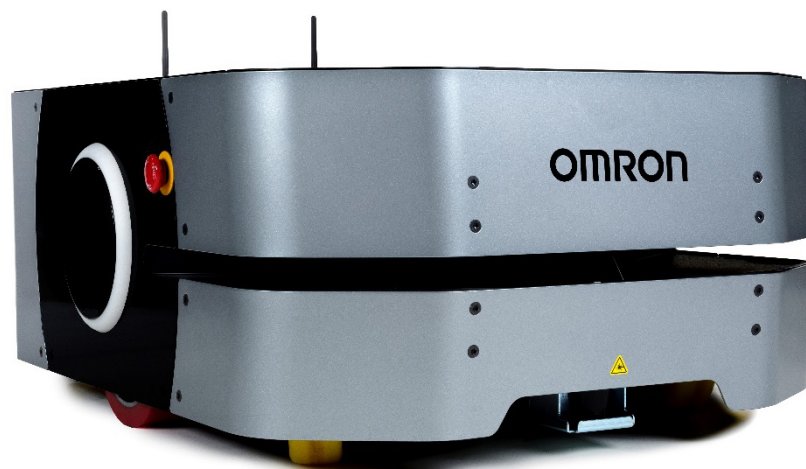


Robot mobilny LD-250

Instrukcja montażu

Zgodnie z dyrektywą maszynową 2006/42/WE (ZAŁĄCZNIK VI)



Spis treści

1	INFORMACJE O PRAWACH AUTORSKICH	4
1.1	Warunki umowy	4
2	WSTĘP	9
2.1	Instrukcja montażu	9
2.2	Definicje	9
2.3	Opis produktu	10
2.4	Powiązane instrukcje	14
3	BEZPIECZEŃSTWO	15
3.1	Przeznaczenie	15
3.2	Użycie niezgodne z przeznaczeniem	16
3.3	Obowiązki użytkownika	17
3.4	Zagrożenia ogólne	18
3.5	Środowisko	23
3.6	Zasady bezpieczeństwa dotyczące akumulatora	25
3.7	Modyfikacje robota LD-250	26
3.8	Dodatkowe informacje dotyczące bezpieczeństwa	27
3.9	Utylizacja	27
3.10	Ocena ryzyka	27
3.11	Spełnienie zasad BHP	29
3.12	PL i PFH	30
3.13	Założenia operacyjne wyłącznika awaryjnego E-Stop	30
4	CZUJNIKI	33
4.1	Lasery	33
4.2	Czujnik tylny	34
4.3	Inne czujniki	38

5	STRUKTURY ŁADUNKOWE	39
5.1	Bezpieczeństwo	39
5.2	Uwagi	40
5.3	Zagadnienia dodatkowe związane z ładunkiem	53
5.4	Złącza między LD-250 a strukturą ładunkową	53
5.5	Panel operatora (HMI) na ładunku	53
6	KOMUNIKACJA	56
6.1	Złącza wymagane do konfiguracji	56
6.2	Złącza wnętrza ładunkowej – LD-250 Core	57
7	DANE TECHNICZNE	71
7.1	Rysunki wymiarowe	71
7.2	Specyfikacje zabezpieczeń LD-250	73
7.3	Dane techniczne stacji dokującej	77

1 Informacje o prawach autorskich

Informacje zawarte w niniejszym dokumencie stanowią własność firmy OMRON i nie mogą być powielane w całości ani w części bez uprzedniej pisemnej zgody firmy OMRON.

Informacje zawarte w niniejszym dokumencie mogą ulec zmianie bez powiadomienia i nie powinny być interpretowane jako zobowiązanie firmy OMRON. Dokumentacja jest okresowo weryfikowana i korygowana.

Firma OMRON nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek błędy lub pominięcia w dokumentacji.

Copyright © 2020 OMRON Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Wszelkie znaki towarowe innych firm użyte w niniejszej publikacji są własnością tych firm.

1.1 Warunki umowy

1.1.1 Gwarancje

- a) Wyłączna gwarancja. Wyłączna gwarancja firmy OMRON polega na tym, że Produkty będą wolne od wad materiałowych i wykonawczych przez okres dwunastu miesięcy od daty sprzedaży przez firmę OMRON (lub przez inny okres wyrażony w formie pisemnej przez firmę OMRON). Firma OMRON zrzeka się wszelkich innych gwarancji, wyraźnych lub dorozumianych.
- b) Ograniczenia. FIRMA OMRON NIE UDZIELA ŻADNEJ GWARANCJI ANI NIE SKŁADA OŚWIADCZEŃ, WYRAŹNYCH LUB DOROZUMIANYCH, DOTYCZĄCYCH NIENARUSZANIA PRAW, PRZYDATNOŚCI HANDLOWEJ LUB PRZYDATNOŚCI PRODUKTÓW DO OKREŚLONEGO CELU. KUPUJĄCY PRZYZNAJE, ŻE SAM USTALIŁ, ŻE PRODUKTY BĘDĄ ODPOWIEDNIO SPEŁNIAŁY WYMOGI ICH ZAMIERZONEGO ZASTOSOWANIA. Ponadto firma OMRON zrzeka się wszelkich gwarancji i odpowiedzialności za wszelkiego rodzaju roszczenia lub wydatki wynikające z naruszenia przez Produkty lub jakiegokolwiek innego prawa własności intelektualnej.
- c) Środek ochrony prawnej przysługującej kupującemu. Wyłącznym obowiązkiem firmy OMRON na mocy niniejszej Umowy jest: (i) zastąpienie (w formie, w której pierwotnie wysłano produkt, przy czym nabywca jest odpowiedzialny za koszty robocizny związane z usunięciem lub wymianą danego produktu) produktu niezgodnego z wymaganiami; (ii) naprawa produktu niezgodnego z wymaganiami, lub (iii) wypłacenie lub odliczenie Kupującemu kwoty równej cenie zakupu produktu niespełniającego wymogów; pod warunkiem, że w żadnym wypadku firma OMRON nie będzie ponosiła odpowiedzialności za roszczenia gwarancyjne, naprawy, odszkodowania lub inne roszczenia lub wydatki dotyczące produktów, chyba że analiza firmy OMRON potwierdzi, że Produkty były właściwie obsługiwane, przechowywane, instalowane i konserwowane oraz nie były narażone na zanieczyszczenie, nadużycie, niewłaściwe użycie lub niewłaściwe modyfikacje. Zwrot produktów przez Kupującego musi zostać zatwierdzony na piśmie przez firmę OMRON przed wysyłką. Firmy OMRON nie ponoszą odpowiedzialności za

przydatność lub nieprzydatność produktów w połączeniu z jakimikolwiek podzespołami elektrycznymi lub elektronicznymi, obwodami, zespołami systemów lub innymi materiałami, lub substancjami, lub środowiskami. Wszelkie porady, zalecenia lub informacje podane ustnie lub pisemnie nie mogą być interpretowane jako poprawka lub uzupełnienie powyższej gwarancji. Aby uzyskać informacje na ten temat, należy odwiedzić stronę <http://www.omron.com/global/> lub skontaktować się z przedstawicielem firmy OMRON.

1.1.2 Ograniczenie odpowiedzialności itp.

FIRMY OMRON NIE PONOSZĄ ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA SZKODY SPECJALNE, POŚREDNIE, PRZYPADKOWE LUB WYNIKOWE, UTRATĘ ZYSKÓW LUB, STRATY PRODUKCYJNE ALBO HANDLOWE W JAKIKOLWIEK SPOSÓB ZWIĄZANE Z PRODUKTAMI, NIEZALEŻNIE OD TEGO, CZY ROSZCZENIE TAKIE JEST OPARTE NA UMOWIE, GWARANCJI, ZANIEDBANIU LUB ODPOWIEDZIALNOŚCI BEZPOŚREDNIEJ.

Ponadto w żadnym wypadku odpowiedzialność firm OMRON nie może przekraczać indywidualnej ceny produktu, z którym związana jest odpowiedzialność.

1.1.3 Przydatność do użytku

Firmy OMRON nie ponoszą odpowiedzialności za zgodność z jakimikolwiek normami, kodeksami lub przepisami, które mają zastosowanie do kombinacji produktu w zastosowaniu lub użyciu produktu przez Kupującego. Na żądanie Kupującego firma OMRON dostarczy odpowiednie dokumenty certyfikacyjne innych firm, określające klasyfikację i ograniczenia użytkowania produktu. Informacje te same w sobie nie są wystarczające do pełnego określenia przydatności produktu w połączeniu z produktem końcowym, maszyną, systemem lub innym zastosowaniem, lub użyciem. Kupujący ponosi wyłączną odpowiedzialność za określenie stosowności danego produktu w odniesieniu do jego zastosowania, produktu lub systemu. Nabywca ponosi odpowiedzialność za stosowanie się do przepisów we wszystkich przypadkach.

NIE WOLNO UŻYWAĆ PRODUKTU DO ZASTOSOWAŃ WIAŻĄCYCH SIĘ Z POWAŻNYM RYZYKIEM DLA ŻYCIA LUB MIENIA BEZ UPEWNIENIA SIĘ, ŻE SYSTEM JAKO CAŁOŚĆ ZOSTAŁ ZAPROJEKTOWANY W CELU WYELIMINOWANIA TEGO RYZYKA ORAZ ŻE PRODUKT FIRMY OMRON ZOSTAŁ ODPOWIEDNIO SKLASYFIKOWANY I ZAINSTALOWANY ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM W CAŁYM SPRZĘCIE LUB SYSTEMIE.

1.1.4 Produkty programowalne

Firmy OMRON nie ponoszą odpowiedzialności za programowanie produktu programowalnego przez użytkownika ani za wynikające z tego konsekwencje.

1.1.5 Dane dotyczące wydajności

Dane prezentowane na stronach internetowych firmy OMRON, w katalogach i innych materiałach są dostarczane jako przewodnik dla użytkownika w celu określenia ich przydatności i nie stanowią gwarancji. Mogą one przedstawiać wyniki testów firmy OMRON,

a użytkownik musi je powiązać z rzeczywistymi wymaganiami dotyczącymi zastosowań. Rzeczywista wydajność podlega ograniczeniom gwarancji i odpowiedzialności firmy OMRON.

1.1.6 Zmiana w danych technicznych

Dane techniczne produktu i akcesoria mogą być zmieniane w dowolnym momencie z powodu ulepszeń i innych przyczyn. Stosowaną przez nas praktyką jest zmiana numerów katalogowych po zmianie opublikowanych ocen lub cech oraz po dokonaniu istotnych zmian konstrukcyjnych. Jednak niektóre dane techniczne produktu mogą ulec zmianie bez powiadomienia. W razie wątpliwości można przypisać specjalne numery katalogowe w celu naprawy lub określenia kluczowych parametrów dla danego zastosowania. W każdej chwili można skontaktować się z przedstawicielem firmy OMRON w celu potwierdzenia rzeczywistych danych technicznych zakupionego produktu.

1.1.7 Błędy i pominięcia

Informacje przedstawione przez firmy OMRON zostały sprawdzone i są uważane za dokładne, jednak nie bierzemy na siebie odpowiedzialności za błędy pisarskie, typograficzne lub korektorskie ani za pominięcia.

Uwaga:

Nawet jeśli system jest zgodny ze wszystkimi instrukcjami zawartymi w tym podręczniku bezpieczeństwa, nie można zagwarantować, że system robota będzie wolny od ryzyka wypadku skutkującego obrażeniami ciała, śmiercią lub znacznymi uszkodzeniami mienia spowodowanymi przez robota przemysłowego. Klient jest odpowiedzialny za wdrożenie odpowiednich środków bezpieczeństwa na podstawie własnej oceny ryzyka.

1.1.8 Uwaga

Ikona, która uruchamia każdy alarm, może służyć do wskazania rodzaju zagrożenia. Ikony będą używane w połączeniu z odpowiednim słowem ostrzegawczym — Zagrożenie, Ostrzeżenie lub Przystroga — sygnalizującym poziom niebezpieczeństwa. Tekst po słowie sygnałowym określa, na czym polega ryzyko i jak go unikać.

Icon	Meaning	Icon	Meaning
	This is a generic alert icon. Any specifics on the risk will be in the text following the signal word.		This identifies a hazardous entanglement situation.
	This identifies a hazardous electrical situation.		This identifies a fire risk.
	This identifies a hazardous burn-related situation.		This identifies a laser emitter eye damage situation.
	This identifies a hazardous ESD situation.		

1.1.9 Skróty i terminologia

Skrót / termin	Opis
BHP	Zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa odnoszące się do projektowania i budowy maszyn
LD-250	Lekki robot mobilny, maksymalna ładowność 250 kg
PL	Poziom bezpieczeństwa zgodnie z normą EN ISO 13849-1
PL _r	Wymagany poziom bezpieczeństwa zgodnie z normą EN ISO 13849-1
PL _a	Osiągnięty poziom bezpieczeństwa zgodnie z normą EN ISO 13849-1
Poziom bezpieczeństwa	Poziom dyskretny, wykorzystywany do określenia zdolności części systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem do wykonywania funkcji bezpieczeństwa w przewidywalnych warunkach

Wymagany poziom bezpieczeństwa (PLr)	Poziom bezpieczeństwa (PL) stosowany w celu osiągnięcia wymaganej redukcji ryzyka dla każdej funkcji bezpieczeństwa
Ocena ryzyka	Ogólny proces obejmujący analizę ryzyka i ocenę ryzyka
Funkcja bezpieczeństwa	Funkcja maszyny, której awaria może spowodować natychmiastowe zwiększenie ryzyka

2 Wstęp

2.1 Instrukcja montażu

Instrukcje montażu zawarte w niniejszym dokumencie dotyczą wszystkich aspektów związanych z bezpieczeństwem robota mobilnego LD-250, jako maszyny częściowo ukończonej, oraz interfejsu między częściowo ukończoną maszyną a maszyną końcową, które muszą zostać uwzględnione przez monter podczas włączania maszyny częściowo ukończonej do maszyny końcowej.



Robot mobilny LD-250 jako maszyna częściowo ukończona jest przeznaczony do włączenia w inną maszynę i nie może być oddany do użytku, dopóki dla maszyny końcowej, do której ma być włączony, nie zostanie wystawiona deklaracja zgodnie z przepisami dyrektywy maszynowej WE 2006/42/WE, w stosownych przypadkach.

Monter, włączając robota mobilnego LD-250 do maszyny końcowej, musi podjąć niezbędne środki z obszaru BHP, które wymieniono w ZAŁĄCZNIKU I do dyrektywy maszynowej, mającej zastosowanie do robota mobilnego LD-250, a które nie zostały zastosowane i spełnione lub zostały tylko częściowo spełnione przez firmę OMRON.

Instrukcje montażu powinny następnie stać się częścią dokumentacji technicznej maszyny końcowej.

Niniejsze instrukcje montażu robota mobilnego LD-250 jako maszyny częściowo ukończonej zawierają niezbędne informacje umożliwiające producentowi maszyny końcowej przygotowanie części instrukcji zgodnie z wymogami ESHR 1.7.4.

2.2 Definicje

- **AMR** (autonomiczny robot mobilny) — to określenie opisuje urządzenie LD-250 z dołączoną strukturą ładunkową, które łącznie tworzy kompletnego robota mobilnego.
- **Fleet Manager** — urządzenie komputerowe do montażu w szafie służące do zarządzania flotą autonomicznych robotów mobilnych AMR. Urządzenie składa się z urządzenia EM2100 (EM2100) i oprogramowania FLOW Core.
- **Flota** — co najmniej dwa autonomiczne roboty mobilne AMR działające w tym samym obszarze roboczym.
- **LD-250** — jest to nazwa modelu platformy. W niniejszym dokumencie do opisu ustawień, konfiguracji i złączy używany jest model o nazwie LD-250.
- **Robot mobilny** — alternatywne określenie dla AMR.
- **Struktura ładunkowa** — dowolne pasywne lub dynamiczne urządzenie podłączone do LD-250 i ewentualnie korzystające z jego zasilania. Może mieć prostą budowę, jak na

przykład skrzynia do przenoszenia przedmiotów (np. części fabrycznych) lub złożoną budowę, jak ramię robota, które zbiera i manipuluje transportowanymi częściami.

- **Platforma** – podstawowa wersja LD-250, w tym:
 - Podwozie, silniki napędowe, zawieszenie, koła i tarcze świetlne, kółka, akumulator, lasery i tylne czujniki.
 - Pokładowy LD-250 Core z wbudowanym żyroskopem, oprogramowaniem do nawigacji oraz złączami danych i zasilania do zamontowania struktury ładunkowej.
 - Panel operatora, zwany także interfejsem HMI (interfejs człowiek-maszyna).
 - Powłoki LD-250 (osłony zewnętrzne) i wnęka na ładunek do mocowania struktury ładunkowej.

2.3 Opis produktu

Model LD-250 to uniwersalny robot mobilny, przeznaczony do pracy w środowisku przemysłowym wewnątrz pomieszczeń oraz w pobliżu wyszkolonego personelu. Jest samoobsługowy i ładuje się samodzielnie dzięki zautomatyzowanej stacji dokującej. Jego maksymalny udźwig wynosi 250 kg. Udźwig obejmuje strukturę ładunkową i obciążenie przenoszone przez tę strukturę.

Model LD-250 łączy w sobie sprzęt i oprogramowanie robotyki mobilnej, tworzące adaptacyjną, mobilną platformę do transportu ładunków. Po zeskanowaniu cech fizycznych w otoczeniu LD-250 nawiguje bezpiecznie i autonomicznie do każdego dostępnego miejsca docelowego. Przemieszcza się w sposób ciągły i bez interwencji człowieka, w razie potrzeby samodzielnie się ładując.

LD-250 wykorzystuje dane dotyczące zasięgu uzyskane za pomocą laserowego skanera bezpieczeństwa jako podstawowy sposób wykrywania przeszkód i utrzymywania dokładnej wiedzy na temat jego lokalizacji w środowisku.

Dodatkowo wykorzystuje dane z następujących czujników:

- Dolny laser przedni (lub na poziomie podłoża) do wykrywania obiektów znajdujących się poniżej płaszczyzny głównego lasera.
- Tylne czujnik, który wykrywa i zatrzymuje LD-250 w przypadku wykrycia obiektów znajdujących się za autonomicznym robotem mobilnym.
- Żyroskop zawarty w LD-250 Core do wykrywania i raportowania obrotu LD-250.
- Enkoder na każdym silniku napędowym, który dostarcza danych odometrycznych dotyczących odległości pokonanej przez każde koło napędowe.

Enkodery kół przekazują systemowi nawigacji informacje o przebiegu (o przebiegu i kierunku jazdy każdego koła). Ponadto LD-250 Core zawiera wewnętrzny żyroskop, który śledzi obroty LD-250. LD-250 analizuje dane odometryczne wraz z danymi LIDAR z lasera nawigacyjnego w celu obliczenia jego położenia. Proces ten nosi nazwę *lokalizacji*.

W dynamicznych środowiskach pracy, które utrudniają lokalizowanie za pomocą lasera, firma OMRON oferuje rozwiązanie Acuity Localization. Acuity Localization wykorzystuje kamerę do wykrywania oświetlenia górnego, co umożliwia lokalizację autonomicznego

robota mobilnego w środowiskach, w których lokalizacja laserowa nie jest optymalnym rozwiązaniem. Lokalizacja laserowa jest odporna na zmieniające się warunki otoczenia. Jednak korzystanie z tej funkcji staje się utrudnione, gdy zmieniające się funkcje przekraczają 80% obiektów wykrywanych przez laser. Obejmuje to obszary robocze, takie jak magazyny, w których obiekty, takie jak palety transportowe lub wózki rolkowe, często zmieniają położenie lub blokują laserowi widoczność mapowanych cech. System Acuity jest również przydatny, gdy szeroko otwarte przestrzenie nie posiadają wystarczającej liczby cech do mapowania z wykorzystaniem lokalizacji laserowej. W *Podręczniku użytkownika urządzeń peryferyjnych platformy LD* opisano sposób instalacji i konfiguracji opcji Acuity.

UŻYTKOWNICY LD-250 zwykle dodają osprzęt (strukturę ładunkową) do platformy podstawowej LD-250 w celu dostosowania do określonych zastosowań. Model LD-250 jest wyposażony we wnękę ładunkową, która obejmuje ekstrudowane belki ładowania z aluminium. Rowki w kształcie litery T w belkach ładowania umożliwiają wytrzymałe i elastyczne mocowanie struktury ładunkowej do platformy.

Struktura ładunkowa może być prosta, jak na przykład skrzynia z częściami produkcyjnymi, lub może to być bardziej skomplikowane urządzenie, takie jak przenośnik lub ramię robota. LD-250 Core posiada złącza zasilania, logiczne, do przesyłu danych i bezpieczeństwa struktury ładunkowej. Obejmuje to złącza użytkownika do obsługi kontrolek ostrzegawczych i dodatkowych laserów. Aby uzyskać więcej informacji, patrz:

- *Struktury ładunkowe* na stronie 77 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B), aby uzyskać informacje na temat projektowania ładowności.
- *Łączność* na stronie 93 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B), aby uzyskać informacje na temat dostępnych złączy użytkownika w LD-250 Core.

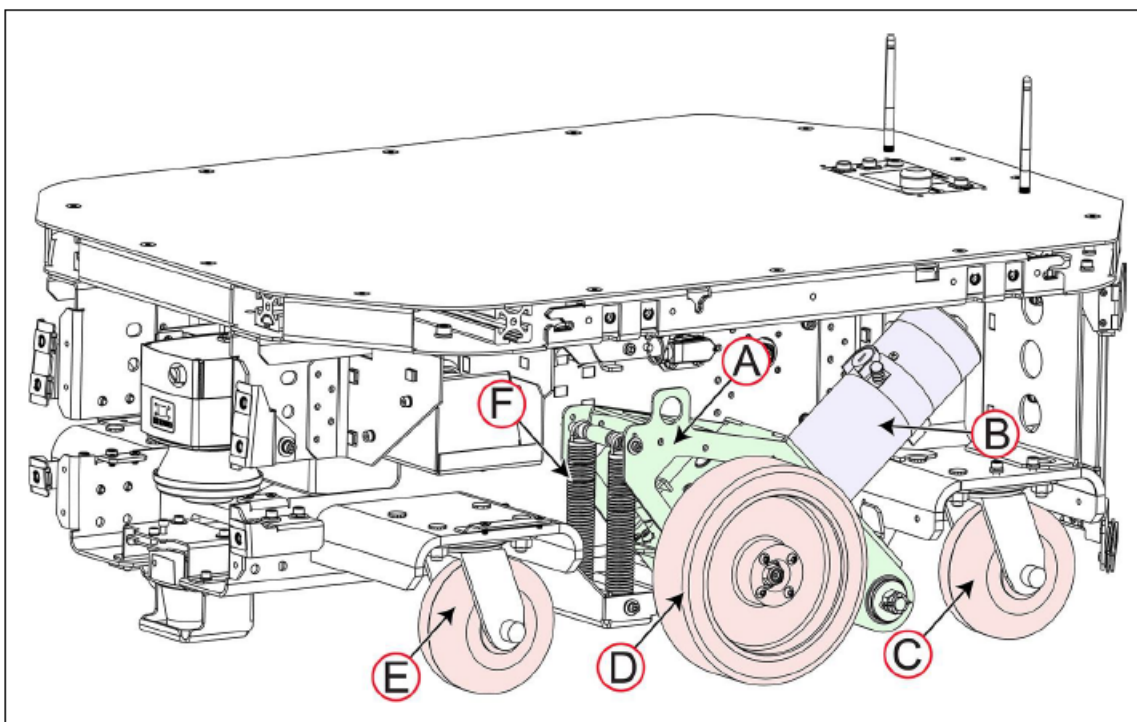
2.3.1.1 Podwozie i układ napędowy

Każdy model LD-250 jest wyposażony w dwukołowy napęd różnicowy z pasywnymi kółkami samonastawnymi z przodu i z tyłu, co zapewnia równowagę. Koła napędowe mają niezależne zawieszenie sprężynowe, z jednolitym poliuretanowym bieżnikiem. Osie kół znajdują się w pobliżu linii środkowej, dzięki czemu LD-250 jest bardzo zwrotny i może się obracać w miejscu.

