

Antoni Saulewicz

Organizacja ruchu podnośnikowych wózków jezdniowych czołowych w transporcie wewnątrzzakładowym

PORADNIK



Antoni Saulewicz

Organizacja ruchu podnośnikowych wózków jezdniowych czołowych w transporcie wewnątrzzakładowym

Poradnik

CIOP  **PIB**

Warszawa 2013

Opracowano i wydano w ramach II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2011-2013) finansowanego w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej.
Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autor

mgr inż. Antoni Saulewicz – Zakład Techniki Bezpieczeństwa CIOP-PIB

Projekt okładki

Jolanta Maj

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2013

ISBN 978-83-7373-151-6

CIOP  PIB

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

Spis treści

1. Przedmowa	5
2. Wytyczne i zalecenia dotyczące organizacji ruchu podnośnikowych wózków jezdniowych w transporcie wewnątrzzakładowym	6
2.1. Wprowadzenie	6
2.2. Wytyczne i zalecenia ogólne	6
2.3. Opracowanie planu dróg	13
2.4. Organizacja parkowania	14
2.5. Organizacja ruchu pieszych w obszarach, gdzie odbywa się ruch wózków	16
2.5.1. Nierozdzielenie ruchu pieszych i wózków	16
2.5.2. Rozdzielenie ruchu pieszych i wózków	20
2.5.2.1. Rozdzielenie dróg z zastosowaniem linii na powierzchni jezdni	20
2.5.2.2. Rozdzielenie dróg z zastosowaniem fizycznej bariery ochronnej	21
2.5.3. Przejścia dla pieszych	24
2.5.4. Skrzyżowania dróg	28
2.5.5. Oddzielenie strefy pracy osób pieszych od stref ruchu wózków	29
2.6. Rozwiązania zalecane do stosowania przy niewystarczającej widoczności	33
2.6.1. Widoczność pieszych i wózków	33
2.6.2. Miejsca niewidoczne	33
2.6.2.1. Stosowanie lusterek bezpieczeństwa	33
2.6.2.2. Stosowanie zbliżeniowych systemów bezpieczeństwa ..	34
2.7. Zalecenia dotyczące organizacji stanowiska załadowczego i rozładowczego na rampie	43

2.8.	Zalecenia dotyczące prędkości jazdy	46
2.8.1.	Wprowadzenie	46
2.8.2.	Prędkość a długość drogi zatrzymania	48
2.8.3.	Prędkość w szczególnych sytuacjach	51
3.	Wymagania i zalecenia dotyczące szkolenia wstępnego kierowców wózków	53
3.1.	Wprowadzenie	53
3.2.	Wymagania i zalecenia dotyczące szkolenia wstępnego ogólnego	54
3.3.	Zalecenia dotyczące szkolenia stanowiskowego	54
4.	Wybrane cechy wózków ułatwiające zachowanie bezpieczeństwa podczas użytkowania.....	60
4.1.	Zalecenia ogólne	60
4.2.	Pasy bezpieczeństwa	60
4.3.	Sygnalizacja ostrzegawcza	61
4.4.	Wskaźnik prędkości jazdy	61
4.5.	System samoczynnego zmniejszania prędkości wózka podczas jazdy po łuku	65
4.6.	Rozwiązanie zapobiegające uruchomieniu wózka przez osoby nieupoważnione	69
4.7.	Ogranicznik prędkości wózka	69
4.8.	Systemy ograniczające samoczynnie prędkość jazdy w przypadku podniesionego ładunku lub podnoszenia ładunku	69
4.9.	Hamulec pomocniczy.....	69
4.10.	Normy techniczne dotyczące bezpieczeństwa wózków	70
Bibliografia	71

1. Przedmowa

Niniejszy poradnik powstał w wyniku realizacji w CIOP-PIB w latach 2011-2013 projektu badawczego pt. „Badania i opracowanie rozwiązań organizacyjnych zmniejszających ryzyko wypadkowe wynikające z ruchu podnośnikowych wózków jezdniowych w transporcie wewnątrzzakładowym” [11]. Jego celem jest ułatwienie użytkownikom wózków prawidłowego stosowania aktualnie obowiązujących w kraju przepisów prawnych dotyczących zapewnienia bezpieczeństwa podczas użytkowania wózków z napędem silnikowym w transporcie wewnątrzzakładowym [14-19].

Poradnik dotyczy głównie podnośnikowych wózków jezdniowych czołowych o średniej wielkości, tzn. o ładowności do około 2 ton, zwanych dalej wózkami, ale większość zaleceń odnosi się także do innego rodzaju wózków i innych pojazdów, nazywanych w tekście innymi pojazdami, stosowanych w transporcie wewnątrzzakładowym wewnątrz budynków.

Przedmiotem poradnika jest organizacja ruchu wózków w transporcie wewnątrzzakładowym, z uwzględnieniem wydzielenia i oznakowania dróg i przejść dla pieszych, parkowania wózków i organizacji pracy na rampie. Omówiono również prędkości ruchu wózka w różnych warunkach, szkolenie stanowiskowe kierowców wózków oraz niektóre cechy wózków ułatwiające zachowanie bezpieczeństwa. W opracowaniu wykorzystano wyniki badań przeprowadzonych w ramach realizowanego projektu, a w szczególności wyniki badań prędkości ruchu wózków w różnych warunkach w wielu przedsiębiorstwach krajowych, w tym wózków wyposażonych w system samoczynnego zmniejszania prędkości podczas jazdy po łuku. Wykorzystano też wyniki badań i ich analiz otrzymanych z zastosowaniem symulatora podnośnikowego wózka jezdniowego w CIOP-PIB, zbudowanego w technice mieszanej.

Zalecenia przedstawione w poradniku są zgodne z obowiązującymi w Polsce przepisami prawnymi dotyczącymi zapewnienia bezpieczeństwa podczas użytkowania wózków z napędem silnikowym w transporcie wewnątrzzakładowym [14-19]. Podstawą sformułowanych zaleceń są również analizy odpowiednich wytycznych australijskich agend rządowych zajmują-

cych się bezpieczeństwem w transporcie wewnętrznym, opartych na wynikach badań prowadzonych w Centrum Badań Wypadków w Transporcie na Politechnice w Monash w Australii. Skorzystano też z doświadczenia australijskich firm specjalizujących się w stosowaniu układów zbliżeniowych. Ponadto wyzyskano doświadczenie amerykańskich firm Keytroller LLC oraz Cisco-Eagle, mających bardzo duże sukcesy w opracowywaniu rozwiązań stosowanych do poprawy bezpieczeństwa pracy w USA, a także osiągnięcia firmy Toyota Material Handling Europe.

2. Wytyczne i zalecenia dotyczące organizacji ruchu podnośnikowych wózków jezdniowych w transporcie wewnątrzzakładowym

2.1. Wprowadzenie

Niniejsze wytyczne i zalecenia dotyczą podnośnikowych wózków jezdniowych czołowych używanych wewnątrz budynków. Najlepiej, jeśli wewnątrz budynków stosuje się wózki z napędem elektrycznym. W pomieszczeniach dopuszcza się wprawdzie używanie wózków spalinowych, ale pod warunkiem, że nie powodują one przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) i natężeń (NDN), określonych w przepisach [17-19]. Niedopuszczalne jest używanie w pomieszczeniach wózków z silnikami spalinowymi zasilanymi benzyną etylizowaną lub zawierającą inne substancje toksyczne [14].

2.2. Wytyczne i zalecenia ogólne

Aby opracować organizację ruchu wózków, należy najpierw, na planie całego przedsiębiorstwa, z uwzględnieniem stanowisk pracy, maszyn,













wszystkich elementów infrastruktury, pomieszczeń i budynków, narysować plan dróg wózków (i innych pojazdów), parkingów, drogi dla pieszych, skrzyżowania dróg, strefy manewrowania, miejsca załadunku/rozładunku. Drogi ruchu pieszych i pojazdów powinny być nie tylko wyznaczone i zaznaczone, lecz także prawidłowo oznakowane z zastosowaniem znaków drogowych i informacji. Należy stosować znaki drogowe według Kodeksu drogowego, ponieważ są to znaki znane dla większości osób. Wymaganie takie, dotyczące oznakowania dróg znakami drogowymi zgodnymi z przepisami prawa o ruchu drogowym, jest zawarte w *Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy* [16], § 66.3. Przykłady znaków drogowych zalecanych do stosowania podano w tablicy 2-1. W tablicy tej zamieszczono również niektóre znaki bezpieczeństwa według normy PN-EN ISO 7010:2012E [26], które mogą być przydatne w oznakowaniu np. niektórych miejsc dróg pieszych lub stref manewrowania wózków. Trzeba jednak pamiętać, że ze względów formalnych, znaki bezpieczeństwa według normy [26] nie są znakami drogowymi. Przykładami takich znaków bezpieczeństwa są: znak nr 4, dotyczący obowiązku zapięcia pasów bezpieczeństwa, oraz znak nr 14, ostrzegający przed wszelkimi wózkami, przydatny np. do umieszczenia na drodze pieszych przed przejściem dla pieszych przez drogę wózków. Przykłady praktycznego zastosowania niektórych znaków są zaprezentowane w następujących rozdziałach.

Najtrudniejszym zadaniem jest opracowanie takiej organizacji ruchu wózków, aby ryzyko wypadkowe wynikające z ruchu wózków utrzymywało się na poziomie akceptowalnym. Ryzyko to można ocenić różnymi metodami, np. wg norm PN-N-18002:2011P [29] lub PN-EN ISO 12100: 2012P [27] albo ISO/TR 14121-2:2007 [20]. Wyjątkowo niebezpieczne są kolizje wózków z pieszymi, w takiej sytuacji bowiem nawet przy bardzo małej prędkości wózka następstwem może być śmierć osoby pieszej w wyniku np. przygniecenia jej do stałej przeszkody lub innego pojazdu.









Tablica 2-1. Przykłady znaków drogowych i znaków bezpieczeństwa zalecanych do stosowania w organizacji transportu wewnątrzzakładowego z użyciem wózków

Lp.	Przykłady znaków		Uwagi
	znaki pionowe	znaki poziome	
1	Znak „zakaz ruchu pojazdów w obu kierunkach”		znak wg Kodeksu drogowego
			
2	Znak „zakaz wjazdu pojazdów”		znak wg Kodeksu drogowego
			
3	Znak „miejsce parkowania wózków”		znak wg Kodeksu drogowego
			
4	Znak „zapnij pasy bezpieczeństwa”		znak bezpieczeństwa wg PN-EN ISO 7010:2012E
			
5	Znak „zakaz ruchu pieszych”		znak wg Kodeksu drogowego
			
6	Znak „przeście dla pieszych”		znak wg Kodeksu drogowego
			

Tablica 2-1 (cd.)

Lp.	Przykłady znaków		Uwagi
	znaki pionowe	znaki poziome	
7	Znak „droga z pierwszeństwem”		znak wg Kodeksu drogowego
			
8	Znak „ustąp pierwszeństwa”		znak wg Kodeksu drogowego
			
9	Znak „linia zatrzymania warunkowego przed przejściem dla pieszych”		znak wg Kodeksu drogowego
			
10	Znak „linia zatrzymania warunkowego przed drogą z pierwszeństwem”		znak wg Kodeksu drogowego
			
11	Znak „stop”		znak wg Kodeksu drogowego
			
12	Znak „linia zatrzymania bezwarunkowego w związku ze znakiem „Stop”		znak wg Kodeksu drogowego
			

Tablica 2-1 (cd.)

Lp.	Przykłady znaków		Uwagi
	znaki pionowe	znaki poziome	
13	Znak „ograniczenie prędkości do 10 km/h”		znak wg Kodeksu drogowego
			
14	Znak „ostrzeżenie przed poruszającymi się wózkami”		znak bezpieczeństwa wg PN-EN ISO 7010:2012E
			
15	Znak „zakaz wjazdu wózków”		znak bezpieczeństwa wg PN-EN ISO 7010:2012E
			
16	Znak „ostrzeżenie przed manewrującym wózkiem”		znak bezpieczeństwa wg PN-EN ISO 7010:2012E
			

Zaleca się stosowanie następującej procedury zmniejszania ryzyka wypadkowego związanego z ruchem wózków:

■ **Eliminacja występujących zagrożeń i źródeł zagrożeń**

Przykłady:

- wyeliminowanie możliwości kolizji między pojazdami a osobami pieszymi
- wyeliminowanie lub zmniejszenie możliwości kolizji wózków z innymi wózkami lub innymi pojazdami poprzez zastosowanie np. ruchu jednokierunkowego w celu zmniejszenia natężenia ruchu na drodze
- zastąpienie, w miarę możliwości, transportu za pomocą podnośnikowych wózków jezdniowych transportem z zastosowaniem ukła-

du przenośników. W tym przypadku powstaną inne zagrożenia, ale zwykle skutkujące mniejszym ryzykiem.

Eliminacja występujących zagrożeń i źródeł zagrożeń jest zwykle prostsza i tańsza na etapie projektowania organizacji ruchu w przedsiębiorstwie.

■ **Zastosowanie technicznych środków ochronnych**

Przykłady:

- fizyczne oddzielenie ruchu pojazdów od ruchu pieszych z zastosowaniem barier fizycznych
- zastosowanie ograniczników prędkości pojazdów, zmniejszających prędkość ruchu pojazdów do poziomu umożliwiającego zmniejszenie ryzyka wypadkowego
- stosowanie skanerów laserowych na wózkach w tzw. wąskich korytarzach. W przypadku wykrycia osoby w określonej odległości od wózka, skaner powoduje zatrzymanie ruchu wózka.

■ **Zastosowanie organizacyjnych środków ochronnych**

Przykłady:

- odpowiednio oznakowane strefy braku ruchu pojazdów, strefy braku ruchu pieszych
- lustra bezpieczeństwa poprawiające widoczność
- tablice z napisami ostrzegawczymi
- systemy zbliżeniowe, np. na podczerwień, ostrzegające osoby piesze o zbliżaniu się wózka niewidocznego dla pieszych ze względu na infrastrukturę
- stacjonarne systemy na podczerwień stosowane w wąskich korytarzach magazynowych, ostrzegające i informujące pieszych lub kierowców wózków, że w określonym korytarzu już znajduje się wózek lub człowiek
- inne środki ostrzegające kierowców i pieszych o zbliżaniu się do strefy z potencjalnym zagrożeniem
- odpowiednie oznakowanie dróg i przejść dla pieszych.

■ **Stosowanie środków ochrony indywidualnej**

Przykład:

- odblaskowe kamizelki i odblaskowe nakrycia głowy oraz hełmy ochronne.

Skuteczność stosowania organizacyjnych środków ochronnych, skuteczność informowania i ostrzegania o zagrożeniu oraz skuteczność środków ochrony indywidualnej zależy od zachowań ludzkich.

