfikowanej oraz certyfikat. Dokumentacja techniczna jest kompletna. Dowód: dokumentacja techniczna, w stosownych przypadkach certyfikat jednostki notyfikowanej.

Procedura: Wewnętrzna kontrola produkcji (załącznik II, moduł A)

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Informacje w instrukcji obsługi są kompletne OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Art. 18 ust. 1 i 2; EN 61800-3. Instrukcja obsługi podaje przewidziane środowisko elektromagnetyczne, wymagania dotyczące instalacji oraz granice zamierzonego użytkowania. Jeżeli zgodność w obszarach mieszkalnych nie jest zapewniona (emisja zakłóceń według normy ogólnej dla środowisk przemysłowych), wyraźnie wskazuje to ograniczenie użytkowania, w razie potrzeby także na opakowaniu (art. 18 ust. 2). W przypadku napędów kategorii C2 należy dodać wskazówkę, że montaż i uruchomienie wykonuje wykwalifikowany personel oraz że w środowisku mieszkalnym mogą występować zakłócenia radiowe; napędy kategorii C3 i C4 nie są przeznaczone do pierwszego środowiska. Dowód: rozdział instrukcji obsługi dotyczący ustawienia i przyłączenia elektrycznego.

Data badania: 18/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Deklaracja zgodności UE wymienia dyrektywę EMC i zastosowane normy OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Art. 15, art. 16, art. 17; art. 19 ust. 1. Deklaracja wymienia dyrektywę 2014/30/UE oraz zastosowane normy zharmonizowane lub inne normy; oznakowanie CE obejmuje w ten sposób również EMC. W przypadku instalacji stałych deklaracja nie jest wymagana, w zamian należy przechowywać do dyspozycji dokumentację zgodnie z art. 19 ust. 1. Dowód: moduł deklaracji zgodności, dokumentacja instalacji stałej.

Data badania: 18/08/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

10. Cyberbezpieczeństwo (CRA)

Dowody zgodnie z aktem o cyberodporności (UE) 2024/2847 (art. 13, 14, 28, 30, 31, 32; załączniki I, II, V, VII i VIII). Obowiązki zgłoszeniowe zgodnie z art. 14 obowiązują od 11 września 2026 również w odniesieniu do produktów już wprowadzonych do obrotu; pozostałe obowiązki dotyczą produktów wprowadzonych do obrotu od 11 grudnia 2027 lub istotnie zmodyfikowanych od tego dnia (art. 71 ust. 2, art. 69 ust. 2 CRA). Dlatego jako obowiązkowe oznaczono wyłącznie klasyfikację i proces zgłaszania; pozostałe osiem punktów należy spełnić, gdy tylko pozostałe obowiązki zaczną dotyczyć produktu. Klasyfikacja i procedura znajdują się w ocenie ryzyka, a ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa, macierz wymagań z załącznika I oraz proces zgłaszania w sprawozdaniu CRA. Kontrola nie zastępuje dowodu zabezpieczenia przed uszkodzeniem zgodnie z załącznikiem III pkt 1.1.9 rozporządzenia w sprawie maszyn (w ramach dyrektywy maszynowej stan wiedzy technicznej na podstawie załącznika I pkt 1.2.1). · (UE) 2024/2847 art. 13, 14, 31 i 32 / załączniki I, II, V, VII i VIII

Zakres stosowania i klasyfikacja ustalone OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Art. 2, art. 7, załączniki III i IV CRA. Odnotowuje się, czy produkt ma połączenie danych w rozumieniu art. 2 ust. 1, czy zachodzi wyłączenie określone w art. 2 ust. 2–7 oraz do której kategorii załącznika III lub IV należy podstawowa funkcjonalność. Dowód: klasyfikacja w module oceny ryzyka lub w sprawozdaniu CRA, z datą i osobą odpowiedzialną.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa jest dostępna Pozytywny

Art. 13 ust. 2–4, załącznik VII pkt 3 CRA. Ryzyka zostały zidentyfikowane i ocenione, zasadnicze wymagania załącznika I część I zostały odniesione do tych ryzyk, a ocena stanowi część dokumentacji technicznej. Jest aktualizowana w okresie wsparcia. Dowód: sprawozdanie CRA z tabelą ryzyk i macierzą wymagań.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Zasadnicze wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa wdrożone Pozytywny

Art. 13 ust. 1 i 3, załącznik I część I CRA. Dla każdego wymagania załącznika I część I pkt 1 oraz pkt 2 lit. a–m odnotowuje się, czy ma ono zastosowanie na podstawie oceny ryzyka, w jaki sposób je zrealizowano i czym to potwierdzono. Dowód: macierz wymagań z uzasadnieniem, sposobem realizacji i dowodem dla każdego wymagania.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Macierz wymagań w pełni udokumentowana. Część I pkt 2 lit. a (zestawienie podatności) i lit. l (koncepcja rejestrowania) są w toku i zostaną ukończone przed wprowadzeniem do obrotu.

Obsługa podatności wdrożona Pozytywny

Art. 13 ust. 7 oraz ust. 8 akapit pierwszy, załącznik I część II pkt 1–8 CRA. Wymagania załącznika I część II są spełnione: wykaz komponentów oprogramowania (SBOM), niezwłoczne usuwanie podatności, regularne testy, publikacja informacji o usuniętych podatnościach, polityka skoordynowanego ujawniania podatności, wymiana informacji z adresem kontaktowym do zgłoszeń, bezpieczna dystrybucja aktualizacji oraz ich niezwłoczne udostępnianie, co do zasady bezpłatnie, z komunikatami doradczymi dla użytkowników. Dowód: opis procedury, SBOM w formacie nadającym się do odczytu maszynowego, punkt kontaktowy do zgłoszeń.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Proces wdrożony. Pierwszy test penetracyjny zgodnie z częścią II pkt 3 nie został jeszcze przeprowadzony.

Okres wsparcia ustalony, podany, aktualizacje dostępne Pozytywny

Art. 13 ust. 8, 9 i 19, załącznik II pkt 7 CRA. Okres wsparcia odpowiada przewidywanemu okresowi użytkowania produktu i wynosi co najmniej pięć lat, a gdy przewidywany okres użytkowania jest krótszy, tyle, ile on trwa; pięć lat to dolna granica, a nie wartość domyślna. Data zakończenia jest wyraźnie podana w chwili zakupu, z podaniem miesiąca i roku, a każda dostarczona aktualizacja zabezpieczeń pozostaje po jej udostępnieniu dostępna przez co najmniej dziesięć lat lub przez pozostały czas okresu wsparcia, w zależności od tego, który okres jest dłuższy. Dowód: informacja na produkcie, opakowaniu lub w instrukcji obsługi; archiwum dostarczonych aktualizacji zabezpieczeń.

Okres wsparcia: 12 lat od wprowadzenia do obrotu, do 03/2039

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Należyta staranność w odniesieniu do nabywanych komponentów dochowana Otwarte

Art. 13 ust. 5 i 6 CRA. Przy integracji komponentów podmiotów trzecich, także open source, sprawdzono, że nie obniżają one cyberbezpieczeństwa produktu; podatności w takich komponentach są zgłaszane i usuwane. Dowód: wykaz komponentów z pochodzeniem, wersją, weryfikacją i źródłem informacji o bezpieczeństwie.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Proces zgłaszania zgodnie z art. 14 wdrożony OBOWIĄZKOWE Pozytywny

Art. 14, art. 16 CRA. Określono odpowiedzialność, dostępność i ścieżkę zgłaszania aktywnie wykorzystywanych podatności i poważnych incydentów: wczesne ostrzeżenie w ciągu 24 godzin, zgłoszenie w ciągu 72 godzin, sprawozdanie końcowe, poinformowanie użytkowników, których to dotyczy. Dowód: instrukcja postępowania ze wskazaniem zespołu CSIRT, dostęp do platformy sprawozdawczej, dostępność.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Informacje i instrukcje dla użytkownika kompletne Pozytywny

Art. 13 ust. 18, załącznik II CRA. Informacje określone w załączniku II są dołączone do produktu, w tym nazwa i dane kontaktowe producenta, punkt kontaktowy ds. podatności, identyfikator produktu, przeznaczenie wraz ze środowiskiem bezpieczeństwa i właściwościami w zakresie bezpieczeństwa, okoliczności prowadzące do istotnych ryzyk w zakresie cyberbezpieczeństwa, w stosownych przypadkach adres internetowy deklaracji zgodności UE, wsparcie techniczne, koniec okresu wsparcia oraz instrukcje dotyczące oddania do użytku, aktualizacji i bezpiecznego wycofania z eksploatacji. Dowód: rozdział o cyberbezpieczeństwie w instrukcji obsługi lub dołączone informacje.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Ocena zgodności przeprowadzona i deklaracja sporządzona Nie dotyczy

Art. 13 ust. 12 i 20, art. 28, 30 i 32, załączniki V i VIII CRA. Procedura na podstawie art. 32 została przeprowadzona zgodnie z klasyfikacją, deklaracja zgodności UE jest dostępna, oznakowanie CE zostało umieszczone, a do produktu dołączono kopię lub uproszczoną deklarację. Dowód: deklaracja zgodności oraz, w stosownych przypadkach, certyfikat jednostki notyfikowanej.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

Uzasadnienie: Wprowadzenie do obrotu 15 marca 2027 r., czyli przed 11 grudnia 2027 r.: główne obowiązki aktu o cyberodporności nie mają zastosowania do tej jednostki (art. 69 ust. 2 i art. 71 ust. 2 CRA), w związku z czym nie ma ani oceny zgodności, ani deklaracji na podstawie tego rozporządzenia. Zastosowanie mają obowiązki zgłoszeniowe z art. 14 (art. 69 ust. 3 CRA).

Dokumentacja techniczna sporządzona i przechowywana Otwarte

Art. 13 ust. 13, art. 31, załącznik VII CRA. Dokumentacja techniczna zawiera informacje wymagane w załączniku VII i jest przechowywana przez dziesięć lat od wprowadzenia do obrotu lub przez okres wsparcia, w zależności od tego, który okres jest dłuższy. Dowód: dokumentacja techniczna z opisem, oceną ryzyka, wymaganiami, normami i sprawozdaniami z badań.

Data badania: 15/09/2026

Wykonawca badania: Jonas Weber

6. Bezpieczeństwo funkcjonalne

Poziom zapewnienia bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1

Ten moduł nie zastępuje SISTEMA. Określa wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa (PLr) i dokumentuje bezpieczeństwo funkcjonalne w dokumentacji CE. Krytyczne dla bezpieczeństwa obliczenie osiągniętego PL (kategoria, MTTFd, DCavg, CCF, PFH) oraz dane komponentów producentów (biblioteki wg VDMA 66413) należy wykonać lub pozyskać w SISTEMA (IFA/DGUV, bezpłatnie). Wynik z SISTEMA wprowadza się następnie tutaj w celu weryfikacji PL ≥ PLr; raport z SISTEMA należy dołączyć jako dowód do dokumentacji technicznej.

Funkcja bezpieczeństwa	Zagrożenia	Wymagany	Osiągnięty (SISTEMA)	Weryfikacja
SF-02 Bezpieczne zatrzymanie po przerwaniu kurtyny świetlnej na stanowisku załadunku Kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1/-2, rozdzielczość 30 mm, odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855, ocena w sterowniku PLC bezpieczeństwa, STO na napędzie robota i stołu obrotowego	Nr 9, Nr 16, Nr 31, Nr 1, Nr 13, Nr 32	PLr e Graf ryzyka S2/F2/P2	PL e · Kat. 4 · PFH 2.5e-8 1/h · MTTFd wysokie · DCavg wysokie · CCF 85	**spełniony (PL ≥ PLr)**
SF-03 Zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1 Urządzenia zatrzymania awaryjnego przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania, dwukanałowo do sterownika PLC bezpieczeństwa; działają na robota, stół obrotowy, źródło prądu spawania i pneumatykę całej celi	Nr 1, Nr 4, Nr 6, Nr 7, Nr 21, Nr 31	PLr d Graf ryzyka S2/F1/P2	PL d · Kat. 3 · PFH 4.2e-7 1/h · MTTFd wysokie · DCavg średnie · CCF 75	**spełniony (PL ≥ PLr)**
SF-05 Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania Zamykany przełącznik wyboru trybu pracy, bezpieczne monitorowanie prędkości (SLS) robota i stołu obrotowego do 250 mm/s, trójpołożeniowe urządzenie zezwalające na pulpicie programowania; zatrzymanie awaryjne pozostaje skuteczne	Nr 3, Nr 18, Nr 31, Nr 1, Nr 2, Nr 4, Nr 6, Nr 8, Nr 11, Nr 30	PLr d Graf ryzyka S2/F2/P1	PL d · Kat. 3 · PFH 4.5e-7 1/h · MTTFd wysokie · DCavg średnie · CCF 75	**spełniony (PL ≥ PLr)**

Funkcja bezpieczeństwa	Zagrożenia	Wymagany	Osiągnięty (SISTEMA)	Weryfikacja
SF-04 Zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny Dwukanałowe monitorowanie kurtyny świetlnej, ciśnienia mocowania (presostat) i położenia stołu w sterowniku PLC bezpieczeństwa; polecenie obrotu jest zezwalane tylko wtedy, gdy pole ochronne jest wolne, a ciśnienie mocowania potwierdzone, prędkość obrotowa jest bezpiecznie ograniczona	Nr 1, Nr 4, Nr 5, Nr 6, Nr 11, Nr 30, Nr 31, Nr 32	PLr e Graf ryzyka S2/F2/P2	PL e · Kat. 4 · PFH 2.7e-8 1/h · MTTFd wysokie · DCavg wysokie · CCF 85	**spełniony (PL ≥ PLr)**
SF-01 Bezpieczne zatrzymanie (kategoria zatrzymania 1) po otwarciu drzwi serwisowych Blokada z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119 (zasada prądu spoczynkowego), dwukanałowa ocena w sterowniku PLC bezpieczeństwa, STO na napędzie robota i stołu obrotowego, bezpieczne wyłączenie źródła prądu spawania, ryglowanie zwalniane dopiero po monitorowaniu bezruchu	Nr 13, Nr 16, Nr 17, Nr 19, Nr 31, Nr 1, Nr 2, Nr 3, Nr 4, Nr 6, Nr 8, Nr 11, Nr 18, Nr 23	PLr d Graf ryzyka S2/F1/P2	PL d · Kat. 3 · PFH 4.7e-7 1/h · MTTFd wysokie · DCavg średnie · CCF 75	**spełniony (PL ≥ PLr)**

Specyfikacja i walidacja dla każdej funkcji bezpieczeństwa

SF-02 Bezpieczne zatrzymanie po przerwaniu kurtyny świetlnej na stanowisku załadunku

Specyfikacja wymagań dotyczących bezpieczeństwa (EN ISO 13849-1, rozdział 5)

Zdarzenie wyzwalające	Przerwanie pola ochronnego kurtyny świetlnej typu 4 (rozdzielczość 30 mm) przy otworze załadunku.
Reakcja maszyny	Bezpieczne zatrzymanie robota i stołu obrotowego w kategorii zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1, a następnie STO, ocena w sterowniku PLC bezpieczeństwa.
Stan bezpieczny	Robot i stół obrotowy w bezruchu, napędy bez momentu obrotowego dzięki STO.
Tryby pracy, w których funkcja działa	Działa nieprzerwanie w trybach Automatyczny i Ustawianie, bez mutingu.
Dopuszczalny czas reakcji	Całkowity czas reakcji T wynoszący maksymalnie 250 ms do osiągnięcia bezruchu; wynikowa odległość S = 528 mm zgodnie z EN ISO 13855:2024, zrealizowano 600 mm.
Zachowanie w przypadku zaniku zasilania	Napędy odłączone od zasilania; brak samoczynnego rozruchu po przywróceniu zasilania (blokada ponownego rozruchu).
Warunki ponownego uruchomienia	Pole ochronne wolne, potwierdzenie na pulpicie sterowniczym poza strefą niebezpieczną z widokiem na otwór załadunku, następnie start cyklu.
Częstość zadziałań	Wysoka: operator stoi przy granicy pola ochronnego w każdym cyklu (ok. 90 sekund) (F2).
Reakcja na uszkodzenie (zachowanie po wykryciu uszkodzenia)	Usterka kurtyny świetlnej (usterka wyjścia lub zwarcie poprzeczne) lub usterka w torze wyłączania: bezpieczne zatrzymanie jak przy przerwaniu pola ochronnego, kurtyna świetlna przechodzi w stan blokady; ponowny rozruch dopiero po usunięciu usterki i jej potwierdzeniu.
Przegląd specyfikacji przed rozpoczęciem prac projektowych (data, osoba)	18 czerwca 2026 r., M. Beispiel (pełnomocnik ds. CE) wraz z działem konstrukcji elektrycznej i techniki sterowania oraz działem konstrukcji mechanicznej; wynik zapisany w planie walidacji RSZ-2600-VAL-001.

Walidacja (EN ISO 13849-2)

Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 przeprowadzona	Tak
Data walidacji	18/08/2026
Zastosowana metoda	Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 według planu walidacji RSZ-2600-VAL-001. Analiza: lista uszkodzeń zgodnie z EN ISO 13849-2, załącznik D, dla kurtyny świetlnej, sterownika PLC bezpieczeństwa i torów wyłączania, porównanie kategorii 4, MTTFd, DCavg i CCF z projektem SISTEMA RSZ-2600-SF02. Badania na celi referencyjnej: badanie funkcjonalne prętem testowym na całej wysokości pola ochronnego w trybach Automatyczny i Ustawianie, symulacja uszkodzeń dla każdego kanału (przerwanie i zwarcie poprzeczne obu wyjść kurtyny świetlnej, sklejenie styków każdego stycznika w obwodzie sprzężenia zwrotnego), pomiar całkowitego czasu zatrzymania T = 250 ms oraz zrealizowanej odległości 600 mm w porównaniu z S = 528 mm, sprawdzenie sięgania pod polem ochronnym i obejścia z boku. Wynik: osiągnięto PL e, brak odchyleń od specyfikacji.
Osoba przeprowadzająca walidację	Jonas Weber

SF-03 Zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1

Specyfikacja wymagań dotyczących bezpieczeństwa (EN ISO 13849-1, rozdział 5)

Zdarzenie wyzwalające	Uruchomienie urządzenia zatrzymania awaryjnego przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych lub na pulpicie programowania.
Reakcja maszyny	Kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1 dla wszystkich maszyn składowych zespołu: zatrzymanie sterowane robota na jego torze, aktywne hamowanie stołu obrotowego, a następnie odłączenie energii za pomocą dwóch styczników z wymuszonym prowadzeniem styków; źródło prądu spawania odłączone od zasilania, pneumatyka celi wyłączona, zaciski pozostają zamknięte dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie.
Stan bezpieczny	Wszystkie niebezpieczne ruchy zespołu zatrzymane, napędy odłączone od zasilania, źródło prądu spawania odłączone od zasilania.
Tryby pracy, w których funkcja działa	Wszystkie tryby pracy (Automatyczny i Ustawianie); zatrzymanie awaryjne pozostaje skuteczne również w trybie ustawiania.
Dopuszczalny czas reakcji	Nie ma znaczenia dla odległości bezpieczeństwa: zatrzymanie awaryjne jest uzupełniającym środkiem ochronnym, nie trzeba obliczać odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855. Robot i stół obrotowy zatrzymują się po zatrzymaniu kategorii 1 z takim samym wybiegiem, jaki zmierzono dla SF-02 (maksymalnie 250 ms).
Zachowanie w przypadku zaniku zasilania	Odłączenie energii odpowiada stanowi bezpiecznemu; brak samoczynnego rozruchu po przywróceniu zasilania.
Warunki ponownego uruchomienia	Odblokowanie uruchomionego urządzenia, potwierdzenie na pulpicie sterowniczym, następnie start cyklu.
Częstość zadziałań	Rzadka: tylko w sytuacji zagrożenia lub w razie usterki (F1).
Reakcja na uszkodzenie (zachowanie po wykryciu uszkodzenia)	Rozbieżność między dwoma kanałami zatrzymania awaryjnego lub sklejony stycznik w obwodzie sprzężenia zwrotnego: zatrzymanie przez sprawny kanał, ponowny rozruch zablokowany do czasu usunięcia usterki i jej potwierdzenia na pulpicie sterowniczym.
Przegląd specyfikacji przed rozpoczęciem prac projektowych (data, osoba)	18 czerwca 2026 r., M. Beispiel (pełnomocnik ds. CE) wraz z działem konstrukcji elektrycznej i techniki sterowania oraz działem konstrukcji mechanicznej; wynik zapisany w planie walidacji RSZ-2600-VAL-001.

Walidacja (EN ISO 13849-2)

Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 przeprowadzona	Tak
Data walidacji	18/08/2026
Zastosowana metoda	Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 według planu walidacji RSZ-2600-VAL-001. Analiza: lista uszkodzeń zgodnie z EN ISO 13849-2, załącznik D, dla urządzeń zatrzymania awaryjnego, sterownika PLC bezpieczeństwa i styczników, porównanie kategorii 3, MTTFd, DCavg i CCF z projektem SISTEMA RSZ-2600-SF03. Badania na celi referencyjnej: uruchomienie każdego urządzenia w trybach Automatyczny i Ustawianie z działaniem na wszystkie maszyny składowe, symulacja uszkodzeń dla każdego kanału (przerwanie i zwarcie poprzeczne dla każdego urządzenia, sklejenie styków każdego stycznika w obwodzie sprzężenia zwrotnego), badanie odblokowania i blokady ponownego rozruchu. Wynik: osiągnięto PL d, brak odchyleń od specyfikacji.
Osoba przeprowadzająca walidację	Jonas Weber

SF-05 Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania

Specyfikacja wymagań dotyczących bezpieczeństwa (EN ISO 13849-1, rozdział 5)

Zdarzenie wyzwalające	Wybór trybu ustawiania na zamykanym przełączniku wyboru trybu pracy; w trybie ustawiania przekroczenie 250 mm/s przez robota lub stół obrotowy oraz zwolnienie lub pełne wciśnięcie urządzenia zezwalającego.
Reakcja maszyny	Ruchy robota i stołu obrotowego wyłącznie przy uruchomionym trójpołożeniowym urządzeniu zezwalającym i z prędkością nie większą niż 250 mm/s (bezpieczne monitorowanie prędkości); w razie przekroczenia, zwolnienia lub pełnego wciśnięcia następuje zatrzymanie sterowane (kategoria zatrzymania 1). W położeniu Ustawianie wszystkie pozostałe tryby pracy są zablokowane, zatrzymanie awaryjne pozostaje skuteczne.
Stan bezpieczny	Robot i stół obrotowy w bezruchu lub w ruchu z bezpiecznie monitorowaną prędkością nie większą niż 250 mm/s.
Tryby pracy, w których funkcja działa	Ustawianie (uczenie, test programu, wyszukiwanie usterek).
Dopuszczalny czas reakcji	Nie ma znaczenia dla odległości bezpieczeństwa: w trybie ustawiania prędkość jest ograniczona do 250 mm/s, a ruch jest możliwy wyłącznie przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym, nie trzeba obliczać odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855. Po zwolnieniu, pełnym wciśnięciu lub przekroczeniu prędkości robot i stół obrotowy zatrzymują się po zatrzymaniu kategorii 1 z takim samym wybiegiem, jaki zmierzono dla SF-02 (maksymalnie 250 ms).
Zachowanie w przypadku zaniku zasilania	Napędy zatrzymane; brak samoczynnego rozruchu po przywróceniu zasilania (blokada ponownego rozruchu).
Warunki ponownego uruchomienia	Ponowne uruchomienie urządzenia zezwalającego w położeniu środkowym; przejście do trybu automatycznego wyłącznie za pomocą klucza, przy zamkniętych drzwiach serwisowych i po potwierdzeniu na pulpicie sterowniczym.
Częstość zadziałań	Ciągła podczas każdej czynności ustawiania (F2).
Reakcja na uszkodzenie (zachowanie po wykryciu uszkodzenia)	Usterka bezpiecznego monitorowania prędkości lub rozbieżność między stykami urządzenia zezwalającego: robot i stół obrotowy zatrzymują się, tryb ustawiania pozostaje zablokowany do czasu usunięcia usterki i jej potwierdzenia.
Przegląd specyfikacji przed rozpoczęciem prac projektowych (data, osoba)	18 czerwca 2026 r., M. Beispiel (pełnomocnik ds. CE) wraz z działem konstrukcji elektrycznej i techniki sterowania oraz działem konstrukcji mechanicznej; wynik zapisany w planie walidacji RSZ-2600-VAL-001.

Walidacja (EN ISO 13849-2)

Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 przeprowadzona	Tak
Data walidacji	18/08/2026
Zastosowana metoda	Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 według planu walidacji RSZ-2600-VAL-001. Analiza: lista uszkodzeń zgodnie z EN ISO 13849-2, załącznik D, dla przełącznika wyboru trybu pracy, urządzenia zezwalającego, monitorowania prędkości i sterownika PLC bezpieczeństwa, porównanie kategorii 3, MTTFd, DCavg i CCF z projektem SISTEMA RSZ-2600-SF05. Badania na celi referencyjnej: pomiar prędkości w punkcie TCP (nie więcej niż 250 mm/s), celowe przekroczenie prędkości z zatrzymaniem, zwolnienie i pełne wciśnięcie urządzenia zezwalającego, zablokowanie pozostałych trybów pracy, symulacja uszkodzeń dla każdego kanału (przerwanie i zwarcie poprzeczne sygnałów urządzenia zezwalającego i przełącznika). Wynik: osiągnięto PL d, brak odchyleń od specyfikacji.
Osoba przeprowadzająca walidację	Jonas Weber

SF-04 Zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny

Specyfikacja wymagań dotyczących bezpieczeństwa (EN ISO 13849-1, rozdział 5)

Zdarzenie wyzwalające	Polecenie obrotu stołu obrotowego o 180 stopni.
Reakcja maszyny	Polecenie obrotu jest wykonywane tylko wtedy, gdy pole ochronne kurtyny świetlnej jest wolne, ciśnienie mocowania jest potwierdzone przez presostat, a robot w sposób potwierdzony znajduje się poza obszarem obrotu; prędkość obrotowa jest bezpiecznie ograniczona. Jeżeli w trakcie obrotu jeden z warunków przestanie być spełniony, stół obrotowy zostaje zatrzymany.
Stan bezpieczny	Stół obrotowy w bezruchu, ruch obrotowy zablokowany, napęd bez momentu obrotowego.
Tryby pracy, w których funkcja działa	Automatyczny; w trybie ustawiania stół obraca się wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym (SF-05).
Dopuszczalny czas reakcji	Jeżeli kurtyna świetlna zadziała w trakcie obrotu, obowiązuje całkowity czas reakcji SF-02 (maksymalnie 250 ms).
Zachowanie w przypadku zaniku zasilania	Stół obrotowy pozostaje nieruchomy, zaciski pozostają zamknięte dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie; brak samoczynnego obrotu po przywróceniu zasilania.
Warunki ponownego uruchomienia	Nowe polecenie obrotu dopiero po starcie cyklu na pulpicie sterowniczym i przy spełnionych warunkach zezwolenia.
Częstość zadziałań	W każdym cyklu, mniej więcej co 90 sekund (F2).
Reakcja na uszkodzenie (zachowanie po wykryciu uszkodzenia)	Usterka presostatu, bezpiecznego sygnału zwrotnego położenia robota lub usterka w obwodzie zezwolenia: brak zezwolenia na obrót, trwający ruch obrotowy zostaje zatrzymany; ponowny rozruch dopiero po usunięciu usterki i jej potwierdzeniu.
Przegląd specyfikacji przed rozpoczęciem prac projektowych (data, osoba)	18 czerwca 2026 r., M. Beispiel (pełnomocnik ds. CE) wraz z działem konstrukcji elektrycznej i techniki sterowania oraz działem konstrukcji mechanicznej; wynik zapisany w planie walidacji RSZ-2600-VAL-001.