Koła napędowe można rozłączyć, obracając dźwignię krzywkową na skrzyni biegów. Jest to wymagane w przypadku niektórych operacji konfiguracji i konserwacji. Patrz: *Włączanie i wyłączenie silników kół napędowych* na stronie 148 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).



CAUTION: BRAKES DISABLED. When the drive wheels are disengaged, the AMR brakes are inoperable. Take care when you move the LD-250 on inclined surfaces.



Rysunek 1: Zespół napędowy w LD-250 (usunięte powłoki zewnętrzne)

Callout	Description
A	Drive Train assembly (wheel, suspension and motor).
B	Drive motor assembly, containing the gears, encoders, and electric brake.
C	Rear caster.
D	Drive wheel, aluminum with polyurethane tread.
E	Front caster.
F	Suspension springs.

2.3.1.2 Zawartość zestawu — podstawowe komponenty

- Jedna w pełni zmontowana platforma modelu LD-250, która zawiera następujące elementy:
 - Laser zabezpieczający i nawigacyjny OMRON OS32C (laser główny).
 - Dolny laser przedni.
 - Czujnik tylny.
 - Różnicowy układ napędowy.
- LD-250 Core umieszczony wewnątrz modelu LD-250, który składa się z następujących elementów:
 - Urządzenie komputerowe obsługujące system operacyjny SetNetGo i oprogramowanie Advanced Robotics Automation Management (ARAM).

- Mikrokontroler z oprogramowaniem wewnętrznym Mobile Autonomous Robot Controller (MARC).
- Inne podzespoły czujników, takie jak żyroskop i akcelerometr.
- Wzmacniacze zasilające koła napędowe.
- Jeden akumulator.
 - Dostarczany niezależnie od LD-250 w celu zapewnienia zgodności z przepisami dotyczącymi transportu towarów niebezpiecznych.
- Trzy przyciski zatrzymania awaryjnego (E-Stop):
 - Jeden na panelu operatora.
 - Po jednym z każdej strony podwozia.
- Panel operatora.
 - Panel operatora można przesunąć w dowolne preferowane miejsce na strukturze ładunkowej. Jednak ponieważ panel operatora zawiera jeden z trzech przycisków awaryjnego zatrzymania, podczas przenoszenia lub zdejmowania panelu należy wziąć pod uwagę ważne kwestie dotyczące bezpieczeństwa. Standardowy panel operatora zawiera:
 - 6-wierszowy ekran stanu i komunikatów.
 - Przycisk E-Stop.
 - Przyciski włączania i wyłączania zasilania pojazdu.
 - Przycisk zwalniania hamulca.
 - 2-pozycyjny przełącznik kluczykowy do kontroli dostępu. Przełącznik kluczykowy należy ustawiać w pozycji zablokowanej, aby wyłączyć przycisk wyłączania i zapobiec przypadkowemu lub nieautoryzowanemu wyłączeniu.
- Dostępny jest również opcjonalny ekran dotykowy, na którym wyświetlane są dodatkowe informacje o stanie autonomicznego robota mobilnego oraz dodatkowe funkcje. Patrz *Ekran dotykowy* na stronie 188 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
- Automatyczna stacja dokująca.
 - Stacja dokująca umożliwia ładowanie LD-250 bez interwencji użytkownika. Zestaw zawiera uchwyt do montażu na ścianie i płytę podłogową, co zapewnia swobodę wyboru metody montażu. Patrz *Instalowanie stacji dokującej* na stronie 58 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
 - Jeśli stacja dokująca nie jest zajęta, kabel do ręcznego ładowania umożliwia ładowanie akumulatora poza LD-250.
- Dysk flash USB zawierający oprogramowanie i dokumentację.
- Oprócz elementów dołączonych do każdego LD-250 potrzebny jest co najmniej jeden klucz na flotę robotów. Klucz ten umożliwia ręczne sterowanie LD-250 i tworzenie cyfrowej mapy środowiska pracy.
- W przypadku floty autonomicznych robotów mobilnych oprogramowanie Fleet Operations Workspace Core (FLOW Core) (działające na urządzeniu Fleet Manager) udostępnia mapę obszaru roboczego dla wszystkich autonomicznych robotów mobilnych we flocie. Zapewnia to wspólną platformę odniesienia dla nawigacji i lokalizacji, zapobiegając tym samym nakładaniu czynności pomiędzy autonomicznymi robotami mobilnymi.

2.3.1.3 Opcje rozbudowy struktur ładunkowych

- **Tylne lasery**— zwrócony tyłem do kierunku jazdy laser wykrywający przeszkody, który skanuje płaszczyznę poziomą do tylnej części autonomicznego robota mobilnego.
- **Boczne lasery**— montowane z boku lasery wykrywające przeszkody, które skanują płaszczyznę pionową po obu stronach autonomicznego robota mobilnego. Lasery te wykrywają przeszkody znajdujące się poza płaszczyznę skanowania głównego lasera bezpieczeństwa. W przypadku struktury ładunkowej można użyć laserów bocznych, aby uniknąć przeszkód, których główny laser zabezpieczający i nawigacyjny nie może wykryć.
- **Ekran dotykowy**— ekran dotykowy stanowi uzupełnienie standardowego panelu operatora i umożliwia operatorom interakcję z oprogramowaniem autonomicznego robota mobilnego i FLOW Core bezpośrednio z poziomu struktury ładunkowej. Więcej informacji na temat ekranu dotykowego można znaleźć w *Podręczniku użytkownika urządzeń peryferyjnych platformy LD*.

2.4 Powiązane instrukcje

Niniejsza instrukcja montażu obejmuje aspekty związane z bezpieczeństwem robota mobilnego LD, jako maszyny częściowo ukończonej. Istnieją dodatkowe instrukcje dotyczące tematów powiązanych. Poniższe instrukcje zawierają informacje dotyczące bezpieczeństwa ogólnego, powiązanych produktów, zaawansowanych konfiguracji i danych technicznych systemu.

Manual Title	Description
Mobile Robot LD Safety Guide	Contains general safety information for all Omron AMRs.
Fleet Operations Workspace Core User's Guide	Describes Fleet management, MobilePlanner software, the SetNetGo OS, and most of the configuration procedures for an LD-250.
EM2100 Installation Guide	Describes the installation of an EM 2100 appliance, as a Fleet Manager, which runs the Fleet Operations Workspace software to manage a fleet of AMRs.
Advanced Robotics Command Language Reference Guide	Describes how to use the Advanced Robotics Command Language (ARCL) a text-based, command line operating language. Use ARCL to integrate a fleet of AMRs with an external automation system.
LD Platform Peripherals User's Guide	Describes optional peripherals (Touchscreen, Call box or Door box, Acuity Localization, HAPS, and rear-facing laser.)

3 Bezpieczeństwo

3.1 Przeznaczenie

Robot LD-250 jest przeznaczony do pracy wewnątrz obiektów przemysłowych. Co do zasady, jeśli użytkownik wózka inwalidzkiego może bezpiecznie i łatwo poruszać się w danym środowisku (które jest otwarte, w większości ma płaskie podłoże, z łagodnymi pochyłościami i szerokimi drzwiami), to można przyjąć, że robot LD-250 będzie w stanie nawigować w takiej przestrzeni.



DANGER: PERSONAL INJURY RISK

There is risk of serious injury by crushing if the AMR tips over as a result of improper operation on inclines that do not comply with the operating specifications.

Obowiązują następujące wytyczne:

- **Podłoga**— czyste i suche podłogi, które są regularnie zamiatane i oczyszczane z zanieczyszczeń, kurzu i płynów.
- **Typowe nachylenia**— robot LD-250 jest przeznaczony do pracy w miejscu, w którym podłoga jest w większości płaska. Jeśli miejsce pracy zawiera pochyłości, firma OMRON zaleca, aby pochyłości były łagodnie nachylone, jak rampy dla wózków inwalidzkich. Należy pamiętać, że struktura ładunkowa i przewożony ładunek mogą:
 - Ograniczać zdolność autonomicznego robota mobilnego do przejeżdżania przez pochyłość.
 - Zmienić swój środek ciężkości.
- **Pochyłości (rampy)**—dzięki odpowiednio zaprojektowanemu i stabilnemu ładunkowi robot LD-250 może pracować na rampach z wykorzystaniem pełnej ładowności. Jednak dłuższe okresy pracy na rampach mają wpływ na czas pracy akumulatora, a prędkość jazdy na pochyłościach, takich jak rampy, jest ograniczona do 600 mm/s. Zalecenia dotyczące pracy:

Slope	Payload Restriction	Speed Limit
1.7 degrees (3% grade)	No restriction	No restriction
3 degree slope	200 kg	600 mm/s
4.75 degrees (1:12 slope, typical wheelchair ramp)	165 kg	600 mm/s

- **Temperatura** od 5 do 40°C, przy zalecanym zakresie wilgotności od 5% do 95%, bez kondensacji. Obsługa robota LD-250 w wysokich lub niskich temperaturach otoczenia (zwłaszcza przy pełnym obciążeniu i wysokich prędkościach) może spowodować przekroczenie limitów temperatury roboczej akumulatora. W takim przypadku

użytkownik jest powiadamiany poprzez przekazywanie komunikatów oprogramowania w następujący sposób:

- Akumulator zbliża się do górnego lub dolnego limitu temperatury. Zmienić warunki pracy LD-250, aby umożliwić powrót akumulatora do dopuszczalnej temperatury.
- Akumulator przekroczył początkową wartość graniczną, robot LD-250 nadal działa, ale ładowanie zostaje odroczone do czasu, gdy akumulator powróci do dopuszczalnej temperatury.
- Temperatura akumulatora przekroczyła limity i robot LD-250 zostanie natychmiast wyłączony.
- Robot LD-250 posiada stopień ochrony IP20 i nie jest odporny na działanie płynów. Należy dbać, aby podłogi były suche, ponieważ płyny mogą dostać się do mechanizmu autonomicznego robota mobilnego. Wilgotne, zakurzone lub tłuste podłogi mogą również powodować poślizg lub brak przyczepności kół napędowych. Takie problemy z przyczepnością mogą mieć wpływ zarówno na hamowanie, jak i na dokładność pracy.

3.2 Użycie niezgodne z przeznaczeniem

Podczas wdrażania autonomicznego robota mobilnego należy przewidzieć potencjalne zagrożenia dla personelu i sprzętu. Celem firmy OMRON jest użytkowanie robota LD-250 w starannie kontrolowanym i zarządzanym środowisku z ograniczonym dostępem, przyznawanym wyłącznie przeszkolonemu personelowi.

Przed wdrożeniem robota LD-250 w innych środowiskach należy przeprowadzić analizę ryzyka. Na przykład wdrożenia w obszarach otwartych dla ogółu społeczeństwa, takich jak sklepy detaliczne. Stosowanie LD-250 w takich obszarach wymaga zwykle dodatkowych środków bezpieczeństwa. Firma OMRON nie przewiduje wdrażania robota LD-250 w środowiskach, w których występuje:

- Atmosfera niebezpieczna (wybuchowa lub żrąca).
- Promieniowanie jonizujące lub niejonizujące.
- Bardzo wysoka temperatura lub wilgotność.
- Wilgoć lub zalegająca woda na podłogach.

WAŻNE: robot LD-250 nie jest wodoodporny. Wszystkie podłogi muszą być suche. Wilgoć może spowodować poślizg kół napędowych, wpływając zarówno na hamowanie, jak i nawigację.

Ponadto firma OMRON nie przewiduje wdrażania robota LD-250 w następujących środowiskach:

- Systemy podtrzymywania życia.
- Instalacje mieszkaniowe.
- Instalacje mobilne, w tym ruchome podłogi lub wszelkie typy pojazdów lądowych, jednostek pływających lub statków powietrznych. (Nawigacja LD-250 jest

wspomagana przez żyroskop wbudowany w LD-250 Core. Aby zapewnić dokładność, żyroskop wymaga środowiska stacjonarnego).

WAŻNE: należy przestrzegać wszystkich instrukcji dotyczących obsługi, instalacji i konserwacji zawartych w tym podręczniku oraz w Podręczniku bezpieczeństwa robota mobilnego LD.

Niezamierzone użycie robota LD-250 może spowodować:

- Obrażenia personelu.
- Uszkodzenie robota LD-250 lub innego wyposażenia.
- Zmniejszenie niezawodności i wydajności.

W razie wątpliwości dotyczących zastosowania należy zwrócić się do lokalnego działu pomocy firmy OMRON, aby ustalić, czy jest takie zastosowanie jest dozwolone.

3.3 Obowiązki użytkownika

Użytkownik jest odpowiedzialny za ciągłe, bezpieczne korzystanie z autonomicznego robota mobilnego.



WARNING: PERSONAL INJURY RISK

It is the end-user's responsibility to perform a task-based risk assessment and to implement appropriate safety measures at the point of use of the AMR in accordance with local regulations.



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

It is the end-user's responsibility to make sure that the AMR design and implementation complies with all local standards and legal requirements.

Bezpieczne użytkowanie autonomicznego robota mobilnego wymaga:

- Przed użyciem autonomicznego robota mobilnego należy zapoznać się z instrukcją instalacji i obsługi, a także z podręcznikiem bezpieczeństwa robota mobilnego LD.
- Należy upewnić się, że środowisko jest odpowiednie do bezpiecznej obsługi autonomicznego robota mobilnego.
- Jeśli używane są co najmniej dwa autonomiczne roboty mobilne, musi być używane urządzenie do zarządzania flotą, chyba że każdy autonomiczny robot mobilny działa w osobnym obszarze roboczym. Patrz: Instrukcja obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core.
- Należy upewnić się, że każda osoba pracująca z autonomicznym robotem mobilnym lub w jego pobliżu została przeszkolona i zapoznała się z Podręcznikiem bezpieczeństwa robota mobilnego LD w zakresie bezpiecznej obsługi autonomicznego robota mobilnego.
- Konserwacja mechaniczna i serwisowanie autonomicznego robota mobilnego zapewnia prawidłowe działanie wszystkich funkcji sterowania i bezpieczeństwa.

3.4 Zagrożenia ogólne

W tej części opisano potencjalnie niebezpieczne sytuacje i warunki.



WARNING: The following situations could result in injury or damage to the equipment.

- Nie wolno wykorzystywać autonomicznego robota mobilnego do jazdy na nim.
- Nie wolno przekraczać maksymalnego limitu masy. Należy pamiętać, że maksymalna ładowność zmniejsza się wraz ze wzrostem nachylenia podłogi.
- Nie wolno przekraczać maksymalnych zalecanych limitów prędkości, przyspieszania, opóźnienia ani obracania. Patrz *Środek ciężkości (CG)* na stronie 86 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B) oraz *Limity przyspieszania, opóźnienia i obracania* na stronie 74 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
- Znaczenie prędkości obrotowej wzrasta proporcjonalnie do przesunięcia środka ciężkości ładunku względem środka ciężkości autonomicznego robota mobilnego.
- Przy prędkościach poniżej 225 mm/s laser bezpieczeństwa nie jest aktywny. Istnieje ryzyko obrażeń ciała lub uszkodzenia mienia.
- Nie odłączać przewodów enkodera silnika napędowego, chyba że jest to wymagane w ramach procedury konserwacji. Patrz rozdział *Konserwacja* na stronie 141 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
- Nie wolno dopuścić, aby autonomiczny robot mobilny upadł z wysokości lub zjechał z podwyższenia zakończonego krawędzią, ani obsługiwać go w nieodpowiedzialny sposób.
- Nie wolno dopuścić, aby autonomiczny robot mobilny przejeżdżał przez otwór, który jest wyposażony w automatyczną bramę lub drzwi, chyba że drzwi i autonomiczny robot mobilny są prawidłowo skonfigurowane z wykorzystaniem opcji Call Box lub Door Box. Szczegółowe informacje na temat opcji Call Box lub Door Box można znaleźć w *Podręczniku użytkownika urządzeń peryferyjnych platformy LD*.
- Nie dopuszczać do wystawiania autonomicznego robota mobilnego na działanie deszczu lub wilgoci.
- Nie wolno kontynuować pracy autonomicznego robota mobilnego, jeśli doszło do nawinięcia włosów, przędzy, sznurka lub jakiegokolwiek innego przedmiotu wokół jego osi, kółek samonastawnych lub kół napędowych.
- Do naprawy autonomicznego robota mobilnego nie wolno używać niezatwierdzonych części.
- Nie wolno włączać zasilania autonomicznego robota mobilnego, gdy jego anteny sieci bezprzewodowej nie znajdują się na miejscu.
- Choć używane lasery są urządzeniami klasy 1 (bezpiecznymi dla oczu), firma OMRON zaleca, aby nie patrzeć w światło lasera.
- Promienie słoneczne i powierzchnie odbijające światło mogą mieć wpływ na działanie lasera autonomicznego robota mobilnego.
- Nie wolno używać autonomicznego robota mobilnego w środowisku, w którym obecne są gazy łatwopalne.

3.4.1.1 Zagrożenie upadkiem



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

The AMR can cause serious injury to personnel or damage to itself or other equipment if it drives off of a ledge, such as a loading dock, or down stairs.

Bariery fizyczne

Należy korzystać z barier fizycznych wraz z barierami logicznymi (ograniczeniami mapy), aby zapobiec zbliżaniu się autonomicznego robota mobilnego do punktów zagrożenia upadkiem w obszarze działania. Takie zagrożenia obejmują:

- Krawędź stacji załadowniczej lub rampy załadowniczej.
- Początek schodów prowadzących w dół.
- Każdy inny pionowy spadek, który przekracza maksymalną wysokość stopnia dla autonomicznego robota mobilnego.

Wymagane cechy barier fizycznych to:

- **Wytrzymałość** — bariera musi być przymocowana do twardej ściany lub podłogi i być wystarczająco wytrzymała, aby zatrzymać autonomicznego robota mobilnego jadącego z maksymalną prędkością i z pełnym obciążeniem.
- **Ciągłość** — bariera musi całkowicie obejmować obszar zagrożenia.
- **Widoczność** — zaznaczyć wszystkie bariery fizyczne, aby upewnić się, że laser zabezpieczający i nawigacyjny autonomicznego robota mobilnego jest w stanie łatwo je wykryć. Bariery muszą wystawać powyżej i poniżej płaszczyzny wykrywania lasera, szczególnie jeśli podłoga nie jest płaska.

Bariery logiczne

Poza barierami fizycznymi należy wyznaczyć na mapie obszaru roboczego obszary zabronione lub linie, aby zapobiec zbliżaniu się autonomicznego robota mobilnego do punktów zagrożenia spadnięciem. Ograniczenia te muszą być ciągłe, aby autonomiczny robot mobilny mógł zaplanować drogę wokół bariery logicznej.

Można również wykorzystać parametry konfiguracyjne **FrontPaddingAtSlowSpeed** i **FrontPaddingAtFastSpeed**, aby zwiększyć bezpieczne odległości od autonomicznego robota mobilnego. Dzięki temu autonomiczny robot mobilny będzie zwalniał podczas zbliżania się do przeszkody. Patrz Instrukcja obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core.

3.4.1.2 Zagrożenia elektryczne



WARNING: ELECTROCUTION RISK

The docking station has AC power inside. Docking station covers are not inter-locked.

- Nie wolno używać przedłużaczy ze stacją dokującą, chyba że są one odpowiednio przystosowane do zasilania.

- Nie wolno przedostawać się pod osłony autonomicznego robota mobilnego, gdy jest on podłączony do ładowarki.
- Po otwarciu drzwi przedziału akumulatora natychmiast odłączyć akumulator.
- Unikać zwierania zacisków akumulatora.
- Nie wolno używać żadnych ładowarek, które nie zostały dostarczone przez firmę OMRON.
- W razie zetknięcia autonomicznego robota mobilnego z jakimkolwiek płynem:
 - Wyłączyć zasilanie autonomicznego robota mobilnego.
 - Usunąć jak najwięcej cieczy.
 - Przed przywróceniem zasilania poczekać, aż autonomiczny robot mobilny dokładnie wyschnie.
 - W razie podejrzenia, że płyn przeniknął przez osłony zewnętrzne lub dotarł do wnętrza autonomicznego robota mobilnego należy skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON.

3.4.1.3 Zagrożenia związane z polem magnetycznym

Złącze stacji dokującej generuje silne pole magnetyczne. Ten podzespół znajduje się na spodzie robota LD-250. Osoby z wszczepionymi implantami medycznymi nie powinny się do niego zbliżać.



WARNING: MAGNETIC FIELD - MEDICAL IMPLANT RISK

Magnetic fields can be hazardous if you have a medical implant. Keep a minimum of 30 cm (12 inches) away from the LD-250 when its underside is exposed during maintenance procedures.

3.4.1.4 Kwalifikacje personelu

Wszystkie osoby pracujące z użyciem lub w pobliżu autonomicznego robota mobilnego muszą być odpowiednio przeszkolone i posiadać gruntowną wiedzę praktyczną. Należy zapewnić niezbędne dodatkowe szkolenie wszystkim osobom, które pracują z robotem mobilnym.

Jak opisano w tym podręczniku oraz w *Podręczniku bezpieczeństwa robota mobilnego LD*, na wykonywanie określonych procedur należy zezwalać tylko osobom wykwalifikowanym lub przeszkolonym:

- **Osoby wykwalifikowane** posiadają wiedzę techniczną lub wystarczające doświadczenie, aby uniknąć zagrożeń elektrycznych lub mechanicznych.
- **Osoby przeszkolone** są odpowiednio poinstruowane lub nadzorowane przez osoby wykwalifikowane, aby nie były narażone na zagrożenia elektryczne lub mechaniczne.

Na przykład wymiana akumulatora jest zadaniem dla osoby wykwalifikowanej, podczas gdy osoba przeszkolona może wykonać zadanie polegające na naładowaniu akumulatora. Podczas instalacji, obsługi i testowania wszystkich urządzeń elektrycznych cały personel musi przestrzegać zalecanych w branży zasad bezpieczeństwa.