Opracowanie organizacji ruchu wózków w transporcie wewnątrzzakładowym nie jest działaniem z rodzaju „zdroworozsądkowych”. Jest to działanie mające na celu opracowanie takiej organizacji ruchu wózków w tym transporcie, aby, z zastosowaniem zasad ruchu drogowego oraz innych odpowiednich środków, ryzyko wypadkowe wynikające z ruchu wózków było zmniejszone do poziomu akceptowalnego.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa w przyjętej organizacji ruchu wózków należy wnikliwie rozważyć następujące zagadnienia:

- ▶ opracowanie planu dróg wózków w transporcie wewnątrzzakładowym z uwzględnieniem miejsc do parkowania oraz oznakowania
- ▶ opracowanie organizacji ruchu osób pieszych w obszarach, gdzie odbywa się ruch wózków; rozdzielenie ruchu pieszych i ruchu wózków
- ▶ opracowanie planu przejść dla pieszych
- ▶ opracowanie planu skrzyżowań dróg
- ▶ opracowanie planu stref pracy osób pieszych z uwzględnieniem stref ruchu wózków podnośnikowych; rozdzielenie tych stref
- ▶ miejsca o niewystarczającej widoczności osób pieszych i wózków, w aspekcie zastosowania odpowiednich środków
- ▶ opracowanie i egzekwowanie stosowania procedur bezpiecznego ruchu wózków z uwzględnieniem np. przestrzegania obowiązujących znaków dotyczących prędkości, zwalniania i stosowania sygnalizacji ostrzegawczej
- ▶ nabywanie i użytkowanie wózków nie tylko najlepiej dostosowanych do potrzeb eksploatacyjnych użytkownika, określanych np. ładownością, ale posiadających również cechy ułatwiające zachowanie bezpieczeństwa podczas ich użytkowania.

Podczas opracowywania organizacji transportu wewnątrzzakładowego wskazane jest przeprowadzenie konsultacji zarówno z kierowcami, jak i pieszymi.

Zaleca się, aby wszystkie osoby uczestniczące w transporcie wewnątrzzakładowym zostały odpowiednio przeszkolone. Dotyczy to zarówno

no nowo zatrudnionych jak i szkolonych okresowo kierowców wózków oraz osób pieszych. Celem tego przeszkolenia jest również to, aby osoby te zrozumiały obowiązujące w przedsiębiorstwie zasady organizacji ruchu w transporcie wewnątrzzakładowym oraz obowiązujące procedury zachowania bezpieczeństwa w tym transporcie. Ponadto, przy wjeździe i wejściu do przedsiębiorstwa powinna być odpowiednia informacja dla gości z zewnątrz, objaśniająca znaki i zasady stosowane w transporcie wewnątrzzakładowym.

Powinna być wyznaczona osoba odpowiedzialna za organizację transportu wewnątrzzakładowego w przedsiębiorstwie i kontrolująca stosowanie ustalonych zasad i procedur. Jeśli nie stosuje się nadzorowania ruchu i jego kontroli, to ryzyko wypadkowe w transporcie może być duże, pomimo stosowania prawidłowych rozwiązań organizacyjnych. Okresowo należy sprawdzać organizację transportu wewnątrzzakładowego oraz przestrzeganie obowiązujących w nim zasad i wprowadzać niezbędne zmiany wynikające zarówno ze zmian zachodzących w przedsiębiorstwie jak i zmian w wyposażeniu czy w środkach transportu.

2.3. Opracowanie planu dróg

Podczas opracowania planu dróg wózków w transporcie wewnątrzzakładowym zaleca się przeanalizowanie:

- planu dróg ruchu wózków i zidentyfikowanie wszystkich miejsc, gdzie są możliwe potencjalne kolizje wózków z pieszymi lub wózków podnośnikowych z innymi pojazdami lub elementami infrastruktury, w aspekcie zastosowania rozwiązań zmniejszających ryzyko wypadkowe
- trasy ruchu wózków i innych pojazdów oraz pieszych w aspekcie zmniejszenia częstości narażenia na występujące lub potencjalne zagrożenia inne niż kolizje – np. spadające przedmioty
- występowania miejsc ograniczonej widoczności dla kierowcy wózka w aspekcie zastosowania środków zaradczych

- ▶ długości drogi zatrzymania wózków podnośnikowych w sytuacji gwałtownego hamowania, odległości na jaką może spaść ładunek z wózka zatrzymanego awaryjnie oraz czynników wpływających na stateczność wózków w danych warunkach w aspekcie zmniejszenia możliwości powstawania sytuacji zagrożenia.

Minimalne wymiary dróg dla pojazdów i pieszych są podane w normie PN-M-78010:1968P [28].

Należy również uwzględnić wymagania według *Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy* [16]. Zaleca się również uwzględnienie wytycznych wg *Encyclopedia of Occupational Health and Safety* [3].

2.4. Organizacja parkowania

Do parkowania podnośnikowych wózków jezdniowych powinny być przewidziane parkingi o poziomej i równej powierzchni podłoża. Miejsce parkowania nie powinno się znajdować bezpośrednio przy maszynach i urządzeniach, ale w odległości umożliwiającej zachowanie bezpieczeństwa. Parking nie powinien utrudniać dostępu do urządzeń gaśniczych ani utrudniać ewakuacji w razie zagrożenia.

Zaleca się, aby parkingi były oznakowane znakiem pionowym, pokazanym na rysunku 2-1.



Rys. 2-1. Znak pionowy oznakowania miejsca parkowania wózków

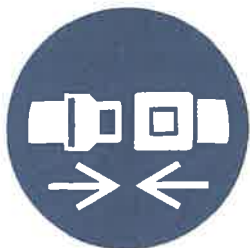
Wskazane jest również, aby miejsca parkingowe były oznakowane znakiem poziomym według rysunku 2-2, dostosowanym do liczby wózków, umieszczonym na powierzchni podłogi parkingu. Znak ten umożliwia upo-

rzędkowane parkowanie wózków. Można stosować linie o barwie żółtej lub białej, jednolicie w całym przedsiębiorstwie.



Rys. 2-2. Znak poziomy miejsca parkowania wózków

Zaleca się, aby w miejscu parkowania znajdował się znak nr 4 według tablicy 2-1 (patrz rys. 2-3), przypominający kierowcom wózków o obowiązku zapięcia pasów bezpieczeństwa. Pasy bezpieczeństwa nie są rozwiązaniem zwiększającym wygodę obsługi wózków, ale umożliwiają zachowanie życia kierowcy w razie np. przewrócenia się wózka.



Rys. 2-3. Znak bezpieczeństwa przypominający kierowcom wózków o zapinaniu pasów bezpieczeństwa

Zaleca się, aby drogi dla pieszych prowadzące do parkingów i z parkingów były oddzielone od dróg dla pojazdów.

Często w już istniejących zakładach występują trudności ze znalezieniem miejsca na parkowanie wózków. Na rysunku 2-4 przedstawiono miejsce parkowania wyznaczone z zastosowaniem barier z tworzywa sztucznego.



Rys. 2-4. Wydzielenie miejsca do parkowania wózka z zastosowaniem bariery z tworzywa sztucznego (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Evergrip sp. z o.o.¹, Warszawa)

Wózki znajdujące się na parkingu powinny:

- mieć wyłączony napęd
- mieć wyposażenie do podnoszenia ładunku opuszczone na powierzchnię podłogi (np. końce wideł powinny się opierać o podłogę)
- mieć elementy sterownicze w położeniu neutralnym
- mieć zaciągnięty hamulec postojowy
- być zabezpieczone przed uruchomieniem przez osoby nieupoważnione.

2.5. Organizacja ruchu pieszych w obszarach, gdzie odbywa się ruch wózków

2.5.1. Nerozdzielenie ruchu pieszych i wózków

Jeśli osoby piesze poruszają się lub pracują w bezpośredniej bliskości poruszających się pojazdów, istnieje duże ryzyko wystąpienia poważnych urazów u pieszych. Na rysunku 2-5 przedstawiono sytuację zagrożenia zarejestrowaną w jednym z przedsiębiorstw w Polsce. Sytuacja taka stwarza duże ryzyko wypadkowe.

¹ Evergrip sp. z o.o.; www.evergrip.pl

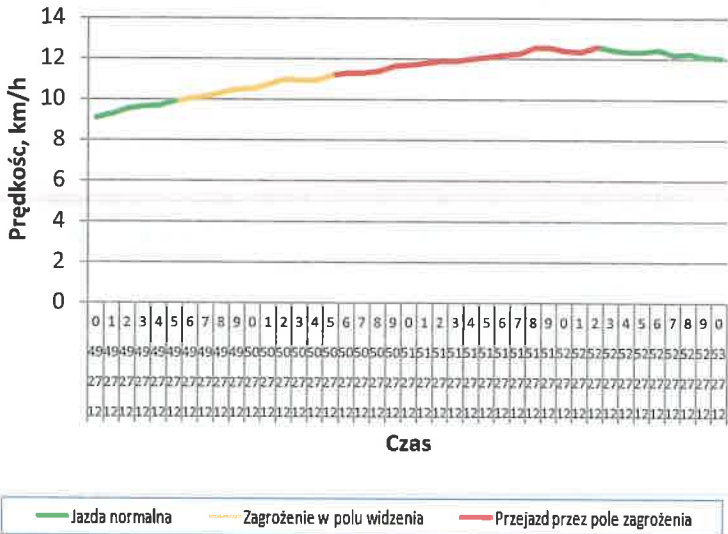


Rys. 2-5. Przykład sytuacji zagrożenia powstałej w warunkach, gdzie ruch pieszych i wózków nie jest rozdzielony

Na rysunku 2-6 przedstawiono zarejestrowaną zmianę prędkości ruchu wózka w sytuacji z rysunku 2-5 po dostrzeżeniu przez kierowcę wózka osoby pieszej (na wykresie symbolizuje to barwa żółta i czerwona). Widać, że prędkość ruchu wózka zbliżającego się do pieszego nie tylko nie zmalała, ale wzrosła. W takiej sytuacji nie można wykluczyć możliwości zachowania się pieszego w sposób nieprzewidywalny, czego skutki byłyby tragiczne. Dlatego ryzyko wypadkowe w tej sytuacji jest duże.

Na rysunku 2-7 przedstawiono podobną sytuację z udziałem wózka unoszącego, poruszającego się z prędkością około 7 km/h. Wózek i pieszy poruszają się wspólną drogą, wyznaczoną linią żółtą na podłodze.

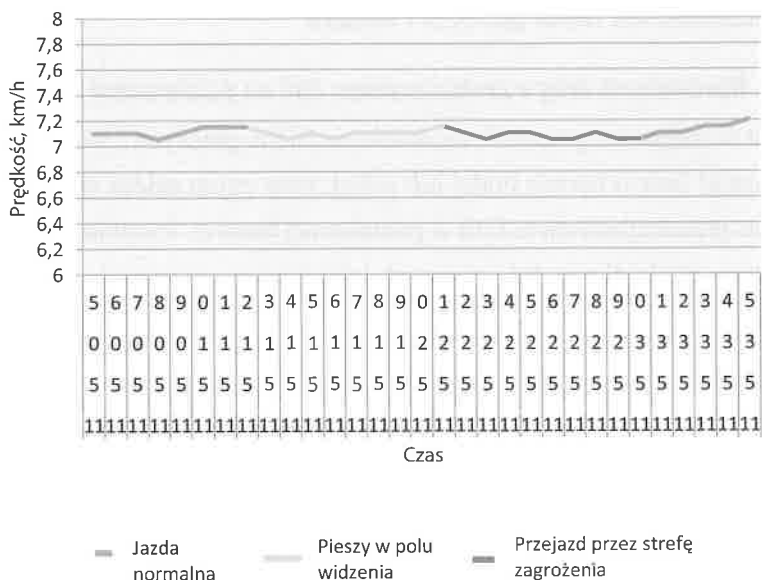
110617-12AVI00080



Rys. 2-6. Zmiana prędkości wózka w sytuacji wg rys. 2-5 podczas dojeżdżania i przejeżdżania wózka obok idącego pieszego (na osi poziomej czas jest w układzie, od dołu: h; min; s; 0,1 s)



Rys. 2-7. Przykład ruchu wspólną drogą pieszego i wózka



Rys. 2-8. Prędkość jazdy wózka w sytuacji przedstawionej na rys. 2-7 (na osi poziomej czas jest w układzie, od dołu: h; min; s; 0,1 s)

Jak widać na rysunku 2-8, prędkość wózka podczas zbliżania się do pieszego nie zmalała, jak należałoby tego oczekiwać. Ponadto, jak widać na rysunku 2-7, pieszy nie zwraca uwagi na wózek zbliżający się w jego kierunku. Zachowanie zarówno kierowcy wózka jak i pieszego nie są zgodne z obowiązującą w tym przedsiębiorstwie procedurą wymagającą w takiej sytuacji z jednej strony zmniejszenia prędkości jazdy przez kierowcę wózka, a drugiej strony – usunięcia się pieszego z drogi. Jest to jeszcze jeden przykład, że przestrzeganie środków organizacyjnych zależy od człowieka.

Doświadczenie krajowe oraz doświadczenia zebrane w przedsiębiorstwach w państwach zachodnich oraz analiza wypadków dowodzą, że w sytuacji, gdy drogi pieszych i pojazdów są wspólne, występuje duże ryzyko wypadkowe, a zmniejszenie go do poziomu małego (w skali trójstopniowej) jest praktycznie bardzo trudne, najczęściej zaś niemożliwe [4, 7, 8, 13]. Wynika to stąd, że w sytuacji takiej można zastosować głównie środki organizacyjne, których przestrzeganie zależy od człowieka.

Tak więc, w celu zachowania bezpieczeństwa, konieczne jest rozdzielanie ruchu pieszych i pojazdów oraz zachowanie odległości między osobami pieszymi a wózkami.

2.5.2. Rozdzielenie ruchu pieszych i wózków

2.5.2.1. Rozdzielenie dróg z zastosowaniem linii na powierzchni jezdni

Jest to najprostszy sposób rozdzielenia ruchu pieszych i wózków. Należy stosować linię o barwie białej lub żółtej, przy czym zaleca się stosowanie w całym przedsiębiorstwie linii o jednakowej barwie. Przykład zastosowania takiego rozdzielenia dróg pieszych i wózków w magazynie pokazano na rysunku 2-9.



Rys. 2-9. Przykład rozdzielenia dróg pieszych i wózków w magazynie za pomocą linii

Zaleca się, aby droga dla pieszych wydzielona liniami na podłodze, w miejscach zwiększonego ryzyka wypadkowego, dodatkowo była oddzielona od drogi ruchu pojazdów kołkami blokującymi, nawet przestawnymi. Z doświadczenia wynika, że w przypadku rozdzielenia dróg pieszych i wózków liniami, ryzyko wypadkowe w skali trójstopniowej jest zwykle średnie. Zmniejszenie w tym przypadku ryzyka wypadkowego do poziomu małego jest trudne i wymaga zastosowania szczególnych środków bezpieczeństwa, np. wprowadzenia jednokierunkowego ruchu wózków, znacznego ograniczenia prędkości ruchu wózków i przestrzegania tego ograniczenia, stosowania w odpowiednich miejscach sygnalizacji. Rozwiązaniem umożliwiającym zmniejszenie ryzyka wypadkowego jest poprowadzenie, w miarę możliwości, drogi dla wózków bez jej przylegania do drogi dla pieszych, jak to zilustrowano na rysunkach 2-10 i 2-11.



