

REDAKCJA NAUKOWA

Eunika Baron-Polańczyk

Piotr Gawłowicz

Paweł Bachman

Problemy inżynierii bezpieczeństwa i nauk o pracy



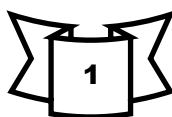
111111
10101001010
0001011001001011
011100101010011000100
10001001100100101010010011
000101001010101001001001010010
01011001001101001010101010010101000
0011000100100010111110001011001001011001
010101001001111111001110010101001100010010
01001001001010010100100010011001001010100100111
10010101010100101010001010010101010010010100101001
0101010100101010001010010101010010010100100010011001
11110011100101010011000100100010111110001011001001011001001101001
1110011100101010011000100100010111110001011001001011001001101001001001
010101010010101000101001010101001001010010100100010011001001010100100111
01001001010101010101010010011000100100010111110001011001001011001001101001
01010101001010100010100101010100100100101001000100110010010101001001010
101010101001010100100110001001000101111100010110010010110010010100100101010
1010101001001001010010001001100100101010010011010010101010101001010100010100
10101010010010010100100010011001001010100100101001010101010101010101010100100110001001000

**Problemy inżynierii
bezpieczeństwa
i nauk o pracy**

1

Problemy inżynierii bezpieczeństwa i nauk o pracy

Monografia naukowa



Redakcja naukowa
Eunika Baron-Polańczyk
Piotr Gawłowicz
Paweł Bachman

**Zielona Góra
2015**

RECENZJA

Andrzej Milecki
Mirosław Matyjaszczyk

PROJEKT OKŁADKI

Paweł Bachman

OPRACOWANIE TYPOGRAFICZNE

Paweł Bachman

© Copyright by Wydawnictwo
Instytutu Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
Uniwersytetu Zielonogórskiego

Zielona Góra 2015

Odpowiedzialność za treść artykułów ponoszą autorzy

ISBN 978-83-941516-0-7

Spis treści

WSTĘP	9
------------------------	----------

CZĘŚĆ I

ERGONOMIA I BEZPIECZEŃSTWO

Wypadki przy pracy i choroby zawodowe w Polsce i województwie lubuskim w latach 2009-2013	15
---	-----------

Szkolenia w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych	27
---	-----------

Wpływ hałasu i infradźwięków na sprawność psychomotoryczną	47
--	-----------

Szkolenia w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników na stanowiskach robotniczych	61
--	-----------

Zagrożenia biologiczne w medycznych procesach pracy i prewencja zagrożeń	87
--	-----------

Wykorzystanie programu e-Krzyżowy do oceny sprawności psychomotorycznej	107
---	------------

CZĘŚĆ II

INŻYNIERIA

Badania symulacyjne manipulatora ROM1k	125
--	------------

Badanie zasadności stosowania algorytmu PID podczas ręcznego sterowania pozycją napędu elektrohydraulicznego za pomocą interfejsu haptic	139
--	------------

Bezpieczne rozwiązania sprzętowe wykorzystywane w systemach krytycznych	151
---	------------

STRESZCZENIA	165
-------------------------------	------------

INFORMACJE O AUTORACH	174
--	------------

WSTĘP

Zbigniew Węgrzyn

Monografia ma na celu prezentację wybranych prac dyplomowych i badań naukowych, które prowadzone są we współpracy ze studentami w Instytucie Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy. Ze względu na interdyscyplinarny charakter Instytutu prace podzielone są na dwie części, związane z ergonomią i bezpieczeństwem oraz inżynierią.

Rozdział pierwszy dotyczy badań nad wypadkami przy pracy i chorobami zawodowymi w Polsce i województwie lubuskim w latach 2009-2013. Opisano w nim podstawowe pojęcia związane z wypadkami i pokazano procedury postępowania w przypadku wystąpienia wypadku przy pracy. Następnie przedstawiono choroby zawodowe oraz szczegółową analizą przyczyn wypadków przy pracy, która wykazała, iż decydujący wpływ na wypadki przy pracy mają czynniki ludzkie. Przeprowadzona analiza dotycząca chorób zawodowych w województwie lubuskim w latach 2009-2013 wskazuje, że najczęściej przypadków zanotowano się w roku 2012.

Rozdział drugi porusza zagadnienia związane ze szkoleniami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych. Celem opracowania jest analiza organizacji, programu i metod szkoleń. Zwrócono w nim też uwagę na teoretyczne podstawy szkoleń w dziedzinie BHP w kontekście ogólnego rozwoju człowieka (ujęcie edukacyjne) oraz rozwoju pracownika (ujęcie społeczno-prawne).

W rozdziale trzecim przedstawiono badania naukowe dotyczące wpływu hałasu i infradźwięków na sprawność psychomotoryczną człowieka. Potrzeba takich badań wynika z niekorzystnego wpływu tych zjawisk na ludzki organizm. Na co dzień ludzie nawet nie zdają sobie z tego sprawy, że hałas jest najpowszechniejszym i najczęściej występującym problemem w środowisku pracy lub nauki. Opisano tutaj przebieg badań nad wpływem czynników środowiska pracy na sprawność psychofizyczną oraz przeanalizowano ich wyniki. W szczególności skupiono się na ocenie wpływu hałasu i infradźwięków na sprawność psychomotoryczną. Przeprowadzony eksperyment prowadzono przy użyciu aparatu krzyżowego. Do badań wytypowano uczniów z Zespołu Szkół Elektronicznych i Samochodowych w Zielonej Górze. Pomiarów hałasu dokonano miernikiem poziomu dźwięku SVAN 912AE. Wykonane badania sprawności psychomotorycznej uczniów pozwalają na szczegółową analizę w jakim stopniu hałas i infradźwięki zwoływały procesy myślowe i obniżyły zdolność spostrzegania.

Rozdział czwarty porusza zagadnienia związane ze szkoleniami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników na stanowiskach robotniczych. Część edukacyjna podkreśla istotę szkoleń warunkujących rozwój człowieka, ich zadania i klasyfikacje. Ponadto, opisano stosowane metody i sposoby organizacji szkoleń,

a także wspomagające proces nauczania-uczenia się środki dydaktyczne. W aspekcie społeczno-prawnym, zwrócono uwagę na szkolenia warunkujące rozwój pracownika, przedstawiając podstawowe wymagania prawne w zakresie BHP, ramowe programy szkoleń dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych oraz cele, metody i formy szkolenia dla analizowanej grupy pracowniczej. Zaprezentowano również zestawienie ważnych czynników środowiska pracy powodujących zagrożenie dla BHP pracowników robotniczych.

W rozdziale piątym przedstawiono główne narażenia biologiczne, jakie występują w procesach pracy personelu medycznego szpitali oraz metody zapobiegania tym narażeniom. Ocenia się, że w skali całego globu, co najmniej kilkaset milionów osób narażonych jest w procesie pracy na działanie tych czynników. W bardzo wielu środowiskach pracy są one głównym zagrożeniem. Stanowią więc ważny problem medycyny pracy i zdrowia publicznego. Ochrona pracowników w większości obszarów zatrudnienia, w których występuje kontakt z czynnikami biologicznymi, wymaga uwzględnienia tej problematyki w codziennej praktyce działania służby bezpieczeństwa i higieny pracy. Z przeprowadzonych badań wynika, że w pracach pielęgniarstkich występuje narażenie biologiczne, które jest przenoszone na powierzchni rękawic, które niejednokrotnie ulegają uszkodzeniu i odsłaniają skórę dłoni.

Rozdział szósty opisuje, w jaki sposób można wykorzystać komputerowy program e-Krzyżowy do oceny sprawności psychomotorycznej człowieka. Praca dotyczy autorskiego programu komputerowego, stworzonego na bazie aparatu krzyżowego, do pomiaru sprawności psychomotorycznej. W pracy zawarto porównanie cech aplikacji komputerowej ze standardową aparaturą pomiarową, przebieg przeprowadzonego eksperymentu oraz zapoznanie z wynikami badań. Analiza rezultatów pozwoliła na określenie różnic, jakie wystąpiły między standardowym urządzeniem i komputerowym programem do pomiaru sprawności psychomotorycznej.

W rozdziale siódmym przedstawiono badania symulacyjne manipulatora ROM1k. Zaprezentowano w nim też informacje dotyczące zastosowań wirtualnej rzeczywistości. Opisano kinematykę robota. Końcowa część pracy zawiera porównanie wyników badań trajektorii ruchu modelu i rzeczywistego robota.

Rozdział ósmy opisuje badanie zasadności stosowania algorytmu PID podczas ręcznego sterowania pozycją napędu elektrohydraulicznego za pomocą interfejsu haptic. Zaprezentowano w nim podstawowe informacje na temat interfejsów haptic, napędów elektrohydraulicznych i regulacji PID. Następnie opisano hydrauliczne stanowisko pomiarowe. Kolejna część artykułu przedstawia porównanie dwóch metod sterowania proporcjonalnej i PID. Końcowa część pracy zawiera podsumowanie, w którym stwierdzono, że zarówno regulator P jak i PID wykazywały się podobnymi właściwościami. Choć regulator PID charakteryzował się nieco lepszymi parametrami, różnica ta nie była na tyle duża, aby stosować go w dalszych badaniach.

Rozdział dziewiąty prezentuje zagadnienia związane z bezpiecznymi rozwiązaniami sprzętowymi wykorzystywanymi w zarządzaniu systemami krytycznymi. Przedstawiono w nim też tematykę związaną z projektowaniem

nowego układu bezpiecznego, który w przyszłości zdolny byłby nie tylko do bezpiecznego i precyzyjnego zarządzania określonymi systemami krytycznymi ale również rozwiązaniami uniwersalnymi. Prezentowane wyniki badań obejmują propozycję nowej koncepcji układowej Bezpiecznego Mikrosterownika Logicznego (BML) w zakresie dywersyfikacji jego rozwiązań, które przeprowadzono z użyciem jak najprostszycch mechanizmów oraz rozwiązań technicznych. Tego typu podejście pozwoliło na otrzymanie prostego i bezpiecznego mikrosystemu decyzyjno-sterującego, w którym zastosowane mechanizmy oraz rozwiązania zwiększyły bezawaryjność oraz niezawodność jego funkcjonowania. W rezultacie, tak zaproponowana jednostka sterująca okazała się rozwiązaniem jak najbardziej uniwersalnym, która może być stosowana do zarządzania dowolnym systemem krytycznym jak również (w miarę postępu technologicznego przy jednoczesnym spadku cen rozwiązań technicznych) dowolnym uniwersalnym systemem czasu rzeczywistego.

ERGONOMIA
I
BEZPIECZEŃSTWO

CZĘŚĆ I

WYPADKI PRZY PRACY I CHOROBY ZAWODOWE W POLSCE I WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM W LATACH 2009-2013

Olga Regulanty

1. Wprowadzenie

We współczesnym świecie wypadki przy pracy i choroby zawodowe to zagrożenia, które występują podczas wykonywania pracy, gdzie do wywołania tych zagrożeń doprowadzić może niewłaściwe stosowanie się do wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy. Aby podjąć odpowiednie kroki należy zapoznać się z procedurą postępowania i regulacjami prawnymi mówiącym o właściwym postępowaniu.

Artykuł przedstawia podstawowe pojęcia związane z wypadkami przy pracy, zasadami gromadzenia i rejestrowania informacji o wypadkach przy pracy, oraz przyczynę wypadków przy pracy. Dotyczy również chorób zawodowych, procedury rozpoznawania tych chorób. Ponadto zawiera wykaz chorób zawodowych.

2. Wypadek przy pracy – podstawowe zasady gromadzenia i rejestrowania informacji

Wypadek przy pracy jest to nagłe zdarzenie wywołane przyczyną zewnętrzną, powodujące uraz lub śmierć, które nastąpiło w związku z pracą [1]:

- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika zwykłych czynności lub poleceń przełożonych,
- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika czynności na rzecz pracodawcy, nawet bez polecenia,
- w czasie pozostawania pracownika w dyspozycji pracodawcy w drodze między siedzibą pracodawcy a miejscem wykonywania obowiązku wynikającego ze stosunku pracy [1].

W Polsce informacje o wypadkach przy pracy (z wyłączeniem indywidualnych gospodarstw rolnych) są zbierane przez Główny Urząd Statystyczny z wykorzystaniem statystycznej karty wypadku przy pracy (Z-KW). Statystyczną kartę wypadku przy pracy Z-KW sporządza się w dwóch egzemplarzach na podstawie zatwierdzonego protokołu powypadkowego, sporządzonego według wzoru określonego w przepisach prawa, w którym stwierdzono, że wypadek jest wypadkiem przy pracy lub wypadkiem traktowanym na równi z wypadkiem przy pracy. Badaniem statystycznym objęte są wszystkie wypadki przy pracy, jak również wypadki traktowane na równi z wypadkami przy pracy, niezależnie od tego czy w karcie wykazana została niezdolność do pracy, czy nie (z powodu na przykład hospitalizacji poszkodowanego, czy odmowy przyjęcia zwolnienia lekarskiego). Za

jeden wypadek przy pracy liczy się wypadek każdej pracującej osoby, poszkodowanej w wypadku indywidualnym, jak również zbiorowym [6]. Statystyczne badania wypadków przy pracy są badaniami stałymi i obowiązkowymi, prowadzone są metodą pełną. Jest ona w pełni dostosowana do metodologii przyjętej w Europejskich Statystykach Wypadków przy Pracy (ESAW), przy czym w statystykach polskich rejestruje się więcej informacji niż minimum wymagane w statystykach europejskich [6].

Za pomocą statystycznej karty wypadku przy pracy gromadzi się informacje dotyczące:

- pracodawcy, u którego zdarzył się wypadek przy pracy (działalność gospodarcza, wielkość przedsiębiorstwa);
- osoby poszkodowanej (nazwisko, płeć, data urodzenia, narodowość, status zatrudnienia, zawód, godziny przepracowane od podjęcia pracy do wypadku, staż na stanowisku pracy, szkolenie);
- skutków wypadku przy pracy (znanych w momencie wypełniania karty, jak i rzeczywistych skutkach wypadku, takich jak rodzaj urazu, umiejscowienie urazu, niezdolność do pracy w dniach kalendarzowych, straty czasu pracy innych osób, szacunkowe straty materialne spowodowane wypadkiem);
- przebiegu i okoliczności wypadku przy pracy (położenie geograficzne miejsca wypadku, data, godzina, proces pracy, miejsce powstania wypadku, ogólna charakterystyka miejsca wypadku, czynność wykonywana przez poszkodowanego w chwili wypadku, czynnik związany z czynnością wykonywaną przez poszkodowanego w chwili wypadku, wydarzenie będące odchyleniem od stanu normalnego, czynnik związany z odchyleniem, wydarzenie powodujące uraz, źródło urazu);
- przyczyn wypadku [6].

Przytoczone definicje zwracają uwagę na podstawowe zasady postępowania podczas wypadku przy pracy.

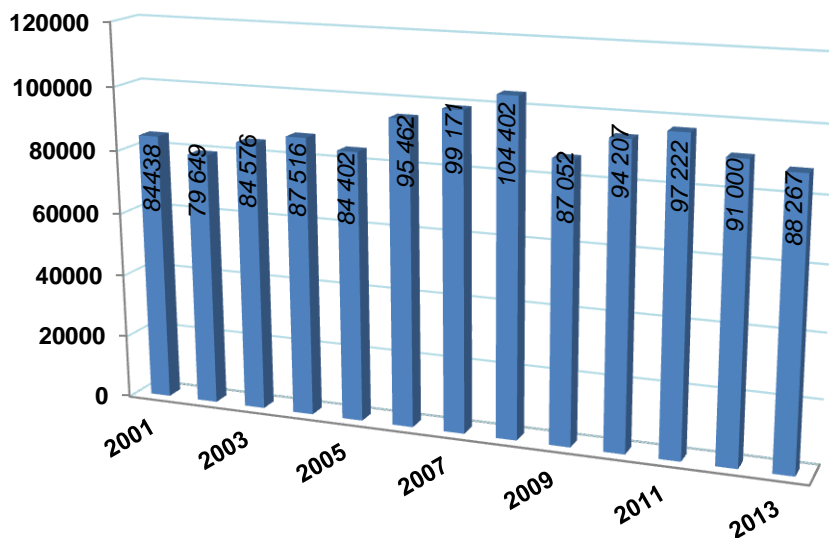
3. Przyczyny wypadków przy pracy

Statystyka pokazuje odpowiednią klasyfikację przyczyny wypadków, która ujmuje kategorie związane z ogólną organizacją pracy, organizacją i wyposażeniem stanowiska pracy, technologią, a przede wszystkim z działaniami pracownika:

- „niewłaściwy stan czynnika materialnego (wyróżnia się tu 19 podkategorii),
- niewłaściwa ogólna organizacja pracy (15 podkategorii),
- niewłaściwa organizacja stanowiska pracy (7 podkategorii),
- brak lub niewłaściwe posługiwanie się czynnikiem materialnym przez pracownika (9 podkategorii),
- nieużywanie sprzętu ochronnego przez pracownika (4 podkategorie),
- niewłaściwe samowolne zachowanie się pracownika (8 podkategorii),
- stan psychofizyczny pracownika niezapewniający,
- bezpiecznego wykonania pracy (6 podkategorii),
- nieprawidłowe zachowanie się pracownika (9 podkategorii)” [6].

Szczególną uwagę należy zwrócić na to, iż w większości kategoriach to pracownik jest winny nieprawidłowym zachowaniom podczas wykonywania pracy, co prowadzi do wypadków. Jak wynika ze statystyk około 45 % wypadków spowodowane jest nieprawidłowym wykonywaniem zadań na danym stanowisku przez pracownika, nie dostosowaniu się przez pracownika do przepisów bhp.

Rysunek 1 pokazuje, że najwięcej wypadków zdarzyło się w roku 2008, pozostałe lata plasują się na podobnym nieco niższym poziomie.



Rys. 1. Liczba wypadków w Polsce w latach 2001-2013
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [11, 12, 13, 14, 15].

Tabela 1 prezentuje liczbę wypadków z podziałem na kategorie w poszczególnych województwach. W badanych latach 2009-2013 najwięcej wypadków przy pracy odnotowano w województwach: śląskie, mazowieckie oraz wielkopolskie.

Najwięcej wypadków przy pracy w 2009 roku na podstawie danych z GUS odnotowano w województwie śląskim na drugim miejscu plasuje się województwo mazowieckie, a następnie wielkopolskie. Natomiast najmniej wypadków przy pracy odnotowano w województwie świętokrzyskim i podlaskim. W 2010 roku najmniej wypadków przy pracy odnotowano w województwie podlaskim i świętokrzyskim. Pierwsze miejsce pod względem najwyższej liczby zajmuje województwo śląskie. Drugie miejsce mazowieckie, a trzecie wielkopolskie. Ranking wypadków przy pracy w 2011-2013 również rozpoczyna się od województwa śląskiego, następnie

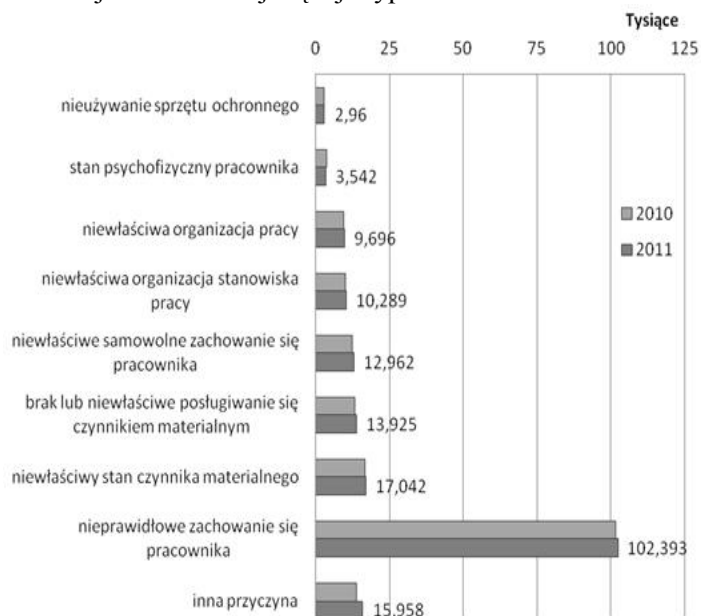
Wyszczególnienie	2009				2010				2011				2012				2013			
	Ogółem śmiertelnych wypadków	Liczba wypadków cywilnych i lekkich		Ogółem śmiertelnych wypadków	Liczba wypadków cywilnych i lekkich		Ogółem śmiertelnych wypadków	Liczba wypadków cywilnych i lekkich		Ogółem śmiertelnych wypadków	Liczba wypadków cywilnych i lekkich		Ogółem śmiertelnych wypadków	Liczba wypadków cywilnych i lekkich		Ogółem śmiertelnych wypadków	Liczba wypadków lekkich			
Dobrośląskie	9313	28	64	9221	10216	34	38	10124	10555	42	59	10454	10232	33	48	10151	9509	28	53	9428
Kujawsko-pomorskie	4990	23	41	4926	5022	29	32	4961	5288	21	34	5233	5089	19	35	5035	4910	24	32	4854
Lubelskie	3508	15	36	3457	3772	10	19	3743	3647	12	14	3621	3496	10	13	3473	3541	13	14	3314
Lubuski	2367	13	23	2331	2789	9	20	2760	3055	13	28	3014	2841	10	24	2808	2605	9	20	2576
Łódzkie	5528	20	49	5459	5615	17	32	5566	5899	22	32	5845	5564	19	40	5505	5318	11	44	5263
Małopolskie	5347	25	55	5267	5898	27	38	5833	5916	27	53	5836	5638	27	69	5542	5565	14	41	5510
Mazowieckie	10452	69	108	10275	12019	96	95	11828	11714	53	103	11558	10799	57	66	10676	10827	37	66	10724
Opolskie	2145	15	28	2102	2396	10	22	2364	2464	11	22	2431	2238	8	22	2208	2294	10	16	2288
Podkarpackie	3222	13	39	3170	3539	8	28	3503	3838	19	25	3794	3467	14	22	3431	3274	8	22	3244
Podlaskie	2083	9	22	2052	2198	20	9	2169	2245	12	17	2216	2093	6	14	2073	2154	9	16	2129
Pomorskie	5430	31	46	5353	5991	26	47	5918	6322	29	34	6239	5702	27	43	5632	5794	18	35	5741
Śląskie	13460	71	119	13270	13802	64	105	13633	13987	67	110	13810	12901	50	84	12767	12045	39	74	11932
Świętokrzyskie	1857	9	40	1808	2231	15	11	2205	2322	9	20	2293	2021	12	17	1992	1892	12	16	1864
Warmińsko-mazurskie	3414	12	33	3369	3530	19	22	3489	3687	10	28	3649	33619	11	20	3388	3333	8	6	3319
Wielkopolskie	9879	35	84	9760	11054	40	62	10952	12080	39	87	11954	11296	32	69	11195	11115	27	54	11034
Zachodniopomorskie	4057	13	40	4004	4135	20	25	4090	4204	18	17	4169	4004	14	16	3974	4091	9	20	4062

Tab. 1. Poszkodowani w wypadkach przy pracy wg województw w latach 2009-2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z GUS [11, 12, 13, 14, 15].

wielkopolskie i mazowieckie. Ranking zamyka się na województwie podlaskim i śląskim.

Analizując województwo lubuskie w badanych latach odnotowana liczba wypadków plasuje się na jednym z najniższych poziomów. W roku 2011 w stosunku do badanych lat zarejestrowano najwięcej wypadków.



Rys. 2. Przyczyny wypadków w Polsce [6]

Rysunek 2 przedstawia, że najczęstszą przyczyną wypadków przy pracy w latach 2010-2011 w Polsce jest nieprawidłowe zachowanie się pracownika. Pozostałe przyczyny przedstawione na powyższym rysunku plasują się znacznie niżej i mieszczą się w przedziale od 2,95 tys. do 17,042 tys.

Po raz kolejny pokazano, że zawodzi czynnik ludzki, czyli sam pracownik, który nie stosuje się do przepisów bhp. Szczególnie istotne jest stosowanie się do przepisów bhp zwłaszcza przy pracy w górnictwie, przemyśle, co doskonale odzwierciedla tab. 1, gdzie największa liczba wypadków jest w województwach dobrze rozwiniętych pod względem przemysłu, górnictwa.

4. Procedura rozpoznania chorób zawodowych

Zgłoszenia o podejrzeniu choroby zawodowej dokonywane jest przez uprawnioną do tego osobę, pisemnie na odpowiednim formularzu. Zgłoszenia podejrzenia choroby zawodowej pracownika może dokonać:

1. Każdy lekarz, który ma podejrzenie o wystąpieniu choroby zawodowej u pracownika:

- lekarz powinien wypełnić formularz „skierowanie na badania w związku podejrzeniem choroby zawodowej” (załącznik nr 1),

- wypełniony formularz wraz z dokumentacją medyczną pracownika trafia do Wojewódzkiego Ośrodka Medycyny Pracy, gdzie pracownik zostaje poddany badaniom pod kątem choroby zawodowej. Natomiast lekarz orzecznik wysyła zgłoszenie podejrzenia choroby zawodowej do państwowego powiatowego inspektora sanitarnego oraz okręgowego inspektora pracy. Jeśli lekarzem wystawiającym skierowanie jest lekarz (tzw. profilaktyk) powinien on dodatkowo druk wysłać do Wojewódzkiego Ośrodka Medycyny Pracy, formularz „karty oceny narażenia zawodowego” [18].

2. Pracownik – jeżeli jest to były pracownik np. emeryt, rencista, bezrobotny zgłoszenie należy wysłać wraz z formularzem „podejrzenie choroby zawodowej” (załącznik 2):

- niezatrudniony pracownik wypełnia formularz o podejrzeniu choroby zawodowej i przesyła do państwowego powiatowego inspektora sanitarnego. Następnie państwowy powiatowy inspektor sanitarny kieruje wypełniony formularz do Wojewódzkiego Ośrodka Medycyny Pracy, w celu przeprowadzenia badań pod kątem choroby zawodowej [18],
- zatrudniony pracownik może zgłosić podejrzenie o chorobie zawodowej tylko za pośrednictwem lekarza tzw. profilaktyka.

3. Pracodawca zatrudniający pracownika. Pracodawca jest obowiązany niezwłocznie zgłosić właściwemu państwowemu inspektorowi sanitarnemu i właściwemu okręgowemu inspektorowi pracy każdy przypadek podejrzenia choroby zawodowej [3]. „W razie rozpoznania u pracownika choroby zawodowej, pracodawca jest obowiązany:

- ustalić przyczyny powstania choroby zawodowej oraz charakter i rozmiar zagrożenia tą chorobą, działając w porozumieniu z właściwym państwowym inspektorem sanitarnym,
- przystąpić niezwłocznie do usunięcia czynników powodujących powstanie choroby zawodowej i zastosować inne niezbędne środki zapobiegawcze,
- zapewnić realizację zaleceń lekarskich” [3].

Pracodawca „jest obowiązany prowadzić rejestr obejmujący przypadki stwierdzonych chorób zawodowych i podejrzeń o takie choroby” [3]. Pracodawca „przesyła zawiadomienie o skutkach choroby zawodowej do instytutu medycyny pracy wskazanego w przepisach wydanych na podstawie art. 237 § 11 oraz do właściwego państwowego inspektora sanitarnego” [3].

