

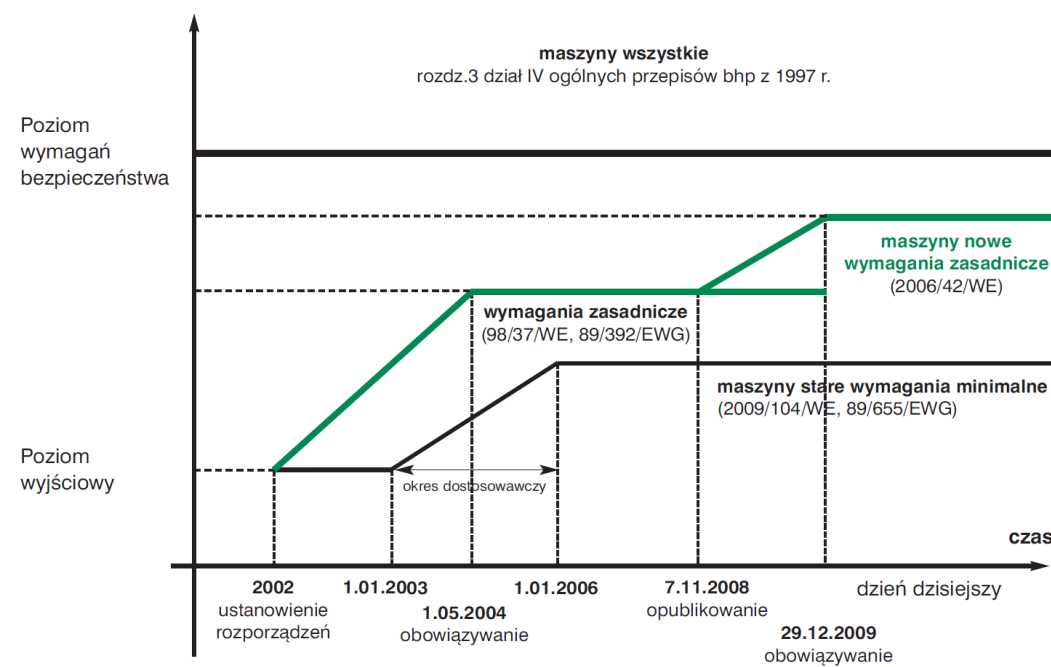
Autor: Paweł Furdygiel

Uczelnia: Akademia Techniczno-Humanistyczna
Tytuł plakatu: ROBOTY I COBOTY – WYMAGANIA PRAWNE

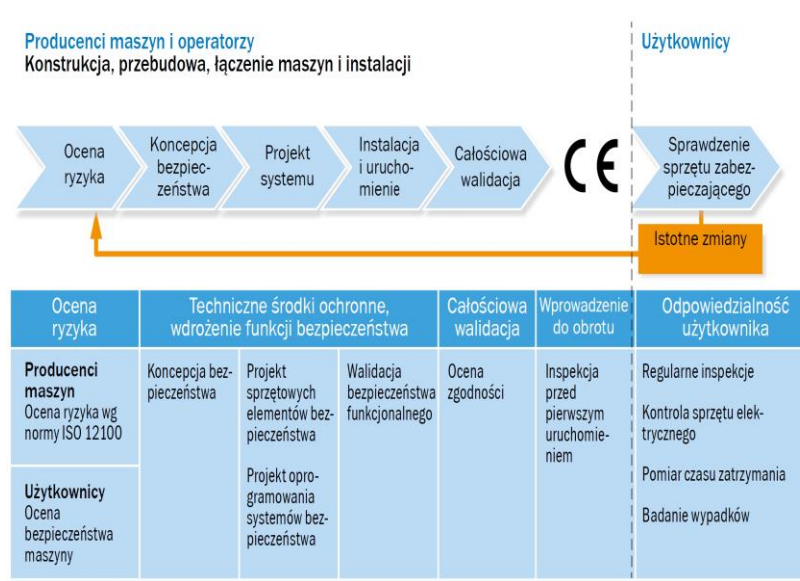
Współcześnie w przedsiębiorstwach produkcyjnych wyposażenie w zespół maszyn i urządzeń odbywa się poprzez dostarczenie elementów roboczych maszyn. Zespoły maszyn i urządzeń kompletowane są na miejscu z części do maszyn, podzespołów, czy układów napędowych. W świetle dyrektywy maszynowej niektóre podzespoły wliczając w to stanowiska zrobotyzowane nie mogą być traktowane jako kompletna maszyna. Aby powstała maszyna i spełniała wymagania zawarte w Dyrektywach Unijnych trzeba każdy komponent zespołu połączyć z maszyną nieukończoną lub połączyć z wyposażeniem stanowiącym całość ciągu technologicznego maszyn.