Rys. 2-10. Przykład drogi dla pieszych bez przylegania do drogi dla wózków



Rys. 2-11. Przykład drogi dla wózków bez przylegania do drogi dla pieszych

2.5.2.2. Rozdzielenie dróg z zastosowaniem fizycznej bariery ochronnej

Rozdzielenie dróg dla pieszych i dla wózków za pomocą fizycznej bariery ochronnej umożliwia zmniejszenie ryzyka wypadkowego do poziomu małego (w skali trójstopniowej) [4, 7, 8, 13].

Ochronna bariera fizyczna może mieć różną postać i może być wykonana ze stali lub z tworzywa sztucznego. Przykłady zastosowania ochronnej bariery fizycznej ze stali przedstawiono na rysunku 2-12.



a)



b)

Rys. 2-12. Przykłady oddzielenia drogi dla osób pieszych od drogi dla wózków za pomocą ochronnej bariery stalowej (*ilustracja dzięki uprzejmości firmy Frito-Lay Poland, sp. z o.o., Grodzisk Mazowiecki*)

Na szczególną uwagę zasługuje rozwiązanie pokazane na rysunku 2-12b. Jest ono szczególnie przydatne w aspekcie zachowania bezpieczeństwa osób pieszych ze względu na zmianę kierunku drogi pod kątem prostym i gorszą widoczność nawet z zastosowaniem pionowego lustra bezpieczeństwa. Bez zastosowanej bariery ochronnej pokazanej na rysunku 2-12b łatwo jest o zmianę toru wózka, co mogłoby być przyczyną znacznego zwiększenia ryzyka wypadkowego w odniesieniu do osób pieszych.

Przykłady zastosowanych w praktyce rozwiązań oddzielenia ruchu pieszych od strefy ruchu pojazdów za pomocą ochronnych barier fizycznych z tworzywa sztucznego przedstawiono na rysunkach 2-13 oraz 2-14.



Rys. 2-13. Oddzielenie drogi dla pieszych od stref ruchu i pracy wózków za pomocą ochronnych barier fizycznych z tworzywa sztucznego (ilustracje dzięki uprzejmości firmy Evergrip sp. z o.o., Warszawa)



Rys. 2-14. Oddzielenie drogi dla pieszych od strefy ruchu pojazdów za pomocą ochronnej bariery fizycznej z tworzywa sztucznego (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Evergrip sp. z o.o., Warszawa)

Z informacji od dostawców barier wynika, że obecnie dostępne na rynku bariery z tworzywa sztucznego, jeśli zastosowano odpowiednią ich konstrukcję, trwałością dorównują rozwiązaniom z zastosowaniem stali, natomiast są znacznie łatwiejsze w utrzymaniu, biorąc pod uwagę ich konserwację i usuwanie ewentualnych uszkodzeń.

2.5.3. Przejścia dla pieszych

Należy przewidzieć przejścia dla pieszych. Trudność sprawia takie dobranie miejsca na przejście, aby zapewniało ono bezpieczeństwo i jednocześnie możliwie najlepiej odpowiadało potrzebom użytkowników. Niestety, w kraju co roku zdarzają się potrącenia pieszych przez wózki na przejściach dla pieszych. Dlatego przejścia powinny być zawsze dobrze widoczne dla kierowców i dobrze oznakowane. Należy stosować co najmniej znaki poziome „przejście dla pieszych” (patrz rysunek 2-15 i tablica 2-1).



Rys. 2-15. Znak poziomy „przejście dla pieszych”

Zaleca się, aby znakowi poziomemu towarzyszył także znak pionowy, pod warunkiem, że znak ten można umieścić w miejscu dobrze widocznym w polu widzenia kierowcy wózka, bez konieczności dłuższego „wyszukiwania wzrokiem” tego znaku.

Ponadto zaleca się, aby znakowi poziomemu towarzyszył znak w postaci linii oznaczającej miejsce warunkowego zatrzymania się wózka (znak nr 9 w tablicy 2-1).

W warunkach ograniczonej widoczności dla kierowców wózków lub przy większym natężeniu ruchu, rozwiązanie w postaci wyznaczenia i oznakowania przejścia dla pieszych może być niewystarczające. Dlatego poszukuje się coraz doskonalszych rozwiązań służących zapewnieniu bezpieczeństwa pieszym. Bezpieczniejszym rozwiązaniem jest takie, które zmusza pieszego do zatrzymania się na chwilę przed wejściem na przejście dla pieszych, sprawdzenie, czy nie nadjeżdża wózek lub pojazd i przechodzenie, gdy nie ma zagrożenia. Przejście tego typu w sposób schematyczny przedstawiono na rysunku 2-16.



Rys. 2-16. Rozwiązanie przejścia dla pieszych z zachowaniem bezpieczeństwa

Aby otworzyć przejście normalnie zamknięte, należy się zatrzymać, upewnić, że z żadnej ze stron nie nadjeżdża wózek, po czym, działając na element sterowniczy, otworzyć bariery. Istnieje wielu producentów różnych rozwiązań przejść dla pieszych zapewniających bezpieczeństwo. Propozycje takich rozwiązań, o różnym stopniu skomplikowania, oferuje np. firma Cisco-Eagle² z USA. Poniżej zaprezentowano przykłady rozwiązań oferowanych przez tę firmę.

Przejścia dla pieszych przez drogę dla wózków oferowane przez firmę Cisco-Eagle³ z USA

Na rysunku 2-17 przedstawiono oferowane przez Cisco-Eagle do sprzedaży rozwiązanie przejścia o nazwie AisleCop[®]. Przejście dla pieszych może być sterowane ręcznie albo może być zautomatyzowane, z dostosowaniem do warunków istniejących u odbiorcy. W przypadku sterowania ręcznego, pieszy zamierzający wejść na przejście powinien się zatrzymać przed przejściem i upewnić, że w pobliżu przejścia nie ma wózków. Następnie powinien nacisnąć na element sterowniczy, przez co uruchamia sygnalizację świetlną i dźwiękową, ostrzegającą nadjeżdżających wózki o zamknięciu dla nich drogi. Po upływie zadanego czasu przejście się zamyka.



Rys. 2-17. Ręcznie sterowane przejście dla pieszych

² Cisco-Eagle Inc, 5208 South 100th East Avenue Tulsa, OK 74146 USA;
www.cisco-eagle.com.

³ Informacje, rysunki i fotografie zamieszczono dzięki uprzejmości firmy Cisco-Eagle Inc, 5208 South 100th East Avenue Tulsa OK. 74146 USA;
www.cisco-eagle.com.

Na rysunku 2-18 przedstawiono zautomatyzowane przejście dla pieszych. W tym przypadku zadziałanie na element sterowniczy uruchamia system skanujący – jeśli w pobliżu przejścia nie ma wózka, przejście się otwiera. Po przejściu osoby bramki się zamykają.



Rys. 2-18. Zautomatyzowane przejście dla pieszych

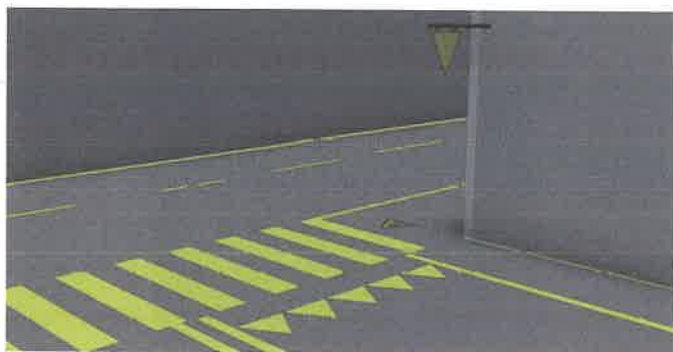
Na rysunku 2-19 przedstawiono przykład oferowanego przez Cisco-Eagle rozwiązania wejścia do strefy ruchu wózków, np. w magazynie.



Rys. 2-19. Przykład rozwiązania wejścia do strefy ruchu wózków

2.5.4. Skrzyżowania dróg

Zaleca się zastosowanie takiego układu dróg, aby zmniejszyć do minimum liczbę skrzyżowań dróg dla osób pieszych z drogami dla wózków oraz skrzyżowań dróg dla wózków. W ten sposób zmniejsza się możliwość powstawania potencjalnych kolizji. Każde bez wyjątku skrzyżowanie dróg powinno być jednoznacznie, wyraźnie i w sposób zapewniający widoczność tak oznakowane, aby ich użytkownicy nie mieli wątpliwości i wiedzieli, na której drodze mają pierwszeństwo, a gdzie powinni ustąpić pierwszeństwa. Przykłady rozwiązań skrzyżowań przedstawiono na rysunkach 2-20 i 2-21.



Rys. 2-20. Przykład skrzyżowania drogi z pierwszeństwem z drogą podporządkowaną

Na rysunku 2-20 przedstawiono przykład skrzyżowania drogi z pierwszeństwem z drogą podporządkowaną. Przed przejściem dla pieszych umieszczono poziome znaki ostrzegające pieszych przed poruszającymi się wózkami. Na drodze podporządkowanej umieszczono pionowy znak „ustąp pierwszeństwa” oraz poziomy znak w postaci linii warunkowego zatrzymania się na drodze podporządkowanej; warunkowego, tzn. również i wtedy, gdy do przejścia zbliża się osoba piesza.

Na rysunku 2-21 przedstawiono przykład skrzyżowania drogi z pierwszeństwem z drogą podporządkowaną, na której w jednym kierunku umieszczono znak „stop”, nakazujący zatrzymanie się w celu upewnienia się, czy na drodze głównej jednokierunkowej nie ma poruszających się innych pojazdów oraz czy nie zbliżają się piesi. Znak „stop” jest uzasadniony brakiem widoczności oraz natężeniem ruchu.



Rys. 2-21. Przykład skrzyżowania drogi z pierwszeństwem z drogą podporządkowaną ze znakiem „stop”

W celu zmniejszenia ryzyka wypadkowego na skrzyżowaniach o niewystarczającej widoczności, zaleca się stosowanie środków organizacyjnych z zastosowaniem np. luster, układów zbliżeniowych (patrz rozdział 2.6).

2.5.5. Oddzielenie strefy pracy osób pieszych od stref ruchu wózków

W celu zapewnienia bezpieczeństwa osobom pieszym wykonującym pracę w strefach, do których przylegają drogi wózków podnośnikowych, zaleca się oddzielenie tych stref od stref ruchu wózków. Ponadto, granice miejsc, do których ruch wózków podnośnikowych jest dopuszczalny, powinny być zaznaczone co najmniej linią na powierzchni podłogi i odpowiednio oznakowane, przy czym obejmuje to również miejsca, do których np. wózkami podnośnikowymi są dostarczane materiały czy wyroby potrzebne w omawianej strefie pracy. Miejsca te nie są już drogą dla wózka, ale są np. strefą jego rozładunku i manewrowania; powinny one być odpowiednio oznakowane. Na rysunku 2-22 przedstawiono ostrzegawczy znak bezpieczeństwa przydatny do stosowania w strefie manewrowania wózka.

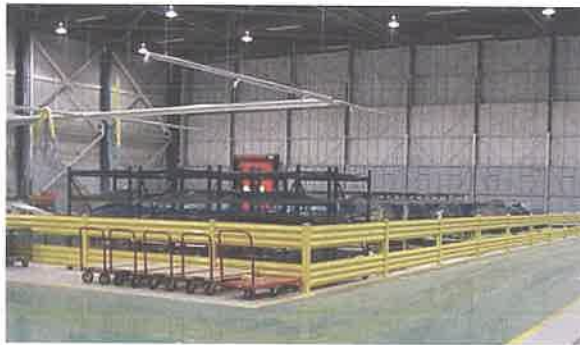


UWAGA
Strefa
manewrowania

Rys. 2-22. Ostrzegawczy znak bezpieczeństwa zalecany do stosowania w strefie manewrowania wózka

Wypadki w strefach manewrowania nie są wypadkami spektakularnymi i o nich mniej się mówi, ale jest ich dużo i są bardzo poważne. Według danych UDT [1], w roku 2011 ponad 10 osób doznało ciężkich obrażeń ciała podczas manewrowania wózkiem przez operatora. W procedurach dotyczących bezpieczeństwa podczas użytkowania wózków jest wskazane umieszczenie wymagań, aby w strefie manewrowania wózków nie przebywały inne osoby. Zalecenie to jest zgodne z wymaganiami *Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy użytkowaniu wózków jezdniowych z napędem silnikowym* [14].

Zmniejszenie ryzyka wypadkowego do poziomu małego (w skali trójstopniowej) umożliwia rozwiązanie z oddzieleniem stref pracy osób od stref ruchu wózków podnośnikowych z zastosowaniem stałych kołków lub ochronnych barier fizycznych odgradzających strefy pracy od stref ruchu wózków podnośnikowych. Przykład rozwiązania z zastosowaniem metalowych barier ochronnych przedstawiono na rysunku 2-23.



Rys. 2-23. Przykład oddzielenia strefy pracy od drogi ruchu pojazdów (*ilustracja dzięki uprzejmości firmy Cisco-Eagle z USA*)

Na rysunku 2-24 przedstawiono oddzielenie strefy wydziału produkcyjnego od strefy ruchu pojazdów w przebudowywanym zakładzie produkcyjnym w Polsce.



Rys. 2-24. Oddzielenie strefy pracy od strefy ruchu pojazdów za pomocą bariery fizycznej z tworzywa sztucznego (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Evergrip sp. z o.o., Warszawa)

Na rysunkach 2-25 a) – e) przedstawiono dalsze przykłady zastosowanych w praktyce rozwiązań pełnego lub częściowego oddzielenia stref pracy od stref ruchu wózków i innych pojazdów z zastosowaniem bariery fizycznej. Jak widać z załączonych przykładów, zastosowanie bariery fizycznej chroni nie tylko pracowników, ale również materiały oraz urządzenia przed przypadkowym uszkodzeniem lub nawet zniszczeniem.

Stosowanie ruchu wózków podnośnikowych w magazynach z regałami wymusza stosowanie barier ochronnych oddzielających ruch wózków od regałów i zabezpieczających regały przed przypadkowym uszkodzeniem. Na rysunku 2-26 przedstawiono stosowanie odpowiednich barier ochronnych w budowanym nowym magazynie w jednym z przedsiębiorstw w Warszawie.



a)



b)



c)



d)



e)

Rys. 2-25. Bariery z tworzywa sztucznego, oddzielające ruch wózków od strefy pracy w strefie stanowisk pracy: a), b), c), e) chroniące urządzenia, d) chroniące materiały (ilustracje dzięki uprzejmości firmy Evergrip sp. z o.o., Warszawa)



Rys. 2-26. Stosowanie barier chroniących regały w nowo budowanym magazynie (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Evergrip sp. z o.o., Warszawa)

2.6. Rozwiązania zalecane do stosowania przy niewystarczającej widoczności

2.6.1. Widoczność pieszych i wózków

Zaleca się, aby wszystkie osoby poruszające się w strefie ruchu wózków, łącznie z gośćmi z zewnątrz, miały kamizelki odblaskowe i czapki odblaskowe. Wskazane jest, aby kierowcy nosili kamizelki odblaskowe i hełmy ochronne. Oświetlenie stosowane powinno zapewniać dobrą widoczność zarówno pieszych jak i wózków. Wymagania dotyczące oświetlenia miejsc pracy we wnętrzach i na zewnątrz są zawarte w normach PN-EN 12464-1:2012P [21] i PN-EN 12464-2:2008P [22].

