

Seria Archer

System Oznakowania Laserowego

Instrukcja obsługi



Spis treści

Rozdział 1 Bezpieczeństwo	3
Nalepki bezpieczeństwa	4
System blokady bezpieczeństwa	7
Symbole i określenia dotyczące bezpieczeństwa	8
Rozdział 2 Zawartość opakowania	9
Rozdział 3 Numery identyfikacyjne twojego lasera	10
Rozdział 4 Instalacja i podłączenie.....	11
Instalacja	11
Środowisko działania	11
Wyizewy	12
Środki ostrożności	12
Podłączenie	13
Obsługa.....	14
Rozdział 5 Ustawianie odległości ogniskowej wiązki laserowej	17
Urządzenia klasy I	17
Urządzenia klasy IV.....	17
Rozdział 6 Konserwacja	18
Konserwacja i przegląd	18
Czyszczenie	20
Czyszczenie głowicy markera	21
Rozdział 7 Wymogi i wymiary.....	22
Rozdział 8 Usuwanie usterek	23
Rozdział 9 Konserwacja kabla światłowodu	25
Rozdział 10 Gwarancja	26
Rozdział 11 BEZPIECZEŃSTWO LASERA	28
Rozdział 13 Zdalne sterowanie	29
Rozdział 12 Aneks A, Oprogramowanie dla klienta.....	37
Rozdział 13 Aneks B, Wejście analogowe	40
Rozdział 14 Promieniowanie laserowe	40
Sprzęt do ochrony oczu i twarzy przed promieniowaniem laserowym.....	42
Klasy bezpieczeństwa	56

Adnotacja:

Sprzęt ten został przetestowany i spełnia warunki dla klasy A urządzeń cyfrowych, zgodnie z częścią 15 przepisów FCC (Federalnej Komisji Łączności). Przepisy te zostały ustanowione, aby zapewnić skuteczną ochronę przed szkodliwymi zakłóceniami podczas pracy i instalowania urządzenia.

Urządzenie to wytwarza, zużywa i może emanować energię o częstotliwości radiowej, dlatego też, jeżeli nie jest zainstalowane i używane zgodnie z instrukcją może spowodować szkodliwe zakłócenia w komunikacji radiowej. Jeżeli urządzenie spowoduje tego typu zakłócenia jego użytkownik jest zobowiązany do ich usunięcia.

Wprowadzenie:

Dziękujemy za zakup urządzenia firmy RMI- Archer.

Prosimy rzetelnie zapoznać się z niniejszą instrukcją przed zainstalowaniem i uruchomieniem urządzenia.

Sz szczególnie uważnie prosimy przeczytać część dotyczącą bezpieczeństwa obsługi.

Prosimy o kontakt mailowy, telefoniczny lub pocztowy.

Email: laser@rmico.com

Phone: 303 664 9000

RMI Laser LCC – Customer Service

106 Laser Drive, Bidg. 2

Lafayette, CO 80026

RMI Laser Polska – Obsługa Klienta

inż. Ireneusz Kaszubowski

Email: biuro@rmilaser.eu

81-615 Gdynia

Ul. Rolnicza 14

Tel./fax +48 58 711 68 81

Poland

Rozdział 1

Bezpieczeństwo

Niniejsze urządzenie zawiera supernowoczesny pracujący na diodach półprzewodnikowy laser produkujący intensywne, niewidoczne promieniowanie laserowe o długości fali 1064 nm w okolicy widma podczerwieni. Urządzenie Archer zostało zaprojektowane jako urządzenie klasy IV. Niewłaściwe użycie przełączników i regulacji lub postępowanie niezgodne z instrukcją może doprowadzić do ryzykownego narażenia się na promieniowanie laserowe.

Przy obsłudze urządzenia należy zawsze pamiętać o postępowaniu zgodnym z środkami bezpieczeństwa.

1. Wystawienie się na promieniowanie laserowe może doprowadzić do oparzenia oraz spowodować poważne uszkodzenia wzroku. Nawet, jeżeli urządzenie zostało zaprojektowane w najwyższej klasie bezpieczeństwa (Class I) wskazane jest, aby osoba obsługująca urządzenie używała okularów ochronnych. Zawsze należy ochraniać wzrok przy gęstości optycznej 5 i więcej przy długości fali 1064 zarówno w trakcie obsługi, serwisowania jak i naprawy urządzenia. Nie należy przystępować do naprawy systemu bez zgody lub nadzoru personelu firmy RMI LASER Division's. W trakcie działania urządzenia skóra nie może znaleźć się w obszarze znakowania laserowego. Właściwa obsługa oraz dbałość o system decyduje o bezpieczeństwie ludzi znajdujących się w obrębie działania urządzenia.
2. Stanowczo zalecamy, aby system laserowy był obsługiwany w oddzielnym obszarze pracy. Jeżeli jest zakupiony jako urządzenie klasy IV instalator jest odpowiedzialny za podporządkowanie się procedurom instalacji oraz musi wyznaczyć urzędnika odpowiedzialnego za bezpieczeństwo.
3. System może być uruchomiony tylko w przypadku ciągłego nadzorowania procesu znakowania. Wystawienie na działanie promienia laserowego może spowodować zapalenie się materiałów. Prawidłowo działająca gaśnica musi znajdować się ciągle w zasięgu ręki.
4. Obsługa i dbałość o system laserowy musi się odbywać zgodnie z instrukcją.
5. Niebezpieczne napięcie oraz przepływ prądu ma miejsce w obrębie urządzeń elektronicznych i laserowych systemu. Dostęp do tych urządzeń jest zakazany dla wszystkich osób za wyjątkiem specjalnie wyszkolonych w fabryce produkującej urządzenie.
6. Proces znakowania laserowego może wytwarzać toksyczne wyziewy lub produkować toksyczne cząsteczki. Sugeruje się zapewnić właściwy system odprowadzania wyziewów oraz system filtracji powietrza. W celu uzyskania szczegółowych informacji należy skontaktować się z RMI LASER Division

System laserowy został zaprojektowany w zgodzie z przepisami FDA CDRH (Centrum Urządzeń i Zdrowia Radiologicznego). Jeżeli mają Państwo jakieś pytania związane z bezpieczeństwem urządzenia należy skontaktować się z RMI LASER Division przed przystąpieniem do obsługi urządzenia.

Nalepki bezpieczeństwa

Centrum Urządzeń i Zdrowia Radiologicznego (CDRH) wymaga, aby stosowne nalepki bezpieczeństwa były przyklejone do wszystkich częściach zabezpieczających dostęp do wiązki laserowej. Nalepki mają ostrzegać personel przed usunięciem pokryw. Dodatkowe naklejki są przymocowane wewnątrz systemu tak, że są widoczne po usunięciu pokryw. Nalepki identyfikacyjne wskazujące nazwę producenta, datę produkcji, opis produktu, numer modelu, numer serii oraz potwierdzenie zgodności produktu również muszą znajdować się na produkcie. Firma RMI LASER Division stosując się do przepisów CDRH umieszcza stosowne nalepki bezpieczeństwa na wszystkich swoich produktach.

W żadnym wypadku nalepek tych nie należy usuwać.

Jeżeli z jakichś powodów nalepki zostały usunięte lub zniszczone należy skontaktować się z firmą RMI LASER Division lub z lokalnym reprezentantem firmy.

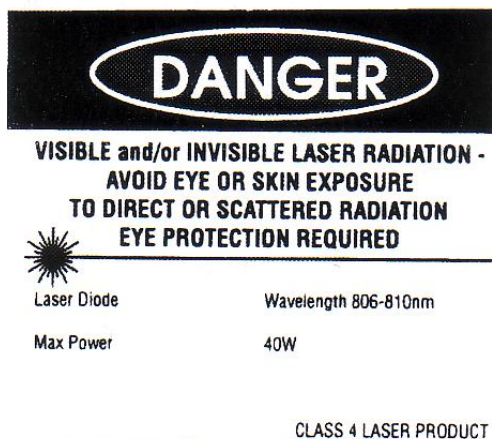
Nalepki zostaną dostarczone bez żadnych dodatkowych kosztów.

RMI Laser Division.
106 Laser Dr., Lafayette, CO 80026
Model Number:
Serial Number:
Manufacture Date:
Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11
MADE IN USA

1. Nalepka identyfikacyjna producenta. Urządzenie sterujące i marker. Lokalizacja nalepki: a - urządzenie sterujące, prawy panel, dolny prawy róg, b – marker, panel tylny, po środku.



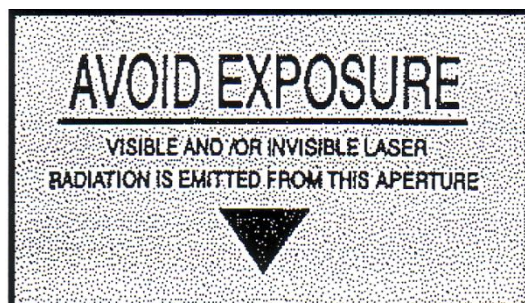
2. Ostrzeżenie o niebezpieczeństwie na urządzeniu sterującym. Lokalizacja nalepki: urządzenie sterujące, prawy panel, dolny lewy róg. 16W dla Archera 5W lub 40W dla 15W urządzenia sterującego Archer S (dla urządzenia sterującego Archer S pokazane jest 40W)



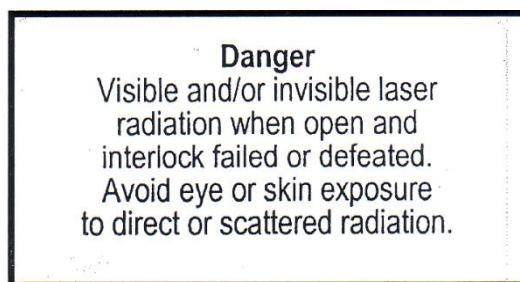
3. Ostrzeżenie o niebezpieczeństwie dla urządzeń klasy I. Lokalizacja nalepki: głowica Markera, z przodu zaokrąglonej powierzchni. Nalepka ta stosowana jest przy systemach znakowania klasy I. 5W Archer S lub 15W Archer. (pokazane jest 5W).



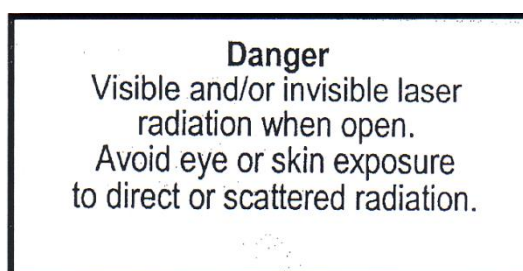
4. Ostrzeżenie o niebezpieczeństwie na markerze. Lokalizacja nalepki: głowica markera, Z przodu zaokrąglonej powierzchni. Nalepka ta jest stosowana przy systemach znakowania klasy IV. 5W Archer S lub 15W Archer. (pokazane jest 5W).



5. Nalepka na przesłonie. Lokalizacja: urządzenie sterujące. Na izolacji diody laserowej i na końcu światłowodu z urządzenia sterującego. Lokalizacja: marker, na powierzchni oprawy soczewki f-theta poniżej płyty głównej markera.



6. Nalepka zabezpieczająca na osłonie. Lokalizacja: górna, środkowa część klapki chroniącej dostępu do przegrody urządzenia klasy I. Górna prawa część obszaru oprawy przegrody w urządzeniach klasy I przy otwartych drzwiczkach dostępu.



7. Nalepka zabezpieczająca na osłonie. Lokalizacja: wewnątrz pokrywy markera.
Dolna środkowa część pokrywy blokady optycznej.
Centralna pozycja na pokrywie blokady luster połączonych.



8. Nalepka unieważniająca gwarancję. Lokalizacja: pokrywa rezonatora wewnątrz głowicy znakującej.
Dolna centralna część pokrywy rezonatora. Część naklejki przechodzi na przedni panel rezonatora.



9. IEC 417-5019 symbol uziemienia. Lokalizacja: podstawa urządzenia sterującego, lewa strona przylegająca do spodniej części podstawy. Zewnętrzna oprawa podstawy urządzenia sterującego przylegająca do części spodniej. Nalepka jest zakryta górną pokrywą urządzenia sterującego.

System blokady bezpieczeństwa

Urządzenia klasy I systemów znakujących Archer posiadają dodatkowo zabezpieczającą blokadę obwodów, która automatycznie zamyka wiązkę laserową w sytuacji, kiedy którakolwiek z kłapek zabezpieczających jest otwarta. Nie próbuj pokonywać blokady.

Należy postępować zgodnie z środkami ostrożności.

OSTRZEŻENIE: Pod żadnym pozorem nie próbuj zmieniać lub pokonywać blokady systemu ponieważ może wiązać się to z narażeniem się na niebezpieczne promieniowanie. Należy unikać wystawiania skóry bezpośrednio w obszarze grawerowania. Wiązka laserowa jest niewidoczna i niebezpieczna. Niewłaściwa ochrona oczu może prowadzić do poważnego uszkodzenia wzroku. Dokonywanie zmian lub próby pokonywania blokad bezpieczeństwa prowadzą do utraty gwarancji na dany produkt.

Ostrzeżenie o niebezpieczeństwie dla osób obsługujących LASER

Laser użyty w urządzeniu znakującym produkuje światło laserowe o długości fali 1064nm, które jest niewidoczne dla ludzkiego oka. Dioda lasera produkuje światło laserowe o długości 808nm, które jest widoczne dla oka ludzkiego. Obie z tych wiązek laserowych mogą być niebezpieczne i potencjalnie śmiertelne. Choć w urządzeniach klasy I niebezpieczeństwo wiązki laserowej jest całkowicie powstrzymane zawsze należy zachować ostrożność przy obsługiwaniu urządzenia do znakowania. Nie należy przystępować do obsługi urządzenia kiedy może pojawić się jakakolwiek możliwość pojawienia się promieniowania lub odbicia promieni lasera w kierunku osób postronnych lub osób obsługujących urządzenie bez odpowiedniego zabezpieczenia.

Personel obsługujący urządzenie musi przez cały czas nosić ubranie ochronne łącznie z okularami zabezpieczającymi przed promieniowaniem laserowym. Od tej zasady nie ma żadnych wyjątków.

Cały potencjalnie narażony na promieniowanie personel musi być chroniony w każdej sytuacji, w której może pojawić się niebezpieczeństwo promieniowania laserowego. W sprawie dalszych szczegółów prosimy odnieść się do kopii ANSI dokumentu Z136.1. Należy stosować się ściśle do wskazówek udzielonych w tym dokumencie.

W urządzeniu sterującym nie ma żadnych części, komponentów, podsystemów, które użytkownik mógłby wymienić samodzielnie. W obrębie urządzenia istnieje śmiertelne napięcie prądu stałego (DC) oraz prądu zmiennego (AC). **Pod żadnym pozorem nie należy otwierać pokryw ochronnych, dokonywać zmian i modyfikacji w obrębie lasera ponieważ może to prowadzić do poważnych obrażeń łącznie ze śmiercią oraz prowadzi do unieważnienia gwarancji na produkt. Absolutnie nie wolno przystępować do demontażu lasera bez nadzoru autoryzowanego personelu.**

Natychmiast po rozpakowaniu urządzenia należy upewnić się, że nie nastąpiły żadne uszkodzenia w trakcie transportu. W przypadku odkrycia uszkodzenia należy zachować opakowanie na wypadek gdyby urządzenie wymagało naprawy lub w celu dokonania zwrotów kosztów wynikających z uszkodzeń podczas transportu.