4. Proces rozpoznania choroby zawodowej – może odbywać się w jednej bądź dwóch instancjach orzekania. Jednostkami orzekającymi, pierwszego stopnia są [18]:

- poradnie chorób zawodowych wojewódzkich ośrodków medycyny pracy,
- kliniki i poradnie chorób zawodowych uniwersytetów medycznych,
- poradnie chorób zakaźnych wojewódzkich ośrodków medycyny pracy albo przychodnie i oddziały chorób zakaźnych poziomu wojewódzkiego,
- jednostki organizacyjne zakładów opieki zdrowotnej, w których nastąpiła hospitalizacja w zakresie rozpoznania chorób zawodowych u pracowników hospitalizowanych z powodu wystąpienia ostrych objawów choroby [18].

Jeżeli pracownik nie zgadza się z wydanym orzeczeniem może w ciągu 14 dni od odebrania decyzji odwołać się do jednostki orzeczniczej drugiego stopnia. Wydane orzeczenie lekarskie przez jednostkę orzeczniczą drugiego stopnia jest decyzją ostateczną.

5. Wykaz chorób zawodowych w województwie lubuskim w latach 2009-2013

Tabela 2 przedstawia wykaz chorób zawodowych na przykładzie województwa lubuskiego w latach 2009-2013. Wynika z niej, że w roku 2011 jednostki Państwowej Inspekcji Sanitarnej działającej na terenie województwa lubuskiego wydały decyzje administracyjne w sprawie 50 chorób zawodowych. W stosunku do roku 2009 jest to o 18 chorób zawodowych mniej. Raport wg stanu na dzień 31 grudnia 2012 roku stworzony na podstawie dokumentacji medycznej przedstawia, iż liczba chorób w roku 2012 w stosunku do roku 2011 wzrosła o 24. Najwięcej przypadków dotyczyło chorób zakaźnych lub pasożytniczych – na te schorzenia uskarżało się aż 41 osób. Spośród 41 osób, 39 miało zdiagnozowaną boreliozę. Po jednej osobie doznało zakażenia wirusem zapalenia wątroby typu B i C. Pylicę płuc potwierdzono u trzech pracowników. U jednej osoby rozpoznano przewlekłe zapalenie oskrzeli, a u kolejnej astmę oskrzelową. Przewlekłe choroby narządu głosu spowodowane nadmiernym wysiłkiem głosowym zdiagnozowano u pięciu osób, choroby skóry u sześciu, przewlekłe choroby układu ruchu wywołane sposobem wykonywania pracy u dwóch a przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego wywołane sposobem wykonywania pracy u pięciu. Dziewięć osób w wyniku narażenia zawodowego straciło słuch a jedna zachorowała na zespołu wibracyjnego.

Liczba zachorowań w 2012 roku w stosunku do lat 2010-2011 wzrosła o 14, jednak ponownie zmalała do 49 w 2013 roku. W stosunku do roku poprzedniego w 2013 roku pylica płuc wystąpiła tylko u jednej osoby. Zmniejszyła się również liczba zachorowań na choroby skóry do 3 osób, gdzie w 2012 roku było ich 6. Natomiast jedna osoba zachorowała na nowotwory złośliwe powstałe w następstwie działania czynników występujących w środowisku pracy uznane za rakotwórcze u ludzi oraz dwie osoby na alergiczny nieżyt nosa. Zwiększyła się również liczba zachorowań na przewlekłe choroby układu ruchu wywołane sposobem wykonywania pracy, w stosunku do roku poprzedniego zwiększyła się o 2 osoby. W przypadku przewlekłej choroby obwodowego układu nerwowego wywołane sposobem wykonywania pracy liczba zachorowań również wzrosła o 2 osoby.

Znacznie zmniejszyła się liczba chorób w przypadku zachorowań na obustronnie trwałe odbiorczy ubytek słuchu typu ślimakowatego lub czuciowo-nerwowego spowodowany hałasem, wyrażony podwyższeniem progu słuchu o wielkości co najmniej 45dB w uchu lepiej słyszącym obliczony jako średnia arytmetyczna dla

Tab. 2. Wykaz chorób zawodowych w województwie lubuskim w latach 2009-2013

Pozycja wykazu	Wykaz chorób zawodowych	Liczba stwierdzonych chorób				
		2009	2010	2011	2012	2013
3	Pylice płuc	1	0	0	3	1
5	Przewlekłe obturacyjne zapalenie oskrzeli, które spowodowało trwałe upośledzenie sprawności wentylacyjnej płuc z obniżeniem natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej (FEV1) poniżej 60% wartości należnej, wywołane narażeniem na pyły lub gazy drażniące, jeżeli w ostatnich 10 latach pracy zawodowej co najmniej 30 % przypadków stwierdzono na stanowisku pracy przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń	0	0	0	1	0
6	Astma oskrzelowa	1	3	1	1	1
7	Zewnątrzpochodne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych	0	1	2	0	0
12	Alergiczny nieżyt nosa	1	3	1	0	2
15	Przewlekłe choroby narządu głosu spowodowane nadmiernym wysiłkiem głosowym, trwającym, co najmniej 15 lat	3	10	3	5	5
17	Nowotwory złośliwe powstałe w następstwie działania czynników występujących w środowisku pracy uznane za rakotwórcze u ludzi	0	0	1	0	1
18	Choroby skóry	4	2	1	6	3
19	Przewlekłe choroby układu ruchu wywoływane sposobem wykonywania pracy	1	2	3	2	4
20	Przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego wywoływane sposobem wykonywania pracy	2	3	5	5	7
21	Obustronny trwały odbiorczy ubytek słuchu typu ślimakowatego lub czuciowo – nerwowego spowodowany hałasem, wyrażony podwyższeniem progu słuchu o wielkości co najmniej 45dB w uchu lepiej słyszającym obliczony jako średnia arytmetyczna dla częstotliwości audiometrycznych 1, 2 i 3 kHz	4	3	2	9	3
22	Zespół wibracyjny	0	0	4	1	1
26	Choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa:	51	23	27	41	21
	: – wirusowe zapalenie wątroby typu B	2	0	1	1	1
	: – wirusowe zapalenie wątroby typu C	2	2	2	1	1
	: – borelioza	46	20	20	39	18
	: – bruceloza	1	0	2	0	0
	: – inne (w tym gruźlica)	0	1	2	0	1
Ogółem		68	50	50	74	49

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8, 9, 10]

częstotliwości audiometrycznych 1,2 i 3 kHz z 9 osób w 2012 na 3 osoby w roku 2013. Przełomem była również liczba zachorowań na boreliozę, która zmniejszyła się w stosunku do roku 2012 o 21 przypadków.

Przeprowadzona analiza pokazuje, że najwięcej zachorowań nastąpiło w 2012 roku i nieco mniej w 2009. W 2010 roku oraz 2011 roku liczba ta wynosiła 50, natomiast w 2013 zachorowało 49 osób.

5. Zakończenie

Podczas wykonywania pracy człowiek może doprowadzić świadomie bądź nieświadomie do wypadku przy pracy, które może doprowadzić do stałego uszczerbku na zdrowiu. Przyczyn wypadków przy pracy jest wiele. Jednak, przeprowadzona analiza wykazała, że w latach 2010-2011 najczęstszą przyczyną wypadków przy pracy było niewłaściwe zachowanie pracownika. Wykazano również, najwięcej wypadków nastąpiło w 2008 roku. Po przeanalizowaniu liczby wypadków pod kontem podziału na kategorie w poszczególnych województwach najwięcej wypadków przy pracy odnotowano w województwach: śląskie, mazowieckie, wielkopolskie. Natomiast w województwie lubuskim odnotowana liczba wypadków plasuje się na jednym z najniższych poziomów.

Analiza wykazu chorób zawodowych ukazała, że najwięcej zachorowań nastąpiło w 2009 oraz w 2012 roku, w latach 2010-2011 liczba ta plasowała się na tym samym poziomie (50 zachorowań), natomiast w 2013 roku liczba zachorowań wyniosła 49.

Bibliografia

1. GAŁUSZKA M., W. Langer, *Wypadki i choroby zawodowe – dokumentacja, postępowanie, orzecznictwo*, Kraków-Tarnobrzeg 2009, s. 17.
2. MAREK K., *Choroby zawodowe*, [w:] K. Marek (red.), *Wiadomości ogólne*, Warszawa 2001, 2003, s. 18.
3. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r.: Kodeks pracy, art.235, Dz.U. 1974 nr 24 poz. 141.
4. *Asystent BHP*, http://asystentbhp.pl/art/przyczyny-wypadkow-przy-pracy-i-ich-przyklady/1#_U_ESCqNALr, [08.01.2014].
5. *Badanie okoliczności i przyczyn wypadków przy pracy oraz kontrolne skuteczności stosowania środków zapobiegającym tym wypadkom*, http://rop.sejm.gov.pl/1_0ld/opracowania/pdf/material63.pdf [05.01.2014].
6. *CIOP-PIB*, <http://www.ciop.pl/22607.html> [05.01.2014].
7. *CIOP-PIB*, <http://www.ciop.pl/13641.html> [07.01.2014].
8. *Choroby zawodowe w województwie lubuskim w latach 2009-2010*, http://www.edu.wsse.gorzow.pl/index.php?option=com_k2&view=item&id=114:choroby-zawodowe-w-woj-lubuskim-w-latach-2009-2010&Itemid=603 [10.01.2014].

9. *Choroby zawodowe w województwie lubuskim w latach 2010-2011*, http://www.edu.wsse.gorzow.pl/index.php?option=com_k2&view=item&id=113:choroby-zawodowe-w-wojewodztwie-lubuskim-w-latach-2010-2011&Itemid=603 [10.01.2014].
10. *Choroby zawodowe w województwie lubuskim w latach 2012-2013*, http://www.edu.wsse.gorzow.pl/index.php?option=com_k2&view=item&id=590:choroby-zawodowe-w-woj-lubuskim-w-latach-2012-2013&Itemid=603[15.07.2014].
11. *GUS: Wypadki przy pracy 2009 r.* http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/pw_wypadki_przy_pracy_2009.pdf [11.08.2014].
12. *GUS: Wypadki przy pracy 2010 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/pw_wypadki_przy_pracy_2010r.pdf [11.08.2014].
13. *GUS: Wypadki przy pracy 2011 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/pw_wypadki_przy_pracy_I_IV_2011r.pdf [11.08.2014].
14. *GUS: Wypadki przy pracy 2012 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PW_wypadki_przy_pracy_2012.pdf [11.08.2014].
15. *GUS: Wypadki przy pracy 2013 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PW_wypadki_przy_pracy_2kw2013.pdf [11.08.2014].
16. *Infor.pl PRAWO*, <http://www.infor.pl/prawo/praca/bezpieczenstwo-pracy/236496Definicja-wypadku-przy-pracy.html#> [15.08.2014].
17. *Lubuskie: Choroby zawodowe w 2012 r.*, <http://www.rynekzdrowia.pl/Uslugi-medyczne/Lubuskie-choroby-zawodowe-w-2012-roku,128951,8.html> [27.06.2014].
18. *Medycyna pracy – portal*, <http://medycynapracy-portal.pl/index.php/procedury-rozpoznawania-chorob-zawodowych> [26.06.2014].
19. *Portal Samorządowy*, <http://www.portalsamorzadowy.pl/pliki/50986.html> [26.06.2014].

Załącznik nr 1**WZÓR**

.....

(pieczęć podmiotu wykonującego
działalność leczniczą)**Skierowanie na badania w związku z podejrzeniem choroby zawodowej****do**

(nazwa i adres jednostki orzeczniczej)

W związku z podejrzeniem choroby zawodowej proszę o przeprowadzenie badań i wydanie orzeczenia o rozpoznaniu choroby zawodowej albo o braku podstaw do jej rozpoznania u osoby:

1. Imię i nazwisko

2. Data i miejsce urodzenia

3. Adres zamieszkania

.....

4. Numer ewidencyjny PESEL, o ile posiada

5. Aktualna sytuacja zawodowa: pracownik/emeryt/rencista/bezrobotny^{*)}

Inna forma wykonywania pracy

6. Aktualny pracodawca (dotyczy pracownika)

Pełna nazwa

.....

Adres

.....

Numer identyfikacyjny REGON

7. Wywiad zawodowy^{**)}

Okresy zatrudnienia od - do	Stanowisko pracy	Pracodawca	Charakterystyka narażenia (czynniki szkodliwe/uciążliwe)

Załącznik nr 2**WZÓR**

.....

(pieczęć, nazwa i adres podmiotu zgłaszającego
 podejrzenie choroby zawodowej)*)

1) Państwowy Powiatowy/Graniczny/Wojewódzki
 Inspektor Sanitarny,

Państwowy Inspektor Sanitarny, o którym mowa w
 przepisach wydanych na podstawie art. 20 ust. 2 ustawy
 z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji
 Sanitarnej (Dz. U. z 2011 r. Nr 212, poz. 1263 oraz z
 2012 r. poz. 460), Komendant/Inspektor Wojskowego
 Ośrodka Medycyny Prewencyjnej**)

w

2) Okręgowy Inspektor Pracy w

Zgłoszenie podejrzenia choroby zawodowej

1. Imię i nazwisko
2. Data i miejsce urodzenia
3. Adres zamieszkania
4. Numer ewidencyjny PESEL, o ile posiada
5. Aktualna sytuacja zawodowa: pracownik/emeryt/rencista/bezrobotny***)
 Inna forma wykonywania pracy
6. Aktualny pracodawca (dotyczy pracownika)
 Pełna nazwa
- Adres
- Numer identyfikacyjny REGON
7. Miejsce zatrudnienia lub wykonywania pracy, w którym wystąpiło narażenie zawodowe będące
 powodem zgłoszenia podejrzenia choroby zawodowej
 Pełna nazwa

SZKOLENIA W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRACOWNIKÓW NA STANOWISKACH ADMINISTRACYJNO-BIUROWYCH*

Anna Kuc

1. Wstęp

Szkolenia z dziedziny bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP) dotyczą wszystkich zakładów pracy. Tych małych, jak i tych większych. Wszyscy pracownicy, na każdym stanowisku pracy muszą odbyć szkolenie BHP, a pracodawca musi im je zapewnić. Szkolenia zapoznają pracowników z czynnikami środowiska pracy, mogącymi powodować zagrożenia podczas wykonywania obowiązków oraz środkami i działaniami zapobiegającymi. Zapewniają też zaznajomienie pracownika z przepisami oraz zasadami BHP, a także ze związanymi z pracą obowiązkami i odpowiedzialnościami z tego zakresu. Dodatkowo szkolenia zapewniają nabycie przez pracowników umiejętności realizowania swoich obowiązków w sposób bezpieczny oraz postępowania w przypadku awarii i udzielania pierwszej pomocy poszkodowanym. Biorąc pod uwagę, iż szkolenia są integralną częścią rozwoju człowieka, przedmiotem niniejszego artykułu stały się szkolenia w zakresie BHP pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych. Opracowanie pozwoliło na skonfrontowanie ustaleń teoretycznych (edukacyjnych i społeczno-prawnych) obejmujących BHP z praktyką realizacji szkoleń [Baron-Polańczyk, 2014].

2. Teoretyczne podstawy szkoleń w dziedzinie BHP

Podjęte rozważania poruszają aspekty związane ze szkoleniami warunkującymi rozwój ogólny człowieka oraz rozwój zawodowy pracownika. Temat zawiera zagadnienia takie jak definicje szkoleń, ich zadania, klasyfikacje, metody i sposoby ich organizacji. W obszarze rozdziału znajdziemy również informacje o środkach dydaktycznych wspomagających proces nauczania-uczenia się. W obszarze dotyczącym rozwoju pracownika zawarte są wiadomości o wymaganiach prawnych dotyczących szkoleń z zakresu BHP, ramowe programy szkoleń dla pracowników administracyjno-biurowych oraz cele, metody i formy szkoleń tych pracowników. W zakresie dotyczącym teoretycznych podstaw szkoleń w dziedzinie BHP poruszone są również zagadnienia związane z czynnikami środowiska pracy powodującymi zagrożenia dla bezpieczeństwa pracowników administracyjno-biurowych. Zawarto także najważniejsze informacje dotyczące szkoleń i poruszono aspekty związane z bezpieczeństwem pracy w biurze.

2.1. Szkolenie warunkujące rozwój człowieka (ujęcie edukacyjne)

Pedagogika jest nauką o wychowaniu. Sama nazwa pochodzi z języka greckiego i znaczy „kierowanie dzieckiem”. Jest nauką, która zajmuje się procesem wychowania, jego treścią, celami i warunkami [Suchodolski, 1980: 36, 37]. W ujęciu edukacyjnym szkolenia wpływają na rozwój człowieka. Każdy człowiek ma inną osobowość, na którą wpływa mnóstwo czynników (geny, środowisko społeczne, ambicje, autorytety) i wiele osób chciałoby zmienić swoje cechy, rozwijać się, rozwijać swoje umiejętności i zachowania. Takie zmiany można osiągnąć dzięki udziałowi w szkoleniach. Szkolenia są bardzo ważne w procesie rozwoju człowieka. Człowiek uczy się przez całe życie i potrzebuje dodatkowych szkoleń, które pomogą mu w osiąganiu sukcesów zarówno osobistych jak i zawodowych. Szkolenia należy dobierać w zależności od potrzeb indywidualnych człowieka, tak aby w przyszłości mogły skutkować osiągnięciem powodzeń w karierze zawodowej. Rozwój osobowości warunkuje radzenie sobie z problemami osobistymi, i problemami w pracy, a także pomaga w zawieraniu nowych kontaktów.

Szkolenia są bardzo ważne w procesie rozwoju osobowości człowieka, jego umiejętności i wiedzy. Należy więc brać udział w szkoleniach obowiązkowych (szkolenia odbywające się w zakładach pracy) ale także korzystać z możliwości udziału w szkoleniach dodatkowych, dzięki którym zdobędziemy nowe doświadczenia, kompetencje. Szkolenia są inwestycją w siebie i warunkują rozwój osobisty i zawodowy.

2.1.1. Definicja szkoleń

Szkolenie stanowi podstawę postępow człowieka i towarzyszy nam w zasadzie od zawsze. Szkolenie jest procesem, w którym człowiek zmienia swoje zachowanie, swoją postawę, jest narzędziem doskonalenia kompetencji.

M. Armstrong definiuje szkolenie jako „systematyczną zmianę zachowania dzięki wiedzy, która jest wynikiem kształcenia, otrzymywania instrukcji, rozwoju i doświadczenia”. Autor w swojej książce przytacza również definicję szkolenia opracowaną przez Manpower Services Commission, która mówi o szkoleniu jako zaplanowanym procesie zmieniania poprzez uczenie się oraz osiągnięcie właściwych efektów w danym zakresie. Definicja ta zakłada również, że celem szkolenia jest rozwijanie umiejętności, aby zaspokoić potrzeby [Armstrong, 2000: 448].

Z kolei w pracy pt. „Przygotowanie szkolenia, czyli jak dobry początek prowadzi do sukcesu” termin szkolenie określony jest jako „wiele różnorodnych działań i form doskonalenia umiejętności, poszerzania wiedzy i podnoszenia kwalifikacji w bardzo różnych obszarach”. Chodzi tu o rozwijanie sprawności u dorosłych, a przede wszystkim o udoskonalanie kompetencji związanych z wykonywanymi zadaniami. M. Łaguna przytacza także definicję podaną przez Kingę Padzik, która brzmi: „szkolenie jest to zorganizowana forma nauki mająca na celu podniesienie wiedzy z zakresu danej dziedziny, ogólnej świadomości na temat tej dziedziny czy też poznanie zachowań i postaw pozwalających radzić sobie z poszczególnymi

problemami w tej dziedzinie”. Jest to dość powszechne rozumienie pojęcia szkolenia, a szkolenie jest zazwyczaj utożsamiane z sytuacją kiedy w danym miejscu i czasie, szkoleniowiec (trener, konsultant) „stymuluje rozwój wiedzy” i kompetencji uczestników szkolenia [Padzik za: Łaguna, Fortuna, 2008: 12].

Na stronie internetowej Polskiej Izby Firm Szkoleniowych znajdziemy definicję szkolenia która brzmi: „szkolenie – zorganizowane działanie, prowadzone w określonym miejscu i czasie, prowadzone wg określonej metodyki i zgodnie z przyjętym programem, którego celem jest dostarczenie wiedzy i/lub doskonalenie, ćwiczenie umiejętności i/lub kształtowanie/zmiana postaw, czyli zwiększenie poziomu/zakresu kompetencji uczestników” [*Szkolenie1*, 2014].

Szkolenie bywa też określane jako „forma aktywności zaprojektowana w celu wzbogacenia wiedzy, umiejętności czy zdolności uczestników lub dla zmiany ich postaw i zachowań społecznych w jakimś określonym kierunku” [Harre, Lamb za: Łaguna, 2008: 13].

Istnieje wiele definicji pojęcia szkolenie, ale każda z nich mówi o szkoleniu jako działaniu mającym na celu zdobywanie i poszerzanie wiedzy i umiejętności. Każda z nich mówi, że szkolenie sprowadza się do zmiany postaw uczestników szkolenia, jego zachowań.

2.1.2. Zadania szkoleń

Przeszkolenia wpływają na rozwój człowieka w organizacji i związane są z podnoszeniem przez niego kwalifikacji. Mają do spełnienia kilka podstawowych zadań. Szkolenie powinno motywować ludzi do zdobywania nowych umiejętności, rozwijania się, nabywania i poszerzania wiedzy z danego zakresu. Kursy mogą też integrować ludzi. Szkolenia grupowe powodują wzajemne poznawanie się pracowników, co z kolei może zmniejszyć ilość konfliktów między współpracownikami.

Szkolenia mają za zadanie ułatwić pracownikom poradzenie sobie z wymogami w danej pracy, podwyższyć ich kwalifikacje, poszerzyć wiedzę i umiejętności pracownika. Powinny prowadzić do wzrostu sprawności wykonywania zadań oraz zdolności radzenia sobie ze zmieniającymi się warunkami pracy. Poszerzenie wiadomości i ćwiczenie umiejętności pozwoli pracownikowi na poprawę wyników zarówno ilościowo jak i jakościowo, a także na zminimalizowanie liczby popełnianych w pracy błędów. Kursy są też bardzo ważne, jeśli chcemy powiedzieć o stosunkach danej firmy ze społeczeństwem, gdyż przekazują prawidłowe wyobrażenie o cechach i kwalifikacjach pożądanych w organizacji. Dodatkowo szkolenia mają za zadanie zmniejszyć poziom niestabilności kadr, gdyż przeprowadzając dla nich szkolenia można obniżyć koszty zwolnień i rekrutacji. „Szkolenie, którego celem jest wprowadzenie pewnych technik zarządzania (...), może prowadzić do pożądanych efektów dodatkowych, takich jak wytworzenie umiejętności związanych z analizą, rozwiązywaniem problemów i przeprowadzaniem prezentacji” [Armstrong, Kenney za: McKenna, Beech, 1999: 200, 201]. Można więc powiedzieć, że szkolenia spełniają funkcję podnoszenia

efektywności wykonywanych zadań, funkcję rozwijania kompetencji oraz funkcję dostarczania nowych wiadomości.

Szkolenia zmierzają do tego aby pomóc pracownikom w rozwoju w organizacji, a także do zredukowania czasu poświęconego na uczenie nowych pracowników lub pracowników obejmujących nowe stanowiska pracy. Upewni to pracodawcę, że pracownicy będą kompetentni w możliwie jak najkrótszym czasie. Zadaniem szkoleń jest również umożliwienie ludziom osiągnięcia lepszych efektów w pracy oraz wzrost zakresu ich kompetencji. Skuteczne szkolenie dąży do poprawy jakości usług, zmniejszenia wydatków na uczenie się, poprawy rezultatów pracy. Jego zadaniem jest rozszerzenie zakresu umiejętności personelu, zwiększenie poziomu ich zaangażowania w wykonywane prace i zachęcanie do utożsamiania się z organizacją, jej celami i misją oraz pomoc w tworzeniu miłej atmosfery wśród kadry pracowniczej [Armstrong, 2000: 448].

2.1.3. Klasyfikacja szkoleń

Szkolenia można sklasyfikować według różnych kryteriów. W pracy pt. „Przygotowanie szkolenia, czyli jak dobry początek prowadzi do sukcesu” podzielono szkolenia według tego kto zamawia szkolenie i dla kogo jest ono projektowane. Wyróżnione zostały następujące typy szkoleń:

- Szkolenie zamknięte – projektowane dla konkretnej firmy, przeznaczone dla ścisłej grupy odbiorców (pracowników danej firmy). Takie szkolenie „ma służyć podniesieniu efektywności funkcjonowania w precyzyjnie określonym obszarze”. Ten rodzaj szkolenia może być przeznaczony dla pracowników współpracujących ze sobą (pracownicy jednego działu) lub pracowników którzy nie mają ze sobą styczności na co dzień (np. kierownicy działów). Szkolenia zamknięte mogą być przygotowywane przy pomocy firm szkoleniowych. W związku z tym wyróżnia się szkolenie wewnętrzne i zewnętrzne. Wewnętrzne to kursy przygotowane przez firmę i prowadzone w ramach własnych możliwości firmy. Dział odpowiedzialny za szkolenia w organizacji przeprowadza analizę potrzeb i przy pomocy pracowników lub trenerów wewnętrznych firmy przeprowadza szkolenie. Szkolenia wewnętrzne najczęściej prowadzi doświadczony pracownik lub kierownik. Z kolei szkolenia zewnętrzne przygotowywane są przez firmę, ale mogą być realizowane przy pomocy firm szkoleniowych. Analizę potrzeb oraz projekt szkolenia przygotowywany jest przez dział szkoleniowy organizacji, natomiast realizacja projektu zlecona jest firmie szkoleniowej.
- Szkolenie otwarte – jest przeznaczone dla większej grupy odbiorców. Polega ono na ogłoszeniu przez firmę szkoleniową naboru na konkretne szkolenie, a osoby nim zainteresowane mogą się zgłaszać. Jeśli spełnią określone wymagania, mogą wziąć udział w tym szkoleniu. Szkolenia te zazwyczaj obejmują krótkie kursy, ale także niektóre studia podyplomowe i kursy korespondencyjne. Służą one, tak jak szkolenia zamknięte, rozwijaniu sprawności pracowników w różnych dziedzinach. Szkolenie otwarte ma sens

wtedy, gdy szkolona ma być mała grupa osób i szkolenie zamknięte nie przyniosłoby oczekiwanych efektów.

- Szkolenia w ramach projektów społecznych – szkolenia mające swoją specyfikę. Są projektowane na zapotrzebowanie wynikające z analizy potrzeb społecznych jak w przypadku szkoleń zamkniętych, ale z drugiej strony prowadzony jest nabór na takie szkolenia, tak jak w przypadku szkoleń otwartych [Łaguna, Fortuna, 2008: 16-20].

Techniki szkoleniowe ze względu na miejsce odbywania się szkolenia można podzielić na trzy grupy:

- na stanowisku pracy – kiedy to pracownik jednocześnie uczy się i pracuje, zdobywa doświadczenie. Do tej metody należą m.in. rotacja stanowisk, demonstracje, mentoring, coaching;
- poza stanowiskiem pracy – mają swoje zastosowanie podczas szkoleń poza miejscem pracy. Zaliczamy tu wykłady, dyskusje, symulacje, ćwiczenia grupowe, warsztaty, uczenie się na odległość;
- na stanowisku pracy lub poza nim – należą tu instrukcje, projekty, uczenie się przez działanie itp. [Armstrong, 2000: 460].