2.6.2. Miejsca niewidoczne

2.6.2.1. Stosowanie luster bezpieczeństwa

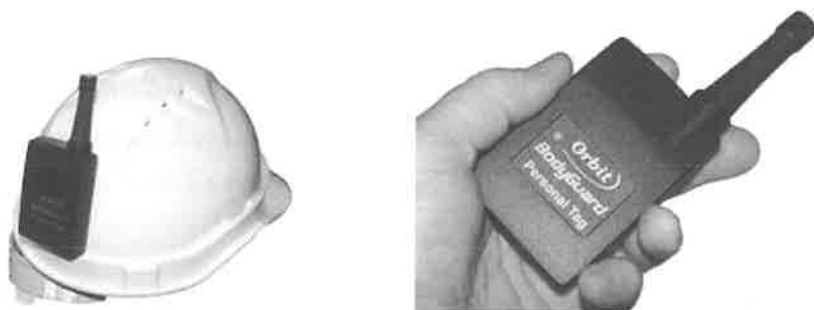
Miejsca niewidoczne dla kierowcy wózka występują dość często, na przykład na skrzyżowaniu dróg usytuowanych między elementami infrastruktury, stanowiskami pracy lub regałami zasłaniającymi całkowicie drogę przed skrzyżowaniem tak, że uczestnik ruchu staje się widoczny dopiero, gdy znajdzie się już w obszarze skrzyżowania. W takich sytuacjach mogą być pomocne lustra bezpieczeństwa pionowe (takie jak na rysunku 2-27) i poziome [10].



Rys. 2-27. Lustra bezpieczeństwa pionowe (ilustracje dzięki uprzejmości firmy Frito-Lay Poland, sp. z o.o., Grodzisk Mazowiecki)

2.6.2.2. Stosowanie zbliżeniowych systemów bezpieczeństwa

Okazuje się, że stosowanie lusterek bezpieczeństwa nie zawsze jest skuteczne, chociażby ze względu na brak możliwości umieszczenia lustra w normalnym polu widzenia kierowcy wózka. Dlatego są prowadzone badania nad stosowaniem doskonalszych systemów bezpieczeństwa. Na przykład są już stosowane prototypowe systemy zbliżeniowe, służące do rozpoznawania obecności osób, z wykorzystaniem promieniowania o częstotliwości radiowej – systemy RFID (z jęz. ang.). Praktyczne zastosowanie znajdują już układy RFID np. firmy TagMaster z USA oraz firmy Orbit Communications z Australii. Systemy firmy Orbit Communications są znane pod nazwą BodyGuard. W systemach tych osoby noszą przymocowany do hełmu przyrząd będący odbiornikiem sygnałów nadawanych z wózka. Po odbiorze sygnałów przyrządy wysyłają informację do nadajnika na wózku. Ponadto, jest uruchamiana odpowiednia sygnalizacja informująca o obecności wózka. Na rysunku 2-28 przedstawiono przyrząd noszony przez osoby na hełmie.



Rys. 2-28. Przyrząd noszony na hełmie – część systemu BodyGuard firmy Orbit Communications z Australii (ilustracje dzięki uprzejmości firmy Orbit Communications Pty Ltd z Australii; www.orbitcoms.com)

Rozwiązania z zastosowaniem promieniowania o długości fal radiowych muszą być dostosowane do konkretnych warunków użytkowania ze względu na konieczność rozpoznania ewentualnych źródeł zakłóceń działania systemu.

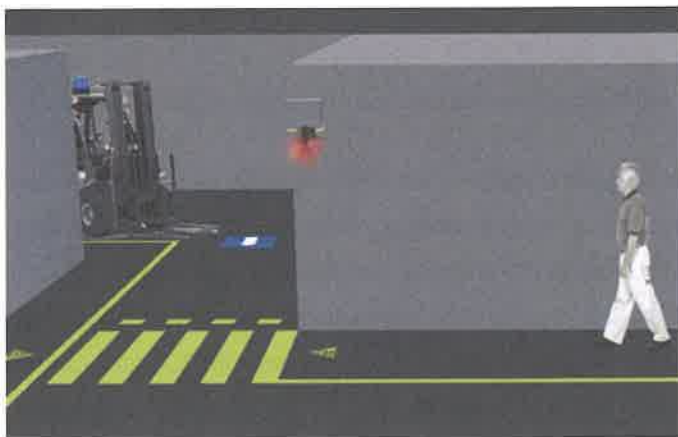
W wielu firmach na świecie są już w normalnym użytkowaniu zbliżeniowe systemy bezpieczeństwa z zastosowaniem promieniowania pod-

czerwonego, np. system produkowany przez australijską firmę Wickham⁴. System ten jest znany pod nazwą Fork-Alert System (w swobodnym tłumaczeniu „System ostrzegania przed wózkiem podnośnikowym”). Pełniejszy opis systemu jest przedstawiony w dalszej części rozdziału.

Firma Toyota Material Handling Europe opracowała system pod nazwą SpotME działający również z zastosowaniem podczerwieni. Aktualnie dostępny opis tego systemu przedstawiono w dalszej części rozdziału.

Zbliżeniowy system bezpieczeństwa na podczerwień firmy Wickham⁵

Przykład zastosowania tego systemu zilustrowano na rysunku 2-29. Zamontowany na wózku nadajnik emituje kodowany sygnał w podczerwieni, który trafia do odbiornika i który powoduje uruchomienie sygnalizacji ostrzegającej pieszego o zbliżaniu się pojazdu.



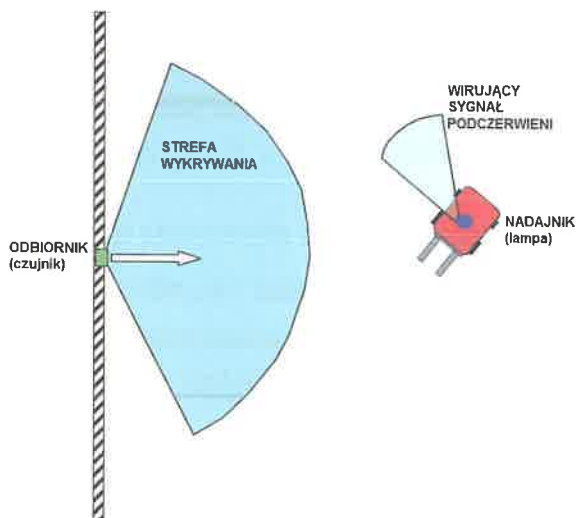
Rys. 2-29. Przykład zastosowania systemu zblizeniowego na podczerwień firmy Wickham

⁴ Informacje oraz opis systemu są zamieszczone dzięki uprzejmości firmy Wickham Group Pty Ltd, 56-60 Woodlans Drive, Braeside Victoria 3195 Melbourne Australia. Pełniejszy opis można znaleźć na www.wickhamgroup.com lub pisząc na adres e-mailowy: wickham@wickhamplastics.com.

⁵ Wszystkie ilustracje są zamieszczone dzięki uprzejmości firmy Wickham Group Pty Ltd, 56-60 Woodlans Drive, Braeside Victoria 3195 Melbourne Australia. www.wickhamgroup.com; wickham@wickhamplastics.com

Zasada działania systemu

Zasadę działania systemu przedstawiono schematycznie na rysunku 2-30.



Rys. 2-30. Zasada działania systemu Fork-Alert System firmy Wickham

Działanie systemu polega na zdalnym wykrywaniu kodowanego sygnału promieniowania podczerwonego wysyłanego z nadajnika umocowanego na wózku (lub innym pojeździe). Czujnik sygnału, nazywany odbiornikiem, cechuje dokładnie regulowane wymiary zakresu odbioru sygnału, w zależności od zastosowania. Nadajnik jest tak zaprojektowany, aby nadawał się do większości rodzajów wózków.

Podstawowe właściwości użytkowe systemu podawane przez jego producenta:

- szeroka strefa wykrywania o promieniu 10 m
- wyzwalenie wielokierunkowe w strefie 360° (przy dowolnym kącie/ustawieniu wózka względem odbiornika)
- określony zasięg wykrywania (dokładnie określona strefa wykrywania)
- możliwość używania w pomieszczeniu i na zewnątrz pomieszczenia
- budowa modułowa ułatwiająca instalowanie i powodująca obniżenie kosztu.

Zastosowanie systemu do samoczynnego ostrzegania osób pieszych

Głównym przeznaczeniem systemu jest ostrzeganie osób pieszych o obecności wózków podnośnikowych. System można stosować jako uzupełnienie istniejących środków bezpieczeństwa. Uzupełnienie polega na dodatkowym samoczynnym ostrzeganiu osób pieszych, że w granicach określonego zasięgu pojawił się wózek podnośnikowy. Na przykład, że wózek zbliża się do drzwi lub że porusza się za rogiem, ale jest niewidoczny dla osoby pieszej. W przypadku takiego zastosowania systemu dostawca oferuje dodatkowe wyposażenie, a mianowicie:

- sterownik strefowy do zasilania odbiorników i włączania zasilania sieciowego podłączonych urządzeń
- urządzenia ostrzegawcze, takie jak światła ostrzegawcze lub dźwiękowe sygnalizatory ostrzegawcze czy znaki ostrzegawcze.

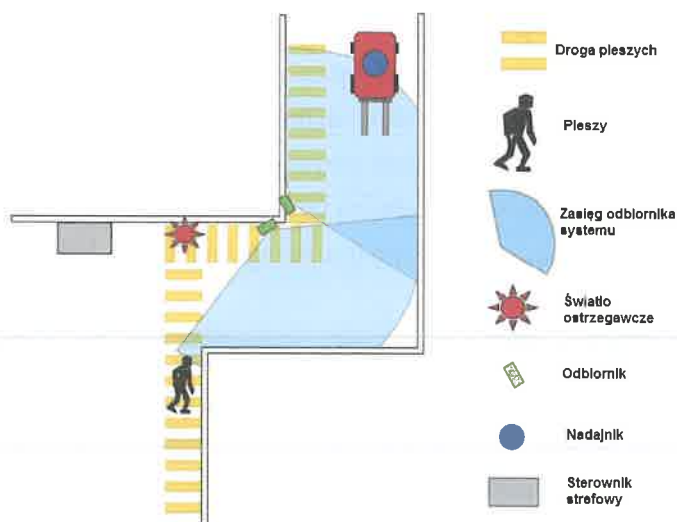
Zalety takiego zastosowania systemu według jego producenta:

- umożliwi poprawę bezpieczeństwa w wyniku wcześniejszego i bardziej skutecznego informowania osób pieszych o zbliżających się pojazdach
- stanowi uzupełnienie normalnego ostrzegania stosowanego przez kierowców wózków i jest systemem samoczynnego i wczesnego ostrzegania w przypadku, gdy jest brak widoczności np. z powodu „ślepego” narożnika wynikającego z infrastruktury lub mebli czy urządzeń oraz w przypadku ruchu wózków koło drzwi lub przez otwór drzwiowy, lub innych przyczyn
- system ostrzegania wizualnego umożliwia zachowanie skuteczności ostrzegania nawet w przypadku dużego natężenia hałasu w fabryce lub w magazynie
- umożliwi zmniejszenie ryzyka wypadkowego dotyczącego osób pieszych
- wyróżnia się przewidywalnym zakresem i strefą ostrzegania, które można powiększyć poprzez zastosowanie systemu odbiorników sygnałów
- charakterystyczna dla promieniowania podczerwonego jest linia wzrokowa, umożliwiająca dostosowanie systemu do konkretnego układu miejscowego

- na zasięg systemu nie mają wpływu pojazdy metalowe lub sprzęt czy urządzenia, jak ma to ma miejsce w przypadku systemów z zastosowaniem promieniowania o częstotliwości radiowej, pod warunkiem, że wiązka promieniowania podczerwonego ma swobodną drogę w linii wzroku
- prosta i szybka instalacja systemu przez upoważnionego elektryka
- ma budowę modułową umożliwiającą dalszą jego rozbudowę.

Firma Wickham dostarcza system z uwzględnieniem zasady, że jego przyszły użytkownik rozumie, iż jego przeznaczeniem jest uzupełnienie, a nie zastąpienie procedur bezpieczeństwa i zasad bezpieczeństwa dotyczących użytkowania podnośnikowych wózków jezdniowych i innych maszyn mobilnych.

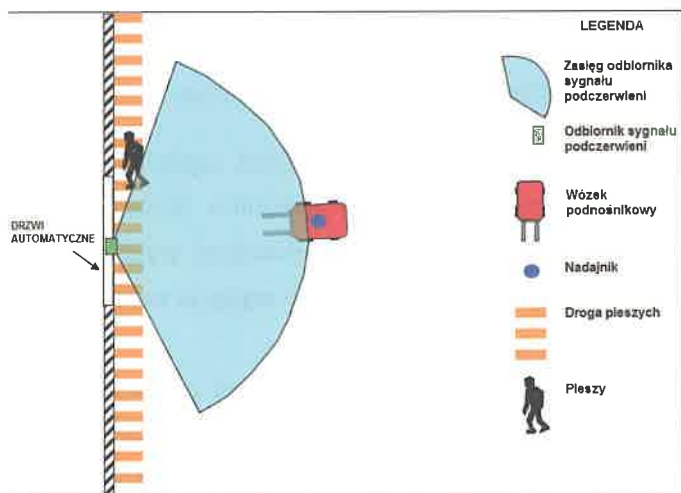
Na rysunku 2-31 przedstawiono schematycznie przykład zastosowania systemu do ostrzegania osób pieszych. Pokazano również umiejscowienie wyposażenia potrzebnego do zainstalowania systemu w przypadku „ślepego” naroża. Odbiorniki są tak instalowane, aby wykryć zbliżający się wózek (lub inny pojazd). Urządzenia ostrzegawcze są instalowane w takich miejscach, aby skutecznie ostrzec przechodniów o zbliżającym się wózku.



Rys. 2-31. Schematyczne przedstawienie zastosowania systemu do ostrzegania osób pieszych

Zastosowanie systemu do obsługi automatycznych drzwi

Na rysunku 2-32 przedstawiono schematycznie rozwiązanie dotyczące zastosowania systemu do obsługi automatycznych drzwi pionowych. W porównaniu do wszystkich innych możliwych systemów, np. systemów z zastosowaniem promieniowania o częstotliwości radiowej, system na podczerwień jest wyjątkowo skuteczny jako czujnik uruchamiający automatyczne drzwi. W tym zastosowaniu odbiorniki mogą być zasilane bezpośrednio z istniejącego sterownika drzwi. Zwykle odbiornik jest montowany nad drzwiami, aby zapewnić szeroką strefę wykrywania, co umożliwi wykrywanie wózków zbliżających się z dowolnego kierunku.