Symbole i określenia dotyczące bezpieczeństwa



1. Uwaga niebezpieczeństwo lub zagrożenie.



2. Uwaga wysokie napięcie.



3. Wymagana ochrona oczu szklami o określonej gęstości optycznej.



4. Wszelkie naprawy, rozmontowywanie i dokonywanie zmian przez klienta zabronione.



5. Nie umieszczaj rak w obszarze znakowania kiedy laser jest włączony ponieważ może prowadzić to do oparzeń skóry.

Rozdział 2

Zawartość opakowania

Oto lista elementów składających się na całość urządzenia do znakowania ARCHER/ARCHER S

- Urządzenie sterujące
- Przewód zasilający
- Kabel zasilający (300-00360) od urządzenia sterującego do markera
- Kabel blokady markera (300-00240)
- Instrukcja obsługi systemu
- Instrukcja obsługi oprogramowania komputerowego
- Klucz do wyłącznika klucowego
- Głowica markera z soczewkami F-theta
- Karta i kabel PCMCIA (Międzynarodowego Stowarzyszenie Producentów Kart Pamięci Komputerów Osobistych)
- Płyta CD z oprogramowaniem
- Wyposażenie dodatkowe – laptop, komputer PC
- Dodatkowa opcja dla głowicy markera – przegroda dla urządzeń klasy I, stojak.

Uwaga: Obsługa firmy RMI LASER Division lub autoryzowany reprezentant zainstaluje pierwszy system dostarczony do każdego klienta. Proszę nie próbować samodzielnego rozpakowywania i składania systemu; w zaistniałej sytuacji RMI LASER nie gwarantuje optymalnego funkcjonowania. Prosimy zachować opakowanie na wypadek transportowania lub konieczności powtórnego zapakowania systemu.

Rozdział 3

Numery identyfikacyjne twojego lasera

Podane poniżej numery są charakterystyczne tylko dla twojego lasera. Numer modelu i serii powinien być podany w przypadku konieczności serwisowania urządzenia. Całościowe rozmiary regulacji powinny zostać wprowadzone do oprogramowania (patrz – instrukcja obsługi oprogramowania) aby zapewnić właściwą dokładność lasera.

Nazwa modelu	Archer S
Numer modelu	F-00408QS
Numer seryjny urządzenia sterującego	C06341011
Numer seryjny rezonatora	R06300732
Numer seryjny markera	M06340692
Moc 808nm	41.9W @ 47A
Moc 1064nm	13.8W @ 40A
Całościowa regulacja rozmiaru osi X	1.524
Całościowa regulacja rozmiaru osi Y	1.548
Całościowa regulacja środka osi X	N/A
Całościowa regulacja środka osi Y	N/A

Adnotacja: całościowa regulacja rozmiaru jest specyficzna dla danego typu urządzenia.

Nie próbuj stosować innych rozmiarów regulacji od tych, podanych powyżej.

Rozdział 4

Instalacja i podłączenie

Personel firmy RMI LASER Division dokona pierwszego zainstalowania i podłączenia urządzenia.

Instalacja

- Umieść podstawę dla głowicy markera na równej powierzchni.
- Umieść głowicę markera na podstawie.
- Przymocuj głowicę do podstawy używając śrub #10-32 oraz podkładek. Śruby powinny być ręcznie dociśnięta plus ¼ obrotu.
- Połącz przewodem elektrycznym wyjście AC (prądu zmiennego) na urządzeniu sterującym i markerze z odpowiednim gniazdkiem AC. Rekomenduje się zastosowanie stabilizatorów napięcia.

Środowisko działania

Przed zainstalowaniem i przystąpieniem do obsługi urządzenia należy dopilnować, aby środowisko pracy zgodne było z następującymi wskazówkami.

- Należy unikać miejsc, w których system byłby narażony na wysoki poziom wibracji, wilgotności, hałas z urządzeń elektrycznych, kurz, tłuste opary lub inne substancje zanieczyszczające.
- Urządzenie jest wyposażone w termoelektryczny system chłodzenia. Chociaż urządzenie funkcjonuje prawidłowo w zakresie temperatury od 15C do 35C zaleca się, aby urządzenie pracowało w temperaturze otoczenia między 16C a 24C.
- Dla bezpiecznej obsługi urządzenia konieczne jest zapewnienie właściwej wentylacji zarówno dla głowicy markera, jak i urządzenia sterującego. Należy upewnić się, że istnieje minimum 5cm wolnej przestrzeni wokół głowicy znakującej oraz z tyłu urządzenia sterującego w celu zapewnienia właściwego przepływu powietrza. Przestrzeń ta powinna być zachowana również ze względu na zachowanie dostępu do przełączników znajdujących się na tylnym panelu markera i urządzenia sterującego.
- Urządzenie sterujące i głowica markera są połączone za pomocą 2m kabla światłowodowego. Kabel częściowo jest połączony wewnętrznie w urządzeniu sterującym. Przepisy mówią o tym, że maksymalna odległość między markerem a urządzeniem sterującym nie powinna przekraczać 1.5 metra. W przypadku instalacji wymagającej oddzielenia urządzenia sterującego od markera nie więcej niż 2 metry. Przepisy nakazują wówczas umieszczenie dodatkowych ostrzeżeń o emisji promieniowania zarówno na urządzeniu sterującym, jak i markerze.

Wyziewy

Urządzenie ARCHER/ARCHER S wymaga zewnętrznego wyciągu, jeżeli jest instalowane jako urządzenie klasy I.

Powinien zostać użyty sztywny przewód pomiędzy systemem próżniowym a urządzeniem znakującym.

Rury odprowadzające powinny być rozłożone tak, aby miały jak najmniej zagięć oraz obudowane.

Należy użyć przewodu, który średnicą będzie pasował do urządzenia odprowadzającego spaliny.

Nie należy łączyć sztywnego przewodu bezpośrednio z urządzeniem do znakowania.

Wibracje z wentylatora zostaną zredukowane jeżeli na końcu przewodu użyje się krótkiego kawałka przewodu elastycznego.

Uwaga!

Użyj wentylatora. Przy znakowaniu niektórych materiałów mogą gromadzić się toksyczne spaliny.

Środki ostrożności

Uwaga!

Wydziel i zagospodaruj oddzielne, zamykane miejsce do pracy.

Uwaga!

Używaj specjalnych okularów ochronnych.

Korzystając z urządzeń klasy IV używaj okularów ochronnych. Chroń oczy szklami o gęstości optycznej 5 lub więcej w zależności od długości fali.

Uwaga!

Nie włączaj urządzenia bez zabezpieczenia światłowodu. Narażenie się na bezpośrednie promienie lasera może prowadzić do poważnych obrażeń, takich jak ślepota.

Podłączenie

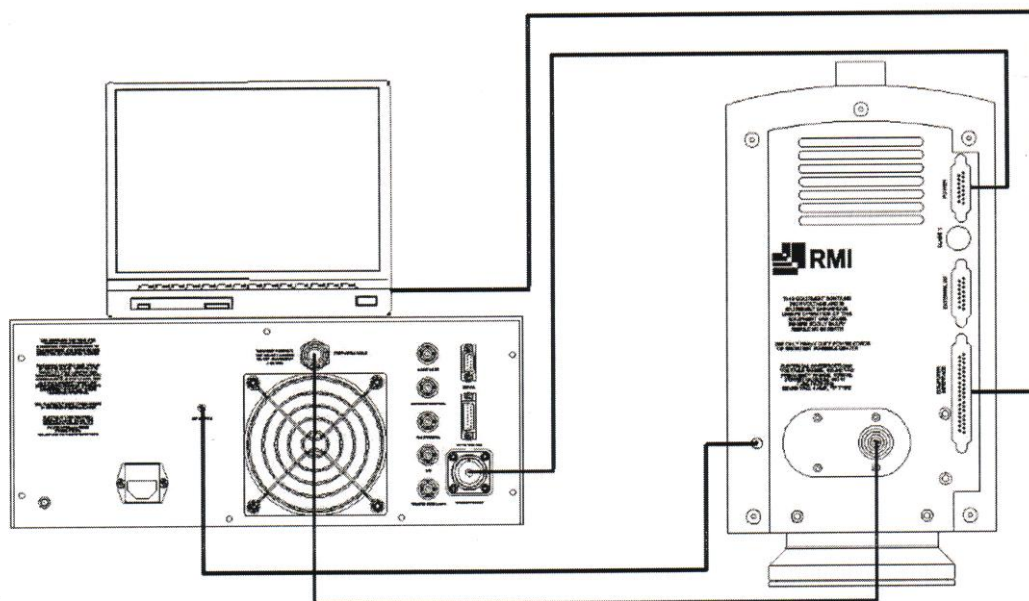
Ostrzeżenie

Nie próbuj podłączać ani rozłączać kabla światłowodowego, tylko specjalnie przygotowany personel RMI LASER Division jest upoważniony do manipulowania kablem światłowodowym.

1. Umieść urządzenie sterujące na stanowisku (rys.1 str).
 - a) Sprawdź, czy wyłącznik z przodu urządzenia sterującego znajduje się w pozycji OFF (O) – wyłączone.
 - b) Przyłącz kabel elektryczny do urządzenia sterującego.
 - c) Upewnij się, że kabel został podłączony do uziemionego, zabezpieczonego przed zmianami napięcia gniazdka. Zaleca się użycie właściwego, uziemionego urządzenia UPS.
 - d) Przyłącz kabel RF (300-00240) do urządzenia sterującego.
 - e) Przyłącz kabel zasilający (300-00360) do urządzenia sterującego.
2. Umieść głowicę znakującą i komputer PC na stole (rys.1)
 - a) Sprawdź, czy wyłącznik z tyłu głowicy znakującej znajduje się w pozycji OFF (O) – wyłączone.
 - b) Upewnij się, że kabel został podłączony do uziemionego, zabezpieczonego przed zmianami napięcia gniazdka. Zaleca się użycie właściwego, uziemionego urządzenia UPS.
 - c) Podłącz kabel światłowodowy do głowicy znakującej (patrz ostrzeżenie poniżej).
 - d) Przyłącz kabel RF (300-00240) do głowicy znakującej.
 - e) Przyłącz kabel zasilający (300-00360) do głowicy znakującej.
 - f) Przyłącz kabel karty PCMCIA do głowicy znakującej.
 - g) Umieść wtyczkę BNC w pozycji Class I na głowicy znakującej jeżeli używasz systemu w trybie Class IV, w przeciwnym razie przyłącz marker za pomocą kabla załącznika.
3. Włóż kartę PCMCIA do komputera.
4. Przyłącz kabel karty PCMCIA do komputera (rys. 1).

Ostrzeżenie:

- **Usuń przykrywkę ochronne z kabla światłowodowego i złączki światłowodowej z tyłu głowicy znakującej (zachowaj dla ewentualnego przyszłego transportu). Nie dotykaj błyszczącej końcówki światłowodu. Obce materiały mogą zarysować powierzchnię światłowodu, co może spowodować spalenie włókna lub podobne uszkodzenia.**
- **Połącz końcówkę światłowodu z głowicą znakującą. Wyceluj końcówkę kabla światłowodu w gniazdko w zagłębieniu lasera. Delikatnie wsadź światłowód i dokręć mocno palcami nakrętkę.**
- **Upewnij się, że kabel światłowodu został wsadzony prosto do gniazdka głowicy znakującej aby zapobiec porysowaniu lub innym zniszczeniom czubka kabla światłowodu.**



Rys.1 Schemat połączenia kabli

Obsługa

Włączanie i wyłączanie urządzenia (ON/ OFF)

Urządzenie ARCHER/ ARCHER S składa się z głowicy znakującej, urządzenia sterującego diodą znakującą i komputera osobistego. Głowica znakująca jest zasilana z urządzenia sterującego za pośrednictwem kabla zasilania i nie ma oddzielnego wyłącznika.

Prosimy włączać i wyłączać urządzenie zgodnie z poniższą procedurą.

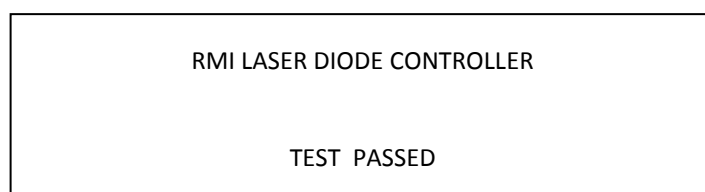
Włączanie urządzenia

Krok 1 - Włącz komputer. Włącz oprogramowanie LASER.

Krok 2 - Wsadź kluczyk do urządzenia sterującego i przekręć na pozycję ON (zgodnie z ruchem wskazówek zegara).

Krok 3 - Włącz urządzenie sterujące. Światelko na górze głowicy znakującej powinno się zapalić.

Wyłącznik jest umieszczony na przednim panelu. Kiedy zasilanie jest włączone system załącza się i na ekranie pojawi się następujący napis.



Kiedy test diagnostyczny zakończy się pojawi się napis ENTER PASSWORD (wpisz hasło). Wpisz właściwe hasło używając przycisków cyfrowych na klawiaturze urządzenia sterującego i wciśnij przycisk ENTER.

Wpisane cyfry hasła pojawią się pod postacią symbolu *.

Kod fabryczny to 1111.

Krok 4 – Po wprowadzeniu hasła urządzenie sterujące ustawia temperaturę płyty wizyjnej LD i kryształu.

Na ekranie pojawi się następujący napis:

RMI LASER DIODE CONTROLLER		
Setting Temperature		
PLEASE WAIT		
	Current	Setting
LD TEMPERATURE (C)	24.3	27
CRYSTAL TEMPERATURE (C)	22.5	

Czas trwania ustawiania temperatury może być różny w zależności od temperatury pokojowej lub temperatury LD/kryształu w chwili ponownego włączenia.

Krok 5 – Osoba obsługująca urządzenie powinna sprawdzić, czy światelko wskaźnika na górze głowicy znakującej zapala się za każdym razem, kiedy włączone jest urządzenie sterujące. Światelko to ma za zadanie ostrzegać użytkowników i osoby znajdujące się w najbliższym otoczeniu o możliwości pojawienia się światła laserowego oraz o konieczności podjęcia odpowiednich środków ostrożności.

Krok 6 – Kiedy zostaną ustalone wartości temperatur na ekranie pojawi się Menu Główne.

RMI LASER DIODE CONTROLLER	
MAIN MENU	
•	CONTINUOUS PUMPIN MODE PASSWORD SETTING HARDWARE SETUP

Wybierz Continuous Pumping Mode przyciskając ENTER. Na ekranie pojawi się następujący napis.

RMI LASER DIODE CONTROLLER	
CONTINUOUS PUMPING MODE	
*LD Current	(A) = 21.5
LD temperature	(C) 29.06
CRYSTAL Temp.	(C) 22.06

Wartości mogą być różne ze względu na różnice w urządzeniach sterujących.

Krok 7 - Wciśnij klawisz RUN/STOP z przodu urządzenia sterującego. Kiedy klawisz zostanie wciśnięty pojawi się sygnał akustyczny i zacznie mrugać światło diody LASER ON. Należy natychmiast skontaktować się z serwisem firmy RMI LASER Division jeżeli nie pojawi się światło. Oznacza to, że urządzenie wymaga naprawy. Urządzenie sterujące rozpocznie 3 minutowy czas rozgrzewki i na ekranie pojawi się czas oczekiwania. Po zakończeniu rozgrzewki będzie słychać sygnał dźwiękowy a na ekranie pojawi się Continuous Pumping Mode co oznacza możliwość przystąpienia do znakowania.

Wyłączanie urządzenia (OFF)

Krok 1 - Zamknij program LASER.

Krok 2 - Wyłącz zasilania naciskając przycisk RUN/STOP. Zasilanie jest wyłączone kiedy światło diody LASER ON przestanie mrugać.

Krok 3 – Przekręć i wyjmij kluczyk z urządzenia sterującego.

Krok 4 – Wyłącz przycisk zasilania na przednim panelu urządzenia sterującego.

Krok 5 – Pozamykaj okna na ekranie i wyłącz komputer.