Walidacja (EN ISO 13849-2)

Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 przeprowadzona	Tak
Data walidacji	18/08/2026
Zastosowana metoda	Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 według planu walidacji RSZ-2600-VAL-001. Analiza: lista uszkodzeń zgodnie z EN ISO 13849-2, załącznik B, dla presostatu i obwodu mocowania oraz zgodnie z załącznikiem D dla kurtyny świetlnej, monitorowania położenia i sterownika PLC bezpieczeństwa, porównanie kategorii 4, MTTFd, DCavg i CCF z projektem SISTEMA RSZ-2600-SF04. Badania na celi referencyjnej: próby obrotu przy każdorazowo jednym niespełnionym warunku zezwolenia (przerwane pole ochronne, obniżone ciśnienie mocowania, robot w obszarze obrotu), symulacja uszkodzeń dla każdego kanału (przerwanie i zwarcie poprzeczne sygnałów presostatu i położenia, sklejenie styków każdego stycznika w obwodzie sprzężenia zwrotnego), badanie bezpiecznie ograniczonej prędkości obrotowej. Wynik: osiągnięto PL e, brak odchyleń od specyfikacji.
Osoba przeprowadzająca walidację	Jonas Weber

SF-01 Bezpieczne zatrzymanie (kategoria zatrzymania 1) po otwarciu drzwi serwisowych

Specyfikacja wymagań dotyczących bezpieczeństwa (EN ISO 13849-1, rozdział 5)

Zdarzenie wyzwalające	Żądanie otwarcia drzwi serwisowych (zwolnienie ryglowania) lub utrata sygnału blokady drzwi serwisowych.
Reakcja maszyny	Kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1 dla robota i stołu obrotowego, a następnie STO, bezpieczne wyłączenie źródła prądu spawania; ryglowanie zwalnia drzwi dopiero po zgaśnięciu łuku i zatrzymaniu robota i stołu obrotowego (monitorowanie bezruchu).
Stan bezpieczny	Robot i stół obrotowy w bezruchu i bez momentu obrotowego, źródło prądu spawania wyłączone, drzwi serwisowe utrzymywane w stanie zaryglowanym do osiągnięcia bezruchu.
Tryby pracy, w których funkcja działa	Automatyczny: otwarcie prowadzi do zatrzymania, tryb automatyczny wyłącznie przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach. Ustawianie: ruchy przy otwartych drzwiach wyłącznie przez SF-05 (urządzenie zezwalające, 250 mm/s); źródło prądu spawania pozostaje bezpiecznie wyłączone, dopóki drzwi są otwarte.
Dopuszczalny czas reakcji	Nie ma znaczenia dla odległości: ryglowanie zwalnia dopiero po osiągnięciu bezruchu, dlatego nie trzeba obliczać odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855.
Zachowanie w przypadku zaniku zasilania	Ryglowanie działające na zasadzie prądu spoczynkowego pozostaje zaryglowane; opuszczenie celi jest możliwe w każdej chwili za pomocą odblokowania awaryjnego od wewnątrz; brak samoczynnego rozruchu po przywróceniu zasilania.
Warunki ponownego uruchomienia	Zamknięcie drzwi, ryglowanie aktywne, potwierdzenie na pulpicie sterowniczym poza celą, następnie start cyklu (blokada ponownego rozruchu zgodnie z EN ISO 14118). Zabezpieczenie na osobiste kłódki uniemożliwia zamknięcie drzwi, dopóki osoba wewnątrz celi jest zabezpieczona.
Częstość zadziałań	Rzadka: tylko w celu konserwacji, obsługi technicznej i wyszukiwania usterek, nie w cyklu produkcyjnym (F1).
Reakcja na uszkodzenie (zachowanie po wykryciu uszkodzenia)	Jeżeli sterownik PLC bezpieczeństwa wykryje usterkę w obwodzie drzwi lub ryglowania (przerwa w obwodzie, zwarcie poprzeczne, rozbieżność między obydwoma kanałami) lub sklejony stycznik w obwodzie sprzężenia zwrotnego, zatrzymuje robota i stół obrotowy przez sprawny kanał, utrzymuje drzwi zaryglowane do osiągnięcia bezruchu i blokuje ponowny rozruch do czasu usunięcia usterki i jej potwierdzenia.
Przegląd specyfikacji przed rozpoczęciem prac projektowych (data, osoba)	18 czerwca 2026 r., M. Beispiel (pełnomocnik ds. CE) wraz z działem konstrukcji elektrycznej i techniki sterowania oraz działem konstrukcji mechanicznej; wynik zapisany w planie walidacji RSZ-2600-VAL-001.

Walidacja (EN ISO 13849-2)

Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 przeprowadzona	Tak
Data walidacji	18/08/2026
Zastosowana metoda	Walidacja zgodnie z EN ISO 13849-2 według planu walidacji RSZ-2600-VAL-001. Analiza: lista uszkodzeń zgodnie z EN ISO 13849-2, załącznik D, dla ryglowania, sterownika PLC bezpieczeństwa i styczników, porównanie kategorii 3, MTTFd, DCavg i CCF z projektem SISTEMA RSZ-2600-SF01. Badania na celi referencyjnej: badanie funkcjonalne względem specyfikacji w trybach Automatyczny i Ustawianie, symulacja uszkodzeń dla każdego kanału (przerwanie i zwarcie poprzeczne sygnałów drzwi i ryglowania, sklejenie styków każdego stycznika w obwodzie sprzężenia zwrotnego), badanie monitorowania bezruchu, blokady ponownego rozruchu i odblokowania awaryjnego. Wynik: osiągnięto PL d, brak odchyleń od specyfikacji.

Osoba przeprowadzająca walidację	Jonas Weber

7. Cyberbezpieczeństwo

Akt o cyberodporności (UE) 2024/2847, wkład do dokumentacji technicznej zgodnie z załącznikiem VII CRA

W odniesieniu do tego produktu z rozporządzenia obowiązują wyłącznie obowiązki zgłaszania na podstawie art. 14 CRA (art. 69 ust. 3 CRA); pozostałe obowiązki mają zastosowanie dopiero po istotnej modyfikacji od dnia 11 grudnia 2027 (art. 69 ust. 2 CRA). Sekcje dotyczące zakresu, inwentarza, ryzyk, wymagań, komponentów, podatności, okresu wsparcia i informacji dla użytkownika dokumentują dobrowolne przygotowanie; punkty oznaczone jako „Otwarte” nie są tam obowiązkami mającymi zastosowanie.

Poufne: ten dokument zawiera informacje istotne dla bezpieczeństwa, dotyczące powierzchni ataku produktu. Przekazywanie wyłącznie osobom i podmiotom, które potrzebują tych informacji do oceny zgodności lub nadzoru rynku.

Klasyfikacja, stan obowiązków i ocena zgodności

Art. 2, 7, 8, 32, 69 i 71, załączniki III i IV CRA

Ostatnia zmiana: 17.09.2026, 01:18

Zakres stosowania (art. 2 ust. 1 CRA)	Objęty: produkt podlega aktowi o cyberodporności (art. 2 ust. 1 CRA). To, jakie obowiązki obowiązują obecnie, zależy od daty wprowadzenia do obrotu.
Podstawowa funkcjonalność (art. 7 ust. 1 CRA)	Zrobotyzowane spawanie MAG zespołów stalowych w produkcji seryjnej. Oprogramowanie steruje robotem, stołem obrotowym, procesem spawania i odciągiem dymów spawalniczych. Funkcje sieciowe, VPN i dostępu pochodzą z zakupionych komponentów i nie stanowią podstawowej funkcjonalności celi; są ujęte jako komponenty z własną klasyfikacją.
Klasyfikacja (załączniki III i IV CRA)	Produkt standardowy (niewymieniony w załączniku III ani IV)
Klasyfikacja potwierdzona	Tak
Stan obowiązków	Produkt jest wprowadzany do obrotu przed dniem 11 grudnia 2027. Z aktu o cyberodporności obowiązują wówczas wyłącznie obowiązki zgłoszeniowe z art. 14 (art. 69 ust. 3 CRA); zasadnicze wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa, ocena zgodności według CRA i oznakowanie CE według CRA mają zastosowanie dopiero wtedy, gdy produkt zostanie istotnie zmodyfikowany od dnia 11 grudnia 2027 (art. 69 ust. 2 CRA). Wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa wynikające z innych aktów prawnych pozostają nienaruszone, np. wymagania dyrektywy w sprawie urządzeń radiowych na podstawie rozporządzenia delegowanego (UE) 2022/30 do dnia 10 grudnia 2027 oraz załącznik III pkt 1.1.9 rozporządzenia w sprawie maszyn od dnia 20 stycznia 2027.
Obowiązki zgłoszeniowe (art. 14 CRA)	Obowiązki zgłoszeniowe z art. 14 CRA obowiązują od dnia 11 września 2026, także w odniesieniu do produktów wprowadzonych do obrotu wcześniej (art. 69 ust. 3 CRA).
Deklaracja zgodności UE (art. 28 CRA)	Brak deklaracji zgodnie z rozporządzeniem: w przypadku wprowadzenia do obrotu przed 11 grudnia 2027 obowiązują wyłącznie obowiązki zgłoszeniowe zgodnie z art. 14 (art. 69 ust. 3 CRA), o ile produkt nie zostanie później istotnie zmodyfikowany (art. 69 ust. 2 CRA).
Data wprowadzenia do obrotu	15 marca 2027 (planowane)

- Data wprowadzenia do obrotu obowiązuje dla każdego egzemplarza. Jeżeli kolejne egzemplarze tego samego typu konstrukcyjnego są wprowadzane do obrotu od dnia 11 grudnia 2027, obowiązują je pozostałe obowiązki wynikające z rozporządzenia. Według wytycznych Komisji C(2026) 5252 pkt 33 do 39 (treść projektu zatwierdzona w dniu 27 lipca 2026) seria zaprojektowana wcześniej nie wymaga wówczas przeprojektowania, jeżeli ocena ryzyka dowodzi zastosowania odpowiednich środków; ocena zgodności, deklaracja zgodności UE i oznakowanie CE pozostają obowiązkowe.

Zakres oceny Udokumentowano 5 z 5

Art. 13 ust. 3 zdanie drugie CRA

Ostatnia zmiana: 17.09.2026, 01:18

Przeznaczenie	Zrobotyzowane spawanie MAG zespołów stalowych o masie do 40 kg w produkcji seryjnej, instalacja stacjonarna w hali produkcyjnej. Cela jest włączona do sieci produkcyjnej użytkownika maszyny (zlecenia z systemu MES) i jest zdalnie konserwowana przez producenta za pośrednictwem połączenia VPN, które użytkownik maszyny uaktywnia dla każdej sesji.
Racjonalnie przewidywalne użycie	Bezpośrednie podłączenie sieci celi do sieci biurowej lub internetu z pominięciem bramy; pozostawienie zdalnej konserwacji na stałe uaktywnionej; wspólne konta użytkowników dla kilku zmian; importowanie programów z prywatnych pamięci USB; podłączanie dalszych urządzeń do sieci celi; dalsza eksploatacja po zakończeniu okresu wsparcia bez aktualizacji zabezpieczeń.
Środowisko eksploatacji	Hala produkcyjna z ograniczonym dostępem. Sieć celi (PROFINET) wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej, oddzielona od sieci produkcyjnej użytkownika maszyny bramą z zaporą sieciową; połączenie z systemem MES przez OPC UA w wydzielonym segmencie sieci. Dostęp do internetu wyłącznie przez bramę VPN i wyłącznie dla uaktywnionych sesji konserwacyjnych. Obsługa przez przeszkolony personel posiadający osobiste konta; serwis przez producenta oraz wyznaczonych przez użytkownika maszyny wykwalifikowanych elektryków.
Aktywa podlegające ochronie	Funkcje bezpieczeństwa i program bezpieczeństwa sterownika PLC bezpieczeństwa; oprogramowanie sterujące i programy spawania; konta użytkowników i certyfikaty VPN; dziennik zdarzeń; dane osobowe operatorów; sieć produkcyjna użytkownika maszyny, do której włączona jest cela.
Warunki użytkowania	Eksploatacja wyłącznie z dostarczoną bramą i zgodnie z wymaganiami dotyczącymi sieci podanymi w instrukcji obsługi; zdalna konserwacja wyłącznie po jej uaktywnieniu na pulpicie sterowniczym; aktualizacje zabezpieczeń producenta są instalowane niezwłocznie przy zatrzymanej celi.
Przewidywany okres użytkowania	Liczba lat: 12
Uzasadnienie okresu użytkowania	Mechanika i napędy są zaprojektowane na 12 lat pracy dwuzmianowej, co odpowiada okresowi użytkowania poprzednich cel w zakładzie użytkownika maszyny. Dostawcy sterownika robota i sterownika PLC bezpieczeństwa gwarantują dostępność części zamiennych co najmniej do 2039 r.

Inwentarz interfejsów i zasobów

Podstawa oceny zgodnie z art. 13 ust. 2 CRA; rodzaje zasobów oparte na EN 18031, uzupełnione o funkcję bezpieczeństwa i dane eksploatacyjne

Ostatnia zmiana: 17.09.2026, 01:18

Inwentarz opisuje powierzchnię ataku produktu: każde połączenie danych z urządzeniem lub siecią oraz zasoby osiągalne za jego pośrednictwem. Jest on jednocześnie podstawą ocen dotyczących zabezpieczenia przed uszkodzeniem oraz urządzeń radiowych.

Interfejsy

Nazwa	Rodzaj	Protokół	Osiągalność	Funkcja bezpieczeństwa
Sieć celi do robota, stołu obrotowego i źródła prądu spawania	Sieć / magistrala polowa / integracja liniowa	PROFINET IO z PROFIsafe	Tylko na miejscu (dostęp fizyczny)	Tak

Nazwa	Rodzaj	Protokół	Osiągalność	Funkcja bezpieczeństwa
Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny	Sieć / magistrala polowa / integracja liniowa	OPC UA (Sign & Encrypt) przez Ethernet	Sieć lokalna instalacji	Nie
Zdalna konserwacja przez bramę VPN	Dostęp zdalny / zdalna konserwacja	IPsec VPN przez łącze internetowe użytkownika maszyny	Dostępne przez internet	Nie
Panel HMI na pulpicie sterowniczym	Panel operatorski (HMI) z zarządzaniem użytkownikami i parametrami	Obsługa dotykowa z rolami i kontami użytkowników	Tylko na miejscu (dostęp fizyczny)	Nie
Port USB na panelu HMI	USB / nośniki wymienne	USB 2.0 do kopii zapasowych i importu programów	Tylko na miejscu (dostęp fizyczny)	Nie
Dostęp programistyczny do sterownika PLC bezpieczeństwa i sterownika robota	Dostęp inżynierski / programistyczny	Port inżynierski (Ethernet) w szafie sterowniczej	Tylko na miejscu (dostęp fizyczny)	Tak

Zasoby

Nazwa	Rodzaj	Cele ochrony	Interfejsy
Funkcje bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 oraz program bezpieczeństwa sterownika PLC bezpieczeństwa	Funkcja bezpieczeństwa maszyny	Integralność, Dostępność	Sieć celi do robota, stołu obrotowego i źródła prądu spawania, Dostęp programistyczny do sterownika PLC bezpieczeństwa i sterownika robota
Oprogramowanie sterowania, panelu HMI i bramy wraz z wersją i sumami kontrolnymi	Zasób zabezpieczeń (klucze, hasła, funkcje zabezpieczeń układu sterowania)	Integralność, Dostępność	Dostęp programistyczny do sterownika PLC bezpieczeństwa i sterownika robota, Zdalna konserwacja przez bramę VPN, Port USB na panelu HMI, Panel HMI na pulpicie sterowniczym
Konta użytkowników, role i certyfikaty VPN	Zasób zabezpieczeń (klucze, hasła, funkcje zabezpieczeń układu sterowania)	Poufność, Integralność	Panel HMI na pulpicie sterowniczym, Zdalna konserwacja przez bramę VPN, Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny
Programy spawania i parametry procesu (prąd, napięcie, posuw drutu, tory ruchu)	Dane operacyjne i procesowe (receptury, parametry, dane produkcyjne)	Poufność, Integralność	Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny, Panel HMI na pulpicie sterowniczym, Port USB na panelu HMI
Dziennik zdarzeń rejestrujący logowania, zmiany parametrów i sesje zdalnej konserwacji	Dane operacyjne i procesowe (receptury, parametry, dane produkcyjne)	Integralność, Dostępność	Panel HMI na pulpicie sterowniczym, Zdalna konserwacja przez bramę VPN
Nazwy użytkowników operatorów i czasy logowania	Zasób prywatności (dane osobowe)	Poufność, Integralność	Panel HMI na pulpicie sterowniczym, Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny
Konfiguracja sieci celi i przejścia do sieci użytkownika maszyny (brama, reguły zapory sieciowej)	Zasób sieciowy (funkcje sieciowe i ich konfiguracja)	Integralność, Dostępność	Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny, Zdalna konserwacja przez bramę VPN

Ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa Udokumentowano 7 z 7

Art. 13 ust. 2 i 3 CRA

Ostatnia zmiana: 03.11.2026, 13:11

CRA nie narzuca metody, ale narzuca minimalną treść. Art. 13 ust. 2 CRA wymaga oceny ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa oraz uwzględnienia jej wyniku w fazie planowania, projektowania, rozwoju, produkcji, dostawy i konserwacji; art. 13 ust. 3 CRA wymaga dokumentowania i aktualizowania oceny w okresie wsparcia. Niniejsza ocena dokumentuje ją jakościowo jako skutek × prawdopodobieństwo w czterech stopniach; odpowiada to definicji ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa jako połączenia skali strat lub zakłóceń i prawdopodobieństwa wystąpienia (art. 3 pkt 37 CRA). To NIE jest ocena ryzyka zgodnie z EN ISO 12100: skutki ataku dla zdrowia i bezpieczeństwa są tu uwzględniane w skutku zgodnie z art. 13 ust. 2 CRA; środek ochronny przed skutkiem związanym z bezpieczeństwem i jego dowód należą dodatkowo do oceny ryzyka (rozporządzenie w sprawie maszyn załącznik III pkt 1.1.9 lub stan wiedzy technicznej w ramach dyrektywy maszynowej). Obu liczb ryzyka nie wolno mylić ani sumować.

Według stanu na 15 września 2026 w Dzienniku Urzędowym nie opublikowano wykazu odniesień do żadnej normy zharmonizowanej do aktu o cyberodporności; domniemanie zgodności zgodnie z art. 27 ust. 1 CRA obecnie więc nie istnieje. Gdy pojawi się norma, metodę należy do niej dostosować.

Od wartości wskaźnika ryzyka 4 ocena ta wymaga udokumentowanego środka. Jest to konwencja tej oceny, a nie granica wyznaczona przez CRA: również ryzyko ocenione niżej należy minimalizować zgodnie z art. 13 ust. 2 CRA.

Klasy ryzyka (konwencja tej oceny, nie wymóg CRA): 1 do 3 niskie, 4 do 7 średnie, 8 do 11 wysokie, od 12 bardzo wysokie.

Skala

Poziom	Skutek	Prawdopodobieństwo
1	niskie: brak istotnej szkody, eksploatacja trwa nadal	mało prawdopodobne: tylko przy znacznym nakładzie pracy i fizycznym dostępie
2	zauważalne: zakłócone pojedyncze funkcje, dane sfałszowane lub wyciekłe	możliwe: wyobrażalny jest ukierunkowany atak z wykorzystaniem wiedzy fachowej
3	poważne: produkcja zatrzymana, dotknięte tajemnice przedsiębiorstwa lub dane osobowe	prawdopodobne: znane ścieżki ataku, narzędzia swobodnie dostępne
4	bardzo poważne: dotknięta funkcja bezpieczeństwa, zdrowie lub sieć osób trzecich	bardzo prawdopodobne: dostępne z sieci, znane ataki zautomatyzowane

Zagrożenie 1: Nieuprawniony dostęp przez zdalną konserwację przy użyciu skradzionych danych logowania; programy lub parametry sterownika standardowego zostają zmienione.

poprzez Zdalna konserwacja przez bramę VPN; Zasób: Oprogramowanie sterowania, panelu HMI i bramy wraz z wersją i sumami kontrolnymi

Kategoria: Nieuprawniony dostęp

Skutek × prawdopodobieństwo: 3 × 3 = 9 (Wysoki)

Środki: VPN z logowaniem wieloskładnikowym i osobistymi kontami; uaktywnianie wyłącznie na pulpicie sterowniczym, ograniczone czasowo, ze wskazaniem „Zdalna konserwacja aktywna”; brak ścieżki zdalnego dostępu do sterownika PLC bezpieczeństwa; każda sesja jest rejestrowana.

Ryzyko resztkowe: 3 × 1 = 3 (Niskie); Pozostaje: osoby z wewnątrz organizacji posiadające ważne konto; zagrożenie to ogranicza rejestrowanie zdarzeń i zatwierdzanie zmian istotnych dla bezpieczeństwa według zasady czterech oczu. Skutki zdalnego dostępu dla bezpieczeństwa są oceniane w ocenie ryzyka zgodnie z EN ISO 12100 (zagrożenie nr 44).

Wymagania: Part I No. 2(d); Part I No. 2(j); Part I No. 2(l)

Stan: kompletne

Zagrożenie 2: Znana podatność oprogramowania sprzętowego bramy VPN zostaje wykorzystana do uzyskania dostępu do sieci produkcyjnej użytkownika maszyny.

poprzez Zdalna konserwacja przez bramę VPN; Zasób: Konfiguracja sieci celi i przejścia do sieci użytkownika maszyny (brama, reguły zapory sieciowej)

Kategoria: Podatność komponentu

Skutek × prawdopodobieństwo: 3 × 3 = 9 (Wysoki)

Środki: Wykaz komponentów oprogramowania dla każdej wersji oprogramowania; subskrypcja komunikatów o bezpieczeństwie dostawcy bramy; porównanie z publicznymi bazami danych podatności przed każdą dostawą; aktualizacje zabezpieczeń przez portal klienta; brama nie przekazuje ruchu sieciowego między siecią celi a siecią użytkownika maszyny.

Ryzyko resztkowe: 3 × 1 = 3 (Niskie); Pozostaje: czas między ujawnieniem podatności a zainstalowaniem aktualizacji przez użytkownika maszyny.

Wymagania: Part I No. 2(a); Part I No. 2(c); Part I No. 2(i); Part II No. 1; Part II No. 2

Stan: kompletne

Zagrożenie 3: Zmanipulowane dane zleceń lub parametrów z sieci MES zmieniają parametry spawania; spoiny stają się wadliwe.

poprzez Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny; Zasób: Programy spawania i parametry procesu (prąd, napięcie, posuw drutu, tory ruchu)

Kategoria: Manipulacja

Skutek × prawdopodobieństwo: 3 × 2 = 6 (Średni)

Środki: OPC UA wyłącznie w trybie Sign & Encrypt z certyfikatami; odebrane parametry są sprawdzane względem zwolnionych wartości granicznych; zmiany programów spawania wyłącznie w roli osoby ustawiającej.

Ryzyko resztkowe: 3 × 1 = 3 (Niskie); Skutki sfałszowania danych dla bezpieczeństwa są również oceniane w ocenie ryzyka (zagrożenie nr 42).

Wymagania: Part I No. 2(e); Part I No. 2(f)

Stan: kompletne

Zagrożenie 4: Złośliwe oprogramowanie przedostaje się do panelu HMI z pamięci USB podczas importu kopii zapasowych lub programów.

poprzez Port USB na panelu HMI; Zasób: Oprogramowanie sterowania, panelu HMI i bramy wraz z wersją i sumami kontrolnymi

Kategoria: Złośliwe oprogramowanie

Skutek × prawdopodobieństwo: 3 × 2 = 6 (Średni)

Środki: Port USB można używać wyłącznie po zalogowaniu, autostart wyłączony; instalowane są wyłącznie podpisane pakiety aktualizacji; przed przyjęciem programów sprawdza się ich sumę kontrolną i format.

Ryzyko resztkowe: 2 × 1 = 2 (Niskie); Instrukcja obsługi poleca użytkownikom stosowanie wyłącznie sprawdzonych nośników danych.

Wymagania: Part I No. 2(f); Part I No. 2(j)

Stan: kompletne

Zagrożenie 5: Hasła są przekazywane innym osobom lub podglądane (shoulder surfing) przy panelu HMI; operator uzyskuje uprawnienia wyższej roli.

poprzez Panel HMI na pulpicie sterowniczym; Zasób: Konta użytkowników, role i certyfikaty VPN

Kategoria: Nieuprawniony dostęp

Skutek × prawdopodobieństwo: 2 × 3 = 6 (Średni)

Środki: Konta osobiste zamiast kont grupowych; wymuszona zmiana hasła przy pierwszym logowaniu; automatyczne wylogowanie; logowania i zmiany ról są rejestrowane.