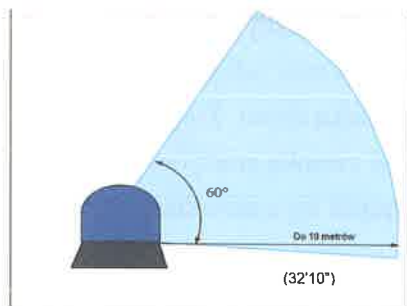


Rys. 2-32. Schematyczne przedstawienie zastosowania systemu zbliżeniowego na podczerwień do obsługi automatycznych drzwi pionowych

Nadajnik sygnału

Nadajnik sygnału jest montowany na dachu kokpitu wózka i emituje kodowaną wiązkę promieniowania podczerwonego we wszystkich kierunkach. Kodowanie zapobiega wyzwaniu przypadkowemu. Wysyłana wiązka jest niewidoczna, ponieważ promieniowanie podczerwone jest niewidoczne. Nadajnik emituje podczerwień bezpieczną dla wzroku (zgodnie z normą IEC 825-1 [24]). Pomimo że promieniowanie emitowane jest uważane za bezpieczne dla wzroku, nie za-

leca się patrzenia na nadajnik wprost z małej odległości. Należy pamiętać, że nadajnik emituje promieniowanie podczerwone gdy jego lusterko wiruje i gdy lusterko nie wiruje, ale nadajnik jest zasilany. Na rysunku 2-33 przedstawiono wygląd typowego nadajnika i obszar jego zasięgu.



Rys. 2-33. Wygląd nadajnika sygnału i obszar jego zasięgu

Nadajniki są przystosowane do zasilania napięciem stałym 12-24 V lub 36-48 V. Jest to uwidocznione na nadajniku. Wyżej wymienione wartości napięcia zasilania są typowymi wartościami wynikającymi z danych wózków. Należy się upewnić, jaka wartość napięcia zasilania jest potrzebna w przypadku konkretnego wózka.

Ponadto, wyposażenie elektryczne systemu nie jest przeznaczone do pracy w atmosferze wybuchowej. Jeśli wózek, na którym ma być zainstalowany nadajnik, pracuje w atmosferze wybuchowej, to na nim nie można instalować nadajnika tego systemu.

Odbiornik sygnału

Odbiorniki są montowane w ważnych dla zapewnienia bezpieczeństwa miejscach, aby wykrywały obecność kodowanej wiązki podczerwieni emitowanej z nadajnika wózka. Są one połączone na przykład ze sterownikiem strefowym, który przetwarza sygnał z odbiornika na sygnał uruchamiający np. syrenę lub inne urządzenie ostrzegawcze, np. znak według rysunku 2-35. Mogą być one połączone ze sterownikiem drzwi, który uruchamia otwieranie się lub zamykanie drzwi. Przykład odbiornika przedstawiono na rysunku 2-34. W tabelicy 2-2 podano wybrane dane tego odbiornika sygnału.



Rys. 2-34. Wygląd jednego z dostępnych odbiorników sygnału

Tablica 2-2. Niektóre dane dotyczące odbiornika wg rysunku 2-34

Wyszczególnienie	Wartości
Zasilanie	24 V prądu stałego, 72 mA
Pobór mocy	1,73 W
Wymiary	szerokość 130 mm x wysokość 175 mm x głębokość 130 mm
Stopień ochrony zapewniany przez obudowę	odporny na polewanie wodą z węża
Temperatura otoczenia w środowisku pracy	0 ÷ 45 °C
Temperatura przechowywania	0 ÷ 45 °C
Czułość	nominalny zasięg wykrywania 0 ÷ 10 m szczytowa długość fali $\lambda_p = 870 \text{ nm}$ nominalny kąt wykrywania, $\theta_{\alpha} \pm 75^\circ$

Znak ostrzegawczy w postaci widoku wózka

Na rysunku 2-35 przedstawiono oferowany przez dostawcę systemu znak ostrzegawczy elektroniczny w postaci wózka, uruchamiany w przypadku zbliżania się wózka, albo, w miarę potrzeby, także ręcznie.



Rys. 2-35. Znak ostrzegawczy w postaci widoku wózka

System ostrzegawczy SpotME firmy Toyota Material Handling Europe

System ten został wyróżniony Nagrodą Innowacyjności na targach PREVENTICA we Francji w roku 2013. SpotME w swobodnym tłumaczeniu oznacza „dostrzeż mnie”. Urządzenie ostrzegające współpracuje z odpowiednio umieszczonym na elementach infrastruktury czujnikiem na podczerwień, który uruchamia sygnalizację ostrzegawczą świetlną w przypadku wykrycia zbliżających się wózków lub osób w sposób stwarzający zagrożenie kolizją. Według producenta, jest to bardzo dobry system do stosowania w magazynie. Na rysunku 2-36 przedstawiono zastosowanie tego systemu w magazynie.



Rys. 2-36. Przykład zastosowania systemu ostrzegawczego SpotME w magazynie (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Toyota Material Handling Polska)

Na rysunku 2-36 czerwoną linią zaznaczono element migający światłem ostrzegawczym, w celu ostrzeżenia osoby o zbliżającym się wózku, niewidocznym dla pieszego. Czujnik na podczerwień odpowiednio umieszczony na elemencie infrastruktury wykrywa ruch wózka i powoduje uruchomienie migającego światła ostrzegawczego.

Na rysunku 2-37 przedstawiono elementy składowe podstawowego układu systemu SpotME. Zasilanie elementu świecącego światłem ostrzegawczym

może być bateryjne lub z sieci. Czujnik na podczerwień (wyróżniony czerwienią na białym pasku obudowy) jest zasilany z baterii, która wystarcza na około 3 lata. Zaletą systemu jest jego prostota – wszystkie elementy są mocowane na elementach infrastruktury – nie na wózku. Montaż można wykonać samodzielnie lub mogą to zrobić pracownicy Toyota Material Handling Polska.



Rys. 2-37. Podstawowe elementy składowe systemu SpotME (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Toyota Material Handling Poland)

2.7. Zalecenia dotyczące organizacji stanowiska załadowniczego i rozładowniczego na rampie

Według danych UDT, w obszarze stanowisk załadowniczych/rozładowniczych na rampie co roku dochodzi do ciężkich i śmiertelnych wypadków. W USA ok. 25% wypadków zaistniałych w magazynach ma miejsce właśnie na takich stanowiskach.

Głównymi przyczynami wypadków są np. poślizgnięcia i potknięcia pracowników wynikające z niezachowania czystości i suchości podłoża. Często zdarzają się spadnięcia pracownika z rampy. Aby temu zapobiec, należy stosować drzwi czy bramy bezpieczeństwa, np. otwierane poprzez podnoszenie skrzydeł (lub skrzydła) do góry; zamykanie – zaraz po zakończeniu załadunku/rozładunku. Przykład rozwiązania zamknięcia stanowiska na rampie pokazano na rysunku 2-38.

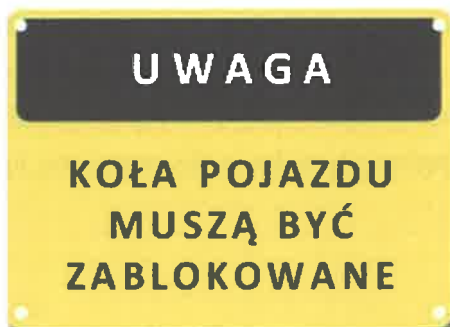


Rys. 2-38. Stanowisko załadowcze w jednym z przedsiębiorstw w USA (ilustracja dzięki uprzejmości firmy Cisco-Eagle z USA)

Bardzo poważne skutki mogą wystąpić podczas nieoczekiwanego ruchu samochodu podczas wjeżdżania wózka na samochód lub zjeżdżania wózka z samochodu. Podczas załadunku i rozładunku samochodu jego silnik powinien być wyłączony, a koła zablokowane hamulcami i np. klinami (koła tylne). Stan taki powinien być utrzymany do czasu zakończenia załadunku/rozładunku. Powinny być opracowane procedury dotyczące obsługi samochodów.

W celu ułatwienia zachowania bezpieczeństwa można wykorzystać następujące środki organizacyjne:

- wyznaczenie osoby zobowiązanej do nadzorowania przestrzegania opracowanych procedur załadunku/rozładunku i pozostającej w kontakcie z kierowcą samochodu ciężarowego
- umieszczenie tablicy z informacją przypominającą kierowcy samochodu o obowiązku zablokowania kół (patrz przykład na rysunku 2-39)



Rys. 2-39. Przykład tablicy z informacją dla kierowcy samochodu o konieczności zablokowania kół (*ilustracja dzięki uprzejmości firmy Cisco-Eagle z USA*)

- zastosowanie systemu świateł komunikacyjnych, np. według rysunku 2-40. Włącza się, jednocześnie, czerwone światło dla kierowcy samochodu (na zewnątrz) i – po drugiej stronie – zielone dla kierowcy wózka załadunku/rozładunku samochodu (wewnątrz stanowiska), i odwrotnie – włącza się, jednocześnie, czerwone światło dla kierowcy wózka załadunku/rozładunku oraz zielone dla kierowcy samochodu.



Rys. 2-40. Przykład świateł firmy Cisco-Eagle z USA (*ilustracja dzięki uprzejmości firmy Cisco-Eagle z USA*)

Wyjeżdżanie wózka podnośnikowego z samochodu ruchem cofania, a więc w warunkach ograniczonej widoczności, może być przyczyną kolizji z pieszymi lub innymi wózkami. Aby temu zapobiec, należy dbać, by w strefie stanowiska nie przebywały żadne osoby postronne, łącznie z kierowcami samochodów.

2.8. Zalecenia dotyczące prędkości jazdy

2.8.1. Wprowadzenie

Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy użytkowaniu wózków jezdniowych z napędem silnikowym* [14], §7.1, pracodawca powinien określić dopuszczalne prędkości wózków na poszczególnych odcinkach dróg, uwzględniając przy tym nasilenie ruchu, rodzaj przewożonych ładunków, szerokość i stan dróg oraz widoczność. Zgodnie z §7.2 *Rozporządzenia* pracodawca powinien podjąć środki organizacyjne zapobiegające wchodzeniu pracowników pieszych na teren pracy wózków. Zgodnie zaś z §7.3 jeśli, ze względu na rodzaj wykonywanej pracy, nie jest możliwe spełnienie warunków, o których mowa w ustępie 2, pracodawca powinien zastosować odpowiednie środki zabezpieczające pracowników przed skutkami zagrożeń powodowanych przez działanie wózków. Uregulowania podobne do treści postanowienia według §7.1 są zawarte również w *Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy* [16]. Wyżej wymienione bardzo ważne i niezbędne w aspekcie bezpieczeństwa wymagania sprawiają większości pracodawcom trudności w ich prawidłowym stosowaniu. Trudności te wynikają z braku wiedzy dotyczącej rzeczywistej prędkości jazdy wózków oraz braku wiedzy np. o długości drogi zatrzymania się wózka podczas jazdy z daną prędkością w danych warunkach. W rezultacie dochodzi do wielu sytuacji zagrożenia i wielu wypadków – ciężkich i śmiertelnych. Na rysunku 2-41 przedstawiono sytuacje zagrożenia zarejestrowane przez kamerę w transporcie wewnątrzzakładowym w Polsce i w USA.



a)



b)

Rys. 2-41. Sytuacje zagrożenia kolizją z wózkiem: a) w jednym z przedsiębiorstw w Polsce, b) w jednym z przedsiębiorstw w USA (*ilustracja b) dzięki uprzejmości firmy Cisco-Eagle z USA*)

Według danych UDT w Polsce w roku 2011 [1], w sytuacjach zagrożenia podobnych do przedstawionych na rysunku 2-41, 5 osób doznało poważnych obrażeń ciała, przy czym w trzech przypadkach w wyniku kolizji wózka z osobą pieszą, a w dwóch – w wyniku kolizji dwóch wózków.

Aby uniknąć kolizji w tego typu sytuacjach zagrożenia, wózek powinien się poruszać z taką prędkością, aby droga zatrzymania wózka była nie większa niż odległość między wózkiem a przeszkodą (np. osobą lub innym wózkiem) pojawiającą się przed wózkiem na jego drodze, przy czym skuteczność hamowania powinna być taka, aby nie doszło do utraty stateczności wózka lub spadnięcia przewożonego ładunku. Według danych z USA [12], kierowcy najczęściej jeżdżą z największymi prędkościami wózkami bez ładunku. W roku 2013 w CIOP-PIB przeprowadzono badania zachowań kierowców w sytuacjach zagrożenia kolizją wózka z pieszym, z uwzględnieniem różnej prędkości jazdy wózka bez ładunku. Badania zostały wykonane z wykorzystaniem symulatora podnośnikowego wózka jezdniowego znajdującego się w CIOP-PIB, przedstawionego na rysunku 2-42. Jest to symulator zbudowany w technice rzeczywistości mieszanej, tzn. środowisko, w którym porusza się wózek, jest generowane komputerowo, natomiast wszystkie elementy sterownicze są identyczne jak w podnośnikowym wózku czoło-

wym Still RX 50-20. Na rysunku 2-42 symbolem 1 zaznaczono infohełm operatora, natomiast symbolem 2 – monitor. Obraz w infohełmie jest ten sam jak na monitorze, ale w wersji stereoskopowej. Dźwięk w infohełmie jest w wersji stereofonicznej.



Rys. 2-42. Symulator wózka podnośnikowego stosowany w badaniach w CIOP-PIB

2.8.2. Prędkość a długość drogi zatrzymania

Dane z systemu akwizycji danych symulatora pokazanego na rysunku 2-42 zostały wykorzystane do obliczeń i analiz. W wyniku badań z zastosowaniem symulatora określono czas reakcji kierowcy wózka na pojawienie się przeszkody. Podczas badań kreowano sytuację, w której na drogę wózka poruszającego się z określoną prędkością niespodziewanie dla kierowcy wózka wkracza postać wirtualna. Kierowca zdejmuje stopę z pedału gazu i przenosi ją na pedał hamulca. Zachowanie kierowcy i postaci wirtualnej, a także prędkość i czas oraz wszystkie inne wielkości są rejestrowane przez system akwizycji danych symulatora.

W badaniach uczestniczyło 24 kierowców w wieku od 23 do 54 lat, przy czym każdy kierowca uczestniczył w badaniach codziennie przez 5 dni tygodnia. Okazało się, że czas reakcji kierowcy zależy nie tylko od jego właściwości psy-

chofizycznych i aktualnych predyspozycji, ale także od wielkości zwanej czasem ryzyka. Czas ryzyka jest to czas, którym dysponuje kierowca od momentu pojawienia się przeszkody na drodze wózka do momentu ewentualnego zderzenia z nią [9]. Zmierzone czasy reakcji kierowców wyniosły od 0,24 s do 1,6 s, przy czym wartości te dotyczą wszystkich uczestników badań i różnych czasów ryzyka.

Następnie, korzystając z teorii ruchu pojazdu określono długość drogi zatrzymania S_z wózka średniej wielkości, bez ładunku, podczas jego ruchu z różnymi prędkościami V_0 . Wyniki zostały przeanalizowane statystycznie metodą Monte Carlo. Metoda Monte Carlo umożliwia znalezienie rozkładów prawdopodobieństwa danej wielkości z wykorzystaniem modelu zdeterminowanego. Z otrzymanych wyników analiz przyjęto do stosowania wartości S_z odpowiadające kwantylowi równemu 0,9, w przypadku każdej wartości prędkości wózka. Wartości te przedstawiono w tabelicy 2-3. Przyjęte wartości zweryfikowano w ten sposób, że obliczono wartości t_{rk} , odpowiadające wybranym wartościom S_z . Otrzymano wartości t_{rk} zawarte w przedziale $0,96 \div 1$ s, co należy uznać za wynik prawidłowy.