Przywracanie działania po zatrzymaniu awaryjnym.

Przedni panel urządzenia sterującego jest wyposażony w przycisk awaryjnego zatrzymywania.

Po przyciśnięciu wyłącza on diody lasera.

Aby przywrócić działanie po zatrzymaniu awaryjnym należy:

Krok 1 - Ustalić i usunąć przyczynę awaryjnego zatrzymania urządzenia.

Krok 2 - Uwolnić przycisk na urządzeniu sterującym przekręcając go zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Krok 3 - Wcisnąć przycisk MENU i automatycznie powrócić do Menu Głównego.

Krok 4 - W Menu Głównym przejść do postępowania zgodnego z krokiem 6 w **Włączaniu urządzenia**.

Przywracanie działania w przypadku niespodziewanego wyłączenia.

W przypadku nagłego wyłączenia prądu powyłaczaj wszystkie i zrestartuj urządzenie zgodnie z procedurą

Włączania urządzenia.

Rozdział 5

Ustawianie odległości ogniskowej wiązki laserowej.

Aby otrzymać znakowanie dobrej jakości odległość między krawędzią soczewki a znakowanym produktem powinna być optymalna. Ognisko dla 100nm soczewki F-Theta znajduje się mniej więcej 100nm od krawędzi soczewki. Ognisko dla 163nm soczewki F-Theta znajduje się mniej więcej 180nm od krawędzi soczewki i tak dalej.

Urządzenia klasy I

Krok 1 – Przygotuj próbkę materiału. Umieść próbkę na płytce. Wysokość próbki powinna być taka sama jak późniejszego materiału używanego do znakowania.

Krok 2 – Uruchom oprogramowanie LASER.

Krok 3 – Kliknij na ikonę AIMING DIODE na ekranie. Na próbce materiału będą widoczne dwie czerwone kropki. Dla urządzeń klasy I pulsująca ikona pojawi się na ekranie.

Krok 4 – Podwyższaj lub obniżaj próbkę materiału tak długo, aż obie kropki się nie zbiegną.

Wysokość zostanie ustalona jako optymalna odległość do pracy.

Urządzenia klasy IV

Krok 1 – przygotuj próbkę materiału. Umieść ją na płytce. Wysokość próbki powinna być taka sama, jak późniejszego materiału używanego do znakowania.

Krok 2 – Uruchom oprogramowania LASER.

Krok 3 – Kliknij ikonę AIMING DIODE na ekranie. Czerwona kropka pojawi się na środku obszaru znakowania wyznaczając obszar znakowania i pozycję wiązki laserowej kiedy kliknięta zostanie ikona PULSE.

Należy zachować ostrożność i nie umieszczać rąk w obszarze znakowania kiedy laser jest włączony.

Krok 4 – kliknij ikonę PULSE na ekranie, stała wiązka laserowa zostanie włączona w centralnym miejscu obszaru znakowania.

Krok 5 – Trzymając ręce z dala od obszaru znakowania, przesunąć próbkę w górę i w dół, aby znaleźć punkt, w którym wiązka laserowa jest najjaśniejsza a emitowany dźwięk najgłośniejszy. Wysokość zostanie ustalona, jako optymalna odległość do pracy.

Rozdział 6

Konserwacja

Konserwacja i przegląd

Podczas przeglądu i konserwacji urządzenia proszę zwrócić uwagę na następujące punkty:

- Proszę wyłączyć urządzenie. Jeżeli przegląd jest dokonywany bezpośrednio po używaniu urządzenia należy upewnić się, czy temperatura otoczenia jest bezpieczna.
- Nie przystępuj do czynności, które nie są wymienione w tej instrukcji.
- Częstotliwość wymiany części i cykl przeglądów zależą od wymagań urządzenia, zastosowania i częstości używania urządzenia.

Wymiana części

Części, które wymagają wymiany w urządzeniu to:

- bezpieczniki urządzenia sterującego.

Jeżeli zaistnieje konieczność wymiany innych części należy skontaktować się z serwisem.

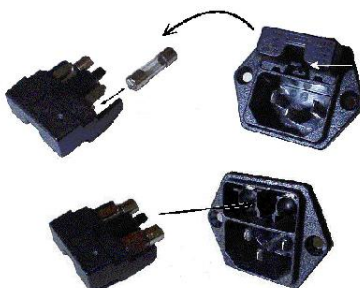
Jak wymienić bezpieczniki

W urządzeniu sterującym znajdują się bezpieczniki 6.3Amp w 250 Voltowej szklanej tubie, 5x20mm bezpieczniki z przesunięciem w czasie.

Jeżeli potrzebujesz części zapasowych skontaktuj się z serwisem.

Urządzenie sterujące

1. Wyłącz zasilanie i rozłącz kabel AC.
2. Używając śrubokrętu wyjmij płytkę z bezpiecznikami z modułu zasilania na tylnym panelu urządzenia.
3. Wymień bezpieczniki tak, jak to pokazano na rysunku 2.
4. Wstaw płytkę z powrotem we właściwe miejsce.



Rys. 2 Wymiana bezpiecznika w urządzeniu sterującym.

Wymiana diody lasera.

Dioda lasera nie może być wymieniana przez klienta. Może ona być wymieniona wyłącznie w firmie **RMI**.

Przegląd

Należy dokonywać regularnego przeglądu poniższych elementów, aby mieć pewność, że urządzenie pracuje na najwyższym poziomie.

Element	Przegląd	Wypożyczenie do przeglądu
Temperatura i wilgotność otoczenia	Zmierz temperaturę otoczenia i sprawdź, czy odpowiada ona wymaganemu zakresowi. Sprawdź temperaturę. Sprawdź wilgotność.	Termometr Hydrometr.
Umocowanie urządzenia	Nadmierna wibracja głowicy markera.	
Czyszczenie	Nie ma kurzu na i wokół urządzenia. Nie ma zabrudzeń na powierzchni soczewek F-Theta.	Chusteczki do czyszczenia soczewek. Alkohol metylowy lub izopropylowy. Reagent 98% o niskiej zawartości wody.

Warunki środowiska pracy:

- urządzenie nadaje się wyłącznie do użytku w pomieszczeniach
- urządzenie można używać maksymalnie na wysokości 3000m
- urządzenia można używać przy temperaturze otoczenia od 15°C do 35°C.
- Urządzenia można używać przy maksymalnej wilgotności powietrza 70% dla temperatury do 24°C , wilgotność zmniejsza się liniowo do 50% dla temp. 35°C.
- Wahań napięcia nie powinny przekraczać +/- 10%.
- Urządzenie zostało przewidziane do instalacji jako urządzenie kategorii II.
- Urządzenie zostało przewidziane do użycia przy drugim stopniu zanieczyszczenia środowiska.

Czyszczenie

Ogólne czyszczenie urządzenia.

Podstawowe czyszczenie urządzenia powinno być dokonywane codziennie. Brud, resztki, osady mogą prowadzić do niewłaściwego funkcjonowania urządzenia. System znakowania składa się z delikatnych części optycznych i mechanicznych. Nawet niewielkie uszkodzenia tych części mogą narazić na szwank działanie całego urządzenia.

Uwaga: Częstotliwość czyszczenia zależy od liczby wykonywanych operacji i rodzaju znakowanego materiału. Używanie materiałów mocno pyłących wymaga częstszego czyszczenia. Dokonuj częstego przeglądu urządzenia aby ustalić własny cykl czyszczenia. Konserwuj urządzenie i utrzymuj je w czystości.

Uwaga! Przed przystąpieniem do czyszczenia wyłącz urządzenie i odłącz kabel zasilający.

Nie odłączaj kabla światłowodu!

Proces czyszczenia

1. Przed przystąpieniem do czyszczenia upewnij się, że urządzenie jest wyłączone i odłącz wszystkie kable zasilające.
2. Dokładnie usuń zanieczyszczenia i odkurz wewnętrzną część miejsca pracy.
3. Użyj miękkiej ściereczki, aby odkurzyć pole pracy. Nie pryskaj środkami czystości bezpośrednio na miejsce pracy aby uniknąć przedostania się płynu do części elektrycznych.

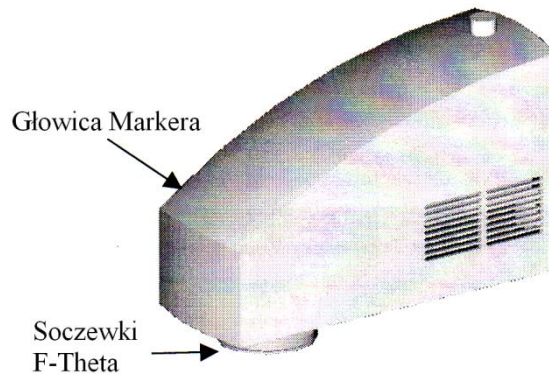
Czyszczenie soczewek F-Theta

Należy regularnie dokonywać przeglądu stanu soczewek. Soczewka skanująca F-Theta jest wyposażona w okienko ochronne. Jeżeli zostanie ono uszkodzone należy skontaktować się z firmą RMI LASER Division w celu dokonania wymiany. Przed przystąpieniem do czyszczenia sprawdź, czy urządzenie jest wyłączone i rozłącz kable zasilające urządzenia sterującego i głowicy markera. Czyszczenie powinno przebiegać w następujący sposób:

1. Usuń osłonkę soczewek.
2. Użyj powietrza w aerozolu aby usunąć pyłki.
3. Soczewki czyścimy wtedy, gdy są zainstalowane w głowicy markera.
W żadnym wypadku nie należy wyciągać soczewek z głowicy!
4. Do czyszczenia należy używać alkoholu metylowego lub alkoholu izopropylowego (reagent 99.8% o niskiej zawartości wody) oraz chusteczek do czyszczenia soczewek.

Uwaga:

- Użyj pęsety i chusteczki czyszczącej w miejscach trudno dostępnych.
- Zawsze przecieraj w jednym kierunku aby uniknąć przyklejania się drobinek kurzu i porysowania powierzchni soczewek. **Nie przecieraj w obu kierunkach!**
- Ochroniaj soczewki zakładając osłonki zawsze wtedy, gdy nie używasz urządzenia.
Upewnij się, że osłonki są usunięte, kiedy przystępujesz do obsługi urządzenia!
- Proces czyszczenia może wymagać powtórzenia, aby uniknąć widocznych smug.



Czyszczenie głowicy markera

Przed przystąpieniem do czyszczenia upewnij się, że urządzenie zostało wyłączone i rozłącz przewody zasilania urządzenia sterującego i głowicy markera.

Wyczyść pokrywę głowicy markera nie kłaczącą szmatką i delikatnym detergentem. Nie używaj mocno skoncentrowanego detergentu w płynie. Aby uniknąć problemów z elektrycznością nie używaj płynu bezpośrednio na systemie laserowym.

Niebezpieczeństwo!

Nie rozkładaj, nie naprawiaj i nie zmieniaj niczego w swoim urządzeniu.

Istnieje możliwość porażenia prądem i zagrożenie pożarowe.

Nie dokonuj żadnych czynności konserwujących poza tymi, które są wymienione w tej instrukcji.

Rozdział 7

Wymogi i wymiary

	Pozycja	Wymogi
	Model	Archer/Archer S
Głowica znakująca	Źródło laserowe	Dioda próżniowa Nd: YV04
	Długość fali wiązki	1,064nm
	Moc wyjściowa lasera	5W/15W
	Najwyższa wartość mocy*	~35kW @ 10kHz (system 5W) ~120kW @ 10KHz (system 15W)
	Szerokość drgań Q-switch	~10ns @ 10kHz
	Średnica kropki wiązki laserowej	~25μm (100mm soczewki F-Theta) ~40μm (160mm soczewki F-Theta)
	Maksymalny obszar znakowania	60mmX60mm (100mm soczewki F-Theta)
	Soczewki F-Theta	F100, F160, F254 (nm)
	System Chłodzenia	termoelektryczny
	Zakres temperatury operacyjnej	~15-35°C
	Zakres wilgotności operacyjnej	70%, nie skroplone
	Waga	Ok.12kg
	Rozmiary	Dł.416xszer.158xWys.277mm
Urządzenie sterujące	Zakres temperatury operacyjnej	~15-35°C
	Zakres wilgotności operacyjnej*	70%, nie skroplone
	Źródło energii	AC100-240V, 6A, 50/60Hz
	Zużycie energii	Max 400W 9 Archer) Max600W (Archer S)
	Waga	Ok.17kg
	Wymiary	Dł.463xszer.432xWys.191mm
Komputer	Wymogi	PC, Notebook
	Źródło energii	AC 100-240V, AC 50/60Hz – dla notebooka AC 115/230 wybiórczo, 50/60 Hz – inne PC
	Oprogramowanie	LASER i laser d11

*ustalone przy maksymalnych parametrach mocy wyjściowej

Rozdział 8

Usuwanie usterek

OBJAW	MOŻLIWE PRZYCZYNY	ROZWIĄZANIE
Urządzenie nie ma mocy	Urządzenie nie podłączone do prądu, niewłaściwe podłączenie, urządzenie nie włączone	Upewnij się, że wszystkie przewody elektryczne są właściwie podłączone (patrz: część instrukcji dot. Podłączenia urządzenia) i podłączone do prawidłowo funkcjonujących gniazdek. Upewnij się, że kluczyk w przedniej części urządzenia sterującego znajduje się w pozycji ON. Upewnij, że wyłącznik w przedniej części urządzenia sterującego znajduje się w pozycji ON.
Urządzenie ma moc ale nie odpowiada na polecenia laptopa.	Niewłaściwe podłączenie, nie zdjęta osłonka z soczewek F-Theta, laser nie włączony.	Upewnij się, że wszystkie przewody między komputerem, urządzeniem sterującym i markerem są właściwie podłączone. (Patrz rys. 1). Upewnij się, że osłonki soczewek zostały zdjęte. Sprawdź, czy przycisk Run-Stop z przodu urządzenia sterującego jest włączony i czy świeci się światelko LASER On.
Urządzenie nie graweruje.	Niewłaściwa odległość ogniskowa, materiał do grawerowania umieszczony w niewłaściwym miejscu, poluzowane kable.	Sprawdź, czy materiał do grawerowania został umieszczony w płaszczyźnie ogniskowej i czy znajduje się on w wyznaczonym do grawerowania polu (patrz część instrukcji dot. Ustawiania ogniskowej). Sprawdź połączenie przewodów.
Słaba jakość grawerowania	Niewłaściwe ustawienie materiału do grawerowania, niewłaściwe parametry znakowania, słaba jakość pliku graficznego.	Sprawdź, czy materiał do grawerowania został umieszczony w płaszczyźnie ogniskowej lasera i leży równolegle (płasko) w stosunku do dolnej części markera. Poprośbuj różnych mocy prądu urządzenia sterującego i różnych parametrów znakowania aby uzyskać lepszą jakość.

		Sprawdź, czy laser jest w stanie grawerować na danym materiale (spróbuj wygrawerować to samo na innym materiale). Sprawdź jakość plików przed przesłaniem ich do programu LASER.
Urządzenie nie graweruje lub grawerowanie jest słabej jakości.	Urządzenie wadliwe, zniszczone lub źle ustawione.	Jeżeli żadne z podanych powyżej rozwiązań nie usunęło problemu należy skontaktować się z serwisem firmy RMI LASER Division.
Komunikat o błędzie: Laser zatrzymany, Wyłącznik kluczowy lub blokada aktywowane. Sprawdź i usuń problem, następnie wciśnij przycisk MENU.	Został wciśnięty przycisk Emergency (nagły przypadek), kluczyk został przekreślony do pozycji OFF lub blokada została otwarta.	Upewnij się, że przycisk Emergency został wyłączony, kluczyk znajduje się w pozycji ON a blokada jest zamknięta.
Komunikat o błędzie: Laser zatrzymany, zagrożenie bezpieczeństwa. Sprawdź i usuń problem a następnie wciśnij przycisk MENU.	Lampka LASER ON na głowicy markera nie działa.	Nie próbuj uruchomić ponownie urządzenia. Natychmiast skontaktuj się z serwisem RMI LASER Division.
Dioda celująca jest włączona i wysoki dźwięk wydobywa się z głowicy znakującej.	Sterowniki nie działają prawidłowo.	Wyłącz całe urządzenie, komputer i urządzenie sterujące. Włącz komputer ponownie i przejdź do programu LASER (nie włączaj jeszcze urządzenia sterującego). W programie LASER wciśnij przycisk „position” (lokalizacja) i poczekaj, aż na ekranie pojawi się napis „position started”. Teraz włącz ponownie urządzenie sterujące i postępuj zgodnie z procedurą Włączanie urządzenia opisaną w instrukcji.