Dodatkowym rodzajem szkoleń są szkolenia okresowe. Mają one na celu aktualizację zdobytej wiedzy i umiejętności z zakresu BHP oraz ich ugruntowanie przez pracowników. Szkolenia okresowe prowadzone są według ramowego programu szkoleń i w zależności od rodzaju obejmowanego stanowiska przeprowadzane w określonych odstępach czasu.

Odpowiedni dobór rodzaju szkolenia przyniesie oczekiwane rezultaty. Warto więc zwrócić uwagę na to w jakich okolicznościach prowadzone będzie szkolenie. Trzeba zastanowić się, czy szkolenie na stanowisku pracy przyniesie lepsze efekty niż szkolenie poza miejscem pracy, czy może lepszym rozwiązaniem będą instrukcje bądź projekty. Taka analiza może nam pomóc w doborze szkolenia, a tym samym może przynieść pożądane skutki.

2.1.4. Metody i organizacja szkoleń

Wybór metody szkoleniowej i jej organizacja to bardzo ważne elementy mające wpływ na powodzenie szkolenia. Internetowy słownik języka polskiego definiuje pojęcie metody jako „świadomie stosowany sposób postępowania mający prowadzić do osiągnięcia zamierzonego celu” [Metoda, 2014]. Osobami organizującymi szkolenie na stanowisku pracy mogą być liderzy, menedżerowie, mentorzy oraz współpracownicy. Poza stanowiskiem pracy szkolenia mogą być zorganizowane przez pracowników działu szkoleń, konsultantów szkoleniowych oraz zewnętrzne organizacje szkoleniowe [Armstrong, 2000: 460].

Podczas organizowania szkolenia należy podjąć kilka ważnych decyzji. Musimy nakreślić cele szkolenia, odpowiedzieć sobie na pytanie czego ma ono dotyczyć, wybrać metodę szkolenia, sprecyzować ile czasu potrzeba na jego przeprowadzenie, wybrać miejsce, w którym odbędzie się szkolenie, a także zgromadzić materiały

szkoleniowe. Jeśli chodzi o metody szkoleniowe to możemy je podzielić na klasyczne i niestandardowe. Do metod klasycznych zalicza się:

- wykład – jest najpopularniejszą metodą szkolenia. Zapoznaje uczestników z wiadomościami, poszerza ich wiedzę. Niestety w małym stopniu wpływają na zmiany zachowań uczestników;
- dyskusja – uczenie się poprzez „wyrażanie własnych opinii oraz badanie różnych punktów widzenia i różnych doświadczeń innych członków grupy”;
- odgrywanie ról – metoda grupowa polegająca na odgrywaniu sytuacji podobnych do tych, które zdarzają nam się w realnym środowisku;
- studium przypadku – uczenie się poprzez analizowanie zdarzeń. Stosowana jest w celu nauki rozwiązywania złożonych problemów;
- gry – stanowią uproszczony wzorzec rzeczywistości poprzez odtworzenie jakiejś sytuacji np. firmy czy działu;
- ćwiczenia pisemne – jest metodą utrwalania wiedzy przez opracowanie materiału lub też stosowanie pojęć w nowych kontekstach;
- ćwiczenia grupowe – zajęcia przeprowadzane w grupach, których członkowie wspólnie opracowują rozwiązania.

Metody niestandardowe to m.in. techniki audio, ćwiczenia zręcznościowe, budowanie nowych konstrukcji, techniki wizualne, techniki wyobrazeniowe, ćwiczenia fizyczne i praca z ciałem [Łaguna, Fortuna, 2008: 141-142].

Inne metody szkolenia opisywane w literaturze to:

- siedząc obok Nelly (pokaz) – wprawiony pracownik pokazuje szkolonemu, jak realizować pracę, a następnie pozwala szkolonej osobie samej kontynuować zadanie. Szkolenie tą metodą jest bezpośrednio związane z pracą;
- udzielanie lekcji/ instrukcji – metoda uważana za udoskonaloną wersję pokazu, w której występuje interakcja między szkoleniowcem, a szkolonym;
- doradztwo – szkolony obserwuje umiejętności doradcy oraz naśladuje jego zachowanie. W roli doradcy występuje najczęściej kierownik wyższego szczebla. Ta metoda szkoleniowa jest metodą stosowaną w miejscu pracy i jest szczególnie użyteczna dla kierowników, którzy chcieliby awansować;
- rotacja – polega na systematycznym zmienianiu stanowisk pracy przez pracowników, w celu poszerzenia doświadczenia. Dzięki tej metodzie budują się lepsze więzi między pracownikami z różnych działów. Wadą tej metody jest to, że pracownik niedoświadczony może popełniać błędy na nowym stanowisku pracy, które mogą być kosztowne dla organizacji;
- szkolenie formalne – stosowanie wykładów, dyskusji, analizy przypadków bądź też innych wymienionych powyżej metod klasycznych. Ta metoda może być wykorzystywana poza miejscem pracy i może być stosowana jako długoterminowe kursy. Jej celem jest generalny rozwój pracowników;
- samokształcenie – może obejmować określone działania na stanowisku pracy oraz lekturę danych pozycji. W tej formie szkolenia kierunek i kontrola szkolenia jest w rękach szkolonego;

- kursy na świeżym powietrzu – są to kursy odbywające się w plenerze. Służą one polepszaniu współpracy między pracownikami oraz rozwiązywaniu problemów [McKenna, Beech, 1999: 211-216].

Kolejny podział metod ze względu na relację z drugą osobą wyznaczył J. Jargiło. Do tej grupy należą trzy metody:

- szkolenie indywidualne – polegające na śledzeniu sposobu wykonywania pracy przez doświadczonego pracownika. Forma ta jest często wykorzystywana przy nowozatrudnionych pracownikach. Po dokonaniu obserwacji, nowozatrudniony pracownik samodzielnie wykonuje pracę;
- coaching – „polega na uczeniu się w trakcie wykonywania pracy pod okiem bezpośredniego przełożonego”. Przełożony ma obowiązek powierzyć zadanie szkolonemu, motywować go oraz udzielać potrzebnych informacji;
- mentoring – dotyczy uczenia się trudnych umiejętności. Mentor, czyli przewodnik stanowi wzorzec do naśladowania. Szkolony naśladuje mentora, obserwuje sposób wykonywania pracy przez mentora, a następnie wykonuje zadania pod jego nadzorem [Jargiło, 2007: 76-77].

Istnieje wiele klasyfikacji metod kształcenia. Różne są kryteria ich podziału i sprawą bardzo ważną jest nie tylko wybór określonej klasyfikacji, ale umiejętne (świadome) stosowanie danej metody w procesie kształcenia. Dlatego należy dokładnie przemyśleć co chce się osiągnąć i jakie metody będą do tego celu służyły najlepiej. Można również zastosować kilka metod podczas jednych zajęć.

Podziałem metod nauczania wartym uwagi jest podział F. Bereźnickiego. Cztery grupy metod (podająca, problemowa, eksponująca, praktyczna) wskazują na dominujący rodzaj czynności osoby szkolonej. W metodzie podającej szkolony przyswaja wiedzę m.in. poprzez słuchanie wykładu lub też biorąc udział w pogadance, ale już w metodzie praktycznej uczeń bierze czynny udział w ćwiczeniach. Metoda problemowa wskazuje na szukanie sposobu rozwiązania problemu. Szkolony ustala sposób rozwiązania, a następnie realizuje swoje pomysły. Może to się odbywać np. poprzez gry dydaktyczne lub dyskusje. Z kolei metoda eksponująca świadczy o eksponowaniu własnych wrażeń i odczuć o danym dziele [Bereźnicki, 2001: 265].

2.1.5. Obudowa medialna – środki dydaktyczne wspomagające nauczanie-uczenie się

Środki dydaktyczne ułatwiają przyswajanie wiedzy, poznawanie rzeczywistości. Są bardzo pomocne w nauczaniu oraz uczeniu się [Baron-Polańczyk, 2006]. Definicja środków dydaktycznych wg Cz. Kupisiewicza brzmi: „są to przedmioty materialne, które, dostarczając uczniom określonych bodźców oddziałujących na ich wzrok, słuch, dotyk itd., ułatwiają im bezpośrednio i pośrednio poznawanie rzeczywistości, dzięki czemu usprawniają proces nauczania-uczenia się, a przez to wpływają korzystnie na jego efekty końcowe” [Kupisiewicz, 1996: 209].

Istnieje wiele podziałów środków dydaktycznych. Jednym z nich jest podział którego dokonali E. Fleming i J. Jacoby. Podzielili oni środki na trzy grupy:

naturalne, techniczne oraz symboliczne. Środki naturalne przedstawiają bezpośrednio rzeczywistość, środki techniczne ukazują rzeczywistość pośrednio i zaliczamy do nich środki słuchowe, środki wzrokowe oraz wzrokowo-słuchowe. Środki symboliczne prezentują rzeczywistość za pomocą symboliki np. rysunków technicznych czy grafów [Fleming, Jacoby za: Okoń, 2003: 276-277].

Inny podział przedstawia sam W. Okoń. Podzielił on środki dydaktyczne na środki proste oraz środki złożone, wśród których wyróżnił sześć kategorii. Podział ten wygląda następująco:

A. Środki proste: 1. Środki słowne – eksponują treści werbalne. Zaliczamy tu głównie podręczniki oraz inne teksty drukowane; 2. Środki wzrokowe (wizualne) – obejmujące środki zwane pomocami naukowymi. Zalicza się do nich oryginalne przedmioty, obrazy, mapy, modele. Środki wzrokowe przedstawiają rzeczywistość na dwa sposoby: w postaci bezpośredniej i pośredniej. Środki wzrokowe mają postać bezpośrednią, kiedy występują w postaci naturalnych okazów w naturalnym środowisku (np. drzewa w sadzie), naturalnych okazów w sztucznym środowisku (okazy w muzeum), okazów spreparowanych. Postać pośrednią mają środki, które występują w postaci modeli oraz obrazów.

B. Środki złożone – to środki, które „opierają się na urządzeniach mechanicznych, a zwłaszcza elektrotechnicznych i elektronicznych”. Wyróżnia się cztery rodzaje tych środków: 1. Mechaniczne środki wzrokowe – zaliczamy tu m.in. teleskop, aparat fotograficzny, mikroskop, czyli środki, które umożliwiają emitowanie obrazów za pomocą urządzeń technicznych. Stanowią one najstarszą grupę środków złożonych i stwarzają możliwość udoskonalania pracy; 2. Środki słuchowe – umożliwiają przekazywanie dźwięków i szmerów np. za pomocą radia czy magnetofonu. Środki te znajdują coraz szersze zastosowanie; 3. Środki słuchowo-wzrokowe (audiowizualne) – są to środki, które łączą obraz z dźwiękiem. Obrazy w połączeniu z dźwiękiem bardzo mocno oddziałują na wyobraźnię odbiorcy. Do takich środków zaliczamy telewizję i film dźwiękowy; 4. Środki automatyzujące proces dydaktyczny – w tej kategorii występują zaledwie trzy rodzaje środków i są to: komputery, maszyny dydaktyczne oraz gabinety językowe. Ten rodzaj środków umożliwia pełną automatyzację uczenia się [Okoń, 1980: 382-389].

Zupełnie inną klasyfikację środków dydaktycznych podał M. Godlewski i podzielił je na: 1) Tablice (do pisania kredą, magnetyczne, flanelowe i specjalne); 2) Urządzenia do projekcji świetlnej (projektory, ławy optyczne, urządzenia do doświetlania, ekrany itp.); 3) Urządzenia do wzmacniania zapisu i odtwarzania dźwięku np. magnetofony, urządzenia sprzężone; 4) Środki audiowizualne np. projektory filmu dźwiękowego, wideofony; 5) Maszyny dydaktyczne (urządzenia do utrwalania wiadomości itp.); 6) Urządzenia do reprodukcji tekstów i obrazów (m.in. fotokopiarki, kserografy); 7) Środki masowego przekazu, czyli radio i telewizja; 8) Elektroniczne maszyny cyfrowe; 9) Technikę informacji naukowej – na przykład klasyfikatory; 10) Podręczniki kompleksowe i teksty programowane m.in. do nauki języków obcych; 11) Aparaturę obrazu przestrzennego – rzutniki, projektory [Godlewski za: Kupisiewicz, 1996: 212].

Kolejny podział materiałów i pomocy szkoleniowych przedstawiają M. Łaguna i P. Fortuna. Podzielili oni środki na pięć grup. Pierwszą z nich są pomoce audiowizualne. Zazwyczaj stosowane są przez trenerów i wykorzystywane na forum grupy. Zalicza się do nich m.in. tablicę, rzutnik folii, slajdy, filmy. Drugą grupę środków stanowią materiały interaktywne. Są to materiały drukowane, rozdawane uczestnikom podczas szkolenia. W tej grupie stosowane są: konspekty, zeszyty ćwiczeń, instrukcje do ćwiczeń, arkusze informacji zwrotnej i arkusze samooceny, a także quizy. Trzecia grupa środków dydaktycznych to testy i narzędzia psychometryczne. Dzięki tym środkom osoby szkolone formułują swoje słabe i mocne strony. Kolejną grupą środków wspomagających nauczanie-uczenie się są niekonwencjonalne pomoce i materiały jak np. gazety, farby, sznurki. Środki te stosowane są zazwyczaj w szkoleniach dotyczących relacji międzyludzkich. Piątym i ostatnim środkiem pomocnym w szkoleniach indywidualnych i grupowych jest komputer. Dzięki komputerom można wykorzystywać symulacje, pozwalające na odgrywanie różnych scenariuszy podejmowanie decyzji [Łaguna, Fortuna, 2008: 145-151].

Uwzględniając różnorodne podziały środków dydaktycznych na różne kategorie, można stwierdzić, że każde z nich spełniają jednakowe funkcje. Z założenia „środki ułatwiają więc i pogłębiają:

- poznawanie rzeczywistości;
- poznawanie wiedzy o rzeczywistości;
- kształtowanie postaw i emocjonalnego stosunku do rzeczywistości;
- rozwijanie działalności przekształcającej rzeczywistość” [Okoń, 2003: 287].

Środki dydaktyczne można podzielić na wiele różnorodnych grup. Należy jednak pamiętać, że bez względu na podział, środki te mają wspomagać proces nauczania-uczenia się. To za ich pomocą przekaz jest łatwiejszy do zrozumienia, czytelniejszy. Ułatwiają one poznawanie rzeczywistości poprzez oddziaływanie na zmysły człowieka.

2.2. Szkolenie warunkujące rozwój pracownika (ujęcie społeczno-prawne)

Pracownik, niezależnie od tego gdzie pracuje, czy jest to biuro, teren budowy czy hala produkcyjna, powinien mieć świadomość tego jakie zagrożenia czyhają na niego w miejscu pracy, powinien wiedzieć jak im zapobiegać i jak chronić siebie i innych. Poprzez różne formy doksztalcania pracownik zdobywa wyższy poziom kompetencji. Warsztaty, treningi, szkolenia i inne formy doksztalcania mają wpływ na rozwój zarówno osobowości pracownika ja i jego kwalifikacji. Z kolei rozwój pracownika ma wpływ na efektywność jego pracy, a tym samym na efektywność całej organizacji.

Mimo, iż w dzisiejszych czasach szkolenia są bardzo rozwiniętą formą kształcenia, to zaczęły one budzić duże zainteresowanie dopiero w latach sześćdziesiątych. Wtedy to w Wielkiej Brytanii uruchomiono Rady ds. Szkolenia.

Największy nacisk stawiano wówczas na uzyskanie umiejętności związanych z postępowaniem w firmie [McKenna, Beech, 1999: 199].

Jednym z najważniejszych szkoleń warunkujących rozwój pracownika, jest szkolenie z dziedziny bezpieczeństwa i higieny pracy. Szkolenia te są obowiązkowe dla każdej osoby podejmującej jakąkolwiek pracę. Dzięki tym szkoleniom pracownik zapoznaje się z zasadami i przepisami BHP, poznaje czynniki środowiska pracy zagrażające jego zdrowiu i życiu, a także zaznajamia się z metodami ochrony przed tymi zagrożeniami.

2.2.1. Wymagania prawne dotyczące szkoleń w zakresie BHP

Podstawowymi aktami prawnymi dotyczącymi szkoleń w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy są Kodeks Pracy oraz Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. To one narzucają na pracodawcę obowiązek przeprowadzania szkoleń BHP wśród pracowników.

Rozporządzenie w §2.1 mówi: „Pracodawca zapewnia pracownikowi odbycie, odpowiedniego do rodzaju wykonywanej pracy, szkolenia, w tym przekazanie mu informacji i instrukcji dotyczących zajmowanego stanowiska pracy lub wykonywanej pracy”. Rozporządzenie określa również szczegółowe zasady szkolenia, jego zakres, wymagania dotyczące treści i realizacji programów szkolenia, sposób dokumentowania szkolenia, a także przypadki kiedy pracodawcy i pracownicy mogą być zwolnieni z niektórych szkoleń. Ten akt prawny mówi, że szkolenia prowadzone są jako szkolenia wstępne i okresowe. Szkolenie wstępne dla pracowników administracyjno-biurowych przeprowadzane jest w formie instruktażu ogólnego, zgodnie z programem szkolenia, zawartym w Rozporządzeniu. Instruktaż zapewnia pracownikom zapoznanie z podstawowymi zasadami BHP zawartymi m.in. w regulaminach pracy, z przepisami panującymi w danej firmie oraz zasadami udzielania pierwszej pomocy. Z kolei pierwsze szkolenie okresowe dla tej grupy pracowników przeprowadzane jest w czasie do 12 miesięcy od dnia rozpoczęcia pracy na danym stanowisku. Pracownicy administracyjno-biurowi szkolenie okresowe powinni odbywać co rok. Szkolenia okresowe zakończone są egzaminem weryfikującym przyswojenie wiedzy i umiejętności przez uczestników i przeprowadza je organizator. Osoba organizująca szkolenie wydaje uczestnikom zaświadczenie potwierdzające odbycie szkolenia, którego odpis przechowywany jest w aktach pracownika [*Rozporządzenie Ministra Gospodarki...*].

Artykuł 2373 §2 Kodeksu Pracy podaje: „pracodawca jest obowiązany zapewnić przeszkolenie pracownika w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przed dopuszczeniem go do pracy oraz prowadzenie szkoleń w tym zakresie (...)”. W Kodeksie znajdziemy również zapis, że to pracodawca ponosi koszty szkoleń, a te z kolei odbywają się w czasie pracy [*Kodeks pracy*, 2012, art. 2373].

Podstawowymi obowiązkami pracodawcy w zakresie szkolenia BHP są:

- odbycie szkolenia w dziedzinie BHP i okresowe powtarzanie go;
- przeszkolenie pracownika przed dopuszczeniem go do pracy, na własny koszt oraz w czasie trwania godzin pracy;

- znajomość przepisów o ochronie pracy;
- zapewnienie pracownikowi szkolenia, odpowiedniego do rodzaju pracy, którą wykonuje [Rączkowski, 2006: 720].

Przepisy prawa pracy mówią, że kategorycznie zabronione jest dopuszczanie pracownika do pracy, do której nie ma on odpowiednich zdolności i kwalifikacji oraz nie posiada odpowiedniej znajomości przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy. Pracodawca zapewnia pracownikowi odbycie szkolenia przed dopuszczeniem go do pracy oraz odbywanie szkoleń okresowych. Pracownik ma obowiązek potwierdzić na piśmie własnoręcznym podpisem, że zapoznał się z zasadami i przepisami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Ale należy też pamiętać, iż szkolenie pracownika nie jest wymagane wówczas, gdy podejmuje on pracę na takim samym stanowisku jakie zajmował „u danego pracodawcy bezpośrednio przed nawiązaniem z tym pracodawcą kolejnej umowy o pracę” [Goldman, Kawalec, 2007: 38].

Przepisy prawne często się zmieniają. Należy zatem pamiętać aby na bieżąco sprawdzać aktualizacje i wiedzieć jakie prawa i obowiązki przysługują pracodawcy oraz pracownikowi. Warto pamiętać, że to pracodawca zobowiązany jest zapewnić pracownikowi szkolenie z zakresu BHP i to on ponosi za to koszty. Pracownik musi odbyć szkolenie przed przystąpieniem do pracy i potwierdzić to własnoręcznym podpisem.

2.2.2. Ramowe programy szkoleń pracowników administracyjno-biurowych

Ramowe programy szkoleń pracowników zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy. Rozporządzenie to mówi, że programy szkolenia wstępnego oraz okresowego określają temat, formy realizacji oraz czas trwania szkoleń i są opracowywane przez pracodawców lub jednostki szkoleniowe dla poszczególnych grup pracowniczych. Programy szkoleń powinny być przechowywane przez pracodawcę. Paragraf 7.2 mówi, że „programy szkolenia powinny być dostosowane do rodzajów i warunków prac wykonywanych przez uczestników szkolenia (...)”.

Szkolenie wstępne przeprowadzane jest w formie instruktażu ogólnego. Ramowy program instruktażu ogólnego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy zwraca uwagę na następujące elementy:

1. Cel szkolenia. Celem szkolenia jest zaznajomienie pracownika w szczególności z: a) podstawowymi przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy zawartymi w Kodeksie pracy, w układach zbiorowych pracy lub regulaminach pracy; b) przepisami oraz zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązującymi w danym zakładzie pracy; c) zasadami udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

2. Uczestnicy szkolenia. Szkolenie jest przeznaczone dla wszystkich osób, które rozpoczynają pracę w danym zakładzie pracy.
3. Sposób organizacji szkolenia. Szkolenie powinno być zorganizowane w formie instruktażu – przed rozpoczęciem przez pracownika pracy w danym zakładzie pracy – na podstawie szczegółowego programu opracowanego przez organizatora szkolenia. Podczas szkolenia konieczne jest stosowanie odpowiednich środków dydaktycznych, w szczególności filmów, tablic, folii do wyświetlania informacji, środków do udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.
4. Ramowy program szkolenia [zob. Tab. 1.]

Tab. 1. Ramowy program instruktażu ogólnego dla pracowników administracyjno-biurowych

Lp.	Temat szkolenia	Liczba godzin*
1.	Istota bezpieczeństwa i higieny pracy	0,6
2.	Zakres obowiązków i uprawnień pracodawcy, pracowników oraz poszczególnych komórek organizacyjnych zakładu pracy i organizacji społecznych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy	
3.	Odpowiedzialność za naruszenie przepisów lub zasad bezpieczeństwa i higieny pracy	
4.	Zagrożenia wypadkowe i zagrożenia dla zdrowia występujące w zakładzie i podstawowe środki zapobiegawcze	0,8
5.	Podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy związane z obsługą urządzeń technicznych	
6.	Zasady przydziału środków ochrony indywidualnej	0,6
7.	Porządek i czystość w miejscu pracy – ich wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo pracownika	
8.	Profilaktyczna opieka lekarska- zasady jej sprawowania	1
9.	Podstawowe zasady ochrony przeciwpożarowej oraz postępowania w razie pożaru	
10.	Postępowanie w razie wypadku, w tym organizacja i zasady udzielania pierwszej pomocy	
Razem		Minimum 3

*– w godzinach lekcyjnych trwających 45 minut

Źródło: [Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy]

Ramowy program szkolenia okresowego pracowników administracyjno-biurowych zgodny z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy wyróżnia:

1. Cel szkolenia. Celem szkolenia jest aktualizacja i uzupełnienie wiedzy i umiejętności w szczególności z zakresu: a) oceny zagrożeń związanych z wykonywaną pracą; b) metod ochrony przed zagrożeniami dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników; c) kształtowania warunków pracy w sposób zgodny z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy; d) postępowania w razie wypadku oraz w sytuacjach awaryjnych.

2. Uczestnicy szkolenia. Szkolenie jest przeznaczone dla pracowników administracyjno-biurowych, w tym zatrudnionych przy obsłudze monitorów ekranowych.
3. Sposób organizacji szkolenia. Szkolenie powinno być zorganizowane w formie seminarium lub kursu albo samokształcenia kierowanego – na podstawie szczegółowego programu opracowanego przez organizatora szkolenia. Podczas szkolenia konieczne jest stosowanie odpowiednich środków dydaktycznych, w szczególności filmów, tablic, folii do wyświetlania informacji. Uczestnicy szkolenia organizowanego w formie samokształcenia kierowanego powinni otrzymać odpowiednie materiały umożliwiające przyswojenie wiadomości i umiejętności objętych programem szkolenia (np. skrypty, przepisy, zestawy pytań kontrolnych).
4. Ramowy program szkolenia [zob. Tab. 2.]

Tab. 2. Ramowy program instruktazu ogólnego dla pracowników administracyjno-biurowych

Lp.	Temat szkolenia	Liczba godzin*
1.	Wybrane regulacje prawne z zakresu prawa pracy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy, z uwzględnieniem: <ol style="list-style-type: none"> a) praw i obowiązków pracowników i pracodawców w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad BHP, b) ochrony pracy kobiet i młodocianych, c) wypadków przy pracy i chorób zawodowych oraz świadczeń z nimi związanych, d) profilaktycznej ochrony zdrowia pracowników 	2
2.	Postęp w zakresie oceny zagrożeń czynnikami występującymi w procesach pracy oraz w zakresie metod ochrony przed zagrożeniami dla zdrowia i życia pracowników	2
3.	Problemy związane z organizacją stanowisk pracy biurowej, z uwzględnieniem zasad ergonomii, w tym stanowisk wyposażonych w monitory ekranowe	2
4.	Postępowanie w razie wypadków i sytuacjach zagrożeń (np. pożaru, awarii), w tym udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku	2
Razem:		Minimum 8

*– w godzinach lekcyjnych trwających 45 minut

Źródło: [Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy]

Ramowe programy szkoleń zawierają najważniejsze aspekty związane z pracą w biurze. Warto zwrócić uwagę aby podczas szkolenia wszystkie punkty szkolenia były odpowiednio omówione, a każdy temat został wyczerpany. Dzięki temu pracownicy zdobędą nową bądź uaktualnią i rozszerzą posiadaną wiedzę, a co za tym idzie będą bezpieczniejsi w pracy, będą znali swoje prawa i obowiązki oraz obowiązki pracodawcy wobec nich.

2.2.3. Cele, metody i formy szkolenia w zakresie BHP pracowników administracyjno-biurowych

Szkolenie przeznaczone dla pracowników administracyjno-biurowych można podzielić na trzy obszary i są to: szkolenie podstawowe, dalsze kształcenie oraz kontynuacja szkolenia. W czasie szkolenia podstawowego uczestnicy są uczeni, jak wykonywać swą pierwszą pracę i nabywają podstawową wiedzę o organizacji. Dalsze kształcenie polega na braniu udziału w kursach, pozwalających na podwyższenie kwalifikacji. Obszar kontynuacji szkolenia jest szkoleniem ustawicznym i powinien być procesem ciągłym [Armstrong, 2000: 465].

Zaznacza się, że „szkolenie BHP może być organizowane i prowadzone przez pracodawców lub na ich zlecenie przez jednostki organizacyjne prowadzące działalność szkoleniową w dziedzinie BHP”. Cel szkolenia wskazuje kierunek dążenia. Celami szkoleń BHP są: zaznajomienie pracowników z czynnikami środowiska pracy oraz środkami zapobiegawczymi i działaniami zapobiegawczymi, zapoznanie pracowników z przepisami i zasadami dotyczącymi bezpieczeństwa pracy, jak również z obowiązkami i odpowiedzialnością w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, a także nabycie przez pracowników umiejętności wykonywania swoich zadań w sposób bezpieczny, udzielania pierwszej pomocy i postępowania w sytuacjach awaryjnych [Wąż i in., 2014: 36].