Tablica 2-3. Długości drogi zatrzymania wózka bez ładunku przy różnych prędkościach jego ruchu

V_0 , km/h	4	5	6	8	10	12
S_z , m	1,6	2,0	2,5	3,4	4,3	5,3
S_h , m	0,47	0,61	0,77	1,10	1,48	1,90

W trzecim wierszu tabelicy 2-3 podano wartości długości drogi hamowania S_h wózka. Jak widać, stanowią one około 30% drogi zatrzymania wózka. Pozostała – i największa – część drogi S_z jest drogą przebytą przez wózek w czasie reakcji kierowcy.

W tabelicy 2-4 przedstawiono, według danych australijskich [4], długości drogi zatrzymania wózka średniej wielkości z ładunkiem podczas jazdy w warunkach optymalnych i bez spadnięcia ładunku podczas zatrzymywania wózka. Dane australijskie dotyczą prędkości 6 km/h, 8 km/h, 10 km/h i 12 km/h. Wynikają one z badań prowadzonych w Centrum Badań Wypadków Politechniki w Monash (MUARC), w Australii.

Tablica 2-4. Długości drogi zatrzymania wózka z ładunkiem, wg badań australijskich

V_0 , km/h	6	8	10	12
S_z , m	3,2	4,6	6,2	7,9

Należy podkreślić, że dane zawarte zarówno w tablicy 2-3 jak i 2-4 dotyczą wózka średniej wielkości z dobrym ogumieniem kół, poruszającego się w dobrych warunkach, tzn. po suchej, poziomej i równej nawierzchni.

Porównując dane z tablic 2-3 i 2-4 można zauważyć, że długość drogi zatrzymania wózka z ładunkiem jest zdecydowanie większa niż wózka bez ładunku, a wraz ze wzrostem prędkości wózka różnica ta się zwiększa. Wynika to głównie stąd, że podczas zatrzymywania wózka z ładunkiem nie można wykorzystywać maksymalnych możliwości układu hamulcowego, ponieważ grozi to spadnięciem ładunku lub nawet przewróceniem się wózka. Oczywiście powoduje to zwiększenie długości drogi zatrzymania wózka.

W wielu miejscach jest potrzebna znajomość długości drogi zatrzymania wózka z ładunkiem przy prędkościach 4 i 5 km/h. W przypadku tych prędkości długość drogi zatrzymania wózka z ładunkiem można przyjąć jak dla wózka bez ładunku, ale zwiększając ją o różnicę 0,7 km/h występującą w przypadku wózka z ładunkiem i bez ładunku przy prędkości 6 km/h (tablice 2-3 i 2-4). W tablicy 2-5 podano tak obliczone długości drogi zatrzymania wózka.

Tablica 2-5. Długości drogi zatrzymania wózka średniej wielkości z ładunkiem przy prędkościach 4 i 5 km/h

V_0 , km/h	4	5
S_z , m	2,3	2,7

Na długość drogi zatrzymania wózka wpływają następujące czynniki:

- prędkość, z jaką wózek się porusza i czas reakcji kierowcy
- masa wózka i masa ładunku
- rodzaj i stan ogumienia kół
- rodzaj i stan nawierzchni drogi.

Dane dotyczące długości drogi zatrzymania wózka przy różnych prędkościach jego jazdy są przydatne przy ustalaniu maksymalnych dopuszczalnych prędkości na poszczególnych odcinkach dróg, wyznaczaniu dróg wózka oraz w innych przypadkach podczas opracowywania organizacji ruchu wózków jezdniowych w transporcie wewnątrzzakładowym. Zaleca się zapoznanie z nimi nie tylko kierowców wózków, ale wszystkich osób poruszających się w obszarze ruchu wózków w transporcie wewnątrzzakładowym. Znajomość tych danych i praktyczne ich przestrzeganie zarówno w organizacji ruchu w transporcie wewnątrzzakładowym jak i w zachowaniach uczestników tego ruchu umożliwi uniknięcie wielu nieszczęść.

2.8.3. Prędkość w szczególnych sytuacjach

Podane w tym rozdziale zalecenia dotyczą wózka w prawidłowym stanie technicznym, łącznie z ogumieniem kół oraz nawierzchni drogi suchej, o normalnej przyczepności, poziomej i równej, tzn. ewentualne pojedyncze nierówności nie wystają bardziej niż 20 mm ponad nawierzchnię drogi. Inne wózki na drodze zachowują odpowiednią odległość od danego wózka równą np. w przybliżeniu 4 długościom wózka. Oczywiście, jeśli na drodze pojawią się jakieś nieoczekiwane przeszkody, to kierowca danego wózka powinien dostosować prędkość wózka do sytuacji lub nawet go zatrzymać.

Prędkość jazdy wózka podczas pokonywania zakrętów po łuku o małym promieniu

Według danych UDT w Polsce co roku dochodzi do kilku wypadków śmiertelnych i ciężkich wynikających z nieprawidłowo wykonywanego manewru pokonywania zakrętów. Na przykład w roku 2012 [2] miały miejsce dwa wypadki śmiertelne i dwa bardzo ciężkie. Najczęściej są one spowodowane jazdą z nadmierną prędkością podczas pokonywania zakrętów. Producenci wózków zaczynają wytwarzać wózki wyposażone w układ samoczynnego zmniejszania prędkości podczas jazdy po łuku (więcej informacji na ten temat można znaleźć w rozdziale 4.). W przypadku takich wózków należy przestrzegać zaleceń podanych w instrukcji obsługi wózka. Trzeba jednak pamiętać, że zalecenia te dotyczą optymalnych warunków jazdy.

Wskazówki dostawców wózków dotyczące zalecanych prędkości podczas skrętu są nieraz niejednoznaczne albo ich w ogóle nie ma. Wtedy zaleca się przestrzeganie wytycznych opracowanych przez Centrum Badania Wypadków Politechniki w Monash w Australii [6]. Zgodnie z nimi wózki o średniej wielkości, bez ładunku, podczas pokonywania zakrętów pod kątem 90° stopni nie powinny przekraczać prędkości 8 km/h. To wskazanie należy stosować do wszystkich wózków bez ładunku, niezależnie od tego, czy wózek jest czy nie jest wyposażony w system samoczynnego zmniejszania prędkości podczas jazdy po łuku. Trzeba również pamiętać, że wytyczne te dotyczą optymalnych warunków jazdy, tzn. suchej, poziomej i płaskiej nawierzchni drogi oraz dobrego rodzaju i stanu ogumienia kół wózka. W przypadku nawierzchni niepłaskiej i niepoziomej, nawet prędkość 4 km/h jest za duża. Podobnie nierówności o wysokości około 20 mm w każdym przypadku wymagają zmniejszenia prędkości nawet do 2,5 km/h. Ponadto, podczas dojeżdżania do łuku po prawidłowej nawierzchni i bez ładunku prędkość nie powinna przekraczać 8 km/h. Podczas jazdy po łuku nie należy hamować ani zwiększać prędkości wózka – grozi to przewróceniem się wózka. Kierownicą należy wykonywać ruchy łagodne.

Podczas jazdy z ładunkiem prędkość należy zdecydowanie zmniejszyć w zależności od rodzaju ładunku i sposobu jego zabezpieczenia przed spadnięciem.

Jeśli podczas pokonywania zakrętu dojdzie do przewrócenia się wózka, nie należy z niego wyskakiwać, ale pozostać w kokpicie, nie odpinając pasów. Należy naprężyć ciało: naciskać stopami o podłogę, a rękami – zapierając się o elementy kokpitu lub kierownicy – dociskać plecy do oparcia fotela, głowę zaś odchylić w stronę przeciwną do kierunku przewracania się wózka. Doświadczenie australijskie i amerykańskie dowodzi, że zachowując się w ten sposób kierowca wózka zapewnia sobie możliwość uratowania życia.

Prędkość wózka bez ładunku podczas jazdy na prostym odcinku drogi

Dopuszczalna prędkość maksymalna podczas jazdy drogą wydzieloną tylko dla wózków i oddzieloną barierami fizycznymi od drogi dla pieszych, z zachowaniem odległości około czterech długości wózka od najbliższego wózka, może wynosić 12 km/h.

Na drodze oddzielonej od drogi dla pieszych za pomocą linii na powierzchni drogi dopuszczalna prędkość maksymalna wynosi 5 km/h. Jest to normalna prędkość, z jaką porusza się osoba piesza. Jeśli na drogę wtargnie pieszy, to niezależnie od odległości miejsca wtargnięcia od wózka, kierowca powinien wózek zatrzymać do czasu opuszczenia drogi przez pieszego. Wytyczne takie są stosowane i przestrzegane w większości stanów USA, a wynikają z zaleceń opracowanych przez ASSE (Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Bezpieczeństwa) [5, 12]. W USA i w wielu innych krajach uznaje się słuszność tych wytycznych i praktycznie nie są one podważane.

3. Wymagania i zalecenia dotyczące szkolenia wstępnego kierowców wózków

3.1. Wprowadzenie

Wymagania i zalecenia zawarte w niniejszym rozdziale wspierają realizację *Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy* [15], w odniesieniu do szkolenia nowo zatrudnionych kierowców wózków.

Trudno przecenić znaczenie szkolenia wstępnego dla bezpieczeństwa pracy. W Polsce odnotowuje się kilka tysięcy wypadków przy pracy wynikających z użytkowania podnośnikowych wózków jezdniowych. W tablicy 3-1 zamieszczono, według danych UDT, liczbę wypadków ciężkich i śmiertelnych w latach 2009–2012 [2].

Tablica 3-1. Liczby wypadków ciężkich i śmiertelnych w latach 2009–2012

	2009	2010	2011	2012
Liczba wypadków z obrażeniami ciała	20	31	37	41
Liczba wypadków śmiertelnych	3	6	5	11

Większość z wypadków wynika z nieprzestrzegania zasad bhp, a więc z nieskutecznego szkolenia.

3.2. Wymagania i zalecenia dotyczące szkolenia wstępnego ogólnego

Szkolenie wstępne ogólne jest pierwszą częścią szkolenia wstępnego. Celem tego szkolenia jest zapoznanie pracowników przede wszystkim z:

- ▶ podstawowymi przepisami bhp zawartymi w Kodeksie pracy, w układach zbiorowych pracy lub w regulaminach pracy
- ▶ zagrożeniami występującymi w pracy oraz metodami ograniczania ryzyka związanego z tymi zagrożeniami.

Szkolenie to powinien prowadzić pracodawca lub osoba, której zlecono pełnienie obowiązków inspektora bhp, albo pracownik wyznaczony przez pracodawcę, mający odpowiedni zasób wiedzy i umiejętności zapewniający właściwą realizację programu szkolenia.

Szczegółowe wymagania dotyczące tego szkolenia można znaleźć w akcie prawnym wymienionym w rozdziale 3-1 [15].

3.3. Zalecenia dotyczące szkolenia stanowiskowego

Głównym celem szkolenia stanowiskowego jest przeszkolenie pracownika w zakresie:

- ▶ czynników środowiska pracy, występujących na danym stanowisku pracy i w jego bezpośrednim otoczeniu, oraz ryzyka zawodowego związanego z wykonywaną pracą
- ▶ wiedzy i umiejętności dotyczących sposobów ochrony przed zagrożeniami powodującymi ryzyko wypadkowe i zagrożeniami dla zdrowia w warunkach normalnej pracy i w warunkach awaryjnych

- wiedzy i praktycznych umiejętności niezbędnych do bezpiecznego wykonywania powierzonych prac.

Na szkolenie stanowiskowe powinny się składać następujące etapy:

- rozmowa wstępna instruktora z pracownikiem
- pokaz i objaśnienie przez instruktora całego procesu pracy, który ma być wykonywany przez kierowcę wózka
- próbne wykonywanie określonych czynności polecanych przez instruktora z uwzględnieniem korekt instruktora
- samodzielna praca wykonywana przez pracownika pod nadzorem instruktora
- sprawdzenie i ocena przez instruktora sposobu wykonania pracy przez pracownika.

Ramowy program szkolenia stanowiskowego przedstawiono w tabelicy 3-2.

Tablica 3-2. Ramowy program szkolenia stanowiskowego

Lp.	Temat instruktażu	Liczba godzin (minimum)
1	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zapoznanie pracownika z warunkami pracy z uwzględnieniem: <ul style="list-style-type: none"> ➤ pomieszczenia ➤ elementów stanowiska roboczego mających wpływ na bezpieczeństwo i higienę pracy ➤ przebiegu procesu pracy ■ Zapoznanie z czynnikami środowiska pracy ■ Przygotowanie wyposażenia stanowiska roboczego do wykonania określonego zadania 	2
2	Pokaz przez instruktora sposobu wykonywania pracy przez kierowcę wózka zgodnie z przepisami i zasadami bhp, z uwzględnieniem metod bezpiecznego wykonywania pracy i ze zwróceniem uwagi na prace trudne i niebezpieczne	0,5
3	Próbnego wykonanie pracy przez pracownika pod kontrolą instruktora	0,5
4	Samodzielna praca pracownika pod nadzorem instruktora	4
5	Omówienie i ocena pracy wykonanej przez pracownika	1
	Razem	8

Poniżej omówiono niektóre treści programu ramowego szkolenia stanowiskowego.