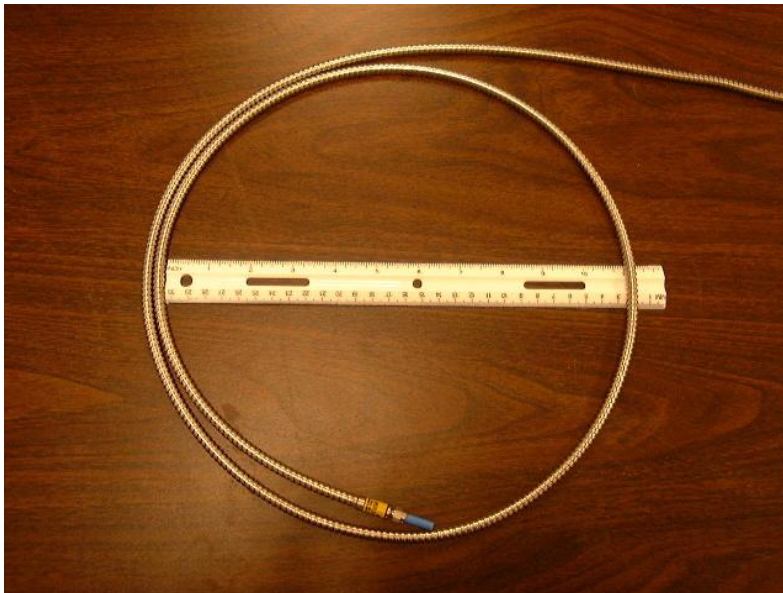
Rozdział 9

Konserwacja kabla światłowodowego

Posługiwanie się

Używając kabla światłowodowego należy zwracać uwagę, aby nie dopuścić do jego uszkodzeń oraz nie dotykać końcówek kabla. Kabel znajduje się w zbrojonej osłonie ale może ulec zniszczeniu, kiedy zostanie zbyt mocno wygięty. Zalecany promień zwijania kabla to 5" do 6" (10" do 12" średnicy). Rys.4.

Należy zwrócić szczególną ostrożność na końcówkę światłowodu ponieważ ma ona precyzyjną powłokę, która może ulec uszkodzeniu lub zniszczeniu przy niewłaściwym obchodzeniu się z nią. Nie dotykaj końcówki światłowodu ponieważ tłuszcz i zadrapania powodują jej zniszczenie. W żadnym razie nie wyjmuj kabla światłowodowego z głowicy znakującej i nie próbuj manewrować jego końcówką. Instalacja i wyciąganie kabla światłowodowego powinna być wykonywana tylko przez specjalnie przygotowanych specjalistów RMI LASER Division.



Rys.4 Sugerowany promień zwijania kabla światłowodu

Rozdział 10

Gwarancja

Firma RMI LASER Division gwarantuje, że jej produkty będą wolne od usterek w materiale i wykonawstwie przez okres jednego roku od daty dokonania zakupu. Gwarancja ta obejmuje wszystkie części i robociznę.

Firma RMI LASER Division przekaze klientowi wszystkie gwarancje wystawione przez producenta.

Jeżeli producent zgodzi się wymienić lub naprawić wadliwe części, RMI LASER Division wymieni je za stosowną opłatą. Produkty mogą być zwrócone do RMI LASER Division tylko za zgodą i z polecenia RMA

(Autoryzacja Materiałów Zwrotnych) w oryginalnym opakowaniu, z opłaconymi z góry kosztami przewozu.

Użytkownik ponosi koszty i ryzyko transportu do i z RMI LASER Division.

Istnieje możliwość dokonania serwisu i konserwacji urządzenia na miejscu u klienta za minimalną opłatą.

Przy uszkodzeniach innych niż wykazane powyżej musi nastąpić ekspertyza wykazująca uszkodzenie i dostarczająca dowodu, że urządzenie było już uszkodzone w czasie transportu.

Firma RMI LASER Division musi otrzymać pisemną adnotację natychmiast po zauważeniu rzekomego defektu i produkt musi być zwrócony nie później niż 30 dni po tym, jak firma RMI LASER Division wystawiła numer RMA. Firma naprawi lub wymieni produkt według własnego uznania. Gwarancja nie obejmuje urządzeń, które zostały użyte do innych niż zakładane celów oraz tych, których budowa została w jakiś sposób zmieniona, części wymagających standardowej konserwacji, oraz urządzeń, które zostały narażone na niepożądane warunki przechowywania, wypadek, zaniedbanie oraz niewłaściwie używane.

RMI LASER Division nie jest odpowiedzialne za uszkodzenia wynikające z wadliwości użytych surowców i produkcji, nie jest też odpowiedzialne za uszkodzenia nie spełniające warunków gwarancji.

Pełna odpowiedzialność RMI LASER Division zgodnie z tą klauzulą polega na dokonaniu naprawy lub wymiany wadliwej części wyłącznie według własnego uznania.

Klient jest odpowiedzialny za właściwe zainstalowanie i obsługę urządzenia. Za niewielką opłatą przedstawiciel firmy pomoże w fazie początkowej. Skontaktuj się z reprezentantem RMI LASER Division w celu uzyskania dalszych informacji.

TA EKSPESOWA GWARANCJA PRZEKAZANA JEST W MIEJSCE WSZYSTKICH INNYCH GWARANCJI.

WSZYSTKIE INNE GWARANCJE, ZWŁASZCZA POŚREDNIE GWARANCJE RYNKOWOŚCI I PRZYDATNOŚCI DO SZCZEGÓLNYCH CELÓW SĄ POMINIĘTE.

Żadna osoba, agent, reprezentant firmy RMI LASER Division nie jest upoważniona do dawania jakichkolwiek gwarancji w imieniu firmy ani do przejmowania odpowiedzialności w związku z jakimkolwiek produktem firmy.

Uwaga: Właściwe użytkowanie i przechowywanie urządzenia musi odpowiadać następującym kryteriom, w przeciwnym razie nie będzie obowiązywała gwarancja:

- Unikaj miejsc, w których urządzenie byłoby narażone na wysoki poziom wibracji, wilgotności, hałas urządzeń elektrycznych, kurz i tłuste opary.
- Temperatura pomieszczenia, w którym działa urządzenie powinna wynosić ~ 15°C- 35°C.
- Ze względu na bezpieczeństwo konieczna jest właściwa wentylacja urządzenia sterującego i głowicy znakującej. Zarówno głowica markera, jak i urządzenie sterujące wymagają przepływu powietrza od strony tylnego panelu. Upewnij się, że istnieje minimum 5cm wolnej przestrzeni wokół głowicy markera i z tyłu urządzenia sterującego w celu zapewnienia właściwego przepływu powietrza. Przestrzeń ta powinna być zachowana również ze względu na konieczność dostępu do przycisków na tylnym panelu markera i urządzenia sterującego.
- Urządzenie sterujące i głowica markera są połączone za pomocą 2m kabla światłowodowego. Kabel częściowo jest połączony wewnętrznie w urządzeniu sterującym. Przepisy mówią o tym, że maksymalna odległość między markerem a urządzeniem sterującym nie powinna przekraczać 1.5 metra.

OSTZEŻENIE

Jakiegolwiek dokonywanie przebudowy, modyfikacji, otwieranie oraz inne zmiany w urządzeniu LMI LASER Division prowadzi do unieważnienia gwarancji i może doprowadzić do urazów użytkowników urządzenia. Firma LMI LASER Division nie jest odpowiedzialna za zniszczenia wynikające z niewłaściwego użycia produktu. Na równi z zasadą ciągłego rozwoju produktów RMI LASER Division zastrzega sobie prawo do zmieniania wymogów i ceny bez uprzedniego informowania.

Gwarancja ta powinna stanowić jedyne dostępne dla użytkownika zadośćuczynienie i powinna być traktowana jako warunek zakupu i użytkowania produktu.

Firma dokonująca zakupu: _____

Nazwisko przedstawiciela: _____ Tytuł: _____

Podpis: _____ Data: _____

Nazwisko przedstawiciela RMI LASER Division: _____ Tytuł: _____

Podpis: _____ Data: _____

Rozdział 11

BEZPIECZEŃSTWO LASERA

RMI LASER Division dostarcza urządzenie, które przekracza wszelkie standardy przemysłowe dotyczące bezpieczeństwa obsługi. Zachęcamy do zapoznania się z wytycznymi i wymaganiami ustanowionymi przez OSHA i CDRH w sprawie bezpiecznej obsługi urządzeń.

Wytyczne i wymagania to:

Amerykański Departament Pracy, Urząd do Spraw Zdrowia i Bezpieczeństwa Zawodowego:
dyrektywa STD 01-05-001

Amerykański Urząd do Spraw Leków i Żywnienia, Centrum Zdrowia Radiologicznego: ustęp 1040.10

Amerykański Instytut Standardów Narodowych, ANSI Z126.1, Międzynarodowa organizacja Do Spraw Standaryzacji (ISO) 11553 i Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC) 60825-1

Firma RMI LASER Division nie może przeprowadzić prezentacji ani szkolenia bez właściwej ochrony pomieszczenia. Oznacza to ograniczenie przypadkowych obserwatorów, izolacja systemu znakowania i konieczność zabezpieczenia oczu.

Noszenie specjalnych, zabezpieczających przed promieniami lasera okularów jest konieczne przy obsłudze urządzeń niezależnych i urządzeń klasy 4. Każdy obserwator znajdujący się w zasięgu działania systemu znakowania również musi chronić oczy. Istnieje wiele źródeł (łącznie z RMI LASER) w których można zakupić okulary stosowne do danego urządzenia.

Ekranowanie, ścianki działowe lub odrębne pomieszczenia są wymagane, aby odizolować przypadkowych obserwatorów i przechodniów. Specjalne znaki ostrzegające powinny uczulać na niebezpieczeństwo.

Zabezpieczenia te nie są wymagane, kiedy system znakowania jest używany z przegrodą klasy I , | która zupełnie odgradza wiązkę laserową i miejsce jej działania.

Poprzednia recenzja:

Nazwisko

Tytuł

Firma

Rozdział 13

Zdalne sterowanie

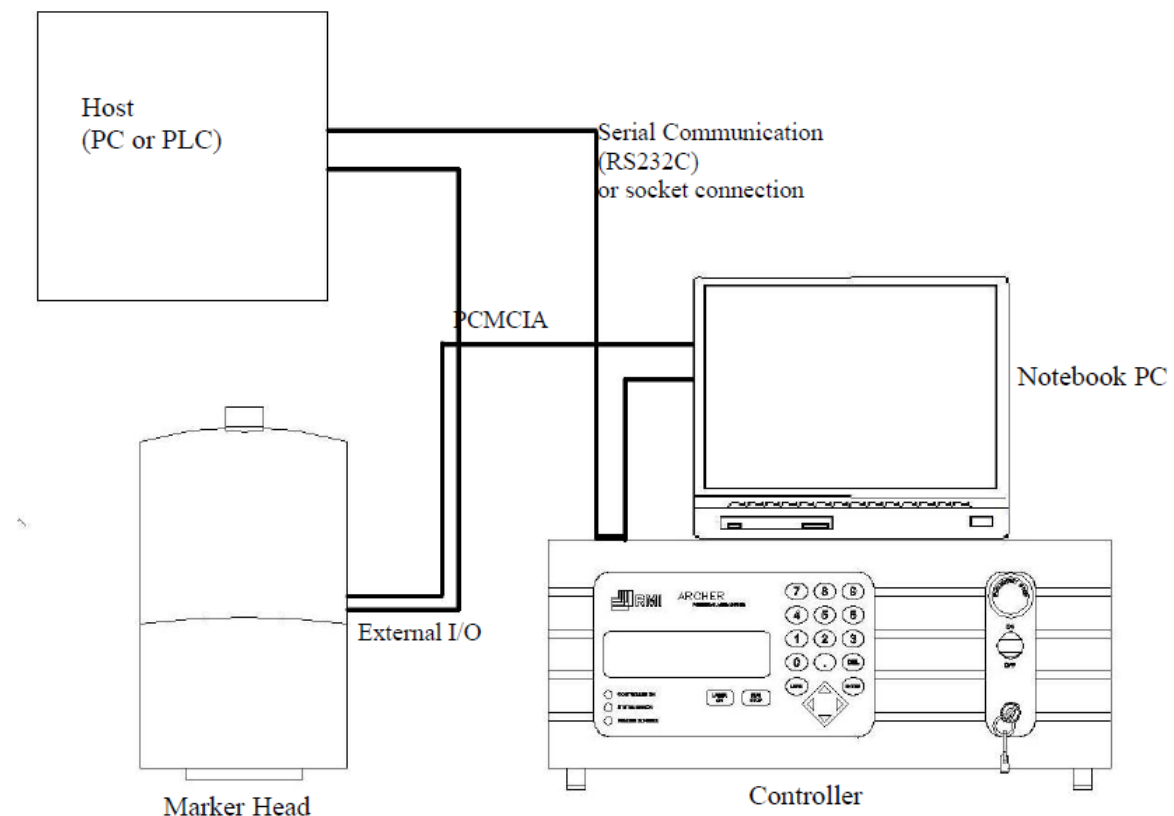
Konfiguracja systemu

Skrót funkcji

Oprogramowanie LASER ma funkcję zdalnego sterowania, która pozwala urządzeniu ARCHER/ARCHER S być sterowanym przez komputer główny lub PLC . W skład funkcji zdalnego sterowania wchodzi trzy sposoby komunikowania:

- Poprzez szeregowy port komunikacyjny (RS- 232C)
- Poprzez połączenie sieciowe
- Poprzez zewnętrzny port Wyjście/Wejście (I/O) głowicy znakującej

System zdalnego sterowania



Rys.8 Konfiguracja ogólna systemu ARCHER/ARCHER S dla operacji zdalnego sterowania.

Komunikacja szeregową i komunikacja sieciowa

W zasadzie wszystkie operacje lasera mogą być zdalnie sterowane w komunikacji szeregowej i sieciowej.

Na przykład:

- Rozpoczęcie znakowania
- Zmiana treści znakowania (tekstu, miejsca, rozmiaru znakowania itd.)
- Zmiana parametrów znakowania (np. prędkości)

Uwaga: Dalsze szczegóły znajdują się na następnej stronie.

Port zewnętrzny I/O

Wyjście i wejście następujących sygnałów jest możliwe przy użyciu portu zewnętrznego I/O:

- Rozpoczęcie i zakończenie znakowania
- Sygnał READY (gotowe do znakowania) i BUSY (w trakcie znakowania)
- Zaznaczenie elementu/ów i ominięcie elementu/ów.

Wyłącznie z portem zewnętrznym wszystkie operacje lasera nie są sterowane. W większości przypadków wymagana jest kombinacja z komunikacją szeregową. Sygnały zewnętrzne są wysyłane z portu umieszczonego na tylnym panelu głowicy znakującej.

Uwaga: Dalsze szczegóły znajdują się na następnych stronach.