Przeznaczeniem maszyny nieukończonej jest włączenie lub połączenie z inną maszyną nieukończoną, tworząc w ten sposób maszynę spełniającą Dyrektywę, potocznie nazwane maszynowymi. Producent maszyn musi spełnić wszystkie wymagania Dyrektywy maszynowej, uzyskać deklarację włączenia, instrukcję obsługi a także przygotować instrukcję montażu na rysunku 1 zaprezentowano wdrożenie do prawa krajowego dyrektywy maszynowej i narzędziowej.

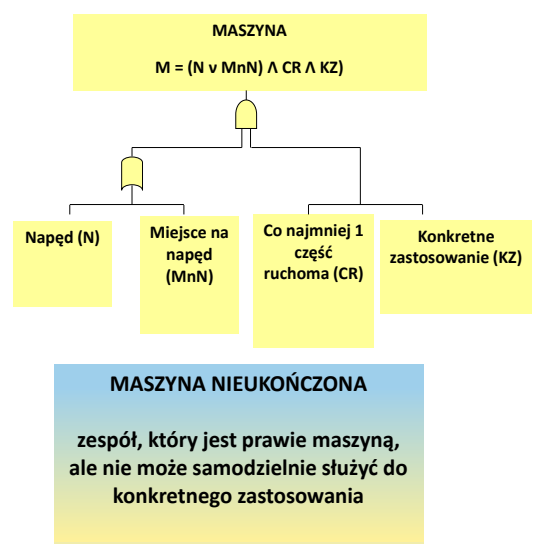
Wdrożenie do prawa krajowego dyrektywy maszynowej i narzędziowej [1]



Wymagania prawne przy integracji maszyn, robotów i cobotów [1-2]



Wymagania prawne przy integracji robotów i cobotów [1-6]

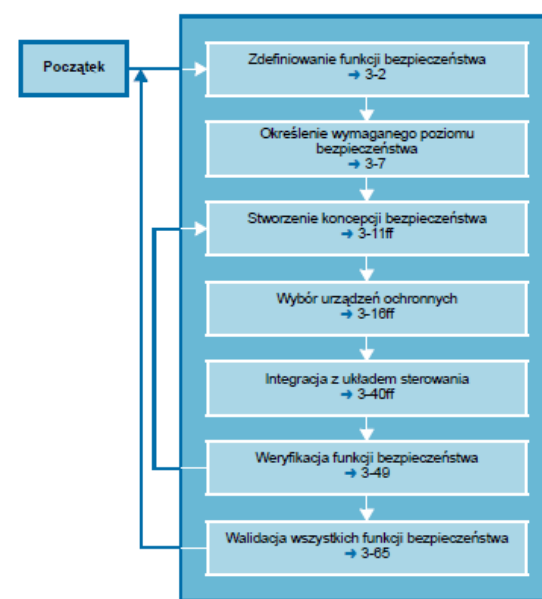


Poprzez urządzenia ochronne takie jak: osłony, drzwi, kurtyny świetlne, urządzenia do obsługi oburęcznej lub moduły kontroli (pozycja, prędkość) mogą być realizowane techniczne środki ochronne. Osłony stałe takie jak bariery, przegrody są przykładem urządzeń ochronnych, które nie podłącza się do układu sterowania. Prawidłowe zaprojektowane urządzenia tego typu powinny spełniać wymagania deklarowane w Dyrektywach maszynowych.