WAŻNE: przed rozpoczęciem pracy z autonomicznym robotem mobilnym każda osoba musi potwierdzić, że:

- Posiada niezbędne kwalifikacje i szkolenie.
- Otrzymała podręczniki (zarówno podręcznik użytkownika robota, jak i Podręcznik bezpieczeństwa robota mobilnego LD).
- Przeczytała instrukcje.
- Zrozumiała instrukcję obsługi.
- Będzie pracować w sposób określony w podręcznikach.

3.4.1.5 Przemieszczanie i przenoszenie ładunku

W przypadku typowego zastosowania autonomiczny robot mobilny wykorzystuje strukturę ładunkową do transportu obiektów w zakładzie. Dla przykładu autonomiczny robot mobilny może podnieść i przenieść skrzynię z częściami silnika z jednej taśmy transportowej i dostarczyć na inną taśmę transportową.

Podczas przenoszenia i transportu należy aktywnie monitorować i potwierdzać operację transportu, aby upewnić się, że została ona zakończona pomyślnie. W przypadku niepowodzenia którejkolwiek z operacji blokada bezpieczeństwa musi wywołać stan zatrzymania awaryjnego autonomicznego robota mobilnego. Stan zatrzymania awaryjnego uniemożliwia ruch autonomicznego robota mobilnego do czasu rozwiązania problemu i potwierdzenia, że ponowne uruchomienie systemu jest bezpieczne.

Zakład powinien zapewniać takie blokady bezpieczeństwa między autonomicznym robotem mobilnym a wszelkimi urządzeniami znajdującymi się w fabryce, z którymi ma styczność.

Po zamocowaniu ładunku do autonomicznego robota mobilnego należy sprawdzić poprawność działania blokady bezpieczeństwa w ramach oceny ryzyka.

3.4.1.6 Konfigurowalny brzęczyk ostrzegawczy

Robot LD-250 jest wyposażony w konfigurowalny brzęczyk ostrzegawczy. Brzęczyk należy skonfigurować odpowiednio do realiów zakładu, w którym pracuje autonomiczny robot mobilny. Domyślnie brzęczyk włącza się podczas ruchu autonomicznego robota mobilnego w dowolnym kierunku innym niż ruch do przodu.

Brzęczyk można również skonfigurować tak, aby uaktywniał się w innych określonych sytuacjach lub aby działał w sposób ciągły podczas ruchu autonomicznego robota mobilnego. Brzęczyk nie posiada regulacji głośności i należy upewnić się, że jest słyszalny we wszystkich miejscach pracy, szczególnie w miejscach o wysokim poziomie hałasu.

MobilePlanner zapewnia parametry konfiguracji brzęczyka opisane poniżej:



CAUTION: PERSONAL INJURY RISK. Changing buzzer parameter values might make the AMR unsafe and affect compliance with safety standards. Refer to the applicable safety standards for your locale before you change any parameter values.

Table 2-1 Buzzer Parameters

Parameter	Default Setting
safetyBuzzerDisable_All	0 (Disabled)
safetyBuzzerDisable_Safedrive	0 (Disabled)
safetyBuzzerDisable_FwdMotion	1 (Enabled)
safetyBuzzerDisable_AllMotion	0 (Disabled)

3.4.1.7 Zarządzanie flotą

Jeśli w danym obszarze roboczym działa więcej niż jeden autonomiczny robot mobilny, roboty mogą nie być w stanie dokładnie wykrywać innych autonomicznych robotów mobilnych lub precyzyjnie określać wymiarów innych autonomicznych robotów mobilnych. Może to prowadzić do kolizji lub zatorów, w przypadku których oba autonomiczne roboty mobilne muszą się zatrzymać i poczekać na interwencję człowieka.

Aby zarządzać wieloma autonomicznymi robotami mobilnymi i kierować nimi w tym samym obszarze roboczym, należy wykorzystać urządzenie EM2100 skonfigurowane jako Fleet Manager, z uruchomionym oprogramowaniem Fleet Operations Workspace (FLOW).

Niezależnie od typu lasera zabezpieczającego, każdy autonomiczny robot mobilny zawsze pracuje bezpiecznie i zgodnie ze specyfikacjami. Jeśli flota obejmuje różne modele autonomicznych robotów mobilnych z serii LD, które również mają różne typy laserów zabezpieczających, wszystkie modele autonomicznych robotów mobilnych zawsze działają bezpiecznie i zgodnie ze specyfikacjami. Jednak flota, która obejmuje różne modele autonomicznych robotów mobilnych z serii LD, które mają ten sam typ lasera zabezpieczającego to gwarancja wyższego poziomu wydajności floty.

Fleet Manager steruje autonomicznymi robotami mobilnymi za pośrednictwem sieci bezprzewodowej (WiFi), zmniejszając ryzyko kolizji autonomicznych robotów mobilnych poprzez udostępnianie informacji pomiędzy wszystkimi autonomicznymi robotami mobilnymi we flocie. Udostępniane informacje obejmują:

- Dynamiczne wartości X, Y, pozycję i kierunek (prędkość i kierunek ruchu) autonomicznego robota mobilnego.
- Rozmiar autonomicznego robota mobilnego (w tym struktura ładunkowa).
- Informacje dotyczące planowania ścieżki (zamierzona trasa konkretnego autonomicznego robota mobilnego).



CAUTION: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
Improper path planning can result in personal injury or property damage.

Autonomiczne roboty mobilne uwzględniają te dane w algorytmie unikania przeszkód.

WAŻNE: Fleet Manager nie stanowi uniwersalnej metody zapobiegania kolizjom. Użytkownik jest odpowiedzialny za wdrożenie w razie potrzeby metod zapobiegania kolizjom, które uwzględniają wszystkie urządzenia we flocie.

W celu zapewnienia redundancji operacyjnej i zabezpieczenia awaryjnego można dodać drugie urządzenie EM2100. Więcej informacji można znaleźć w *Instrukcji obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core*.

3.5 Środowisko

3.5.1.1 Ogólne warunki środowiskowe

Upewnić się, że środowisko pracy robota LD-250 jest bezpieczne dla jego działania.



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

An AMR can be unsafe if operated under environmental conditions other than those specified in this manual.

- **Zagrożenia środowiskowe** — są to obszary, w których praca robota LD-250 nie jest bezpieczna. Na przykład strome rampy (o kącie nachylenia większym niż 1:12 lub 4,7 stopnia bez ładunku), doki lub półki. Należy zapewnić bariery fizyczne, które robot LD-250 może dokładnie wykryć za pomocą lasera skanującego, aby nie próbował jechać w pobliżu zagrożenia. Należy pamiętać, że oprócz łatwej wykrywalności bariera musi być wystarczająco wytrzymała, aby wytrzymać pełne obciążenie autonomicznego robota mobilnego przy pełnej prędkości.
- **Obszary niedostępne** — można także korzystać z funkcji mapy, takich jak preferowane linie i strefy zabronione, aby upewnić się, że autonomiczne roboty mobilne nie opuszczają wyznaczonych obszarów działania. Informacje na temat edycji mapy obszaru roboczego można znaleźć w *Instrukcji obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core*.

Choć można używać zarówno fizycznych barier, jak i funkcji mapy, aby utrzymać autonomicznego robota mobilnego w wyznaczonym miejscu pracy, firma OMRON zaleca zainstalowanie fizycznych barier w miejscach, w których istnieje ryzyko uszkodzenia lub zagrożenie dla bezpieczeństwa osobistego.

3.5.1.2 Dostęp publiczny

Robot LD-250 jest przeznaczony do pracy w środowiskach przemysłowych wewnątrz pomieszczeń. Należy go wdrażać tylko w zastosowaniach, w których przewiduje się i ogranicza potencjalne zagrożenia dla personelu i sprzętu.

Celem firmy OMRON nie jest używanie robota LD-250 w obszarach niekontrolowanych bez analizy ryzyka. Na przykład w obszarach otwartych dla ogółu społeczeństwa. Korzystanie z robota LD-250 w takich obszarach wymaga zastosowania dodatkowych środków bezpieczeństwa, które nie zostały opisane w niniejszym podręczniku. Aby uzyskać pomoc, należy skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON.

3.5.1.3 Prześwity podczas pracy

Prześwity boczne

Robot LD-250 jest przeznaczony do pracy w miejscach, w których znajdują się drzwi, przejścia lub inne ograniczone miejsca o szerokości wystarczającej do poruszania się.

Należy jednak zachować odpowiednie *prześwity boczne* (wolną przestrzeń) po obu stronach autonomicznego robota mobilnego, aby uniemożliwić przytrzaśnięcie osoby do ściany lub innego nieruchomego obiektu. Należy zapoznać się z obowiązującymi standardami dotyczącymi pojazdów autonomicznych i robotów w danej lokalizacji.

Autonomiczny robot mobilny musi często manewrować w pobliżu maszyn, przenośników lub innych stałych obiektów. W takich przypadkach standardy operacyjne zwykle zezwalają na odstępstwo od wymagań dotyczących prześwitu bocznego.

Aby uzyskać więcej informacji, patrz: *Prześwit boczny* na stronie 114 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B) oraz patrz *Instrukcja obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core*, aby uzyskać informacje na temat parametrów oprogramowania, które można wykorzystać do sterowania przednimi i bocznymi strefami obrysowymi robota LD-250.

Prześwity podczas obrotu

Robot LD-250 zwykle jedzie do przodu i nie może planować trasy w odwrotnym kierunku. Cofa się tylko po utworzeniu zadania makra MobilePlanner, które wymaga przemieszczenia robota do tyłu. W innym przypadku robot LD-250 cofa się jedynie przy dojeździe do stacji dokującej w celu naładowania baterii. Aby zmienić kierunek, robot LD-250 obraca się w środkowym punkcie obrotu (obraca się w miejscu). Jednak gdy robot LD-250 obraca się, przeszkody znajdujące się na jego drodze nie powodują wyzwolenia zdarzenia systemu bezpieczeństwa.

Tarcze świetlne robota LD-250 pokazują wyróżniający się wzór sygnału obrotu podczas operacji obracania. Więcej informacji można znaleźć we *Wskazówkach przekazywanych przez wyjścia tarczy świetlnych* na stronie 127 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).



CAUTION: PERSONAL INJURY RISK

Personnel who work with or around the AMR should not stand close to the AMR when it is rotating with no forward motion.

Prześwity dokowania

Należy ustawić odległość 1,5 m między celami dokowania a fizycznymi stacjami dokującymi, aby zapewnić wystarczającą ilość miejsca do manewrowania wokół innych autonomicznych robotów mobilnych podczas dokowania.

3.5.1.4 Przeszkody

Zanim autonomiczny robot mobilny dostanie się na obszar o dużym natężeniu ruchu, należy podjąć odpowiednie środki ostrożności, aby ostrzec osoby pracujące w takiego typu obszarach:

- Robot LD-250 posiada aktywne funkcje ostrzegawcze, takie jak brzęczyk ostrzegawczy, syntezytor mowy i kontrolki ostrzegawcze.
- W LD-250 Core znajdują się porty użytkownika umożliwiające dodawanie ostrzeżeń do struktury ładunkowej. Patrz *Wskazówki przekazywane przez wyjścia tarczy świetlnych* na stronie 127 (Platforma użytkownika platformy LD-250, wersja B).

Jeśli w obszarach o dużym natężeniu ruchu występują inne poruszające się pojazdy, takie jak wózki widłowe lub maszyny poruszające się autonomicznie, należy rozważyć dostosowanie parametrów roboczych autonomicznego robota mobilnego w celu zmniejszenia ryzyka kolizji. Można to zrobić, wykonując następujące czynności:

- Edytowanie mapy obszaru roboczego w celu uwzględnienia funkcji mapy, które ograniczają **lokalne** działanie autonomicznego robota mobilnego, takich jak strefy niedostępne, strefy poruszania z małą prędkością lub preferowane linie.
- Edycja parametrów operacyjnych autonomicznego robota mobilnego w celu ograniczenia jego działania **globalnego**, np. zmniejszenia maksymalnej prędkości lub minimalnej odległości zbliżenia.

Aby uzyskać więcej informacji, patrz: *Instrukcja obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core*.

3.6 Zasady bezpieczeństwa dotyczące akumulatora

Robot LD-250 wymaga jednego akumulatora litowo-jonowego. Należy używać wyłącznie akumulatora o prawidłowym numerze modelu, dostarczonego przez firmę OMRON. Oprogramowanie FLOW określa, czy akumulator jest odpowiedni do robota LD-250. Od dnia 1 kwietnia 2016 r. przepisy IATA (UN 3480, PI 965) wymagają, aby dostarczane drogą powietrzną akumulatory litowo-jonowe były transportowane w stanie naładowania nieprzekraczającym 30%. Aby uniknąć całkowitego rozładowania, należy natychmiast po otrzymaniu całkowicie naładować akumulator. (Akumulator może zostać dostarczony w pełni naładowana, jeśli nie został dostarczony drogą powietrzną).

**CAUTION: BATTERY DAMAGE RISK**

Fully charge the battery immediately after delivery. Failing to do so might cause the battery to discharge below a usable state, requiring its replacement.

3.6.1.1 Środki zaradcze dotyczące bezpieczeństwa akumulatora

- Akumulatory należy przechowywać w pozycji pionowej w następującym zakresie temperatur:
- Miesiąc: od 5 do 45°C
- Jeden rok: od 20 do 25°C
- Akumulatory przechowywane w temperaturze powyżej 54°C lub poniżej -6°C przed rozpoczęciem użytkowania muszą ustabilizować się przez godzinę lub dłużej, aż do osiągnięcia nominalnej temperatury roboczej.
- Nie wolno narażać akumulatora na działanie wody. Jeśli akumulator przecieka, zanurzyć go w oleju mineralnym i skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON.
- W przypadku pożaru należy użyć gaśnicy typu ABC lub BC: pianowej, suchej chemicznej lub CO₂.

3.6.1.2 Konserwacja akumulatora

Co sześć miesięcy:

- Sprawdzić akumulator pod kątem uszkodzeń lub wycieków.
- Podłączyć akumulator do ładowarki i pozwolić na wyrównanie napięcia we wszystkich ogniwach.

3.7 Modyfikacje robota LD-250

Firma OMRON zdaje sobie sprawę z faktu, że klienci lub integratorzy dokonują modyfikacji robota LD-250 w celu dostosowania go do określonych zastosowań. Podczas wykonywania tej czynności należy upewnić się, że:

- Złącze interfejsu użytkownika LD-250 Core umożliwia dołączenie odpowiednich urządzeń zabezpieczających do zintegrowanych systemów bezpieczeństwa robota LD-250.
- Modyfikacja nie powoduje powstawania niebezpiecznych ostrych krawędzi, narożników ani wypukłości i nie przekracza obrysu robota LD-250. (Może to mieć wpływ na strefy bezpieczeństwa).
 - Jeśli ładunek przekracza powierzchnię robota, należy dostosować skonfigurowany rozmiar robota w sekcji Konfiguracja robota, Właściwości fizyczne robota, Ogólne.
 - Dodatkowo należy wzmocnić strefy bezpieczeństwa lasera OS32C za pomocą oprogramowania konfiguracyjnego OS32C-EX oraz bezpośredniego połączenia z laserem z komputera.

- Nie nastąpiło ograniczenie funkcjonalności.
- Wszystkie funkcje bezpieczeństwa (takie jak lasery i hamulce) są sprawne i działają zgodnie ze specyfikacjami określonymi przez lokalne standardy dla autonomicznych robotów mobilnych.

3.8 Dodatkowe informacje dotyczące bezpieczeństwa

Skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON, aby uzyskać dane na temat innych źródeł informacji dotyczących bezpieczeństwa.

3.8.1.1 Podręcznik bezpieczeństwa robota mobilnego LD

Podręcznik bezpieczeństwa robota mobilnego LD jest dołączony do robota LD-250 i zawiera szczegółowe informacje na temat bezpiecznej obsługi modelu LD-250. Zapewnia również zasoby zawierające informacje na temat odpowiednich standardów.

3.9 Utylizacja



Dispose of in accordance with applicable regulations.

Klienci mogą przyczynić się do ochrony zasobów i środowiska naturalnego poprzez odpowiednią utylizację zużytego sprzętu elektronicznego i elektrycznego (WEEE). Wszystkie urządzenia elektryczne i elektroniczne należy utylizować oddzielnie od komunalnego systemu utylizacji odpadów za pośrednictwem wyznaczonych punktów zbiórki odpadów. Aby uzyskać informacje na temat utylizacji starego sprzętu, należy skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON.

3.10 Ocena ryzyka

Normy bezpieczeństwa w wielu krajach wymagają zainstalowania odpowiedniego wyposażenia bezpieczeństwa jako części systemu. Zabezpieczenia muszą być zgodne ze wszystkimi obowiązującymi normami lokalnymi i krajowymi.

Lokalizacja, w której zainstalowano autonomicznego robota mobilnego.

Przeprowadziliśmy ocenę ryzyka dla autonomicznych robotów mobilnych firmy OMRON w oparciu o planowane zastosowania tych urządzeń. Wnioski zostały podsumowane w niniejszej sekcji.

3.10.1.1 Ekspozycja

Na podstawie oceny ryzyka przeprowadzonej przez firmę OMRON zagrożenia związane z narażeniem na działanie autonomicznego robota mobilnego są minimalne.

Jednak w znacznym stopniu polegają one na podnoszeniu świadomości i szkoleniu personelu zajmującego się autonomicznym robotem mobilnym. W celu uniknięcia minimalnego ryzyka związanego z narażeniem na działanie autonomicznego robota mobilnego należy przestrzegać i stosować się do poniższych zaleceń.

- Nie wolno wykorzystywać autonomicznego robota mobilnego do jazdy. Przebywanie na autonomicznym robocie mobilnym lub w pobliżu autonomicznego robota mobilnego przez dłuższy czas (po włączeniu lub podczas ładowania) naraża użytkownika na działanie pól magnetycznych generowanych przez autonomicznego robota mobilnego.
- Gdy autonomiczny robot mobilny wykonuje obrót w miejscu, nie poruszając się do przodu, pracownicy muszą przebywać z dala od autonomicznego robota mobilnego.

3.10.1.2 Ciężkość obrażeń

Stopień obrażeń zależy od rodzaju ładunku i sposobu zintegrowania ładunku z autonomicznym robotem mobilnym. Powaga obrażeń zwiększa się wraz z masą ładunku. Należy przestrzegać wszystkich zasad bezpieczeństwa w przemyśle, takich jak stosowanie butów ze stalową osłoną palców podczas przebywania przy autonomicznym robocie mobilnym oraz stosować dodatkowe zabezpieczenia, takie jak lasery boczne itp. w zależności od konfiguracji autonomicznego robota mobilnego, aby zmniejszyć liczbę obrażeń związanych z pracą.

3.10.1.3 System unikania przeszkód

Autonomiczny robot mobilny będzie unikał przeszkód, o ile nie zostaną one zmodyfikowane lub systemy bezpieczeństwa nie zostaną celowo pominięte. Autonomiczny robot mobilny jest wyposażony w dwukanałowy laser zwiększający bezpieczeństwo, który zapobiega kolizjom z przeszkodami.

WAŻNE: autonomiczny robot mobilny przestrzega pól bezpieczeństwa wyznaczonych przez laserowy system nawigacji wyłącznie przy prędkościach powyżej 225 mm/s w przypadku modelu LD-250. Poniżej tej prędkości autonomiczny robot mobilny nadal wykorzystuje dane ze skanera do wykrywania i unikania przeszkód.

WAŻNE: gdy klucz jest podłączony do autonomicznego robota mobilnego, operator musi przez cały czas kontrolować klucz i autonomicznego robota mobilnego.

Ponadto w platformie OEM LD dostępne są lasery boczne (standardowe w transporterze wózkowym platformy LD i opcjonalne w platformie OEM LD), zderzaki i SONAR w platformie OEM LD oraz tylne czujniki w robocie LD-250, które pozwalają omijać przeszkody i osoby.

Robot LD-250, platforma OEM LD i transporter wózkowy platformy LD to w pełni autonomiczne roboty mobilne które, po skonfigurowaniu, pozwalają na pracę w środowisku przemysłowym bez konieczności interwencji.

Zagrożeń związanych z integracją autonomicznego robota mobilnego w branży można uniknąć, podejmując kilka podstawowych kroków.

- W pobliżu autonomicznego robota mobilnego powinien znajdować się wyłącznie przeszkolony personel, który rozumie, czym jest autonomiczny robot mobilny.
- Alarmy dźwiękowe i wizualne są wbudowane w autonomicznego robota mobilnego. Nie wolno ich modyfikować, chyba że jest to konieczne.
- Po zakończeniu oceny ryzyka integrator może wdrożyć dodatkowe środki bezpieczeństwa, które uzna za konieczne.

3.10.1.4 Działanie systemu bezpieczeństwa

Standardowy układ sterowania jest całkowicie zabezpieczony przed wszystkimi zakłóceniami elektromagnetycznymi. Ponadto oprogramowanie monitoruje i steruje wszystkimi funkcjami zabezpieczeń z podwójną redundancją w celu zapewnienia pewności.

3.11 Spełnienie zasad BHP

Robot mobilny LD-250 jako maszyna częściowo ukończona spełnia następujące zasadnicze wymagania dyrektywy maszynowej WE 2006/42/WE:

Spełnienie zasad BHP z ZAŁĄCZNIKA I do dyrektywy maszynowej 2006/42/WE

BHP, Załącznik I	Tytuł
1.1.1	Uwagi ogólne — Definicje
1.1.2	Zasady integracji bezpieczeństwa
1.1.3	Materiały i produkty
1.1.5	Projektowanie maszyn w celu ułatwienia ich obsługi
1.2	Systemy sterowania
1.3.2	Ryzyko awarii podczas pracy
1.3.4	Ryzyko związane z powierzchniami, krawędziami lub kątami
1.5.1	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — zasilanie elektryczne
1.5.2	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — elektryczność statyczna
1.5.4	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — błędy w dopasowaniu
1.5.5	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — ekstremalne temperatury
1.5.10	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — promieniowanie
1.5.11	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — promieniowanie zewnętrzne
1.5.12	Ryzyko związane z innymi zagrożeniami — promieniowanie laserowe
1.6.1	Konserwacja maszyn

3.12 PL i PFH

Obliczenia poziomu bezpieczeństwa (PL) dla funkcji bezpieczeństwa robotów mobilnych firmy OMRON są oparte na normie ISO 13849. Przeprowadzono ocenę poziomu bezpieczeństwa dla modeli LD wraz z dostarczonym joystick'em.