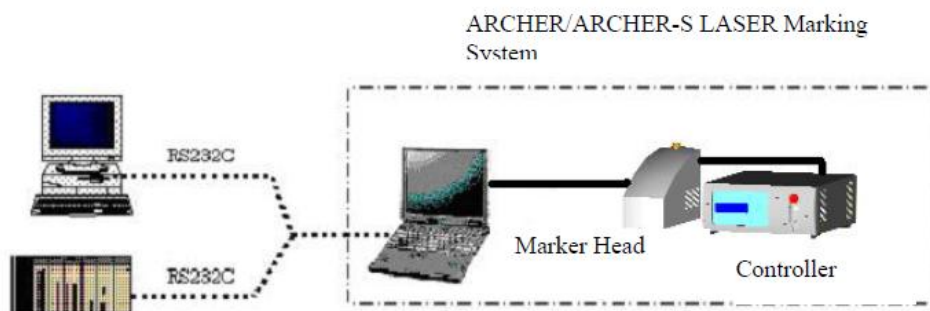
Zdalne sterowanie systemu znakowania ARCHER

Są dwa różne sposoby zdalnego kontrolowania systemu: poprzez komunikację szeregową RS232 i komunikację sieciową.

Komunikacja szeregową (RS-232C)

Przekrój

Komputer PC lub PLC jest połączony kablem RS-232C z komputerem głównym.

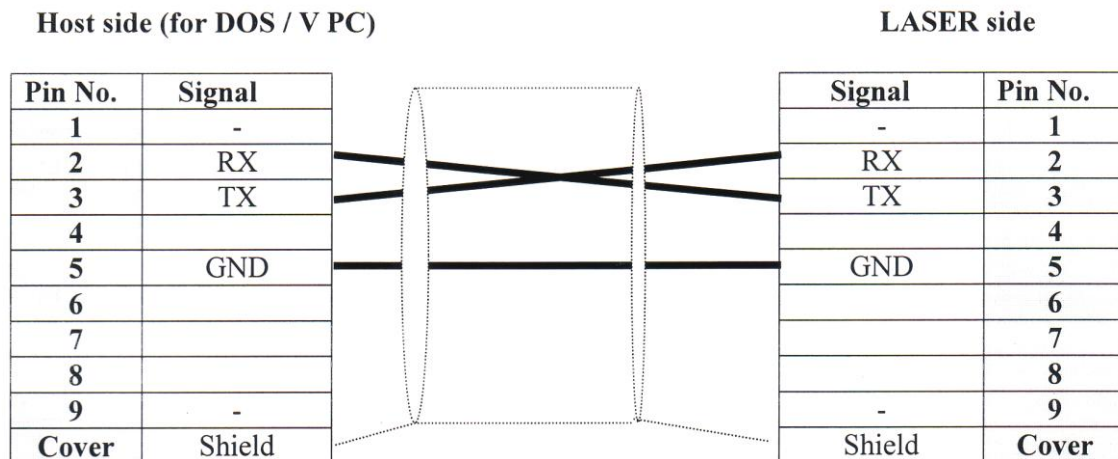


Rys.9 Budowa systemu dla komunikacji poprzez port szeregowy (RS-232C).

Uwaga: Paczka nie zawiera kabla RS-232C. Prosimy zaopatrzyć się w odpowiedni kabel.

Układ kabla RS-232C

Układ kabla zamieszczony poniżej jest przykładem połączenia do komputera DOS/V. W przypadku użycia innego typu komputera głównego układ kabla powinien być dokonany zgodnie z wymogami komputera.



Rys.10. Diagram układu kabla RS-232C

Adnotacja: Powinno się używać kabla ekranowanego.

Kabel powinien mieć długość 1.8 metra lub mniej.

Protokół łączności RS-232C

Kiedy używana jest funkcja zdalnego sterowania, protokół łączności komputera klienta powinien być dopasowany do:

Prędkość łączności: 57 600 bps

(inne prędkości obsługujące oprogramowanie Laser: 38 400, 19 200 lub 9 600 bps)

Długość danych: 8 bitów

Parzystość: nie

Stop bit: 1 bit

Kontrola przepływu: nie

Uwaga: prosimy skontaktować się z serwisem klienta firmy RMI LASER Division w sprawie informacji dot. Protokołu łączności i Listy poleceń.

Zdalne sterowanie za pomocą portu zewnętrznego I/O

Zarys funkcji

Następujące operacje są możliwe do wykonania przy przesyłaniu sygnału z portu zewnętrznego I/O:

- polecenie rozpoczęcia znakowania
- polecenie zatrzymania znakowania
- polecenie opuszczenia elementu
- polecenie zaznaczenia elementu
- wyjście sygnału gotów (urządzenie gotowe do znakowania)
- wyjście sygnału zajęty (urządzenie w trakcie znakowania)

Nie wszystkie operacje mogą być sterowane za pomocą portu zewnętrznego I/O. Następujące operacje są możliwe do przeprowadzenia jedynie za pomocą portu szeregowego RS-232C

- Zmiana treści znakowania (tekstu, miejsca, rozmiaru znakowania itd.)
- Zmiana parametrów znakowania (np. prędkości).

Prosimy zwrócić się do serwisu klienta firmy RMI LASER Division w sprawie szczegółów dotyczących zdalnego sterowania za pomocą komunikacji szeregowej.

Przydział boleców dla portu zewnętrznego I/O

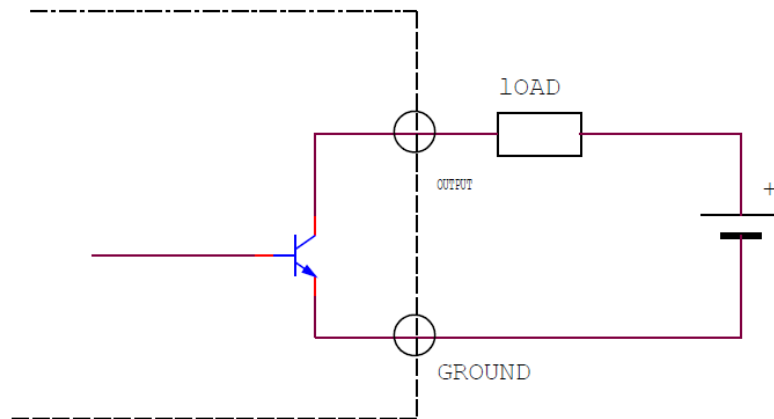
Bolec	I/O (wejście/wyjście)	Funkcja	Uwagi
1	Wejście - 1	Nie zaprogramowany	
2	Wejście – 2	Opuszczanie elementu	Aktywność niska. Dla znakowania wielo- obektowego*
3	Wejście - 3	Rozpoczęcie znakowania	Aktywność niska
4	Wejście - 4	Zatrzymanie znakowania	Aktywność niska
5	Wejście - 5	Znakowanie elementu	Aktywność niska. Dla znakowania wielo- obektowego*
6	Wejście - 6	Nie zaprogramowany	
7	Wejście - 7	Nie zaprogramowany	
8	Wyjście - 1	Gotów	Aktywność niska
9	Wyjście – 2	Zajęty	Aktywność niska
10	Wyjście - 3	Nie zaprogramowany	
11	Wyjście - 4	Nie zaprogramowany	
12	Wyjście - 5	Nie zaprogramowany	
13	Wyjście - 6	Nie zaprogramowany	
14	Uziemienie	Nie zaprogramowany	
15	Uziemienie		

- Aktywne, jeżeli opcja „I/O Pin Control” w Menu – Ustawianie nastawiona jest na „Item Level Control” (Kontrola Poziomu Elementu).

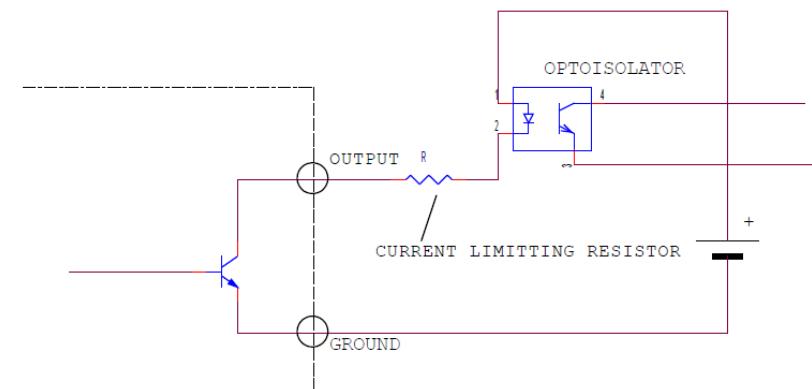
W sprawie dalszych szczegółów prosimy zapoznać się z częścią instrukcji dotyczącą oprogramowania.

Wejścia: TTL i mogą być obsługiwane przez otwarty odbiornik tranzystorowy lub jakikolwiek wyłącznik mechaniczny.

Wyjścia: Bolce 8-9 to otwarty odbiornik tranzystorowy, natężenie prądu ze wszystkich wyjść razem nie powinno przekraczać 50mA: $I_{\Sigma \max out} < 50 \text{ mA}$, $V_{cc \max} = 50 \text{ V}$;



Rys.11 Wewnętrzny system obwodów elektrycznych.

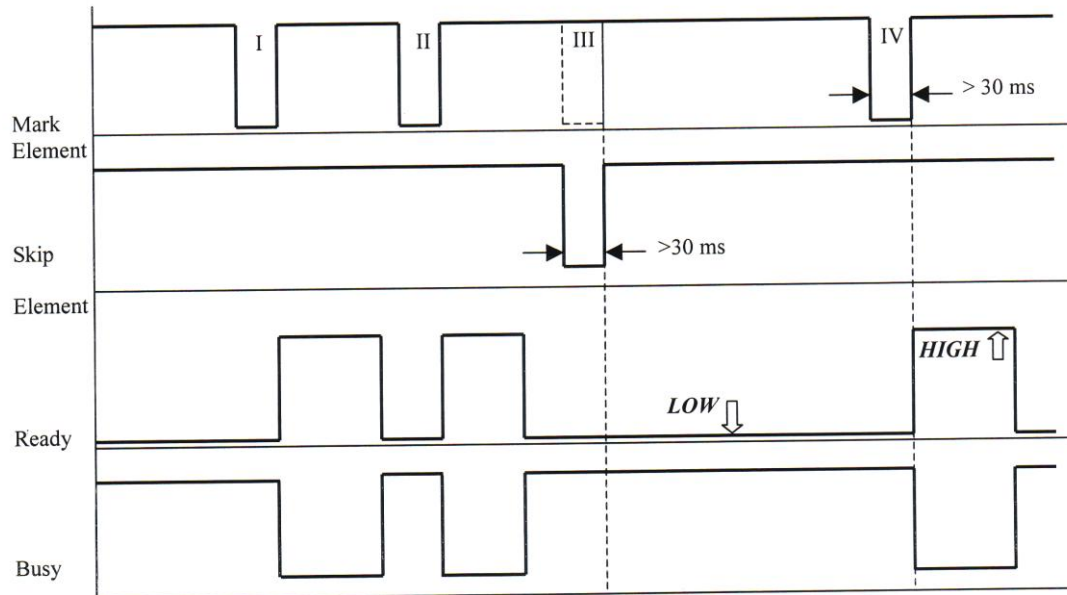


Rys.12. Wewnętrzny system obwodów elektrycznych z obciążeniem optoizolatora.

Diagramy ustawień dla portu zewnętrznego I/O

ZDALNE STEROWANIE OPCJA 1

Jeżeli opcja „I/O Pin Control” w Menu – Ustawianie nastawiona jest na „Item Level Control”.



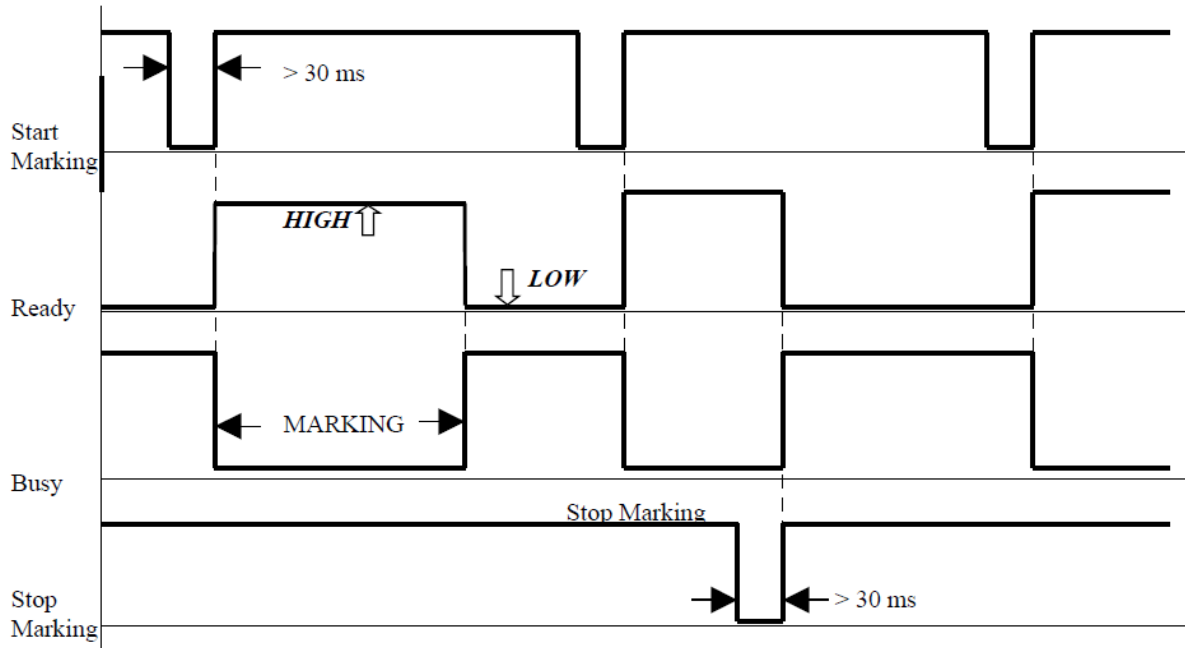
Polecenia START MARKING (ROZPOCZĘCIE ZNAKOWANIA) i STOP MARKING (ZAKOŃCZENIE ZNAKOWANIA) nie są aktywne przy tym ustawieniu.

Uwaga:

- 1) I, II, III i IV to elementy, które są obecne w polu znakowania. Mogą to być pojedyncze elementy lub komórki matrycy. Przykład pokazuje sekwencje sygnałów wyjścia i wejścia do całkowitego oznakowania elementów I i II, ominięcie elementu III i zaznaczenie elementu IV.
- 2) Jeżeli element został całkowicie zaznaczony (normalna sytuacja), READY (GOTÓW) zamienia się na LOW (NISKIE) i BUSY (ZAJĘTE) na HIGH (WYSOKIE).