Ryzyko resztkowe: 2 × 2 = 4 (Średni); Przekazywanie haseł innym osobom pozostaje kwestią organizacyjną leżącą po stronie użytkownika maszyny; zostało to omówione w instrukcji obsługi.

Wymagania: Part I No. 2(b); Part I No. 2(d); Part I No. 2(l)

Stan: kompletne

Zagrożenie 6: Dodatkowe urządzenie przeciąża lub zakłóca sieć celi (odmowa usługi, denial of service); komunikacja ze sterownikiem PLC bezpieczeństwa zostaje utracona.

poprzez Sieć celi do robota, stołu obrotowego i źródła prądu spawania; Zasób: Funkcje bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 oraz program bezpieczeństwa sterownika PLC bezpieczeństwa

Kategoria: Dostępność

Skutek × prawdopodobieństwo: 3 × 2 = 6 (Średni)

Środki: Sieć celi wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej bez wolnych portów; oddzielona od sieci użytkownika maszyny bramą; w razie utraty komunikacji monitorowanie PROFIsafe przełącza w stan bezpieczny, ponowny rozruch dopiero po potwierdzeniu.

Ryzyko resztkowe: 2 × 1 = 2 (Niskie); Skutki dla bezpieczeństwa są oceniane w ocenie ryzyka zgodnie z EN ISO 12100 (zagrożenie nr 38).

Wymagania: Part I No. 2(h); Part I No. 2(k)

Stan: kompletne

Zagrożenie 7: Program bezpieczeństwa zostaje nadpisany lub przełączony w tryb zatrzymania przez dostęp programistyczny.

poprzez Dostęp programistyczny do sterownika PLC bezpieczeństwa i sterownika robota; Zasób: Funkcje bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 oraz program bezpieczeństwa sterownika PLC bezpieczeństwa

Kategoria: Manipulacja

Skutek × prawdopodobieństwo: 4 × 2 = 8 (Wysoki)

Środki: Dostęp programistyczny wyłącznie wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej; indywidualne hasło do programu bezpieczeństwa; wersja i suma kontrolna na panelu HMI; badanie odbiorcze funkcji bezpieczeństwa po każdej zmianie.

Ryzyko resztkowe: 4 × 1 = 4 (Średni); Pozostaje: ingerencja osób upoważnionych; dowód dotyczący zabezpieczenia przed uszkodzeniem stanowi część oceny ryzyka (zagrożenie nr 43).

Wymagania: Part I No. 2(d); Part I No. 2(f); Part I No. 2(k)

Stan: kompletne

Wymagania dotyczące właściwości produktu Udokumentowano 14 z 14

Załącznik I część I CRA

Ostatnia zmiana: 03.11.2026, 13:11

Załącznik I część I pkt 1 obowiązuje bez ograniczeń. Wymagania z pkt 2 lit. a–m obowiązują „w stosownych przypadkach” na podstawie oceny ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa; czy i w jaki sposób mają zastosowanie, należy wskazać w ocenie (art. 13 ust. 3 zdanie trzecie CRA) i należy to do dokumentacji technicznej (załącznik VII pkt 3 CRA). Jeśli któreś z nich nie ma zastosowania, należy to tam wyraźnie uzasadnić (art. 13 ust. 4 CRA).

Odniesienie	Wymaganie	Dotyczy	Status	Uzasadnienie	Wdrożenie	Dowód
Part I No. 1	Odpowiedni poziom cyberbezpieczeństwa w oparciu o ryzyka	obowiązuje zawsze	spełnione		Ocena ryzyka w zakresie cyberbezpieczeństwa z siedmioma zagrożeniami obejmującymi wszystkie interfejsy cyfrowe; środki są wdrażane w konstrukcji, przy uruchomieniu i w serwisie.	Raport CRA z tabelą ryzyk i macierzą wymagań
Part I No. 2(a)	Brak znanych możliwych do wykorzystania podatności	tak	w toku		Wykaz komponentów oprogramowania jest porównywany z publicznymi bazami danych podatności przed każdą dostawą; otwarte ustalenia są usuwane przed dostawą.	Raport z kontroli podatności dla każdej wersji oprogramowania (pierwszy raport przed wprowadzeniem do obrotu)

Odniesienie	Wymaganie	Dotyczy	Status	Uzasadnienie	Wdrożenie	Dowód
Part I No. 2(b)	Bezpieczna konfiguracja domyślna i możliwość przywrócenia ustawień	tak	spełnione		Dostawa z wyłączoną zdalną konserwacją, zamkniętymi portami na bramie i wymuszoną zmianą hasła; przywracanie ustawień fabrycznych przez menu serwisowe.	Lista kontrolna uruchomienia IBN-SEC-01
Part I No. 2(c)	Aktualizacje zabezpieczeń, automatyczne aktualizacje z możliwością rezygnacji	tak	spełnione		Aktualizacje zabezpieczeń w postaci podpisanych pakietów przez portal klienta, instalowane przez użytkownika maszyny przy zatrzymanej celi. Automatyczna instalacja nie jest przewidziana, ponieważ aktualizacja w trakcie produkcji zatrzymałaby celę; użytkownik maszyny jest informowany o dostępnych aktualizacjach pocztą elektroniczną.	Koncepcja aktualizacji UPD-01
Part I No. 2(d)	Ochrona przed nieuprawnionym dostępem	tak	spełnione		Osobiste konta z rolami na panelu HMI, VPN z logowaniem wieloskładnikowym, OPC UA z certyfikatami; nieudane logowania i sesje zdalnej konserwacji są rejestrowane i wyświetlane na panelu HMI.	Koncepcja ról ROL-01, wyciąg z dziennika z odbioru
Part I No. 2(e)	Poufność danych	tak	spełnione		OPC UA w trybie Sign & Encrypt, szyfrowany tunel VPN; hasła są przechowywane wyłącznie w postaci skrótów (hash).	Zapis konfiguracji bramy i serwera OPC UA
Part I No. 2(f)	Integralność danych, poleceń, programów i konfiguracji	tak	spełnione		Podpisane pakiety aktualizacji, sumy kontrolne oprogramowania sterującego na panelu HMI, rejestr zmian parametrów i programów.	Protokół odbioru wersji oprogramowania

Odniesienie	Wymaganie	Dotyczy	Status	Uzasadnienie	Wdrożenie	Dowód
Part I No. 2(g)	Minimalizacja danych	tak	spełnione		Przetwarzane są wyłącznie dane produkcyjne oraz nazwy użytkowników potrzebne do logowania i rejestrowania zdarzeń; poza uaktywnionymi sesjami konserwacyjnymi żadne dane nie są przesyłane do producenta.	Diagram przepływu danych DFP-01
Part I No. 2(h)	Dostępność podstawowych funkcji, odporność na ataki przeciążeniowe	tak	spełnione		Sieć celi oddzielona od sieci użytkownika maszyny, ograniczenie przepustowości na bramie; bez połączenia z systemem MES lub z internetem cela nadal pracuje z ostatnio zwolnionymi programami.	Badanie obciążenia sieci i utraty połączenia, raport NET-T-02
Part I No. 2(i)	Minimalny wpływ na inne urządzenia i sieci	tak	spełnione		Brama zezwala wyłącznie na OPC UA do systemu MES oraz na połączenie VPN z producentem i nie przekazuje ruchu sieciowego między siecią celi a siecią użytkownika maszyny.	Zestaw reguł zapory sieciowej FW-01
Part I No. 2(j)	Ograniczenie powierzchni ataku	tak	spełnione		Niepotrzebne usługi i porty wyłączone, dostęp programistyczny wewnątrz zamkniętej szafy sterowniczej, USB dostępne wyłącznie po zalogowaniu.	Lista kontrolna utwardzania HRT-01
Part I No. 2(k)	Ograniczenie skutków wykorzystania podatności	tak	spełnione		Brak ścieżki zdalnego dostępu do sterownika bezpieczeństwa, stan bezpieczny w razie utraty komunikacji, tworzenie kopii zapasowych i przywracanie z porównaniem sum kontrolnych.	Raport z walidacji funkcji bezpieczeństwa, test przywracania

Odniesienie	Wymaganie	Dotyczy	Status	Uzasadnienie	Wdrożenie	Dowód
Part I No. 2(l)	Rejestrowanie i monitorowanie zdarzeń związanych z bezpieczeństwem z możliwością rezygnacji	tak	w toku		Dziennik zdarzeń rejestrujący logowania, zmiany ról i parametrów, wgrania oprogramowania i sesje zdalnej konserwacji. Sposób realizacji mechanizmu rezygnacji (opt-out) jest jeszcze wyjaśniany, ponieważ ten sam dziennik stanowi dowód zgodnie z załącznikiem III pkt 1.1.9 rozporządzenia w sprawie maszyn (stan na 17 września 2026 r.).	Koncepcja rejestrowania LOG-01 (wersja robocza)
Part I No. 2(m)	Bezpieczne usuwanie i przenoszenie danych	tak	spełnione		Funkcja „Ustawienia fabryczne” trwale usuwa konta użytkowników, certyfikaty, programy i dzienniki; kopie zapasowe są zapisywane na USB w postaci zaszyfrowanej.	Test resetowania, raport RST-01

Komponenty podmiotów trzecich Udokumentowano 1 z 5

Art. 13 ust. 5 i 6 CRA

Ostatnia zmiana: 03.11.2026, 13:11

Kto integruje z produktem komponenty pozyskane od osób trzecich, dochowuje należytej staranności: komponenty nie mogą obniżać cyberbezpieczeństwa produktu. Dotyczy to również wolnego i otwartego oprogramowania, które nie zostało udostępnione na rynku w ramach działalności handlowej (art. 13 ust. 5 CRA). Jeśli w komponencie zostanie stwierdzona podatność, należy ją zgłosić osobie lub podmiotowi, który wytwarza lub utrzymuje komponent; samodzielnie opracowaną poprawkę należy mu przekazać (art. 13 ust. 6 CRA).

Komponent 1: Sterownik robota przegubowego

Producent: Producent robota (dostawca)

Wersja: Oprogramowanie sterownika 5.2

Rodzaj: Sprzęt

Status CRA: w trakcie weryfikacji

Klasa / uwaga: Podstawowa funkcjonalność: sterowanie robotem; według dostawcy brak kategorii z załącznika III lub IV.

Dowód należytej staranności: Oceniono kwestionariusz dostawcy dotyczący postępowania z podatnościami i okresu wsparcia; subskrypcja komunikatów o bezpieczeństwie dostawcy; zażądano deklaracji zgodności z CRA dla dostaw od 11 grudnia 2027 r.

Odniesienie do SBOM: Zażądano SBOM dostawcy

Ostatnia kontrola: 10/09/2026

Komponent 2: Sterownik PLC bezpieczeństwa z oprogramowaniem inżynierskim

Producent: Producent układów sterowania (dostawca)

Wersja: Oprogramowanie sprzętowe 3.1

Rodzaj: Sprzęt

Status CRA: w trakcie weryfikacji

Klasa / uwaga: Podstawowa funkcjonalność: sterowanie bezpieczeństwa, brak kategorii z załącznika III lub IV.

Dowód należytej staranności: Oceniono podręcznik bezpieczeństwa producenta i zastosowano zalecenia dotyczące utwardzania; subskrypcja komunikatów o bezpieczeństwie; zażądano deklaracji zgodności z CRA.

Odniesienie do SBOM: RSZ-2600-SBOM-001, sekcja sterownika PLC bezpieczeństwa

Ostatnia kontrola: 10/09/2026

Komponent 3: Router przemysłowy z VPN (brama zdalnej konserwacji)

Producent: Producent urządzeń sieciowych (dostawca)

Wersja: Oprogramowanie sprzętowe 8.4

Rodzaj: Sprzęt

Status CRA: w trakcie weryfikacji

Klasa / uwaga: Produkt ważny klasy I zgodnie z załącznikiem III pkt 5 (VPN) i pkt 12 (routery); w przypadku dostaw od 11 grudnia 2027 r. dostawca musi wykazać przeprowadzenie oceny zgodności zgodnie z art. 32 ust. 2 CRA.

Dowód należytej staranności: Utrzymanie oprogramowania sprzętowego zadeklarowane na piśmie do 2036 r., wymiana na model następczy zaplanowana w okresie wsparcia; utwardzenie zgodnie z wytycznymi dostawcy.

Odniesienie do SBOM: RSZ-2600-SBOM-001, sekcja bramy

Ostatnia kontrola: 10/09/2026

Komponent 4: Panel HMI z oprogramowaniem wizualizacyjnym

Producent: Producent systemów automatyki (dostawca)

Wersja: Runtime 17

Rodzaj: Sprzęt

Status CRA: w trakcie weryfikacji

Klasa / uwaga: Podstawowa funkcjonalność: obsługa i monitorowanie, brak kategorii z załącznika III lub IV.

Dowód należytej staranności: Oceniono kwestionariusz dostawcy; wsparcie dla środowiska runtime zadeklarowane do 2037 r.; subskrypcja komunikatów o bezpieczeństwie.

Odniesienie do SBOM: RSZ-2600-SBOM-001, sekcja panelu HMI

Ostatnia kontrola: 10/09/2026

Komponent 5: Biblioteka komunikacyjna OPC UA (open source)

Producent: Projekt open source

Wersja: 1.4

Rodzaj: Oprogramowanie, wolne i otwarte oprogramowanie

Status CRA: nieobjęty CRA

Klasa / uwaga: Wolne i otwarte oprogramowanie, które nie jest dostarczane przez projekt w ramach działalności handlowej (motyw 18 CRA); obowiązek zachowania należytej staranności przy jego włączaniu spoczywa na producencie celi (art. 13 ust. 5 CRA).

Dowód należytej staranności: Wersję porównano z publicznymi bazami danych podatności; sprawdzono aktywność w zakresie utrzymania i politykę bezpieczeństwa projektu; aktualizacje są przejmowane z każdą wersją oprogramowania; wykryte podatności są zgłaszane do projektu (art. 13 ust. 6 CRA).

Odniesienie do SBOM: RSZ-2600-SBOM-001

Ostatnia kontrola: 10/09/2026

- Nr 1: Otwarte: nie ustalono jeszcze, czy komponent spełnia wymagania (art. 13 ust. 5 CRA).
- Nr 2: Otwarte: nie ustalono jeszcze, czy komponent spełnia wymagania (art. 13 ust. 5 CRA).
- Nr 3: Otwarte: nie ustalono jeszcze, czy komponent spełnia wymagania (art. 13 ust. 5 CRA).
- Nr 4: Otwarte: nie ustalono jeszcze, czy komponent spełnia wymagania (art. 13 ust. 5 CRA).

Postępowanie z podatnościami Udokumentowano 12 z 12

Załącznik I część II CRA

Ostatnia zmiana: 03.11.2026, 13:11

Miejsce przechowywania wykazu składników	System PDM producenta, dokument RSZ-2600-SBOM-001, aktualizowany dla każdej zwolnionej wersji oprogramowania
Format wykazu komponentów	CycloneDX 1.6 (JSON)
Udostępnienie wykazu składników użytkownikowi	nie
Adres kontaktowy do zgłaszania podatności (część II pkt 6, art. 13 ust. 17 CRA)	security@muster-maschinenbau.example
Polityka skoordynowanego ujawniania podatności (część II pkt 5 CRA)	https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure
Publikacja informacji o usuniętych podatnościach (część II pkt 4 CRA)	https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories

Wymagania załącznika I część II

Odniesienie	Wymaganie	Status	Wdrożenie	Dowód	Wskazówka
Part II No. 1	Identyfikacja podatności i komponentów, wykaz SBOM	spełnione	Wykaz komponentów oprogramowania w formacie CycloneDX dla każdej zwolnionej wersji oprogramowania, obejmujący co najmniej zależności najwyższego poziomu; wykaz komponentów z dostawcami i wersjami.	RSZ-2600-SBOM-001	
Part II No. 2	Niezwłoczne usuwanie podatności, oddzielne aktualizacje zabezpieczeń	spełnione	Usuwanie podatności według stopnia dotkliwości w ustalonych terminach docelowych; tam, gdzie jest to technicznie wykonalne, aktualizacje zabezpieczeń są udostępniane oddzielnie od aktualizacji funkcjonalności.	VA-SEC-04, sekcja 5	Ograniczenie w brzmieniu: aktualizacje zabezpieczeń należy udostępniać oddzielnie od aktualizacji funkcjonalnych tylko „w zakresie, w jakim jest to technicznie wykonalne”. W przypadku kolejnych istotnie zmodyfikowanych wersji produktu programowego obowiązek wynikający z art. 13 ust. 10 CRA można ograniczyć do wersji ostatnio wprowadzonej do obrotu, o ile użytkownicy wcześniejszej wersji mają bezpłatny dostęp do najnowszej wersji bez dodatkowych kosztów dostosowania.

Odniesienie	Wymaganie	Status	Wdrożenie	Dowód	Wskazówka
Part II No. 3	Regularne testowanie i przegląd bezpieczeństwa	w toku	Coroczny test penetracyjny na celi referencyjnej oraz kontrola podatności przed każdą dostawą; pierwszy test jest planowany przed wprowadzeniem do obrotu.	Plan testów SEC-PP-01	
Part II No. 4	Publikacja informacji o usuniętych podatnościach	spełnione	Komunikaty o bezpieczeństwie z opisem, wersjami, których dotyczą, skutkami, stopniem dotkliwości i sposobem usunięcia podatności pod adresem https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories; publikacja jest opóźniana wyłącznie w uzasadnionych przypadkach, do czasu gdy użytkownicy będą mieli możliwość zainstalowania aktualizacji.	VA-SEC-04, sekcja 6	Ograniczenie w brzmieniu: w należycie uzasadnionych przypadkach, gdy ryzyka związane z publikacją przewyższają korzyści dla bezpieczeństwa, publikację można odroczyć do czasu, aż użytkownicy będą mogli zastosować poprawkę. Uzasadnienie należy zamieścić w opisie realizacji.
Part II No. 5	Polityka skoordynowanego ujawniania podatności	spełnione	Polityka skoordynowanego ujawniania podatności opublikowana pod adresem https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure.	Opublikowana polityka, rew. A	
Part II No. 6	Wymiana informacji o podatnościach i adres kontaktowy	spełnione	Adres kontaktowy security@muster-maschinenbau.example; subskrypcja komunikatów o bezpieczeństwie dostawców sterownika robota, sterownika PLC bezpieczeństwa i bramy.	VA-SEC-04, sekcja 3	
Part II No. 7	Bezpieczne mechanizmy dystrybucji aktualizacji	spełnione	Podpisane pakiety aktualizacji z sumą kontrolną przez portal klienta (TLS); instalator weryfikuje podpis przed instalacją.	Koncepcja aktualizacji UPD-01	Ograniczenie w brzmieniu: aktualizacje zabezpieczeń są instalowane, w stosownych przypadkach, automatycznie. W przypadku produktów w środowiskach profesjonalnych i przemysłowych, w których automatyczna aktualizacja mogłaby zakłócić eksploatację, użytkownicy zwykle nie oczekują takiej aktualizacji (por. motyw 56 CRA); decyzję należy tu uzasadnić.

Odniesienie	Wymaganie	Status	Wdrożenie	Dowód	Wskazówka
Part II No. 8	Bezpłatne aktualizacje zabezpieczeń wraz z komunikatami	spełnione	Aktualizacje zabezpieczeń są bezpłatne w okresie wsparcia i są udostępniane wraz z komunikatami informującymi o ich treści i zalecanych działaniach, oddzielnie od płatnych rozszerzeń funkcjonalności.	Ogólne warunki serwisowe, sekcja dotycząca aktualizacji zabezpieczeń	Ograniczenie w brzmieniu: w przypadku produktu wykonanego na zamówienie producent i użytkownik biznesowy mogą postanowić inaczej w sprawie bezpłatnej dystrybucji. Każde takie ustalenie należy tu wskazać; obowiązek niezwłocznej dystrybucji wraz z komunikatami doradczymi pozostaje.

- Osiem wymagań załącznika I część II obowiązuje bez zastrzeżenia „w stosownych przypadkach” z części I (zdanie wprowadzające załącznika I część II; por. motyw 54 CRA), dlatego nie można ich wyłączyć, gdy tylko obowiązki wynikające z rozporządzenia mają zastosowanie do produktu; dla każdego punktu należy odnotować, jak go zrealizowano i czym to potwierdzono (załącznik VII pkt 2 lit. b i pkt 6 CRA). Niektóre punkty zawierają ograniczenia we własnym brzmieniu; widnieją one jako wskazówka przy wierszu i dotyczą realizacji, a nie stosowalności.

Okres wsparcia Udokumentowano 4 z 4

Art. 13 ust. 8, 9 i 19 CRA

Ostatnia zmiana: 17.09.2026, 01:18

Ustalony okres wsparcia	Liczba lat: 12
Sprawdzenie względem art. 13 ust. 8 CRA	Okres wsparcia spełnia minimalny wymóg pięciu lat i odpowiada przewidywanemu okresowi użytkowania. Powody jego ustalenia należy ująć w dokumentacji technicznej (art. 13 ust. 8 akapit piąty, załącznik VII pkt 4 CRA).
Uwzględnione czynniki	Okres wsparcia odpowiada oczekiwanemu okresowi użytkowania wynoszącemu 12 lat. Uwzględniono oczekiwania użytkowników w produkcji seryjnej, okres użytkowania porównywalnych cel spawalniczych oraz utrzymanie oprogramowania sprzętowego zadeklarowane przez dostawców sterownika robota, sterownika PLC bezpieczeństwa i bramy (dowody w wykazie komponentów).
Obliczony koniec (założenie tej oceny: początek z chwilą wprowadzenia do obrotu, plus okres)	03/2039
Podana data zakończenia	03/2039
Wskazanie daty zakończenia w momencie zakupu	Potwierdzenie zamówienia, tabliczka uzupełniająca obok tabliczki znamionowej oraz rozdział Cyberbezpieczeństwo instrukcji obsługi
Dostępność udostępnionych aktualizacji zabezpieczeń (art. 13 ust. 9 CRA)	Aktualizacje zabezpieczeń są udostępniane w portalu klienta producenta wraz z informacjami o wydaniu i sumą kontrolną i pozostają tam dostępne przez co najmniej dziesięć lat od wydania, a w każdym przypadku do końca okresu wsparcia.

Zgłaszanie aktywnie wykorzystywanych podatności i poważnych incydentów Udokumentowano 4 z 4

Art. 14 aktu o cyberodporności

Ostatnia zmiana: 17.09.2026, 01:18

Terminy na podstawie art. 14 ust. 2 i 4 CRA: wczesne ostrzeżenie niezwłocznie, najpóźniej 24 godz. po uzyskaniu informacji; zgłoszenie niezwłocznie, najpóźniej 72 godz. po uzyskaniu informacji, o ile informacje nie zostały już przekazane;

sprawozdanie końcowe w przypadku podatności najpóźniej 14 dni po udostępnieniu środka naprawczego lub środka zmniejszającego ryzyko, w przypadku incydentu najpóźniej 1 miesiąc po zgłoszeniu. Terminy liczone są bez przesunięcia na dni robocze; jest to wykładnia bardziej rygorystyczna.

Odpowiedzialny za zgłoszenia	Pełnomocnik ds. bezpieczeństwa produktów (Product Security Officer), dostępny pod adresem security@muster-maschinenbau.example oraz za pośrednictwem dyżuru serwisowego, również w weekendy
Zastępca	Kierownik działu elektrotechniki
Państwo członkowskie głównej siedziby	Niemcy
CSIRT wyznaczony na koordynatora	CERT-Bund w Federalnym Urzędzie ds. Bezpieczeństwa Informacji (BSI)
Dostęp do pojedynczej platformy sprawozdawczej (art. 16 CRA)	skonfigurowany
Wewnętrzna instrukcja postępowania	Procedura VA-SEC-04 „Postępowanie z podatnościami i incydentami bezpieczeństwa”, rew. B
Poinformowanie użytkowników, których to dotyczy (art. 14 ust. 8 CRA)	Komunikat o bezpieczeństwie wysyłany pocztą elektroniczną do zarejestrowanych osób kontaktowych każdego użytkownika oraz publikacja pod adresem https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories, również w formacie CSAF nadającym się do odczytu maszynowego

Informacje i instrukcje dla użytkownika Udokumentowano 7 z 7

Załącznik II, załącznik VII pkt 1 lit. d CRA

Ostatnia zmiana: 17.09.2026, 01:18

Poniższe informacje opierają się na załączniku II CRA. W odniesieniu do tego produktu (wprowadzonego do obrotu przed 11 grudnia 2027) należy je dołączyć dopiero wtedy, gdy zostanie on istotnie zmodyfikowany od dnia 11 grudnia 2027 (art. 69 ust. 2 CRA). W przypadku maszyny należą one do rozdziału dotyczącego cyberbezpieczeństwa w instrukcji obsługi.

Annex II No. 1 CRA: Nazwa i dane kontaktowe producenta

Muster Maschinenbau GmbH
Beispielstraße 1, 12345 Musterstadt, Niemcy
service@muster-maschinenbau.example
https://www.muster-maschinenbau.example

Annex II No. 2 CRA: Pojedynczy punkt kontaktowy ds. podatności i polityka ujawniania

security@muster-maschinenbau.example
https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure

Annex II No. 3 CRA: Jednoznaczna identyfikacja produktu

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600
RSZ-2600
Numer seryjny na tabliczce znamionowej na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej; wersja oprogramowania na panelu HMI w menu „Info”

Annex II No. 4 CRA: Przeznaczenie, środowisko bezpieczeństwa i właściwości w zakresie bezpieczeństwa

Zrobotyzowane spawanie MAG zespołów stalowych o masie do 40 kg w produkcji seryjnej, instalacja stacjonarna w hali produkcyjnej.

Eksploatacja w sieci produkcyjnej oddzielonej od sieci biurowej i internetu; połączenie z systemem MES wyłącznie przez dostarczoną bramę; zdalna konserwacja wyłącznie przez bramę VPN po jej uaktywnieniu na pulpicie sterowniczym; szafa sterownicza i porty programowania zamknięte.

Sterowanie robotem, stołem obrotowym, procesem spawania i odciągiem dymów; przyjmowanie zleceń i przesyłanie danych produkcyjnych przez OPC UA; kopie zapasowe przez USB; zdalna konserwacja przez producenta.