Uzyskana ocena poziomu bezpieczeństwa i prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznej awarii na godzinę (PFH) są obliczane przy użyciu SISTEMA zgodnie z normą ISO 13849-1, na podstawie wymagań normy EN 1525 i UL 3100, dla następujących funkcji bezpieczeństwa:

No.	LD-250 Function	PL Achieved	PFH [1/h]
1	ESTOP Logic - Speed Control. Forward and reverse control.	e	3.9E-8
2	Charge Contact Shutoff Circuit	c	1.1E-6
3	ESTOP Logic - Emergency Stop (E-Stop buttons)	e	2.9E-8
4	ESTOP Logic - User Emergency Stop (ESTOP)*	e	3.6E-8
	*The ESTOP pins on the User Interface connector are provided for use with a user-supplied external E-Stop. The user is responsible for calculating the overall PL and PFH, inclusive of user-supplied components, and performing a final risk assessment.		
5	LIDAR Velocity-Based Field Zone (Object Detection)	d	1.2E-7
6	ESTOP Logic - Manual (Joystick) Override	e	5.8E-8

3.13 Założenia operacyjne wyłącznika awaryjnego E-Stop

Włączenie wyłącznika awaryjnego E-Stop przez złącze zewnętrzne (lub panel operatora) na czas krótszy niż 250 ms powoduje ponowne włączenie silników napędowych po zwolnieniu wyłącznika awaryjnego. Ponowne włączenie silnika następuje, ponieważ LD-250 Core otrzymuje spójny sygnał zatrzymania awaryjnego przez co najmniej 250 ms. Sygnały, które włączają się i wyłączają w czasie poniżej 250 ms powodują, że LD-250 Core interpretuje sygnał jako naciśnięcie zderzaka, które automatycznie włącza ponownie silniki.

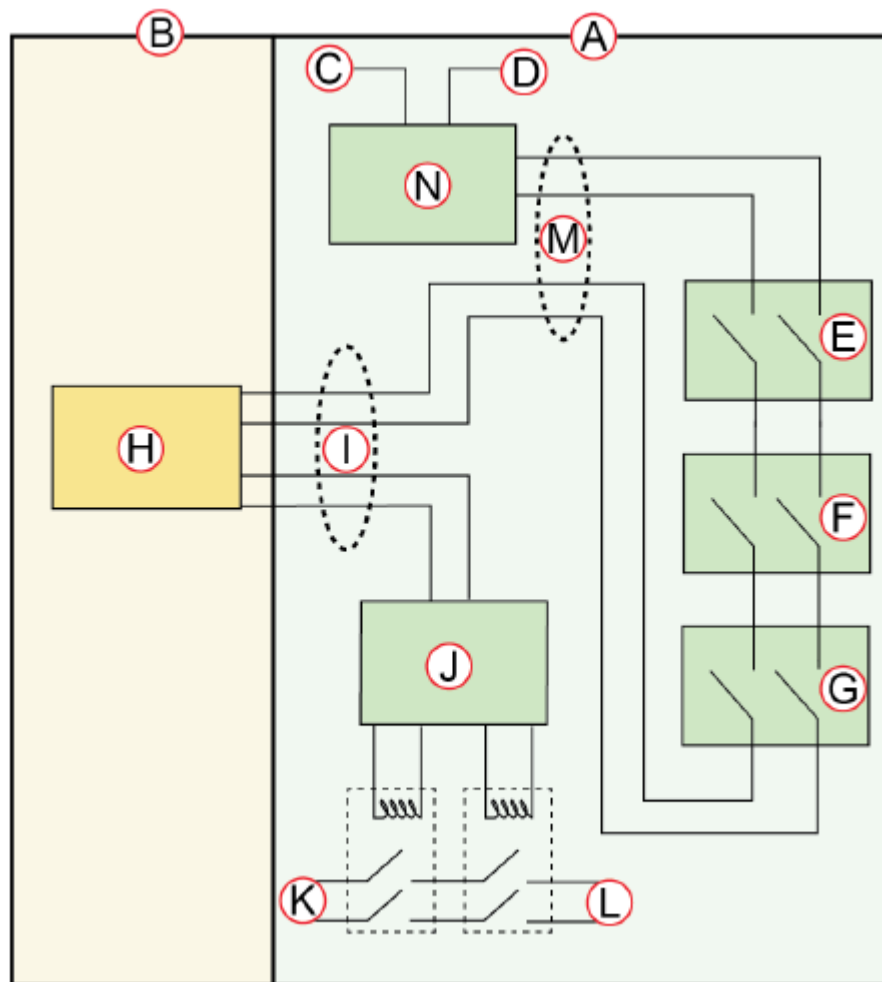
Brak sygnału w obwodzie wyłącznika awaryjnego E-Stop może spowodować, że robot będzie działał, gdy wyłącznik awaryjny E-Stop pozostaje włączony. W związku z tym, jeśli użytkownik zamierza utrzymać autonomicznego robota mobilnego w stanie E-Stop, należy utrzymać wyłącznik E-Stop w położeniu włączenia.



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
If you are using a user-supplied E-Stop, you must run the Safety



Commissioning to verify that the E-Stop functions properly before returning an AMR to service.



Rysunek 2: Obwód wyłącznika awaryjnego E-Stop

Callout	Description	Callout	Description
A	Standard Circuits	H	User E-STOP ^a
B	User-Supplied Circuits	I	User Interface Connector
C	E-STOP Source	J	E-STOP Relay Control Logic
D	Ground	K	Voltage of the Battery
E	Operator Panel E-STOP	L	High Power to Amplifiers
F	Right E-STOP (LD-250 only)	M	HMI Connector
G	Left E-STOP (LD-250 only)	N	Factory E-STOP

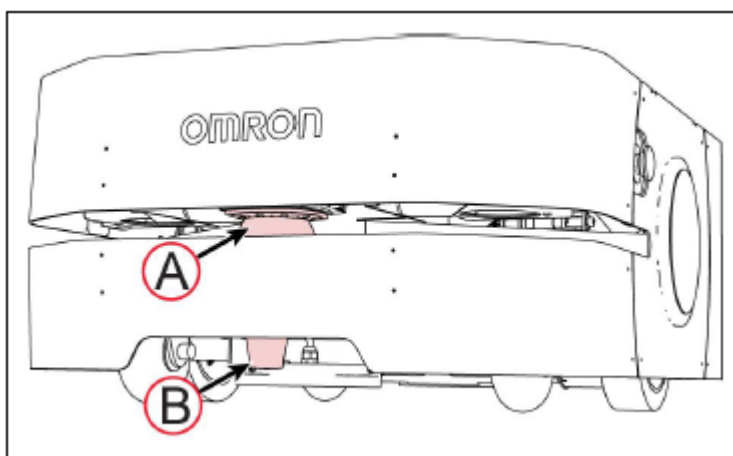
^a Close with a jumper if unused. Both channels must open independently when used.

Function #	LD -250 Safety Function	PL	Cat	PFHd
SF0	ESTOP Logic - Emergency Stop	e	3	2.9E-8
SF1	LIDAR Velocity-Based Field Zone (Object Detection)	d	3	1.2E-7
SF2	ESTOP Logic - User ESTOP	e	3	3.6E-8
SF3	ESTOP Logic - Speed control. Forward and reverse control.	e	3	3.9E-8
SF4	ESTOP Logic - Manual (Joystick) Override	e	3	5.8E-8

4 Czujniki

4.1 Lasery

W modelu LD-250 zastosowano wbudowany laser nawigacyjny i zabezpieczający. Drugi niskoprofilowy laser przedni wykrywa przeszkody znajdujące się zbyt blisko podłoża, aby główny laser mógł je wykryć. Dostępny jest również opcjonalny laser skierowany do tyłu.



Rysunek 3: Lasery w modelu LD-250

Callout	Laser
A	Safety and navigation (primary) laser.
B	Low (toe) laser.

4.1.1 Laser do wykrywania zagrożeń

Laser do wykrywania zagrożeń LD-250 [rysunek 3(A)] to model OS32C firmy OMRON. Jest to precyzyjny czujnik do skanowania i nawigacji o następujących cechach:

- Pojedyncza płaszczyzna pozioma, równoległa do podłogi na wysokości 190 mm.
- 601 odczytów wiązki w polu widzenia 240° (0,4 stopnia na wiązkę).
- Maksymalny zasięg ochrony wynoszący 3 m.
- Typowa odległość dla odczytów wynosi 15 m.

4.1.2 Ograniczenia dotyczące działania lasera

Laser nie jest w stanie niezawodnie wykryć szkła, luster i innych obiektów o wysokim współczynniku odbicia światła. Podczas obsługi robota LD-250 w miejscach, w których znajdują się takie przedmioty, należy zachować ostrożność. Jeśli robot LD-250 musi pracować w pobliżu obiektów odbijających światło, firma OMRON zaleca stosowanie

zestawów oznaczeń na obiektach, takich jak dobrze widoczna taśma lub pomalowane paski. Ponadto należy określić na mapie obszaru roboczego niedozwolone sektory, aby robot LD-250 mógł zaplanować ścieżki w celu uniknięcia tych obiektów.

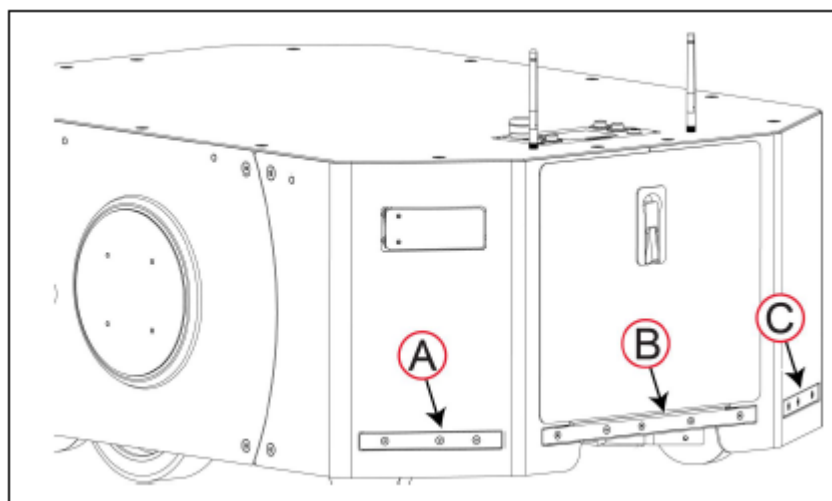
4.1.3 Niskoprofilowy laser przedni

Niskoprofilowy laser przedni [rysunek 3(B)] wykrywa przeszkody znajdujące się poniżej płaszczyzny skanowania lasera bezpieczeństwa, takie jak pusta paleta lub ludzka stopa. Laser wykrywa również przeszkody, które mogą być znacznie szersze u podstawy, np. podstawa kolumny, w przypadku których główny laser bezpieczeństwa może wykrywać tylko górną część kolumny.

4.2 Czujnik tylny

Robot LD-250 jest wyposażony w czujnik skierowany do tyłu, który wykrywa przeszkody znajdujące się blisko tyłu urządzenia, takie jak osoba stojąca za robotem LD-250. Czujnik wykrywa również przeszkody, które autonomiczny robot mobilny może napotkać podczas cofania lub obracania.

Tylny czujnik robota LD-250 składa się z szeregu oddzielnych czujników czasu przejazdu w trzech segmentach (po prawej stronie, lewej stronie i po środku), jak pokazano poniżej.



Rysunek 4: Czujnik tylny: segmenty z lewej strony (A), środkowy (B) i z prawej strony (C)

Czujniki te nie są urządzeniami zabezpieczającymi. Jeśli czujnik wykryje przeszkodę, autonomiczny robot mobilny zatrzyma się, odczeka dwie sekundy, a następnie wznowi działanie w następujących warunkach:

- Obiekt pierwotnie wykryty przez autonomicznego robota mobilnego nie jest już wykrywany przez tylny czujnik lub przez dodatkowe lasery.
- Główny laser autonomicznego robota mobilnego nie wykrywa żadnych innych przeszkód i może bezpiecznie manewrować.

Aby uzyskać informacje na temat czyszczenia tylnego czujnika, patrz: *Czyszczenie tylnego czujnika* na stronie 157 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

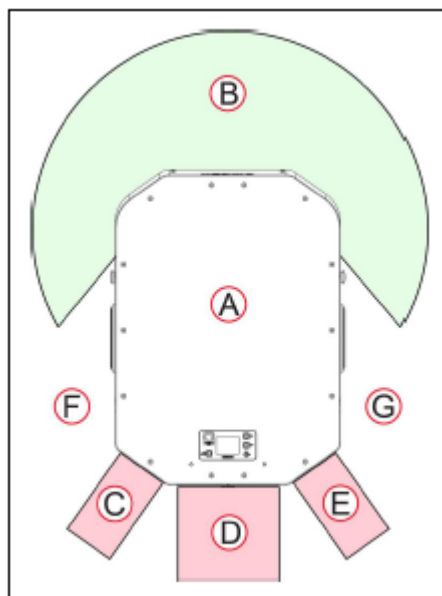
4.2.1 Uwagi dotyczące działania tylnego czujnika

Poniższy rysunek przedstawia widok robota LD-250 z góry przedstawiający przybliżone położenie pól czujników (niezgodne z rzeczywistością skalą). Jak pokazano na poniższym rysunku, po lewej i prawej stronie autonomicznego robota mobilnego znajdują się martwe punkty czujnika.



WARNING: PERSONAL INJURY RISK

To prevent the risk of a person approaching too close to a moving AMR, follow the operational guidelines in this section.



Rysunek 5: Pola widzenia czujników (przybliżone)

Callout	Description	Callout	Description
A	LD-250 top view	E	Right rear sensor
B	Safety and navigation laser 240-degree field of view.	F	Left potential blind spot
C	Left rear sensor	G	Right potential blind spot
D	Center rear sensor		

Jest mało prawdopodobne, aby autonomiczny robot mobilny mógł wjechać w osobę z powodu martwych punktów czujnika, a podczas planowania trasy autonomiczny robot mobilny nigdy nie porusza się samodzielnie w odwrotnym kierunku. Jednak w pewnych okolicznościach autonomiczny robot mobilny może otrzymać polecenie ruchu w przeciwnym

kierunku i istnieje możliwość, że osoba lub obiekt przesunie się w martwe pole czujnika bez wykrycia przez autonomicznego robota mobilnego.

Podczas takiego manewru autonomiczny robot mobilny pracuje z małą prędkością (225 mm/s), ale jego masa wraz z ładunkiem jest znaczna i może przewrócić osobę. Jeśli autonomiczne roboty mobilne działają w tym samym miejscu pracy, co ludzie, należy zapewnić tym osobom informacje i szkolenia, aby:

- Dokładnie znają potencjalne kierunki ruchu autonomicznego robota mobilnego, takie jak obracanie się w miejscu i cofanie.
- Wiedziały o zakazie przebywania w obszarze i zbliżania się do obszaru bezpośredniego otoczenia pracującego autonomicznego robota mobilnego.
- Rozumiały znaczenie brzęczyka ostrzegawczego.
- Nie pozostawiały ani umieszczały przeszkód, w miejscach, w których autonomiczny robot mobilny może nie być w stanie ich wykryć.

Aby ograniczyć ryzyko wypadku, należy przestrzegać zaleceń podanych w kolejnych rozdziałach.

4.2.2 Brzęczyk ostrzegawczy podczas cofania lub obracania

Należy się upewnić, że brzęczyk ostrzegawczy jest skonfigurowany do działania przynajmniej w sytuacji dokowania lub ruchu autonomicznego robota mobilnego do tyłu z powodu wydanego polecenia. (Autonomiczny robot mobilny nie zacznie jechać do tyłu samodzielnie).

4.2.3 Dokowanie w celu naładowania

Podczas dokowania autonomiczny robot mobilny jedzie do tyłu, aby wjechać w stację dokującą. Podczas wykonywania tego manewru tylne czujniki nie są aktywne.

Należy wyraźnie oznaczyć obszar podłogi wokół stacji dokujących jako obszary bez stopni. Można na przykład użyć żółtych pasków na podłodze, aby określić obszar.

Należy poinformować i przeszkolić wszystkie osoby korzystające z autonomicznego robota mobilnego, aby nie dopuścić do wejścia do tych obszarów, gdy autonomiczny robot mobilny przygotowuje się do dokowania.

4.2.4 Korzystanie z poleceń Move lub GotoStraight w MobilePlanner

Zadanie **Ruch** to operacja polecona, która może spowodować zmianę kierunku autonomicznego robota mobilnego na jazdę do tyłu w przypadku określenia wartości ujemnej. Podczas pracy autonomicznego robota mobilnego tylny czujnik działa. Aby dodać margines bezpieczeństwa, może być konieczne dostosowanie wartości parametru **FrontClearance**.

Domyślny prześwit wynosi 200 mm. Wartość tę można zmniejszyć, aby bardziej zbliżyć się do obiektu. Jednak podczas poruszania się w przeciwnym kierunku niższe wartości **FrontClearance** zwiększają ryzyko kolizji z osobą lub obiektem, który może przesunąć się na ścieżkę autonomicznego robota mobilnego.

Podobnie polecenie **GotoStraight** może spowodować jazdę autonomicznego robota mobilnego do tyłu w celu dotarcia do określonego celu, jeśli cel znajduje się za pozycją autonomicznego robota mobilnego. Podczas jazdy w trybie **GotoStraight** tylny czujnik jest aktywny i należy rozważyć zmianę wartości parametru **FrontClearance**.

Parametr **GoToStraight** ma atrybut **FailSeconds**, który umożliwia autonomicznemu robotowi mobilnemu odczekanie X sekund na przesunięcie się przeszkody. Jeśli przeszkoda przestanie być wykrywana w ciągu upływającego czasu, autonomiczny robot mobilny będzie kontynuował pracę lub nie w zależności od wartości innych atrybutów **GoToStraight**.

4.2.5 Jazda ręczna



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

When driving the AMR either with the joystick or remotely from a computer it is your responsibility to make sure that no people or objects are in the immediate vicinity of the moving AMR. You must be able to see the AMR and its operating environment at all times.

Autonomicznym robotem mobilnym można sterować ręcznie za pomocą dołączonego joystick'a lub zdalnie za pomocą MobilePlanner. Zastosowanie mają następujące uwagi:

- **Sterowanie joystick'iem** — podczas ręcznego sterowania za pomocą joystick'a (patrz *Sterowanie za pomocą joystick'a* na stronie 139 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)) tylny czujnik nie działa. Zachować ostrożność podczas cofania autonomicznego robota mobilnego. Pola ochronne lasera skanowania bezpieczeństwa są nadal aktywne podczas ręcznego sterowania joystick'em. Należy pamiętać, że zwrócony do przodu skaner laserowy jest nadal aktywny w oprogramowaniu, ale nie będzie wykorzystywał pola bezpieczeństwa sprzętowego, gdy robot porusza się do tyłu. Z tego powodu robot nie może jechać do tyłu z prędkością większą niż 225 mm/s.
- **Zdalna obsługa jazdy** — w przypadku korzystania z MobilePlanner w celu zdalnego sterowania jazdą autonomicznego robota mobilnego (za pomocą wirtualnego joystick'a na ekranie lub klawiatury komputera) tylny czujnik działa normalnie.

WAŻNE: naciśnięcie i przytrzymanie klawisza jazdy do tyłu podczas obsługi z użyciem klawiatury komputera powoduje powtarzalne próby zmiany kierunku ruchu autonomicznego robota mobilnego. Może to spowodować najechanie tyłem na osobę lub przeszkodę. Korzystanie z klawiatury lub interfejsu MobilePlanner do sterowania robotem nie jest zalecane, chyba że użytkownik znajduje się w pobliżu systemu robota i widzi jego otoczenie.

4.2.6 Wystawianie ładunku poza obrys

Jeśli ładunek wystaje poza domyślny obrys robota LD-250, istnieje kilka możliwości regulacji parametrów roboczych autonomicznego robota mobilnego, aby zachować bezpieczeństwo pracy. (Patrz: *Wymiary i konstrukcja ładunku* na stronie 80 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).) W szczególności patrz: *Wystawianie ładunków poza obrys i promień obrotu autonomicznego robota mobilnego* na stronie 194 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

4.3 Inne czujniki

4.3.1 Enkodery i żyroskop

Każdy silnik jest wyposażony w dwa redundantne enkodery kół, które umożliwiają dokładne oszacowanie prędkości autonomicznego robota mobilnego. Enkodery kół dostarczają również systemowi nawigacji robota LD-250 informacje odometryczne (dot. przebiegu i kierunku jazdy każdego koła). Ponadto w LD-250 Core znajduje się wewnętrzny żyroskop, który śledzi prędkość obrotową LD-250.

4.3.2 Czujnik tylny

Układ czujników czasu przejazdu w podczerwieni (ToF) jest zamontowany z tyłu robota LD-250 w celu wykrywania oddalonych przeszkód podczas jazdy do tyłu lub w przypadku, gdy przeszkody poruszają się w pobliżu robota LD-250.

Złącze zderzaka użytkownika umożliwia dodanie własnych zderzaków struktury ładunkowej. Tylny górny panel LD-250 Core (we wnęce ładunkowej) zawiera złącza przedniego lewego, środkowego i prawego czujnika oraz tylnego prawego, środkowego i lewego czujnika. Patrz: *Zderzak użytkownika* na stronie 105 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

WAŻNE: złącze zderzaków użytkownika nie jest zabezpieczone. Zderzaki te służą do zatrzymywania robota, ale nie są sygnałami redundantnymi i nie powinny być wykorzystywane jako część systemu bezpieczeństwa o wartości znamionowej PL=d. Zderzaki te powinny być brane pod uwagę w celu zapewnienia ochrony maszyn.

5 Struktury ładunkowe

Struktury ładunkowe to wyposażenie mechaniczne, które można przymocować do robota LD-250 w celu wykonania zadania. Może to być element o prostej budowie, jak półki do przyjmowania koszy na części lub o budowie złożonej, jak ramię robota. W niektórych przypadkach firma OMRON projektuje i konstruuje niestandardową strukturę ładunkową dla określonego zastosowania. W większości przypadków klient lub integrator firmy OMRON projektuje i wdraża własną strukturę ładunkową.

Robot LD-250 posiada złącza do obsługi mobilności i nawigacji struktury ładunkowej oraz złącza zasilania elektrycznego i sygnału danych do obsługi struktury ładunkowej. W niniejszym rozdziale opisano zagadnienia i wymagania dotyczące projektowania struktury ładunkowej dla robota LD-250.

5.1 Bezpieczeństwo

5.1.1 Etykieta ostrzegawcza

Z każdym robotem LD-250 wysyłana jest nieprzymocowana etykieta Zakaz jazdy. Należy umieścić ją w widocznym miejscu na ładunku, aby operatorzy ją widzieli. Inne etykiety ostrzegawcze są zamocowane fabrycznie.



5.1.2 Kontrolki ostrzegawcze

Twój autonomiczny robot mobilny zawiera kontrolki ostrzegawcze odpowiednie dla jego zastosowania.



CAUTION: To comply with CE requirements, an AMR must have a readily-visible warning device, such as a flashing light (user-supplied) to indicate when it is either ready to move or is moving.

W robocie LD-250 dostępne są następujące elementy:

- Kolorowe tarcze świetlne po obu stronach, które zapewniają wizualne wskazówki dotyczące stanu autonomicznego robota mobilnego i jego polecenia ruchu oczekującego na wykonanie. Patrz: *Tarcze świetlne* na stronie 109 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

- Podłączenie dodatkowego sygnalizatora ostrzegawczego do LD-250 Core (złącze sygnalizatora świetlnego, opisane jest w *Tylne złącza górne LD-250 Core* na stronie 100 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)). Złącze to służy do montażu sygnalizatora ostrzegawczego w bardziej widocznym miejscu, które może być odpowiednie w przypadku autonomicznych robotów mobilnych o wyższych ładunkach.