ZDALNE STEROWANIE OPCJA 2

Jeżeli opcja „I/O Pin Control” jest ustawiona na „Set-Level Control”



Uwagi:

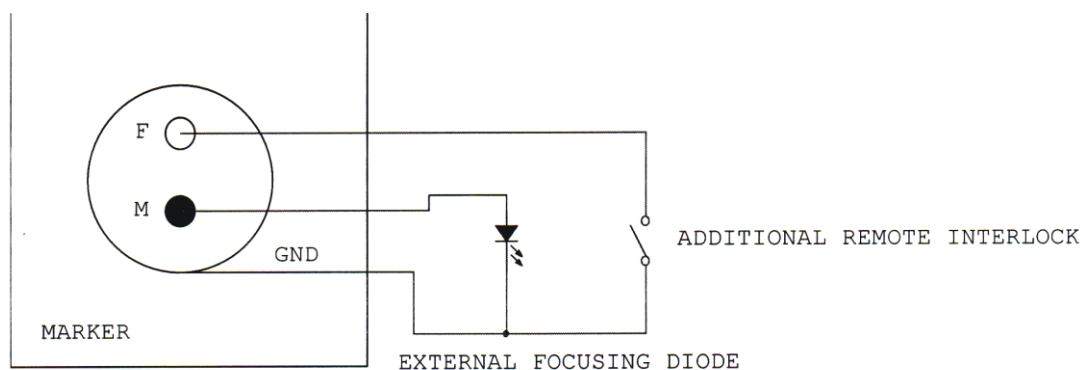
- 1) Po zakończeniu pierwszego znakowania (READY jest LOW, BUSY jest HIGH) jeszcze raz wciśnij START MARKING.
 - Drugie znakowanie jest rozpoczęte (BUSY jest LOW podczas znakowania)
 - Kiedy znakowanie jest zakończone sygnał BUSY zamienia się w HIGH i READY zamienia się w LOW.
 - Kiedy READY zamieni się w LOW prześlij jeszcze jeden sygnał Start Marking (Rozpoczęcie znakowania). Trzecie znakowanie zostało rozpoczęte. Po zakończeniu znakowania system wraca do sytuacji gdy READY jest LOW a BUSY jest HIGH bez Sygnału Stop Marking (zatrzymaj znakowanie).
- 2) Polecenia MARK ELEMENT (zaznacz element) i SKIP ELEMENT (opuść element) nie są aktywne przy tym ustawieniu.

Przydział bolców dla wtyczki CLASS I

Na tylnym panelu głowicy markera znajduje się wtyczka blokady zdalnego sterowania CLASS I (2 bolec BNC). Działa ona tylko z oprogramowaniem LASER dla urządzeń klasy I. Jeżeli drzwiczki przegrody są otwarte system wstrzymuje czasowo znakowanie i odpowiednia informacja pojawia się na ekranie komputera. Kiedy drzwiczki zostaną zamknięte znakowanie będzie kontynuowane. Dioda lasera nie zostanie wyłączona.

Sprawdź w tabelce i na rysunku poniżej właściwe ustawienia elektryczne.

Bolec	Opis bolca	Opis sygnału
M	Regulacja diody	Zewnętrzna regulacja diody
F	Układ zdalnego sterowania	Dodatkowy układ zdalnego sterowania



Rys.13 Schematyczny diagram dla połączeń klasy I.

Przydział bolców dla cyfrowej wtyczki INPUT/OUTPUT (WYJŚCIE/WEJŚCIE)

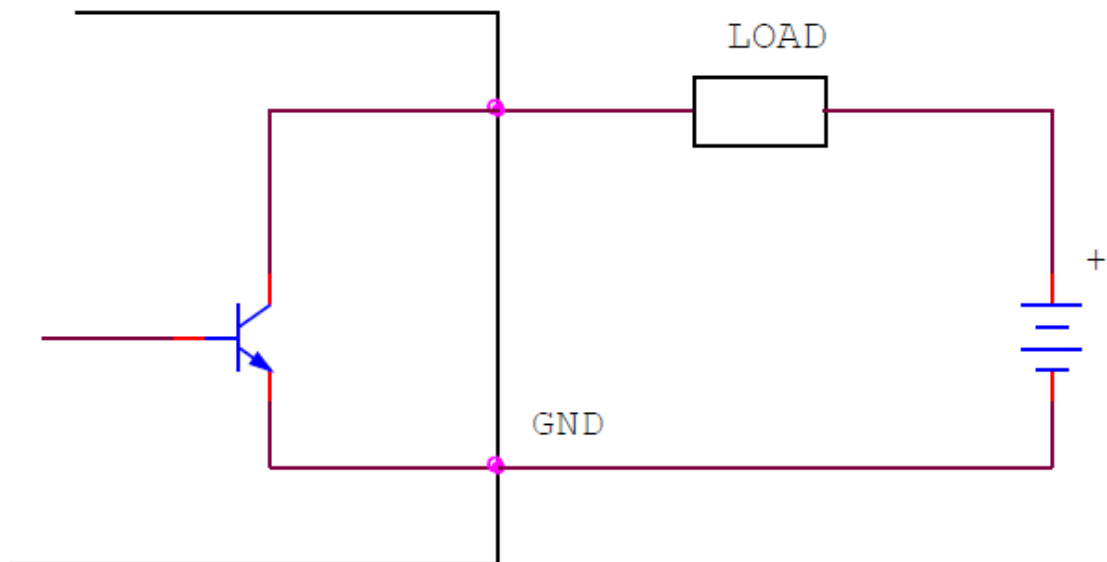
Proszę przygotować właściwy przewód.

Bolec #	IN/OUT	Opis sygnału
1	OUT 0, otwarty kolektor	ERROR, aktywność niska
2	OUT 2, otwarty kolektor	SYSTEM RESERVED, (Nie zaprogramowany)
3	GND	
4	IN 0, TTL Input	SYSTEM RESERVED (Nie zaprogramowany)
5	IN 2, TTL Input	SYSTEM RESERVED (Nie zaprogramowany)
6	OUT, otwarty kolektor	LASER ON, sprzęt komputerowy aktywowany, kiedy dioda Laser jest włączona, drganie $f=4\text{Hz}$
7	GND	
8		NOT CONNECTED (nie podłączony)
9	OUT 1, otwarty kolektor	WARMING UP COMPLETED (rozgrzewka zakończona), aktywność niska
10	OUT 3, otwarty kolektor	SYSTEM RESERVED (nie zaprogramowany)
11		NOT CONNECTED (nie podłączony)
12	IN 1, TTL Input	SYSTEM RESERVED (nie zaprogramowany)
13	IN 3, TTL Input	SYSTEM RESEVED (nie zaprogramowany)
14		NOT CONNECTED (nie podłączony)
15		NOT CONNECTED (nie podłączony)

Uwagi:

- Bolce Wyjście/Wejście SYSTEM RESERVED mogą zostać zaprogramowane na życzenie klienta.
- Wyjścia 0....3 są otwartymi kolektorami. Sprawdź w tabelce i na rysunku poniżej właściwe ustawienie elektryczne

Napięcie wyjściowe	Max.50V
Natężenie prądu	Max. 50mA
Szczątkowe napięcie włączone	Mniej niż 1V



Rys.7 Wykres zewnętrznego obwodu wyjścia

Rozdział 14

Promieniowanie laserowe

Promieniowanie laserowe nie występuje w sposób naturalny w środowisku, lecz wytwarzane jest przez specjalnie do tego celu skonstruowane urządzenia nazywane laserami

(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

Lasery są to generatory promieniowania elektromagnetycznego, najczęściej o długościach fali w zakresie promieniowania optycznego od 100 nm do 1 mm, w których wykorzystywane jest zjawisko emisji wymuszonej promieniowania. Promieniowanie laserowe znacząco różni się własnościami fizycznymi od promieniowania optycznego emitowanego przez konwencjonalne źródła takie jak promienniki nadfioletu, podczerwieni czy źródła światła stosowane do celów oświetleniowych. Mnogość urządzeń i sposobów wytwarzania wiązki laserowej sprawia, że lasery są urządzeniami bardzo zróżnicowanymi, które łączą jedynie pewne cechy emitowanego promieniowania. Lasery mają stosunkowo krótką historię liczącą zaledwie pół wieku. W 1960 roku fizyk amerykański Theodore Maiman i współpracownicy zbudowali pierwszy laser rubinowy [1]. Zapoczątkowało to bardzo dynamiczny rozwój laserów i technologii z nimi związanej. Promieniowanie laserowe stosuje się w różnych procesach technologicznych w przemyśle (np. cięcie, spawanie czy znakowanie laserowe), w medycynie (chirurgia laserowa, lasery biostymulacyjne), nauce oraz wojsku (śledzenie laserowe) i kosmetyce. Należy tu również wspomnieć o powszechnym wykorzystaniu laserów w przemyśle komputerowym oraz filmowym i fonograficznym (drukarki laserowe, odtwarzacze i nagrywarki CD i DVD). Urządzenia telekomunikacyjne coraz częściej wykorzystują światłowody, którymi przenoszone są informacje zakodowane w modulowanej wiązce laserowej. Z promieniowaniem laserowym można również zetknąć się podczas projekcji i widowisk, w których wykorzystuje się lasery do osiągnięcia spektakularnych efektów wizualnych. Podstawą działania lasera jest emisja wymuszona kwantów energii w ośrodku wzmacniającym (nazywanym również substancją laserującą lub ośrodkiem optycznie czynnym). Działanie lasera polega na wzbudzeniu ośrodka optycznie czynnego a następnie wyzwoleniu energii w postaci kwantu promieniowania spójnego. Promieniowanie laserowe charakteryzuje się wysokim stopniem spójności, monochromatyczności i ukierunkowania a kąt rozbieżności wiązki zwykle nie przekracza kilku miliradianów. Oprócz możliwości skupienia całej energii promieniowania lasera w nadzwyczaj małym paśmie widma i małym kącie bryłowym, można ten sam efekt uzyskać w odniesieniu do czasu. Istotną cechą lasera jest również to, że w większości jego aplikacji można uzyskać generację promieniowania tylko o określonym stanie polaryzacji. Szeroki zakres zastosowań laserów wiąże się z ich bogatym asortymentem i parametrami, które muszą być ściśle dobrane do potrzeb użytkownika. Laser emituje promieniowanie zazwyczaj o jednej lub kilku długościach fal i określonym zakresie mocy przystosowanym do danego zastosowania. Przykłady zastosowań wybranych typów laserów zaprezentowano w tabeli 1.

Lasery można grupować wg ich różnych cech jak np. typ rezonatora, układ pompujący, ośrodek wzmacniający czy rodzaj (reżim) pracy. Z punktu widzenia rezonatora można mówić o laserach z rezonatorem stabilnym lub niestabilnym, liniowym lub pierścieniowym. Układy pompowania mogą wykorzystywać przepływ prądu, naświetlanie fotonami, reakcje chemiczne. Lasery mogą być o działaniu ciągłym lub impulsowym, a te ostatnie z repetycją impulsów. Rozpatrując sposób i rodzaje przejść elektronów między poziomami ośrodka laserującego mówimy o laserach np. trójpoziomowych lub czteropoziomowych. Jednak najczęściej stosowanym i najbardziej ogólnym kryterium podziału laserów jest stan skupienia ośrodków optycznie czynnych. Wyróżniamy tu lasery stałe (kryształ lub szkło jako osnowa), półprzewodnikowe (złączowe), cieczowe (barwnikowe), gazowe (atomowe, jonowe, molekularne). Najpopularniejsze w zastosowaniach technologicznych są lasery CO₂, Nd:YAG i excimerowe.

Tabela 1 Zestawienie przykładowych zastosowań wybranych typów laserów

Typ lasera	Długość fali, nm	Rodzaj pracy, czas trwania impulsu	Sprawność	Przykładowe zastosowanie
Rubinowy AlaO ₃ :Cr ³⁺	694,3	Impulsowa, od kilku do kilkunastu μs	0,1 – 0,5 %	Spawanie, topienie wiercenie, stomatologia, impulsowa holografia, biologia, pomiar odległości
Neodymowy Nd ³⁺ : YAG	1064,6 1300, 1400	Ciągła lub impulsowa od kilku ps do kilkunastu ms	0,1-10% (zależy od rodzaju pompy – większa przy pompie diodowej)	Telekomunikacja, laserowe układy śledzące, kontrolowane reakcje jądrowe, chirurgia, mikroobróbka, cięcie, pomiar odległości
Neodymowy na szkle Nd: Szkło	1050-1060	Ciągła lub impulsowa	1 – 5% (przy pompie lampowej)	Wzmacniacz optyczny do uzyskiwania impulsów o mocach GW, inicjowanie kontrolowanej reakcji jądrowej, cięcie, mikrosynteza
Półprzewodnikowy GaInAsP, GaAs, AlGaAs	800-1600	Ciągła lub impulsowa	60-75 %	Telekomunikacja światłowodowa, geodezja, poligrafia (pośrednio jako pompa do nacinania matryc), nagrywanie i odczytywanie płyt CD i DVD
Tytanowy Al ₂ O ₃ : Ti ³⁺	Przestrzajalna: 665-1130	Ciągła lub impulsowa od kilku fs	0,01 – 0,1% (zależy od pompy)	Do określania poziomu skażenia atmosfery (system LIDAR), separacja izotopów, badania biomedyczne
He-Ne	632,8	Ciągła	0,1%	Metrologia, holografia, interferometria
Ne-Cu (laser na parach miedzi)	510,6 i 578,2	Impulsowa	Do 3%	Precyzyjna obróbka materiałów, dermatologia
Azotowy N ₂	337,1	Impulsowa 10 ns	20%	Spektroskopia, reakcje fotochemiczne
CO ₂	Najczęściej 10600	Ciągła lub impulsowa	30%	Obróbka materiałów, cięcie, spawanie, chirurgia, stomatologia, laserowe układy śledzące, kontrolowane reakcje jądrowe, rozdzielanie izotopów
Aleksandrytowy	Przestrzajalna: 710-820	Ciągła lub impulsowa	0,3%	Do określania poziomu skażenia atmosfery (LIDAR), medycyna, spektroskopia
Excimerowy KrCl, ArF, KrF, XeCl, XeF	157, 193, 248, 308, 351	Impulsowa	1-2%	Chirurgia (okulistyka, kardiochirurgia), mechanika precyzyjna, znakowanie, wykonywanie otworów
Erbowy na szkle Er: Szkło	1540	Impulsowa	0,2%	Pomiar odległości bezpieczny dla oka
Erbowy Er: YAG	2940	Impulsowa	1,5%	Medycyna, badania biomedyczne

Zagrożenie promieniowaniem laserowym dla zdrowia człowieka odnosi się do oczu i skóry.

Uszkodzenie tych tkanek zachodzi zazwyczaj na skutek reakcji termicznych w wyniku absorpcji dużej ilości energii przenoszonej przez promieniowanie laserowe. Najbardziej zagrożone promieniowaniem laserowym są oczy [2]. W zależności od długości fali zagrożone są różne elementy składowe oka. Nadfiolet daleki UVC z zakresu 200- 215 nm i podczerwień o długościach fal powyżej 1400 nm pochłaniane są przez rogówkę. Bliski nadfiolet UVA oraz częściowo podczerwień IRA i IRB pochłaniane są przez soczewkę. Natomiast promieniowanie widzialne i bliska podczerwień IRA są przepuszczane do siatkówki.

Specjalną uwagę zwraca się na uszkodzenie siatkówki promieniowaniem z zakresu 400 – 1400 nm, które może być szczególnie szkodliwe.

Wiąże się to z faktem, że wiązka laserowa o średnicy kilku milimetrów może być skupiona na siatkówce oka do małej plamki o średnicy 10 μm . Oznacza to, że natężenie napromienienia wiązki wchodzącej do oka o wartości 1 mW/cm² jest efektywnie zwiększone do wartości 100 W/cm² na siatkówce oka. W rezultacie docierające do siatkówki promieniowanie jest wystarczająco duże aby spowodować uszkodzenie siatkówki. W zależności od miejsca na siatkówce, gdzie skupiane jest promieniowanie laserowe stopień uszkodzenia jest różny.