- 1) Zapoznanie pracownika z warunkami pracy; należy uwzględnić, m.in. (jeśli dotyczy):
 - pomieszczenia pracy, magazyny z regałami i polami odkładczymi, szatnie, pomieszczenia do spożywania posiłków (łącznie z oświetleniem, ogrzewaniem, wentylacją); pomieszczenia techniczne i inne
 - bramy, drzwi
 - drogi transportowe, drogi dla pieszych, parkingi, oświetlenie
 - zastosowane ograniczenia prędkości ruchu pojazdów w celu zmniejszenia ryzyka wypadkowego do poziomu akceptowalnego
 - miejsca, gdzie wymagana jest szczególna uwaga kierowcy wózka ze względu na występujące określone zagrożenia, np. miejsca o niewystarczającej widoczności i środki stosowane w celu zmniejszenia ryzyka kolizji (np. lustra bezpieczeństwa, urządzenia sygnalizacyjne i ostrzegawcze)
 - miejsce ładowania akumulatorów
 - miejsce składowania i wymiany butli gazowych.
- 2) Zapoznanie pracownika z przebiegiem pracy; należy uwzględnić, m.in.:
 - instrukcje i procedury dotyczące transportu wewnętrznego w zakładzie
 - rodzaje ładunków przewożonych
 - pobieranie wózka do użytkowania, sprawdzanie stanu wózka przed rozpoczęciem użytkowania, zdawanie i prawidłowe zaparkowanie wózka po wykonaniu pracy
 - proces pobierania ładunków z magazynu, przewożenia i przekazywania odbiorcom
 - procedurę obsługi rampy przeładunkowej
 - proces pobierania ładunków od dostawców, przewożenia i przekazywania ładunku do magazynu.
- 3) Zapoznanie pracownika z czynnikami środowiskowymi stanowiska pracy; należy uwzględnić, m.in.:
 - zmniejszanie ryzyka powodowanego przez występujące zagrożenia, np.:
 - związane z działaniem zespołów i podzespołów mechanicznych wózka

- związane z działaniem zespołów i podzespołów elektrycznych wózka
- związane z rodzajem napędu wózka, np. w przypadku stref z atmosferą zagrożoną wybuchem, z napędem spalinowym w przypadku pomieszczeń zamkniętych z niewystarczającą wentylacją i gdzie pracują ludzie
- wynikające z wchodzenia kierowcy na wózek i schodzenia z wózka; należy to robić zawsze twarzą do wózka, stosując trzy punkty oparcia, bez chwytania za jakiegokolwiek dźwignie sterownicze, np. w sposób pokazany na rysunku 3-1



Rys. 3-1. Wchodzenie na wózek czołowy

- działanie lub stosowanie wyposażenia i elementów sterowniczych wózka, np.:
 - pas bezpieczeństwa i jego stosowanie; należy uświadomić pracownikowi, że pas nie jest rozwiązaniem wygodnym, ale w razie np. przewrócenia się wózka umożliwi kierowcy przeżycie
 - drzwi do kabiny – ich przeznaczenie
 - stacyjka, jej działanie i przeznaczenie
 - wyłączniki awaryjne, ich działanie i przeznaczenie
 - sterowanie położeniem masztu – należy pouczyć, kiedy nie należy zmieniać położenia masztu
 - sterowanie podnośnikiem – należy pouczyć, kiedy nie należy zmieniać położenia oraz jaka powinna być wysokość położenia wideł podczas jazdy
 - przełączanie kierunku jazdy wózka
 - pedał przyspieszenia jazdy i jego stosowanie podczas ruszania wózkiem
 - pedał hamulca i jego stosowanie; należy przypomnieć, kiedy nie należy go nadużywać
 - wskaźniki, np.: położenia koła kierownicy, kierunku jazdy, naładowania baterii, ciśnienia oleju, poziomu paliwa, masy podnoszonego ładunku, prawidłowego i nieprawidłowego działania hamulca pomocniczego oraz ich przeznaczenie
 - bezpieczniki i inne urządzenia zabezpieczające oraz ich działanie
 - informacje na wózku dotyczące właściwości eksploatacyjnych wózka, np. dotyczące udźwigu nominalnego i zredukowanego, wysokości podnoszenia.
- 4) Zapoznanie pracownika, co i w jaki sposób należy sprawdzać w wózku przed rozpoczęciem użytkowania oraz zapoznanie z prawidłowym parkowaniem wózka.
- 5) Zapoznanie pracownika z metodami zmniejszenia ryzyka związanego z zagrożeniami wynikającymi z użytkowania wózka; należy w szczególności uwzględnić:
 - ruszanie i zatrzymywanie – zawsze powolne, spokojne, nigdy gwałtowne
 - jazdę po łuku podczas pokonywania zakrętu, wózkiem bez ładunku – mak-

symalna prędkość 8 km/h, jeśli znaki drogowe nie stanowią inaczej; w przypadku wózka z ładunkiem – zdecydowanie wolniej, w zależności od rodzaju i wymiarów ładunku; niedopuszczalne jest hamowanie i przyspieszanie w czasie pokonywania zakrętów, gdyż grozi to przewróceniem się wózka

- jazdę odcinkiem drogi prostej oddzielonej od drogi pieszych linią na powierzchni drogi – maksymalna prędkość 5 km/h, jeśli znaki drogowe nie stanowią inaczej
- jazdę odcinkiem drogi prostej oddzielonej od drogi dla pieszych barierą fizyczną – maksymalna prędkość 12 km/h, jeśli znaki drogowe nie stanowią inaczej i jeśli jest zachowana odpowiednia odległość od następnego wózka, np. w przybliżeniu cztery długości wózka
- długości drogi zatrzymania wózka przy różnych prędkościach, umożliwiające w odpowiednich miejscach drogi zaczynanie zatrzymywania wózka
- prawidłowe zachowanie się kierowcy podczas manewrowania wózkiem
- prawidłowe zachowanie się kierowcy podczas zatrzymania wózka i oddalenia się „na chwilę”.

6) Zapoznanie pracownika z innymi czynnikami środowiska pracy występującymi podczas wykonywania pracy wózkiem w zakładzie, z zagrożeniami powodowanymi przez te czynniki i ryzykiem związanym z tymi zagrożeniami; zapoznanie z oceną ryzyka stwarzanego przez zagrożenia występujące podczas pracy wózkiem w zakładzie; omówienie sposobów zmniejszania ryzyka do poziomu akceptowalnego.

Zaleca się, aby podczas samodzielnego wykonywania pracy kierowca zademonstrował także sprawdzenie stanu wózka przed każdym pobraniem z parkingu, wykonał odpowiednie przejazdy z zatrzymaniem wózka i opuszczeniem go na chwilę, z pobieraniem i zdejmowaniem ładunku z manewrowaniem i każdorazowo wózek zaparkował.

Instruktaż stanowiskowy przeprowadza wyznaczona przez pracodawcę osoba kierująca pracownikami lub pracodawca, jeśli osoby te mają odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie zawodowe oraz są przeszkolone w zakresie metod prowadzenia instruktażu stanowiskowego.

4. Wybrane cechy wózków ułatwiające zachowanie bezpieczeństwa podczas użytkowania

4.1. Zalecenia ogólne

Zaleca się, aby w przedsiębiorstwie były opracowane zarówno polityka jak i procedura dotyczące zakupu wózków. Jest to bowiem zakup urządzenia stwarzającego poważne zagrożenia. Wskazane jest zbieranie opinii operatorów, pracownika bhp, pracowników nadzoru, ekspertów spoza firmy. Przy wyborze wózka istotne znaczenie mają:

- ▶ warunki, w jakich wózek będzie użytkowany
- ▶ właściwości użytkowe wózka, np. ładowność, wysokość podnoszenia itd.
- ▶ właściwości ergonomiczne, ułatwiające obsługę wózka
- ▶ właściwości ułatwiające zachowanie bezpieczeństwa podczas użytkowania wózka.

Należy dobrze poznać oferowane właściwości, aby upewnić się, czy w pewnych warunkach proponowane właściwości nie stwarzają nieoczekiwane dodatkowych zagrożeń. Nabywca powinien domagać się od dostawcy wyczerpujących informacji, aby nie popełnić błędu.

4.2. Pasy bezpieczeństwa

Każdy wózek powinien być wyposażony w pasy bezpieczeństwa. Jeśli wózek nie jest wyposażony w pasy bezpieczeństwa przez producenta, to użytkownik przed dopuszczeniem wózka do użytkowania powinien to uczynić we własnym zakresie. Prawidłowo wykonane przymocowanie pasów bezpieczeństwa nie powoduje wprowadzenia zmian w konstrukcji wózka. Doświadczenie dowodzi, że w razie przewrócenia się wózka pasy bezpieczeństwa umożliwiają kierowcy przeżycie albo powodują, że skutki zdarzenia są łagodniejsze.

4.3. Sygnalizacja ostrzegawcza

Wskazane jest, aby wózki były wyposażone w sygnalizację ostrzegawczą dźwiękową i świetlną, działającą również podczas cofania.

4.4. Wskaźnik prędkości jazdy

Zaleca się, aby każdy wózek z fotelem dla kierowcy był wyposażony we wskaźnik prędkości jazdy. Nie ulega bowiem wątpliwości, że w transporcie wewnątrzzakładowym z wykorzystaniem podnośnikowych wózków jezdniowych mogą występować różne warunki jazdy, w niektórych zaś warunkach konieczna jest znajomość przez kierowcę maksymalnej wartości prędkości jazdy i jej przestrzeganie. To prawda, że kierowca wózka poruszającego się po drodze wewnątrzzakładowej, tak samo jak kierowca samochodu na drodze publicznej, nie może cały czas patrzeć na wskaźnik prędkości jazdy, jednak w miejscach ważnych dla zachowania określonej prędkości (na przykład zbliżając się do łuku drogi, przejścia dla pieszych czy skrzyżowania z inną drogą) powinien mieć możliwość sprawdzenia prędkości jazdy i dostosowania jej do wymagań wynikających z konieczności zachowania bezpieczeństwa. Dane dotyczące wypadków zarówno w kraju jak i za granicą dowodzą, że nie jest możliwe zmniejszenie ryzyka wypadkowego do wartości akceptowalnej, jeśli nie są określone dopuszczalne wartości prędkości jazdy na drodze i nie są one przestrzegane. Tak więc wyposażenie wózka we wskaźnik prędkości jazdy jest bardzo ważną cechą wózka, ułatwiającą zachowanie bezpieczeństwa. Wielu producentów wózków już to zrozumiało i wyposaża swoje wyroby we wskaźnik prędkości jazdy.

Jeśli wózek nie jest wyposażony we wskaźnik prędkości jazdy, warto, aby użytkownik sam zainstalował wskaźnik prędkości jazdy, produkowany przez producenta mierników prędkości jazdy wózka. Mierniki prędkości jazdy przeznaczone do stosowania w wózkach podnośnikowych produkuje np. firma Keytroller LLC⁶ z USA. Poniżej podano informacje na temat mierników prędkości produkowanych przez tę firmę.

⁶ Keytroller LLC, W. Martin Luther King Blvd. Tampa, FL 33614, USA. www.keytroller.com

Mierniki prędkości jazdy wózka produkowane przez firmę Keytroller LLC⁷

Firma Keytroller LLC produkuje całą gamę przyrządów, np. Keytroller 601, Speedtroller i inne. Niektóre z nich, jak np. Keytroller 601, nie tylko wskazują prędkość, ale i pełnią inne bardzo ważne funkcje w aspekcie bezpieczeństwa użytkownika wózka. Funkcje te są realizowane w ten sposób, że przyrządy wskazujące, będące jednostkami głównymi, są wyposażone (lub mogą być wyposażone opcjonalnie) w wiele elementów, będących same w sobie dość skomplikowanymi przyrządami, umożliwiającymi także monitorowanie wózka. Można powiedzieć, że jest to system monitorowania wózka ze wskaźnikiem prędkości, będącym w systemie jednostką główną.

System monitorowania wózka z jednostką główną Keytroller 601

System ten jest przeznaczony głównie dla firm mających dużą flotę wózków i bezprzewodową sieć WiFi. W przypadku braku sieci WiFi firma oferuje rozwiązanie zastępcze w postaci systemu umożliwiającego stworzenie strefowego systemu sieci WiFi.

System Keytroller 601 charakteryzuje się przede wszystkim tym, że:

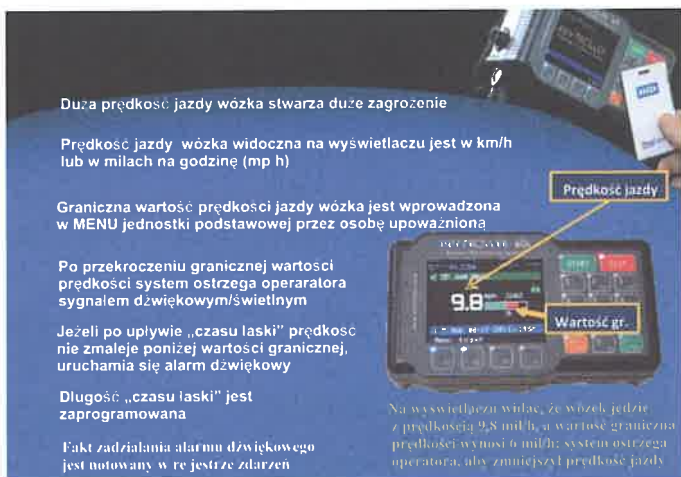
- ▶ umożliwia rozruch i zatrzymanie systemu i silnika wózka z klawiatury jednostki głównej – nie są potrzebne kluczyki, natomiast kierowca powinien wprowadzić, korzystając z klawiatury jednostki głównej, swój kod dostępu albo posłużyć się identyfikacyjną kartą dostępu RFID przesuwaną nad klawiaturą jednostki głównej (patrz rysunek 4-1)
- ▶ umożliwia kierowcy, przed rozpoczęciem zmiany, wypełnienie, w sposób elektroniczny, wykazu wykonanych przez niego sprawdzeń wózka
- ▶ rejestruje przypadki niezachowania ostrożności przez kierowcę wózka – stosowanie systemu powoduje zmniejszenie uszkodzeń z tego tytułu o ponad 50%
- ▶ przypomina i ostrzega na wyświetlaczu jednostki głównej o terminie planowej konserwacji wózka

⁷ Wszystkie informacje na temat przyrządów prędkości i ilustracje są zamieszczone za zgodą firmy Keytroller LLC. W. Martin Luther King Blvd. Tampa, FL 33614, USA. www.keytroller.com

- ostrzega kierowcę wózka o przekroczeniu ustalonej wartości maksymalnej prędkości; zlekceważenie ostrzeżenia przez kierowcę powoduje włączenie się alarmu dźwiękowego i zarejestrowanie zdarzenia w rejestrze
- powoduje, że w razie wystąpienia niektórych zdarzeń, takich jak silniejsze uderzenie wózkiem w element infrastruktury, następuje wyłączenie silnika napędowego wózka
- umożliwia monitorowanie niektórych parametrów pracy silnika wózka, np. ciśnienia i temperatury oleju; w przypadku wystąpienia nieprawidłowości następuje wyłączenie pracy silnika napędowego wózka, aby uchronić go przed poważnymi uszkodzeniami
- rejestruje dane umożliwiające ocenę wydajności pracy kierowcy i wykorzystania czasu pracy wózka
- umożliwia otrzymywanie przez kierowcę wózka informacji wysyłanych do niego z serwera sieci bezprzewodowej
- opcjonalnie umożliwia monitorowanie stanu obciążenia układu hydraulicznego wózka w czasie pracy.

Bezprzewodowy system z jednostką główną 601 może być stosowany w wielu wózkach z silnikami spalinowymi i elektrycznymi.

Według producenta, system może być dostarczany do pomiaru prędkości w km/h oraz z istotnymi informacjami na wyświetlaczu w języku polskim.

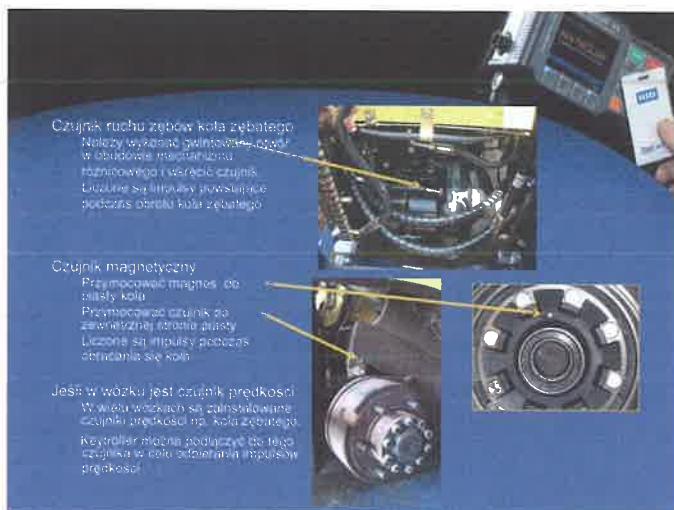


Rys. 4-1. Wygląd jednostki głównej miernika prędkości systemu 601

Jednostka główna jest wyposażona w wodoszczelną klawiaturę i kolorowy wyświetlacz LCD.