Osobiste konta użytkowników z rolami; szyfrowane i podpisywane połączenie OPC UA; VPN z logowaniem wieloskładnikowym; dziennik zdarzeń rejestrujący logowania, zmiany parametrów i sesje zdalnej konserwacji; wersja i suma kontrolna oprogramowania związanego z bezpieczeństwem na panelu HMI; brak zdalnego dostępu do sterownika bezpieczeństwa.

Annex II No. 5 CRA: Okoliczności, które mogą prowadzić do znaczących ryzyk dla cyberbezpieczeństwa

Bezpośrednie podłączenie sieci celi do sieci biurowej lub internetu; zdalna konserwacja pozostawiona na stałe uaktywniona; wspólne hasła; pliki z nieznanych źródeł przez USB; niezainstalowane aktualizacje zabezpieczeń; dalsza eksploatacja po zakończeniu okresu wsparcia.

Annex II No. 6 CRA: Adres internetowy deklaracji zgodności UE

brak wpisu (w stosownych przypadkach)

Annex II No. 7 CRA: Techniczne wsparcie w zakresie bezpieczeństwa i data zakończenia okresu wsparcia

Aktualizacje zabezpieczeń oprogramowania sterowania, panelu HMI i bramy przez portal klienta; komunikaty o bezpieczeństwie pocztą elektroniczną; wsparcie serwisu producenta przy włączaniu celi do sieci użytkownika maszyny.

Koniec okresu wsparcia: 03/2039

Annex II No. 8 CRA: Szczegółowe instrukcje

a) Bezpieczne uruchomienie i użytkowanie: Przy pierwszym logowaniu zmienić hasło początkowe (sterownik to wymusza) i utworzyć osobiste konta dla wszystkich operatorów; włączyć bramę zgodnie z planem sieci producenta i zezwolić wyłącznie na OPC UA do systemu MES oraz na połączenie VPN z producentem; zapisać kopię zapasową odebranej konfiguracji i wpisać jej sumę kontrolną do protokołu odbioru.

b) Wpływ zmian na bezpieczeństwo danych: Dodatkowe połączenia sieciowe, zmienione reguły zapory sieciowej, zmiany w programie bezpieczeństwa lub podłączenie kolejnych maszyn mogą pogorszyć cyberbezpieczeństwo i działanie funkcji bezpieczeństwa. Takie zmiany wprowadzać wyłącznie po konsultacji z producentem, a następnie sprawdzić funkcje bezpieczeństwa.

c) Instalacja aktualizacji istotnych dla bezpieczeństwa: Pobrać aktualizacje zabezpieczeń z portalu klienta, porównać sumę kontrolną i zainstalować je przez USB na panelu HMI przy zatrzymanej celi, wybranym trybie ustawiania i zamkniętych drzwiach serwisowych lub podczas uaktywnionej sesji zdalnej konserwacji; następnie sprawdzić wersję i sumę kontrolną na panelu HMI.

d) Bezpieczne wycofanie z eksploatacji i usunięcie danych użytkownika: Przed wycofaniem z eksploatacji zapisać kopię zapasową programów spawania i dzienników, zresetować celę za pomocą funkcji „Ustawienia fabryczne” (usuwa to konta użytkowników, certyfikaty, programy i dzienniki) oraz zwrócić się do producenta o zablokowanie dostępu do zdalnej konserwacji.

Annex II No. 9 CRA: Dostęp do wykazu składników oprogramowania (SBOM), jeśli jest udostępniany

brak wpisu (w stosownych przypadkach)

- Wskazówka: nie podano adresu internetowego deklaracji zgodności UE; należy go podać tylko „w stosownych przypadkach” (załącznik II pkt 6 CRA). Jeżeli mają zastosowanie główne obowiązki, do produktu dołącza się zgodnie z art. 13 ust. 20 CRA kopię deklaracji zgodności UE lub uproszczoną deklarację; uproszczona deklaracja zawiera adres internetowy, pod którym dostępny jest pełny tekst (załącznik VI CRA).

Stan normalizacji na rynku

Art. 27 aktu o cyberodporności

Według stanu na 15 września 2026 w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej nie opublikowano odesłania do żadnej normy zharmonizowanej do aktu o cyberodporności. W związku z tym obecnie nie istnieje domniemanie zgodności na podstawie art. 27 ust. 1 CRA, a dla produktów ważnych klasy I droga przez kontrolę wewnętrzną (moduł A) z normami

zharmonizowanymi stosowanymi w całości nie jest w praktyce jeszcze otwarta. Akt delegowany wskazujący europejskie programy certyfikacji dla celów domniemania zgodności (art. 27 ust. 9 CRA) również nie został wydany. Przed oceną zgodności należy sprawdzić stan w Dzienniku Urzędowym.

Niniejsze zestawienie opisuje stan normalizacji, a nie normy zastosowane do tego produktu. Wykaz zastosowanych norm zharmonizowanych, wspólnych specyfikacji lub innych specyfikacji technicznych zgodnie z załącznikiem VII pkt 5 CRA prowadzony jest na liście kontrolnej dokumentacji technicznej.

Identyfikator	Tytuł	Źródło	Wskazówka
Wniosek o normalizację M/606, C(2025) 618	Wniosek Komisji o normalizację dotyczący aktu o cyberodporności z dnia 3 lutego 2025	źródło pierwotne	41 norm, wniosek ważny do 30 listopada 2027; wniosek wyraźnie wymienia maszyny (dyrektywa 2006/42/WE i rozporządzenie (UE) 2023/1230).
EN 40000-1-1 do EN 40000-1-4 (projekty)	Horyzontalna seria norm: terminologia, zasady cyberodporności, postępowanie z podatnościami, ogólne wymagania bezpieczeństwa	źródło wtórne	W opracowaniu; według stanu na 15 września 2026 nie została zacytowana w Dzienniku Urzędowym, zatem brak domniemania zgodności.
prEN 50770-1 do prEN 50770-6 (projekty)	Normy pionowe dla produktów technologii operacyjnej: zapory sieciowe, zarządzanie siecią, interfejsy sieciowe, VPN, routery i przełączniki, SIEM	źródło wtórne	W opracowaniu na podstawie serii IEC 62443; według stanu na 15 września 2026 nie została zacytowana w Dzienniku Urzędowym.
IEC 62443-4-1, -4-2 i -3-3	Bezpieczny proces rozwoju, wymagania dotyczące komponentów, wymagania systemowe	źródło wtórne	Technicznie kluczowa, jednak według stanu na 15 września 2026 niezacytowana w Dzienniku Urzędowym jako norma zharmonizowana do aktu o cyberodporności. Może być stosowana jako inna zastosowana specyfikacja techniczna w dokumentacji technicznej (załącznik VII pkt 5 CRA), bez domniemania zgodności.
EN 18031-1, EN 18031-2 i EN 18031-3:2024	Wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa dla urządzeń radiowych (dyrektywa w sprawie urządzeń radiowych)	źródło wtórne	Zacytowana z ograniczeniami w ramach dyrektywy w sprawie urządzeń radiowych (decyzja wykonawcza (UE) 2025/138), istotna do 10 grudnia 2027; nie stanowi ścieżki domniemania zgodności w ramach aktu o cyberodporności.

Niniejsze sprawozdanie dokumentuje informacje producenta dotyczące aktu o cyberodporności (UE) 2024/2847. Nie jest ono oceną ryzyka zgodnie z EN ISO 12100: skutki ataku związane z bezpieczeństwem są tam wykazane wraz z szacowaniem ryzyka na liście zagrożeń, natomiast ocena ryzyk w zakresie cyberbezpieczeństwa zgodnie z art. 13 ust. 2 CRA jest prowadzona tutaj. Obu wartości ryzyka nie wolno mylić ani sumować.

Reguły obliczeniowe tej oceny (liczenie wpisów, próg środków, klasy ryzyka, obliczanie terminów bez przesuwania na dni robocze) są oznaczone jako takie i nie stanowią wymogów rozporządzenia. Niepewne stany prawne opatrzone są datą stanu.

Liczenie sekcji i danych jest konwencją tej dokumentacji, a nie wymogiem rozporządzenia; pokazuje, w których miejscach dokumentacja ma jeszcze luki.

8. Instrukcja obsługi

Załącznik III pkt 1.7.4 rozporządzenia w sprawie maszyn

Wyciąg z tekstów rozdziałów. Rysunki, tabele i automatycznie generowane sekcje (zagrożenia resztkowe, zastosowane normy) znajdują się w osobnym eksporcie instrukcji oraz w rozdziałach 1 i 2 niniejszej dokumentacji.

1 Ważne informacje podstawowe

Niniejsza instrukcja obsługi dotyczy zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 (numer seryjny RSZ2600-2026-0001, rok budowy 2026) i jest skierowana do użytkownika maszyny oraz do personelu odpowiedzialnego za obsługę, ustawianie, konserwację i demontaż. Stanowi ona część maszyny, musi być zawsze dostępna dla personelu i musi zostać przekazana w razie zmiany miejsca ustawienia lub odsprzedaży. Niniejszy rozdział opisuje zakres dostawy, granice maszyny, interfejsy zewnętrzne oraz podstawy prawne niniejszej dokumentacji.

1.1 Zakres dostawy i granice maszyny

Zakres dostawy: RSZ-2600 jest dostarczana jako w pełni funkcjonalny zespół maszyn. Zakres dostawy obejmuje:

- Przemysłowy robot przegubowy z 6 osiami (zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg) wraz ze sterownikiem robota i pulpitem programowania
- Dwustanowiskowy stół obrotowy ze stałą środkową ścianką działową, kurtyną spawalniczą i pneumatycznymi zaciskami przedmiotu
- Źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent z podajnikiem drutu, palnik spawalniczy chłodzony wodą z agregatem chłodzącym oraz stacja czyszczenia palnika
- Zespół odciągu dymów spawalniczych 1800 m³/h ze wstępnym separatorem iskier, wkładem filtracyjnym, monitorowaniem temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowanymi przepustnicami odcinającymi oraz czujkami dymu i CO
- Osłona obwodowa (ogrodzenie obwodowe) o wysokości 2200 mm z drzwiami serwisowymi, kurtyna świetlna typu 4, sterownik PLC bezpieczeństwa, pulpit sterowniczy i szafa sterownicza
- Brama sieciowa z zaporą sieciową i dostępem do zdalnej konserwacji
- Zintegrowane z maszyną oświetlenie miejsca pracy zgodnie z EN 1837 oraz podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku
- Instrukcja obsługi wraz z dokumentami towarzyszącymi wymienionymi w rozdziale 12 (w tym deklaracja zgodności UE, plan ustawienia, schematy obwodów, schemat pneumatyczny, wykaz części zamiennych, plan badań funkcji bezpieczeństwa i formularz rejestru konserwacji)

Zakres dostawy nie obejmuje:

- Przyrządów mocujących przeznaczonych dla określonych przedmiotów (o ile nie uzgodniono inaczej); wymagania dotyczące przyrządów mocujących użytkownika maszyny, patrz rozdział 3.1
- Zasilania gazem osłonowym zapewnianego przez klienta
- Przyłączy mediów zapewnianych przez klienta
- Opcjonalnego kanału powietrza wywiewanego dla zespołu odciągu
- Urządzenia wspomagającego podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg na stanowisku załadunku (zapewnia klient, udźwig co najmniej 40 kg)

Granice użytkowania: spawanie MAG zespołów stalowych (stal niestopowa i niskostopowa) o masie przedmiotu do 40 kg i maksymalnych wymiarach gabarytowych przedmiotu 800 x 600 x 400 mm. Produkcja seryjna wyłącznie z zastosowaniem określonych, zatwierdzonych programów spawania. Ręczny załadunek i rozładunek na danym stanowisku czołowym przez przeszkolony personel wykwalifikowany, czas cyklu ok. 90 sekund. Maszyna nie jest przeznaczona do przedmiotów aluminiowych, ocynkowanych lub powlekanych, do spawania ręcznego wewnątrz celi ani do przedmiotów z naprężeniami własnymi pochodzącymi z wcześniejszych procesów.

Granice przestrzenne: powierzchnia posadzki ok. 6,5 x 4,0 m, wysokość 2,6 m. Przestrzeń robocza robota o zasięgu 2600 mm, całkowicie zamknięta ogrodzeniem obwodowym o wysokości 2200 mm i stałą środkową ścianką działową stołu obrotowego. Zakres obrotu stołu obrotowego 180 stopni. Stanowisko załadunku przed otworem załadunku, kurtyna świetlna typu 4 o rozdzielczości 30 mm, odległość bezpieczeństwa obliczona i udokumentowana zgodnie z EN ISO 13855. Jedne drzwi serwisowe z tyłu. Interfejsy z procesami poprzedzającymi i następującymi są wyłącznie ręczne.

Granice czasowe: przewidywany okres użytkowania 12 lat przy pracy na 2 zmiany, coroczna konserwacja przez producenta, półroczna kontrola funkcji bezpieczeństwa, kontrola ryglowania i kurtyny świetlnej zgodnie z EN ISO 14119 i EN ISO 13855 przy każdej wizycie serwisowej. Części zużywające się: palnik spawalniczy, końcówki prądowe, dysza gazowa, rolki podające drut, wkład filtracyjny zespołu odciągu, kurtyna spawalnicza.

Granice środowiskowe: suche pomieszczenie wewnątrz hali produkcyjnej, od 5 do 40 stopni C, wilgotność względna do 70 procent bez kondensacji, zasilanie sieciowe 400 V AC 50 Hz TN-S, moc przyłączeniowa 32 kVA, sprężone powietrze 6 bar bezolejowe, ustawienie na równej przemysłowej posadzce betonowej. Brak strefy zagrożenia wybuchem, brak użytkowania na zewnątrz.

Granice zespołu maszyn: Cela obejmuje robota (maszyna nieukończona z unijną deklaracją włączenia), stół obrotowy, źródło prądu spawania (urządzenie z oznakowaniem CE), zespół odciągu oraz komponenty ogrodzenia, drzwi i czujników. Interfejsy między tymi częściami oceniono w ocenie ryzyka zespołu maszyn i uwzględniono w deklaracji zgodności UE zespołu maszyn.

1.2 Odpowiedzialność (producent / użytkownik)

Zakresy odpowiedzialności producenta i użytkownika maszyny są podzielone w następujący sposób:

Zakres odpowiedzialności producenta: projekt, budowa i zgodność zespołu maszyn, w tym ocena ryzyka, walidacja funkcji bezpieczeństwa i dokumentacja techniczna; pierwsze uruchomienie z udokumentowanym odbiorem; coroczna konserwacja zgodnie z umową; dostawa części zamiennych i wsparcie techniczne.

Zakres odpowiedzialności użytkownika maszyny: eksploatacja maszyny wyłącznie w ramach zamierzonego użytkowania; dobór i kwalifikacje personelu oraz jego regularny, udokumentowany instruktaż (co najmniej raz w roku); zapewnienie środków ochrony indywidualnej i nadzór nad ich stosowaniem; ocena ryzyka związanego ze stanowiskiem pracy zgodnie z niemiecką ustawą o bezpieczeństwie i higienie pracy (ArbSchG) i niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV), w tym w zakresie hałasu i dymów spawalniczych (niemiecka reguła techniczna dotycząca substancji niebezpiecznych TRGS 528); badanie okresowe wyposażenia elektrycznego zgodnie z przepisem DGUV Vorschrift 3 (niemiecki przepis ubezpieczenia wypadkowego dotyczący instalacji i urządzeń elektrycznych); półroczna kontrola funkcji bezpieczeństwa i konserwacja zgodnie z rozdziałem 10, w tym prowadzenie rejestru konserwacji; zapewnienie mediów dostarczanych przez klienta (zasilanie

elektryczne, sprężone powietrze, gaz osłonowy) w wymaganej jakości; zapewnienie i okresowe badanie urządzenia wspomagającego podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg na stanowisku załadunku (udźwig co najmniej 40 kg); profilaktyczna opieka lekarska w przypadku narażenia na dymy spawalnicze; przekazywanie alarmu pożarowego zespołu odciągu (czujki dymu i CO) do stale obsadzonego miejsca zgodnie z koncepcją ochrony przeciwpożarowej budynku; zgłaszanie producentowi zdarzeń i usterek istotnych dla bezpieczeństwa.

Zmiany w maszynie: Przebudowy i doposażenia są dopuszczalne wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody producenta. Istotne zmiany w rozumieniu rozporządzenia w sprawie maszyn mogą wymagać przeprowadzenia nowej oceny zgodności.

1.3 Interfejsy zewnętrzne

Maszyna ma następujące interfejsy zasilania i mediów:

- Zasilanie energią elektryczną: 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz, układ sieci TN-S, moc przyłączeniowa 32 kVA, zabezpieczenie 63 A gG zapewniane przez klienta, zasilanie doprowadzone do wyłącznika głównego szafy sterowniczej.
- Zasilanie sprężonym powietrzem: 6 bar, bezolejowe, przyłącze G 1/2 na zespole przygotowania powietrza maszyny.
- Zasilanie gazem osłonowym (zapewnia klient): mieszanka gazowa M21 zgodnie z EN ISO 14175 (82 procent argonu, 18 procent CO2), przyłącze na źródle prądu spawania, przepływ ok. 15 l/min na palniku.
- Odciąg dymów spawalniczych: zespół odciągu zintegrowany z celą, 1800 m³/h, z wkładem filtracyjnym, praca z recyrkulacją powietrza; opcjonalne przyłącze powietrza wywiewanego zapewniane przez klienta.
- Interfejsy sygnałowe: bezpotencjałowe styki sygnalizacyjne (stan pracy i zbiorczy komunikat o usterce) do podłączenia do nadrzędnego systemu sterowania. Nie ma interfejsów związanych z bezpieczeństwem z sąsiednimi instalacjami; powiązanie z procesami poprzedzającymi i następującymi jest wyłącznie ręczne.
- Interfejsy danych: OPC UA do systemu MES użytkownika maszyny (odbiór zleceń, przekazywanie zwrotne danych produkcyjnych) oraz zdalna konserwacja przez producenta za pośrednictwem VPN, obie wyłącznie przez dostarczoną bramę; port USB na panelu HMI do tworzenia kopii zapasowych danych i aktualizacji. Szczegóły, patrz rozdział 13 (Cyberbezpieczeństwo).

Wymagania dotyczące wykonania przyłączy przez klienta opisano w rozdziale 7 (Warunki ustawienia).

1.4 Uwagi prawne i zastosowane normy

Producent deklaruje zgodność maszyny z następującym unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym:

- Rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230
- Dyrektywa EMC 2014/30/UE

Cele bezpieczeństwa określone w dyrektywie 2014/35/UE są spełnione zgodnie z załącznikiem III pkt 1.5.1 rozporządzenia w sprawie maszyn. Deklaracja zgodności UE jest dołączona do niniejszej instrukcji obsługi; oznakowanie CE umieszczono na tabliczce znamionowej.
Niniejszą instrukcję obsługi sporządzono zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4 do 1.7.4.2 rozporządzenia (UE) 2023/1230. Niniejsza polska wersja jest tłumaczeniem; w razie wątpliwości rozstrzygająca jest wersja niemiecka.

Nieuprawnione przebudowy i zmiany w maszynie, w szczególności w osłonach i urządzeniach ochronnych oraz w sterowniku bezpieczeństwa, są niedopuszczalne. Mogą one spowodować utratę zgodności maszyny i utratę gwarancji; producent nie ponosi odpowiedzialności za wynikające z nich szkody. Wolno stosować wyłącznie części zamienne spełniające wymagania określone przez producenta.
Niniejsza dokumentacja jest chroniona prawem autorskim. Powielanie i udostępnianie osobom trzecim jest dopuszczalne wyłącznie w zakresie wymaganym do eksploatacji, konserwacji lub odsprzedaży maszyny. Pełny wykaz zastosowanych norm zamieszczono na końcu niniejszego rozdziału.

1.5 Dokumentacja (struktura, skróty, terminologia)

Struktura: Niniejsza instrukcja obsługi jest podzielona na 13 rozdziałów i odzwierciedla cykl życia maszyny od dostawy do utylizacji. Informacje dotyczące bezpieczeństwa przedstawiono łącznie w rozdziale 2, a dodatkowo na początku poszczególnych rozdziałów dotyczących czynności.

Przedstawienie ostrzeżeń: Ostrzeżenia są stopniowane według poziomu zagrożenia. NIEBEZPIECZEŃSTWO oznacza bezpośrednio niebezpieczną sytuację, która spowoduje śmierć lub poważne obrażenia. OSTRZEŻENIE oznacza potencjalnie niebezpieczną sytuację, która może spowodować śmierć lub poważne obrażenia. UWAGA oznacza sytuację, która może spowodować lekkie lub średnio ciężkie obrażenia. WSKAZÓWKA oznacza informacje dotyczące zapobiegania szkodom materialnym.

Skróty: CMR = rakotwórczy, mutagenny lub działający szkodliwie na rozrodczość; EMC = kompatybilność elektromagnetyczna; EMF = pola elektromagnetyczne; ESPE = elektroczułe wyposażenie ochronne; HMI = human machine interface (interfejs operatora); LOTO = lockout/tagout (odłączenie i zabezpieczenie przed ponownym załączeniem); MAG = spawanie w osłonie gazu aktywnego (metal active gas); MES = manufacturing execution system (system realizacji produkcji); MR = rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230; OPC UA = Open Platform Communications Unified Architecture (protokół interfejsu danych do systemu MES); PL = poziom zapewnienia bezpieczeństwa (performance level) zgodnie z EN ISO 13849-1; PLC = programowalny sterownik logiczny; PLr = wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa; ŚOI = środki ochrony indywidualnej; SLS = bezpiecznie zmniejszona prędkość (Safely-Limited Speed); SRP/CS = związana z bezpieczeństwem część systemu sterowania; TCP = punkt środkowy narzędzia (tool centre point); VPN = wirtualna sieć prywatna (szyfrowane połączenie do zdalnej konserwacji); WLL = dopuszczalne obciążenie robocze osprzętu do podnoszenia.

Dokumenty powiązane: instrukcja montażu producenta robota, instrukcje obsługi źródła prądu spawania, podajnika drutu i zespołu odciągu dymów spawalniczych, schematy elektryczne i pneumatyczne, deklaracja zgodności UE oraz sprawozdania z badań i protokoły odbioru. Dokumenty te należy przechowywać razem z niniejszą instrukcją obsługi.

2 Bezpieczeństwo

Niniejszy rozdział zawiera podstawowe informacje dotyczące bezpieczeństwa dla wszystkich faz cyklu życia zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Obejmuje on:

- zamierzone użytkowanie
- racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie
- zainstalowane osłony i urządzenia ochronne
- oznakowanie bezpieczeństwa na maszynie

Ponadto obowiązują wskazówki bezpieczeństwa dotyczące poszczególnych czynności, zawarte w rozdziałach 5 do 11. Pełne zestawienie wszystkich ryzyk resztkowych wraz ze środkami ochronnymi z oceny ryzyka jest załączone na końcu niniejszego rozdziału i musi być przestrzegane przez wszystkie osoby pracujące przy maszynie lub z maszyną.

2.1 Zamierzone użytkowanie

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do zautomatyzowanego spawania MAG zespołów stalowych ze stali niestopowej i niskostopowej o masie przedmiotu do 40 kg i maksymalnych wymiarach gabarytowych przedmiotu 800 x 600 x 400 mm w produkcji seryjnej z zastosowaniem określonych, zatwierdzonych programów spawania. Załadunek i rozładunek wykonuje ręcznie przeszkolony personel wykwalifikowany na danym stanowisku czołowym dwustanowiskowego stołu obrotowego przy czasie cyklu ok. 90 sekund. Dostęp osób do przestrzeni roboczej robota podczas pracy automatycznej nie jest przewidziany.

Budowa jako zespół maszyn: (1) Przemysłowy robot przegubowy, 6 osi, zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg, dostarczony przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B oraz instrukcją montażu zgodnie z załącznikiem XI. (2) Dwustanowiskowy stół obrotowy z pionową osią obrotu i obrotem o 180 stopni, stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą, pneumatyczne zaciski przedmiotu. (3) Źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent, z oznakowaniem CE, z podajnikiem drutu i stacją czyszczenia palnika. (4) Odciąg dymów spawalniczych 1800 m³/h z wkładem filtracyjnym. Wszystkie komponenty są sterowane wspólnie i wprowadzane do obrotu jako jedna całość.

Do zamierzonego użytkowania należy również przestrzeganie niniejszej instrukcji obsługi, określonych okresów między czynnościami konserwacyjnymi oraz warunków otoczenia i przyłączenia podanych w rozdziałach 3 i 7. Maszyna jest przeznaczona do instalacji stacjonarnej w suchej hali produkcyjnej wewnątrz budynku. Każde inne lub wykraczające poza to użytkowanie uznaje się za niezgodne z zamierzonym użytkowaniem; za wynikające z niego szkody odpowiada wyłącznie użytkownik maszyny. Do użytkowania niezgodnego z zamierzonym należą w szczególności: spawanie przedmiotów aluminiowych, ocynkowanych lub powlekanych; spawanie ręczne wewnątrz celi; obróbka przedmiotów wykraczających poza zatwierdzone granice geometrii i masy; eksploatacja w atmosferach potencjalnie wybuchowych lub na zewnątrz.

2.2 Racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie

Wchodzenie do przestrzeni roboczej robota przez otwór załadunku mimo kurtyny świetlnej, np. przez przechodzenie nad nią, przeczołgiwanie się pod nią lub sięganie między wiązkami; manipulowanie kurtyną świetlną lub jej mostkowanie, np. przez jej zaklejenie lub zamocowanie przedmiotu w polu ochronnym; obchodzenie ryglowania drzwi serwisowych za pomocą zastępczego elementu uruchamiającego lub przez unieruchomienie drzwi w danym położeniu; przebywanie w obszarze obrotu stołu obrotowego podczas obrotu; korygowanie położenia lub poprawianie przedmiotu podczas pracy automatycznej bez zatrzymania maszyny; pozostawienie przełącznika wyboru trybu pracy w położeniu Ustawianie podczas pracy produkcyjnej; ciągłe uruchamianie lub unieruchomienie urządzenia zezwalającego; praca w celi bez środków ochrony indywidualnej, w szczególności bez gogli spawalniczych lub tarczy ochronnej; eksploatacja przy wyłączonym lub zablokowanym odciągu dymów spawalniczych; czyszczenie celi przy włączonej instalacji; prace konserwacyjne przy pneumatyce bez usunięcia ciśnienia i bez zabezpieczenia przed niezamierzonym ponownym uruchomieniem; ręczne podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg bez urządzenia wspomagającego podnoszenie zapewnionego przez użytkownika maszyny; obsługa

przez niepoinstruowany personel lub przez pracowników tymczasowych bez instruktażu; wkładanie przedmiotów o geometrii wykraczającej poza zatwierdzoną, prowadzące do kolizji; otwieranie źródła prądu spawania przed upływem czasu rozładowania.