Uszkodzenie w obrębie dołka środkowego może spowodować w rezultacie stałą ślepotę. Skóra jest największym organem ciała człowieka, a ryzyko jej uszkodzenia przez wiązkę laserową jest bardzo duże. Najbardziej zagrożona jest skóra rąk, głowy i ramion. Jednak do wywołania uszkodzeń skóry promieniowaniem laserowym potrzebne są znacznie większe dawki niż w przypadku oka. Promieniowanie laserów pracujących w zakresie widzialnym oraz podczerwonym może wywołać łagodną postać rumienia, jak również przy odpowiednio dużej dawce, być przyczyną poparzeń. Krótkotrwałe impulsy laserowe o dużej mocy szczytowej mogą powodować zwęglenie tkanek. Jakkolwiek urządzenia laserowe posiadają specjalne osłony oraz wyposażone są w instrukcje bezpiecznego ich użytkowania to zdarzają się przy ich obsłudze wypadki przy pracy, z czego aż 44% wiąże się z ekspozycją na promieniowanie laserowe [3]. Dlatego istotna jest znajomość klasy bezpieczeństwa lasera, które odzwierciedlają stopień szkodliwości danego urządzenia laserowego. W związku z faktem, że promieniowanie laserowe o zróżnicowanych długościach fal i mocach może wywołać różne skutki, podczas oddziaływania z tkanką biologiczną lasery podzielono na siedem klas (wg PN-EN 60825-1: 2000) 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4. Wcześniejszy podział dzielił lasery na pięć klas (1, 2, 3A, 3B, 4).

W związku z powyższym producenci są zobligowani do umieszczenia na urządzeniu laserowym informacji o klasie bezpieczeństwa, do której należy dany laser.

Dzięki temu użytkownicy tych urządzeń wiedzą, jakie środki bezpieczeństwa mają przedsięwziąć.

W tabeli 2 przedstawiono charakterystykę klas laserów.

Tabela 2. Podział laserów i urządzeń laserowych na klasy (PN-EN 60825-1: 2000) [4]

Klasa	Charakterystyka
1	Lasery, które są bezpieczne w racjonalnych warunkach pracy
1M	Lasery emitujące promieniowanie w zakresie długości fal do 302,5 nm do 4000 nm, które są bezpieczne w racjonalnych warunkach pracy, ale mogą być niebezpieczne podczas patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne
2	Lasery emitujące promieniowanie widzialne w przedziale długości fal od 700. Ochrona oka jest zapewniona w sposób naturalny przez instynktowne reakcje obronne.
2M	Lasery emitujące promieniowanie widzialne w przedziale długości fal od 700. Ochrona oka jest zapewniona w sposób naturalny przez instynktowne reakcje obronne, ale mogą być niebezpieczne podczas patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne.
3R	Lasery emitujące promieniowanie w zakresie długości fal do 302,5 nm do 106 nm, dla których bezpośrednie patrzenie w wiązkę jest potencjalnie niebezpieczne.
3B	Lasery, które są niebezpieczne podczas bezpośredniej ekspozycji promieniowania. Patrzenie na odbicia rozproszone są zwykle bezpieczne.
4	<u>Lasery, które wytwarzają niebezpieczne odbicia rozproszone.</u> <u>Mogą one powodować uszkodzenie skóry oraz stwarzają zagrożenie pożarem. Podczas obsługi laserów klasy 4 należy zachować szczególną ostrożność.</u>

Poza urządzeniami klasy 1 użytkowanie laserów niesie za sobą możliwość wystąpienia zagrożeń ich promieniowaniem dla oczu i skóry człowieka. Najniebezpieczniejsze urządzenia laserowe należą do klasy 4. Ich przykładem są lasery wykorzystywane przy cięciu spawaniu i znakowaniu oraz niektóre z laserów stosowanych w medycynie (np. lance laserowe). Przy obsłudze tych laserów konieczne jest zachowanie daleko idących środków bezpieczeństwa.

Każdy stosowany na stanowisku laser musi mieć przypisaną klasę, która wiąże się z koniecznością stosowania odpowiednich środków ochronnych przed promieniowaniem laserowym bezpośrednim, natomiast może istnieć potrzeba zabezpieczenia oczu pracownika przed promieniowaniem odbitym i rozproszonym. Promieniowanie to często jest również niebezpieczne dla ludzi i powinno być uwzględnione przy projektowaniu bezpiecznego stanowiska z urządzeniem laserowym. Najwyższy poziom promieniowania laserowego, który nie powoduje obrażeń oczu i skóry określany jest w odpowiednich aktach prawnych: na poziomie krajowym w rozporządzeniu, a na poziomie Unii Europejskiej – Dyrektywie (2006/25/EU) [5]. W Polsce określa go rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, jako maksymalną dopuszczalną ekspozycję MDE (Dz.U. nr 217) [6]. Ustalane wartości graniczne odnoszą się do przypadkowych, krótkotrwałych ekspozycji człowieka na to promieniowanie, a nie do zamierzonych ekspozycji do celów medycznych, rehabilitacyjnych, czy optycznej tomografii komputerowej. Ekspozycji na promieniowanie laserowe, którego parametry przekraczają ustalone wartości MDE wskazuje na duże ryzyko zawodowe, co jest równoznaczne ze szkodliwym skutkiem dla zdrowia. Dlatego pomiary odpowiednich parametrów promieniowania laserowego na stanowiskach pracy powinny być wykonywane zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi badań czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. nr 73) [7]. Na ich podstawie powinna być dokonana ocena ryzyka zawodowego, zgodnie z przyjętymi kryteriami oceny zagrożenia (Dz.U. nr 217).

Prawidłowo i bezpiecznie zorganizowane stanowisko laserowe wymaga szczegółowej oceny wszystkich zagrożeń wynikających z jego funkcjonowania. Można przyjąć zasadę, że rozważa się trzy podstawowe elementy, tzn. potencjał zagrożeń spowodowany samym układem laserowym, środowisko, w którym umiejscowiony jest układ oraz stopień świadomości personelu obsługującego. Podczas pracy z urządzeniami laserowymi należy zachować szczególną ostrożność ze względu na właściwości emitowanego promieniowania, charakteryzującego się znaczną gęstością mocy w porównaniu z promieniowaniem otrzymywanym ze źródeł klasycznych. Niebezpieczeństwo wywołane przez urządzenia laserowe nie ogranicza się jedynie do promieniowania emitowanych wiązek laserowych. Z uwagi na konstrukcję i sposób pracy urządzeń laserowych należy również brać pod uwagę takie źródła zagrożeń jak:

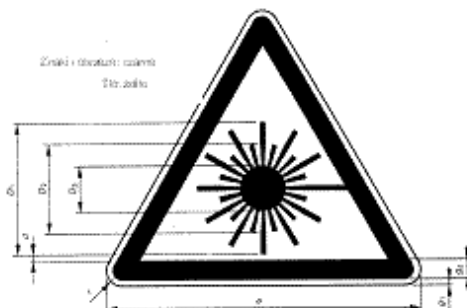
zagrożenia elektryczne, zagrożenia pochodzące od par i gazów (np. w chirurgii dymy powstające na skutek termicznego cięcia tkanek), zagrożenia pożarowe i wybuchowe (np. zapalenie się materiałów palnych na skutek oddziaływania promieniowania laserowego dużej mocy), zagrożenia promieniowaniem towarzyszącym (nielaserowym) (np. zagrożenia promieniowaniem wysokiej częstotliwości lub rentgenowskim pochodzącym z laserów).

Wszystkie wymienione czynniki stanowią więc potencjał zagrożeń spowodowany samym układem laserowym. Umiejscowienie układu laserowego odgrywa bardzo ważne znaczenie z punktu widzenia efektywności pracy lasera, jak również bezpieczeństwa. Bardzo ważnymi elementami bezpieczeństwa laserowego jest również zastosowanie odpowiednich blokad bezpieczeństwa oraz środków ochrony indywidualnej i zbiorowej a także szkolenie pracowników. Szkolenie personelu obsługującego urządzenie laserowe powinno obejmować:

procedury eksploatacji urządzeń laserowych,
sposób właściwego użycia procedur kontroli zagrożenia, znaków ostrzegawczych, itp.,
procedury zgłaszania wypadku, zagadnienia związane ze skutkami biologicznymi oddziaływania promieniowania laserowego na oczy i skórę.

W pomieszczeniach, w których znajdują się urządzenia laserowe, mogące emitować nieosłonięte wiązki promieniowania, należy zapewnić:

- oświetlenie elektryczne o odpowiednio wysokim poziomie natężenia, gdyż w takich warunkach źrenice oczu są znacznie mniej rozszerzone niż w miejscach ciemnych i słabo oświetlonych. Przy mniej rozszerzonej źrenicy, mniej promieniowania laserowego może wnikać do oka i a tym samym skutki szkodliwe są też mniejsze.
- matowe wykończenie ścian, aby uniknąć przypadkowych niebezpiecznych odbić zwierciadlanych.
- odpowiednie zabezpieczenie okien, aby promieniowanie laserowe nie mogło przedostać się na zewnątrz pomieszczenia
- odpowiednio oznakowanie wejścia do miejsca, w którym pracuje laser tak, aby informować o potencjalnym zagrożeniu. Wzór etykiety ostrzegawczej przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1 Etykieta ostrzegawcza – znak zagrożenia (PN-EN 60825-1: 2000)

W tabeli 3 wymieniono podstawowe wymagania i zalecenia dla użytkowników urządzeń laserowych.

Tabela 3 Podstawowe wymagania i zalecenia dla użytkowników urządzeń laserowych

Wymagania i zalecenia	Klasa lasera						
	Klasa 1	Klasa 1M	Klasa 2	Klasa 2M	Klasa 3R	Klasa 3B	Klasa 4
Mianowanie inspektora do spraw bezpieczeństwa laserowego					¹⁾	+	+
Zastosowanie łącznika zdalnej blokady						+	+
Uruchamianie kluczem						+	+
Zastosowanie ogranicznika lub tłumika wiązki laserowej						+	+
Urządzenie sygnalizujące emisję promieniowania					¹⁾	+	+
Zastosowanie znaków ostrzegawczych						+	+
Ośłonięcie wiązek laserowych					+	+	+
Unikanie odbić zwierciadlanych					+	+	+
Zastosowanie środków ochrony oczu						²⁾	²⁾
Zastosowanie odzieży ochronnej						³⁾	³⁾
Szkolenie pracowników w zakresie bezpiecznej pracy z laserami					+	+	+

1) Wymagane tylko podczas emisji promieniowania spoza zakresu widzialnego

2) Wymagane jeśli w obszarze oddziaływania promieniowania laserowego przekroczone są wartości MDE

3) Wymagane jeśli promieniowanie laserowe stwarza potencjalne zagrożenie

Do ochrony przed promieniowaniem laserowym stosowane są :

[gogle i okulary wyposażone w odpowiednie filtry optyczne.](#)

Literatura

1. Karczmarek F., 1986
2. Wolska A, Konieczny P., 2006
3. <http://www.Technologielaserowe.republika.pl>.
4. PN-EN 60825-1: 2000
5. Dyrektywa 2006/25/EU
6. Rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, jako maksymalną dopuszczalną ekspozycję MDE (Dz.U. nr 217)
7. (Dz. U. nr 73)

Sprzęt do ochrony oczu i twarzy przed promieniowaniem laserowym

Do ochrony indywidualnej oczu przed promieniowaniem laserowym, w zakresie fal od 180 do 1000 μm służą okulary, gogle i osłony twarzy zaopatrzone w specjalne filtry ochronne (PN-EN 2007) [1]. W związku z monochromatycznością promieniowania laserowego filtry ochronne przeznaczone są do konkretnych typów laserów. W przypadku,

gdy niebezpieczne promieniowanie laserowe powstaje w widzialnym zakresie widma od 400nm do 700nm, a ochrony oczu osłabiają to promieniowanie do wartości zdefiniowanych dla laserów klasy 2 ($P \leq 1\text{mW}$ dla laserów pracy

ciągłej - w tym przypadku fizjologiczne reakcje obronne włącznie z odruchem mrugania przyczyniają się do ochrony oczu), ochrony takie nazywamy środkami ochrony oczu do justowania laserów (PN-EN 2008) [2].

Przy wyborze właściwej ochrony oczu zaleca się aby:

była wygodna w noszeniu i zapewniała ściśle dopasowanie do twarzy (dla gogli) przy jednoczesnej odpowiedniej wentylacji dla uniknięcia zaparowania, zapewniała jak najszersze, możliwe pole widzenia (niczym nie zakłócone pole widzenia co najmniej 40° w kierunkach poziomym i pionowym dla każdego oka, zapewniała dostateczne wysokie tłumienie promieniowania laserowego, zapewniała odpowiednią transmisję w paśmie widzialnym (współczynnik przepuszczania światła filtru powinien być nie mniejszy niż 20%, była odporna na promieniowanie laserowe, przed którym zapewnia ochronę, bardzo ważne jest również, aby oprawy oraz jakiegokolwiek części boczne (z wyłączeniem taśmy opasującej głowę, w przypadku gogli) zapewniały taką samą ochronę jaka jest zapewniona przez filtry.

Najważniejszymi parametrami do oceny skuteczności ochrony przed promieniowaniem laserowym są:

- widmowy współczynnik przepuszczania ($\tau(\lambda)$),
- gęstość optyczna (D_λ),
- współczynnik przepuszczania światła (τ_v),
- odporność na promieniowanie laserowe.

Podstawową (ale nie jedyną!) informacją mówiącą o przydatności filtru do ochrony oczu przed konkretnym promieniowaniem laserowym, niejako „wizytówką” filtru jest jego charakterystyka widmowa, obejmująca zakresy niebezpiecznego promieniowania laserowego oraz widzialnego. Na rysunku 5.1 przedstawiono przykładową charakterystykę widmową filtru absorpcyjnego, zapewniającego ochronę przed kilkoma długościami fal laserowych. Minimalną wartość gęstości optycznej (D_λ) filtrów, w warunkach założonej ekspozycji (H) oblicza się ze wzoru [1]:

$$D_\lambda = \log_{10} \frac{H_0}{\text{MDE}}$$

Gdzie: H_0 – spodziewanym poziomem ekspozycji niechronionego oka,
MDE – Maksymalna dopuszczalna ekspozycja.