Cele szkoleń dla pracowników administracyjno-biurowych określone są w Rozporządzeniu dotyczącym szkoleń BHP. Celem szkolenia wstępnego jest zapoznanie pracownika z podstawowymi zasadami BHP zawartymi m.in. w Kodeksie Pracy i regulaminach pracy; zapoznanie z przepisami i zasadami BHP, które obowiązują w organizacji, oraz zaznajomienie z zasadami udzielania pierwszej pomocy. Celem szkolenia okresowego jest uaktualnienie i uzupełnienie wiadomości i umiejętności związanych z oceną zagrożeń występujących na stanowisku pracy, metodami ochrony przed tymi zagrożeniami, kształtowaniem warunków pracy zgodnych z zasadami BHP oraz postępowaniem w razie wypadku lub w sytuacji awaryjnej [Rozporządzenie Ministra Gospodarki...].

Szkolenia BHP obejmują szkolenie wstępne i okresowe. Pierwsze z nich przeznaczone jest dla nowozatrudnionych pracowników, studentów, którzy odbywają praktyki studenckie oraz dla uczniów szkół zawodowych odbywających praktyki. Szkolenie wstępne dla pracowników biurowych przeprowadzane jest w formie instruktażu i obejmuje instruktaż ogólny – zapoznający pracownika m.in. z przepisami BHP, zasadami udzielania pierwszej pomocy, zasadami obowiązującymi w zakładzie pracy. Instruktaż ten przeprowadzają pracownicy służby bezpieczeństwa BHP. Natomiast szkolenie okresowe ma na celu ugruntowanie i uaktualnienie wiadomości i umiejętności pracowników w dziedzinie BHP nabytych w czasie szkolenia wstępnego. Szkolenie to ma również na celu zaznajomienie pracowników z nowinkami techniczno-organizacyjnymi [Rączkowski, 2006: 721, 725]. Szkolenie powinno być przeprowadzane nie rzadziej niż raz na pięć lat i kończyć się egzaminem przeprowadzonym przez organizatora szkolenia [Rozporządzenie Ministra Gospodarki...].

Szkolenie wstępne dla pracowników administracyjno-biurowych prowadzone jest metodą instruktażu, trwającego nie krócej, niż dwie godziny lekcyjne. Instruktaż umożliwia uzupełnianie, uzyskiwanie i aktualizowanie zdobytych umiejętności oraz wiedzy dotyczących wykonywania pracy zgodnie z przepisami BHP. Szkolenia okresowe w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników administracyjno-biurowych mogą być prowadzone w formie seminarium, kursu albo samokształcenia kierowanego. Poprzez seminarium rozumie się „formę szkolenia o czasie trwania nie krótszym niż 5 godzin lekcyjnych, umożliwiającego uzyskanie, aktualizowanie lub uzupełnianie wiedzy i umiejętności w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy”. Kurs rozumie się jako formę szkolenia, która trwa nie krócej niż 15 godzin lekcyjnych. Składa się on z zajęć teoretycznych i praktycznych. Z kolei samokształcenie kierowane pozwala na pogłębianie lub zdobywanie wiedzy i umiejętności na podstawie materiałów dostarczonych przez osobę organizującą szkolenie [*Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej...*].

Poza oczywistymi formami szkolenia przedstawionymi w Rozporządzeniu, szkoleniem możemy również nazwać:

- proces oceny ryzyka zawodowego i zaznajamianie z nim pracowników,
- kontrolę warunków pracy,
- opracowywanie i zaznajamianie pracowników z instrukcjami,
- zapoznavanie kadry z wynikami kontroli prowadzonych przez organy nadzoru zewnętrznego,
- codzienne przypominanie pracownikom o zagrożeniach na stanowisku pracy oraz sposobach bezpiecznego wykonywania pracy [Zieliński, 2009: 263].

Warto zauważyć, że pracownik poza tym, że przechodzi obowiązkowe szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, to dodatkowo szkoli się w ramach różnych procesów odbywających się w zakładzie pracy. Pracownik nabywa wiedzę i nowe umiejętności biorąc udział w procesie oceny ryzyka zawodowego czy kontroli warunków pracy, a także zapoznając się z szeregiem instrukcji czy wynikami kontroli. Niezależnie od szkolenia wstępnego czy okresowego pracownik podwyższa poziom swoich kompetencji poprzez samo wykonywanie swoich obowiązków oraz systematyczne przypominanie sobie zasad związanych z bezpieczeństwem pracy.

2.3. Czynniki środowiska pracy powodujące zagrożenia dla BHP pracowników administracyjno-biurowych

Zagrożenia związane z pracą biurową porównywalne są z zagrożeniami w życiu codziennym. Ze statystyk wynika, że większe ryzyko występuje w drodze do/z pracy, niż w pracy w biurze. Nie oznacza to jednak, że pracownikom nic nie zagraża. Pracownicy administracyjno-biurowi narażeni są na ryzyko związane ze stresem, uciążliwościami związanymi z pracą przy komputerze, narażeni są na działanie hałasu oraz niewłaściwego oświetlenia. Poza tym, pracownicy wystawieni są na ryzyko upadku w czasie wchodzenia i schodzenia po schodach, potknięcia (np. kable lub wystające elementy), uderzenia o wyposażenie, a także zagrożenia związane z użytkowaniem urządzeń biurowych [Goldman, Kawalec, 2007: 34].

Praca biurowa często bywa wykonywana pod presją czasu, jest zbyt intensywna, co prowadzi do występowania stresu u pracowników. Definicja słownikowa mówi, że stres jest to „stan napięcia psychicznego spowodowany czynnikami zewnętrznymi lub psychicznymi” [Marcinów, 1999: 254]. Natomiast stres zawodowy jest to „dyskomfort psychiczny, występujący u pracownika, spowodowany nadmierną presją ze strony pracodawcy, lub innego rodzaju wymaganiami związanymi z pracą”. Stres w pracy może doprowadzić pracownika do wyczerpania psychicznego i fizycznego oraz odczuwania przez niego dolegliwości somatycznych. Długotrwały stres może powodować bóle mięśni, może zwiększać ryzyko zachorowań na nowotwory, obniżać odporność organizmu, powodować udary mózgu, zawały, a także prowadzić do depresji lub uzależnienia od leków czy też alkoholu. Należy więc jak najbardziej obniżyć poziom stresu poprzez np. poprawę warunków pracy, stosunków między współpracownikami, organizację szkoleń doskonalących, dostosowanie zadań do możliwości pracowników, tworzenie jasnych kryteriów oceny pracy pracowników [Goldman, Kawalec, 2007: 35, 38].

Uciążliwości związane z pracą przy komputerze mogą dotyczyć złej pozycji podczas pracy, zmęczenia wzroku, nieodpowiedniego dostosowania stanowiska pracy. Długotrwała pozycja siedząca podczas pracy z komputerem może powodować obciążenie kręgosłupa, stawów oraz mięśni pleców. Należy więc pamiętać aby odpowiednio zorganizować sobie stanowisko pracy oraz samą pracę. Powinniśmy odpowiednio rozmieścić elementy wyposażenia, stanowisko komputerowe powinno spełniać wymagania określone w rozporządzeniu dotyczącym pracy z monitorami ekranowymi. Pozycja podczas pracy powinna być jak najbardziej zbliżona do naturalnej, więc zalecane jest, aby stawy ustawione były pod kątem 90° lub niewiele większym. Aby praca z komputerem stanowiła dla nas jak najmniejsze zagrożenie należy również stosować sprzęt wspomagający pracę przy komputerze, właściwie dobrać monitor i ustawić go, odpowiednio dobrać urządzenia, stosować częste przerwy w pracy, zapoznać się z przepisami zawartymi w Rozporządzeniu [Tokarski, 2011: 4, 19-20].

Pracownik biurowy narażony jest także na działanie hałasu wytwarzanego przez urządzenia biurowe (komputer, telefony, kserokopiarki, faksy), ale także przez ludzi (odgłosy kroków, rozmów, trzaskania drzwiami). Hałas ten nie jest zbyt intensywny i nie powoduje uszkodzenia słuchu, ale może przeszkadzać pracownikowi w wykonywaniu zadań. Może powodować zmniejszenie koncentracji, spadek wydajności pracy, a także powodować zmęczenie i uczucie stresu. Aby ograniczyć hałas w miejscu pracy należy ograniczać emisję i imisję hałasu, jak również stosować przerwy w pracy i wydzielać pomieszczenia, w których panuje cisza [Kaczmarska i in., 2004].

Warto też zwrócić uwagę na oświetlenie w miejscu pracy. Zasady dotyczące oświetlenia zawiera norma PN-EN 12464-1: 2004 r. „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach”. Oświetlenie jest czynnikiem środowiska pracy zaliczanym do czynników uciążliwych. Wynika to z tego, że niewłaściwe oświetlenie powoduje zmęczenie i dolegliwości wzroku m.in. ból, pieczenie, swędzenie. Warto więc zwrócić uwagę na zapewnienie dobrego oświetlenia na stanowisku pracy. Trzeba też pamiętać o potrzebach człowieka,

zapewnić wygodę widzenia i bezpieczeństwo. Na stanowisku komputerowym wartość oświetlenia powinna wynosić 500 lx, tego wymaga pisanie ręczne, czytanie, obsługiwanie klawiatury. Natomiast segregowanie i kopiowanie wymaga 300 lx [Pawlak, 2004].

W Rozporządzeniu w sprawie ogólnych przepisów BHP, dział III, rozdział 2 poświęcony jest oświetleniu, i mówi m.in. o tym, że w pomieszczeniach pracy stałej należy zapewnić oświetlenie dzienne, które powinno być przystosowane do rodzaju wykonywanych prac, lecz niezależnie od oświetlenia dziennego musi być zastosowane również oświetlenie elektryczne o odpowiednich parametrach. Dział ten mówi również o stosowaniu świetlików i okien w pomieszczeniach pracy [*Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej...*]. Dodatkowo pracownicy administracyjno-biurowi narażeni są na poślizgnięcia, potknięcia, uderzenia o wyposażenie, a także porażenie prądem elektrycznym w związku z użytkowaniem urządzeń biurowych. Aby do tego nie doszło należy stosować odpowiednie metody ochrony: ochronę przed dotykiem bezpośrednim, przed dotykiem pośrednim oraz jednoczesną ochronę przed jednym i drugim. Ponadto trzeba szkolić pracowników w zakresie bezpiecznego użytkowania urządzeń, przestrzegać zasad użytkowania urządzeń oraz popularyzować zasady bezpiecznej eksploatacji [Goldman, Kawalec, 2007: 62].

Aby zapobiec potknięciom trzeba zadbać o to, aby usunąć wszystkie wystające z podłogi elementy, a także zabezpieczyć kable w taki sposób, by nie przeszkadzały pracownikom podczas przemieszczania się. Konieczne jest również odpowiednie dobranie mebli i odpowiednie ułożenie wyposażenia, żeby uniknąć uderzeń. Zastosowanie przepisów zawartych w rozporządzeniach może przyczynić się do zminimalizowania zagrożenia na stanowiskach pracy biurowej.

Mimo, iż w porównaniu z innymi grupami pracowników, pracownicy biurowi nie są w grupie wysokiego narażenia na czynniki powodujące zagrożenia, to należy jak najbardziej zadbać o bezpieczeństwo i stworzenie odpowiednich warunków pracy na tych stanowiskach.

3. Podsumowanie

Zagadnienia dotyczące szkoleń (zarówno te w ujęciu edukacyjnym, jak i społeczno-prawnym) z dziedziny bezpieczeństwa i higieny pracy są bardzo ważnym czynnikiem warunkującym rozwój pracownika. Definicji pojęcia szkolenie można znaleźć bardzo dużo, a każda z nich sprowadza się do tego, że szkolenie ma na celu zdobywanie i poszerzanie kompetencji. Istnieje też wiele klasyfikacji szkoleń, mimo, że wszystkie spełniają te same zadania. Podobnie jest z metodami szkolenia. Wyróżnia się ich wiele, a tak naprawdę wszystkie są sposobem prowadzącym do osiągnięcia tego samego celu: przekazania wiedzy i kształtowania umiejętności z danego zakresu osobom szkolonym. Osiągnięcie tych celów ułatwione jest dzięki zastosowaniu różnego rodzaju środków dydaktycznych, których wybór jest szeroki, a które zostały podzielone według różnych kluczy. To właśnie te przedmioty materialne, oddziałujące na zmysły człowieka pozwalają na łatwiejsze i skuteczniejsze przekazywanie oraz przyswajanie informacji.

Szkolenia z dziedziny BHP warunkują rozwój pracownika. Poprzez szkolenia pracownicy nabywają i uzupełniają wiedzę i rozwijają umiejętności, niezbędne do właściwego wykonywania pracy na danym stanowisku. Szkolenia stwarzają człowiekowi możliwość dodatkowego rozwoju kompetencji zawodowych, a także sprzyjają rozwijaniu pożądanых cech osobowości, poszerzaniu horyzontów myślowych [Kostera, 1999: 109].

Dzięki szkoleniom z dziedziny bezpieczeństwa i higieny pracy, pracownicy nabywają umiejętności bezpiecznego organizowania sobie pracy, a także zdobywają niezbędną wiedzę z tego zakresu. Należy więc pamiętać, że aby szkolenie przyniosło zamierzone efekty, trzeba odpowiednio dobrać metodę szkoleniową, przygotować odpowiednie materiały dydaktyczne. Szkolenia dla pracowników administracyjno-biurowych również powinny być przygotowane jak najlepiej, aby pracownicy zdobyli nowe umiejętności i zaktualizowali zdobytą wcześniej wiedzę. Szkolenia powinny odbywać się w sprzyjających warunkach, prowadzone w odpowiedniej formie, tak by pracownicy zdobyli jak najskuteczniej wiedzę i efektywnie umieli zastosować ją w praktyce, a także potrafili stwarzać bezpieczne i higieniczne warunki pracy sobie i współpracownikom.

Bibliografia

20. ARMSTRONG M., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Kraków 2000.
21. BARON-POLAŃCZYK E., *Multimedialne materiały dydaktyczne. Projektowanie i wykorzystywanie w edukacji techniczno-informatycznej*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2006.
22. BARON-POLAŃCZYK E., *Organizacja i metody szkolenia w zakresie BHP*, Prezentacje przedmiotowego wykładu, Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2014.
23. BEREŻNICKI F., *Dydaktyka kształcenia ogólnego*, Wyd. „Impuls” Kraków 2001.
24. GOLDMAN K., KAWALEC W., *BHP Poradnik dla pracodawców i innych osób kierujących pracownikami*, Wyd. Sanbonus, Sandomierz 2007.
25. GOLDMAN K., KAWALEC W., *Materiał dydaktyczny do szkoleń okresowych w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy*, Wyd. Sanbonus, Sandomierz 2007.
26. JARGIŁO J., *Poradnik pedagogiczny. Metodyka instruktazu stanowiskowego w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy*, Wyd. Sanbonus, Sandomierz 2007.
27. KOSTERA M., *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1999.
28. KUPISIEWICZ CZ., *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Polska Oficyna Wydawnicza „BGW”, Warszawa 1996.
29. ŁAGUNA M., FORTUNA P., *Przygotowanie szkolenia czyli jak dobry początek prowadzi do sukcesu*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Sopot 2008.
30. ŁAGUNA M., *Szkolenia*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2008.
31. MARCINÓW T., *Szkolny słownik wyrazów obcych*, Wyd. Klub Świat Książki, Warszawa 1999.

32. MCKENNA E., BEECH N., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wyd. FELBERG SJA, Warszawa 1999.
33. OKOŃ W., *Treść, proces, metody wychowania* [w:] Suchodolski B., *Pedagogika*, PWN, Warszawa 1980.
34. OKOŃ W., *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Wyd. Żak, Warszawa, 2003
35. RĄCZKOWSKI B., *BHP w praktyce*, Wyd. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2006.
36. SUCHODOLSKI B., *Trzy rodzaje wychowania i jego rola w cywilizacji współczesnej* [w:] Suchodolski B. (red.), *Pedagogika*, PWN, Warszawa 1980.
37. TOKARSKI T., *Ergonomia pracy z laptopem*, Wyd. GIP, Warszawa 2011.
38. WAŹ P., SŁOMKA A., NOWAK A., KOCIOŁEK K. T., *Pracodawca i kierownik. Materiały dydaktyczne do szkolenia okresowego z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy*, Wyd. Tarbonus, Kraków-Tarnobrzeg 2014.
39. ZIELIŃSKI L., *22 zadania służby BHP. Standardy działania*, Wyd. SIGMA-NOT, Kraków 2009.
40. KACZMARSKA A., AUGUSTYŃSKA D., MIKULSKI W., *Hałas w pomieszczeniach biurowych – metody ograniczania*, Wyd. CIOP-PIB, 2004, http://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/12536/2013031212119&bezp_10_2004_r._s11_15.pdf [03.09.2014].
41. *Metoda*, <http://sjp.pwn.pl/szukaj/metoda.html> [25.10.2014].
42. PAWLAK A., *Oświetlenie miejsc pracy we wnętrzach – nowa norma oświetleniowa*, Wyd. CIOP-PIB, 2004, http://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/12535/201303121258&bezp_10_2004_r._s6_10.pdf [03.09.2014].
43. *Szkolenie I*, <http://www.pifs.org.pl/slownikpojec/20.html> [25.08.2014].
44. *Kodeks Pracy*, OD.NOWA, Kielce 2012.
45. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz. U. 2004 nr 180 poz. 1860.
46. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz. U. 1997 nr 129 poz. 844.
47. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 9 października 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz. U. 2007 nr 196 poz. 1420.

* Artykuł prezentuje wybrane zagadnienia pracy dyplomowej pt. „Szkolenia w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych (na przykładzie Zespołu Szkół nr 1 w Szprotawie)”, opracowanej pod kierunkiem dr hab. Euniki Baron-Polańczyk, prof. UZ (Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2015).

WPLYW HAŁASU I INFRADŹWIĘKÓW NA SPRAWNOŚĆ PSYCHOMOTORYCZĄ

Edward Kowal, Patryk Krupa

1. Wstęp

Niniejsza praca poświęcona jest ocenie wpływu hałasu i infradźwięków na sprawność psychofizyczną człowieka. Podjęcie tematu badań ma na celu ocenę wpływu przeszkadzających czynników zewnętrznych w procesie edukacji na poziom sprawności psychofizycznej uczniów szkoły średniej. W subiektywnej ocenie osób uczących się i pracujących w szkole najbardziej dokuczliwym czynnikiem jest hałas komunikacyjny pochodzący od sąsiadującej linii kolejowej, ruchliwej arterii komunikacyjnej i przystanku autobusowego. Wykonane badania sprawności psychofizycznej wśród uczniów w odmiennych warunkach akustycznych, pozwalają na szczegółową analizę wpływu hałasu i infradźwięków na obniżenie koncentracji uwagi, zwolnienie procesów myślowych, obniżenie zdolności spostrzegania. Wyznacznikiem zmniejszenia efektywności uznano procentowy wynik pogorszenia reakcji w przeliczeniu na 1 dB.

2. Wyjaśnienie terminów

2.1. Hałas

Hałas to dźwięk, który w określonym miejscu i czasie jest niepożądany lub szkodliwy dla zdrowia człowieka [4]. Wywołuje stres, narastanie zmęczenia, wpływa negatywnie na układ naczyniowy, stanowi zagrożenie dla organu słuchowego.

Trzy formy oddziaływania hałasu:

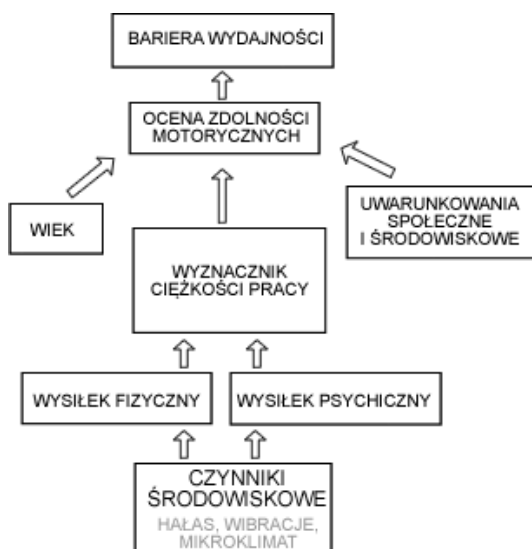
- dokuczliwość hałasu (hałas jako czynnik dokuczający),
- zakłócenia spowodowane hałasem (hałas jako element zakłócający przeprowadzanie zwyczajnych czynności i osłabiający wydajność pracy),
- szkody wywołane hałasem (hałas jako czynnik sprawczy zmian wegetatywnych i dysfunkcji wewnętrznego narządu słuchu).

2.2. Infradźwięki [2]

Infradźwiękami nazywamy dźwięki lub hałas, jakich widmo częstotliwości zawarte jest głównie w obrębie od 1 do 20 Hz.

2.3. Sprawność psychomotoryczna

Na sprawność psychomotoryczną (nazywaną również zdolnościami motorycznymi) wpływa kilka czynników takich jak osobowościowe czy zewnętrzne. Pośród czynników zewnętrznych wyróżnić można: forma pracy i wiążący się z nią wysiłek fizyczny lub psychiczny, czas pracy i warunki higieniczne miejsca pracy. Sprawność psychomotoryczną dzieli się zasadniczo na dwie podstawowe grupy: koordynacja i kondycja. Kryteriami sprawności kondycyjnej są przede wszystkim: siła, szybkość i wytrzymałość. Natomiast sprawność koordynacyjną warunkują takie zdolności jak: przystosowanie się do zmian, reakcja na bodźce, orientacja terenowa, koordynacja ruchów itp. [8].



Rysunek 1. Czynniki kształtujące poziom sprawności psychomotorycznej [8]

W istocie wymienione wyżej dwa rodzaje zdolności wzajemnie na siebie wpływają i uzupełniają się. Przyjmuje się, że w wieku około 30 lat osiąga się optymalną biegłość motoryczną.

2.4. Czas reakcji [17]

Omawiając zagadnienia związane ze sprawnością psychomotoryczną, warto zwrócić uwagę na definicję czasu reakcji. Brzmi ona następująco: „Czas reakcji, czas który upływa od momentu odebrania informacji do chwili rozpoczęcia ruchu będącego odpowiedzią na zaobserwowany sygnał.”

Czas reakcji (nazywany również utajnienia reakcji) różni się w zależności od tego, jaki analizator jest odbiorcą sygnału. Różne warianty sygnałów ilustruje tab. 1. Sygnalizacja kontaktowa (dotykowa) wydaje się najstarsza, stąd względnie najlepszy czas reakcji.

Tab. 1. Czas reakcji prostej przy sygnałach odbieranych przez różne zmysły

Analizator (i jakość sygnału)	Przeciętny czas reakcji [ms]
Dotykowy	90-200
Słuchowy (dźwięk)	120-180
Wzrokowy (światło)	150-220
Węchowy (zapach)	310-390
Temperatury (ciepło, zimno)	280-1600
Bólu	130-890

Źródło: [17]

2.5. Zdolność do pracy umysłowej w ciągu doby

Według badań Centralnego Instytutu Ochrony Pracy, najwyższa sprawność psychomotoryczna wypada w ciągu dnia w godzinach 8:00-10:00 oraz 14:00-16:00. Najniższa sprawność przypada w godzinach nocnych i jest to czas w godzinach 23:00-01:00 [3].

Rytm dzienny cechuje mały spadek sprawności umysłowej około południa. Istnieją różne składowe modyfikujące proces prezentowanych aspektów, związane z rodzajem wykonywanego zadania, a ściślej z towarzyszącym mu zmęczeniu czy znużeniu.



Rysunek 2. Zdolność do pracy umysłowej w ciągu doby [3]

2.6. Wpływ wieku i płci na sprawność [5]

Płeć i wiek człowieka odgrywają istotną rolę w sprawności fizycznej i zdolności umysłowej w działaniach jakie wykonuje człowiek. Odzwierciedla się to w dużej mierze na wydajność działania.

Różnice pod względem sprawności ukazują się w wieku ok. 15 lat. Układ kostny u ludzi rozwija się do 24-25 roku życia. Kobiety są nieco niższe od mężczyzn średnio o ok. 7% a różnica w wadze wynosi u kobiet ok. 17% mniej niż u mężczyzn. Kończyny kobiecego ciała są względnie i bezwzględnie mniejsze od kończyn męskich. Podczas wzmożonego wysiłku fizycznego, serce kobiety przetacza mniej krwi niż serce mężczyzny, przez co wydolność tlenowa jest 25-30% mniejsza. Podczas wykonywania zadań u kobiet zaobserwować można nieco większą ilość skurczów serca na minutę niż u mężczyzn. Akcja serca u kobiet wolniej powraca po wysiłku do stanu normalnego (spoczynkowego).

Podsumowując, młodzi ludzie mają predyspozycje do zadań siłowych, zrywkowych i zręcznościowych. Cechują się oni szybszą przemianą materii, co powoduje też większe zapotrzebowanie na energię aniżeli u dorosłych. Charakteryzują się również wahaniami układu nerwowego, czułością na warunki środowiska i szybko ulegają oddziaływaniu środowiska zważywszy na rozwój płciowy. Młodzi ludzie źle znoszą długotrwałe prace stojące. Tymczasem starsze osoby znacznie lepiej radzą sobie od młodych w zadaniach długotrwałych, które wymagają wytrzymałości i silnej woli.

W czasie życia uwidacznia się u osób stały i prawie rytmiczny spadek wydolności, a kształtuje się on następująco:

- 25 lat – 100%,
- 50 lat – 70%,
- 70 lat – 55%.

W czasie prac wymagających dużego skupienia i dokładności (np. instalacja elementów elektronicznych) płęć żeńska wykazuje się średnio o 6% lepiej aniżeli płęć męska i podobnie jak mężczyźni wykonują zadania kładące nacisk na współpracy zmysłu wzroku z ruchami palców rąk. W takim przypadku można stwierdzić, że domeną kobiet są zadania wymagające zręczności (sprytu), kiedy to mężczyzna posiada zdolność do wykonywania zadań wymagających siły.

Wgłębiając się w temat niniejszej pracy można również nawiązać do temperamentu i sprawności badanych osób. Niewidoczny, ale mający znaczący wpływ na wyniki badań. Już w starożytności posługiwano się czterema głównymi rodzajami temperamentów [8]:

- Choleryczny - silna wrażliwość, spora impulsywność;
- Sangwiniczny - słaba wrażliwość, dużą impulsywność;
- Melancholiczny - silna wrażliwość, mała impulsywność;
- Flegmatyczny - słaba wrażliwość, mała impulsywność;

Znany fizjolog Pawłow sklasyfikował typy układu nerwowego, formułując takie kryteria: siła, równowaga oraz ruchliwość procesów. Opierając się na tych podstawowych atrybutach układu i efekcie eksperymentów wykonywanych metodą odruchów warunkowych osiągnął cztery zasadnicze typy [8]:

- silny, zrównoważony, ruchliwy – typ żywy;
- silny, zrównoważony, inertny – typ spokojny, powolny;
- silny, niezrównoważony (pobudzenie z hamowaniem) – typ pobudliwy, niepohamowany;

- słaby.

Pawłow zestawia swoje typy następująco [8]:

- pobudliwy z temperamentem cholerycznym,
- melancholiczny z zahamowaniem,
- spokojny i żywy z flegmatycznym i sangwinicznym.