2.3 Przestrzeganie instrukcji obsługi

Znajomość niniejszej instrukcji obsługi jest podstawowym warunkiem bezpiecznego obchodzenia się z maszyną. Przed wykonaniem jakichkolwiek prac przy maszynie lub z maszyną wyznaczony personel musi przeczytać i zrozumieć odpowiedni rozdział oraz rozdział 2 (Bezpieczeństwo). Instrukcję obsługi należy przechowywać w bezpośrednim sąsiedztwie maszyny; musi być ona zawsze dostępna dla personelu.

Kwalifikacje personelu: Obsługa wyłącznie przez poinstruowany personel; ustawianie, uczenie i wyszukiwanie usterek wyłącznie przez przeszkolony personel ustawiający po szkoleniu w zakresie robotów; konserwacja wyłącznie przez wykwalifikowany personel specjalistyczny; prace przy wyposażeniu elektrycznym wyłącznie przez wykwalifikowanych elektryków; prace przy urządzeniach spawalniczych i odciągu wyłącznie przez personel posiadający odpowiednie kwalifikacje. Osoby w trakcie szkolenia mogą pracować przy maszynie wyłącznie pod stałym nadzorem doświadczonego specjalisty.

Użytkownik maszyny musi zapewnić jednoznaczne określenie zakresów odpowiedzialności, regularne i udokumentowane przeprowadzanie instruktaży oraz dostęp do maszyny wyłącznie dla upoważnionego personelu. Oprócz niniejszej instrukcji obsługi należy przestrzegać obowiązujących przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zapobiegania wypadkom, a także wewnętrznych instrukcji użytkownika maszyny.

2.4 Oznakowanie bezpieczeństwa

Na maszynie trwale umieszczono następujące znaki bezpieczeństwa i znaki informacyjne. Należy utrzymywać je w czytelnym stanie, a w razie uszkodzenia wymienić.

Znaki ostrzegawcze (ISO 7010): „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012) na szafie sterowniczej, na źródle prądu spawania i przy strefie spawania; „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017) na stole obrotowym, na stacji czyszczenia palnika i po stronie odbioru stanowiska załadunku; „Ostrzeżenie: promieniowanie optyczne” (W027) przy otworze załadunku i drzwiach serwisowych; „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” (W018) przy wszystkich miejscach dostępu do przestrzeni roboczej robota i przy pulpicie sterowniczym; „Ostrzeżenie: zgniecenie” (W019) przy obszarze obrotu stołu obrotowego; „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” (W024) na stole obrotowym, na stanowisku załadunku oraz na blachach bocznych i ramie kurtyny świetlnej; „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” (W015) na stole obrotowym, na stanowisku załadunku i w punktach podnoszenia zespołów istotnych dla transportu; „Ostrzeżenie: ostry element” (W022) na uchwycie palnika i na podajniku drutu; „Ostrzeżenie: pole magnetyczne” (W006) przy drzwiach serwisowych, na stanowisku załadunku i na źródle prądu spawania; „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” (W011) przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia konserwacyjnego; „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” (W007) w miejscach grożących potknięciem w przejściu konserwacyjnym.

„Ogólny znak ostrzegawczy” (W001) z tekstem uzupełniającym: „Zagrożenie pożarowe od rozprysków spawalniczych” na ogrodzeniu obwodowym; „Szkodliwy dym spawalniczy” przy strefie spawania; „Szkodliwy pył” i „Zagrożenie pożarowe od iskier w filtrze” na obudowie filtra zespołu odciągu; „Ciśnienie resztkowe w urządzeniu mocującym” na przyrządach mocujących i na zaworze odcinającym sprężonego powietrza; „Ryzyko przewrócenia przed zakotwieniem” po dwóch przeciwległych stronach ramy podstawy (na potrzeby montażu i przenoszenia w inne miejsce). W miejscu instalacji zasilania gazem osłonowym

zapewnianego przez klienta użytkownik maszyny umieszcza znak ostrzegawczy W001 z tekstem uzupełniającym „Ryzyko uduszenia gazem osłonowym”.

Znaki zakazu: uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006) przy drzwiach serwisowych i na szafie sterowniczej; „Zakaz wstępu osobom z aktywnymi implantami serca” (ISO 7010, P007) przy wszystkich miejscach dostępu, ponieważ podczas spawania MAG powstają pola elektromagnetyczne; „Zakaz sięgania” (ISO 7010, P015) na stole obrotowym i przy otworze załadunku.

Znaki nakazu (ISO 7010): „Nakaz stosowania ochrony oczu” (M004) na stanowisku załadunku i przy drzwiach serwisowych; „Nakaz stosowania ochrony słuchu” (M003) na stanowisku załadunku; „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” (M009) po stronie odbioru stanowiska załadunku i przy drzwiach serwisowych; „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” (M008) w całym obszarze roboczym; „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” (M010) przy drzwiach serwisowych; „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) przy strefie spawania i na obudowie filtra zespołu odciągu.

Oznakowania dodatkowe: Tabliczka znamionowa z oznakowaniem CE na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej; oznaczenie urządzeń zatrzymania awaryjnego; wskazówka dotycząca czasu rozładowania na źródle prądu spawania; oznaczenia środka ciężkości i punktów podnoszenia na zespołach istotnych dla transportu; żółto-czarne oznakowanie podłogi zgodnie z niemiecką techniczną zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 dla dróg komunikacyjnych i obszaru otwierania drzwi serwisowych.

Tabliczki tekstowe: „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie” na stanowisku załadunku; „Przed wejściem załóż swoją osobistą kłódkę” i „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia” przy drzwiach serwisowych; „Przed rozpoczęciem spawania sprawdź zacisk masowy” na przyrządach mocujących; „Nie otwierać w razie alarmu pożarowego” na klapie serwisowej obudowy filtra; „Prowadzenie przewodów zmieniać wyłącznie zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001” oraz „Zmiany parametrów wyłącznie przez upoważniony personel specjalistyczny; wymagana następnie próba walidacyjna” na szafie sterowniczej; „Przed interwencją: odpowietrzyć do 0 bar i zablokować zawór odcinający” na zaworze odcinającym sprężonego powietrza; tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego (zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi) przy pulpicie sterowniczym.

2.5 Osłony i urządzenia ochronne

Opisane poniżej osłony i urządzenia ochronne są trwale zainstalowane w celi RSZ-2600. Nie wolno ich usuwać, modyfikować ani obchodzić. Maszynę wolno eksploatować wyłącznie z kompletnie zamontowanymi i sprawnymi osłonami i urządzeniami ochronnymi.

Osłony stałe i ruchome: Osłona obwodowa (ogrodzenie obwodowe) o wysokości 2200 mm z płytami wypełnienia nieprzepuszczającymi światła łuku, oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą i płytą cokołową; odległości bezpieczeństwa zaprojektowane zgodnie z EN ISO 13857. Drzwi serwisowe z tyłu jako osłona blokująca z ryglowaniem zgodnie z EN ISO 14119 (ryglowanie siłą sprężyny, zwalnianie przez doprowadzenie energii; kodowany element uruchamiający); ryglowanie jest zwalniane dopiero po zgaśnięciu łuku i przy monitorowanym bezruchu robota i stołu obrotowego. Od wewnątrz drzwi serwisowe można w każdej chwili otworzyć bez użycia narzędzi za pomocą odblokowania awaryjnego; jego uruchomienie wyzwala zatrzymanie. Klamka drzwi jest wyposażona w zabezpieczenie na osobiste kłódki: każda osoba wchodząca do celi zakłada przy otwartych drzwiach własną kłódkę i zabiera klucz ze sobą. Dopóki założona jest kłódka, drzwi nie można zamknąć, a trybu automatycznego nie można uruchomić.

Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Stała środkowa ścianka działowa dwustanowiskowego stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą między stanowiskiem załadunku a strefą spawania.

Elektroczułe wyposażenie ochronne: Kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 i EN IEC 61496-2:2020 o rozdzielczości 30 mm przy otworze załadunku; pole ochronne całkowicie obejmuje otwór załadunku i działa nieprzerwanie (bez mutingu), a pozostałe otwory są zamknięte osłonami stałymi zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4; odległość bezpieczeństwa obliczona i udokumentowana zgodnie z EN ISO 13855. Wtargnięcie w pole ochronne wyzwala bezpieczne zatrzymanie robota i stołu obrotowego.

Sterownik bezpieczeństwa i funkcje bezpieczeństwa: Sterownik PLC bezpieczeństwa ocenia sygnały wszystkich osłon i urządzeń ochronnych. Główne funkcje bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1: SF-01 blokada i ryglowanie drzwi serwisowych z bezpiecznym wyłączeniem źródła prądu spawania przy otwartych drzwiach (PL d, kategoria 3); SF-02 kurtyna świetlna przy otworze załadunku (PL e, kategoria 4); SF-03 zatrzymanie awaryjne (PL d, kategoria 3); SF-04 zezwolenie na ruch obrotowy stołu obrotowego (PL e, kategoria 4); SF-05 bezpiecznie zmniejszona prędkość w trybie ustawiania, maksymalnie 250 mm/s w punkcie TCP (PL d). Monitorowanie ciśnienia mocowania zacisków przedmiotu jest zintegrowane jako warunek zezwolenia w funkcji bezpieczeństwa SF-04; stół obrotowy obraca się wyłącznie po potwierdzeniu ciśnienia mocowania (patrz ocena ryzyka, nr 5). Walidację funkcji bezpieczeństwa udokumentowano zgodnie z EN ISO 13849-2.

Zatrzymanie awaryjne: Urządzenia zatrzymania awaryjnego zgodnie z EN ISO 13850 przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania. Zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, podajnik drutu) i inicjuje zatrzymanie sterowane (kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1). Ponowne uruchomienie jest możliwe dopiero po odblokowaniu uruchomionego urządzenia zatrzymania awaryjnego i ręcznym potwierdzeniu na pulpicie sterowniczym.

Wybór trybu pracy i tryb ustawiania: Zamykany przełącznik wyboru trybu pracy z trybami pracy Automatyczny i Ustawianie; klucz pozostaje u osoby upoważnionej. W trybie ustawiania prędkość jest bezpiecznie ograniczona do 250 mm/s, a ruchy są możliwe wyłącznie przy uruchomionym trójpołożeniowym urządzeniu zezwalającym na pulpicie programowania zgodnie z EN ISO 10218-1; zwolnienie lub pełne wciśnięcie urządzenia wyzwala zatrzymanie sterowane (kategoria zatrzymania 1).

Blokada ponownego rozruchu i ostrzeżenie przed rozruchem: Po zadziałaniu urządzenia ochronnego, po zatrzymaniu awaryjnym i po przywróceniu napięcia funkcja blokady ponownego rozruchu zapobiega samoczynnemu ponownemu rozruchowi. Potwierdzenie odbywa się wyłącznie przy pulpicie sterowniczym poza strefą niebezpieczną, z widokiem na otwór załadunku. Przed rozruchem automatycznym rozlega się sygnał ostrzegawczy; kolumna sygnalizacyjna wskazuje stan pracy.

Odcinanie energii: Wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu wyłączenia zgodnie z EN 60204-1 do bezpiecznego odłączenia (LOTO); zawór odcinający sprężone powietrze z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym; wskazówka ostrzegawcza dotycząca czasu rozładowania źródła prądu spawania przed jego otwarciem.

Bezpieczeństwo pneumatyczne: Presostat w obwodzie mocowania, który zezwala na ruch obrotowy stołu obrotowego wyłącznie po potwierdzeniu ciśnienia mocowania; czujnik obecności przedmiotu na każdym stanowisku, który sygnalizuje położenie przedmiotu; sterowany zawór zwrotny (zawór podtrzymujący

ciśnienie) w przewodzie mocującym, który w razie spadku ciśnienia utrzymuje przedmiot w stanie zamocowanym, z ręcznym sterowaniem awaryjnym do kontrolowanego usunięcia ciśnienia w razie usterki.

Dodatkowe środki ochronne: Sprzęgło antykolizyjne na palniku spawalniczym z natychmiastowym zatrzymaniem bezpieczeństwa w razie kolizji; ochrona przed uderzeniem w obszarze stołu obrotowego oraz blacha odbojowa pod stołem obrotowym jako urządzenie wychwytujące; czas blokady stygnięcia dla każdego programu spawania z czerwoną lampką sygnalizacyjną na stanowisku odbioru; monitorowanie temperatury na szyjce palnika ze wskazaniem zezwolenia na panelu HMI; odciąg dymów spawalniczych 1800 m³/h z monitorowaniem wydajności odciągu, wstępnym separatorem iskier, monitorowaniem temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowanymi przepustnicami odcinającymi oraz czujkami dymu i CO (blokady eksploatacyjne bez wymagania PL); zintegrowane z maszyną oświetlenie miejsca pracy z komunikatem o awarii na panelu HMI; oznakowanie podłogi dla dróg komunikacyjnych i mostki kablowe z ochroną przed najechaniem w otoczeniu celi.

Skuteczność osłon i urządzeń ochronnych należy sprawdzać zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 9 (kontrole codzienne) i rozdziale 10 (kontrole okresowe). Wszelkie stwierdzone wady należy niezwłocznie zgłaszać; maszynę należy wyłączyć z eksploatacji do czasu przeprowadzenia napraw.

2.6 Ryzyka resztkowe i środki ochronne

Pomimo opisanych osłon i urządzeń ochronnych na maszynie występują ryzyka resztkowe, których nie można całkowicie wyeliminować środkami konstrukcyjnymi. Pełne zestawienie wszystkich 42 ryzyk resztkowych, uporządkowane według faz cyklu życia, wraz z przypisanymi środkami ochronnymi przejęto z oceny ryzyka i załączono na końcu niniejszego rozdziału. Środki ochronne podano tam dla każdego zagrożenia w kolejności zgodnej z EN ISO 12100: konstrukcja bezpieczna samoistnie (krok 1), techniczne środki ochronne i uzupełniające środki ochronne (krok 2), informacje dotyczące użytkowania (krok 3).

Przegląd głównych ryzyk resztkowych: Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem przez robota i stół obrotowy podczas prac przy otwartych osłonach i urządzeniach ochronnych (ustawianie, wyszukiwanie usterek); promieniowanie optyczne łuku, a także gorące powierzchnie i rozpryski spawalnicze w otoczeniu stanowisk; zagrożenie dymem spawalniczym przy niewystarczającym odciągu; zagrożenie elektryczne przy szafie sterowniczej i źródle prądu spawania; zgromadzona energia pneumatyczna w obwodzie mocowania; narażenie na hałas na stanowisku załadunku (84 dB(A)); pola elektromagnetyczne w otoczeniu procesu spawania.

Środki ochrony indywidualnej: Podczas obsługi maszyny należy nosić co najmniej: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, przylegającą, trudnopalną odzież roboczą, okulary ochronne z osłonami bocznymi i ochronniki słuchu. Podczas przenoszenia przedmiotów należy dodatkowo nosić rękawice ochronne, a przy zdejmowaniu zespawanych przedmiotów rękawice termoochronne. Rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem. Sięgać do obszaru obrotu wyłącznie wtedy, gdy stół obrotowy jest zatrzymany. Podczas prac ustawczych, konserwacyjnych i czyszczących w celi dodatkowo: gogle spawalnicze lub tarcza ochronna przy kontakcie wzrokowym z łukiem, rękawice spawalnicze podczas prac przy elementach, które są jeszcze ciepłe. ŚOI zapewnia użytkownik maszyny, który musi również nadzorować ich stosowanie.

Postępowanie w razie niebezpieczeństwa: W razie rozpoznawalnych zagrożeń natychmiast uruchomić zatrzymanie awaryjne, odłączyć maszynę wyłącznikiem głównym i poinformować przełożonego. Osoba zamknięta wewnątrz celi opuszcza ją za pomocą odblokowania awaryjnego drzwi serwisowych. Jeżeli osoba zostanie uwięziona przez robota lub stół obrotowy: uruchomić zatrzymanie awaryjne i wszcząć

wewnętrzną procedurę alarmową. Bez zasilania napędów osie robota można przemieszczać za pomocą urządzenia do zwalniania hamulców zgodnie z instrukcjami producenta robota; wcześniej podeprzeć daną oś, ponieważ po zwolnieniu hamulca może ona opaść. Przy maszynie odłączonej od źródeł energii stół obrotowy można obrócić ręcznie po zwolnieniu hamulca silnika. Uwolnienie przeprowadza wyłącznie poinstruowany personel ustawiający i konserwacyjny. Pożary wyposażenia elektrycznego wolno gasić wyłącznie gaśnicami CO2 lub proszkowymi, nigdy wodą. Postępowanie w razie pożaru w zespole odciągu: patrz rozdział 9.5. W razie wypadków udzielić pierwszej pomocy i postępować zgodnie z wewnętrzną procedurą alarmową.

3 Dane techniczne

- Maszyna/instalacja: Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn)
- Typ/model: RSZ-2600
- Numer seryjny: RSZ2600-2026-0001
- Rok budowy: 2026
- Rodzaj maszyny: Zespół maszyn w rozumieniu art. 3 pkt 1 lit. d rozporządzenia w sprawie maszyn
- Tryby pracy: Automatyczny, Ustawianie
- Tabliczka znamionowa: na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej; podane informacje: producent, typ, numer seryjny, rok budowy, dane przyłącza elektrycznego, masa, oznakowanie CE

Wyposażenie

Wymiary i masy: Powierzchnia zabudowy celi ok. 6,5 x 4,0 m; wysokość 2,6 m; masa całkowita ok. 4600 kg. Najcięższe pojedyncze zespoły: dwustanowiskowy stół obrotowy ok. 1900 kg, robot z cokołem ok. 850 kg, szafa sterownicza ok. 350 kg, źródło prądu spawania z podajnikiem drutu ok. 120 kg, zespół odciągu dymów spawalniczych ok. 250 kg, segmenty ogrodzenia obwodowego łącznie ok. 400 kg; pulpit sterowniczy, okablowanie, instalacja mediów i drobne części ok. 730 kg.

Dane przedmiotu: maksymalna masa przedmiotu 40 kg; maksymalne wymiary gabarytowe przedmiotu 800 x 600 x 400 mm; materiały: stal niestopowa i niskostopowa; czas cyklu ok. 90 sekund.

Wyposażenie elektryczne: napięcie znamionowe 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz; układ sieci TN-S; moc przyłączeniowa 32 kVA; zabezpieczenie po stronie zasilania 63 A gG; napięcie sterowania 24 V DC; urządzenie ochronne różnicowoprądowe typu B; wyposażenie elektryczne wykonane zgodnie z EN 60204-1.

Technika spawalnicza: źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent; maksymalne napięcie stanu jałowego 80 V; klasa ochronności I, stopień ochrony IP23S; podajnik drutu do drutów o średnicy od 1,0 do 1,2 mm; palnik spawalniczy chłodzony wodą z agregatem chłodzącym i monitorowaniem temperatury na szyjce palnika; stacja czyszczenia palnika z zespołem natryskowym i obcinakiem drutu; gaz osłonowy: mieszanka gazowa M21 zgodnie z EN ISO 14175 (zapewnia klient), przepływ ok. 15 l/min.

Robot: przemysłowy robot przegubowy z 6 osiami; zasięg 2600 mm; udźwig 12 kg; powtarzalność +/- 0,05 mm; bezpiecznie zmniejszona prędkość w trybie ustawiania maksymalnie 250 mm/s w punkcie TCP.

Stół obrotowy: dwustanowiskowy stół obrotowy z pionową osią obrotu, obrót o 180 stopni; nośność 2 x 40 kg plus przyrządy mocujące; czas obrotu ok. 3 sekund; zamykane pneumatycznie zaciski przedmiotu z

presostatem, sterowanym zaworem zwrotnym (zawór podtrzymujący ciśnienie) i czujnikiem obecności przedmiotu na każdym stanowisku.

Przyrządy mocujące użytkownika maszyny przeznaczone dla określonych przedmiotów: maksymalnie 60 kg na stanowisko; kontur kolizyjny zgodnie z planem ustawienia RSZ-2600-LAY-001; odizolowane elektrycznie od ramy stołu; zaciski zamykane pneumatycznie, z zaworem podtrzymującym ciśnienie i podłączone do monitorowania ciśnienia mocowania (SF-04); producent zatwierdza nowe przyrządy przed ich pierwszym użyciem.

Pneumatyka: ciśnienie robocze 6 bar; jakość sprężonego powietrza: bezolejowe zgodnie z ISO 8573-1; przyłącze G 1/2; średnie zużycie powietrza ok. 90 Nl/min.

Oświetlenie miejsca pracy: zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837; 500 lx na stanowisku załadunku, 200 lx w przejściu konserwacyjnym; komunikat o awarii na panelu HMI.

Odciąg dymów spawalniczych: wydajność odciągu 1800 m³/h; wkład filtracyjny klasy dymów spawalniczych W3 (skuteczność separacji co najmniej 99 procent, zbadana zgodnie z EN ISO 21904-2; wymaganie wynikające z oceny ryzyka zgodnie z niemiecką regułą techniczną dotyczącą substancji niebezpiecznych TRGS 528); praca z recyrkulacją powietrza, opcjonalne przyłącze powietrza wywiewanego; monitorowanie wydajności odciągu z komunikatem o usterce; wstępny separator iskier przed wkładem filtracyjnym; monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowane przepustnice odcinające oraz czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego; obudowa filtra z systemem wymiany bag-in/bag-out do wymiany wkładu; wybieg wentylatora odciągu przez co najmniej 10 minut po zakończeniu spawania.

Emisja hałasu (deklaracja zgodnie z EN ISO 4871): poziom ciśnienia akustycznego emisji skorygowany charakterystyką częstotliwościową A na stanowisku załadunku LpA = 84 dB(A), niepewność pomiaru K = 2,5 dB, wyznaczony zgodnie z EN ISO 11202; poziom mocy akustycznej skorygowany charakterystyką częstotliwościową A LWA = 96 dB(A), niepewność KWA = 3 dB, wyznaczony zgodnie z EN ISO 3746 (klasa dokładności 3). Warunki pracy podczas pomiaru: tryb automatyczny z zatwierdzonym programem spawania przy czasie cyklu ok. 90 sekund, odciąg dymów spawalniczych w działaniu, drzwi serwisowe zamknięte; stanowiskiem pomiarowym jest stanowisko załadunku przed otworem załadunku (osoba stojąca). Szczytowy poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową C na stanowisku załadunku nie przekracza 130 dB(C). Podane wartości są poziomami emisji i niekoniecznie stanowią bezpieczne poziomy pracy. Użytkownik maszyny jest zobowiązany udostępnić ochronniki słuchu od poziomu dziennego narażenia na hałas wynoszącego 80 dB(A); od 85 dB(A) istnieje obowiązek noszenia ochronników słuchu i umieszczenia odpowiedniego oznakowania.

Warunki otoczenia podczas eksploatacji: temperatura otoczenia od +5 do +40 stopni C; wilgotność względna do 70 procent, bez kondensacji; wysokość ustawienia do 1000 m nad poziomem morza; wyłącznie suche pomieszczenia wewnątrz budynków; brak atmosfery potencjalnie wybuchowej; prędkość powietrza w obszarze otworu załadunku poniżej 0,5 m/s, aby nie zakłócać osłony gazowej.

4 Opis maszyny

RSZ-2600 jest zrobotyzowaną celą spawalniczą MAG do spawania łukowego zespołów stalowych o masie przedmiotu do 40 kg w produkcji seryjnej. Jest to maszyna specjalna zbudowana jako pojedynczy egzemplarz, wprowadzana do obrotu jako jedna całość w postaci zespołu maszyn ze wspólnym układem sterowania. Zasada działania: podczas gdy operator ładuje i rozładowuje przedmioty na stanowisku

czołowym dwustanowiskowego stołu obrotowego, robot spawa na drugim stanowisku za stałą środkową ścianką działową. Obrót stołu obrotowego o 180 stopni zamienia stanowiska miejscami przy czasie cyklu ok. 90 sekund. Niniejszy rozdział opisuje budowę instalacji z jej głównymi zespołami, stanowiska obsługi oraz przebieg działania.

4.1 Budowa i główne zespoły

Instalacja składa się z następujących głównych zespołów:

(1) Przemysłowy robot przegubowy: 6 osi, zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg, zamontowany na stalowym cokole; dostarczony przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B; ze sterownikiem robota i pulpitem programowania.

(2) Dwustanowiskowy stół obrotowy: pionowa oś obrotu z obrotem o 180 stopni, stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą, zamykane pneumatycznie zaciski przedmiotu z presostatem, sterowanym zaworem zwrotnym (zawór podtrzymujący ciśnienie) z ręcznym sterowaniem awaryjnym i czujnikiem obecności przedmiotu na każdym stanowisku; blacha odbojowa pod stołem obrotowym jako urządzenie wychwytujące; nośność 2 x 40 kg plus przyrządy mocujące (maksymalnie 60 kg na stanowisko, wymagania, patrz rozdział 3.1).

(3) Wyposażenie spawalnicze: źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent (urządzenie z oznakowaniem CE), podajnik drutu na ramieniu robota, pakiet przewodów, palnik spawalniczy chłodzony wodą z agregatem chłodzącym, monitorowaniem temperatury na szyjce palnika i sprzęgłem antykolizyjnym, stacja czyszczenia palnika z czyszczeniem dyszy, zespołem natryskowym i obcinakiem drutu.

(4) Odciąg dymów spawalniczych: Zespół odciągu 1800 m³/h ze wstępnym separatorem iskier, wkładem filtracyjnym i okapem wychwytującym nad strefą spawania; monitorowanie wydajności odciągu; monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowane przepustnice odcinające oraz czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego; obudowa filtra z systemem wymiany bag-in/bag-out do niskopyłowej wymiany wkładu oraz z zamykanym otworem wlotowym środka gaśniczego.