W tabelach 2 i 3 przedstawiono oznaczenia filtrów chroniących przed promieniowaniem laserowym, natomiast na rysunku 1 przykładową charakterystyką widmową filtru absorpcyjnego chroniącego przed promieniowaniem laserowym

Rys. 1 Przykładowa charakterystyka transmisyjna filtru absorpcyjnego

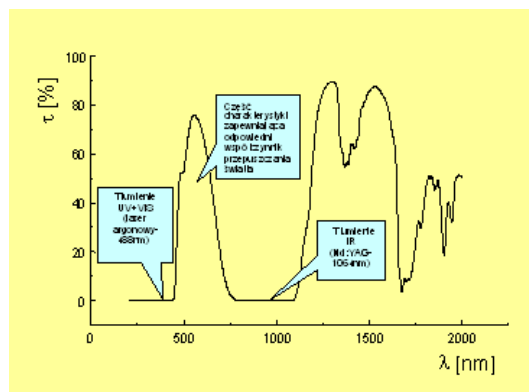


Tabela 2. Oznaczenia filtrów do justowania laserów, zapewniające ochronę przed promieniowaniem laserowym dla zakresu długości fal od 400nm do 700nm 1mW przy pracy ciągłej tzw. lasery CW [1].≤ oraz mocy

Oznaczenie	Współczynnik przepuszczania światła Filtr	Współczynnik przepuszczania światła Oprawa	Lasery CW i impulsowe o czasie trwania impulsu $\leq 2 \times 10^{-4}$ s Maksymalna moc lasera	Lasery impulsowe o czasie trwania impulsu $> 10^{-9}$ s do 2×10^{-4} s Maksymalna energia impulsu
R1	$10^{-2} < \tau \leq (I) 10^{-1}$	$\tau \leq (I) 10^{-1}$	0,01	2×10^{-6}
R2	$10^{-3} < \tau \leq (I) 10^{-2}$	$\tau \leq (I) 10^{-2}$	0,1	2×10^{-5}
R3	$10^{-4} < \tau \leq (I) 10^{-3}$	$\tau \leq (I) 10^{-3}$	1	2×10^{-4}
R4	$10^{-5} < \tau \leq (I) 10^{-4}$	$\tau \leq (I) 10^{-4}$	10	2×10^{-3}
R5	$10^{-5} < \tau \leq (I) 10^{-5}$	$\tau \leq (I) 10^{-5}$	100	2×10^{-2}

Tabela 3. Oznaczenia filtrów chroniących przed promieniowaniem laserowym [2]

Długość fali 180 nm do 315 nm

Typ lasera \ oznaczenie	D	I, R	M
L1	0,01	3×10^2	3×10^{11}
L2	0,1	3×10^3	3×10^{12}
L3	1	3×10^4	3×10^{13}
L4	10	3×10^5	3×10^{14}
L5	100	3×10^6	3×10^{15}
L6	103	3×10^7	3×10^{16}
L7	104	3×10^8	3×10^{17}
L8	105	3×10^9	3×10^{18}
L9	106	3×10^{19}	3×10^{19}
L10	107	3×10^{11}	3×10^{20}

Długość fali ponad 315 nm do 1400 nm

Typ lasera \ oznaczenie	D	I, R	M
L1	10^2	0,05	5×10^5
L2	10^3	0,5	5×10^8
L3	10^4	5	5×10^9
L4	10^5	50	5×10^{10}
L5	10^6	5×10^2	5×10^{11}
L6	10^7	5×10^3	5×10^{12}
L7	10^8	5×10^4	5×10^{13}
L8	10^9	5×10^5	5×10^{14}
L9	10^{19}	5×10^6	5×10^{15}
L10	10^{11}	5×10^7	5×10^{26}

Długość fali ponad 1400 nm do 1000 μm

Typ lasera \ oznaczenie	D	I, R	M
L1	10^4	10^3	10^{12}
L2	10^5	10^4	10^{13}
L3	10^6	10^5	10^{14}
L4	10^7	10^6	10^{15}
L5	10^8	10^7	10^{16}
L6	10^9	10^8	10^{17}
L7	10^{10}	10^9	10^{18}
L8	10^{11}	10^{10}	10^{19}
L9	10^{12}	10^{11}	10^{20}
L10	10^{13}	10^{12}	10^{21}

Uwagi:

Gęstość mocy E wiązki lasera o pracy ciągłej jest obliczana na podstawie mocy lasera P i przekroju poprzecznego wiązki $E=P/A$;

Gęstość energii wiązki lasera impulsowego (I lub R) jest obliczana na podstawie energii impulsu Q i przekroju poprzecznego wiązki $H=Q/A$. Dla laserów pracujących w przedziale długości fal od 400 nm do 1400 nm, gęstość energii H powinna być korygowana. Jeżeli częstotliwość impulsów laserowych wynosi γ , to całkowita liczba impulsów N w czasie 10 s wynosi: $N = \gamma \times 10$ s. Wartość gęstości energii H' wynosi $H' = H \times N^{1/4}$. Potrzebny stopień ochrony odczytuje się dla skorygowanej wartości H'. Dla laserów z synchronizacją modu obliczenie gęstości mocy wiązki przeprowadza się jak dla laserów o pracy ciągłej. Ponadto dla laserów o przedziale długości fal od 400 nm do 1400 nm należy obliczyć H', tak jak opisano wyżej.

Dyrektywa 2006/25/EC Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (sztucznym promieniowaniem optycznym), jest w trakcie wdrażania do polskiego systemu prawnego.

Państwa członkowskie Unii Europejskiej mają wprowadzić w życie przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne, niezbędne do pełnego przyjęcia tej dyrektywy, do 27 kwietnia 2010 r.

W Polsce zadanie to leży w kompetencji właściwego ministra do spraw pracy.

Dyrektywa obejmuje promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali w zakresie od 100 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) do 1 mm, zarówno niekoherentne (nielaserowe), jak i laserowe (promieniowanie optyczne lasera).

To drugie warto jest szerszego omówienia z uwagi na stale rosnące wykorzystanie laserów.

Różne ich rodzaje znajdują współcześnie zastosowanie w takich dziedzinach, jak: poligrafia, obróbka metali, znakowanie produktów, medycyna (chirurgia, chirurgia naczyniowa, dermatologia, ginekologia, laryngologia, neurochirurgia, okulistyka, ortopedia, otolaryngologia, pulmonologia, stomatologia, urologia i in.), spektroskopia, telemetria, telekomunikacja, przemysł rozrywkowy, technologie wojskowe itd.

W dyrektywie zdefiniowano podstawowe pojęcia, między innymi: napromienienia, natężenia napromienienia, luminancji energetycznej i tzw. poziomu (kombinacji natężenia napromienienia, napromienienia i luminancji energetycznej, na które narażony jest pracownik), a przede wszystkim pojęcie wartości granicznych ekspozycji na promieniowanie, które bezpośrednio powiązano ze skutkami zdrowotnymi i biologicznymi dla ludzkiego organizmu.

Zastosowanie się do tych wartości – zależnych od długości fali promieniowania laserowego, czasu trwania impulsu laserowego lub czasu ekspozycji, rodzaju narażonej tkanki i charakteru ekspozycji (promieniowanie bezpośrednie lub rozproszone) – zapewnia pracownikom narażonym na promieniowanie ochronę przed wszelkimi znanymi, niekorzystnymi skutkami zdrowotnymi. Wartości graniczne ekspozycji dla promieniowania laserowego określone są w załączniku do dyrektywy. Trzeba podkreślić, że najbardziej zagrożone promieniowaniem laserowym są oczy. Promieniowanie o długości fal w zakresie od 400 nm do 1400 nm wnika do oka i jest ogniskowane na siatkówce, co może spowodować jej uszkodzenie. Promieniowanie o długości fal poniżej 400 nm i powyżej 1400 nm nie wnika do oka, powoduje natomiast uszkodzenie rogówki. Promieniowanie laserowe może trafić na źrenicę nie tylko bezpośrednio z lasera, ale także przypadkowo, w wyniku odbicia wiązki laserowej, co jest szczególnie niebezpieczne przy pracy z laserami emitującymi promieniowanie w niewidzialnym zakresie widma. Od promieniowania ciągłego groźniejsze może być promieniowanie impulsowe. W przypadku promieniowania ciągłego powieka może odruchowo odciąć jego dostęp do oka, natomiast w przypadku promieniowania impulsowego czas trwania impulsu może być zbyt krótki, aby do takiej reakcji doszło. W przypadku laserów dużej mocy niebezpieczne jest nawet ich światło rozproszone. Promieniowanie laserowe stwarza zagrożenia również dla skóry. Skutkiem jego działania może być uszkodzenie skóry (rumień, oparzenie, zwęglenie tkanki). W przypadku absorpcji promieniowania nadfioletowego przez DNA możliwe jest działanie rakotwórcze. Może dochodzić także do porażenia naczyń krwionośnych, koagulacji białek i destrukcji komórek. Generalnie charakter oddziaływania promieniowania laserowego na skórę zależy od długości fali (głębokość wnikania), gęstości mocy i czasu ekspozycji. Graniczna odległość od wyjścia lasera, powyżej której nie występuje już zagrożenie dla oczu i tym bardziej dla skóry (tzw. nominalna odległość zagrożenia wzroku), wynosi, przykładowo, przy czasie ekspozycji oka do 10 s – ok. 0,3 m dla lasera Nd: YAG o mocy 25 W, ok. 6,0 m dla lasera Nd: YAG o mocy 100 W, ok. 4,0 m dla lasera argonowego o mocy 20 W i ok. 100 m (!) dla lasera CO₂ o mocy ciągłej rzędu kilku kW (stosowanego do cięcia i spawania).

Wśród innych zagrożeń związanych z użytkowaniem laserów można także wymienić:

zagrożenia związane z parami i gazami powstającymi podczas laserowej obróbki materiałów (np. gazami toksycznymi

przy cięciu tworzyw sztucznych lub dymami zawierającymi toksyczne związki chemiczne, nieuszkodzone wirusy i bakterie przy termicznym niszczeniu tkanki w chirurgii itd.), zagrożenia związane z nielaserowym promieniowaniem towarzyszącym (np. wysokiej częstotliwości lub pochodzącym z laserów promieniowaniem rentgenowskim),

zagrożenia pożarowe i wybuchowe (w przypadku laserów dużej mocy). Artykuł 4 dyrektywy 2006/25/EC potwierdza, że zgodnie z art. 6 ust. 3 i art. 9 ust. 1 dyrektywy ramowej, pracodawca jest obowiązany do przeprowadzenia oceny i w razie konieczności pomiarów lub obliczeń poziomów ekspozycji na promieniowanie, na które mogą być narażeni pracownicy. Na tej podstawie mogą zostać określone i wprowadzone w życie środki niezbędne do ograniczenia ekspozycji poniżej właściwych wartości granicznych.

W odniesieniu do promieniowania laserowego metodologia stosowana do oceny, pomiaru lub obliczeń powinna

odpowiadać normom Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC). Czynności te powinny być planowane i dokonywane przez właściwe służby lub osoby (przy uwzględnieniu przepisów art. 7 i 11 dyrektywy ramowej), a uzyskane dane przechowywane w celu ich ewentualnego, późniejszego skonsultowania. Pracodawca zobowiązany jest do posiadania oceny ryzyka i określenia środków, jakie należy podjąć w celu uniknięcia lub ograniczenia ryzyka oraz do informowania i szkolenia pracowników. Ocena ryzyka powinna być zapisana na odpowiednim nośniku, zgodnie z krajowym prawem i praktyką oraz może zawierać uzasadnienie pracodawcy stwierdzające, że charakter i zakres ryzyka związanego z promieniowaniem nie pociąga za sobą konieczności dalszej, bardziej szczegółowej oceny.

Ocena ryzyka podlega systematycznej aktualizacji, szczególnie w przypadkach zmian zachodzących w miejscu pracy lub – wskazujących na konieczność aktualizacji – wyników badań lekarskich pracowników. W przypadku, gdy ocena ryzyka wskazuje na możliwość przekroczenia wartości granicznych ekspozycji, pracodawca ma obowiązek opracowania i wprowadzenia w życie planu działania obejmującego ośrodki techniczne lub organizacyjne służące zapobieganiu przekroczeniom tych wartości w miejscu pracy. Chodzi np. o ewentualne zastosowanie innych metod pracy, dobór sprzętu o niższym poziomie emisji promieniowania, zastosowanie środków technicznych w celu redukcji poziomu emisji promieniowania (osłony ochronne, tłumiki wiązki laserowej, zapewnienie możliwości zdalnego wyłączenia lasera lub przerywania akcji laserowej), właściwe zaprojektowanie i usytuowanie stanowisk pracy, ograniczenie poziomu i czasu trwania ekspozycji na promieniowanie, zapobieganie odbiciom wiązki, udostępnienie prawidłowo dobranych środków ochrony indywidualnej (okularów, gogli ochronnych, odzieży ochronnej). Stanowiska pracy, na których może wystąpić zagrożenie przekroczenia wartości granicznych ekspozycji, muszą być odpowiednio oznakowane, a dostęp do nich ograniczony.

Pracodawca zobowiązany jest do zapewnienia pracownikom narażonym na promieniowanie lub ich przedstawicielom informacji i szkoleń poświęconych:

Środkom podjętym w celu wprowadzenia w życie omawianej dyrektywy, wartościom granicznym ekspozycji i związanym z nimi zagrożeniami, wynikom oceny i pomiarów poziomów ekspozycji na promieniowanie i przedstawieniu związanego z nimi potencjalnego ryzyka, sposobom wykrywania skutków zdrowotnych narażenia na promieniowanie i zgłaszania ich, bezpiecznym sposobom pracy, okolicznościom, w których pracownicy uprawnieni są do profilaktycznych badań lekarskich oraz prawidłowemu stosowaniu środków ochrony indywidualnej.

Sprawę konsultacji i udziału pracowników w rozwiązywaniu problemów generowanych przez obecność w środowisku pracy promieniowania laserowego uregulowane są zgodnie z art. 11 dyrektywy ramowej. Artykuł 8 dyrektywy 2006/25/EC poświęcono profilaktycznym badaniom lekarskim. W dyrektywie zapowiedziano również opracowanie przez Komisję Europejską praktycznego przewodnika dotyczącego m.in. określenia ekspozycji na promieniowanie, na jakie mogą być narażeni pracownicy, oceny ryzyka oraz przepisów związanych z unikaniem lub ograniczaniem ryzyka – w celu ułatwienia jej wdrożenia. Bezpieczeństwo obsługi laserów charakteryzuje ich klasa, określana przez producenta. Zgodnie z wymaganiami polskiej normy PN-EN 60825-1 (Bezpieczeństwo urządzeń laserowych. Cz. 1: Klasyfikacja sprzętu, wymagania i przewodnik użytkownika), informacja o klasie lasera powinna być do niego przymocowana. Warto przypomnieć aktualnie obowiązujący podział na siedem klas (poprzedni podział obejmował pięć klas, zobacz tabela poniżej). Odpowiedzialność za przeprowadzenie prawidłowej klasyfikacji urządzenia laserowego ponosi producent. Problematyka bezpiecznej pracy w warunkach narażenia na promieniowanie laserowe może nabierać w najbliższych latach coraz większego znaczenia w działalności kontrolnej i prewencyjnej Państwowej Inspekcji Pracy, zarówno z uwagi na wagę tego zagadnienia, jak i proces wdrażania dyrektywy 2006/25/EC do polskiego systemu prawnego.

Maciej Sokołowski

Departament Prewencji i Promocji GIP

Klasy bezpieczeństwa

Klasa 1:

Lasery, które są bezpieczne w racjonalnie przewidywalnych warunkach pracy, także w przypadku Patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne.

Klasa 1M:

Lasery emitujące promieniowanie w zakresie długości fali od 302,5 nm – 4000 nm, które są bezpieczne w racjonalnie przewidywalnych warunkach pracy, ale mogą stanowić zagrożenie, jeśli użytkownik wprowadzi elementy optyczne w tor wiązki.

Klasa 2:

Lasery emitujące promieniowanie widzialne w zakresie długości fali od 400 nm do 700 nm, gdzie ochrona oka jest w naturalny sposób zapewniona przez reakcje awersyjne, łącznie z odruchem mrugania. Reakcje te zapewniają odpowiednią ochronę w racjonalnie przewidywalnych warunkach pracy, także w przypadku patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne.

Klasa 2M:

Lasery emitujące promieniowanie widzialne w zakresie długości fali od 400 nm do 700 nm, gdzie ochrona oka jest w naturalny sposób zapewniona przez reakcje awersyjne, łącznie z odruchem mrugania. Jednak patrzenie w wiązkę może stanowić zagrożenie, jeśli użytkownik wprowadzi elementy optyczne w tor wiązki.

Klasa 3R:

Lasery emitujące promieniowanie w zakresie długości fali od 302,5 nm do 10⁶ nm, potencjalnie zagrażające przy bezpośrednim patrzeniu w wiązkę, jednak z mniejszym ryzykiem niż lasery klasy 3B oraz mniej licznymi wymaganiami dotyczącymi produkcji i środków kontroli przez użytkownika niż dla laserów klasy 3B.

Klasa 3B:

Lasery niebezpieczne przy bezpośrednim patrzeniu w wiązkę (w zakresie nominalnej odległości zagrożenia wzroku). Patrzenie na odbite promieniowanie rozproszone jest zazwyczaj bezpieczne.

Klasa 4:

Lasery bardzo niebezpieczne, wytwarzające zagrożenie także przy odbiciach rozproszonych.

Mogą powodować obrażenia skóry i zagrożenie pożarem. Ich stosowanie wymaga ekstremalnej ostrożności.