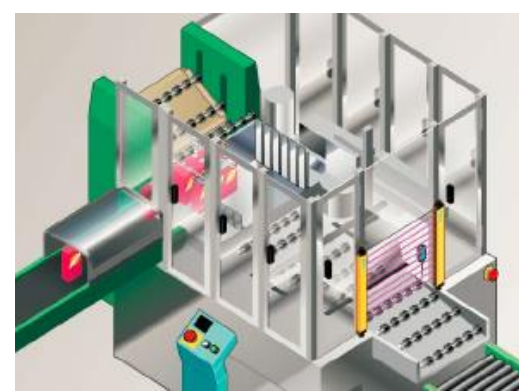
Prawidłowe działanie układu sterowania zależne od środka ochronnego jest nazywane bezpieczeństwem funkcjonalnym. W tym celu należy zdefiniować funkcję bezpieczeństwa, określa ona wymagany poziom bezpieczeństwa, a następnie pozwala ją przełożyć na prawidłowe elementy składowe i zweryfikować ją. Walidacja wszystkich technicznych środków ochronnych zapewnia niezawodne działanie prawidłowych funkcji bezpieczeństwa. Funkcję bezpieczeństwa rys. 4, należy zdefiniować dla każdego zagrożenia, którego nie można usunąć w sposób konstrukcyjny, określa ona jak można zmniejszyć ryzyko za pomocą środków zabezpieczenia technicznego. Rodzaj i ilość elementów składowych niezbędnych dla danej funkcji wynika z definicji oraz funkcji bezpieczeństwa.

Funkcja bezpieczeństwa, która określa wymagany poziom bezpieczeństwa [3-6]

Zabezpieczenie gniazda produkcyjnego poprzez trwałe uniemożliwienie dostępu



Trwałe uniemożliwienie dostępu za pomocą osłon [3-6]



Mobilne zabezpieczenie niebezpiecznej strefy: stwierdzanie zbliżenia się człowieka do niebezpiecznej strefy

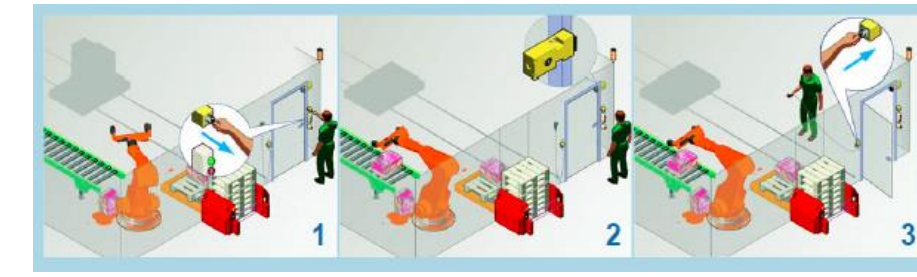
Zabezpieczenie takie możemy stosować, gdy występuje niebezpieczna strefa, bezobsługowych systemów transportowych (AGS), dźwigów i przenośników, umożliwiają ochronę operatora, osób trzecich, ruchu pojazdów [12-15].

W tym celu stosuje się funkcje dodatkowe. Jedną z nich jest odróżnianie człowieka od materiału. Zastosowanie takie ma sens, gdy paletyzacja jest w pełni automatyczna. Możliwe są dwie wersje: z zintegrowanym analizatorem, algorytmem analizującym. Nowoczesne czujniki za pomocą specjalnych algorytmów analizujących, potrafią odróżnić człowieka od materiału, nie wymaga się tu żadnych kosztownych prac instalacyjnych i konserwacyjnych. Druga wersja to wykorzystanie multingu czyli chwilowego zawieszenia funkcji. Urządzenia ochronne muszą zostać czasowo zmostkowane. Na czas przejazdu palety konieczne jest zmostkowanie elektroczułego wyposażenia ochronnego. System multingu musi odróżnić człowieka od materiału. Multing musi spełniać szereg warunków, musi odbyć się w sposób automatyczny, nie może być dostępu do niebezpiecznej strefy, pojedynczy sygnał elektryczny jest niewystarczający, nie może całkowicie zależeć od sygnałów softwareowych, powinny podtrzymywać funkcję bezpieczeństwa. Stan multingu powinien być usunięty po przejeździe palety. Aktywowany jest tylko w cyklu roboczym, gdy załadowana paleta blokuje wejście do niebezpiecznej strefy.



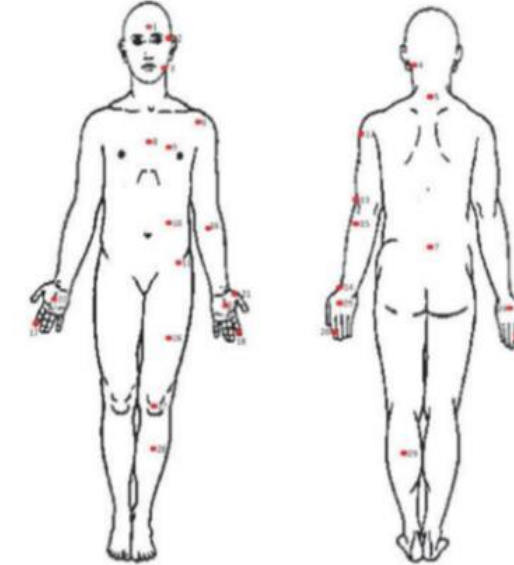
Odróżnienie człowieka od materiału, operacja paletyzacji zostaje przerwana, na czas wykrycia człowieka w strefie niebezpiecznej [3-6]