(5) Osłony i urządzenia ochronne: Osłona obwodowa (ogrodzenie obwodowe) o wysokości 2200 mm z płytami wypełnienia nieprzepuszczającymi światła łuku, oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą i płytą cokołową; drzwi serwisowe z tyłu z blokadą, ryglowaniem, odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz i zabezpieczeniem na osobiste kłódki; kurtyna świetlna typu 4 przy otworze załadunku.

(6) Układ sterowania: Szafa sterownicza z wyłącznikiem głównym, sterownikiem PLC bezpieczeństwa, sterownikiem instalacji i bramą sieciową z zaporą sieciową do połączenia danych i zdalnej konserwacji (patrz rozdział 13); wymiana sygnałów między wszystkimi maszynami składowymi przez wspólny układ sterowania.

(7) Pulpit sterowniczy: Panel HMI z wyświetlaniem programu, przycisk do startu cyklu i potwierdzania, przełącznik wyboru trybu pracy, przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji, urządzenie zatrzymania awaryjnego; kolumna sygnalizacyjna (zielony/żółty/czerwony) na dachu celi; czerwona lampka sygnalizacyjna czasu blokady stygnięcia na stanowisku odbioru.

(8) Zasilanie mediami: Zespół przygotowania sprężonego powietrza z zaworem odcinającym serwisowym z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego; przyłącze zasilania gazem osłonowym zapewnianego przez klienta z zaworem elektromagnetycznym (normalnie

zamkniętym), który odcina dopływ gazu przy zatrzymaniu maszyny, przy zatrzymaniu awaryjnym i podczas przerw w pracy.

(9) Oświetlenie miejsca pracy: zintegrowane z maszyną oświetlenie zgodnie z EN 1837 o natężeniu 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu konserwacyjnym; komunikat o awarii na panelu HMI.

4.2 Stanowiska obsługi

Stanowisko załadunku (strona przednia): Stanowisko pracy operatora do załadunku i rozładunku przedmiotów na danym stanowisku czołowym stołu obrotowego. Dostęp odbywa się przez otwór załadunku monitorowany kurtyną świetlną. Operator stoi poza przestrzenią roboczą robota; stała środkowa ścianka działowa osłania przed łukiem i rozpryskami spawalniczymi. Podest stojący z regulacją wysokości dopasowuje wysokość pracy do wzrostu operatora (wysokość pracy ok. 900 do 1100 mm nad powierzchnią stania); przed rozpoczęciem pracy ustawić podest tak, aby punkty chwytu znajdowały się mniej więcej na wysokości łokci.

Pulpit sterowniczy (obok otworu załadunku): Panel HMI do wyboru programu i wyświetlania stanu, przycisk do startu cyklu i potwierdzania, zamykany przełącznik wyboru trybu pracy, przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji, urządzenie zatrzymania awaryjnego. Z pulpitu sterowniczego jest zapewniony widok na otwór załadunku.

Pulpit programowania (personel ustawiający): Ręczne urządzenie sterownika robota z zatrzymaniem awaryjnym i trójpołożeniowym urządzeniem zezwalającym do uczenia i przemieszczania w trybie ustawiania. Użytkowanie jest zastrzeżone dla przeszkolonego personelu ustawiającego.

Dostęp serwisowy (strona tylna): Drzwi serwisowe z blokadą i ryglowaniem; dostęp w celu prac konserwacyjnych i ustawczych wyłącznie przy wyłączonej instalacji lub w trybie ustawiania. Podczas pracy automatycznej nie przewidziano stanowiska pracy wewnątrz celi.

4.3 Opis działania

Przebieg cyklu automatycznego:

1. Operator umieszcza przedmiot w przyrządzie mocującym na stanowisku czołowym. Pneumatyczne zaciski zamykają się; presostat potwierdza ciśnienie mocowania, a czujnik obecności potwierdza położenie przedmiotu.

2. Operator opuszcza pole ochronne kurtyny świetlnej i naciska przycisk Start cyklu na pulpicie sterowniczym. Układ sterowania sprawdza, czy pole ochronne jest wolne i czy wszystkie funkcje bezpieczeństwa zostały potwierdzone.

3. Po dźwiękowym sygnale ostrzegawczym przed startem stół obrotowy obraca się o 180 stopni: świeżo załadowane stanowisko obraca się do strefy spawania, a stanowisko z gotowym zespawanym przedmiotem obraca się w kierunku operatora.

4. Robot wykonuje zwolniony program spawania na tylnym stanowisku. Odciąg dymów spawalniczych pracuje pod kontrolą sterowania procesem; czyszczenie palnika odbywa się w określonych odstępach pod kontrolą programu.

5. Równolegle operator zdejmuje gotowy przedmiot na stanowisku czołowym i wkłada kolejny półfabrykat. Zezwolenie na zdjęcie jest udzielane dopiero po upływie czasu blokady stygnięcia zapisanego dla

programu spawania i po zgaśnięciu czerwonej lampki sygnalizacyjnej na stanowisku odbioru. Czas cyklu wynosi ok. 90 sekund.

6. Po zakończeniu programu i ponownym uruchomieniu startu cyklu przebieg się powtarza. W przypadku usterek (np. przerwania łuku, końca drutu, usterki odciągu) instalacja zatrzymuje się w sposób sterowany; usterka jest wyświetlana na panelu HMI, a kolumna sygnalizacyjna przełącza się na kolor czerwony.

W trybie ustawiania (przełącznik kluczykowy) stół obrotowy i robota wolno przemieszczać wyłącznie za pomocą urządzenia zezwalającego i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością; cykl automatyczny jest zablokowany. Przy otwartych drzwiach serwisowych źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone (SF-01); drut można wtedy podawać wyłącznie w trybie impulsowym ze zmniejszoną prędkością nawlekania.

5 Dostawa, transport, rozpakowanie

Niniejszy rozdział opisuje bezpieczną dostawę, transport wewnątrzzakładowy i rozpakowanie zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Instalacja jest dostarczana w następujących wstępnie zmontowanych jednostkach transportowych: (1) robot ze stalowym cokołem w zablokowanym położeniu transportowym na ramie transportowej z kieszeniami na widły; (2) dwustanowiskowy stół obrotowy z zabezpieczoną osią obrotu na ramie transportowej; (3) szafa sterownicza z pulpitem sterowniczym; (4) źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu i stacją czyszczenia palnika na palecie; (5) zespół odciągu dymów spawalniczych na palecie; (6) segmenty ogrodzenia obwodowego, drzwi serwisowe i kurtyna świetlna w kontenerach siatkowych. Wszystkie jednostki są owinięte folią i zabezpieczone przed przesunięciem; drobne części i dokumentacja znajdują się w oznaczonym pudełku z wyposażeniem w ramie transportowej szafy sterowniczej.

Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące transportu i przenoszenia

Transport i przenoszenie maszyny oraz jej zespołów może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel specjalistyczny, który zna występujące obciążenia. Podczas wszystkich prac transportowych i związanych z rozpakowaniem należy nosić odpowiednie środki ochrony indywidualnej, w szczególności obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 i odpowiednie rękawice ochronne.

OSTRZEŻENIE: Spadające, przewracające się lub kołyszące się ładunki podczas podnoszenia i przemieszczania ciężkich zespołów. Może dojść do śmierci lub poważnych obrażeń. Nigdy nie przebywać pod zawieszonymi ładunkami i zabezpieczyć obszar transportu przed dostępem osób nieupoważnionych.

Bezpośrednio po dostawie sprawdzić maszynę pod kątem widocznych z zewnątrz uszkodzeń transportowych i kompletności. Wszelkie stwierdzone uszkodzenia należy udokumentować i zgłosić przed instalacją. Dokładny zakres dostawy należy przyjąć z dokumentów przewozowych.

Masy, położenie środków ciężkości i środki transportu

Masy i położenie środków ciężkości poszczególnych zespołów są decydujące przy doborze środków transportu, urządzeń dźwignicowych i osprzętu do podnoszenia:

- Masa całkowita instalacji: ok. 4600 kg (rozdzielona na kilka jednostek transportowych)
- Dwustanowiskowy stół obrotowy: ok. 1900 kg, środek ciężkości centralnie nad osią obrotu, położenie środka ciężkości oznaczone na ramie

- Robot ze stalowym cokołem: ok. 850 kg, środek ciężkości położony wysoko; przestrzegać oznaczenia środka ciężkości na ramie transportowej
- Szafa sterownicza: ok. 350 kg
- Zespół odciągu dymów spawalniczych: ok. 250 kg
- Źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu: ok. 120 kg
- Segmenty ogrodzenia obwodowego, łącznie: ok. 400 kg
- Pulpit sterowniczy, okablowanie, instalacja mediów i drobne części: ok. 730 kg (rozdzielone na kilka opakowań)

Dopuszczalne środki transportu: wózek widłowy o wystarczającym udźwigu resztkowym (co najmniej 2,5 t) i o wystarczającej długości wideł dla stołu obrotowego i robota; suwnica z badanym osprzętem do podnoszenia (udźwig co najmniej 2 t) do ustawiania w ciasnych przestrzeniach; wózek paletowy wyłącznie dla jednostek paletowych o masie do 300 kg. Urządzenia dźwignicowe, wózki jezdniowe i osprzęt do podnoszenia muszą być dobrane i zbadane dla rzeczywiście przemieszczanego ładunku. Stosować wyłącznie sprawny technicznie i dopuszczony osprzęt do podnoszenia i przestrzegać jego udźwigu.

Punkty zawieszenia i bezpieczne podnoszenie

Do podnoszenia stosować wyłącznie przewidziane punkty podnoszenia i punkty zawieszenia ładunku:

- Robot z cokołem: cztery oznaczone ucha transportowe na stalowym cokole; nigdy nie mocować osprzętu do podnoszenia do ramienia robota, okablowania ani pakietu przewodów. Alternatywnie transport wózkiem widłowym z wykorzystaniem kieszeni na widły ramy transportowej.
- Stół obrotowy: kieszenie na widły w ramie podstawy lub cztery ucha transportowe w narożnikach ramy; środkowa ścianka działowa nie jest elementem nośnym i nie wolno jej używać jako punktu podnoszenia.
- Szafa sterownicza: ucha transportowe na górze szafy (przed uruchomieniem zdjąć i zastąpić zaślepkami).
- Jednostki paletowe (źródło prądu, zespół odciągu): transport wózkiem widłowym lub wózkiem paletowym na palecie.

WSKAZÓWKA: Osprzęt do podnoszenia zamocowany do ramienia robota, okablowania, pakietu przewodów lub środkowej ścianki działowej stołu obrotowego. Przekładnie, kable i środkowa ścianka działowa zostaną uszkodzone. Stosować wyłącznie oznaczone ucha transportowe i kieszenie na widły.

Ładunek zawiesić w taki sposób, aby wykluczyć jego przewrócenie, przesunięcie lub kołysanie (kąt nachylenia cięgien osprzętu do podnoszenia nie większy niż 60 stopni od pionu, stosować ochraniacze krawędzi). Podnosić powoli i bez szarpnięć, prowadzić ładunek w sposób kontrolowany i odstawiać go bez uderzeń. Podczas transportu wewnątrzzakładowego zabezpieczyć ładunek przed zsunięciem się i przewróceniem. Przy transporcie pojazdami drogowymi obowiązuje zabezpieczenie ładunku zgodnie z EN 12195-1.

Zabezpieczenia transportowe

Wszystkie zabezpieczenia transportowe są oznaczone na czerwono. Przed uruchomieniem należy usunąć: (1) sworznie blokujące osi obrotu stołu obrotowego na ramie podstawy; (2) blokady transportowe na osiach robota (robot znajduje się w oznaczonym położeniu transportowym; zwolnienie odbywa się zgodnie z instrukcjami producenta dopiero po zakotwieniu cokołu); (3) pasy napinające i ochraniacze krawędzi na ramach transportowych; (4) zaciski blokujące na drzwiach serwisowych i elementach ogrodzenia.

Kolejność: zabezpieczenia transportowe usuwać dopiero po ustawieniu i zakotwieniu danego zespołu w jego docelowym miejscu ustawienia (patrz rozdział 8). Wszystkie zabezpieczenia transportowe zachować na potrzeby późniejszego transportu lub wycofania z eksploatacji; przewidzianym miejscem ich przechowywania jest przedział w cokole szafy sterowniczej.

Rozpakowanie

Maszynę i jej zespoły rozpakowywać na odpowiedniej, nośnej i równej powierzchni. Przy otwieraniu opakowania postępować tak, aby nie stwarzać zagrożenia ani dla maszyny, ani dla personelu, i unikać uszkodzenia elementów dobudowanych, przewodów oraz osłon i urządzeń ochronnych. Materiał opakowaniowy utylizować prawidłowo i zgodnie z przepisami lokalnymi. Po rozpakowaniu ponownie sprawdzić kompletność na podstawie dokumentów przewozowych.

Przechowywanie przed ustawieniem

Jeżeli maszyna ma być przechowywana tymczasowo przed ustawieniem, należy przestrzegać dopuszczalnych warunków przechowywania zgodnie z rozdziałem 6: suche, zamknięte pomieszczenia, od -10 do +50 stopni C, wilgotność względna maksymalnie 60 procent, bez kondensacji. Opakowanie i osłony ochronne muszą pozostać na maszynie aż do instalacji. W przypadku okresu przechowywania przekraczającego 12 miesięcy obowiązują dodatkowe kontrole zgodnie z rozdziałem 6.2.

6 Warunki przechowywania

Niniejszy rozdział opisuje warunki przechowywania zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 oraz jej komponentów i zespołów w okresie między dostawą, instalacją i ewentualnym późniejszym przechowywaniem tymczasowym. Celem jest zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym niedopuszczalnymi warunkami otoczenia, korozją i zbyt długimi okresami postoju.

Dopuszczalne warunki przechowywania: temperatura przechowywania od -10 do +50 stopni C; wilgotność względna maksymalnie 60 procent, bez kondensacji. Maszynę należy przechowywać w zamkniętych pomieszczeniach, w stanie suchym i czystym, z ochroną przed wpływami atmosferycznymi. Należy unikać kondensacji, bezpośredniej wilgoci, dużych wahań temperatury i agresywnej atmosfery (np. powietrza zawierającego sól lub chlor).

Maszyna zawiera wyposażenie elektryczne, komponenty pneumatyczne, a także źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu oraz układ odciągu dymów spawalniczych z wkładem filtracyjnym. Zespoły te są szczególnie wrażliwe na wilgoć i zanieczyszczenia. Sterownik robota i szafę sterowniczą należy osłonić przed pyłem; drzwi należy utrzymywać zamknięte. Podczas przechowywania tymczasowego należy zachować lub przywrócić osłony ochronne i opakowania zapewnione przez producenta. Drut spawalniczy należy przechowywać w suchym miejscu i w oryginalnym opakowaniu.

Ochrona przed korozją

Gołe i niepowlekane powierzchnie metalowe, w szczególności powierzchnie mocujące stołu obrotowego, prowadnice i przyrządy mocujące, należy przed przechowywaniem zabezpieczyć bezkwasowym olejem antykorozyjnym lub woskiem konserwującym. Jeżeli okres przechowywania przekracza 6 miesięcy, ochronę przed korozją należy odnowić. Ochrony przed korozją istniejącej w chwili dostawy nie wolno usuwać bez potrzeby; przed uruchomieniem należy ją bez pozostałości usunąć z powierzchni funkcjonalnych. Podczas dłuższego przechowywania stan ochrony przed korozją należy sprawdzać co kwartał i w razie potrzeby odnawiać.

Maksymalny okres przechowywania i kontrole okresowe

Maksymalny dopuszczalny okres przechowywania bez specjalnych środków wynosi 12 miesięcy. Podczas przechowywania należy co kwartał przeprowadzać kontrole: stan ochrony przed korozją, suchość i czystość miejsca przechowywania, nienaruszony stan opakowań i osłon ochronnych.

W razie przekroczenia okresu przechowywania wynoszącego 12 miesięcy przed uruchomieniem należy przeprowadzić: kontrolę wzrokową wszystkich zespołów pod kątem korozji i uszkodzeń; sprawdzenie lub wymianę baterii buforowych sterownika robota (możliwa utrata punktów referencyjnych osi); pomiar izolacji wyposażenia elektrycznego; kontrolę komponentów pneumatycznych pod kątem stwardniałych uszczelek; kontrolę działania wszystkich urządzeń bezpieczeństwa zgodnie z rozdziałem 8 (pierwsze uruchomienie). W razie wątpliwości należy skonsultować się z producentem.

7 Warunki ustawienia

Miejsce ustawienia: w zakładzie użytkownika maszyny zgodnie z planem ustawienia RSZ-2600-LAY-001. Maszyna jest przeznaczona do instalacji stacjonarnej w suchej hali produkcyjnej. Niniejszy rozdział opisuje wymagania dotyczące zapotrzebowania na miejsce, fundamentu, warunków otoczenia i przyłączy zasilania, które użytkownik maszyny musi zapewnić na miejscu przed dostawą.

7.1 Zapotrzebowanie na miejsce i wymiary

Powierzchnia zabudowy celi: ok. 6,5 x 4,0 m; wysokość 2,6 m. Dookoła celi należy zapewnić wolną przestrzeń o szerokości co najmniej 1,0 m na potrzeby obsługi, konserwacji i dróg ewakuacyjnych; przed drzwiami serwisowymi z tyłu co najmniej 1,2 m (promień otwierania drzwi plus przestrzeń robocza). Przed otworem załadunku należy utrzymywać wolny obszar obsługi i odkładania o głębokości co najmniej 2,0 m, przeznaczony do przygotowania przedmiotów i przepływu materiału. W tym obszarze użytkownik maszyny zapewnia urządzenie wspomagające podnoszenie o udźwigu co najmniej 40 kg dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg (np. balanser lub żuraw słupowy); nie wchodzi ono w zakres dostawy. Wymagana wysokość hali w świetle: co najmniej 3,2 m (prace montażowe i konserwacyjne na dachu celi). Przed dostawą należy sprawdzić drogi dojazdowe: największa jednostka transportowa (stół obrotowy) ok. 2,4 x 1,8 x 2,0 m, 1900 kg. Drogi komunikacyjne i strefy niebezpieczne należy oznakować zgodnie z niemiecką techniczną zasadą dla miejsc pracy ASR A1.8.

7.2 Fundament / nośność

Maszynę ustawia się na równej przemysłowej posadzce betonowej; oddzielny fundament nie jest wymagany. Wymagania: klasa betonu co najmniej C25/30, grubość płyty posadzki co najmniej 200 mm, płaskość +/- 5 mm w odniesieniu do powierzchni ustawienia, obciążenie powierzchniowe co najmniej 10 kN/m². Cokół robota i rama podstawy stołu obrotowego są kotwione do posadzki za pomocą kotew ciężkich (M16, głębokość zakotwienia zgodnie z dopuszczeniem producenta kotew); siły dynamiczne robota (moment wywracający przy cokole do ok. 8 kNm) muszą być przenoszone przez zakotwienie. W obszarze zakotwienia posadzka nie może mieć pęknięć; minimalne odległości kotew od krawędzi muszą być zgodne z dopuszczeniem kotew. Wykładziny lub powłoki posadzki nie mogą pogarszać przenoszenia sił. W przypadku odmiennych warunków posadzki nośność musi ocenić na miejscu kompetentna osoba zaangażowana przez klienta.

7.3 Warunki otoczenia

W miejscu ustawienia należy zachować następujące warunki otoczenia: temperatura otoczenia od +5 do +40 stopni C; wilgotność względna do 70 procent, bez kondensacji; wysokość ustawienia do 1000 m nad poziomem morza; suche środowisko wewnątrz budynku, brak strefy zagrożenia wybuchem, brak atmosfery agresywnej lub silnie zapylonej. Należy unikać przeciągów w obszarze otworu załadunku (prędkość powietrza poniżej 0,5 m/s), ponieważ zakłócają one osłonę gazową procesu spawania i pogarszają skuteczność odciągu dymów; bramy hali i wyloty wentylacyjne należy odpowiednio rozmieścić. Miejsce ustawienia musi być ubogie w drgania (bez bezpośredniego sąsiedztwa pras lub wykrawarek wywołujących silne drgania posadzki), aby nie pogarszać powtarzalności robota i działania czujników bezpieczeństwa.

Środowisko elektromagnetyczne: Cela jest przeznaczona do środowisk przemysłowych (odporność zgodnie z EN IEC 61000-6-2, emisja zgodnie z EN IEC 61000-6-4, potwierdzenie w sprawozdaniu z badań RSZ-2600-EMV-001). Nie jest przeznaczona do środowisk mieszkalnych ani do podłączenia do publicznej sieci niskiego napięcia, która zasila również budynki mieszkalne. Prowadzenie przewodów, zakończenia ekranów kabli i połączenia wyrównawcze zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001 może zmieniać wyłącznie wykwalifikowany personel posiadający wiedzę z zakresu EMC; przewody prądu spawania i przewody sterownicze pozostają w oddzielnych kanałach kablowych. Po wymianie źródła prądu spawania, sterownika robota lub elementów bezpieczeństwa należy powtórzyć badanie funkcjonalne funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05.

7.4 Przyłącza zasilania

Do eksploatacji maszyny klient musi zapewnić na miejscu następujące przyłącza zasilania:

- Zasilanie elektryczne: 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz, układ sieci TN-S; moc przyłączeniowa 32 kVA; zabezpieczenie 63 A gG zapewniane przez klienta na miejscu; przewód zasilający 5 x 16 mm² Cu (wartość orientacyjna, uwzględnić sposób ułożenia) do wyłącznika głównego szafy sterowniczej; wymagane prawoskrętne następstwo faz; uziom fundamentowy lub połączenia wyrównawcze zgodnie z przepisami VDE.
- Sprężone powietrze: 6 bar (+/- 0,5 bar), bezolejowe zgodnie z ISO 8573-1; przyłącze G 1/2 na zespole przygotowania powietrza; minimalne natężenie przepływu 200 Nl/min; zaleca się zapewnienie przez klienta na miejscu zaworu odcinającego w pobliżu maszyny.
- Gaz osłonowy: mieszanka gazowa M21 zgodnie z EN ISO 14175 (82 procent argonu, 18 procent CO2) z centralnej instalacji pierścieniowej lub z baterii butli; ciśnienie przepływu od 2 do 4 bar, przepływ ok. 15 l/min; butle zabezpieczyć przed przewróceniem.
- Odciąg: Odciąg dymów spawalniczych pracuje z recyrkulacją powietrza; opcjonalnie klient może zapewnić na miejscu kanał powietrza wywiewanego (przyłącze DN 250). Za zapewnienie odpowiedniej wentylacji hali zgodnie z niemiecką regułą techniczną dotyczącą substancji niebezpiecznych TRGS 528 odpowiada użytkownik maszyny.
- Oświetlenie: Oświetlenie hali zapewnia na miejscu użytkownik maszyny. Oświetlenie miejsca pracy celi wchodzi w zakres dostawy (zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837, 500 lx na stanowisku załadunku, 200 lx w przejściu konserwacyjnym, komunikat o awarii na panelu HMI).

8 Montaż i instalacja, pierwsze uruchomienie

Montaż, instalację i pierwsze uruchomienie wykonuje producent lub personel specjalistyczny działający na zlecenie producenta. Niniejszy rozdział opisuje wymagania i procedury; służy on również użytkownikowi

maszyny jako materiał pomocniczy przy późniejszym przeniesieniu maszyny w inne miejsce w zakładzie, które może się odbyć wyłącznie w porozumieniu z producentem.

8.1 Bezpieczeństwo

Montaż, instalację i pierwsze uruchomienie zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel specjalistyczny posiadający kwalifikacje w zakresie budowy maszyn, elektrotechniki, pneumatyki i techniki spawalniczej. Robot jest dostarczany przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B oraz instrukcją montażu zgodnie z załącznikiem XI; podczas wszystkich prac przy tym komponencie należy dodatkowo przestrzegać odpowiedniej instrukcji montażu producenta robota.

Przed rozpoczęciem wszystkich prac mechanicznych i elektrycznych maszynę należy bezpiecznie odłączyć od zasilania energią: wyłączyć wyłącznik główny i zabezpieczyć go kłódką w położeniu wyłączenia (LOTO), odciąć sprężone powietrze na zaworze odcinającym zespołu przygotowania powietrza i odpowietrzyć układ, sprawdzić brak ciśnienia na wskaźniku ciśnienia resztkowego oraz zlecić wykwalifikowanemu elektrykowi sprawdzenie braku napięcia. Należy stosować obowiązującą u użytkownika maszyny procedurę zarządzania kluczami i kłódkami.

NIEBEZPIECZEŃSTWO: Napięcie elektryczne 400 V na przewodzie zasilającym, w szafie sterowniczej i w źródle prądu spawania. Dotknięcie części pod napięciem spowoduje śmierć lub poważne obrażenia. Prace przy wyposażeniu elektrycznym mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy i wyłącznie po odłączeniu, zabezpieczeniu przed ponownym załączeniem i sprawdzeniu braku napięcia; po odłączeniu odczekać co najmniej 1 minutę na rozładowanie źródła prądu spawania; dla napędów robota obowiązuje czas oczekiwania podany przez producenta robota.

OSTRZEŻENIE: Nieoczekiwane ruchy osi robota i stołu obrotowego przy pierwszym podłączeniu zasilania energią i podczas montażu. Może dojść do śmierci lub poważnych obrażeń. Przed włączeniem upewnić się, że w przestrzeni roboczej robota ani w obszarze obrotu stołu obrotowego nie przebywają żadne osoby.

Oprócz zagrożenia elektrycznego należy uwzględnić również układ pneumatyczny jako układ pod ciśnieniem, substancje niebezpieczne powstające w procesie spawania MAG oraz narażenie na hałas. Przed pracami przy obwodzie mocowania i przy pneumatycznych zaciskach przedmiotu należy najpierw otworzyć zaciski, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku; następnie należy pozbawić obwód pneumatyczny ciśnienia i sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar. Podczas prac należy nosić co najmniej: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, rękawice ochronne oraz hełm ochronny przy pracach nad głową; podczas prób spawania dodatkowo spawalnicze środki ochrony indywidualnej zgodnie z rozdziałem 2.6.