3. Metodologiczne podstawy badań

3.1. Metody i techniki badawcze

Główny cel badań postanowiono osiągnąć przy wykorzystaniu metod badawczych określonych jako eksperyment pedagogiczny oraz aparaturowe metody pomiarowe sprawności psychofizycznej. W literaturze zaleca się wprowadzenie do badań dodatkowego czynnika [11].

W tym przypadku czynnikiem dodatkowym jest prowadzenie eksperymentu w salach lekcyjnych o zwiększonym, a następnie o zmniejszonym natężeniu hałasu.

Weryfikując założenia problemu badawczego, dążono do udzielenia odpowiedzi następujące pytanie: Jaki wpływ ma hałas na sprawność psychofizyczną oraz o ile obniży się sprawność psychomotoryczna na 1 dB.

3.2. Narzędzia badawcze

Aparat krzyżowy

AK/ATB 2.0 – Aparat stosowany do badań w psychologii pracy, psychologii transportu, psychologii sportu i innych badaniach naukowych [9].

Za pomocą aparatu można zbadać następujące cechy psychiczne [10]:

- szybkości reakcji psychomotorycznej,
- koncentracja uwagi,
- dokładności spostrzegania,
- szybkość podejmowania decyzji,
- odporność na stres i zmęczenie.



Rysunek 3. Aparat krzyżowy [16]

Badane cechy psychiczne [1]: szybkości reakcji psychomotorycznej, odporność na zmęczenie, koncentracja uwagi, szybkość podejmowania decyzji, dokładności spostrzegania, stosowany także w diagnostyce klinicznej.

Tryby pracy aparatu [1]: tempo narzucone 30, 40, 50, 70, 90, 120 bodźców na minutę; tempo dowolne; ilość bodźców 49, 73, 98;

Wyniki [1]: średnia czasów reakcji, liczba błędów, czas minimalny i maksymalny;

SVAN 912AE

SVAN 912A (AE) jest cyfrowym analizatorem i miernikiem dźwięku oraz drgań klasy 1. Przyrząd ten jest przeznaczony do wykonywania: pomiarów akustycznych, monitorowania hałasu w środowisku, pomiaru zagrożeń w miejscu pracy, oceny wpływu drgań na człowieka oraz monitorowania stanu maszyn [6].



Rysunek 4. Przenośny analizator dźwięku i drgań Svan 912A [6]

3.3. Metody pomiarowe

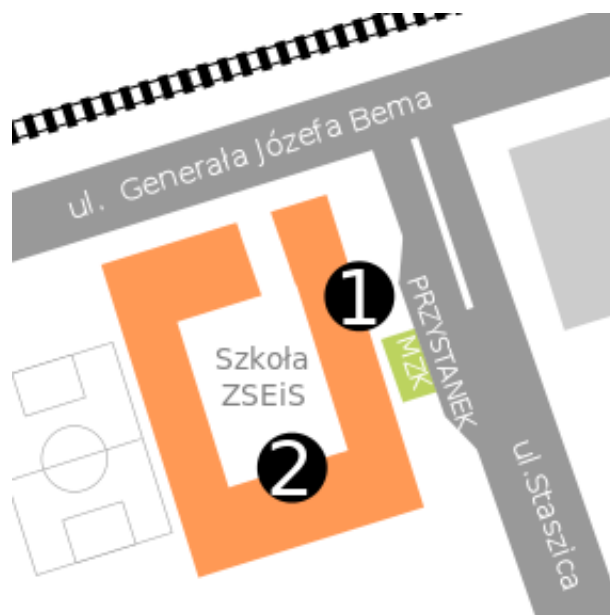
Przed przystąpieniem do badań wykonano orientacyjne pomiary w lokalizacjach, w jakich planowano przeprowadzenie eksperymentu. Analizatorem SVAN 912A dokonano pomiarów poziomu dźwięku w pięciominutowych przedziałach czasowych co kilkanaście minut. Narzędzie pomiarowe usytuowane było na środku Sali lekcyjnej w pozycji pionowej (mikrofon skierowany w górę). Po otrzymaniu wyników, które potwierdzały założenia w różnicach poziomów akustycznych, rozpoczęto badania. W trakcie badań nadal prowadzono pomiary kontrolne.

Otrzymane wyniki z pomiarów, mogły być porównywane z wartościami dopuszczalnymi w normach [12, 13, 14, 15].

4. Realizacja celów

Budynek Szkoły usytuowany jest przy skrzyżowaniu ulic Stanisława Staszica i Józefa Bema. Ponadto, od strony ul. Staszica szkoła graniczy z przystankiem autobusowym a nieopodal przebiega linia kolejowa. Podsumowując szkoła znajduje się w niekorzystnych warunkach do pracy i nauki, gdzie pożądana jest cisza i spokój.

Eksperyment prowadzono w dwóch klasach. Klasa pierwsza (nr 1 na mapie, rys. 5) znajduje się na pierwszym piętrze od ul. Staszica. Druga klasa (nr 2 na mapie, rys. 5) mieści się na parterze od strony dziedzińca. Klasy te stanowiły dwa różne warunki pracy pod względem akustycznym, w których klasa nr 1 charakteryzowała się warunkami o większym natężeniu akustycznym.



Rysunek 5. Lokalizacja sal badawczych w Zespole Szkół Elektronicznych i Samochodowych

Badania na sprawność psychomotoryczną prowadzono w taki sposób, aby wyeliminować efekt uczenia się. Najpierw przeprowadzono kilka serii testów mających na celu zapoznanie się z aparaturą, następnie przystąpiono do badań właściwych.

5. Opis wyników badań

5.1. Wyniki pomiarów hałasu

Przeprowadzone pomiary dotyczyły dwóch rodzajów hałasu. Pierwszy pomiar dotyczył hałasu słyszalnego (filtr A&C) natomiast drugi hałasu niesłyszalnego - infradźwiękowego (filtr G). Wyniki natężenia dźwięku w poszczególnych miejscach przedstawiono w tabeli nr 2.

Tab. 2. Pomiary hałasu

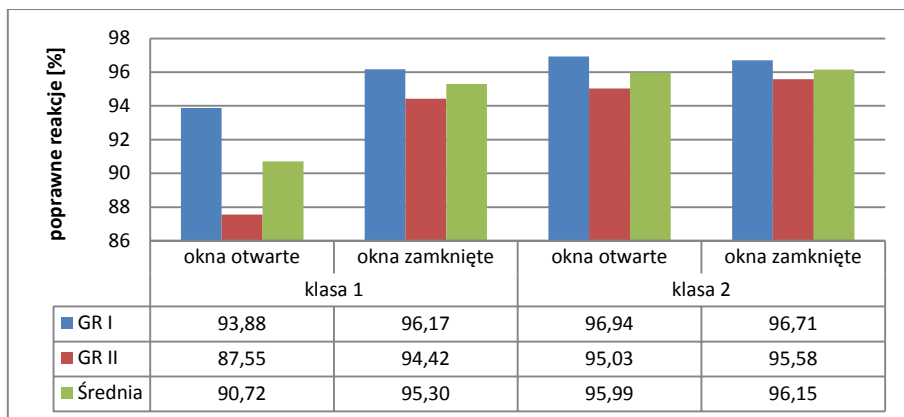
Miejsce pomiaru	Średni [dB]	Maksymalny [dB]	Minimalny [dB]	PeakC [dB]
Hałas słyszalny /filtr C&A				
Klasa 1	53.5	65.6	44.4	94.1
Klasa 2	45.2	52.8	34.7	88.3
korytarz /przerwa	81.9	92.1	65.4	102.3
Hałas infradźwiękowy /filtr G				
Klasa 1	89.4	97.8	67.3	105.8
Klasa 2	66.2	85.9	59.2	96.5

5.2. Wyniki badań

Uzyskane wyniki sklasyfikowano wg następujących wytycznych:

- poprawne reakcje,
- odchylenie standardowe poprawnych reakcji,
- średnie czasy reakcji;

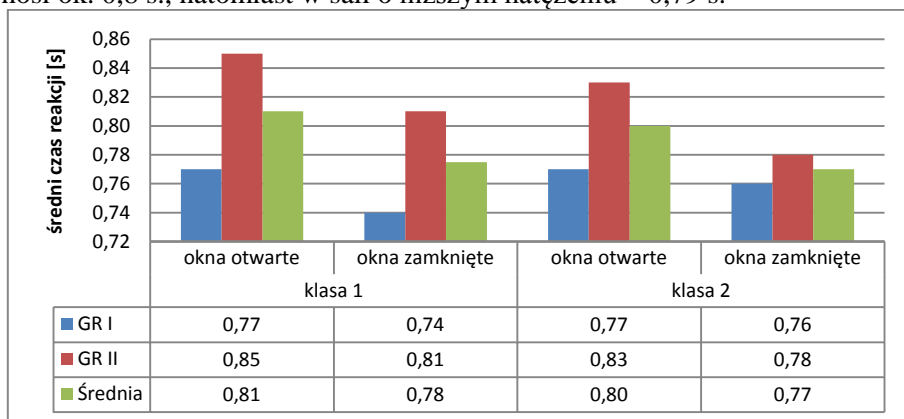
Rysunek 6. przedstawia rezultaty poprawnych reakcji na bodźce obu grup badawczych z poszczególnych miejsc. Podczas badań w większym natężeniu hałasu (sala nr 1), obie grupy radziły sobie gorzej, niż w przypadku mniejszego natężenia (sala nr 2).



Rysunek 6. Poprawne reakcje

Wstępnie zaobserwowano znaczną przewagę poprawnych reakcji grupy I nad grupą II. Średni procent poprawnych reakcji w klasie 1 wahał się od ok. 90% do 95%, natomiast w klasie 2 wynosił w granicach 96%.

Czasy reakcji pomiędzy obiema salami nieznacznie się różnią. Uwidocznione są one na rysunku nr 7. W sytuacji sali o bardziej natężonym hałasie średni czas reakcji wynosi ok. 0,8 s., natomiast w sali o niższym natężeniu - 0,79 s.



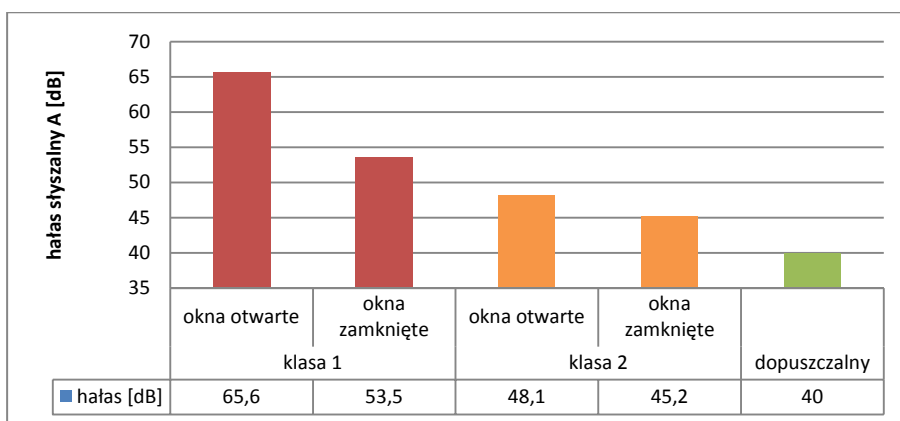
Rysunek 7. Średni czas reakcji

6. Analiza pomiarów i wyników badań

6.1. Analiza pomiarów

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można wywnioskować, iż wszelkie otrzymane wartości, w mniejszym lub większym stopniu, przekraczają dopuszczalne poziomy dźwięku (rys. 8). Jako dane akceptowane przyjęto poziom dźwięku wg normy PN-87/B-02151/02, w której mowa o tolerowanym poziomie dźwięku A do 40 dB, w klasach i salach szkolnych (za wyjątkiem pracowni zajęć technicznych).

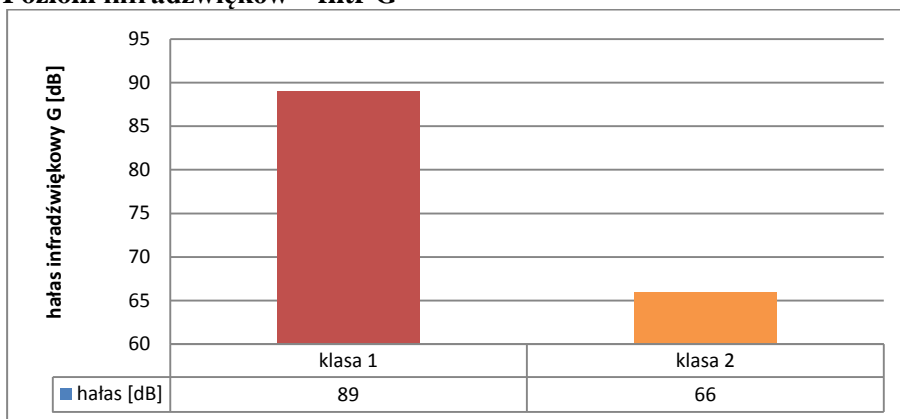
Poziom dźwięku słyszalnego – filtr A



Rysunek 8. Poziom dźwięku słyszalnego - filtr A

Największym natężeniem dźwięku charakteryzuje się klasa od strony ulicy. Przy zamkniętych oknach natężenie dźwięku w sali wynosi 53,5 dB. Po otwarciu okien hałas wzrasta o 12,1 dB co powoduje przekroczenie dopuszczalnej wartości o 25,6 dB. W klasie od strony dziedzińca sytuacja jest nieco gorsza od dopuszczalnej. Do klasy z zamkniętymi oknami dociera hałas 45,2 dB, natomiast po otwarciu okien 48,1.

Poziom infradźwięków – filtr G



Rysunek 9. Poziom natężenia infradźwięków w klasach

W przypadku natężenia hałasu infradźwiękowego (filtr G), akceptowalnym wynikiem wg normy (PN-Z-01338:2010) jest 86 dB. Wynik przedstawiony na rysunku 9. przedstawia otrzymane wartości podczas mierzenia poziomu hałasu G w salach badawczych. Klasa nr 2 (od strony dziedzińca) spełnia wymogi normy, jednakże klasa nr 1 przekracza dopuszczalne wartości o 3 dB. Różnica natężenia hałasu poziomu G między klasami wynosi 23 dB.

6.2. Analiza wyników

Wyniki różnic natężenia hałasu między lokalizacjami oraz poprawnych reakcji na bodźce (w tych lokalizacjach), uzyskane podczas wcześniejszych pomiarów zaprezentowano w tab. 2. Wyniki zaprezentowano na cztery sposoby oraz wyznaczono z nich wartość średnią:

- Klasa od ulicy (okna otwarte/zamknięte)
- Klasa od dziedzińca (okna otwarte/zamknięte)
- Okna otwarte (ulica/dziedziniec)
- Okna zamknięte (ulica/dziedziniec)
- Średnia

Tab. 3.: Zestawienie różnic poziomów dźwięku i poprawnych reakcji

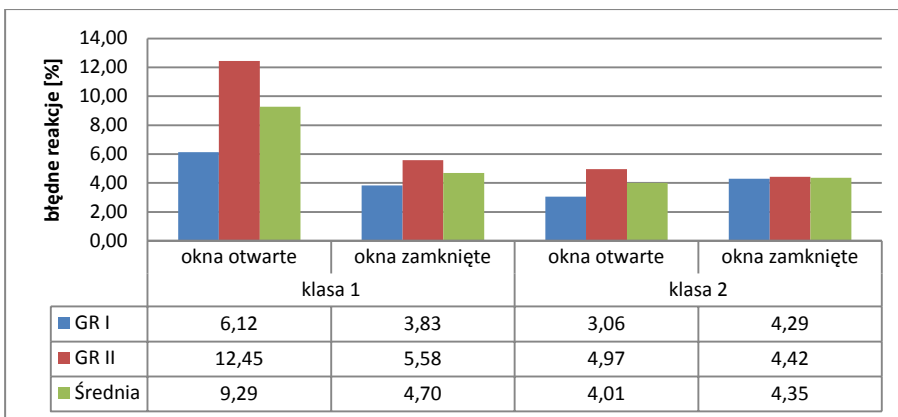
Lokalizacja	Różnica poziomu dźwięku [dB]	Różnica poprawnych reakcji [%]
Klasa 1 okna otwarte /zamknięte	12.1	4.59
Klasa 2 okna otwarte /zamknięte	2.9	-0.33
Okna otwarte klasa 1/ klasa 2	17.5	5.27
Okna zamknięte klasa 1/ klasa 2	8.3	0.35
Średnia	10.2	2.47

Różnica średnich wartości natężenia hałasu wyniosła 10,2 dB, powodując przy tym pogorszenie reakcji o 2,47%. Przeliczając powyższy wynik na 1 dB – pogorszenie reakcji wynosi 0,24%.

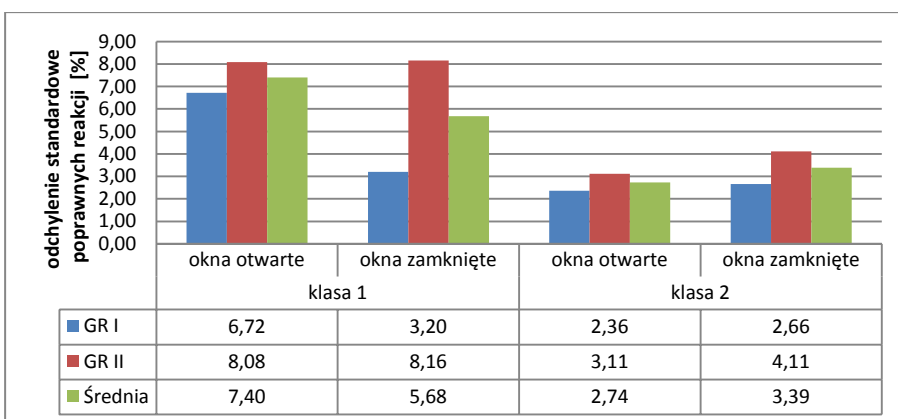
Miejsca, które charakteryzowały się większym natężeniem hałasu, skłaniały badane osoby do popełniania większej ilości błędów (rys. 10). Podobną sytuację zaobserwowano w przypadku odchylenia standardowego poprawnych reakcji (rys. 11). W klasie o wyższym natężeniu dźwięku rozbieżność poprawnych reakcji od średniej była większa i wyniosła 6,54%. Wyniki odchylenia w drugiej klasie charakteryzują się wynikiem blisko o połowę mniejszym – 3,07%.

6.3. Wnioski z przeprowadzonych badań

Przedstawione wyniki na podstawie własnych badań skłaniają do sformułowania wniosków dotyczących wpływu hałasu na sprawność psychomotoryczną:



Rysunek 10. Błędne reakcje



Rysunek 11. Odchylenie standardowe poprawnych reakcji

- Hałas ma znaczący wpływ na sprawność psychomotoryczną. Bazując się na prowadzonych badaniach w Zespole Szkół Elektronicznych i Samochodowych, między oknami otwartymi a zamkniętymi oraz klasą usytuowaną od ulicy a klasą usytuowaną od dziedzińca, wynikają różnice w wynikach badań nad sprawnością psychomotoryczną. Obliczenia dowiodły, że w przypadku badanych grup, obniżenie sprawności na 1 dB wyniosło 0,24%.
- Infradźwięki powodują obniżenie sprawności. Opierając się na wynikach pomiarów wykonanych do badań w ZSEiS, w jednej klasie odnotowano występowanie infradźwięków przekraczających dopuszczalne normy. W klasie tej dostrzeżono zmniejszenie sprawności względem klasy, gdzie infradźwięki nie występowały.

Podsumowanie

Podjęty temat w niniejszym artykule dotyczy wpływu hałasu na sprawność psychomotoryczną oraz stopnia obniżenia koncentracji i zdolności spostrzegania w przeliczeniu na 1 dB. Bazując się na przeprowadzonych pomiarach w Zespole Szkół Elektronicznych i Samochodowych przekroczone zostały normy dopuszczalnych wartości natężenia hałasu. Między klasami usytuowanymi w odmiennych warunkach akustycznych, panuje różnica w skali hałasu 12,9 dB. Eksperyment wykazał spadek poprawnych reakcji między tymi salami badawczymi o 3,06 %. Odchylenie standardowe celnych trafień w sali o większym hałasie przejawiało większą rozbieżność o 3,48% a czas reakcji był gorszy o 0,01s. Z obliczeń wynika, że w przypadku badanych grup, sprawność psychofizyczna obniża się o 0,24% na 1 dB.

Autorzy mają nadzieję, że przedstawione wyniki badań zwrócą uwagę na poprawę warunków nauki i pracy w obiektach, gdzie występuje zwiększony wysiłek umysłowy.

Bibliografia

1. Alfa-Electronics , KRZYŻOWY - Aparatura do psychologicznych badań kierowców - stereometr, wirometr, piórkowski, landolta, noktometr, <http://www.alfa-electronics.eu/index.php/aparat-krzyzowy> [20.12.2014].
2. Augustyńska D., *Ochrona przed hałasem i drganiami w środowisku pracy*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1999r.
3. BHP info - Rytmy biologiczne człowieka, <http://archiwum.ciop.pl/15705.html> [19.12.2014].
4. Górská E., *Ergonomia*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002r.
5. Jasiński J., *Praca a zmęczenie*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa, 1967.
6. Kołtyś K., Svantek Analizator dźwięku i drgań [online]. 2006, <http://svantek.com.pl/pub/files/File/produkty/datasheet/SVAN912AE_pl.pdf>
7. Kowal E., *Wpływ warunków pracy na sprawność psychomotoryczną*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2008r.
8. Kowalczuk R., Sieczyński T., *Psychologia i socjologia pracy*, WSIP, Warszawa 1987.
9. Majchrzak P., Alfa-Electronics aparaty do psychologicznych badań kierowców [online], 2014, <<http://www.alfa-electronics.eu/index.php/aparat-krzyzowy>>
10. Pilarski P., Pracownia psychologiczna [online], 2014, <www.pbp-pilarski.pl/aparatura.html>
11. Pilch T., *Zasady badań pedagogicznych*, Warszawa, Wydawnictwo Akademickie „Żak”, 1998
12. PN-94/N-01307 : Hałas. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące przeprowadzania pomiarów.

13. PN-B-02151-02:1987 : Akustyka budowlana -- Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach -- Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
14. PN-EN ISO 9612:2011: Akustyka -- Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna.
15. PN-Z-01338:2010 : Hałas infradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomów ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
16. Przebieg badania psychotechnicznego - SENSUM. Pracownia badań psychotechnicznych, [online] 2014, <<http://sensum.slask.pl/?przebieg-badan-na-aparatach-psychotechnicznych>>
17. Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985.

SZKOLENIA W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRACOWNIKÓW NA STANOWISKACH ROBOTNICZYCH*

Hanna Konieczna

1. Wstęp

W dobie XXI wieku ludzie zmierzają w stronę unowocześnienia wielu dziedzin z życia. Pojawiają się nowoczesne techniki, nowatorskie sposoby konstrukcyjne, w obiegu dostępne są szeroko rozwinięte systemy internetowe, pierwsze miejsce stanowią niezaprzeczalnie elektronizacja i komputeryzacja. Zmiany te zachodzą również we współczesnych zakładach pracy oraz sposobach jej wykonywania. Pracownik, mimo, iż wydawać by się mogło, że jedynie „czuwa” nad pracą innowacyjnych maszyn i urządzeń, musi mieć zapewnione bezpieczeństwo i higienę pracy. Obowiązek ten spoczywa na właścicielu firmy i obejmuje swym zasięgiem wszystkich pracowników. Najważniejszą istotę odgrywa więc mentalność i świadomość, kształtowane przede wszystkim podczas szkoleń BHP, które uznać można za motor napędowy rozwoju wszystkich osób tworzących zakład pracy.

Branżowe Rady ds. Szkolenia pojawiły się już w latach 60 XX wieku w Anglii i to one wpłynęły na wzrost zainteresowania szkoleniami. Zwracały uwagę na zdobycie umiejętności oraz na osiągnięcia płynące z programu szkoleń [Armstrong, 2000: 451-452]. Obecnie szkolenia uczą szerzej, przede wszystkim jak chronić się przed szkodliwymi i niebezpiecznymi czynnikami występującymi w środowisku pracy, jak postępować w sytuacjach zagrożenia, jak unikać wypadków przy pracy. Szkolenia zapoznają pracownika z prawami i obowiązkami. Prowadzone systematycznie odświeżają wiedzę zatrudnionych osób, przypominając o najważniejszych aspektach bezpiecznej pracy.

Podjęte w opracowaniu rozważania dotyczą teoretycznych podstaw szkoleń w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP). Ujmują zagadnienia związane ze szkoleniami warunkującymi rozwój człowieka (ujęcie edukacyjne) oraz szkoleniami warunkującymi rozwój pracownika (ujęcie społeczno-prawne) [Baron-Polańczyk, 2014]. Poruszają także kwestie dotyczące czynników środowiska pracy, które powodują zagrożenia dla BHP pracowników na stanowiskach robotniczych.

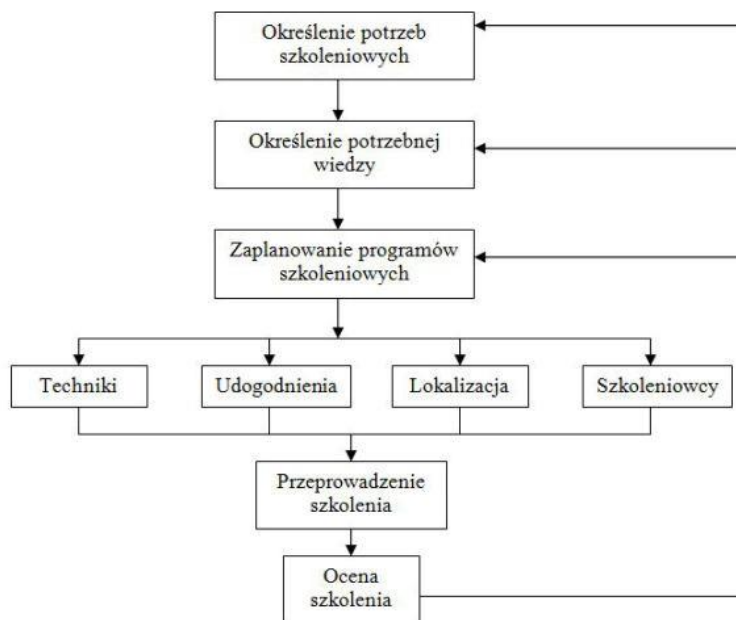
2. Szkolenie w ujęciu pedagogicznym

Szkolenie w pedagogice to według Wincentego Okonia [1984: 298] „kształtowanie prostych umiejętności i nawyków praktycznych, wymagających minimalnego przygotowania teoretycznego”. W latach 60 XX wieku w Anglii

powołano do życia Branżowe Rady ds. Szkolenia, które w znacznym stopniu przyczyniły się do wzrostu zainteresowania szkoleniami. Z początku uwagę zwracano przede wszystkim na zdobycie umiejętności oraz na osiągnięciach płynących z programu szkoleń. Tak powstały szkolenia systematyczne [Armstrong, 2000: 451-452], zaplanowane, aby zaspokoić nietypowe wymagania. Są zaprojektowane i zarządzane przez osoby posiadające wiedzę, jak należy szkolić oraz jak oceniać oddziaływanie szkolenia. Systematyczne szkolenie posiada cztery etapy: 1) zdefiniowanie potrzeb szkoleniowych; 2) ustalenie, jaki charakter szkolenia będzie w stanie zaspokoić zaistniałe potrzeby; 3) zastosowanie wiedzy oraz doświadczenia obeznanych szkoleniowców niezbędnych do zaprojektowania i zrealizowania szkolenia; 4) nadzorowanie oraz ocena szkolenia konieczne do uzyskania pewności, czy osiągnęło ono zamierzone skutki.