Systemy kluczy sterujących



Model ciała z 29 zdefiniowanych punktami oraz 12 obszarami ciała 12 obszarów ciała [2-3,7-15]

Obszary ciała z zdefiniowanymi punktami [2-3, 7-15]



Obszar ciała	Zdefiniowane punkty	Przebieg
Ciepota ciała	1. Skroń	Przebieg
Wzrost	2. Skroń	Przebieg
Waga	3. Skroń	Przebieg
Prędkość	4. Skroń	Przebieg
Siła	5. Skroń	Przebieg
Wzrost	6. Skroń	Przebieg
Waga	7. Skroń	Przebieg
Prędkość	8. Skroń	Przebieg
Siła	9. Skroń	Przebieg
Wzrost	10. Skroń	Przebieg
Waga	11. Skroń	Przebieg
Prędkość	12. Skroń	Przebieg
Siła	13. Skroń	Przebieg
Wzrost	14. Skroń	Przebieg
Waga	15. Skroń	Przebieg
Prędkość	16. Skroń	Przebieg
Siła	17. Skroń	Przebieg
Wzrost	18. Skroń	Przebieg
Waga	19. Skroń	Przebieg
Prędkość	20. Skroń	Przebieg
Siła	21. Skroń	Przebieg
Wzrost	22. Skroń	Przebieg
Waga	23. Skroń	Przebieg
Prędkość	24. Skroń	Przebieg
Siła	25. Skroń	Przebieg
Wzrost	26. Skroń	Przebieg
Waga	27. Skroń	Przebieg
Prędkość	28. Skroń	Przebieg
Siła	29. Skroń	Przebieg

Obszary ciała z zdefiniowanymi punktami z maksymalnym dopuszczalnym ciśnieniem i maksymalną dopuszczalną siłą [2-3,7-15]

Obszar ciała	Zdefiniowane punkty	Przebieg
Ciepota ciała	1. Skroń	Przebieg
Wzrost	2. Skroń	Przebieg
Waga	3. Skroń	Przebieg
Prędkość	4. Skroń	Przebieg
Siła	5. Skroń	Przebieg
Wzrost	6. Skroń	Przebieg
Waga	7. Skroń	Przebieg
Prędkość	8. Skroń	Przebieg
Siła	9. Skroń	Przebieg
Wzrost	10. Skroń	Przebieg
Waga	11. Skroń	Przebieg
Prędkość	12. Skroń	Przebieg
Siła	13. Skroń	Przebieg
Wzrost	14. Skroń	Przebieg
Waga	15. Skroń	Przebieg
Prędkość	16. Skroń	Przebieg
Siła	17. Skroń	Przebieg
Wzrost	18. Skroń	Przebieg
Waga	19. Skroń	Przebieg
Prędkość	20. Skroń	Przebieg
Siła	21. Skroń	Przebieg
Wzrost	22. Skroń	Przebieg
Waga	23. Skroń	Przebieg
Prędkość	24. Skroń	Przebieg
Siła	25. Skroń	Przebieg
Wzrost	26. Skroń	Przebieg
Waga	27. Skroń	Przebieg
Prędkość	28. Skroń	Przebieg
Siła	29. Skroń	Przebieg

Obszary ciała z zdefiniowanymi punktami [2-3,7-15]

Obszar ciała	Zdefiniowane punkty	Przebieg
Ciepota i ciepota	1. Skroń	Przebieg
Wzrost	2. Skroń	Przebieg
Waga	3. Skroń	Przebieg
Prędkość	4. Skroń	Przebieg
Siła	5. Skroń	Przebieg
Wzrost	6. Skroń	Przebieg
Waga	7. Skroń	Przebieg
Prędkość	8. Skroń	Przebieg
Siła	9. Skroń	Przebieg
Wzrost	10. Skroń	Przebieg
Waga	11. Skroń	Przebieg
Prędkość	12. Skroń	Przebieg
Siła	13. Skroń	Przebieg
Wzrost	14. Skroń	Przebieg
Waga	15. Skroń	Przebieg
Prędkość	16. Skroń	Przebieg
Siła	17. Skroń	Przebieg
Wzrost	18. Skroń	Przebieg
Waga	19. Skroń	Przebieg
Prędkość	20. Skroń	Przebieg
Siła	21. Skroń	Przebieg
Wzrost	22. Skroń	Przebieg
Waga	23. Skroń	Przebieg
Prędkość	24. Skroń	Przebieg
Siła	25. Skroń	Przebieg
Wzrost	26. Skroń	Przebieg
Waga	27. Skroń	Przebieg
Prędkość	28. Skroń	Przebieg
Siła	29. Skroń	Przebieg