Dokumenty techniczne wymagane do montażu, w szczególności rysunek zestawieniowy i rysunek poglądowy, schematy elektryczne i pneumatyczne oraz schematy obwodów bezpieczeństwa, należy udostępnić przed rozpoczęciem prac.

8.2 Montaż i instalacja

Zrobotyzowaną celę spawalniczą RSZ-2600 ustawia się jako zespół maszyn. Do instalacji należy zapewnić powierzchnię posadzki ok. 6,5 x 4,0 m przy wysokości 2,6 m; muszą być spełnione wymagania dotyczące fundamentu, nośności i otoczenia zgodnie z rozdziałem 7.

Kolejność montażu:
1. Ustawić stół obrotowy w miejscu wskazanym na planie ustawienia (sprawdzić wypoziomowanie poziomicą precyzyjną) i zakotwić go czterema kotwami ciężkimi M16; moment dokręcania zgodnie z dopuszczeniem kotew (wartość orientacyjna 110 Nm).
2. Ustawić cokół robota, zmierzyć jego położenie względem stołu obrotowego zgodnie z planem ustawienia i zakotwić go czterema kotwami ciężkimi M16; dopiero wtedy zwolnić blokady transportowe na osiach robota.
3. Ustawić szafę sterowniczą z pulpitem sterowniczym oraz źródło prądu spawania i zespół odciągu; zamontować stację czyszczenia palnika na cokole.
4. Zmontować segmenty ogrodzenia obwodowego, płyty cokołowe, drzwi serwisowe z blokadą/ryglowaniem i kurtynę świetlną zgodnie z planem ustawienia; zachować odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13857 i EN ISO 13855 według rysunku.
5. Instalacja elektryczna wykonywana przez wykwalifikowanego elektryka zgodnie ze schematami obwodów: przewód zasilający do wyłącznika głównego, połączenia wyrównawcze wszystkich zespołów, okablowanie maszyn składowych i obwodów bezpieczeństwa; sprawdzić kolejność faz (prawoskrętne pole wirujące).
6. Podłączyć pneumatykę zgodnie ze schematem pneumatycznym (6 bar, przyłącze G 1/2); przeprowadzić próbę szczelności.
7. Podłączyć zasilanie gazem osłonowym i przedmuchać przewody; podłączyć układ odciągu i ustawić okap wychwytujący.

Po wykonaniu wszystkich połączeń należy sprawdzić: pewne osadzenie wszystkich zamocowań i zakotwień, kompletność wygrodzenia, działanie drzwi serwisowych z blokadą i ryglowaniem, prawidłowe ustawienie kurtyny świetlnej oraz całkowite usunięcie wszystkich zabezpieczeń transportowych (rozdział 5.4).

Ograniczanie hałasu i drgań: kompletnie zamontować płyty wypełnienia ogrodzenia, płyty cokołowe i osłonę napędu stołu obrotowego; stanowią one część środków ograniczania hałasu. Nie mostkować sprężystych elementów łożyskujących napędu stołu obrotowego sztywnymi połączeniami. Podczas instalacji nie są wymagane żadne dalsze środki ograniczające hałas lub drgania.

8.3 Pierwsze uruchomienie

Pierwsze uruchomienie może nastąpić dopiero po całkowitym zakończeniu montażu i instalacji oraz po prawidłowym zamontowaniu i podłączeniu wszystkich osłon i urządzeń ochronnych. Przed pierwszym podłączeniem zasilania energią należy upewnić się, że w przestrzeni roboczej robota, w obszarze obrotu stołu obrotowego ani wewnątrz ogrodzenia obwodowego nie przebywają żadne osoby.

W ramach pierwszego uruchomienia należy przeprowadzić istotne dla bezpieczeństwa badania zgodnie z planem badań producenta i udokumentować je w protokole odbioru:

- Badanie przewodu ochronnego i pomiar izolacji zgodnie z EN 60204-1 (sprawozdanie z badań elektrycznych)
- Skuteczność obwodu zatrzymania awaryjnego przy wszystkich urządzeniach zatrzymania awaryjnego (pulpit sterowniczy, drzwi serwisowe, pulpit programowania)
- Działanie kurtyny świetlnej, w tym pomiar wybiegu i weryfikacja odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855
- Działanie drzwi serwisowych z blokadą i ryglowaniem, odblokowania awaryjnego, zabezpieczenia na osobiste kłódki oraz funkcji blokady ponownego rozruchu

- Działanie monitorowania ciśnienia w obwodzie mocowania, zaworu podtrzymującego ciśnienie w przewodzie mocującym wraz z jego ręcznym sterowaniem awaryjnym oraz czujników obecności przedmiotu
- Działanie urządzenia zezwalającego, przełącznika wyboru trybu pracy i bezpiecznie zmniejszonej prędkości (pomiar w punkcie TCP, maksymalnie 250 mm/s)
- Skuteczność układu odciągu dymów spawalniczych (pomiar strumienia objętości) oraz działanie monitorowania temperatury wkładu filtracyjnego, przepustnic odcinających, czujek dymu i CO oraz wybiegu
- Działanie czasu blokady stygnięcia z lampką sygnalizacyjną na stanowisku odbioru, monitorowania temperatury na szyjce palnika oraz oświetlenia miejsca pracy (500 lx na stanowisku załadunku, 200 lx w przejściu konserwacyjnym, komunikat o awarii)
- Walidacja wszystkich funkcji bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-2 (dokumentacja w protokole weryfikacji bezpieczeństwa)

Następnie przeprowadza się przebiegi próbne: najpierw cykl na sucho bez przedmiotu w trybie ustawiania, następnie cykle automatyczne z przedmiotem i z oceną wyników spawania. Stosowane programy spawania muszą być zatwierdzone; należy przestrzegać zamierzonego użytkowania zgodnie z rozdziałem 2.1.

Wyniki pierwszego uruchomienia należy udokumentować w sprawozdaniach z badań i protokołach odbioru. Maszynę przekazuje się użytkownikowi maszyny, a eksploatację produkcyjną rozpoczyna się dopiero po pomyślnym zakończeniu wszystkich badań funkcji bezpieczeństwa, udokumentowanym odbiorze i przeprowadzeniu instruktażu personelu obsługi.

9 Obsługa

Niniejszy rozdział jest skierowany do operatora i personelu ustawiającego zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Warunkiem wykonywania wszystkich czynności jest udokumentowany instruktaż oraz znajomość rozdziału 2 (Bezpieczeństwo). Operator pracuje wyłącznie na stanowisku załadunku i przy pulpicie sterowniczym; czynności wewnątrz celi są zastrzeżone dla personelu ustawiającego i konserwacyjnego. Podczas wszystkich prac należy nosić wymagane środki ochrony indywidualnej zgodnie z rozdziałem 2.6.

9.1 Bezpieczeństwo

Podczas obsługi obowiązują następujące zasady bezpieczeństwa:

- Maszynę wolno eksploatować wyłącznie z kompletnie zamontowanymi i sprawnymi osłonami. Przed rozpoczęciem każdej zmiany należy przeprowadzić codzienne kontrole zgodnie z rozdziałem 9.4.
- Nigdy nie sięgać do przestrzeni roboczej robota, nie obchodzić osłon ani nie manipulować przy kurtynie świetlnej. Podczas obrotu stołu obrotowego nikt nie może przebywać w obszarze jego obrotu. Rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem; sięgać do obszaru obrotu wyłącznie wtedy, gdy stół obrotowy jest zatrzymany.
- Przedmioty wkładać i wyjmować wyłącznie przy nieruchomym stanowisku czołowym. Zespawane przedmioty zdejmować dopiero po upływie czasu blokady stygnięcia (czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru zgasła) i przenosić je wyłącznie w rękawicach termoochronnych; w obszarze spoiny po spawaniu osiągają one temperaturę kilkuset °C.
- Przedmioty o masie do 15 kg przenosić ręcznie, a przedmioty o masie powyżej 15 kg wyłącznie za pomocą zapewnionego przez użytkownika maszyny urządzenia wspomagającego podnoszenie na

stanowisku załadunku (np. balansera lub dźwignicy, udźwig co najmniej 40 kg); maksymalna masa jednego przedmiotu wynosi 40 kg.
- Nie patrzeć bezpośrednio w łuk, również w jego odbicia; kurtyna spawalnicza, płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego i okna obserwacyjne muszą być nieuszkodzone.
- Eksploatacja jest dozwolona wyłącznie przy skutecznie działającym odciągu dymów spawalniczych. W przypadku usterki odciągu cela zatrzymuje się w sposób sterowany; nie można jej ponownie uruchomić, dopóki usterka nie zostanie usunięta.
- Usterki, uszkodzenia i nietypowe odgłosy należy niezwłocznie zgłaszać; w przypadku wad istotnych dla bezpieczeństwa maszynę należy zatrzymać i zabezpieczyć przed ponownym uruchomieniem.
- W obszarze otworu załadunku może przebywać wyłącznie operator; inne osoby nie mogą przebywać w oznaczonym obszarze obsługi.

OSTRZEŻENIE: Gorące przedmioty i przyrządy mocujące po spawaniu (kilkaset °C w obszarze spoiny). Może dojść do poważnych oparzeń dłoni i przedramion. Przedmioty zdejmować dopiero po upływie czasu blokady stygnięcia i wyłącznie w rękawicach termoochronnych; nie dotykać ich nieosłoniętą skórą.

Czas blokady stygnięcia jest zapisany dla każdego programu spawania. Dopóki trwa, zdejmowanie przedmiotów pozostaje zablokowane, a czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru świeci.

9.2 Elementy sterownicze i wskaźniki

Wyłącznik główny (na szafie sterowniczej): odłącza całą instalację na wszystkich biegunach; na czas konserwacji i napraw można go zablokować w położeniu wyłączenia.

Pulpit sterowniczy obok otworu załadunku:

- Panel HMI: wybór programu, licznik sztuk, wyświetlanie stanu pracy i komunikatów o usterkach w postaci tekstowej, wyświetlanie okresów między czynnościami konserwacyjnymi.
- Przycisk Start cyklu (zielony): uruchamia cykl automatyczny, gdy pole ochronne jest wolne i nie występuje żadna usterka.
- Przycisk Potwierdzenie/Reset (niebieski, podświetlany): potwierdzenie po zadziałaniu osłony, po odblokowaniu urządzenia zatrzymania awaryjnego i po usunięciu usterki; miga, gdy wymagane jest potwierdzenie.
- Urządzenie zatrzymania awaryjnego (czerwone na żółtym tle): zatrzymuje całą instalację w sytuacjach zagrożenia.
- Przełącznik wyboru trybu pracy (przełącznik kluczykowy): położenia Automatyczny i Ustawianie; klucz pozostaje u osoby upoważnionej.
- Przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji (położenia Wył. i Zezwolenie): zezwala na sesję zdalnej konserwacji przez producenta (patrz rozdział 13.3); klucz pozostaje u osoby odpowiedzialnej w przedsiębiorstwie użytkownika maszyny.

Kolumna sygnalizacyjna na dachu celi: zielony = trwa praca automatyczna; żółty = instalacja oczekuje (koniec cyklu, brak materiału, wymagane potwierdzenie); czerwony = usterka lub zatrzymanie awaryjne; dodatkowo dźwiękowy sygnał ostrzegawczy przed każdym startem automatycznym.

Pulpit programowania (wyłącznie dla personelu ustawiającego): ręczne urządzenie sterownika robota z wyświetlaczem, przyciskami ruchu ręcznego, trójpołożeniowym urządzeniem zezwalającym i własnym urządzeniem zatrzymania awaryjnego.

Pozostałe wskaźniki: manometr zespołu przygotowania powietrza (sprężone powietrze), wskaźnik ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym, wskaźnik przepływu gazu osłonowego na źródle prądu spawania, wskaźnik różnicy ciśnień wkładu filtracyjnego na zespole odciągu; czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru (świeci w czasie blokady stygnięcia); na panelu HMI wskazanie zezwolenia na wymianę palnika i czyszczenie palnika (monitorowanie temperatury na szyjce palnika) oraz komunikaty o awarii oświetlenia miejsca pracy i o nadmiernej temperaturze lub alarmie pożarowym zespołu odciągu.

9.3 Tryby pracy

Maszyna ma tryby pracy Automatyczny i Ustawianie. Wybiera się je przełącznikiem wyboru trybu pracy:

Tryb automatyczny (przełącznik wyboru w położeniu Automatyczny): normalna praca w produkcji seryjnej. Wszystkie osłony są aktywne; drzwi serwisowe są zaryglowane; dostęp jest możliwy wyłącznie przez otwór załadunku monitorowany kurtyną świetlną. Cykl przebiega automatycznie po zezwoleniu przyciskiem Start cyklu.

Tryb ustawiania (przełącznik wyboru w położeniu Ustawianie, przełącznik kluczykowy): tryb pracy do uczenia, testowania programów i wyszukiwania usterek przez przeszkolony personel ustawiający. Ruchy robota i stołu obrotowego są możliwe wyłącznie przy uruchomionym trójpołożeniowym urządzeniu zezwalającym na pulpicie programowania i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością (maksymalnie 250 mm/s w punkcie TCP). Przy otwartych drzwiach serwisowych źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone (SF-01); drut można wtedy podawać wyłącznie w trybie impulsowym ze zmniejszoną prędkością nawlekania. Klucz pozostaje u osoby upoważnionej; po zakończeniu prac należy bezwzględnie przełączyć z powrotem do położenia Automatyczny.

OSTRZEŻENIE: Ruchy robota i stołu obrotowego, gdy w trybie ustawiania w celi przebywają osoby. Może dojść do zgniecenia i uderzenia z poważnymi obrażeniami. Wchodzić do celi wyłącznie z pulpitem programowania w ręce, zabezpieczyć drzwi serwisowe przed zamknięciem osobistą kłódką założoną w zabezpieczeniu na kłódki i uruchamiać urządzenie zezwalające dopiero wtedy, gdy w zasięgu ruchu nie ma żadnej innej osoby.

Konserwacja (nie jest trybem pracy): mechaniczne, elektryczne i pneumatyczne prace konserwacyjne wykonuje się przy maszynie odłączonej od źródeł energii i zabezpieczonej przed ponownym uruchomieniem (wyłącznik główny zablokowany, układ sprężonego powietrza pozbawiony ciśnienia); patrz rozdział 10.

Pozostałe fazy cyklu życia, tj. transport i instalacja (rozdziały 5 i 8), czyszczenie (rozdział 10.2) i wyszukiwanie usterek (rozdział 10.4) oraz wycofanie z eksploatacji i demontaż (rozdział 11), opisano we wskazanych rozdziałach. Prace czyszczące należy zawsze wykonywać przy zatrzymanej maszynie odłączonej od źródeł energii.

9.4 Uruchamianie i przezbrajanie

Codzienne uruchamianie (przestrzegać kolejności):
1. Kontrola wzrokowa: ogrodzenie obwodowe z płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi, kurtyna spawalnicza, kurtyna świetlna i drzwi serwisowe nieuszkodzone; w celi brak osób i przedmiotów obcych; obszar obsługi wolny; oświetlenie miejsca pracy działa (brak komunikatu o awarii na panelu HMI); podest stojący dopasowany do własnego wzrostu.
2. Otworzyć zasilanie mediami: otworzyć zawór odcinający sprężonego powietrza (6 bar na zespole przygotowania powietrza), otworzyć dopływ gazu osłonowego (przepływ ok. 15 l/min), sprawdzić zapas

drutu.
3. Włączyć wyłącznik główny; odczekać, aż układ sterowania zakończy sekwencję uruchamiania.
4. Kontrola działania kurtyny świetlnej za pomocą pręta testowego (przerwanie każdej strefy wiązek musi wywołać komunikat); raz w tygodniu dodatkowo kontrola działania jednego urządzenia zatrzymania awaryjnego (za każdym razem innego, patrz rozdział 10.2).
5. Sprawdzić gotowość odciągu do pracy (brak komunikatu o usterce na panelu HMI, wskaźnik różnicy ciśnień w zielonym zakresie); odciąg jest uruchamiany przez sterowanie procesem.
6. Wybrać program spawania na panelu HMI, potwierdzić komunikaty o usterkach, zezwolić na pracę instalacji przyciskiem Start cyklu.

Przezbrajanie i zmiana produktu (wyłącznie personel ustawiający): zmiana programu na panelu HMI; wymiana przyrządów mocujących przeznaczonych dla określonych przedmiotów wyłącznie przy zatrzymanej instalacji i obwodzie mocowania pozbawionym ciśnienia (najpierw otworzyć zaciski, następnie odciąć i odpowietrzyć sprężone powietrze, patrz rozdział 10.4); stosować wyłącznie przyrządy mocujące zatwierdzone przez producenta zgodnie z rozdziałem 3.1; po każdym przezbrojeniu przeprowadzić kontrolę pierwszej sztuki i udokumentować jej zatwierdzenie. Części zużywające się palnika (końcówka prądowa, dysza gazowa) wymieniać zgodnie z określoną trwałością.

Uczenie nowych programów (wyłącznie personel ustawiający): wyłącznie w trybie ustawiania z urządzeniem zezwalającym i ze zmniejszoną prędkością; nowe programy należy najpierw sprawdzić w trybie ustawiania przy zmniejszonej prędkości, a następnie w cyklu automatycznym bez przedmiotu; zwolnienie należy udokumentować.

9.5 Zatrzymywanie

Zatrzymanie podczas normalnej pracy (koniec zmiany):
1. Odczekać do zakończenia bieżącego cyklu; nie przerywać procesu spawania w jego trakcie.
2. Zdjąć gotowy przedmiot; przestawić instalację do położenia wyjściowego za pomocą panelu HMI.
3. Zapewnić wybieg odciągu (automatyczny wybieg trwający co najmniej 10 minut, wymaganie ochrony przeciwpożarowej z oceny ryzyka); następnie przeprowadzić kontrolę wzrokową obudowy filtra pod kątem nietypowego nagrzewania się lub zapachu spalenizny.
4. Zamknąć dopływ gazu osłonowego; przy dłuższym postoju zamknąć zawór odcinający sprężonego powietrza.
5. Wyłączyć wyłącznik główny. Przy przestojach weekendowych lub zakładowych dodatkowo zablokować wyłącznik główny.

Zatrzymanie awaryjne: uruchomić urządzenie zatrzymania awaryjnego. Wszystkie maszyny składowe zostają zatrzymane w sposób sterowany (kategoria zatrzymania 1); kolumna sygnalizacyjna przełącza się na kolor czerwony.

Ponowne uruchomienie po zatrzymaniu awaryjnym:
1. Ustalić i usunąć przyczynę sytuacji zagrożenia; upewnić się, że w celi nie przebywają żadne osoby.
2. Odblokować uruchomione urządzenie zatrzymania awaryjnego (przez obrót lub wyciągnięcie).
3. Potwierdzić na pulpicie sterowniczym; następnie zainicjować start cyklu. Przedmiot, przy którym proces spawania został przerwany, należy oznaczyć jako część do poprawki i skontrolować.

Zachowanie po zaniku zasilania: Po przywróceniu zasilania instalacja pozostaje zatrzymana dzięki blokadzie ponownego rozruchu. Przed potwierdzeniem należy sprawdzić stan instalacji (położenie przedmiotu, położenie palnika, ciśnienie mocowania); następnie potwierdzić i ponownie uruchomić jak po

zatrzymaniu awaryjnym. Jeżeli palnik jest zakleszczony lub uległ kolizji, wezwać personel ustawiający. Uwolnienie uwięzionej osoby opisano w rozdziale 2.6.

Postępowanie w razie zaniku sprężonego powietrza: Zawór podtrzymujący ciśnienie utrzymuje przedmioty w stanie zamocowanym; presostat blokuje ruch obrotowy stołu obrotowego, a maszyna zatrzymuje się w sposób sterowany. Zatrzymać maszynę, przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem (6 bar na zespole przygotowania powietrza) i zdjąć przedmiot dopiero po ponownym potwierdzeniu ciśnienia mocowania. Następnie potwierdzić i ponownie uruchomić jak po zatrzymaniu awaryjnym.

OSTRZEŻENIE: Pożar w obudowie filtra zespołu odciągu wywołany przez iskry i rozżarzone cząstki, możliwy również z opóźnieniem po zakończeniu zmiany. Może dojść do poważnych oparzeń i zatrucia dymem. W razie alarmu pożarowego nie otwierać obudowy filtra, opuścić strefę i wezwać straż pożarną.

Pożar w zespole odciągu: Jeżeli zadziała monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego albo czujka dymu lub CO, układ sterowania wyłącza wentylator odciągu, zamyka zmotoryzowane przepustnice odcinające i zatrzymuje celę w sposób sterowany. Natychmiast opuścić strefę, wezwać straż pożarną i poinformować przełożonego. Nie otwierać obudowy filtra, ponieważ napływające powietrze może rozniecić tlący się materiał w płomień; środek gaśniczy jest wprowadzany wyłącznie przez straż pożarną przez zamykany otwór wlotowy środka gaśniczego w obudowie filtra. Ponowne uruchomienie jest dozwolone dopiero po usunięciu usterki i wydaniu zgody przez dział utrzymania ruchu. Zespołu odciągu nie wolno eksploatować z uszkodzonym czujnikiem temperatury lub niesprawną przepustnicą odcinającą.

10 Konserwacja

Niniejszy rozdział jest skierowany do wykwalifikowanego personelu specjalistycznego odpowiedzialnego za konserwację zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Prace konserwacyjne należy wykonywać przy zatrzymanej maszynie. Przed pracami mechanicznymi, elektrycznymi i pneumatycznymi maszynę należy odłączyć od źródeł energii wyłącznikiem głównym, który można zablokować w położeniu wyłączenia, i zabezpieczyć przed ponownym uruchomieniem; zasilanie pneumatyczne należy pozbawić ciśnienia. Przed pracami przy zaciskach należy najpierw otworzyć zaciski, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku; następnie należy odciąć i odpowietrzyć sprężone powietrze oraz sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar. Jeżeli zacisku nie można otworzyć, ciśnienie należy usunąć w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie (procedura, patrz rozdział 10.4). Kontrole działania urządzeń ochronnych zgodnie z rozdziałem 10.2 przeprowadza się przy włączonej maszynie, spoza celi. Ponadto należy przestrzegać dokumentacji producentów zakupionych komponentów, w szczególności instrukcji montażu producenta robota oraz dokumentacji źródła prądu spawania MAG, podajnika drutu, stacji czyszczenia palnika i układu odciągu dymów spawalniczych.

NIEBEZPIECZEŃSTWO: Napięcie elektryczne 400 V w szafie sterowniczej i w źródle prądu spawania. Dotknięcie części pod napięciem spowoduje śmierć lub poważne obrażenia. Prace przy wyposażeniu elektrycznym mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy; przed ich rozpoczęciem wyłączyć i zablokować wyłącznik główny, odczekać co najmniej 1 minutę na rozładowanie źródła prądu spawania (napędy robota: czas oczekiwania podany przez producenta robota) i sprawdzić brak napięcia.

10.1 Rejestr konserwacji

Wszystkie wykonane prace kontrolne, konserwacyjne i naprawcze należy dokumentować w sposób umożliwiający ich prześledzenie. Rejestr konserwacji służy jako dowód prawidłowej konserwacji

zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 i należy go przechowywać przez cały okres użytkowania maszyny. Dla każdej czynności należy wpisać do rejestru konserwacji co najmniej następujące informacje: datę, wykonane prace, użyte części zamienne i materiały eksploatacyjne, nazwisko osoby z personelu specjalistycznego wykonującej prace oraz ewentualne stwierdzone nieprawidłowości. Istotne dla bezpieczeństwa kontrole osłon i urządzeń ochronnych, takich jak kurtyna świetlna, drzwi serwisowe z ryglowaniem i obwód zatrzymania awaryjnego, należy odnotowywać oddzielnie. Formularz rejestru konserwacji (RSZ-2600-WNW-001) jest dostarczany wraz z maszyną (patrz rozdział 12); alternatywnie można stosować równoważny system zakładowy (np. oprogramowanie do zarządzania konserwacją). Rejestr konserwacji należy przechowywać co najmniej do wycofania maszyny z eksploatacji; odpowiada za to użytkownik maszyny.

10.2 Plan kontroli i konserwacji

Plan kontroli i konserwacji określa, jakie czynności należy wykonywać przy maszynie i w jakich odstępach czasu. W przypadku zakupionych komponentów dodatkowo obowiązują wymagania konserwacyjne zawarte w dokumentacji danego producenta.

Codziennie (operator): kontrola wzrokowa osłon i urządzeń ochronnych; kontrola działania kurtyny świetlnej za pomocą pręta testowego; kontrola wydajności odciągu (wskaźnik różnicy ciśnień), przepływu gazu osłonowego i ciśnienia sprężonego powietrza; sprawdzić dysze palnika pod kątem osadów rozprysków; sprawdzić węże gazu osłonowego, przewody spawalnicze i masowe oraz zacisk masowy pod kątem uszkodzeń i pewnego osadzenia; sprawdzić działanie oświetlenia miejsca pracy; oczyścić obszar roboczy i usunąć rozpryski z podłogi na stanowisku załadunku.

Co tydzień (operator/personel ustawiający): kontrola działania zatrzymania awaryjnego (naprzemiennie dla poszczególnych urządzeń zatrzymania awaryjnego); sprawdzić końcówkę prądową i dyszę gazową palnika, w razie zużycia wymienić; oczyścić rolki podające drut i prowadnicę drutu; spuścić kondensat z zespołu przygotowania powietrza; sprawdzić kurtynę spawalniczą, płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego i okna obserwacyjne pod kątem uszkodzeń.

Co miesiąc (personel ustawiający/personel konserwacyjny): oczyścić stację czyszczenia palnika i uzupełnić środek natryskowy; sprawdzić szczelność złączek i węży pneumatycznych; skontrolować wkład filtracyjny odciągu, wymienić go, jeżeli różnica ciśnień znajduje się w czerwonym zakresie; kontrola działania ryglowania, odblokowania awaryjnego i zabezpieczenia na kłódki drzwi serwisowych; sprawdzić przewody robota i pakiet przewodów pod kątem miejsc przetarcia; opróżnić wstępny separator iskier zespołu odciągu (z pyłem postępować jak przy wymianie wkładu filtracyjnego); sprawdzić poziom chłodziwa w agregacie chłodzącym i w razie potrzeby uzupełnić chłodziwo zgodnie z danymi producenta palnika.