5.1.3 Brzęczyk ostrzegawczy

LD-250 Core posiada wyjście do sterowania brzęczykiem ostrzegawczym jako dźwiękowym urządzeniem ostrzegawczym. Domyślnym trybem działania brzęczyka jest emitowanie dźwięku, gdy autonomiczny robot mobilny porusza się do tyłu lub gdy jego systemy bezpieczeństwa są wyłączone.

Można skonfigurować działanie brzęczyka. Można na przykład wybrać ustawienie, w którym podczas ruchu autonomicznego robota mobilnego generowany będzie dźwięk ostrzegawczy.

5.2 Uwagi

5.2.1 Wydajność

Czynniki wydajności, które należy wziąć pod uwagę podczas projektowania struktury ładunkowej:

- Rozmiar, masa i środek ciężkości struktury ładunkowej.
- Wymagania dotyczące mocy dla wszystkich urządzeń elektrycznych na strukturze ładunkowej.
- Wymagania dotyczące serwisowania i konserwacji.

Zwiększenie masy robota LD-250 ma mniejszy wpływ na czas pracy akumulatora niż zwiększenie zużycia energii elektrycznej.

Korzystanie z autonomicznego robota mobilnego na miękkich powierzchniach (takich jak dywan) znacznie skraca czas pracy akumulatora w porównaniu z twardymi powierzchniami.

5.2.2 Ograniczenia wagi

Całkowita masa eksploatacyjna autonomicznego robota mobilnego powinna być zgodna ze specyfikacjami dotyczącymi ładunku i przewożonych przedmiotów.



DANGER: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

The end-user of the AMR must perform a risk assessment to identify and mitigate any additional personal and property damage hazards caused by the payload.

Podczas projektowania i wdrażania ładunku należy wziąć pod uwagę następujące kwestie. Może być konieczne dostosowanie wartości zwalniania awaryjnego, aby zapobiec

przewróceniu robota. Należy pamiętać, że obniżenie wartości zwalniania awaryjnego wpłynie na drogę hamowania autonomicznego robota mobilnego, co może wymagać zwiększenia rozmiarów pól ochronnych lasera skanera zabezpieczającego w celu uwzględnienia dodatkowej odległości.

- W przypadku pracy robota LD-250 na zalecanej, twardej i płaskiej powierzchni, dodatkowa masa ładunku ma minimalny wpływ na czas pracy akumulatora i czas pracy pomiędzy ładowaniami.
- Jeśli ładunek jest wysoki i ma dużą masę, należy wziąć pod uwagę jego wpływ na środek ciężkości autonomicznego robota mobilnego.
- Jeśli autonomiczny robot mobilny transportuje pojemniki z płynami, należy wziąć pod uwagę wpływ ruchu płynu na stabilność autonomicznego robota mobilnego.
- Jeśli ładunek wystaje na zewnątrz lub wysuwa się dynamicznie z AMR (np. ramię robota), ma to większy wpływ na środek ciężkości. Jest to szczególnie ważne, jeśli przewożony ładunek zawiera zarazem przedmioty, które zwiększają masę.
- Autonomiczny robot mobilny może stać się niestabilny przy niższych prędkościach niż sama platforma.

UWAGA: całkowita masa struktury ładunkowej wraz z wszelkimi obiektami nie może przekraczać udźwigu znamionowego robota LD-250. Patrz: *Dane techniczne* na stronie 191 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

5.2.3 Pobór mocy

Wszelkie urządzenia elektryczne w strukturze ładunkowej, które zużywają znaczną moc, znacząco skracają czas pracy autonomicznego robota mobilnego.

Zawsze, gdy jest to możliwe, należy zminimalizować zużycie energii. Moc znamionowa akumulatora wynosi 1840 Wh (1,84 kWh). Przykładami struktur ładunkowych o dużej mocy są ramiona robota lub przenośnik z napędem silnikowym.

5.2.4 Limity mocy

Tabele w poniższych sekcjach opisują dostępne obwody zasilania i moc wyjściową:

- *Zasilanie dodatkowe* na stronie 105 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)
- *Zasilanie użytkowe* na stronie 105 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)
- *Złącza zasilania* na stronie 101 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)

Firma OMRON zaleca stosowanie zewnętrznych urządzeń ograniczających prąd, aby zapobiec przeciążeniom powodowanym przez prąd nieustalony. Obowiązują następujące limity:

- Maksymalny szczytowy prąd rozruchowy na złączach 5 V DC, 12 V DC i 20 V DC wynosi 2 A.
- Maksymalny szczytowy prąd rozruchowy Battery_Out_1 i Battery_Out_2 wynosi 10 A.
- Maksymalny szczytowy prąd rozruchowy Battery_Out_3_and_4 wynosi 20 A.

Chwilowe skoki prądu powyżej tych wartości progowych uaktywniają zabezpieczenie ograniczające prąd, powodując utratę zasilania na złączu. Jednoczesne obciążenia rozruchowe spowodować wyłączenie zabezpieczenia przetężeniowego akumulatora. Maksymalny dopuszczalny czas trwania poziomu przetężenia wynosi:

Overcurrent Level	Overload Duration
40 A	8 sec
64 A	250 ms
96 A	250 us

5.2.5 Dostęp do wnęki ładunkowej

Obszar między robotem LD-250 a strukturą ładunkową to wnęka ładunkowa. W tym miejscu można uzyskać dostęp do złączy zasilania i we/wy LD-250 Core, a także do wszystkich mechanicznych elementów mocujących ładunek do robota LD-250.

Podczas projektowania struktury ładunkowej należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- Należy zapewnić dostęp do wnęki ładunkowej w celu ułatwienia serwisowania.
- Jeśli struktura ładunkowa jest wystarczająco mała i lekka, można ją podnieść z LD-250 lub poluzować i przesunąć wzdłuż belek ładowania, aby uzyskać dostęp do wnęki
- Należy zawsze uważać, aby nie uszkodzić przewodów między strukturą ładunkową a robotem LD-250. Należy zapewnić odpowiedni prześwit wszystkich kabli lub złączy.
- Należy oznaczyć wszystkie przewody, aby zapewnić ich prawidłowe podłączenie.
- Większa i cięższa struktura ładunkowa może wymagać zastosowania zawiasów, dzięki czemu można odchylić strukturę ładunkową w przypadku dostępu do wnęki.

5.2.6 Wymiary i konstrukcja ładunku

5.2.6.1 Unikać elementów zwisających i wystających poza obrys

Struktura ładunkowa nie powinna zwisać ani wystawać poza zewnętrzne wymiary wnęki. Może to spowodować wystawanie części konstrukcji poza obrys bezpieczeństwa zapewniany przez laser zabezpieczający.

W przypadku projektowania ładunku zwisającego należy pamiętać, że konieczne mogą być również następujące działania:

- Zmiana rozmiaru stref bezpieczeństwa głównego lasera. Patrz:
 - Lasery na stronie 133 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
 - Modyfikacja stref bezpieczeństwa na stronie 197 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

- Powtórzenie procedury odbioru technicznego bezpieczeństwa. Patrz: Odbiór techniczny wyłącznika awaryjnego E-Stop na stronie 177 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
- Modyfikacja parametrów fizycznych robota: parametrów ogólnych w celu zmiany szerokości, **długości przedniej**, **długości tylnej** i potencjalnie również promienia robota.

Modyfikacje te zapewniają wykorzystanie dokładnych wymiarów autonomicznego robota mobilnego podczas planowania trasy oraz unikanie przeszkód.

- Modyfikacja wartości parametru **AbsoluteMaxRotVel** tak, aby żadna część autonomicznego robota mobilnego nie przekroczyła prędkości 300 mm/s podczas obrotu. Patrz: ładunki zwisające i promień obrotu autonomicznego robota mobilnego na stronie 194 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

Lasery boczne są użyteczne tylko wtedy, gdy zakres wystawiania poza obrys może powodować, że autonomiczny robot mobilny napotka przeszkody, które nie są widoczne dla głównego lasera skanera lub jego niskoprofilowy laser przedni.

5.2.6.2 Nie blokować czujników autonomicznego robota mobilnego

Ładunek i cała jego zawartość nie mogą wystawać poniżej wysokości wnęki ładunkowej. Jeżeli ładunek blokuje którykolwiek z czujników robota LD-250, nie będzie on działał prawidłowo.

W przypadku instalacji opcjonalnych laserów montowanych z tyłu lub z boku należy się upewnić, że struktura ładunkowa nie koliduje z wiązkami lasera. Zamontować z boku (w pozycji przechylonej) po obu stronach struktury ładunkowej w taki sposób, aby nie wykrywały samej struktury. Patrz: lasery boczne (dodatkowe) na stronie 189 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

Jeśli nie można zapobiec pewnym kolizjom między strukturą a płaszczyzną wykrywania lasera bocznego, można użyć **parametru LaserIgnore** w celu ograniczenia wykrywania do stref, które nie zawierają struktury ładunkowej. Może to jednak negatywnie wpłynąć na zdolność wykrywania tego czujnika i należy w miarę możliwości unikać używania funkcji **LaserIgnore**.

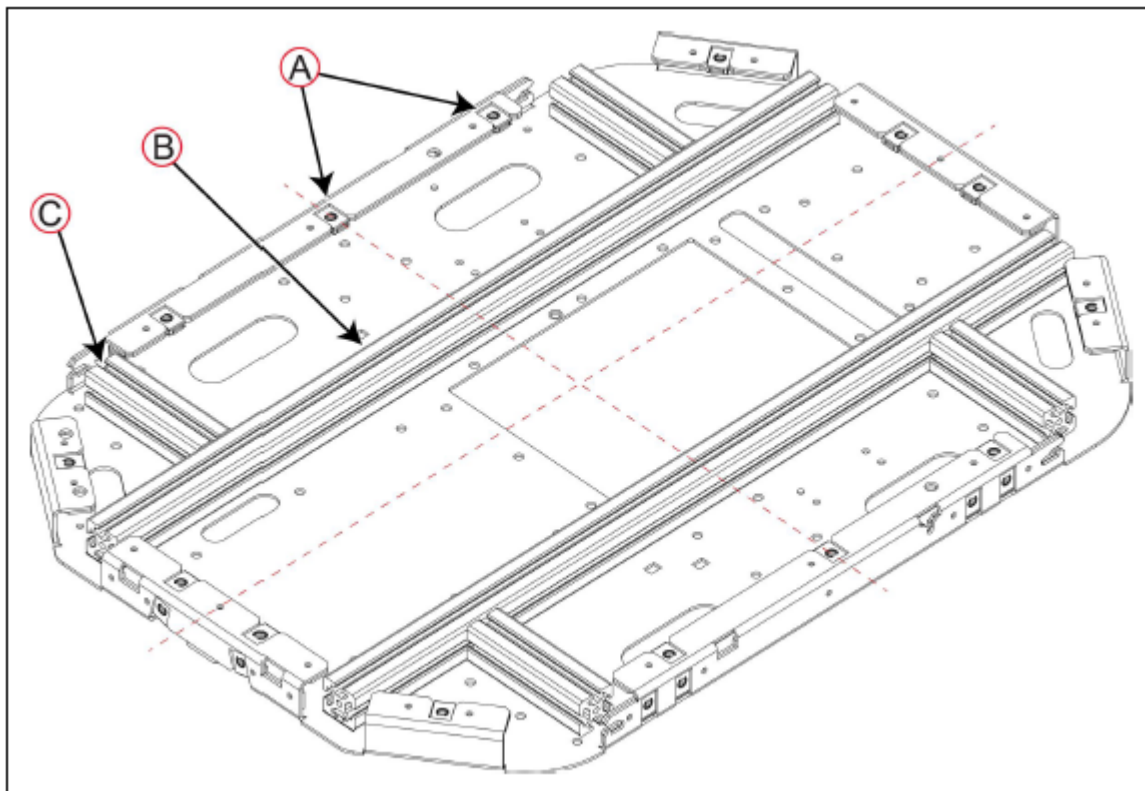
Warto rozważyć użycie osłony zabezpieczającej nad laserami bocznymi, aby zabezpieczyć je przed uszkodzeniem. Należy się upewnić, że osłony nie blokują wiązki lasera ani nie wysuwają się zbyt daleko na zewnątrz.

5.2.7 Miejsca mocowania we wnęce ładunkowej

Wnęka ładunkowa znajduje się pod górną częścią robota LD-250. Zapewnia ona dostęp do złączy zasilania i danych oraz punktów mocowania struktury ładunkowej LD-250 Core.

5.2.7.1 Punkty mocowania ładunku — elementy ekstrudowane z rowkami w kształcie litery T

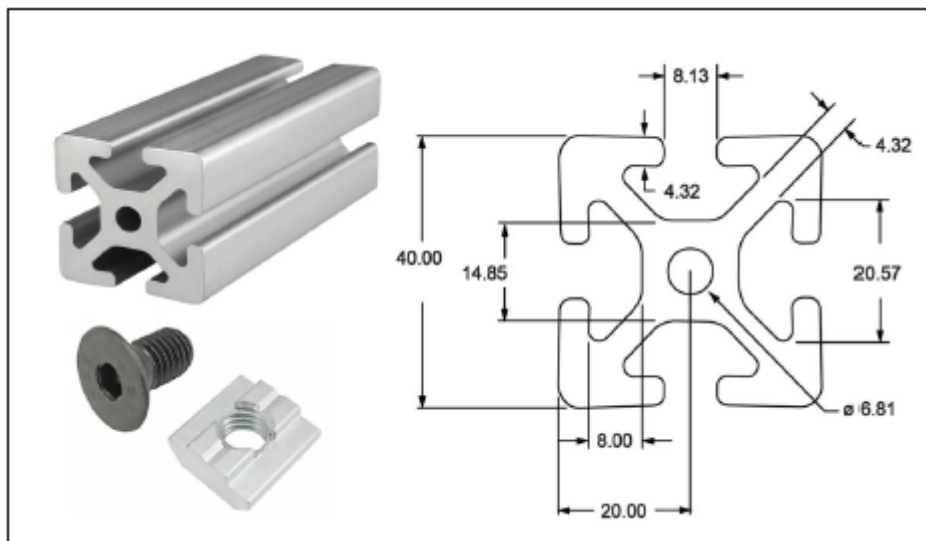
Górna płyta we wnęce ładunkowej zawiera podłużne i poprzeczne ekstrudowane elementy nośne, które zapewniają regulowane punkty mocowania. Dodatkowe nakrętki zaciskowe znajdują się wokół krawędzi płyty. Na poniższym rysunku przedstawiono rozmieszczenie punktów mocowania i linii środkowych. Położenie środka ciężkości opisano w części *Rysunki wymiarowe* na stronie 191 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).



Rysunek 6: Rozmieszczenia elementów mocowania ładunku

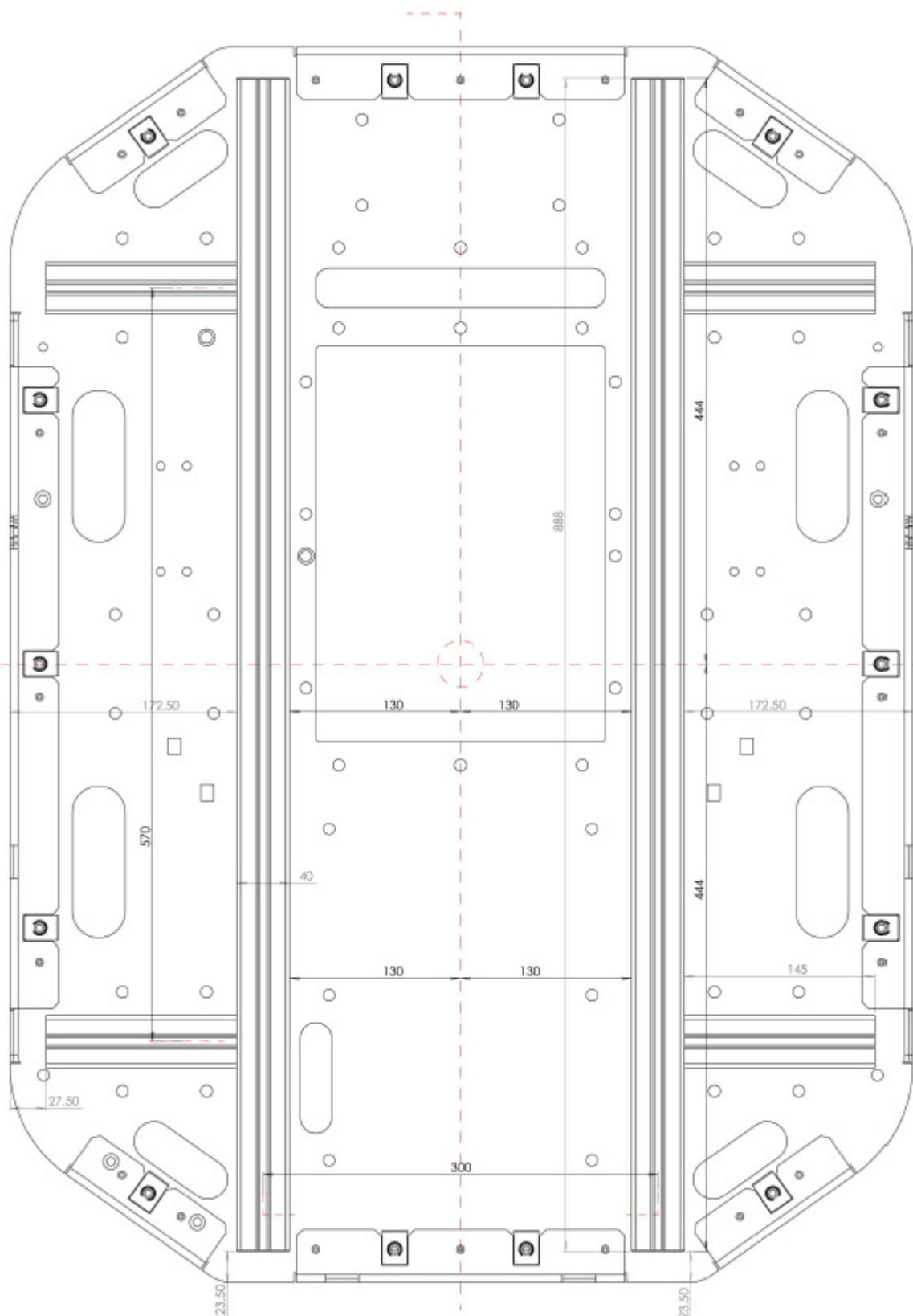
Callout	Description
A	Location of the clip nuts
B	Longitudinal T-nut extrusion
C	Transverse T-nut extrusion

Przekrój elementu ekstrudowanego to kwadratowy profil w kształcie litery T 40 mm x 40 mm z trzema otwartymi rowkami w kształcie litery T, po jednym na każdej ścianie 40 mm.



Rysunek 7: Element ekstrudowany mocowania ładunku, wymiary w mm i nakrętka w kształcie litery T

Elementy ekstrudowane przenoszą obciążenia konstrukcyjne dowolnego ładunku, przenosząc naprężenia bezpośrednio na formowane stalowe podwozie robota LD-250. Ładunek można łatwo dostosować do środka ciężkości modelu LD-250 (patrz: *Środek ciężkości (CG)* na stronie 86 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)).



Rysunek 8: Położenie elementu ekstrudowanego z nakrętką w kształcie litery T na płycie górnej

Należy używać nakrętek w kształcie litery T odpowiednich do masy ładunku. Aby zapewnić sobie dostęp do wnętrza ładunkowej, należy rozważyć zastosowanie zamocowanych na

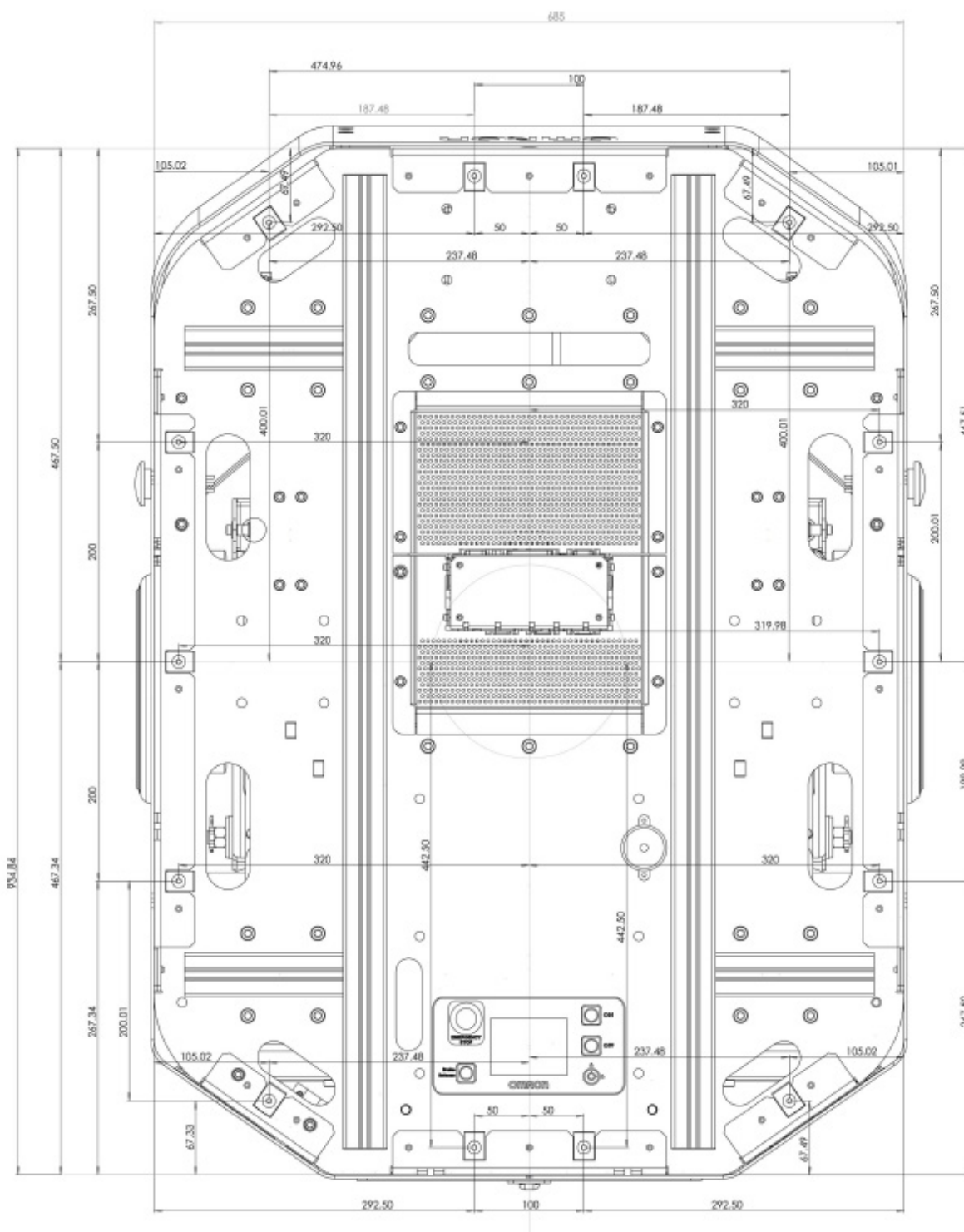
zawiasach punktów mocowania po jednej stronie struktury ładunkowej, tak aby można było ją odchylić od wnęki.