Według M. Armstronga (zob. Rys.1), proces szkolenia wszechstronnie opisuje szkolenie planowane, zdefiniowane przez J. Kenney'a i M. Reida [za: Armstrong, 2000: 452-453] jako „celowa interwencja zmierzająca do nabycia wiedzy niezbędnej do osiągnięcia lepszych efektów”. Na proces szkolenia planowanego składają się kolejno etapy:

1. Wyznaczenie oraz sformułowanie potrzeb szkoleniowych – polegające na rozpatrywaniu potrzeb przedsiębiorstwa, załogi, zawodu, pracowników związanych z nowo poznanymi umiejętnościami, wiedzą oraz kompetencjami. Ocena odnosi się zarówno do istniejących problemów, które trzeba rozwiązać, jak również do przyszłego zapotrzebowania. W tej fazie postawione zostały kroki dotyczące obszaru szkolenia i najdogodniejszej metody rozwiązania danego problemu.
2. Wyznaczenie potrzebnej wiedzy – istotne jest, aby precyzyjnie określić niezbędne umiejętności, zasób wiedzy, kompetencje, a także postawy.
3. Określenie celów szkolenia – dotyczy wszystkiego, czego pracownicy powinni się nauczyć, jak również tego, co osiągnąć powinni po przebyciu szkolenia.
4. Zaprojektowanie programów szkolenia – powinny być one tak zaplanowane, aby realizowały potrzeby oraz cele dzięki powiązaniu umiejętności szkoleniowych z odpowiednią lokalizacją.
5. Uzgodnienie, kto prowadzi szkolenie – należy podjąć decyzję, czy szkolenie przeprowadzone zostanie przez pracownika organizacji, czy spoza niej. Równocześnie powinno się określić podział odpowiedzialności między pracowników, liderów zespołów, menadżerów oraz dział szkoleń.
6. Prowadzenie szkolenia – należy zorientować się, czy zostały zastosowane właściwe środki szkoleniowe, pozwalające pracownikom zdobyć nieznaną dotąd umiejętność, wiedzę, nowych kompetencji oraz postaw.
7. Ocena szkolenia – to kontrolowanie skuteczności szkolenia, a także jego wpływu, w celu zdobycia pewności, że cele szkoleniowe zostały osiągnięte.
8. Zmiana bądź też rozszerzenie szkolenia – określenie po przeanalizowaniu oceny, w którym punkcie program szkoleniowy musi być zmieniony, a także sposób, w jaki można zaspokoić ewentualne nowe potrzeby szkoleniowe [Armstrong, 2000: 452-453].



Rys. 1. Proces szkolenia planowanego [Armstrong, 2000: 452]

Szkolenie nazywane są przeróżne formy i czynności doskonalenia umiejętności, podnoszenia kwalifikacji i rozwijania wiedzy w wielu obszarach. Wyróżnić można dwa rodzaje pojmowania szkoleń: szerokie i wąskie [Łaguna, Fortuna, 2008: 12]. Kinga Padzik [za: Łaguna, Fortuna, 2008: 12] definiuje pojęcie wąskiego szkolenia, jako: „zorganizowana forma nauki mająca na celu podniesienia wiedzy z zakresu danej dziedziny, ogólnej świadomości na temat tej dziedziny czy też poznanie zachowań i postaw pozwalających radzić sobie z poszczególnymi problemami w tej dziedzinie. Szkolenie może mieć formę wykładu, warsztatu, symulacji czy ćwiczeń”. Powyższe rozumowanie szkolenia jest ogólnie powszechne. Utożsamiane jest z sytuacją, w której w określonym miejscu, w danym czasie osoba szkoląca aktywuje rozwój wiedzy oraz kompetencji jej uczestników. Bywa również, że szkolenie pojmowane jest w znaczeniu węższym – występuje jako wykład o określonej tematyce, nie obejmujący poszerzenia kompetencji [Łaguna, Fortuna, 2008: 12-13]. Za szerszym pojmowaniem szkoleń opowiada się M. Armstrong [2000: 448]. Przywołuje on pojęcie szkoleń stworzoną przez Manpower Services Commission, która mówi, że szkolenie to „zaplanowany proces zmieniania postawy, wiedzy i umiejętności poprzez uczenie się i osiągnięcie właściwych efektów w zakresie jednego lub kilku zadań. Jego celem jest rozwijanie umiejętności pracowników, aby zaspokoić obecne i przyszłe potrzeby personale organizacji”. Powyższa definicja jest ciekawa, w swym ujęciu przedstawia bowiem trzy najważniejsze obszary rozwoju uczestników: wiedza, umiejętności oraz postawy. Cennym stwierdzeniem jest również ujęcie przez M. Armstronga szkolenia jako procesu, rozumianego na dwa sposoby. Jako ciąg szkoleniowy w postaci cyklu działań koniecznych do przeprowadzenia szkolenia, w których uczestniczy jednostka zamawiająca, szkoląca,

a także uczestnicy. Z drugiej strony pożytywane jest jako proces, który udostępnia różnorodne formy rozwoju kompetencji, ujmowane w poszczególne projekty szkoleniowe [Łaguna, Fortuna, 2008: 13-14].

2.1. Zadania szkoleń

Przed szkoleniami stawia się wiele różnorodnych zadań. Eugene McKenna i Nic Beech [1999: 200-202] uważają, że szkolenie ma za zadanie:

- rozwijać wiedzę i umiejętności ludzi w przedsiębiorstwie, co znacznie przyczyni się do polepszenia jakości wyników pracy, pomniejszenia ilości błędów oraz zminimalizowania marnotrawstwa;
- podwyższać kwalifikacje pracowników, co wzbogaci nie tylko ich, ale również cały proces pracy, przynosząc wiele korzyści zarówno materialnych i niematerialnych;
- usprawniać wykonywane czynności przez pracowników, co uwolni kierowników z procesu związanych z ich korektą;
- wzmacniać pewność pracowników w przypadku wprowadzenia zmian, związanych z zastosowaniem elastycznego sposobu pracy, oraz uformowania pożądanego postaw;
- ulepszać stosunki przedsiębiorstwa ze społeczeństwem, przekazywać przyszłym pracownikom informacje o oczekiwanych cechach oraz kwalifikacjach;
- wspierać utożsamianie pracownika z firmą, co wpłynie na lepsze pojęcie przez niego misji i celów firmy;
- wpływać na zminimalizowanie stopnia zmienności kadr, co przyczyni się do zmniejszenia kosztów dotyczących zwalniania pracowników oraz rekrutacji;
- motywować do osiągnięcia kolejnych nieznanymi umiejętnościami;
- rozpowszechniać wspólną wizję firmy;
- zadawałać potrzeby firmy;
- uczestniczyć w strategii przedsiębiorstwa [McKenna, Beech, 1999: 200-202].

Podobnie M. Armstrong w swojej pozycji [2000: 449] zaznacza, iż skuteczne szkolenie:

- redukuje koszty związane z uczeniem się;
- znacznie zwiększa rezultaty pracy, jakość jej wykonywania;
- zapewnia zróżnicowanie umiejętności pracowników;
- przyciąga pracowników o wysokiej jakości;
- poszerza zaangażowanie pracowników w tworzenie misji firmy oraz realizacji jej celów;
- stwarza pozytywny klimat w firmie;
- znacznie poprawia jakość usług dla klientów [Armstrong, 2000: 449].

Zatem, szkolenie można uznać za motor napędowy rozwoju wszystkich tych, którzy tworzą organizację. Szkolenie wpływa na wzrost wiedzy pracowników, zwiększenie poczucia odpowiedzialności za dobro ogółu oraz na umiejętność radzenia sobie z wymaganiami stawianymi w miejscu pracy. Pozytywnie wpływa na klimat firmy, a także jej funkcjonowanie na rynku pracy [Fortuna, 2008: 13-14].

2.2. Klasyfikacja szkoleń

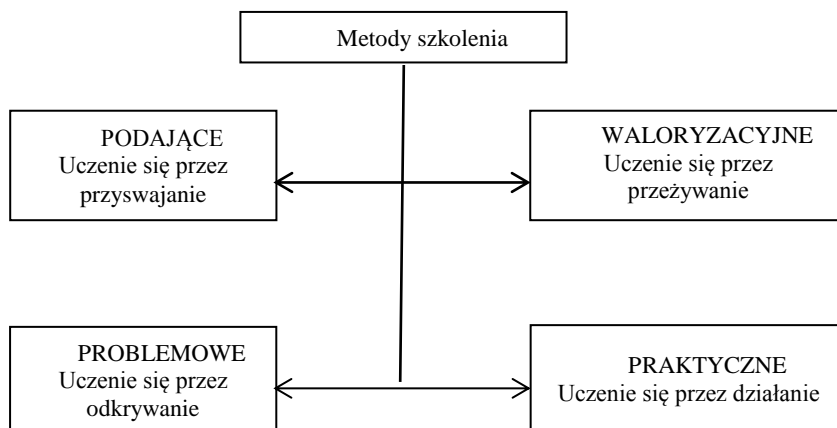
Mając na uwadze tego, który zamawia szkolenie oraz tych, do których jest ono adresowane, wyróżniono trzy główne rodzaje szkoleń: szkolenie zamknięte, szkolenia otwarte i szkolenia w ramach projektów społecznych [Łaguna, Fortuna, 2008: 16-18, 20]. Szkolenie zamknięte projektowane jest na zlecenie danej firmy, przeznaczone jedynie dla osób w niej zatrudnionych. Obejmuje pracowników i kierowników z konkretnego działu, jednostki organizacyjnej, a także jednostek terenowych. Uczestnictwo w powyższym szkoleniu rzadko jest nieobowiązkowe, często występuje w godzinach pracy i jest opłacane przez pracodawcę. Miejscem takiego szkolenia może być pomieszczenie firmy, zarówno szkoleniowej, jak i zamawiającej lub też ośrodek pod wynajem. W szkoleniu zamkniętym można wyodrębnić szkolenie wewnętrzne i zewnętrzne. W szkoleniach wewnętrznych dział szkoleń osobiście zajmuje się analizą oraz rozpoznaniem potrzeb firmy, nie opiera się na pomocy zewnętrznych firm szkoleniowych. Szkolenia przeprowadza osoba będąca pracownikiem przedsiębiorstwa. W szkoleniu zewnętrznym, w przypadku dużych firm, analizą oraz rozpoznaniem jej potrzeb zajmuje się dział szkoleń, w przypadku małych, firmy szkoleniowe z zewnątrz. Szkolenie otwarte nie jest projektowane na zlecenie danej instytucji, dotyczy kursów krótkich. Przeznaczone jest dla małej liczby pracowników, dla których organizowanie szkolenia zamkniętego było by mało efektywne. Tak jak w przypadku szkolenia zamkniętego, służą rozwijaniu umiejętności w wielu dziedzinach. Firma szkoleniowa informuje o naborze na szkolenie, stąd decyzję uczestnictwa w kursie podejmuje najczęściej osoba zainteresowana i to ona pokrywa wszelkie koszty. Zdarzają się jednak sytuacje, w których to firma wysyła swojego pracownika na szkolenie otwarte, w którym uczestniczą również osoby z innych firm. Wówczas koszty pokrywa w całości lub częściowo pracodawca. Szkolenie w ramach projektów społecznych podobnie, jak w przypadku szkolenia zamkniętego, tworzone jest, by wyjść naprzeciw zapotrzebowaniu, które zostało wyodrębnione w trakcie obserwacji potrzeb społecznych danego środowiska. Z drugiej strony proces rekrutacji na tego typu szkolenie bliski jest szkoleniu otwartemu [Łaguna, Fortuna, 2008: 16-18, 20]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenie w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy klasyfikuje szkolenie na wstępne i okresowe. Szkolenie wstępne obejmuje instruktaż ogólny oraz instruktaż stanowiskowy.

2.3. Metody i organizacja szkoleń

Metoda (*gr. methodos* – droga, sposób badania) to „systematycznie stosowany sposób postępowania prowadzący do założonego wyniku. Na dany sposób postępowania składają się czynności myślowe i praktyczne odpowiednio dobrane i realizowane w ustalonej kolejności” [Okoń, 1984: 174]. Z kolei metoda szkolenia to „celowo i systematycznie stosowany sposób pracy nauczyciela z uczniami, organizujący działalność poznawczą uczniów i prowadzący do opanowania przez

nich wiedzy, ukształtowania umiejętności, zdolności i zainteresowań” [Wąż i in., 2014: 129].

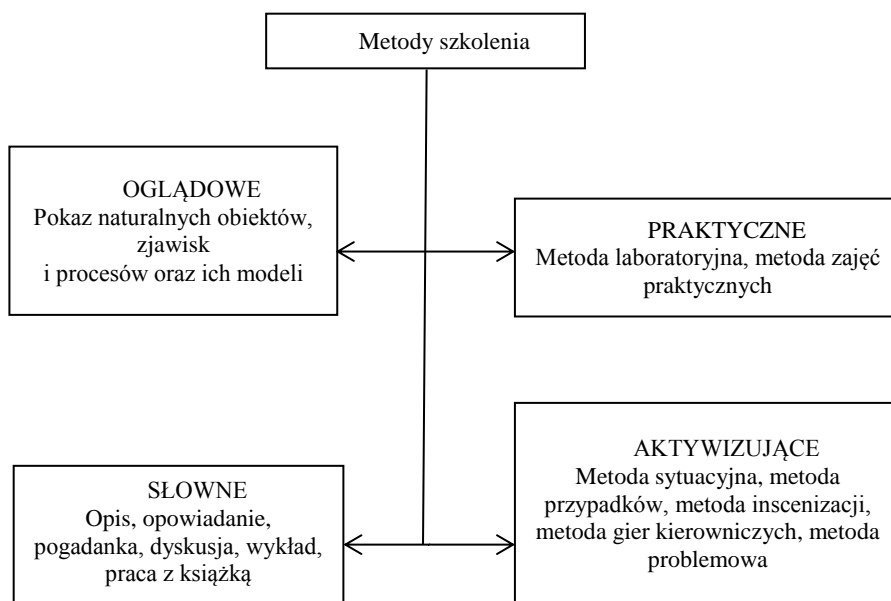
Główne kryterium dopasowania metod szkolenia bazuje na takich czynnikach jak: 1) cel szkolenia, dotyczący rozważanych zajęć; 2) treści szkolenia; 3) stopień wykształcenia osób szkolonych; 4) organizacja lekcji.



Rys. 2. Metody szkolenia z uwzględnieniem teorii kształcenia ustawicznego
Opracowanie własne na podstawie P. Wąż i in. [2014: 130]

W. Okoń w swojej książce [1998: 254-273] dokonuje podziału metod na cztery grupy:

1. Metoda asymilacji wiedzy – bazuje na działalności poznawczej o usposobieniu reprodukcyjnym. W jej skład wchodzi pogadanka, dyskusja, wykład, praca z książką, programowe uczenie się.
2. Metoda samodzielnego dochodzenia do wiedzy, zwana inaczej problemową – skupia się na pracy poznawczej, dotyczącej rozwiązywania problemów. Dzieli się na metodę przypadków, sytuacyjną, burzę mózgów, mikronauczanie oraz gry dydaktyczne.
3. Metoda waloryzacyjna, czyli eksponująca – przeważają w niej aktywności emocjonalno-artystyczne. Zawiera w sobie metodę impresyjną, a także ekspresyjną.
4. Metoda praktyczna – bazuje na działalności praktyczno-technicznej, która dokonuje zmian w otoczeniu, bądź też tworzy nieznane jego kształty. Do metody praktycznej zaliczają się metody ćwiczebne, a także metody realizacji zadań wytwórczych [Okoń, 1998: 254-273].



Rys. 3. Metody szkolenia z uwzględnieniem rodzaju źródła informacji oraz celu szkolenia
Opracowanie własne na podstawie P. Wąż i in. [2014: 130]

Najczęściej wybieranymi metodami szkolenia wg Moniki Kostery [1999: 112] są:

1. *On-the-job-training* – jako przyuczanie w działaniu. Jest to metoda nieskomplikowana i równocześnie mało kosztowna. Osoba nowozatrudniona, pod nadzorem bardziej doświadczonego pracownika, przyucza się do pracy na przydzielonym stanowisku.
2. Wykłady oraz ćwiczenia na temat nowych procedur i technologii – mogą być stosowane w kontekście wszystkim zatrudnionych osób. Szczególnie wskazane są do zastosowania podczas wprowadzania zmian, dotyczących struktury organizacyjnej, bądź też w technologii. Zdobyta wiedza sprawdzona powinna zostać podczas ćwiczeń. Sposoby organizowania szkoleń oraz ich prawdopodobny wpływ na wyniki działalności firmy na podstawie analizy Billsona [za: Armstrong, 2000: 459].

Metodami, które posiadają przypuszczalnie najmniejszy wpływ na wyniki firmy są kursy szkoleniowe poza miejscem pracy, w miejscu pracy, a także warsztaty. Stanowią one działania uzupełniające, których zadaniem jest przyspieszenie nauki oraz wzbogacanie w wiedzę oraz umiejętności, które nie są dostępne w obszarze firmy. Jednocześnie zajmują drugorzędne miejsce w odniesieniu do tego, co wykonuje pracownik i jakie nabywa umiejętności w miejscu pracy [Armstrong, 2000: 460]. Metodą o największym wpływie na osiągnięcia przedsiębiorstwa jest coaching indywidualny, a także szkolenie „dokładnie na czas”. Są to metody opierające się na bieżących potrzebach i rzeczywistych sytuacjach mających miejsce w danej firmie, z czego wynika ich bardzo duża skuteczność.

Tab. 1. Sposoby organizowania szkoleń

Metoda	Podstawowa charakterystyka	Przypuszczalny wpływ na wyniki firmy
Kursy szkoleniowe poza miejscem pracy	– ogólne tematy – niedostosowane	mały
Kursy w miejscu pracy lub warsztaty	– częściowo dostosowane – duże grupy	mały +
Samodzielna nauka przy wykorzystaniu pakietów multimedialnych	– dostosowane – oparte na praktyce i myśleniu	średni
Coaching w małych grupach	– w dużym stopniu dostosowane – oparte na studium przypadku – grupy od 4 do 8 osób – krótkie, częste sesje	duży
Uczenie się przez działanie	– w dużym stopniu dostosowane – skoncentrowane na rzeczywistych sytuacjach – krótkie, częste sesje	duży
Coaching indywidualny	– skoncentrowane na rzeczywistych sytuacjach – pochłania dużo czasu, ale z korzyścią dla obu stron	bardzo duży
Szkolenie „dokładnie na czas”	– w dużym stopniu dostosowane do bieżących potrzeb – w małych grupach lub indywidualne – wykorzystanie uczenia się przez działanie lub coachingu – krótkie, częste sesje	bardzo duży

Źródło: [Billson, 1998: 21-24]

2.4. Środki dydaktyczne wspomagające nauczanie-uczenie się

W czasie szkolenia można posłużyć się wieloma różnymi materiałami oraz pomocami szkoleniowymi. Ich dobór będzie uzależniony od celów, do których się dąży, a także od zastosowanych metod. Mogą być one stosowane dla całej grupy, bądź też do indywidualnego uczenia się. Mariola Łaguna [2008: 106-115] wyodrębnia: pomoce audiowizualne, materiały interaktywne, testy i narzędzia psychometryczne oraz niekonwencjonalne pomoce i materiały.

Pomoce audiowizualne najczęściej wykorzystywane są przez szkoleniowca, a nie przez kursantów i odnoszą się do całej grupy. Ważne jest, aby mieć świadomość ich zalet oraz wad, a także wariantów ich zastosowań. Do pomocy audiowizualnych zaliczają się:

1. Tablica czarna – zaletą jej jest łatwa dostępność oraz skuteczność. Wadą fakt, iż podczas pisania prowadzący odwrócony tyłem, zasłania część tego co już

napisał. Ponadto, podczas jednoczesnego mówienia może być mało słyszalny dla uczestników. Proces pisania jest czasochłonny i nie można powrócić do tego, co zostało starte. Ważnym aspektem jest również charakter pisma, który może utrudniać odczytywanie treści z tablicy, a także stan techniczny samej tablicy.

2. Tablica biała – cena zakupu oraz samego użycia nie jest wysoka. Ponadto, istnieje możliwość szybkiego składania i łatwego transportowania tablicy w miejsca, gdzie brak takiego wyposażenia. Na tablicy białej można pisać z o wiele większą precyzją niż na tablicy czarnej. Ślad flamastra nie jest gruby i lepiej go widać, niż w przypadku kredy. Ponadto mazak nie kruszy się, ani nie brudzi skóry. Tablica biała posiada jednak również wady. Proces pisania jest dosyć powolny, a powierzchnię tablicy należy czyścić specjalnymi środkami chemicznymi. Charakter pisma może również pozostać wadą.
3. Tablica kartonowa – tworzona jest zazwyczaj przed szkoleniem, dzięki czemu zyskuje na staranności wykonania, a także na czytelności. Korzysta się z niej w chwili, kiedy jest akurat potrzebna. Można ją łatwo przenosić i wykorzystywać wielokrotnie podczas szkoleń. W przypadku uzupełniania jej na bieżąco może pojawić się problem nieczytelnego charakteru pisma.
4. Rzutnik folii – folia może być czarno-białym lub kolorowym wydrukiem komputerowym, a także pisana ręcznie. Do każdej postaci zapisu dobierany jest inny rodzaj folii. Zaletą jest fakt, że tworzyć je można z wyprzedzeniem, są lekkie, nie zajmują wiele miejsca, stąd łatwo je przenosić. Można również wykorzystywać je na nie jednym szkoleniu. Szkoleniowiec, ukazując folię, stoi przodem do uczestników, co ułatwia komunikację. Rzutnik powinno włączać się tylko w odpowiednich momentach, tak by nie rozpraszał słuchaczy. Przy użyciu tego typu rzutnika nie trzeba zaciemniać pomieszczenia, należy natomiast posilić się ekranem bądź gładką ścianą, na której wyświetlane treści będą odpowiednio widoczne. Informacje umieszczone na folii nie powinny być długie, zbyt treściwe, ani trudne do odczytania.
5. Slajdy – bardzo mocno wpływają na zmysł wzroku, przez co nie szybko się o nich zapomina. Używane są wielokrotnie, nie ma problemów ich transportem, jednak ich stworzenie nie jest proste i tanie. Obok zaciemnienia wymagają także ekranu bądź białej ściany. Zawodność rzutnika związana jest z częstym wypaleniem się żarówek.
6. Filmy wideo – można podzielić je na filmy gotowe, czyli profesjonalnie nakręcone i zakupione, a także na filmy, które nagrano w czasie szkolenia. Filmy pobudzają uwagę słuchaczy, ich odpowiednia długość zapewnia długotrwałe zapamiętywanie obejrzanych treści. Można je uznać za wprowadzenie do debaty, analizy poszczególnych treści. Filmy stosowane są zarówno dla wszystkich słuchaczy, jak i dla pojedynczej jednostki. Dużą zaletą jest możliwość zatrzymywania, cofania i przewijania do odpowiedniego momentu. Pokaz filmu związany jest jednak z zastosowaniem odpowiedniego sprzętu, wielkość ekranu uzależniona jest od ilości obecnych osób. Koszt

zakupu filmów edukacyjnych i odpowiedniego wyposażenia nie jest mały, trudne też jest jego przenoszenie.

7. Nagrania audio – tworzone są przed zajęciami, bądź też w trakcie ich trwania. W porównaniu z filmem nie są aż tak interesujące, wpływają jedynie na zmysł słuchu. Można je wstrzymać i przewijać. Kasety nie kosztują dużo, ale także wymagają zastosowania specjalistycznego sprzętu. Mają zastosowanie w odniesieniu do grupy lub indywidualnie.
8. Projektor multimedialny – jest bardzo interesujący, pozwala na wyświetlanie treści, wykresów, a także animacji. Prowadzący obsługuje komputer i posługuje się myszką, co można uznać za pewną niedogodność, jednak stoi przodem do uczestników. Koszty są duże, a osoba prowadząca musi wykazać się wiedzą praktyczną w tworzeniu prezentacji i jej zaprezentowaniu. Ważne jest, aby obszar projekcji nie był zasłaniany głową prezentera [Łaguna, 2008: 106-109].

Materiały interaktywne przygotowuje szkoleniowiec, po czym rozdaje wszystkim uczestnikom. Są to materiały, w których skład wchodzi wszelkiego rodzaju treści drukowane, takie jak:

1. Podsumowanie szkolenia – materiały, które podsumowują wszystko to, o czym było mówione pod czas szkolenia. Rozdawane są pod koniec, stąd rzadko kiedy uczestnik szkolenia do nich wraca. W takim przypadku starania włożone w ich wykonanie nie są zauważane i nie mają komu służyć. Jest to nie do końca użyteczna postać materiałów, którą można było by zastąpić miejscem na osobiste notatki spisywane podczas szkolenia. Gotowe streszczenia przydatne mogą okazać się w przypadku współpracy z osobami mającymi trudności w notowaniu, czy też samodzielnym uporządkowywaniu poznanych treści.
2. Zeszyty ćwiczeń – składają się z niedługiego podsumowania najistotniejszych treści, a także z miejsca przeznaczonego na indywidualną aktywność osób uczących się, robienia przez nich notatek, czy też zadań. Pytania, a także polecenia, mobilizują szkolonych do wykonywania ćwiczeń w praktyce, przez co wzmagają uwagę i stopień zaangażowania. Część przeznaczona na notatki umożliwia indywidualny wkład w tok uczenia się.
3. Instrukcje do ćwiczeń – najczęściej nie są to długie wiadomości i dotyczą tego, co trzeba zrobić. Sprzyjają skupieniu uwagi na faktycznym zadaniu, a charakter pisemny jest o wiele wyraźniejszy niż ustny. Aby bez trudu i z sensem można było przeczytać instrukcje, należy pisać je wyraźnie i treściwie, a najważniejsze informacje warto wyróżniać w celu łatwiejszego znalezienia. Jeżeli zachodzi taka potrzeba można przeznaczyć również miejsce na osobiste notatki, dotyczące np. odpowiedzi na pytanie, wniosków z grupowej debaty, rozwiązania problemu.
4. Arkusze informacji zwrotnej i samooceny – dotyczą najczęściej szkoleń, w których dąży się do zdobycia umiejętności. Osoba szkoląca stara się wówczas wykreować takie okazje, aby otrzymać wiadomości zwrotne od słuchaczy. Poza formą ustną, stosuje się tu również formę pisemną w postaci kartek wypełnianych kolejno przez wszystkich uczestników, albo arkusze

samooceny, rozwiązywane indywidualnie dla samego siebie. Tematyka arkuszy informacyjnych uzależniona jest od typu ćwiczonej umiejętności. W arkuszu dotyczącym samooceny można zaplanować wolne miejsce na różnorodne przemyślenia uczestnika.

5. Quizy – to postać sprawdzianu, nieoficjalny test, który pozwala na ocenę stopnia wiedzy osoby szkolonej. Quizy można przeprowadzać na samym początku szkolenia, aby zorientować się jaki poziom wyjściowy reprezentują poszczególni uczestnicy lub też w trakcie kursu, sprawdzając na bieżąco, czy przekazywane wiadomości są prawidłowo przyswajane [Łaguna, 2008: 109-111].