Co pół roku (personel konserwacyjny): udokumentowana kontrola działania wszystkich funkcji bezpieczeństwa (SF-01 do SF-05) zgodnie z załączonym planem badań funkcji bezpieczeństwa (RSZ-2600-PPS-001, patrz rozdział 12); sprawdzić zakotwienie cokołu robota i stołu obrotowego (momenty dokręcania); kontrola wzrokowa wyposażenia elektrycznego; kontrola wzrokowa zakończeń ekranów i połączeń wyrównawczych; pomiar izolacji obwodu spawania przez wykwalifikowanego elektryka; kontrola działania czujnika temperatury i przepustnic odcinających oraz czujek dymu i CO zespołu odciągu.

Co rok (producent): przegląd główny zgodnie z umową serwisową, w tym konserwacja robota zgodnie z danymi producenta (smarowanie przekładni, baterie sterownika robota), kontrola kalibracji robota, badanie blokady i ryglowania zgodnie z EN ISO 14119, ponowne obliczenie lub sprawdzenie odległości

bezpieczeństwa kurtyny świetlnej zgodnie z EN ISO 13855, badanie źródła prądu spawania zgodnie z EN 60974-4.

OSTRZEŻENIE: Pył z dymów spawalniczych podczas wymiany wkładu filtracyjnego. Wdychanie może spowodować trwałe uszkodzenie dróg oddechowych. Nosić półmaskę filtrującą FFP3 do ochrony przed cząstkami zgodnie z EN 149, gogle ochronne i rękawice jednorazowe; nie wzbijać pyłu.

Wymiana wkładu filtracyjnego (personel konserwacyjny): odczekać do zakończenia wybiegu odciągu, następnie odłączyć maszynę od źródeł energii; za pomocą systemu wymiany bag-in/bag-out obudowy filtra wyjąć nasycony wkład do worka wymiennego i natychmiast szczelnie zamknąć worek; obudowę filtra oczyścić odkurzaczem przemysłowym klasy pyłu H zgodnie z EN 60335-2-69, nie przedmuchiwać jej i nie zamiatać; założyć nowy wkład klasy dymów spawalniczych W3 i sprawdzić prawidłowe osadzenie uszczelki; po ponownym włączeniu sprawdzić wskaźnik różnicy ciśnień; utylizacja zgodnie z rozdziałem 11.3.

Czyszczenie celi (personel ustawiający/personel konserwacyjny): wyłącznie przy maszynie odłączonej od źródeł energii i zabezpieczonej przed ponownym uruchomieniem; rozpryski usuwać mechanicznie; pył zbierać odkurzaczem przemysłowym klasy pyłu H, nie zdmuchiwać go sprężonym powietrzem i nie zamiatać; nie stosować palnych środków czyszczących; okna obserwacyjne i szyby czołowe kurtyny świetlnej czyścić miękką ściereczką; po czyszczeniu przeprowadzić kontrolę działania kurtyny świetlnej.

Dodatkowo obowiązują ustawowe obowiązki użytkownika maszyny w zakresie badań wynikające z niemieckiego rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV) oraz przepisu DGUV Vorschrift 3 (niemiecki przepis ubezpieczenia wypadkowego dotyczący instalacji i urządzeń elektrycznych) (badanie okresowe wyposażenia elektrycznego). Uszkodzone lub zużyte elementy osłon i urządzeń ochronnych należy naprawić lub wymienić, zanim maszyna zostanie ponownie przekazana do eksploatacji.

10.3 Plan smarowania

Plan smarowania określa, które punkty smarowania maszyny należy smarować, w jakich odstępach czasu i jakimi środkami smarnymi:

- Przekładnie robota (osie 1 do 6): smarowanie wyłącznie w ramach corocznego serwisu producenta zgodnie z danymi producenta robota (smar przekładniowy zgodnie z dokumentacją robota).
- Wieniec obrotowy i łożyskowanie stołu obrotowego: smarować co pół roku smarem wielofunkcyjnym KP2K-30 zgodnie z DIN 51502 (2 smarowniczki na ramie podstawy, po ok. 10 g).
- Prowadnice i przeguby pneumatycznych zacisków przedmiotu: co miesiąc nanosić cienką warstwę bezkwasowego oleju maszynowego; nie stosować nadmiernych ilości (osady rozprysków).
- Zawiasy i blokada drzwi serwisowych: smarować co pół roku smarem wielofunkcyjnym.
- Stacja czyszczenia palnika: co miesiąc uzupełniać zbiornik środka natryskowego (bezsilikonowy środek przeciwrozpryskowy).

Komponenty pneumatyczne są przystosowane do pracy z powietrzem bezolejowym i nie wolno ich olejować. Stosować wyłącznie podane środki smarne lub równoważne środki smarne zatwierdzone przez producenta. Zużyte materiały eksploatacyjne i środki smarne należy utylizować prawidłowo i w sposób przyjazny dla środowiska zgodnie z rozdziałem 11.3. Na czas wszystkich prac smarowniczych maszynę należy odłączyć od źródeł energii; nosić odpowiednie rękawice ochronne.

Wyszukiwanie usterek

Diagnostyka: komunikaty o usterkach odczytuje się spoza celi, przy włączonej maszynie, na panelu HMI, kolumnie sygnalizacyjnej i wskaźnikach. Interwencje wewnątrz celi przy włączonej maszynie (np. odsunięcie robota lub sprawdzenie toru programu) są dozwolone wyłącznie dla personelu ustawiającego w trybie ustawiania z urządzeniem zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Dostęp odbywa się wyłącznie przez drzwi serwisowe; każda wchodząca osoba zabezpiecza drzwi swoją osobistą kłódką w zabezpieczeniu na kłódki. Prace mechaniczne, elektryczne i pneumatyczne rozpoczyna się dopiero po odłączeniu od źródeł energii: przy pracach przy zaciskach najpierw zdjąć przedmiot i otworzyć zaciski; wyłączyć i zablokować wyłącznik główny (LOTO); odciąć sprężone powietrze na zaworze odcinającym serwisowym, odczekać do zakończenia odpowietrzania, sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar, i zabezpieczyć zawór kłódką; odczekać co najmniej 1 minutę na rozładowanie źródła prądu spawania; dla napędów robota obowiązuje czas oczekiwania podany przez producenta robota.

OSTRZEŻENIE: Nieoczekiwane uruchomienie robota i stołu obrotowego oraz zgromadzone sprężone powietrze w obwodzie mocowania podczas wyszukiwania usterek. Może dojść do zgniecenia z poważnymi obrażeniami. Przed wejściem do celi zatrzymać maszynę i zabezpieczyć drzwi serwisowe swoją osobistą kłódką. Przed pracami przy zaciskach najpierw otworzyć zaciski, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku. Następnie odciąć i odpowietrzyć sprężone powietrze i sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar. Jeżeli zacisku nie można otworzyć, usunąć ciśnienie w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie.

Usterka	Możliwa przyczyna	Sposób usunięcia
Instalacja nie uruchamia się w trybie automatycznym	Obwód bezpieczeństwa otwarty (drzwi serwisowe, kurtyna świetlna), uruchomione zatrzymanie awaryjne	Zamknąć drzwi serwisowe, zwolnić pole ochronne kurtyny świetlnej, odblokować urządzenie zatrzymania awaryjnego, potwierdzić na pulpicie sterowniczym
Kurtyna świetlna reaguje bez widocznej przyczyny	Zanieczyszczenie lub nieprawidłowe ustawienie optyki	Oczyścić szyby czołowe nadajnika i odbiornika, sprawdzić ustawienie (wskaźnik ustawienia), następnie przeprowadzić kontrolę działania
Stół obrotowy nie obraca się	Ciśnienie mocowania poniżej wartości zadanej, czujnik obecności przedmiotu nie reaguje, pole ochronne zajęte	Sprawdzić zasilanie sprężonym powietrzem (6,0 bar), sprawdzić zamocowanie przedmiotu, zwolnić obszar obrotu
Zanik sprężonego powietrza (spadek ciśnienia mocowania, komunikat o usterce na panelu HMI)	Awaria zakładowego zasilania sprężonym powietrzem, zamknięty zawór odcinający, nieszczelność w obwodzie mocowania	Zatrzymać maszynę; zawór podtrzymujący ciśnienie utrzymuje przedmioty w stanie zamocowanym. Przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem (6,0 bar), sprawdzić szczelność, zdjąć przedmiot dopiero po potwierdzeniu ciśnienia mocowania, następnie potwierdzić na pulpicie sterowniczym
Ryglowanie drzwi serwisowych nie zwalnia	Robot lub stół obrotowy nie osiągnął jeszcze bezpiecznego bezruchu, łuk jeszcze nie zgasł	Odczekać do pełnego zatrzymania (wskazanie na pulpicie sterowniczym), następnie ponownie zażądać zwolnienia

Usterka	Możliwa przyczyna	Sposób usunięcia
Wadliwa spoina (rozpryski, porowatość)	Zakłócenie podawania drutu, niewystarczająca ilość gazu osłonowego, zużyta dysza palnika	Sprawdzić podawanie drutu i przepływ gazu, wymienić dyszę/końcówkę prądową, sprawdzić parametry spawania
Niewystarczający odciąg / komunikat o usterce	Nasycony wkład filtracyjny, przesunięty okap wychwytujący	Wymienić wkład filtracyjny (klasa dymów spawalniczych W3, procedura zgodnie z rozdziałem 10.2, utylizacja jako odpady niebezpieczne zgodnie z rozdziałem 11.3), skorygować położenie okapu
Robot zatrzymuje się z komunikatem o kolizji	Zadziałało sprzęgło antykolizyjne na palniku lub wykrywanie kolizji robota (monitorowanie momentu obrotowego/prądu)	Usunąć przyczynę w przestrzeni roboczej, sprawdzić palnik i sprzęgło antykolizyjne pod kątem uszkodzeń, sprawdzić tor programu, potwierdzić komunikat na pulpicie programowania
Zdejmowanie pozostaje zablokowane, świeci czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru	Trwa czas blokady stygnięcia programu spawania	Odczekać do upływu czasu blokady stygnięcia; nie obchodzić czasu blokady
Komunikat o usterce chłodzenia palnika lub brak zezwolenia na wymianę palnika	Zbyt niski poziom chłodziwa, uszkodzony agregat chłodzący, szyjka palnika jest jeszcze zbyt gorąca	Sprawdzić i uzupełnić poziom chłodziwa, sprawdzić agregat chłodzący i pakiet przewodów; palnik wymieniać dopiero po pojawieniu się wskazania zezwolenia na panelu HMI
Nadmierna temperatura lub alarm pożarowy zespołu odciągu	Rozżarzone cząstki w filtrze; zadziałał czujnik temperatury, czujka dymu lub czujka CO	Postępować zgodnie z rozdziałem 9.5 (Pożar w zespole odciągu); nie otwierać obudowy filtra
Komunikat: awaria oświetlenia miejsca pracy	Uszkodzona oprawa oświetleniowa	Przerwać pracę w danym obszarze, zlecić naprawę oprawy wykwalifikowanemu elektrykowi

Jeżeli usterki nie można usunąć za pomocą tych środków, należy skontaktować się z producentem (dane kontaktowe, patrz rozdział 12.1). Nieuprawnione ingerencje w funkcje bezpieczeństwa są niedozwolone.

11 Demontaż i utylizacja

Niniejszy rozdział opisuje zasady ostatecznego wycofania z eksploatacji, demontażu i przyjaznej dla środowiska utylizacji zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Demontaż jest odrębną fazą cyklu życia maszyny i może go wykonywać wyłącznie przeszkolony, wykwalifikowany personel. Należy również przestrzegać informacji zawartych w powiązanych dokumentach technicznych, w szczególności na rysunku zestawieniowym i rysunku poglądowym oraz na schematach elektrycznych i pneumatycznych.

Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące demontażu

OSTRZEŻENIE: Zgromadzona energia (energia elektryczna, sprężone powietrze, poruszające się masy) oraz substancje niebezpieczne i pozostałości z procesu spawania. Może dojść do śmierci lub poważnych obrażeń. Przed demontażem odłączyć maszynę od źródeł energii, odczekać do upływu czasu rozładowania, odpowietrzyć układ pneumatyczny i zablokować ruchome zespoły w ich położeniu.

Przed rozpoczęciem prac demontażowych maszynę należy bezpiecznie zatrzymać i odłączyć od zasilania energią na wszystkich biegunach: wyłączyć wyłącznik główny i zablokować go kłódką w położeniu wyłączenia; zlecić wykwalifikowanemu elektrykowi odłączenie przewodu zasilającego, zabezpieczyć go

przed ponownym załączeniem, sprawdzić brak napięcia, uziemić i zewrzeć oraz osłonić sąsiednie części znajdujące się pod napięciem (pięć zasad bezpieczeństwa zgodnie z EN 50110-1). Przed otwarciem źródła prądu spawania i szafy sterowniczej odczekać co najmniej 1 minutę (zmierzony czas rozładowania źródła prądu spawania: 1,9 s do ≤ 60 V; czas oczekiwania obejmuje zapas bezpieczeństwa); dla napędów robota obowiązuje czas oczekiwania podany przez producenta robota.

Układ pneumatyczny należy pozbawić ciśnienia: przed odłączeniem maszyny od źródeł energii otworzyć zaciski przedmiotu, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku; następnie zamknąć zawór odcinający serwisowy, odpowietrzyć układ przez położenie odpowietrzania zaworu i sprawdzić na wskaźniku ciśnienia resztkowego, czy ciśnienie zostało usunięte. Jeżeli zacisku nie można otworzyć, usunąć zamknięte ciśnienie w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie.

Ruchome zespoły, w których może być zgromadzona energia potencjalna, należy przed poluzowaniem zamocowań zabezpieczyć przed niezamierzonym ruchem: przemieścić robota do położenia transportowego i zablokować go przechowywaną blokadą transportową; zablokować stół obrotowy sworzniem blokującym osi obrotu.

Do przenoszenia i demontażu ciężkich zespołów stosować odpowiednie urządzenia dźwignicowe i środki transportu oraz środki ochrony indywidualnej. Masy i punkty zawieszenia zespołów: patrz rozdziały 5.2 i 5.3.

Kolejność demontażu

Demontaż przeprowadza się w kolejności odwrotnej do montażu (rozdział 8.2):
1. Odłączyć media: gaz osłonowy, sprężone powietrze i przyłącze odciągu; opróżnić i oznaczyć przewody.
2. Zlecić wykwalifikowanemu elektrykowi odłączenie i oznaczenie przyłączy elektrycznych; odłączyć przewód zasilający.
3. Zdemontować kurtynę świetlną, drzwi serwisowe i segmenty ogrodzenia obwodowego.
4. Zdemontować źródło prądu spawania z agregatem chłodzącym, podajnik drutu, stację czyszczenia palnika i zespół odciągu.
5. Zablokować robota w położeniu transportowym, poluzować zakotwienie, podnieść robota wraz z cokołem.
6. Zablokować stół obrotowy, poluzować zakotwienie, podnieść stół obrotowy; na końcu zdemontować szafę sterowniczą i pulpit sterowniczy.
Momenty dokręcania i odkręcania połączeń należy przyjąć z rysunku zestawieniowego i dokumentacji montażowej. W przypadku tymczasowego przechowywania lub dalszego transportu obowiązują rozdziały 5 i 6.

Oddzielanie i utylizacja materiałów eksploatacyjnych

Przed segregacją materiałów wszystkie materiały eksploatacyjne i pomocnicze należy prawidłowo spuścić, zebrać i oddzielić. W szczególności należy uwzględnić: smary plastyczne z wieńca obrotowego stołu obrotowego i przekładni robota; środek przeciwrozpryskowy ze stacji czyszczenia palnika; chłodziwo z agregatu chłodzącego i pakietu przewodów palnika spawalniczego chłodzonego wodą (zebrać je i zutylizować zgodnie z kartą charakterystyki, nie odprowadzać do kanalizacji); resztki drutu spawalniczego; wkład filtracyjny zespołu odciągu dymów spawalniczych oraz pyły z dymów spawalniczych osadzone w obudowie, wstępnym separatorze iskier i rurociągach.

OSTRZEŻENIE: Pył z dymów spawalniczych we wkładzie filtracyjnym i w osadach pyłu w zespole odciągu. Wdychanie może spowodować trwałe uszkodzenie dróg oddechowych. Podczas postępowania z wkładem filtracyjnym nosić półmaskę filtrującą FFP3 do ochrony przed cząstkami zgodnie z EN 149 i rękawice jednorazowe; nie wzbijać pyłu. Wkład filtracyjny i osady pyłu utylizować w pyłoszczelnym opakowaniu jako odpady niebezpieczne (kod 15 02 02* europejskiego wykazu odpadów, w Niemczech AVV 15 02 02*: materiały filtracyjne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi, lub zgodnie z klasyfikacją przedsiębiorstwa odbierającego odpady).

Materiały eksploatacyjne, pozostałości filtracyjne i elementy zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi nie mogą trafić do odpadów komunalnych ani do środowiska. Materiały te należy zbierać oddzielnie i utylizować za pośrednictwem uprawnionego zakładu zagospodarowania odpadów. Obowiązują karty charakterystyki stosowanych substancji oraz wymagania właściwego regionalnie uprawnionego przedsiębiorstwa gospodarki odpadami.

Segregacja materiałów i recykling

Po usunięciu materiałów eksploatacyjnych zespoły należy zdemontować, a materiały posegregować według rodzaju:

- Stal i żeliwo (ogrodzenie obwodowe z płytami wypełnienia, ramy, stół obrotowy, cokół): odzysk złomu metalowego
- Metale nieżelazne (kable miedziane, przewody spawalnicze, końcówki prądowe): zbiórka selektywna
- Sprzęt elektryczny i elektroniczny (układy sterowania, napędy, HMI, czujniki, źródło prądu spawania): zbiórka selektywna i utylizacja jako zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny za pośrednictwem uprawnionych punktów zbiórki i zakładów odzysku
- Baterie i akumulatory (baterie buforowe sterownika robota): system odbioru baterii
- Tworzywa sztuczne (osłony, węże, kurtyna): odzysk materiałowy lub energetyczny
- Opakowania i materiały izolacyjne: lokalne systemy odzysku

Podczas demontażu i utylizacji należy przestrzegać przepisów ustawowych i wykonawczych obowiązujących w miejscu ustawienia. W razie wątpliwości materiały i materiały eksploatacyjne należy utylizować za pośrednictwem uprawnionego przedsiębiorstwa gospodarki odpadami; utylizację należy udokumentować.

12 Rysunki i pozostałe informacje

Wraz z maszyną dostarczane są następujące dokumenty:

- Plan ustawienia (RSZ-2600-LAY-001)
- Schematy obwodów wyposażenia elektrycznego (RSZ-2600-EPL-001)
- Schemat pneumatyczny (RSZ-2600-PPL-001)
- Wykaz części zamiennych (RSZ-2600-ET-001)
- Plan badań funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 (RSZ-2600-PPS-001)
- Formularz rejestru konserwacji (RSZ-2600-WNW-001)
- Deklaracja zgodności UE

Przy przekazaniu maszyny użytkownik maszyny otrzymuje protokół odbioru z pierwszego uruchomienia z wersjami referencyjnymi i sumami kontrolnymi oprogramowania istotnego dla bezpieczeństwa (program

sterownika PLC bezpieczeństwa, konfiguracja bezpieczeństwa sterownika robota, parametryzacja kurtyny świetlnej; patrz rozdział 13.2).

12.1 Rysunki i części zamienne

Plan ustawienia (RSZ-2600-LAY-001) jest dostarczany wraz z maszyną. Rysunek zestawieniowy i rysunki złożeniowe (zestaw rysunków RSZ-2600-ZG-001 i nast.) producent udostępnia na żądanie na potrzeby konserwacji i zamawiania części zamiennych.

Części zamienne i części zużywające się: wolno stosować wyłącznie oryginalne części zamienne lub równoważne części zatwierdzone przez producenta. Główne części zużywające się: końcówki prądowe i dysza gazowa palnika spawalniczego, rolki podające drut, wkład prowadzący drut, kurtyna spawalnicza, wkład filtracyjny odciągu, szczotki płyty cokołowej oraz zestawy uszczelek do pneumatycznych zacisków. Informacje dotyczące zamawiania: załączony wykaz części zamiennych RSZ-2600-ET-001; przy składaniu zamówień zawsze podawać typ i numer seryjny maszyny.

Kontakt w sprawie części zamiennych i zapytań technicznych: Muster Maschinenbau GmbH, Beispielstraße 1, 12345 Musterstadt, Niemcy, e-mail service@muster-maschinenbau.example.

12.2 Dokumentacja elektryczna

Wraz z maszyną dostarczana jest dokumentacja elektryczna zgodna z EN 60204-1: schematy obwodów (schemat elektryczny RSZ-2600-EPL-001), wykazy zacisków i przewodów, rysunek rozmieszczenia aparatury w szafie sterowniczej, wykaz materiałów wyposażenia elektrycznego, dokumentacja programów sterownika PLC i sterownika PLC bezpieczeństwa z listą sygnałów, a także sprawozdania z badań przewodu ochronnego i pomiaru izolacji. Jeden egzemplarz schematów obwodów jest przechowywany w szafie sterowniczej. Zmiany w instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy i wyłącznie za zgodą producenta; w przypadku wprowadzenia zmian rysunki należy odpowiednio zaktualizować.

13 Cyberbezpieczeństwo

Niniejszy rozdział jest przeznaczony dla użytkownika maszyny oraz dla specjalistów odpowiedzialnych za sieci i konserwację. Opisano w nim, w jaki sposób zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 jest włączana do sieci użytkownika maszyny, jak sprawdza się wersję oprogramowania oraz jak przebiegają zdalna konserwacja i aktualizacje. Jeżeli interwencja w sterowniku wpływa na funkcję bezpieczeństwa, obowiązują również wskazówki zawarte w rozdziale 2 (Bezpieczeństwo).

Włączenie do sieci użytkownika maszyny

Celę podłączać do sieci użytkownika maszyny wyłącznie przez dostarczoną bramę. Nie podłączać żadnych dalszych urządzeń ani sieci do sieci celi wewnątrz szafy sterowniczej.

- Bramę umieścić w wydzielonym segmencie sieci przeznaczonym dla urządzeń produkcyjnych, a nie w sieci biurowej.
- Zezwolić wyłącznie na połączenia potrzebne celi: OPC UA z systemu MES do celi oraz połączenie VPN z serwerem zdalnej konserwacji producenta.
- Nie konfigurować bezpośredniego połączenia sterownika z internetem.
- Reguły zapory sieciowej zmieniać wyłącznie po konsultacji z producentem.

Wersja oprogramowania i dowody ingerencji

Wersja i suma kontrolna oprogramowania istotnego dla bezpieczeństwa są wyświetlane na panelu HMI w menu „Info” i można je sprawdzić bez logowania. Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa obejmuje program sterownika PLC bezpieczeństwa, konfigurację bezpieczeństwa sterownika robota oraz parametryzację kurtyny świetlnej; wersje referencyjne i sumy kontrolne są zapisane w protokole odbioru. Po każdej interwencji, aktualizacji i wymianie urządzenia porównać je z protokołem odbioru. Dziennik zdarzeń zawiera logowania, zmiany parametrów, wgrania oprogramowania i sesje zdalnej konserwacji ze znacznikiem czasu i użytkownikiem. Jeżeli wartości się różnią, nie zezwalać na tryb automatyczny i poinformować producenta.

Zdalna konserwacja

W stanie dostawy zdalna konserwacja jest wyłączona. Sesję można uaktywnić wyłącznie przełącznikiem kluczykowym zdalnej konserwacji na pulpicie sterowniczym i kończy się ona automatycznie po czterech godzinach; gdy sesja jest aktywna, panel HMI wyświetla komunikat „Zdalna konserwacja aktywna”. Na miejscu musi być dostępna osoba odpowiedzialna. W przypadku podejrzenia nieuprawnionego dostępu natychmiast zakończyć sesję przełącznikiem kluczykowym zdalnej konserwacji i poinformować producenta za pośrednictwem adresu kontaktowego do zgłoszeń dotyczących bezpieczeństwa.

Aktualizacje

W okresie wsparcia do marca 2039 r. producent udostępnia w portalu klienta aktualizacje zabezpieczeń oprogramowania sterowania, panelu HMI i bramy wraz z informacjami o wydaniu i sumą kontrolną. Producent informuje zarejestrowane osoby kontaktowe o nowych aktualizacjach pocztą elektroniczną; komunikaty o bezpieczeństwie są również publikowane pod adresem https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories. Aby zainstalować aktualizację:

- Pobrać aktualizację z portalu klienta i porównać sumę kontrolną z informacjami o wydaniu.
- Zatrzymać celę, wybrać tryb ustawiania, pozostawić drzwi serwisowe zamknięte i zainstalować aktualizację przez USB na panelu HMI lub w sesji zdalnej konserwacji uaktywnionej na miejscu.
- Następnie porównać wersję i sumę kontrolną w menu „Info” z informacjami o wydaniu i zapisać je w protokole odbioru jako nowe wartości referencyjne.
- Przed zezwoleniem na tryb automatyczny przeprowadzić i udokumentować badanie funkcjonalne wszystkich funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 zgodnie z załączonym planem badań RSZ-2600-PPS-001 (patrz rozdziały 10.2 i 12).

Przechowywanie dzienników

Sterownik chroni dziennik zdarzeń przed usunięciem i modyfikacją oraz przechowuje wgrane oprogramowanie wraz z powiązanymi danymi do pięciu lat od wgrania. Dziennik można wyeksportować w czytelnej postaci na panelu HMI. Dopilnować, aby data i godzina sterownika były prawidłowe, w przeciwnym razie znaczników czasu nie można wykorzystać. W razie przekazania celi przekazać dzienniki nowemu użytkownikowi maszyny, a na uzasadniony wniosek udostępnić je organowi.

Ten dokument został sporządzony z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Sprawdzenie treści i odpowiedzialność za nią spoczywają na producencie.

#ce-copilot:ki-unterstuetzt; ai-disclosure=ai-assisted; generator=CE-Copilot; digitalsourcetype=compositeWithTrainedAlgorithmicMedia