5.2.7.2 Dodatkowe punkty mocowania — nakrętki zaciskowe górnej płyty

Nakrętki zaciskowe (14) wokół obręczy górnej płyty mogą być stosowane w przypadku mniejszych obciążeń, generowanych na przykład przez powłoki zewnętrzne lub pokrywy. Nakrętki zaciskowe M6 z gwintem samohamownym zapewniają punkty mocowania do standardowej wersji powłoki zewnętrznej robota LD-250.

WAŻNE: nie wolno używać nakrętek do podpierania samego ładunku. Wszystkie elementy nośne należy umieszczać wyłącznie w aluminiowych elementach ekstrudowanych z rowkami w kształcie litery T.

Poniższy rysunek przedstawia przybliżone położenie nakrętek zaciskowych względem krawędzi górnej płyty i jej linii środkowych. Aby określić dokładne lokalizacje, można uzyskać źródła w postaci rysunków CAD i rysunków inżynierskich ze strony firmy OMRON.



Rysunek 9: Położenie nakrętek zaciskowych wokół wnęki ładunkowej

5.2.8 Układ współrzędnych autonomicznego robota mobilnego

Autonomiczne roboty mobilne firmy OMRON wykorzystują układ współrzędnych X, Y, Z i Theta (θ). Informacje te dotyczą niektórych procedur stosowanych w niniejszej instrukcji, takich jak identyfikacja lewej lub prawej powłoki zewnętrznej. Na przykład port klucza

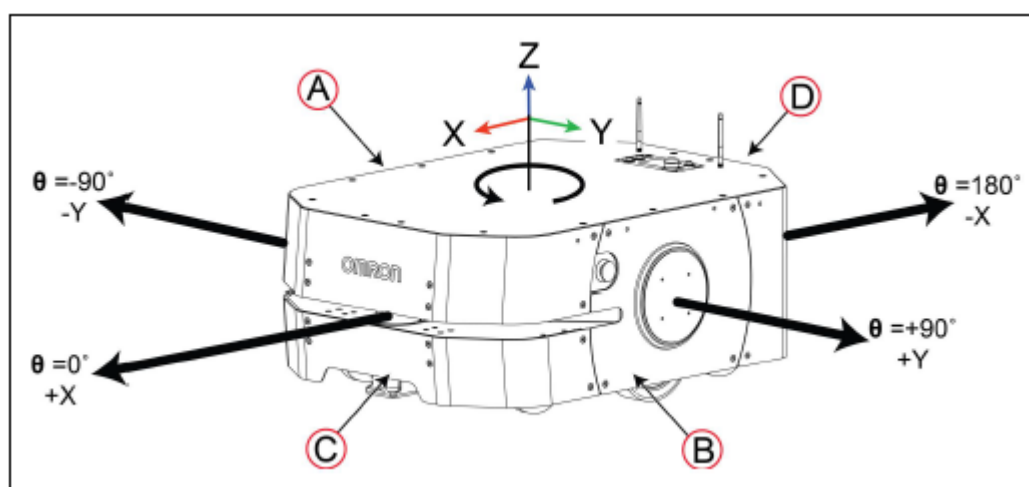
znajduje się na tylnej lewej powłoce zewnętrznej. Początek układu współrzędnych to środek obrotu autonomicznego robota mobilnego, a nie jego środek geometryczny.

Współrzędne są wymagane w przypadku takich procedur, jak instalacja i konfiguracja opcji, takich jak lasery i kamera Acuity, a także do zrozumienia obwiedni środka ciężkości.

Współrzędne autonomicznego robota mobilnego odnoszą się również do współrzędnych mapy.

Wartość obrotu Theta (θ) określa kąt obrotu autonomicznego robota mobilnego, który określa kierunek ruchu.

Współrzędna pionowa (Z) jest wymagana przy obliczaniu pozycji zamontowania opcji (takich jak lasery boczne). Następnie należy określić pozycję opcji w MobilePlanner.



Rysunek 10: Układ współrzędnych autonomicznego robota mobilnego

Callout	AMR Reference	Theta θ (Rotation)	X, Y Coordinate
A	Right side	-90 degrees	Negative Y
B	Left side	+90 degrees	Positive Y
C	Front	0 degrees	Positive X
D	Rear	180 degrees	Negative X

Patrz: *Rysunki wymiarowe* na stronie 191 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B), aby uzyskać informacje na temat środka obrotu autonomicznego robota mobilnego.

5.2.9 Środek ciężkości (CG)

Należy utrzymywać środek ciężkości struktury ładunkowej ponad środkiem ciężkości robota LD-250 i jak najniżej (blisko góry LD-250). Zapewnia to optymalną stabilność, zwłaszcza gdy robot LD-250 pokonuje podniesione progi lub nierówności podłoża.

Patrz: *Rysunki wymiarowe* na stronie 191 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B), aby uzyskać informacje pomocne w projektowaniu i umiejscowieniu ładunku, w szczególności:

- **Środek obrotu** — środkowy punkt linii pomiędzy środkiem piast kół, wokół którego będzie się obracać robot LD-250.
- **Środek geometryczny** — środek dwóch linii przecinających obrys robota LD-250.
- **Środek ciężkości** — środek ciężkości robota LD-250 bez ładunku.
- **Linie środkowe osi X i Y** — linie przecinające środek geometryczny robota LD-250.
- **Układ współrzędnych autonomicznego robota mobilnego** — układ odniesienia X, Y, Z i Theta, który jest związany z autonomicznym robotem mobilnym i jego środowiskiem oraz względnym położeniem innych urządzeń, takich jak opcjonalne lasery boczne. Patrz: *Układ współrzędnych autonomicznego robota mobilnego* na stronie 86 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

5.2.9.1 Wykrywanie i raportowanie przechylenia

Jeśli nachylenie autonomicznego robota mobilnego w dowolnym kierunku przekracza 60 stopni, następuje zatrzymanie awaryjne. Nie jest to zabezpieczenie przed przewróceniem się autonomicznego robota mobilnego. Może jednak powiadamiać, że autonomiczny robot mobilny z jakiegoś powodu opuścił pochylnię lub przewrócił się. Patrz: *Zwalnianie wyłącznika awaryjnego E-Stop* na stronie 31 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

5.2.9.2 Bezpieczne rozmieszczenie ładunku

Na ilustracjach w tym rozdziale przedstawiono obliczony bezpieczny wymiar środka ciężkości i rozmieszczenie struktur ładunkowych (które muszą również spełniać określone limity masy). W każdym przypadku środek ciężkości struktury ładunkowej musi mieścić się w obrębie zdefiniowanego obszaru.

W tych obliczeniach przyjęto następujące obliczenia:

- Ładunek jest bezpiecznie przymocowany do autonomicznego robota mobilnego i nie zwisa.
- Zawieszenie jest ustawione na wartości fabryczne (2. otwór). Regulacja zawieszenia z jakiegokolwiek powodu wpływa na środek ciężkości ładunku.
- Autonomiczny robot mobilny nie przekracza maksymalnych limitów, określonych dla następujących parametrów:
 - Przyspieszenie, zwalnianie lub prędkość.
 - Prędkość kątowna, zwłaszcza na pochyłościach.
 - Kąt nachylenia (rampy).

W następujących ilustracjach graficznych:

- A oznacza górną część wnęki ładunkowej.
- B określa zalecaną obwiednię ładunku.
- X oznacza kierunek ruchu autonomicznego robota mobilnego (od przodu do tyłu).

- Y oznacza prostopadłą do kierunku ruchu autonomicznego robota mobilnego (z boku na bok).
- Z oznacza wymiar pionowy (wysokość).

Wszystkie wymiary podano w milimetrach (mm). Patrz także: *Układ współrzędnych autonomicznego robota mobilnego* na stronie 86 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

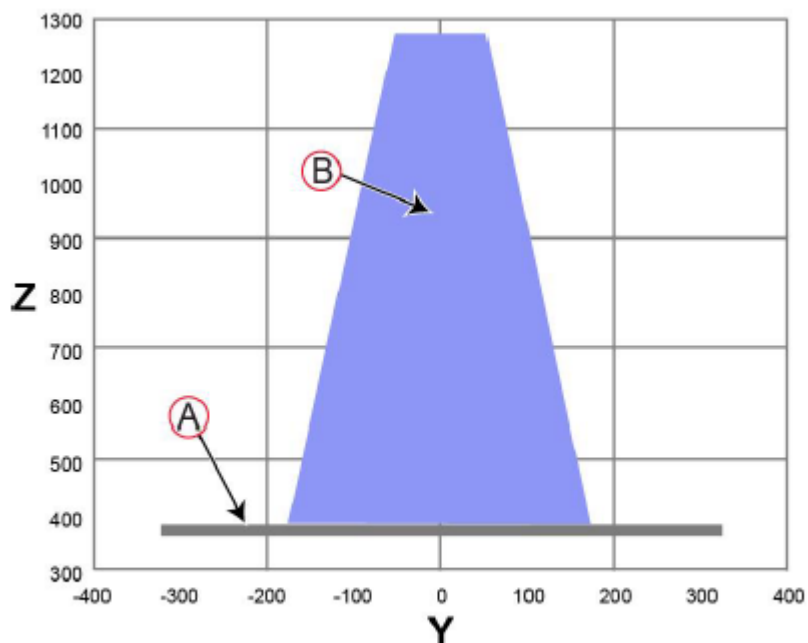
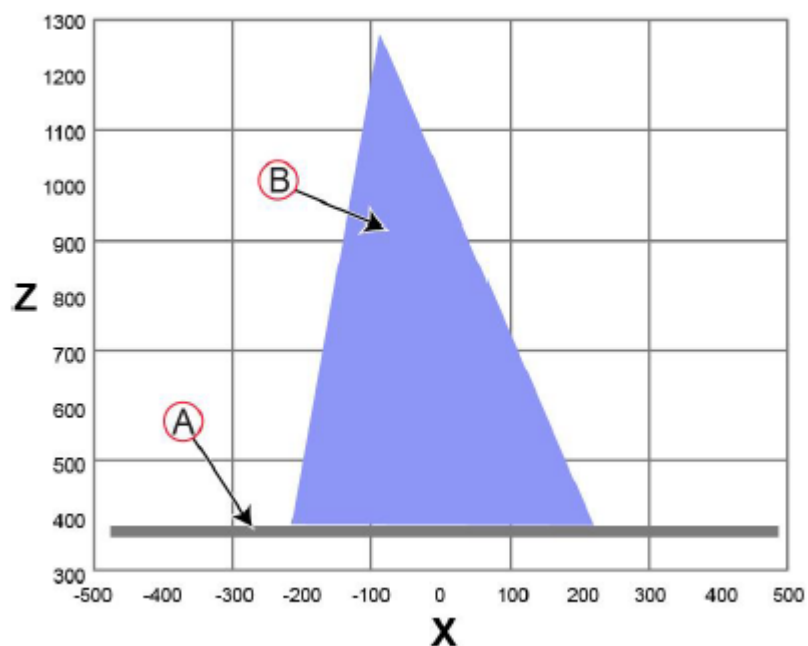


Figure 5-6 Front View (Y) of Recommended Payload CG (mm)



Rysunek 11: Widok z boku (X) zalecanego środka ciężkości ładunku (mm)

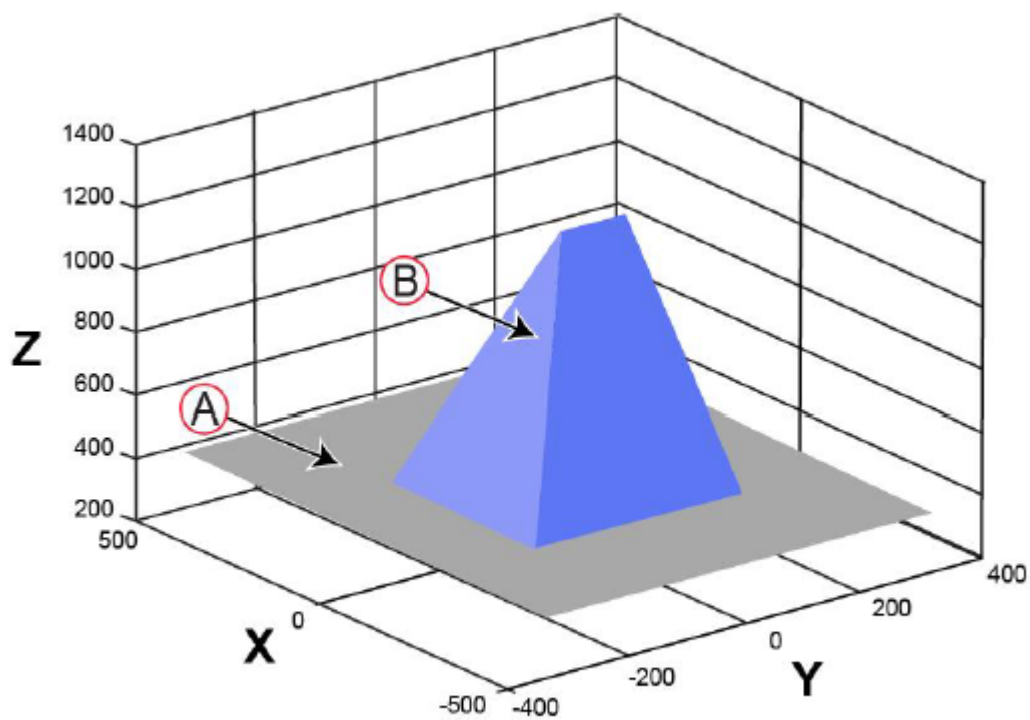
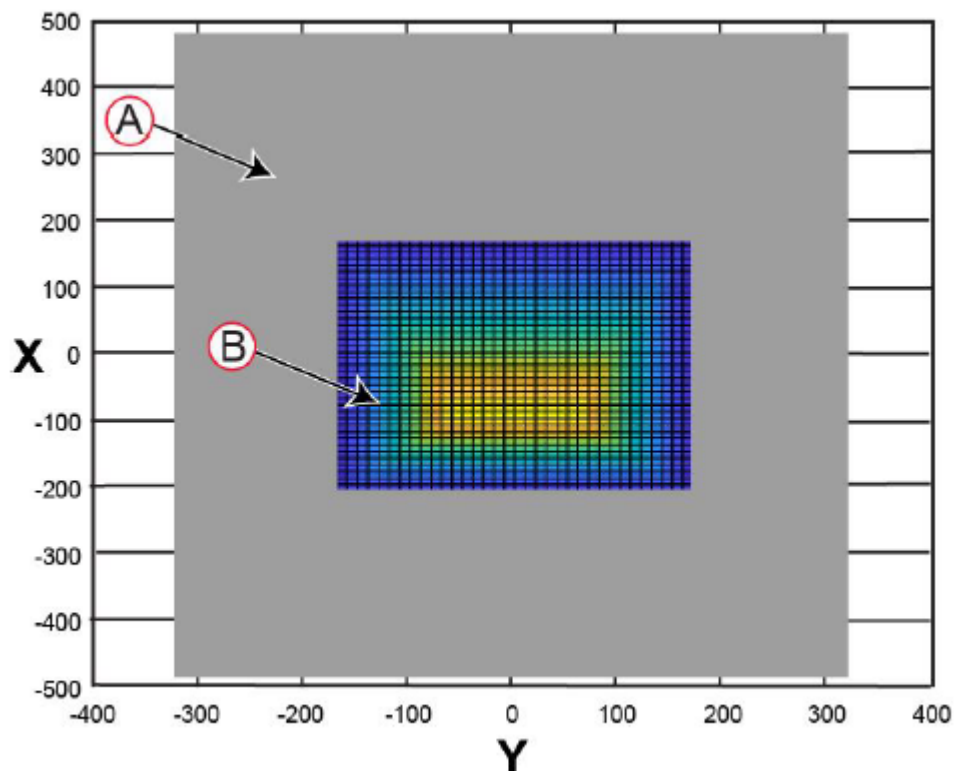


Figure 5-8 3D View of Recommended Payload CG (mm)



Rysunek 12: Widok z góry (Z) zalecanego środka ciężkości ładunku (mm)

5.3 Zagadnienia dodatkowe związane z ładunkiem

Jeśli środek ciężkości zostanie wydłużony poza podane tutaj wytyczne, należy dostosować różne parametry w oprogramowaniu MobilePlanner, aby skompensować zmiany charakterystyki jazdy. Jest to konieczne, aby autonomiczny robot mobilny pozostał spójny i bezpieczny w obsłudze.

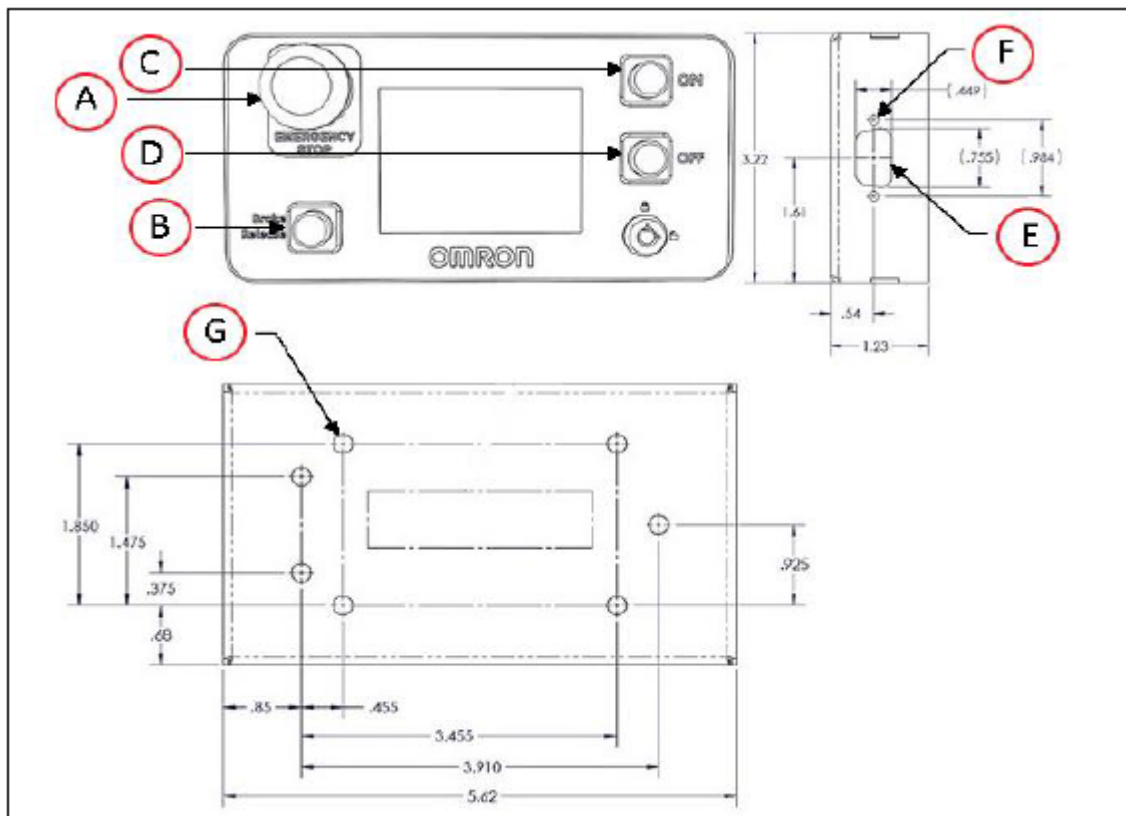
Jeśli parametry różnią się od opisanych w tej sekcji, należy skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON. Generalnie należy zredukować maksymalne przyspieszenie, zwalnianie i prędkości obrotowe. Patrz: *Limity przyspieszania, opóźnienia i obracania* na stronie 74 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

5.4 Złącza między LD-250 a strukturą ładunkową

LD-250 Core posiada złącza użytkownika do przesyłu danych (we/wy) i zasilania. Złącza służą do podłączania wyposażenia opcjonalnego firmy OMRON oraz obsługi zasilania i sterowania struktury ładunkowej.

5.5 Panel operatora (HMI) na ładunku

Można zmienić umiejscowienie panelu operatora wraz ze zintegrowanymi przyciskami wyłącznika awaryjnego E-Stop, zwalniania hamulca, WŁ. i WYŁ., prowadząc jeden kabel złącza (złącze panelu HMI). Ta przenośność umożliwia umieszczenie wielu spośród najczęściej używanych elementów sterujących w wygodnym miejscu na ładunku.



Rysunek 13: Standardowy panel operatora (jednostki to mm)

Callout	Description	Callout	Description
A	Emergency Stop	E	15 Pin High Density D-Sub
B	Brake Release	F	D-Sub hex nuts
C	On Button	G	7x 0.213 Through Hole
D	Off Button		

Dodatkowy panel dotykowy jest dostępny jako opcja do wyświetlania stanu AMR. Ekran dotykowy nie zawiera przełącznika i przycisków sterujących zintegrowanych z panelem operatora (HMI). Patrz *Ekran dotykowy* na stronie 188 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B). Dostępnych jest wiele innych złączy LD-250 Core. Szczegółowe informacje i dane techniczne dostępnych złączy można znaleźć w części *Łączność* na stronie 93 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

5.5.1 Uwagi dotyczące wyłącznika awaryjnego E-Stop podczas demontażu panelu operatora

Po zdjęciu panelu operatora należy zastąpić awaryjny wyłącznik E-Stop przyciskiem alternatywnym znajdującym się na ładunku. Wyłącznik awaryjny E-Stop musi być:

- Podłączony do obwodu wyłącznika awaryjnego E-Stop panelu operatora (HMI) za pomocą kabla panelu operatora, a nie za pośrednictwem wyłącznika awaryjnego E-Stop użytkownika.

Jeśli nie, należy prawidłowo zakończyć obwód wyłącznika awaryjnego panelu operatora:

1. Kabel panelu operatora powinien znajdować się na miejscu i być podłączony do LD-250 Core.
 2. Dokładnie zamocować zworkę (numer części 13387-000), aby zakończyć koniec kabla (w miejsce panelu operatora).
 3. Zapętlić kabel i zabezpieczyć go opaskami zaciskowymi wewnątrz wnęki ładunkowej, aby nie kolidował z ładunkiem ani innymi ruchomymi częściami.
- Wymagania lokalizacji wyłącznika awaryjnego w zasięgu 600 mm.
Patrz: *Umieszczenie opcjonalnego wyłącznika awaryjnego E-Stop ładunku* na stronie 126 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
Failing to properly terminate the Operator Panel cable can prevent E-Stop buttons from operating correctly. This can prevent you from stopping the AMR during an emergency, and could result in injury or damage to property.