Oprócz testów psychologicznych, podczas szkolenia, wdrażane są także testy proste. Mają one za zadanie powiększyć samoświadomość uczestników, którzy wskazują w nich swoje słabe oraz mocne strony w danej dziedzinie. Warto pamiętać, że stosowanie testów psychologicznych przypada tylko i wyłącznie psychologom, posiadającym zakaz rozprowadzania, oraz udostępniania rozwiązań do obliczeń, a także wyjaśnień. Wartość psychometryczna testów bywa różna, począwszy od solidnie napisanych kwestionariuszy osobowości, kończąc na nieskomplikowanych w strukturze psychotestach i zbiorach przeróżnych pytań. Chcąc wykorzystać testy podczas szkolenia, należy wziąć pod uwagę poszczególne etapy ich zastosowań:

1. Wprowadzenie – przed rozpoczęciem testu należy poinformować słuchaczy o jego celu oraz o tym, kto będzie miał wgląd w jego wyniki. Znacznie zmniejsza to lęk uczestników przed wykorzystaniem ocen do choćby selekcji, a także minimalizuje skłonność do wskazywania niecelnych odpowiedzi, stawiających szkolonego w dogodniejszej sytuacji.
2. Wypełnienie testu – wiąże się z uzgodnieniem, czy test rozwiązywany będzie przez każdego indywidualnie czy grupowo, jakie ramy czasowe obowiązują. Przy rozdawaniu testu warto ponownie przypomnieć, że nie ma w nim dobrych, czy złych odpowiedzi. Czasami konieczne jest uściślenie, do jakich sytuacji odnosi się test i na czym warto się skupić najbardziej.
3. Wykonanie obliczeń – bywa, że testy tworzone są pod kątem indywidualnego dążenia do otrzymania wyników według stałych kluczy. Inne muszą być sporządzane przez osoby należące do tego wykształcone, np. psychologów. Wówczas opracowuje się profile wyników przeznaczone dla kolejnych osób i związane informacje posiadające ich interpretację. W przypadku rozwiązywania arkuszy indywidualnie, należy upewnić się, że testy posiadają wszystkie najważniejsze informacje oraz wyjaśnienia, tak, by nie było możliwości rozwiązania zadania z błędami.
4. Omówienie wyników – na początku omawiany jest sam test, czyli jego rzetelność, zakres, którego dotyczy, struktury, z której się składa, rezultaty jakie powinien przynieść itp. Warto wiedzieć, że im bardziej skomplikowane narzędzie, tym dłuższy czas przedstawiania wyników, ale równocześnie tym bogatsza wiadomość zwrotna dla osób rozwiązujących test. Więcej też trudu będzie kosztowało, aby ją pojąć i przyjąć za cenną. Należy też podjąć decyzję, które fragmenty testu rozpatrzyć, jak odpowiednio to tego przystąpić oraz jakie alternatywy podać dla osób, których wynik nie jest zadowalający. Tak, aby

mogły nadrobić swoje braki. O rezultatach testu można poinformować uczestników indywidualnie, bądź też poddać analizie ze wszystkimi. W przypadku rozmowy indywidualnej, wyniki testu warto traktować jako okazję do poszerzania wiedzy osoby zdającej, a nie jako krytykę lub ocenę. Rozmowa ta powinna dążyć do zaplanowania czynności zmierzających do osiągnięcia określonych zmian. Istotne jest utrzymanie właściwego kontaktu, stworzenie przyjaznej atmosfery, bez wrażenia bycia ocenianym.

5. Wyjaśnienie wątpliwości – osoby uzupełniające test są często mało odporne na krytykę, czy ocenę, zwłaszcza jeżeli wiąże się ona z przedstawieniem danej osoby w niekorzystnym świetle. Należy więc powstrzymać się przed kategorycznymi stwierdzeniami, a w zamian skupić się na mocnych stronach tych osób. Ponadto, warto stworzyć zalecenia, które pomogą rozwinąć umiejętności posiadające braki [Łaguna, 2008: 111-114].

Poza powszechnie używanymi pomocami audiowizualnymi, czy materiałami drukowanymi dostępne są także rzadziej stosowane środki oraz pomoce, tzw. niekonwencjonalne, jak choćby kartki papieru, czasopisma, farby, czy sznurki. Najczęściej mają swoje zastosowanie w szkoleniach opartych na interakcjach międzyludzkich, dotyczących współdziałania, tworzenia grup, prowadzenia zespołu. Te nietypowe pomoce tworzą charakterystyczny klimat lekcji. Budują aurę zabawy, wyzwalają nowe skojarzenia, przełamują przyjęte wzorce rozumowania, odkrywają nieznane strony w relacji z innymi osobami. Mając przed oczami stworzone kompozycje, na długo pozostają one w pamięci uczestników, tak jak i całe szkolenie, różniące się od przyjętej rutyny [Łaguna, 2008: 114-115].

3. Szkolenie w ujęciu społeczno-prawnym

Szkolenie warunkujące rozwój pracownika w ujęciu społeczno-prawnym dotyczy opisu wymagań prawnych w zakresie BHP, ramowych programów szkolenia, celów, metod oraz form szkolenia pracowników na stanowiskach robotniczych.

Za podstawowy akt prawny, który nakłada obowiązek na pracodawcę przeprowadzania szkoleń z zakresu BHP przyjęto Kodeks Pracy. Istota szkoleń BHP zawarta została w Rozdziale VIII Działu X. Artykuły w nim umieszczone wskazują, że:

1. Nie wolno dopuścić pracownika do pracy, do której wykonywania nie posiada on wymaganych kwalifikacji lub potrzebnych umiejętności, a także dostatecznej znajomości przepisów oraz zasad bezpieczeństwa i higieny pracy (art. 237³ §1).
2. Pracodawca jest obowiązany zapewnić przeszkolenie pracownika w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przed odpuszczeniem go do pracy oraz okresowe szkolenia w tym zakresie (art. 237³ §2).
3. Szkolenie pracowników w zakresie BHP przed dopuszczeniem ich do pracy oraz szkolenie okresowe BHP odbywają się w czasie pracy i na koszt pracodawcy (art. 237³ §3).
4. Pracownik ma obowiązek potwierdzić na piśmie zapoznanie się z przepisami oraz zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy (art. 237⁴ §3).

W rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy określone zostały:

- szczegółowe zasady szkolenia w dziedzinie BHP;
- zakres tego szkolenia;
- wymagania dotyczące treści i realizacji programów szkolenia;
- sposób dokumentowania szkolenia;
- przypadki, w których pracodawcy lub pracownicy mogą być zwolnieni z określonych rodzajów szkolenia.

Rozporządzenie szkoleniowe w tym zakresie wyróżnia: 1) instruktaż ogólny; 2) instruktaż stanowiskowy; 3) kurs, seminarium lub samokształcenie kierowane. Kurs, a także seminarium dają możliwość bezpośredniego zadawania pytań i rotacji doświadczeń zawodowych. Uczą rozwiązywania problemów, udzielania pierwszej pomocy. Samokształcenie kierowane natomiast zwraca uwagę na nabycie wiedzy teoretycznej o przepisach.

Szkolenie BHP to również zagadnienia obejmujące:

- przebieg oceny ryzyka zawodowego, oraz zapoznanie z nią pracowników;
- tworzenie instrukcji BHP i informowanie o nich pracowników;
- kontrola środowiska pracy, zwracanie uwagi na jej wykonanie;
- upublicznienie wyników kontroli zewnętrznych jednostek nadzorujących; codzienne informowanie o czynnikach niebezpiecznych występujących na stanowiskach pracy i sposobie prawidłowego wykonywania pracy [Zieliński, 2009: 263].

W pracy Bogdana Rączkowskiego czytamy, że „szkolenie w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, rozumiane jako kształcenie, doksztalcanie lub doskonalenie pracowników w formach pozaszkolnych, powinno zapewnić pracownikom: 1) zaznajomienie się z zagrożeniami wypadkowymi i chorobowymi związanymi z wykonywaną pracą; 2) poznanie przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie niezbędnym do wykonywania pracy na określonym stanowisku oraz związanych z tym stanowiskiem obowiązków i odpowiedzialności w dziedzinie BHP; 3) nabycie umiejętności wykonywania pracy w sposób bezpieczny dla siebie i innych osób oraz postępowania w sytuacjach awaryjnych, a także umiejętności udzielania pomocy osobom, które uległy wypadkom” [Rączkowski, 1997: 451-452].

Głównym przeznaczeniem szkolenia w zakresie BHP jest wsparcie organizacji w realizacji jej zadań przez pomnożenie jej najistotniejszych wartości, czyli pracujących ludzi. Szkolenie jest więc inwestycją w pracowników, w celu osiągnięcia przez nich doskonalszych wyników, rozszerzenia ich kompetencji oraz możliwości wykorzystywania ich predyspozycji do rozwoju organizacji, aby mogła zaspokajać własne potrzeby. Efektywne szkolenie ma wiele zalet, m.in.: redukuje koszty związane z procesem uczenia się; zwiększa jakość i produktywność całej firmy; pozyskuje wysokiej klasy pracowników; zwiększa aktywność zatrudnionych; tworzy pozytywny klimat organizacji; poprawia jakość usług oferowanych klientom [Armstrong, 2000: 448-451].

Szkolenie powinno dotyczyć aktualnych problemów, wypełniać przestrzeń między tym, co pracownicy umieją zrobić, a tym, co umieć powinni – zarówno w teraźniejszości, jak i w późniejszym czasie. Może pojawić się potrzeba uzupełnienia zaistniałych braków lub rozszerzenia umiejętności oraz wiedzy, niezbędnych, aby zaspokoić nowe potrzeby. Warto podkreślić, że zadaniem szkolenia jest zmotywowanie ludzi do podjęcia działań, ulepszenie wykonywanej przez nich pracy oraz przekazanie wiedzy dotyczącej wykonywania nieznanych im dotąd czynności. Cele każdego takiego szkolenia, czy też programu powinny być określane mianem „produktów”, czyli nowych umiejętności, które zdobyte zostaną po skończonym szkoleniu. Szkolenie powiązane z efektami oznacza bliskie powiązanie szkolenia z wymaganiami dotyczącymi rezultatów i kompetencji, np. zaistniałych po wdrożeniu nieznanego dotąd wyrobu, procesu czy układu. Szkolenie to coś więcej niż krótkie, pojedyncze kursy związane z różnorodnymi przejawami ścieżki zawodowej pracownika, jest to nieprzerwany proces i dlatego należy korzystać z polityki ustawicznego rozwoju [Armstrong, 2000: 448-451]. Osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo w pracy powinni mieć na uwadze, że:

1. Jedynie ten, kto zna zagrożenia oraz ich źródła i skutki jakie mogą wywołać, jest w stanie bezpiecznie pracować.
2. Praca związana z dużym ryzykiem oraz z wieloma zagrożeniami wymaga przekazania pracownikom szczegółowej wiedzy na ich temat.
3. Świadomość zagrożeń ma wyzwoić odpowiednie zachowanie w krytycznych sytuacjach.
4. Szkolenie w dziedzinie BHP nie polega na straszeniu zagrożeniami, ale wdrożeniu w mentalność pracowników ich istoty i ochrony przed nimi.
5. Mechanizmem zaznajomienia pracowników z czynnikami zagrażającymi, ich skutkami i metodami ochrony jest ocena ryzyka zawodowego [Zieliński, 2009: 259-260].

Zatem, kluczową rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa podczas wykonywanej pracy odgrywa mentalność i świadomość pracodawców oraz pracowników.

3.1. Ramowe programy szkolenia pracowników na stanowiskach robotniczych

Ramowe programy szkolenia w dziedzinie BHP zostały zawarte w rozporządzeniu szkoleniowym w załączniku nr 1. W sumie jest ich 8, w tym 2 ramowe programy szkolenia wstępnego, 5 ramowych programów szkolenia okresowego i 1 ramowy program szkolenia pracodawców wykonujących zadania służby BHP. Ramowy program szkolenia należy traktować jedynie jako wzór, pewne minimum, podstawę do stworzenia programu, który będzie odpowiadał potrzebom, a także warunkom danej firmy. Program szkolenia powinien brać pod uwagę przede wszystkim:

- przepisy ogólne, które obowiązują na konkretnym stanowisku pracy, szczegółowe przepisy branżowe i zakładowe, w tym zasady BHP;
- zagrożenia, które występują, albo które mogą wystąpić na stanowisku pracy;

- wypadki, a także choroby zawodowe, które wystąpiły w przeszłości w zakładzie pracy;
- wykaz niezgodności z zasadami i przepisami BHP, a także nieprzestrzeganie przepisów i zasad BHP stwierdzonych podczas kontroli zewnętrznych i wewnętrznych.

W swojej pracy koncentruję się na ramowych programach dotyczących pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych (zob. Tab. 2, 3, 4).

Tab. 2. Ramowy program instruktazu ogólnego

L p.	Temat szkolenia	Liczba godzin
1	2	3
1	Istota bezpieczeństwa i higieny pracy	0,1
2	Zakres obowiązków i uprawnień pracodawców, pracowników oraz poszczególnych komórek organizacyjnych zakładu pracy i organizacji społecznych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy	0,4
3	Odpowiedzialność za naruszenie przepisów lub zasad bezpieczeństwa i higieny pracy	0,1
4	Zasady poruszania się po zakładzie pracy	0,2
5	Zagrożenia wypadkowe i zagrożenie dla zdrowia występujące w zakładzie i podstawowe środki zapobiegawcze	0,3
6	Podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy związane z obsługą urządzeń technicznych oraz transportem wewnątrzzakładowym	0,4
7	Zasady przydziału odzieży roboczej i obuwia roboczego oraz środków ochrony indywidualnej, w tym w odniesieniu do stanowiska pracy instruowanego	0,2
8	Porządek i czystość w miejscu pracy oraz higiena osobista pracownika – ich wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo pracownika	0,1
9	Profilaktyczna opieka lekarska – zasady jej sprawowania w odniesieniu do stanowiska instruowanego	0,2
10	Podstawowe zasady ochrony przeciwpożarowej oraz postępowania w razie pożaru	0,3
11	Organizacja i zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku	0,7
		Razem: minimum 3

Źródło: [Rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP]

Tab. 3. Ramowy program szkolenia podstawowego pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych (wg rozporządzenia w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP)

L p.	Temat szkolenia	Liczba godzin
1	2	3
1	Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: a) Praw i obowiązków pracowników i pracodawców w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad BHP,	4

	b) ochrony pracy kobiet i młodocianych, c) wypadków przy pracy i chorób zawodowych oraz świadczeń z nimi związanych, d) zasad przydzielania i stosowania odzieży roboczej i środków ochrony indywidualnej e) profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami, f) nadzoru i kontroli warunków pracy	
2	Czynniki szkodliwe dla zdrowia, uciążliwe i niebezpieczne występujące w procesach pracy – charakterystyka; ocena zagrożeń tymi czynnikami*	3
3	Zasady kształtowania bezpiecznych i higienicznych warunków pracy, w tym metody ochrony przed szkodliwym i niebezpiecznym wpływem czynników występujących w procesach pracy*	6
4	Omówienie przyczyn charakterystycznych wypadków przy pracy, ze szczególnym uwzględnieniem wypadków powstałych na skutek niewłaściwych metod i organizacji pracy, oraz związana z nimi profilaktyka*	2
5	Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, ...), w tym zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku	4
Razem: minimum 19		

*) Szczegółowy program szkolenia powinien uwzględniać tematykę (czynniki i zagrożenia) charakterystyczne dla rodzajów prac wykonywanych przez uczestnika szkolenia

Źródło: [Rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP]

Tab. 4. Ramowy program szkolenia okresowego pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych (wg rozporządzenia w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP)

L p.	Tematy szkolenia	Liczba godzin
1	2	3
1	Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy – zmiany w przepisach związanych z wykonywaną pracą	2
2	Zagrożenia czynnikami występującymi w procesach pracy oraz zasady i metody likwidacji lub ograniczenia oddziaływania tych czynników na pracowników – z uwzględnieniem zmian w technologii, organizacji pracy i stanowisk pracy, wprowadzenia owych urządzeń, sprzętu i narzędzi pracy	4
3	Zasady postępowania w razie wypadków w czasie pracy i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, ...) w tym zasad udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku	2
4	Okoliczności i przyczyny charakterystycznych dla wykonywanej pracy wypadków przy pracy oraz związana z nimi profilaktyka	2
Razem: minimum 10		

Źródło: [Rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie BHP]

3.2. Cele, metody i formy szkolenia w zakresie BHP pracowników na stanowiskach robotniczych

Cele szkolenia to zamierzone, planowane wyniki procesu dydaktycznego. Dla ich osiągnięcia konieczne jest określenie cech początkowych, które posiadają uczestnicy szkolenia za nim przystąpią do kursu, a także optymalnych cech końcowych, zdobytych po zakończonym szkoleniu. Różnica pomiędzy tymi cechami jest pojmowana jako wynik procesu dydaktycznego. Cele szkolenia dzielą się na: 1) ogólne – długotrwałe zadania obejmujące kilka zawodów oraz specjalności; 2) pośrednie – zbiór umiejętności typowy dla określonego zawodu; szczegółowe – umiejętności tworzenia zasadniczych zadań [Wąż i in., 2014: 127]. Rodzaje metod szkolenia przedstawia Rys. 4.

Pokaz czynności jest to metoda oparta na obserwacji, która składa się z trzech części. Pierwsza polega na zademonstrowaniu przez instruktora danej czynności, druga na powtórzeniu jej przez osobę szkoloną, trzecia na ocenie poziomu jej wykonania.

Wykład ukazuje ciąg lekcji, który polega na przekazywaniu uczącym się informacji w postaci odczytu, referatu, przedstawienia czegoś na piśmie bądź w mowie. W szkoleniach dotyczących BHP preferuje się zastosowanie problemowego wykładu, czyli wykładu w formie dialogu, w którym osoby szkolone nie są zobowiązane do udzielania odpowiedzi na głos. Osoba szkoląca ujawnia problemy na forum i przez swoje wywody mobilizuje słuchaczy do wspólnego ich rozwiązania.

Dyskusja to ustna bądź też pisemna rotacja zdań na dany temat, zbiorowe omawianie i analizowanie pewnej kwestii, a także konwersacja, czy debata. Dydaktyka dyskusją nazywa wspólne szukanie odpowiedzi na stawiane pytania. Problem, wymagający rozwiązania, jest przedmiotem dyskusji.

Dyskusja konferencyjna to jedna z rodzajów dyskusji dydaktycznej. Ma swoje zastosowanie w sytuacjach, w których pojawia się konieczność werbalnego rozpatrzenia pewnego obszernego zagadnienia. Na problematykę ogólną składają się kwestie szczegółowe, które rozpatrywane są w grupach dyskusyjnych w danym czasie. Po jego upływie, rozwiązania wszystkich ekip prezentowane są przez przewodniczącego z każdej grupy, co prowadzi do wizji wyjaśnienia problemu ogólnego.

Dyskusja okrągłego stołu bazuje na dowolnej wymianie poglądów pomiędzy osobami szkolonymi, a szkoleniowcem, bądź też pomiędzy samymi osobami szkolonymi. Osoba, która prowadzi dyskusję koryguje, a także uzupełnia wyjaśnienia, które wynikają z wizji oraz doświadczeń uczestników szkolenia.

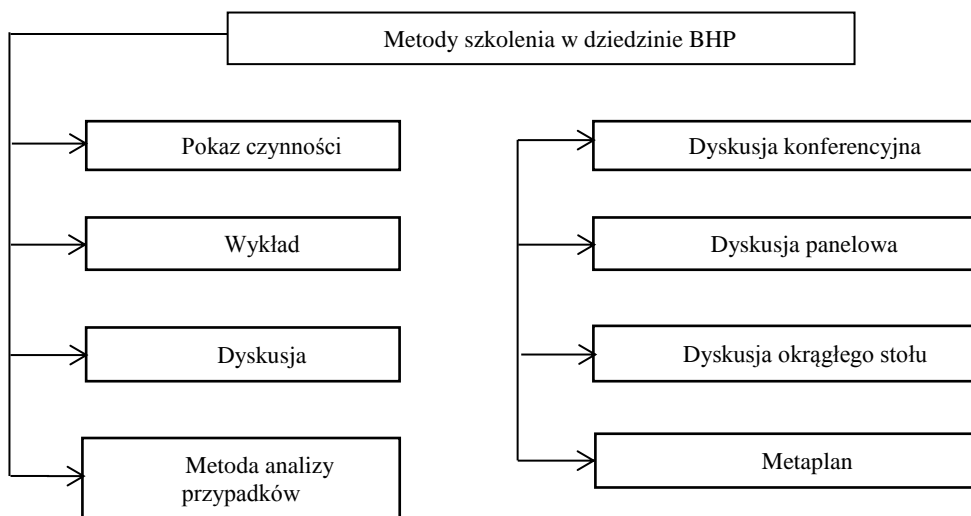
Dyskusja panelowa inaczej dyskusja obserwowana – w której główną rolę odgrywają eksperci tworzący panel, oraz audytorium, czyli osoby szkolone. Na początku dyskusji głos zabierają eksperci, którzy wprowadzają temat, kolejno ma miejsce dyskusja pomiędzy osobami z panelu, a następnie głos zabrać może osoba szkolona.

Metaplan polega na dyskusji osób wchodzących w jej skład, które projektują plakat, który jest jej graficznym streszczeniem. Uczestnicy nie wypowiadają na głos

swoich spostrzeżeń, tylko zapisują je na kartkach, które mają odpowiednie barwy oraz kształty, co ułatwia umieszczenie ich na specjalistycznej planszy. W rezultacie tak przeprowadzonej dyskusji pojawia się plakat przedstawiający rozwiązanie problemu z punktu widzenia wielu kilku aspektów.

Oprócz wyżej wymienionych metod zwraca się również uwagę na metodę analizy przypadków, która umożliwia rozwój umiejętności w zakresie rozwiązywania problemów oraz podejmowania nie łatwych decyzji. Jej strukturą są następujące etapy:

- sporządzenie przez osobę szkolącą opisu przypadku,
- zaprezentowanie opisu zdarzenia,
- wstępne przeanalizowanie danego zdarzenia oraz udzielanie odpowiedzi przez szkoleniowca na pojawiające się pytania,
- szczegółowa interpretacja opisu zdarzenia osób szkolonych,
- podanie propozycji rozwiązań przez uczestników,
- wybór najlepszego rozwiązania oraz jego uzasadnienie,
- ocena słuszności wnioskowania przez osobę szkolącą [Wąż i in., 2014: 131-132].



Rys. 4. Rodzaje metod szkolenia w zakresie BHP

Istotną metodą jest również instruktaż. Celem instruktażu ogólnego jest zapoznanie pracownika z kluczowymi przepisami bezpiecznego i higienicznego sposobu wykonywania pracy, które zawiera Kodeks Pracy, układy zbiorowe, regulaminy pracy. Ponadto zapoznanie z regulacjami przestrzeganymi w zakładzie, w którym zatrudniony jest pracownik, a także z zasadami udzielania pierwszej pomocy. Szkolenie to obowiązuje dla wszystkich nowo zatrudnionych osób. Przeprowadzane jest w postaci instruktażu z zastosowaniem środków

dydaktycznych, opartego na szczegółowym programie, stworzonym przez szkolącego.

Celem instruktazu stanowiskowego jest nabycie przez zatrudnionego informacji oraz umiejętności praktycznych dotyczących bezpiecznego wykonywania pracy, najważniejszych wiadomości o zagrożeniach wypadkowych, sytuacjach awaryjnych, które mogą wystąpić na stanowisku pracy, a także o sposobie zabezpieczania przed nimi. Szkolenie to przewidziane jest dla osób rozpoczynających pracę w zakładzie pracy, zmieniających zajmowane dotychczas stanowisko lub w przypadku wprowadzenia na tym stanowisku zmian techniczno-organizacyjnych. Również studenci i uczniowie, będący na praktykach, zobowiązani są uczestniczyć w instruktazu stanowiskowym. Instruktaz stanowiskowy przeprowadzany jest na stanowisku, które przydzielone zostanie nowo zatrudnionemu pracownikowi, zgodnie z programem napisanym przez szkolącego. Takie szkolenie powinno zawierać:

- przygotowanie pracownika do szkolenia,
- pokaz, oraz objaśnienie sposobu wykonywania czynności,
- próbne wykonanie zadania przez szkolonego pod kontrolą instruktora,
- samodzielną pracę szkolonego w obecności prowadzącego instruktaz,
- omówienie i ocenę wyników przebiegu szkolenia [Rączkowski, 1997: 740].

W przypadku wykonywania pracy na wielu stanowiskach, pracownik powinien przejść szkolenie na każdym z nich.





Celem szkolenia podstawowego pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych jest zdobycie przez nich wiedzy oraz umiejętności dotyczących formowania warunków pracy zgodnie z przyjętymi normami i regulacjami BHP. Ponad to celem jest rozpoznawanie, oraz ocena zagrożeń wynikających z przyjętego charakteru pracy, metody zabezpieczania przed nimi, a także sposób postępowania w sytuacjach związanych z pojawieniem się zagrożenia lub w przypadku zaistniałego wypadku. Szkolenie to, przewidziane jest dla ludzi rozpoczynających pracę na robotniczym stanowisku. Przeprowadzane jest najczęściej w postaci kursu albo seminarium, opartych na programie szczegółowym, stworzonym przez szkolącego. Obowiązkiem jest posłużenie się przez organizatora szkolenia wybranymi środkami dydaktycznymi.

Celem szkolenia okresowego pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych jest uaktualnienie oraz dopełnienie wiedzy, a także umiejętności. Odnosi się do przepisów dotyczących bezpiecznego i higienicznego sposobu wykonywania pracy, do zagrożeń i metod zapobiegania przed nimi, a także do zachowania podczas wypadku lub w sytuacji zagrożenia. Szkolenie okresowe tyczy się pracowników zajmujących stanowiska robotnicze, którzy mają za sobą szkolenie podstawowe. Szkolenie okresowe bazuje na programie stworzonym przez szkolącego i przeprowadzane jest najczęściej jako instruktaz stanowiskowy w połączeniu z wykładem, czy filmem [Rączkowski, 1997: 739, 740, 744, 756].

4. Czynniki środowiska pracy powodujące zagrożenia dla BHP pracowników na stanowiskach robotniczych

Pracownik zatrudniony na stanowisku robotniczym ma styczność z wieloma czynnikami mogącymi powodować zagrożenia (zob. Tab. 5). Są to czynniki fizyczne, chemiczne, biologiczne oraz psychofizyczne. W Tab. 6. zostały umieszczone przykładowe źródła zagrożeń, a także potencjalne konsekwencje ich wystąpienia. Wyróżniono w tym zakresie grupy zagrożeń: mechaniczne, elektryczne, termiczne, hałasem, drganiami, promieniowaniem, związane z niebezpiecznymi materiałami i substancjami, ergonomiczne, związane z otoczeniem maszyny oraz kombinacje zagrożeń.