Każdy kierowca ma swój kod dostępu lub kartę identyfikacyjną dostępu. Rozwiązanie takie umożliwia uruchomienie wózka tylko upoważnionym i przeszkolonym kierowcom.

Na rysunku 4-2 przedstawiono różne możliwości zainstalowania czujnika prędkości, będącego składnikiem systemu, w wózku. Producent przewiduje także możliwość wykorzystania w systemie czujnika prędkości, który jest już zamontowany w nim np. przez producenta tego wózka.



Rys. 4-2. Możliwości montażu czujnika prędkości w wózku

System Speedtroller

System ten jest przeznaczony dla małych i średnich firm. Jego działanie polega na tym, że:

- mierzy i wskazuje prędkość jazdy wózka (w milach na godzinę lub w km/h)
- po przekroczeniu ustalonej prędkości, po upływie „czasu łaski”, wysyła sygnał świetlny i dźwiękowy (syrena – 120 dB).

Na rysunku 4-3 przedstawiono wskaźnik prędkości w tym systemie.



Rys. 4-3. Wskaźnik prędkości jazdy w systemie Speedtroller

Z powyższych informacji wynika, że nie ma dużych przeszkód, aby właściciel wózka zapewnił warunki umożliwiające zmniejszenie ryzyka wypadkowego, związanego z prędkością jazdy wózka, do poziomu akceptowalnego.

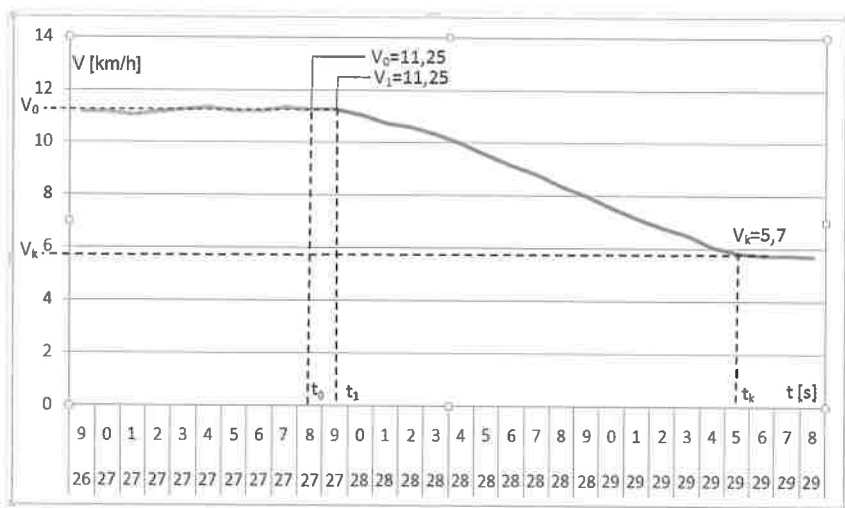
4.5. System samoczynnego zmniejszania prędkości wózka podczas jazdy po łuku

Zaleca się, aby wózek miał system samoczynnego zmniejszania prędkości podczas jazdy po torze zakrzywionym. Przykładem takiego rozwiązania jest trójkołowy wózek Traigo 24 z systemem SAS (*System of Active Stability* – System aktywnej stateczności). Według informacji producenta jest to opatentowany system, który składa się z 10 czujników, 3 siłowników oraz kontrolera nieustannie sprawdzającego wszystkie operacje wózka i automatycznie wprowadzającego korekty w jego działaniu, zapobiegając niestabilności wózka oraz ładunku. Jeżeli system SAS wykryje, że prędkość jazdy na zakręcie jest za duża, wówczas następuje automatyczne zmniejszenie prędkości wózka w celu zachowania stateczności. Przeprowadzono pomiary działania tego systemu w budynku magazynowym firmy Toyota Material Handling Polska w Jaktorowie. Na rysunku 4-4 przedstawiono wózek Traigo 24 z systemem SAS podczas testów. W testach w Jaktorowie tory jazdy wózka były zbliżone do łuków o promieniach 3, 4 i 5 m, zaś prędkość jazdy wynosiła od około 11 km/h do około 6 km/h. Prędkość jazdy mierzono i rejestrowano rejestratorem prędkości opracowanym w CIOP-PIB.



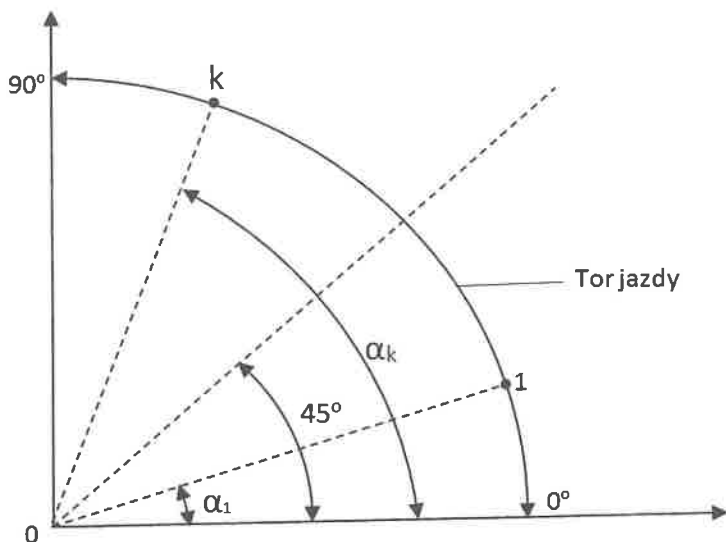
Rys. 4-4. Widok wózka Toyota Traigo 24 z systemem SAS podczas pokonywania zakrętu pod kątem 90°

Na rysunku 4-5 przedstawiono wykres prędkości podczas jednego z przejazdów po łuku o promieniu około 3 m z prędkością początkową wynoszącą 11,25 km/h.



Rys. 4-5. Wykres zarejestrowanych prędkości wózka Traigo 24 z systemem SAS podczas jazdy po łuku o promieniu około 3 m

Jak widać z wykresu, samoczynne zmniejszanie prędkości nastąpiło, ale nie od razu. Prędkość V_0 , z jaką wózek wjechał na łuk, zmniejszyła się z 11,25 km/h do 5,7 km/h, po około 1,5 s od początku zmniejszania się prędkości. Na rysunku 4-6 zmiany te przedstawiono w ujęciu kątowym dotyczącym zakrętu pod kątem 90° .



Rys. 4-6. Ilustracja położenia punktów początku (1) i końca (k) samoczynnego zmniejszania prędkości jazdy wózka Traigo 24 z systemem SAS na zakręcie pod kątem prostym

System zastosowany w wózku Traigo 24 zmniejsza prędkość jazdy w zależności od kąta skręcenia tylnego koła. Kąt α_1 oznacza kąt, po którego przebyciu wózek zaczął zmniejszać prędkość. Kąt α_k jest kątem, po którego przebyciu prędkość zmniejszyła się samoczynnie do wartości najmniejszej. Oszacowano, że w przypadku toru jazdy w postaci łuku o promieniu 3 i 4 m, kąt α_1 wyniósł między 5 a 10 stopni, zaś α_k – między 70 a 80 stopni. Wielkości te są szacunkowe i mogą być obarczone pewną niepewnością, ponieważ nie było możliwości dokładnego pomiaru tych kątów. W przypadku toru jazdy zbliżonego do toru o promieniu $R=5$ m kątów tych nie szacowano. W tabelicy 4-1 podano zarejestrowane wartości prędkości V_0 i V_k podczas jazdy po łuku o promieniu R wynoszącym 3, 4 i 5 m.

Tablica 4-1. Wartości prędkości początkowych V_0 i końcowych V_k wózka Trajgo 24 z systemem SAS podczas pokonywania zakrętu

$R=3\text{ m}$		$R=4\text{ m}$		$R=5\text{ m}$	
$V_0, \text{ km/h}$	$V_k, \text{ km/h}$	$V_0, \text{ km/h}$	$V_k, \text{ km/h}$	$V_0, \text{ km/h}$	$V_k, \text{ km/h}$
11,25	5,7	11,3	5,8	11,5	7,35
11,25	5,7	11,4	5,9	11,4	6,8
11,25	5,5	11,15	5,9	11,15	6,8
10,0	5,0	10	5,1	9,65	5,75
9,95	4,9	10,05	5,1	9,7	6,25
10,0	4,9	10,0	5,1		
7,5	3,5	7,35	4,15	7,5	4,65
7,55	3,55	7,50	3,55	7,5	4,65
7,55	3,55	7,50	4,2	7,5	4,75
5,55	2,65				
5,55	2,6				
5,55	2,6				

W polach o barwie szarej nie zarejestrowano danych.

Jak widać, w przypadku torów w postaci łuku o promieniu około 3 m nastąpiło zmniejszenie prędkości o około 50%. W przypadku toru w postaci łuku o promieniu około 5 m zmniejszenie prędkości jest mniejsze, a wynika to z zasady działania systemu. Wyniki wskazują, że system SAS w wózku Trajgo 24 zmniejsza samoczynnie prędkość podczas pokonywania zakrętu po łuku, co zdecydowanie ułatwia zachowanie bezpieczeństwa podczas przejazdu takim torem. Ale nie oznacza to wcale, że można wjeżdżać w zakręt z dowolną prędkością i nie przestrzegać zasad jazdy podczas pokonywania zakrętu (patrz rozdział 2.8.3).

4.6. Rozwiązanie zapobiegające uruchomieniu wózka przez osoby nieupoważnione

Wózek powinien mieć rozwiązanie (np. przyrząd z kluczem, system z kodem lub z kartą magnetyczną) zapobiegające jego uruchomieniu przez osobę nieupoważnioną.

4.7. Ogranicznik prędkości wózka

Zaleca się, aby wózki miały ogranicznik prędkości maksymalnej, np. programowalny przez upoważnione osoby. Do układu programowania mają dostęp tylko osoby upoważnione. Jeśli wózek nie ma ogranicznika prędkości maksymalnej, to wskazane jest, aby była możliwość zainstalowania takiego ogranicznika lub zastosowania określonego ograniczenia prędkości maksymalnej na życzenie nabywcy.

4.8. Systemy ograniczające samoczynnie prędkość jazdy w przypadku podniesionego ładunku lub podnoszenia ładunku

Zaleca się, aby wózki były wyposażone w systemy ograniczające samoczynnie prędkość jazdy w przypadku ładunku podniesionego powyżej wysokości zapewniającej bezpieczeństwo. Zaleca się, aby wózki były wyposażone w system samoczynnego ograniczania prędkości w przypadku podnoszenia ładunku.

4.9. Hamulec pomocniczy

Zaleca się, aby wewnątrz wózka z hamulcem pomocniczym niedziałającym samoczynnie, w widocznym miejscu znajdowało się przypomnienie dla kierowcy, by opuszczając kokpit zaciągnął hamulec pomocniczy.

W przypadku powstania nieprawidłowości w działaniu hamulca pomocniczego w wózkach wyposażonych w samoczynnie działający hamulec pomocniczy (przykład wózka z takim hamulcem – patrz rysunek 4-7), w kokpicie powinna pojawić się wyraźna i czytelna informacja ostrzegająca o tym kierowcę wózka.

4.10. Normy techniczne dotyczące bezpieczeństwa wózków

Zaleca się stosowanie podnośnikowych wózków jezdniowych czołowych spełniających wymagania dotyczące bezpieczeństwa według znowelizowanych norm dotyczących bezpieczeństwa: PN-EN ISO 3691-1:2012E [25] oraz PN-EN 16307-1:2013E [23].



Rys. 4-7. Wózek z hamulcem pomocniczym działającym samoczynnie (przednie koła uniesione na klockach – wózek jest zahamowany)

Bibliografia

1. *Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2011*. Warszawa, UDT, marzec 2012.
2. *Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2012*. Warszawa, UDT, marzec 2013.
3. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Vol. 2. Geneva, International Labour Office 1991.
4. *Forklift Safety – Reducing the Risks*. Government of South Australia, 2010.
5. *Forklift Safety by Design*. Barrett C. Miller. Southeast Advocacy Center for Persons with Disabilities Incorporated, USA.
6. *Forklift Stability and Other Technical Safety Issues*. (Aut. J. Lambert and Associates). Accident Research Centre Monash University, Victoria, Australia, April 2003.
7. *A Guide to Forklift Safety*. Canberra, ACT WorkCover, July 2005.
8. *A Guidebook of Industrial Traffic Management & Forklift Safety*. Accident Research Centre Monash University, Victoria, Australia, April 2003.
9. Lozia Z.: *Symulatory jazdy samochodem*. Warszawa, WKŁ 2008.
10. Saulewicz A.: *Widoczność otoczenia ze stanowiska operatora podnośnikowego wózka jezdniowego czołowego. Poradnik*. Warszawa, CIOP-PIB 2012.
11. Saulewicz A., Filipek D., Najmiec A., Skoniecki S., Zamojski A.: *Opracowanie wytycznych dotyczących organizacji ruchu podnośnikowych wózków jezdniowych w transporcie wewnątrzzakładowym. Modyfikacja symulatora podnośnikowego wózka jezdniowego. Sprawozdanie z realizacji II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”*. Warszawa, CIOP-PIB 2012. [Materiał niepublikowany]
12. *Towards Improved Forklift Safety – White Paper*. USA, October 16, 2009.
13. *Traffic Management in Workplaces. Draft. Code of Practice*. Safe Work Australia, 2.04.2012.
14. *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 maja 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy użytkowaniu wózków jezdniowych z napędem silnikowym*. DzU 2002, nr 70, poz. 650, ze zm.
15. *Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy*. DzU 2004, nr 180, poz. 1860, ze zm.

16. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.* DzU 1997, nr 129, poz. 844, ze zm.; t.j. DzU 2003, nr 169, poz. 1650.
17. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.* DzU 2002, nr 217, poz. 1833, ze zm.
18. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.* DzU 2011, nr 33, poz. 166.
19. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy.* DzU 2012, poz. 890.
20. *ISO/TR 14121-2:2007 Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods.*
21. *PN-EN 12464-1:2012P Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Cz. 1: Miejsca pracy we wnętrzach.*
22. *PN-EN 12464-2:2008P Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Cz. 2: Miejsca pracy na zewnątrz.*
23. *PN-EN 16307-1:2013E Wózki jezdniowe – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i sprawdzanie – Wymagania dodatkowe dotyczące wózków jezdniowych napędzanych, z operatorem, wózków ze zmiennym wysięgiem i wózków o dużym udźwigu.*
24. *PN-EN 60825-1:2010P Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Cz. 1: Klasyfikacja sprzętu i wymagania.* [Norma opracowana na podstawie normy IEC 825-1]
25. *PN-EN ISO 3691-1:12E Wózki jezdniowe – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i sprawdzanie – Cz. 1: Wózki jezdniowe napędzane, z operatorem, wózki ze zmiennym wysięgiem i wózki o dużym udźwigu.*
26. *PN-EN ISO 7010:2012F Symbole graficzne – Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa – Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa.*
27. *PN-EN ISO 12100:2012P Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.*
28. *PN-M-78010:1968P Transport wewnętrzny – Drogi i otwory drzwiowe – Wytyczne projektowania.*
29. *PN-N-18002:2011P Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.*