5.5.2 Złącza opcji

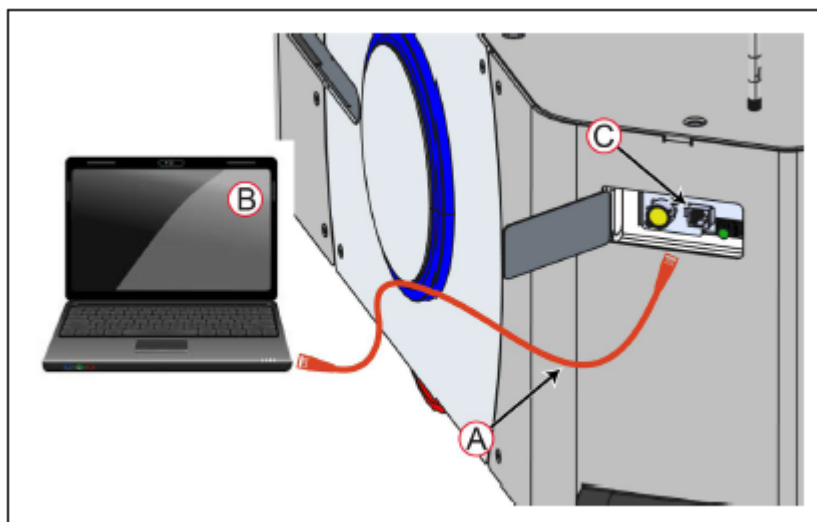
Można podłączyć:

- Opcjonalne zderzaki użytkownika ładunku. Patrz: *Zderzak użytkownika* na stronie 105 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)
- Kontrolki ostrzegawcze. Patrz:
 - *ŚWIATŁA (sygnalizator świetlny)* na stronie 102 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)
 - *Wyjścia sygnałów świetlnych tarcz sygnalizacyjnych robota mobilnego* na stronie 127 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)

6 Komunikacja

Złącze użytkownika LD Core znajdują się we wnęce ładunkowej pod pokrywą górną robota LD-250. Wnęka ładunkowa zapewnia mocne złącza mechaniczne oraz dostęp do złączy danych i sygnałów (we/wy) oraz złączy zasilania elektrycznego.

Dwa złącza poza wnęką ładunkową to port na klucz i port serwisowy Ethernet, które znajdują się pod drzwiczkami serwisowymi z tyłu robota LD-250. Oba porty zewnętrzne są podłączone do LD-250 Core wewnątrz wnęki ładunkowej.



Rysunek 14: Podłączenie kabla Ethernet

Callout	Description
A	Minimum specification Cat 5 Ethernet Cable.
B	Microsoft Windows PC with Ethernet LAN port.
C	LD-250 Maintenance Ethernet port (under a door in the rear skin).

6.1 Złącza wymagane do konfiguracji

Wymagane minimalne dotyczące połączeń.

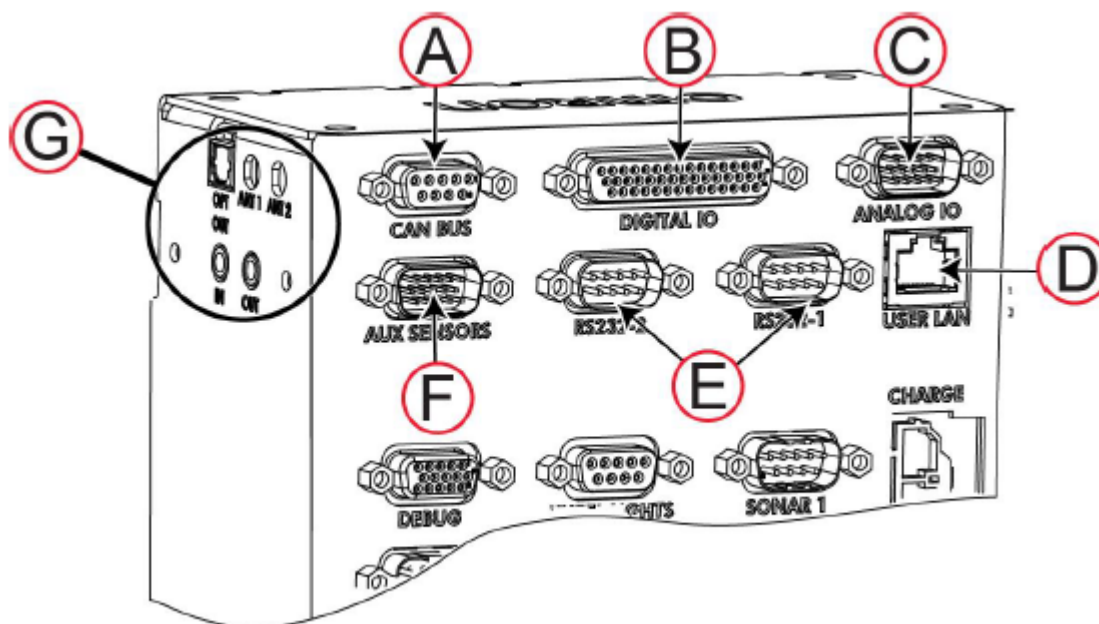
Connection Type	Purpose
Joystick port	<p>To create a workspace map, connect a joystick to the LD-250's Joystick port.</p> <p>The Joystick port is located under a small access panel on the LD-250's rear skin. This is internally connected to the LD-250 Core in the payload bay.</p>
Maintenance Ethernet	<p>The Maintenance Ethernet port is located under a small access panel on the LD-250's rear skin. This is internally connected to the LD-250 Core in the payload bay. Connect to the port using an RJ-45 Ethernet cable.</p>
Wireless Ethernet	<p>The LD-250 Core provides two connections for wireless antennae.</p> <p>Two 2.3 m (7 feet) RG58A/U, 1C/20AWG low loss extension cables are provided. The cable has two 6.35 mm (0.25 in) SMA coaxial connectors. Use the same specification if you require a longer cable for your payload.</p> <p>Do not relocate the antenna to a payload position where the signal might attenuated.</p>
Docking Station	Power only.

6.2 Złącza wnętrza ładunkowej – LD-250 Core

Złącza opisane w tej części mogą obsługiwać opcje standardowe i akcesoria dostarczone przez użytkownika. Robot LD-250 w chwili wysyłki jest wyposażony w dwie anteny, których położenie można w razie potrzeby zmienić. W przypadku zmiany położenia anten należy upewnić się, że w nowym położeniu nie dojdzie do tłumienia sygnału WiFi w zależności od orientacji autonomicznego robota mobilnego.

Standardowe złącza, takie jak audio, nie zostały opisane w tym dokumencie. Dotyczy to wszystkich złączy po prawej stronie LD-250 Core.

6.2.1 LD-250 Core, przód, góra



Rysunek 15: Przedni górny LD-250 Core

ID	Connection	Type	Description
A	CAN Bus B	DB9F	Consult your local Omron Support for use.
B	Digital I/O ^a	HDB44F	16 digital inputs, in 4 banks of 4. Each bank can be wired as active high or active low depending on the connection of the BANK# terminal. V_{IN} range for each input is 0 to 30 V. The input is ON when $V_{IN} > 4$ V, OFF when $V_{IN} < 1.3$ V.
C	Analog I/O		General use.
D	User LAN	RJ45	General Ethernet, Auto-MDIX, shielded
E	RS-232 x 2	DB9M	Port 1 and Port 2, general use
F	Aux Sensors	HDB15M	Low front and optional side lasers
G	Right-Side Connectors	Various	Not described in this manual.

^a 16 digital outputs, protected low-side drivers. Wire these outputs to positive voltage through the load. Output is open when OFF and grounded when ON. Each open-drain output is capable of sinking 500 mA. May be used with loads connected to VBAT, AUX_20V, _12V, or _5V. You must stay within the allowed current capacity of the VBAT or AUX power supplies.

6.2.1.1 Cyfrowe we/wy

Cyfrowe złącze we/wy HDB44F LD-250 Core zapewnia cyfrowe wejścia i wyjścia umożliwiające dostosowanie ładunku.

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1	INPUT_1.1	Input_1.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
2	INPUT_1.2	Input_1.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
3	INPUT_1.3	Input_1.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
4	INPUT_1.4	Input_1.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
5	BANK1		Common for INPUT_1.X
6	INPUT_2.1	Input_2.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
7	INPUT_2.2	Input_2.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
8	INPUT_2.3	Input_2.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
9	INPUT_2.4	Input_2.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
10	BANK2		Common for INPUT_2.X
11	INPUT_3.1	Input_3.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
12	INPUT_3.2	Input_3.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
13	INPUT_3.3	Input_3.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
14	INPUT_3.4	Input_3.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
15	BANK3		Common for INPUT_3.X
16	INPUT_4.1	Input_4.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
17	INPUT_4.2	Input_4.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
18	INPUT_4.3	Input_4.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
19	INPUT_4.4	Input_4.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
20	BANK4		Common for INPUT_4.X
21	OUTPUT_1	Output_1	
22	OUTPUT_2	Output_2	
23	OUTPUT_3	Output_3	
24	OUTPUT_4	Output_4	
25	OUTPUT_5	Output_5	
26	OUTPUT_6	Output_6	
27	OUTPUT_7	Output_7	
28	OUTPUT_8	Output_8	
29	OUTPUT_9	Output_9	
30	OUTPUT_10	Output_10	

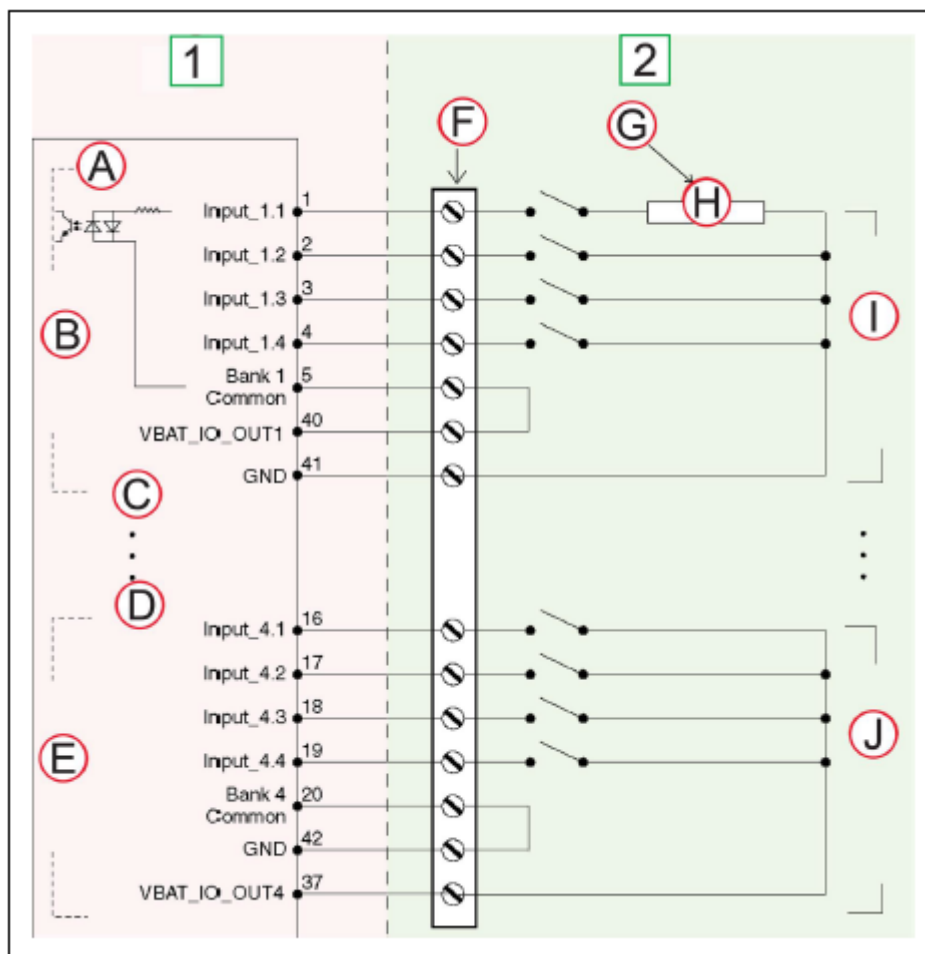
Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
31	OUTPUT_11	Output_11	
32	OUTPUT_12	Output_12	
33	OUTPUT_13	Output_13	
34	OUTPUT_14	Output_14	
35	OUTPUT_15	Output_15	
36	OUTPUT_16	Output_16	
37	VBAT_IO_OUT4		VBAT @ 0.5 A Max (shared with light pole)
38	VBAT_IO_OUT3		VBAT @ 0.5 A Max
39	VBAT_IO_OUT2		VBAT @ 0.5 A Max
40	VBAT_IO_OUT1		VBAT @ 0.5 A Max
41 - 44	GND		

6.2.1.2 Specyfikacje wejść i wyjść cyfrowych

W poniższych tabelach przedstawiono specyfikacje wejść cyfrowych w LD-250 Core.

Parameter	Value
Operational voltage range	0 to 30 VDC
OFF state voltage range	0 to 1.3 VDC
ON state voltage range	4 to 30 VDC
Operational current range	0 to 7.5 mA
OFF state current range	0 to 0.5 mA
ON state current range	1.0 to 7.5 mA
Impedance (V_{in}/I_{in})	3.9 k Ω minimum
Current at $V_{in} = +24$ VDC	$I_{in} \leq 6$ mA

UWAGA: dane techniczne dotyczące prądu wejściowego są podane w celach referencyjnych. Źródła napięcia są zazwyczaj używane do sterowania wejściami.

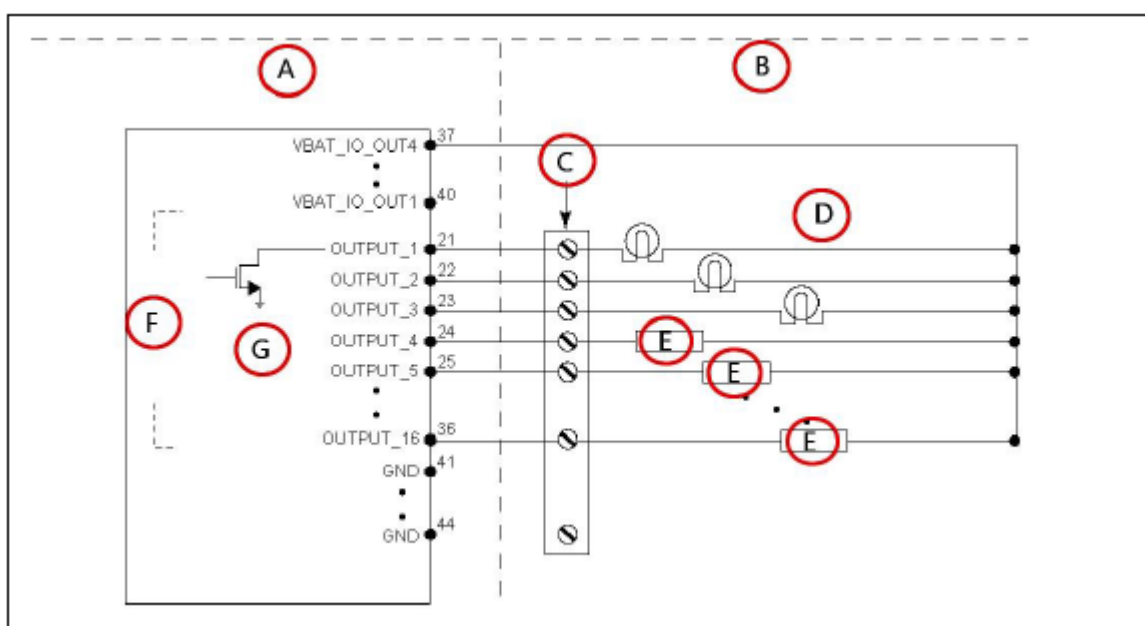


Rysunek 16: Przykład typowego okablowania wejścia cyfrowego

Callout	Side 1 (Left) I/O Connector	Callout	Side 2 (Right) User-Supplied Equipment
A	Equivalent Circuit	F	Terminal Block
B	Input Bank 1	G	Typical User Input Signal
C	Input Bank 2	H	Part Present Sensor
D	Input Bank 3	I	Bank 1 configured for sinking (NPN) inputs
E	Input Bank 4	J	Bank 4 configured for sinking (PNP) inputs

UWAGA: wszystkie sygnały wejściowe mogą być wykorzystywane w konfiguracji NPN lub PNP.

Parameter	Value
Power supply voltage range	5 - 30 VDC
Operational current range, per channel	$I_{out} \leq 500 \text{ mA}$
ON state resistance ($I_{out} = 0.5 \text{ A}$)	$R_{on} \leq 0.14 \Omega @ 85^\circ\text{C}$
Output leakage current	$I_{out} \leq 5 \mu\text{A}$
DC short circuit current limit	$0.7 \text{ A} \leq I_{LIM} \leq 1.7 \text{ A}$



Rysunek 17: Przykład typowego okablowania wyjścia cyfrowego

Callout	Description	Callout	Description
A	Standard Equipment	E	Load
B	User-Supplied Equipment	F	Outputs 1-16
C	Wiring Terminal Block	G	Equivalent Circuit
D	Typical User Loads		

6.2.1.3 Analogowe we/wy

Złącze analogowe we/wy HDB15M LD-250 Core jest przeznaczone wyłącznie do użytku wewnętrznego. Przed rozpoczęciem korzystania z tych obwodów należy skontaktować się z lokalnym działem pomocy technicznej firmy OMRON.

6.2.1.4 Czujniki dodatkowe

Złącze HDB15M czujników dodatkowych w LD-250 Core zapewnia obwody wykorzystywane przez niskoprofilowy laser przedni i opcjonalne lasery boczne (lasery pochylone).

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1	RS232_VERT1_TXD		/dev/ttyUSB5 (side lasers)
2	RS232_VERT2_TXD		/dev/ttyUSB6 (side lasers)
3	RS232_FOOT_TXD		/dev/ttyUSB7 (low front laser)
4	5V_SW1	USB_1_and_2_Power	5 V @ 1 A (shared with USB port 1)
5, 10	SW_20V_VERT	Vertical_Laser_Power	20 V @ 300 mA (side lasers)
6, 7, 8	GND		
9	5V_SW2	USB_1_and_2_Power	5 V @ 1 A (shared with USB port 2)
11	RS232_VERT1_RXD		/dev/ttyUSB5 (side lasers)
12	RS232_VERT2_RXD		/dev/ttyUSB6 (side lasers)
13	RS232_FOOT_RXD		/dev/ttyUSB7 (low front laser)
14	5V_SW3	USB_3_Power	5 V @ 1 A (shared with USB port 3)
15	SW_20V_FOOT	Foot_Laser_Power	20 V @ 150 mA (low front laser)

6.2.1.5 RS232 1 i 2

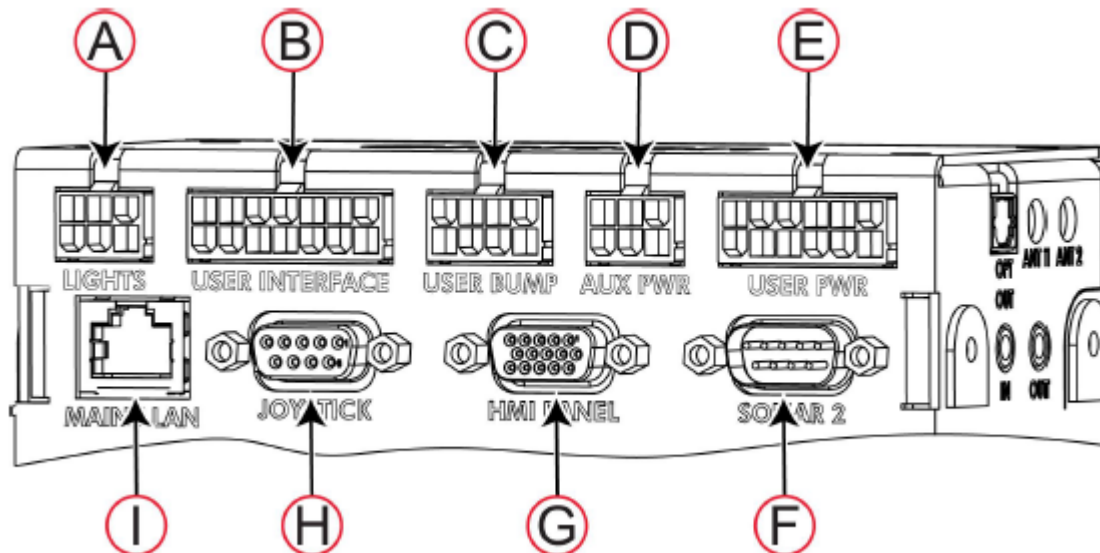
Złącze RS232 1 i 2 DB9M LD-250 Core zawiera dwa porty do współpracy z urządzeniami peryferyjnymi, takimi jak czujniki HAPS (patrz: System pozycjonowania o wysokiej dokładności (HAPS) na stronie 190 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)).

Jeśli porty nie są używane do obsługi innych urządzeń, można je również wykorzystać do przekazywania informacji z innych urządzeń RS232. Patrz rozdział SetNetGo w *Instrukcji obsługi aplikacji Fleet Operations Workspace Core*.

Pin No.	Designation	Notes
1, 4, 6, 9	No Connection	
2	RS232_USR#_RXD	# = 1 or 2
3	RS232_USR#_TXD	# = 1 or 2
5	GND	
7	RS232_USR#_RTS	# = 1 or 2
8	RS232_USR#_CTS	# = 1 or 2

6.2.2 Górne złącza tylne LD-250 Core

Na rysunku przedstawiono złącza na górnym tylnym panelu interfejsu LD-250 Core. Niektóre z tych złączy są dostępne do użytku klienta.



Rysunek 18: Tylny górny panel interfejsu LD-250 Core

ID	Connection	Type	Description
A	Lights	Mini-Fit 2 x 3	Connect to a supplied splitter that powers a buzzer using a default configuration, and provides power for a user-supplied light tower with 3 lights.
The following four functions are pins on the User Interface connector.			
B	Brake-release	Mini-Fit 2 x 7	Pins for user-supplied brake release
	ON		Pins for user-supplied ON button; same function as Operator Panel ON
	OFF		Pins for user-supplied OFF button; same function as Operator Panel OFF
	E-STOP		Pins for user-supplied E-Stop. Jumper if not used.
C	User Bumpers	Mini-Fit 2 x 4	Payload structure bumpers, user-supplied, connected between E-STOP_SRC and USER_BMP# (for each of the 6 inputs). Contacts 1 - 3 are for a front bumper, 4 - 6 for rear. Contacts should be 12 V @ 10 mA.
D	Aux Power	Mini-Fit 2 x 3	5, 12, and 20 VDC Outputs
E	User Power	Mini-Fit 2 x 6	Battery and switched battery power
F	Sonar 2	DB9M	Not used
G	HMI Panel	HDB15F	Operator screen, E-Stop, Brake_Rel, ON, OFF.
H	Joystick	DB9F	Directly connected to the externally-mounted Joystick port
I	Maint LAN	RJ45, Shielded	Directly connected to the externally-mounted Maintenance Ethernet, Auto-MDIX.
^a Molex Mini-Fit Jr™ 5557 series receptacles.			