Podsumowanie

Roboty przemysłowe współpracujące to złożone maszyny, które współpracują z ludźmi. W procesie pracy roboty wspierają i wspomagają pracowników na liniach produkcyjnych. W przestrzeni roboczej dochodzi do bliskiego kontaktu między osobą, a elementami robotów, takimi jak ramię robota, narzędzie. Taka sytuacja ma miejsce w przypadku mobilnych robotów serwisowych, które są coraz częściej wykorzystywane w świecie głównie w środowiskach przemysłowych, a nawet w gospodarstwach domowych. Wcześniej wykorzystanie robotów wymagało oddzielania i stosowania urządzeń ochronnych, które były montowane w przestrzeni pracy robota i zabezpieczały przed wpływem czynników mechanicznych, a tym samym przed obrażeniami spowodowanymi przez działanie części ruchomych robota. Współcześnie dokonano uzupełnienia odpowiednich norm dla robotów przemysłowych, stworzono nowe pole zastosowania współpracujących robotów zwanych cobotami. Zmieniła norma EN ISO 10218, w części 1 i 2, a także specyfikacja ISO/TS 15066, z roku 2010, określa wymagania bezpieczeństwa w odniesieniu do "Robotów współpracujących". Oprócz samego robota współpracującego dodano również elementy narzędzi wykorzystywanych do konkretnych zastosowań produkcyjnych. Współpraca robotów kolaborujących stwarza zagrożenie bezpośredniego kontaktu między współpracującym robotem, a osobą pracującą. Ocena ryzyka producenta robotów musi obejmować planowane miejsce pracy. Oprócz dyrektywy maszynowej ocena ryzyka opiera się na EN ISO 10218, części 1 i 2. W przypadku stanowisk zrobotyzowanych opartych o współpracę z człowiekiem nie ma możliwości stosowania urządzeń zabezpieczających oddzielających, w tym wypadku bezwzględnie należy zastosować inne techniczne środki ochronne. Samo zabezpieczenie musi obejmować aplikację sterującą pracą cobota. W tym celu wymagana jest ocena ryzyka obrażeń spowodowanych kolizjami między robotami a współpracującym z nim człowiekiem.

LITERATURA

- Łabanowski W, Bezpieczeństwo użytkownika maszyn poradnik dla pracodawców, Państwowa Inspekcja Pracy, Główny Inspektorat Pracy Warszawa 2012
- www.elokon.pl, 10 sierpień 2020r.
- Przewodnik Bezpieczne Maszyny - Bezpieczna maszyna w sześciu krokach Wydawnictwo: Sick, SICK AG - Industrial Safety Systems –Deutschland, 8008007/2008-06-26, 2008.
- ISO 10218-1:2011, Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots
- ISO 10218-2:2011, Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration
- ISO 12100, Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction
- ISO 13850, Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design
- ISO 13855, Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body
- IEC 60204-1, Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements
- EN 12453:2000, Industrial, commercial and garage doors and gates — Safety in use of power operated doors — Requirements
- ISO/TS 15066 Robotics and robotic devices - Collaborative robots," International Organization for Standardization (ISO), Standard, 2016.
- Mewes D., Mauser F., Safeguarding Crushing Points by Limitation of Forces. Int. J. Occup. Saf. Ergon. 2003, 9 (2) pp. 177–191
- Suita K., Yamada Y., Tsuchida N., Imai K., Ikeda H., Sugimoto N., A Failure-to-safety "Kyozon" system with simple contact detection and stop capabilities for safe human-autonomous robot coexistence. IEEE International Conference on Robotics and Automation 0-7803-1965-6/95. 1995
- http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bg_bgia_empf_u_001e.pdf 11.09.2020r
- Behrens Roland, Elkmann Norbert, Experimentelle Verifikation der biomechanischen Belastungsgrenzen bei Mensch-Roboter-Kollisionen: Phase I, Fraunhofer-Institut fuer Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg, October 2014.