6.2.2.1 Złącze joystick'a

Złącze DB9F joystick'a LD-250 Core jest zreplikowane na zewnętrznej części obudowy autonomicznego robota mobilnego pod małymi drzwiczkami z tyłu (patrz: *Funkcje robota LD-250* na stronie 12 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B)).

Joystick można wykorzystywać do ręcznego sterowania i mapowania.

6.2.2.2 Złącza zasilania

Akumulator robota LD-250 dostarcza przetworzone zasilanie 5, 12 i 20 V DC oraz nieprzetworzone zasilanie (akumulator) 22–30 V DC do układów elektronicznych akcesoriów robota LD-250, w tym do LD-250 Core i laserowego urządzenia LIDAR (Light Detection And Ranging).

Wszystkie złącza zasilania to złącza typu Mini-Fit®.

Patrz także *Pobór mocy* na stronie 79 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

Nominal	Qty	Actual	Maximum Current	Description
5 VDC	1	5 VDC±5%	1 A	Switched Aux power
12 VDC	1	12 VDC±5%	1 A	Switched Aux power
20 VDC	1	20 VDC±5%	1 A	Switched Aux power
22 - 30 VDC	2	battery	4 A	Switched
22 - 30 VDC	1*	battery	10 A	Switched
22 - 30 VDC	1*	battery	10 A	Safe, Switched
* 10 A Switched and 10 A Safe, Switched share the 10 A of current.				

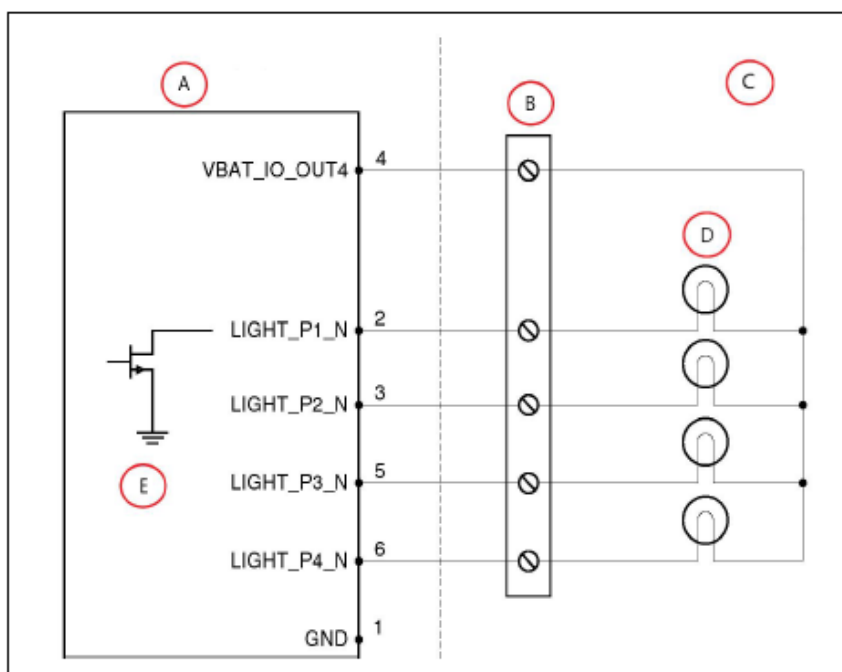
Każdy zasilacz jest wyposażony w diodę LED, która po zapaleniu wskazuje, że port jest aktywnie zasilany. Patrz *Wskaźniki stanu LD-250 Core* na stronie 132 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

Naciśnięcie przycisku wyłącznika awaryjnego E-Stop (lub zetknięcie czujnika tylnego lub zderzaka użytkownika z przeszkodą) powoduje odłączenie bezpiecznego napięcia 22–30 V DC.

6.2.2.3 ŚWIATŁA (sygnalizator świetlny)

Złącze Mini-Fit® 2 x 3 sygnalizatora świetlnego LD-250 Core umożliwia podłączenie sygnalizatora świetlnego lub innych kontrolki ostrzegawczych ładunku.

Pin	Designation	Notes	Pin	Designation	Notes
1	GND	Cable shield	4	VBAT_IO_OUT4	VBAT @ 0.5A Max (shared with DIO)
2	LIGHT_P1	Red	5	LIGHT_P3	Green
3	LIGHT_P2	Yellow or orange	6	LIGHT_P4	Buzzer



Callout	Description	Callout	Description
A	Standard Equipment	D	Typical User Load
B	Wiring Terminal Block	E	Equivalent Circuit
C	User-Supplied Equipment		

6.2.2.4 Interfejs użytkownika (hamulec i wyłącznik awaryjny E-Stop)

Złącze Mini-Fit® 2 x 7 interfejsu użytkownika LD-250 Core zapewnia obwody przycisków zwalniania hamulca, WŁ., WYŁ. i wyłącznika awaryjnego E-Stop.

Pin No.	Designation	Notes
1, 2, 3	FBAT_ALWAYS	Fused VBAT @ 500 mA
4	E-STOP_USR_1L	Short 4 & 11 to close E-STOP_USR_1
5	E-STOP_USR_2L	Short 5 & 12 to close E-STOP_USR_2
6	E-STOP_OUT_1L	Pins 6 & 13 short when E-STOP_CH1 is closed
7	E-STOP_OUT_2L	Pins 7 & 14 short when E-STOP_CH2 is closed
8	OFF_BUTTON	Short to FBAT_ALWAYS to signal OFF (min 1 s pulse)
9	START_BUTTON	Short to FBAT_ALWAYS to signal ON (min 1 s pulse)
10	MOTOR_BRAKE	Short to FBAT_ALWAYS for manual brake release
11	E-STOP_USR_1H	Short 4 & 11 to close E-STOP_USR_1
12	E-STOP_USR_2H	Short 5 & 12 to close E-STOP_USR_2
13	E-STOP_OUT_1H	Pins 6 & 13 short when E-STOP_CH1 is closed
14	E-STOP_OUT_2H	Pins 7 & 14 short when E-STOP_CH2 is closed

6.2.2.5 Zderzak użytkownika

Złącze Mini-Fit® 2 x 4 zderzaka użytkownika LD-250 Core zapewnia 6 obwodów opcjonalnych zderzaków ładunku dostarczonych przez użytkownika.

Pin No.	Designation	Notes
1	USER_BUMPER_1	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Front left bumper sensor.
2	USER_BUMPER_2	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Front center bumper sensor.
3	USER_BUMPER_3	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Front right bumper sensor.
4	USER_BUMPER_4	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Rear right bumper sensor.
5	USER_BUMPER_5	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Rear center bumper sensor.
6	USER_BUMPER_6	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Rear left bumper sensor.
7, 8	E-STOP_SRC	12 V E-STOP Source Output @ 10 mA

6.2.2.6 Zasilanie dodatkowe

Złącze Mini-Fit® 3 x 2 zasilania dodatkowe LD-250 Core zapewnia dodatkowe wyjścia zasilania. Patrz także *Pobór mocy* na stronie 79 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B), gdzie określono limity poboru mocy.

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1, 2, 3	GND		
4	AUX_5V_OUT	Aux_5V	5 V @ 1 A max
5	AUX_12V_OUT	Aux_12V	12 V @ 1 A max
6	AUX_20V_OUT	Aux_20V	20 V @ 1 A max

6.2.2.7 Moc użytkownika

Złącze Mini-Fit® 2 x 6 zasilania użytkownika LD-250 Core zapewnia zasilanie akumulatorowe urządzeń ładunkowych. Patrz także *Pobór mocy* na stronie 79 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B), gdzie określono limity poboru mocy.

WAŻNE: naciśnięcie wyłącznika awaryjnego E-Stop powoduje przerwanie wyjścia zasilania na stykach 11 i 12 (SAFE_VBAT_OUT). Jest to przydatny sposób odcięcia zasilania autonomicznego robota mobilnego i urządzeń ładunkowych.

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1, 2, 3, 4, 5, 6	GND		
7	SW_VBAT_OUT1	Battery_Out_1	VBAT @ 4 A max (switched in SW)
8	SW_VBAT_OUT2	Battery_Out_2	VBAT @ 4 A max (switched in SW)
9, 10*	SW_VBAT_OUT34	Battery_Out_3_and_4	VBAT @ 10 A max (switched in SW) Limit to < 5 A per pin.
11, 12*	SAFE_VBAT_OUT		SW_VBAT_OUT34 gated by dual-channel E-STOP relays
*9, 10, 11, and 12 share the 10 A of current.			

6.2.2.8 Panel HMI (panel operatora)

Złącze HDB15F panelu HMI LD-250 Core zawiera obwody ekranu panelu operatora i jego przycisków (Wł., WYł., WYŁĄCZNIK AWARYJNY oraz zwolnienie hamulca).

Pin No.	Designation	
	Hardware	Software
1	RS422_HMI_TX+	
2	RS422_HMI_TX-	
3	MOTOR_BRAKE	
4, 5	E-STOP_FP_1H, _2H	
6	RS422_HMI_RX+	
7	RS422_HMI_RX-	
8	START_BUTTON	
9, 10	E-STOP_FP_1L, _2L	
11	HMI_5V_SW	HMI_Power
12, 14	GND	
13	OFF_BUTTON	
15	FBAT_ALWAYS	

W przypadku korzystania z opcjonalnego ekranu dotykowego zamiast panelu operatora port ten może być używany jako złącze niestandardowe. Firma OMRON zaleca jednak korzystanie z portu interfejsu użytkownika przeznaczonego do dostosowywania. Patrz: *Interfejs użytkownika (hamulec i wyłącznik awaryjny E-Stop)* na stronie 103 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

Ważne uwagi dotyczące dostosowywania tego portu:

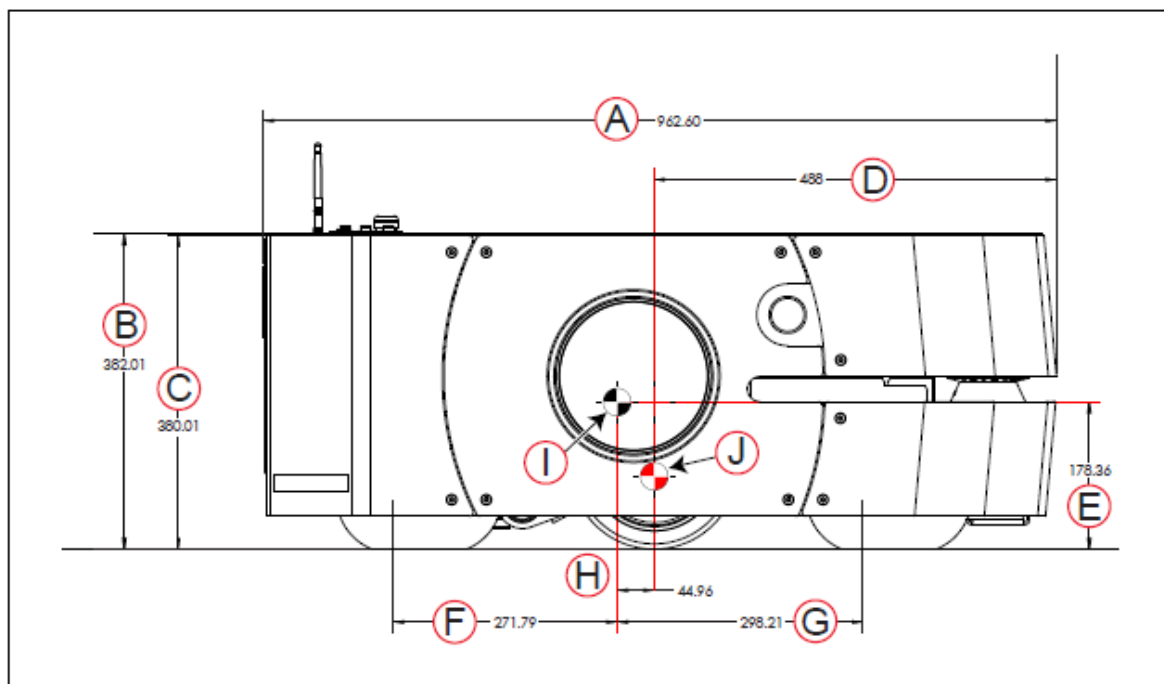
- Należy użyć przycisków dla funkcji Wł. (Start), WYł., zwolnienie hamulca i wyłącznika awaryjnego E-Stop lub przynajmniej połączyć obwód wyłącznika awaryjnego E-Stop za pomocą zworki o numerze części: 13387-000. Należy podłączyć tę zworkę do przewodu panelu operatora, a nie bezpośrednio do LD-250 Core.
- Nie można korzystać ze złączy danych RS-422.

6.2.2.9 Sonar 1

Złącze DB9M sonaru 1 LD-250 Core jest podłączone do czujnika tylnego w robocie LD-250.

7 Dane techniczne

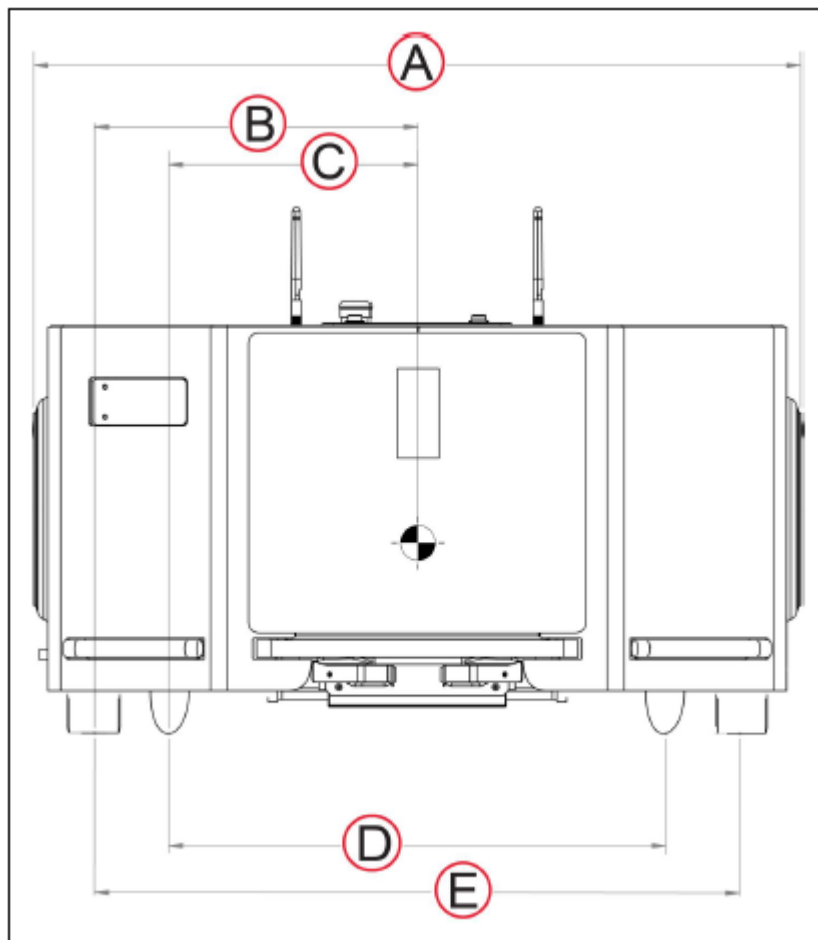
7.1 Rysunki wymiarowe



Rysunek 19: Wymiary długości od strony autonomicznego robota mobilnego

Callout	Description	MM	Inch
A	Length	963	38
B	Height to top cover plate	383	15
C	Height to load bars in the payload bay	380	15
D	Front to wheel axis	488	19
E	Center of gravity to the floor	178	7
F	Rear caster axle to center of gravity	272	11
G	Front caster axle to center of gravity	298	12
H	Wheel axis to center of gravity	45	2
I	Center of gravity	N/A	N/A
J	Center of rotation	N/A	N/A

7.1.1 Wymiary szerokości



Rysunek 20: Wymiary szerokości z tyłu autonomicznego robota mobilnego

Callout	Description	MM	Inch
A	Width, including light discs	718	28
B	Drive wheel to center of gravity	301	12
C	Caster to center of gravity	232	9
D	Caster wheelbase	465	18
E	Drive wheel wheelbase	605	35

7.1.2 Masa podzespołu

Mass Characteristic	kg	lbs
Vehicle weight with skins and battery installed	146	321.9
Vehicle weight without skins	126	277
Battery weight	18.5	41

7.1.3 Możliwości

	LD-250Capability	Value
	Vehicle Max Speed	1.2 m/sec
	Run time	8-10 hours

UWAGA: Aby uzyskać informacje na temat umiejscowienia i wymiarów mocowania ładunku, patrz również Struktury ładunkowe (Rozdział 5).

7.2 Specyfikacje zabezpieczeń LD-250

7.2.1 Wymiary fizyczne

Description	Specification
Default LengthFront	488 mm
Default Lengthrear	480.8 mm
Rating	
IP Rating	IP20
Cleanroom rating	None
Joystick IP rating	IP56
Drive Train	
Drive wheels	Aluminum with polyurethane tread
Passive Casters	2 front, 2 rear, ESD
Brakes	2 (one each motor)
Steering	Differential

7.2.2 Wydajność

Description	Specification
Performance	
Max payload – level	250 Kg
AMR Radius	1050 mm
Swing radius (see note below)	525 mm
Turn radius	0 degrees
Translational speed, max	1200 mm/sec
Rotational speed, max	120 degrees/sec
LIDAR Stop position repeatability	+/-100 mm

Description	Specification
Triangle Target Drive Stop position repeatability	+/-50 mm
Traversable step, max ^a	10 mm
Traversable gap, max	15 mm
Climb grade.	3% (Frequent operation on grades affects battery duration.)
Traversable terrain	Generally, "wheelchair accessible"
Noise Level - Ambient	38 Db(A)
Noise Level - Peak	60 Db(A)
Minimum floor flatness ^b	F _F 25 (based on the ACI 117 standard)
Battery	
Run-time	8 hrs
Typical Lifespan	2000 charge cycles
Weight	19 Kg
Voltage	22-30 VDC
Capacity	72 Ah (Battery cell nominal)
^a Steps should have smooth, rounded profiles. A speed limit of 600 mm/s is required for traversing steps. Faster or frequent driving over such steps or gaps will shorten the lifespan of the drive train components. Lower speeds may not traverse the step.	
^b ACI 117 is the American Concrete Institute's standard for concrete floors. F _F is flatness, F _L is the level. Higher F _F numbers represent flatter floors. F _F 25 is a fairly lenient specification.	

7.2.3 Zwisające ładunki i promień obrotu autonomicznego robota mobilnego

Jeśli ładunek wystaje poza domyślny obrys LD-250, zmienia promień obrotu autonomicznego robota mobilnego i wykładniczo wpływa na maksymalną bezpieczną prędkość obracania. Jeśli rozmiar autonomicznego robota mobilnego znacznie się zwiększy, może być konieczne dostosowanie maksymalnej prędkości obrotowej autonomicznego robota mobilnego w celu utrzymania prędkości na poziomie 300 mm/s lub niższym.

W przypadku zwiększenia domyślnego promienia obrotu autonomicznego robota mobilnego należy zmniejszyć wartość parametru **HeadingRotSpeed**, aby skompensować zwiększony rozmiar i zwiększoną prędkość obracania.

Na przykład w przypadku zwiększenia promienia autonomicznego robota mobilnego do 625 mm wartość v reprezentuje liniową prędkość progową 300 mm/s:

$$\omega = v / \text{obr.}$$

$$\omega = (300 \text{ mm/s}) / (625 \text{ mm}) = 0,48 \text{ rad/s}$$

$$\omega = 0,48 \text{ rad/s} * 180/\pi = 27,5 \text{ stopnia/s}$$

W MobilePlanner ustawić wartość parametru **HeadingRotSpeed** na 27,5 stopnia/s.

7.2.4 Czujniki

Description	Specification
Sensors	
Safety Scanning Laser	<p>1 at front of LD-250</p> <p>Single horizontal plane, parallel to the floor at a height of 190 mm (7.48 inches).</p> <p>601 beam readings in a 240° field of view (0.4 degrees per beam).</p> <p>Maximum safety protection range of 3 m (9.8 ft).</p> <p>Maximum distance for range readings of 15 m (49 feet).</p> <p>Class 1, eye-safe. PLd Safety per ISO-13849</p>
Position encoders	One encoder for operation and navigation. A second encoder for safety.
Analog gyroscope (LD-250 Core)	320 deg/sec max rotation
Rear sensor	<p>1 at rear of LD-250</p> <p>The sensor has right, center, and left segments. (MobilePlanner indicates which segment is activated by an obstacle.)</p>
Low Front Laser (Toe Laser)	1 in toe-laser well.
Side Lasers (option)	<p>One rear-facing.</p> <p>2 on sides of payload structure, user-mounted.</p>
Upward-facing camera (Acuity option)	1 on payload structure, user-mounted
Payload Structure bumpers (option)	6 inputs, user-designed and mounted sensors (3 front, 3 rear)

7.2.5 Zgodność z przepisami ESD

Robot LD-250 posiada ścieżkę uziemienia ESD przez kółka samonastawne. Metoda ta nie jest zgodna z normą IEC, mimo że jest odpowiednia do ochrony robota LD-250 i innych urządzeń, z którymi się styka.

Należy utrzymywać podłogę i kółka samonastawne w czystości, aby zapewnić odpowiednią przewodność. Patrz:

- *Czyszczenie kółek samonastawnych ESD* na stronie 156 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).
- *Środowisko i podłoga* na stronie 115 (Podręcznik użytkownika platformy LD-250, wersja B).

7.3 Dane techniczne stacji dokującej

Description	Specification
Current	8 A
Circuit protection	Thermal circuit breaker rated at 10A (IEC) or 15A (UL).
Contacts	2
Voltage	100-240 VAC, 50/60 Hz
Power consumption	800 W
Short circuit current rating (SCCR)	Fuse: 1500 A, Circuit Breaker 2000 A
Humidity	5% to 95% non-condensing
Temperature	5 to 40°C (41 to 104°F)
Dimensions - WxDxH with Floor plate	349 x 369 x 315 mm [13.75 x 14.5 x 12.4 inches] 495 x 495.5 x 317 mm [16 x 19.5 x 12.5 inches]
Weight	8.2 kg (18 lbs)
Mounting	Wall bracket, directly to floor, or on floor with floor plate
Indicators	Power on - blue Charging - amber
Connector	For manual charging of spare batteries

UWAGA: robot LD-250 może również korzystać ze starszych modeli stacji dokujących z bezpiecznikiem 10 A z opóźnieniem czasowym.

OMRON Robotics and Safety Technologies, Inc.

4225 Hacienda Drive
Pleasanton, CA 94588 U.S.A.
Tel: (1) 925-245-3400/Fax: (1) 925-960-0590
Contact: www.ia.omron.com

Authorized Distributor:

© OMRON Corporation 2020. All Rights Reserved.
In the interest of product improvement,
specifications are subject to change without notice.