Tab. 5. Rodzaje czynników w procesie pracy

Rodzaj czynników	Przykłady czynników	Symbol
Czynniki fizyczne	<ul style="list-style-type: none"> – czynniki mechaniczne (przemieszczające się maszyny, transportowane przedmioty, elementy: ruchome, spadające, ostre lub wystające, powierzchnie śliskie, nierówne, niestabilne itp.), – drgania mechaniczne, – hałas, – promieniowanie optyczne, – promieniowanie jonizujące, – prąd elektryczny, – pyły. 	
Czynniki chemiczne	<ul style="list-style-type: none"> – toksyczne, – żrące, – drażniące, – uczulające, – rakotwórcze, – mutagenne, – upośledzające funkcje rozrodcze. 	
Czynniki biologiczne	<ul style="list-style-type: none"> – mikroorganizmy (bakterie, wirusy, rikestje, grzyby, pierwotniaki), – mikroorganizmy (zwierzęta, rośliny), – substancje wytwarzane przez mikro- i makroorganizmy (toksyny, alergenry). 	
Czynniki psychofizyczne	<ul style="list-style-type: none"> – obciążenie fizyczne (statyczne, dynamiczne) – obciążenie nerwowo-psychiczne (obciążenie umysłu, niedociążenie lub przeciążenie percepcyjne, obciążenie emocjonalne). 	

Źródło: [Wąż i in., 2014: 17]

Tab. 6. Przykładowe źródła zagrożeń i potencjalne konsekwencje ich wystąpienia

Źródło	Potencjalne konsekwencje
Zagrożenia mechaniczne	
<ul style="list-style-type: none"> – przyspieszanie/hamowanie – spiczaste części – zbliżenie do części ruchomych – części tnące – elementy sprężyste – wyrzucane przedmioty – siły ciężkości (zgromadzona energia) – położenie na wysokości względem podłoża/ziemi – wysokie ciśnienie – ruch maszyny – poruszające się części – obracające się części – chropowate i śliskie powierzchnie – ostre krawędzie – stan wytrzymałości/bezpieczeństwa – próżnia 	<ul style="list-style-type: none"> – występujące przy przewożeniu – występujące przy przerzucaniu – zgniecenie – przecięcie lub odcięcie – wciągnięcie lub złapanie – pochwycenie – obtarcie lub obcięcie końców – uderzenie – obtarcie przez ciśnienie stosowanych mediów – odcięcie – poślizgnięcie, potknięcie i upadek – przekłucie i ukłucie – uduszenie
Zagrożenia elektryczne	
<ul style="list-style-type: none"> – łuk elektryczny – zjawiska elektromagnetyczne – zjawiska elektrostatyczne – części przewodzące napięcie – niewystarczający odstęp od części pod wysokim napięciem – przeciążenie – części zasilane napięciem wskutek błędu – zwarcie – promieniowanie cieplne 	<ul style="list-style-type: none"> – zapalenie – reakcje chemiczne – skutki oddziaływania na implanty medyczne – śmiertelne porażenie prądem – wypadki występujące na drodze w pobliżu instalacji – pożar – utopienie przy pracach na zewnątrz w pobliżu zbiorników – porażenie łukiem elektrycznym
Zagrożenia termiczne	
<ul style="list-style-type: none"> – eksplozja – płomień – przedmioty lub materiały o wysokiej lub niskiej temperaturze – promieniowanie od źródeł ciepła 	<ul style="list-style-type: none"> – zapalenie – odwodnienie – dyskomfort – zmarznięcie – zranienie przez promieniowanie od źródeł ciepła – rozkruszenie (rozerwanie)
Zagrożenia hałasem	
<ul style="list-style-type: none"> – zjawisko kawitacji – system wentylacji – gaz wypływający z dużą prędkością – procesy wytwarzania (tłoczenie, cięcie) 	<ul style="list-style-type: none"> – dyskomfort – utrata świadomości – jednorazowe duże zakłócenie – trwałe uszkodzenie słuchu

<ul style="list-style-type: none"> – części ruchome – oczyszczanie powierzchni – niewyważone obracające się części – urządzenia pneumatyczne – szlifowanie części 	<ul style="list-style-type: none"> – stres – szum w uszach – zmęczenie
Zagrożenia drganiami	
<ul style="list-style-type: none"> – zjawisko kawitacji – części poruszających się urządzeń – ruchome narzędzia – oczyszczanie powierzchni – niewyważone obracające się części – drgające narzędzia – szlifowanie elementów 	<ul style="list-style-type: none"> – dyskomfort – choroba wibracyjna – nerwice (nerwowe zachowanie) – uszkodzenie kości stawów – wibracyjne urazy kręgosłupa – choroby naczyniowe
Zagrożenia promieniowaniem	
<ul style="list-style-type: none"> – źródła promieniowania jonizującego – niskie częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego – promieniowanie optyczne (podczerwone, widzialne i ultrafioletowe) włącznie z promieniowaniem laserowym – wysokie częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego 	<ul style="list-style-type: none"> – zapalenie – uszkodzenie wzroku i skóry – uszkodzenie czynności rozrodczych – zmiany genetyczne – bóle głowy – bezsenność
Zagrożenia związane z niebezpiecznymi materiałami i substancjami	
<ul style="list-style-type: none"> – aerozole – czynniki biologiczne, w tym mikrobiologiczne (wirusy, bakterie) – tworzywa palne – pyły – włókna – materiały wybuchowe – materiały palne – ciecze, pary, gazy, mgły – substancje utleniające 	<ul style="list-style-type: none"> – duszności, uduszenia – rak – oparzenia chemiczne – uszkodzenie czynności rozrodczych – eksplozja – pożar – infekcja – zmiany dziedziczne – zatrucia – uczulenia
Zagrożenia ergonomiczne	
<ul style="list-style-type: none"> – trudny dostęp – kształt lub rozmieszczenie wskaźników i wyświetlaczy optycznych – kształt, rozmieszczenie lub objaśnienie urządzeń sterujących – wysiłek – migotanie, oślepienie, zaciemnienie i efekty stroboskopowe – oświetlenie miejscowe – psychiczne nadmierne obciążenie i niedociążenie 	<ul style="list-style-type: none"> – dyskomfort – zmęczenie – zakłócenie w układzie ruchu – stres – wszystkie inne (np. mechaniczne i elektryczne) problemy powodujące skutki zdrowotne

<ul style="list-style-type: none"> – pozycja ciała – czynności powtarzalne – widoczność 	
Zagrożenia związane z otoczeniem maszyny	
<ul style="list-style-type: none"> – pyły i mgły – promieniowanie elektromagnetyczne – porażenie prądem – wilgotność – zanieczyszczenie – śnieg – temperatura – woda – wiatr – niedobór tlenu 	<ul style="list-style-type: none"> – zapalenia – lekkie zaziębienia – poślizgnięcie, upadek – uduszenie – wszystkie inne problemy skutków oddziaływania zagrożeń mających źródło w maszynach lub częściach maszyn
Kombinacja zagrożeń	
np. powtarzające się czynności + zmęczenie + wysokie temperatury otoczenia	np. odwodnienie, utrata świadomości, udar cieplny

Źródło: [Wąż i in., 2014: 18-20]

5. Podsumowanie

W opracowaniu, dotyczącym teoretycznych podstaw szkoleń w dziedzinie BHP, przedstawiono w ujęciu edukacyjnym oraz w ujęciu społeczno-prawnym, szeroko pojmowane zagadnienie szkoleń. Część edukacyjna podkreśla istotę szkoleń warunkujących rozwój człowieka, ich zadania i klasyfikacje. Ponadto, opisano stosowane metody i sposoby organizacji szkoleń, a także wspomagające proces nauczania-uczenia się różnorodne środki dydaktyczne. W aspekcie społeczno-prawnym, zwrócono uwagę na szkolenia warunkujące rozwój pracownika, przedstawiając podstawowe wymagania prawne w zakresie BHP, ramowe programy szkoleń dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych oraz cele, metody i formy szkolenia dla analizowanej grupy pracowniczej. Zaprezentowano również zestawienie ważnych czynników środowiska pracy powodujących zagrożenie dla BHP pracowników robotniczych.

Stosunek do szkoleń, w tym w zakresie BHP, ulega ciągłym zmianom, które wiążą się z postawami uczestników, pracodawców, a także firm szkoleniowych. Coraz częściej za główny cel przedsiębiorstwo obiera sobie rozwój zarówno intelektualny, jak i zawodowy swoich pracowników. Jest to bez wątpienia konsekwencja zmieniających się wymagań jakie stawia współczesność, a które dotyczą choćby wprowadzenia w zakładzie nowoczesnych technologii i urządzeń, nieznanymi metodami pracy, czy przepisów prawnych. Szkolenia w dzisiejszych czasach odgrywają kluczową rolę w zakładach pracy. Zwiększają bowiem produktywność zatrudnionych osób, umożliwiając pracownikom dopasowanie się do charakteru przedsiębiorstwa i właściwe wykonywanie przez nich czynności na stanowisku pracy. Ponad to, co najważniejsze, zwiększają ochronę zdrowia i życia.

Cieszy fakt, że wśród uczestników szkolenia coraz częściej dostrzec można edukacyjne zadowolenie, wynikające z przyjaznego klimatu spotkań oraz rzeczowe nastawionego szkolącego, posługującego się różnorodnymi, ciekawymi środkami dydaktycznymi. Można przypuszczać, że uczestnicy szkoleń coraz to świadomiej wybierają rodzaje szkoleń, w których chcą uczestniczyć, jednocześnie są świadomi czego oczekują od szkolących. Szkolenie pojmują jako możliwość rozwoju, a także szansę zainwestowania w samego siebie. Wzrastające oczekiwania uczestników szkolenia najprawdopodobniej dokonają w niedalekiej przyszłości selekcji na dostawców szkoleń, realizujących od lat te same nieoryginalne, schematyczne moduły i tych z efektywnymi „trikami”, zwiększających efektywność procesu nauczania-uczenia się.

Bibliografia

1. ARMSTRONG M., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2000.
2. BARON-POLAŃCZYK E., *Organizacja i metody szkolenia w zakresie BHP*, Prezentacje przedmiotowego wykładu, Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2014.
3. BILLSON I., *How just-in-time training can support business-led competency development*, Competency, 1998.
4. KOSTERA M., *Zarządzanie personelem*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1999.
5. ŁAGUNA M., *Szkolenia*, Gdańskie Wyd. Psychologiczne, Gdańsk 2008.
6. ŁAGUNA M., FORTUNA P., *Przygotowanie szkolenia czyli jak dobry początek prowadzi o sukces*, Gdańskie Wyd. Psychologiczne, Sopot 2008.
7. MCKENNA E., BEECH N., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wyd. FEelberg Sja, Warszawa 1999.
8. *Meritum: Bezpieczeństwo i higiena pracy*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2009.
9. OKOŃ W., *Słownik pedagogiczny – wydanie III*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1984.
10. OKOŃ W., *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej – wydanie IV*, Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 1998.
11. RĄCZKOWSKI B., *BHP w praktyce*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1997.
12. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz. U. 2004, nr 180, poz. 1860.
13. WAŹ P., SŁOMKA A., NOWAK A., *Pracodawca i kierownik – wydanie IV*, Tarbonus, Kraków-Tarnobrzeg 2014.
14. WAŹ P., SŁOMKA A., NOWAK A., *Pracownik na stanowisku robotniczym – wydanie IV*, Tarbonus, Kraków-Tarnobrzeg 2014.
15. ZIELIŃSKI L., *22 zadania służby bhp*, Sigma-Not, Kraków 2009.
16. ŻYWNÓ SZ., *Kodeks pracy – wydanie VII*, Wyd. Buk, Białystok 2012.

* Artykuł prezentuje wybrane zagadnienia pracy dyplomowej pt. „Szkolenia w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych (na przykładzie Zespołu Szkół nr 1 w Szprotawie)”, opracowanej pod kierunkiem dr hab. Euniki Baron-Polańczyk, prof. UZ (Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2015).

ZAGROŻENIA BIOLOGICZNE W MEDYCZNYCH PROCESACH PRACY I PREWENCJA ZAGROŻEŃ

Magda Kowalska, Marek Rybakowski, Grzegorz Dudarski

1. Wstęp

Wskaźnik wypadków przy pracy w służbie zdrowia w Polsce jest o 34% wyższy niż średnia w Unii Europejskiej. Od lat, wiele instytucji pracuje nad poprawą bezpieczeństwa pracy wykonywanej przez pielęgniarki. Stosowane są coraz to nowsze rozwiązania, które zwiększają bezpieczeństwo, zmniejszają koszt wykonywanej pracy, podnoszą jej jakość i wydajność. Pielęgniarki z racji wykonywania obowiązków, ryzyka kontaktu z czynnikami szkodliwymi i niebezpiecznymi oraz obciążeń psychospołecznych związanych z wykonywaną pracą, narażone są na wiele zagrożeń zawodowych. Są to szkodliwe czynniki biologiczne, zagrożenia układu mięśniowo-szkieletowego, czynniki chemiczne i fizyczne oraz stres.

W odniesieniu do tematu opracowania, głównym problemem bezpieczeństwa w medycznych procesach pracy stały się używane powszechnie przez lekarzy, pielęgniarki i służby pomocnicze rękawice ochronne. Podczas rutynowych czynności, które wykonuje lekarz lub pielęgniarka dochodzi do uszkodzeń używanych rękawic ochronnych. Problem ten postanowiono zdiagnozować i opisać w oparciu o badania ilościowa, obrazując okoliczności przy których doszło do rozdarcia rękawic oraz jakościowe, badając powierzchnie rękawic medycznych na obecność bakteryjnych mikroorganizmów.

2. Czynniki biologiczne powodujące zagrożenia w środowisku pracy

Szkodliwe czynniki zagrożeń biologicznych w środowisku pracy, określane także jako „biologiczne czynniki zagrożenia zawodowego”, „zagrożenia biologiczne w środowisku pracy”, „biologiczne szkodliwości zawodowe” [1] są to takie mikro- i makroorganizmy oraz takie struktury i substancje produkowane przez te organizmy, które występując w środowisku pracy wywierają szkodliwy wpływ na organizm ludzki i mogą być czynnikiem chorób pochodzenia zawodowego [3]. Ta obszerna definicja obejmuje zatem nie tylko drobnoustroje wywołujące choroby zakaźne, utożsamiane do niedawna w wielu pracach z omawianą grupą czynników, ale również mikro- i makroorganizmy wywołujące choroby i dokuczliwości o podłożu

alergicznym, toksycznym i nowotworowym, a także spełniające funkcję wektorów (przenosicieli) chorobotwórczych zarazków.

Szkodliwe czynniki biologiczne w środowisku pracy punktuje się najczęściej według zasad systematyki przyrodniczej, począwszy od organizmów najniższych (priony, wirusy), aż do organizmów najwyższej zorganizowanych (ssaki i wytwarzane przez nie alergeny).

2.1. Kryterium występowania

Drobnoustroje będące czynnikami zagrożenia zawodowego występują na ogół wewnątrz organizmów ludzkich, zwierzęcych i roślinnych lub na powierzchni tych organizmów. Mogą znajdować się również w wodzie, glebie, odpadach, ściekach, ściółce, nawozie, na składowanych surowcach roślinnych i zwierzęcych, na powierzchni budynków i różnych przedmiotów, w olejach, drewnie, a także w powietrzu i w pyłe. W środowisku silnie skażonym pyłem organicznym (np. ze zboża, kompostu), stężenie drobnoustrojów w powietrzu osiąga wartości rzędu milionów lub nawet miliardów CFU (Colony Forming Units = jednostki tworzące kolonie), przekraczając wielokrotnie poziom bezpieczny [9].

2.2. Kryterium sposobu przenoszenia

W rozprzestrzenianiu się biologicznych czynników szkodliwych w środowisku pracy, maksymalne znaczenie epidemiologiczne ma droga powietrzno-pyłowa i powietrzno-kropelkowa. Czynniki przenieszone tą drogą (zarazki, toksyny, alergeny) mogą wnikać do ustroju ludzkiego przez układ oddechowy, spojówki, nabłonek jamy nosowo-gardłowej i skórę. Czynniki biologiczne mogą przemieszczać się również drogą wodną, przez glebę, zakażone przedmioty (np. strzykawki i instrumenty w zakładach służby zdrowia), zakażone zwierzęta (w tym krwio pijne owady i pajęczaki), a także przez produkty pochodzenia zwierzęcego i roślinnego.

2.3. Kryterium stopnia ryzyka dla narażonych

Szkodliwymi czynnikami biologicznymi w środowisku pracy są mikro- i makroorganizmy mogące stwarzać choroby zawodowe. Są to nie tylko drobnoustroje wywołujące choroby zakaźne, ale również mikroorganizmy i makroorganizmy powodujące alergie.

Klasyfikacja zagrożeń biologicznych w środowisku pracy, zamieszczona w załącznikach do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2000/54/WE z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy (Dz. Urz. WE L 262 z 17.10.2000, s. 21), obejmuje 379 czynników, podzielonych na cztery grupy, w tym wirusy (128 pozycji), bakterie (151), grzyby (30) i pasożyty (70). Zawodowe zagrożenia biologiczne klasyfikuje się również pod względem stopnia ryzyka, jaki stanowią one dla narażonych pracowników. Według tego kryterium zagrożenia biologiczne dzieli się na cztery klasy:

1. Klasa I - praktycznie brak zagrożenia.
2. Klasa II – umiarkowane zagrożenie.

3. Klasa III – poważne zagrożenie.

4. Klasa IV – bardzo poważne zagrożenia, grożące śmiercią.

Jeżeli pracownik jest zatrudniony w warunkach narażenia na działanie szkodliwego czynnika biologicznego zakwalifikowanego do grupy I zagrożenia, pracodawca powinien stosować środki zapobiegawcze określone w ogólnych przepisach bhp. Jeżeli w środowisku pracy trafiają się mikroorganizmy genetycznie zmodyfikowane, co do których istnieje podejrzenie, że mogą wykazywać właściwości chorobotwórcze, pracodawca powinien zapewnić pracownikom warunki pracy określone w przepisach ustawy z dnia 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie zmodyfikowanych (tekst jedn.: Dz. U. z 2007 r. Dz. U. Nr 36, poz. 233 z późn. zm.). Jeżeli w środowisku pracy występują mikroorganizmy o nieustalonej przynależności gatunkowej, co do których istnieje podejrzenie, że mogą wykazywać właściwości chorobotwórcze, pracodawca ma obowiązek zastosować środki zapobiegawcze, przewidziane dla szkodliwego czynnika biologicznego zakwalifikowanego do najwyższej grupy zagrożenia [10].

Przed wyborem środka zapobiegawczego pracodawca dokonuje: oceny ryzyka zawodowego, na jakie jest lub może być narażony pracownik, uwzględniając w szczególności:

- klasyfikację i wykaz szkodliwych czynników biologicznych,
- rodzaj, stopień oraz czas trwania narażenia na działanie szkodliwego czynnika biologicznego,
- informację na temat: potencjalnego działania alergizującego lub toksycznego szkodliwego czynnika biologicznego, choroby, która może wystąpić w następstwie wykonywanej pracy, stwierdzonej choroby, która ma bezpośredni związek z wykonywaną pracą,
- wskazówki organów właściwej inspekcji sanitarnej, Państwowej Inspekcji Pracy oraz jednostek służby medycyny pracy.

3. Ryzyka narażenia w medycznych procesach pracy

Pracownicy służby zdrowia należą do grupy zawodowej, w której występuje najwyższe ryzyko związane z kontaktem z obecnymi w środowisku pracy szkodliwymi czynnikami biologicznymi. Nie wszyscy pracownicy są jednakowo narażeni, jest uzależnione od charakteru wykonywanej pracy oraz miejsca, w którym pracownik wykonuje pracę. Do grup najbardziej zagrożonych pracowników można zaliczyć:

- personel oddziałów szpitalnych (zakaźnych, chirurgicznych, pulmonologicznych, ginekologiczno - położniczych, intensywnej opieki medycznej, pediatrycznych, hemodializy, -hematologicznych oraz prosektoriów),
- personel pracowni endoskopowych,
- stomatologów,
- pracowników stacji krwiodawstwa,
- pracowników stacji pogotowia ratunkowego,

- pracowników laboratoriów diagnostycznych.
- Natomiast potencjalnymi źródłami zakażenia są:
- chorzy ludzie (pacjenci, personel, odwiedzający),
 - nosiciele (zdrowi i ozdowieńcy),
 - zwłoki ludzkie,
 - leki przygotowane i przechowywane nie zgodnie z zasadami aseptyki,
 - aparatura i sprzęt medyczny,
 - sprzęt do zabiegów pielęgnacyjno -higienicznych,
 - sprzęt do utrzymania higieny pomieszczeń,
 - urządzenia sanitarne,
 - urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne,
 - hodowle drobnoustrojów w sztucznych warunkach laboratoryjnych [7].

4. Ekspozycja na zakażenie

Ryzyko zakażenia istnieje na skutek uszkodzenia skóry skażonym ostrym narzędziem (np. igłą, skalpelem, nożyczkami) lub w wyniku kontaktu błon śluzowych lub zranionej skóry (pęknięcia, otarcia naskórka, zmiany zapalne, rany, owrzodzenia, zmiany atopowe skóry) z potencjalnie zakażoną krwią, tkankami, płynami ustrojowymi pacjenta. Innym materiałem zakaźnym mogą być: nasienie i wydzielina z pochwy, płyn mózgowo-rdzeniowy, płyny przesiękowe i wysiękowe oraz kał, mocz, wymiociny, ślina, płwocina – jeśli zawierają domieszkę krwi. Ekspozycje na materiał biologiczny można podzielić na te, które nie potrzebują szczególnego postępowania (ekspozycja skóry nieuszkodzonej, ekspozycja wątpliwa – śródskórne lub powierzchniowe skałeczenie igłą uznaną za nieskażoną, powierzchowna rana bez zauważalnego krwawienia wywołana przez narzędzie uznane za nieskażone) i wymagające postępowania ekspozycyjnego wraz z obserwacją poekspozycyjną [6].

5. Zapobieganie narażeniom biologicznym i ich skutkom

Bardzo ważna jest profilaktyczna opieka medyczna. Nie można dopuścić do pracy pracownika bez aktualnego orzeczenia lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na danym stanowisku. Przed przystąpieniem do pracy pracownicy narażeni na działanie czynników biologicznych, podlegają obowiązkowi profilaktycznych badań lekarskich zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresie profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. Ponadto, w przypadku rozpoznania u pracownika choroby, która może być skutkiem narażenia na działanie szkodliwego czynnika biologicznego należy zapewnić pozostałym pracownikom narażonym na działanie szkodliwego czynnika biologicznego w takim stopniu, jak choremu pracownikowi, możliwości przeprowadzenia badań lekarskich.

5.1. Profilaktyka medyczna

Główne zasady profilaktyki chorób wywoływanych przez szkodliwe czynniki biologiczne wśród pracowników służby zdrowia, laboratoriów i przemysłu biotechnologicznego:

- szczepienia ochronne wysoce narażonych grup pracowników, stosowane m.in. do zabezpieczenia pracowników służby zdrowia przed wirusem zapalenia wątroby typu B (HBV), wirusem różyczki, prątkami gruźlicy i innymi drobnoustrojami;
- szczególne zabezpieczenie przy pracy z czynnikami wysoce zakaźnymi, obejmujące m.in. izolację i odpowiednie oznakowanie pomieszczeń, w których takie prace są prowadzone, stosowanie odpowiedniej wentylacji i obiegu powietrza zapewniającego jałowość pomieszczeń, gruntowną dezynfekcję, efektywne odprowadzanie i niszczenie odpadów; laboratoria powinny być zaopatrzone w odpowiednie boksy, komory z laminarnym nawiewem powietrza i inne urządzenia zabezpieczające, pracodawca powinien zapewnić pracownikom apteczki, środki odkażające, odzież ochronną oraz możliwość bezpiecznego przebierania się i kąpieli w izolowanych pomieszczeniach;
- stosowanie odzieży ochronnej przy pracy z materiałem zakaźnym lub chorymi pacjentami, instalacja zbiorników z płynem odkażającym na stanowiskach pracy, przestrzeganie zasad sterylizacji;
- natychmiastowa dezynfekcja w razie skażenia materiałem zakaźnym, powiadomienie o przypadku skażenia bezpośredniego przełożonego;
- odpowiednia konstrukcja pomieszczeń laboratoryjnych lub produkcyjnych, dostosowana do klasy zagrożenia, jaką przedstawiają czynniki będące obiektem prac w danym zakładzie. Wykonanie stołów laboratoryjnych i ścian z materiałów umożliwiających skuteczną dezynfekcję, stosowanie wydajnych filtrów w obiegu powietrza, odpowiednia konstrukcja śluzy wejściowej i kabin odkażających, zapewnienie przestronnych stanowisk pracy, okresowe odkażanie całych pomieszczeń;
- automatyzacja prac pozwalająca na uniknięcie ryzykownych sposobów pracy (np. pipetowania ustami);
- oznakowanie pomieszczeń zakaźnych międzynarodowym znakiem oznaczającym zagrożenie biologiczne, przestrzeganie zakazu wstępu do tych pomieszczeń osobom niepowołanym;
- odpowiednia opieka lekarska, prowadzenie ewidencji osób szczególnie narażonych, prowadzenie szkoleń bhp.

5.2. Środki ochrony indywidualnej

Do ochrony pracowników przed czynnikami biologicznymi zaleca się stosowanie sprzętu ochrony układu oddechowego, sprzętu ochrony oczu i twarzy, odzieży

ochronnej, rękawic ochronnych, obuwia ochronnego. W zależności od drogi narażenia pracownika wyposaża się w:

- kontakt powierzchniowy:
 - ochrony rąk,
 - odzież ochronną,
 - obuwie ochronne,
- kontakt z krwią i innymi płynami fizjologicznymi:
 - odzież ochronną,
 - ochrony rąk,
 - ochrony układu oddechowego,
- droga powietrzno -kropelkowa (aerozole):
 - ochrony układu oddechowego.

Z rozporządzenia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych wynika, że w przypadku narażenia na czynniki biologiczne z grupy I zagrożenia, pracodawca stosuje środki zapobiegawcze określone w przepisach z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy. Zatem w większości przypadków wystarczające będzie stosowanie odzieży roboczej. Przy narażeniu na czynniki biologiczne z grupy II zagrożenia, konieczne jest stosowanie odpowiedniej odzieży roboczej, a przy narażeniu na czynniki biologiczne z grupy III zagrożenia, odpowiedniej odzieży ochronnej.

W warunkach narażenia pracowników na działanie szkodliwych czynników biologicznych zaliczanych do grupy IV zagrożenia, należy stosować kombinezony gazoszczelne oraz izolujący sprzęt ochrony układu oddechowego o najwyższym wskaźniku ochrony. Przykładem jest tutaj praca personelu medycznego z pacjentami zakażonymi wirusem EBOLA. Jednocześnie w grupach II i III zaleca się stosowanie odpowiednio sprzętu ochrony układu oddechowego, sprzętu ochrony oczu i twarzy oraz obuwia ochronnego i rękawic ochronnych. Środki te muszą spełniać określone wymagania [7].

5.2.1. Ochrona układu oddechowego

Środki ochrony indywidualnej układu oddechowego składają się zazwyczaj z kombinacji dwóch części: twarzowej (maski lub półmaski) oraz filtrującej. Część twarzowa może być osłoną dla bioaerozolu i elementem konstrukcyjnym maski. Element filtrujący może być również częścią twarzową, np. w półmaskach filtrujących. Innym rodzajem środka ochronnego jest sprzęt izolujący drogi oddechowe od atmosfery środowiska pracy. Maską w tym przypadku połączona jest z aparatem wężowym sprężonego powietrza lub aparatem powietrznym butlowym. Dobór środków ochrony indywidualnej układu oddechowego do zagrożeń, występujących w postaci aerozoli biologicznych, zależy od: rodzaju aerozolu, stężenia fazy rozproszonej i jej składu, wielkości cząstek, stopnia szkodliwości, dostępnego przez wartość NDS dla składnika nie biologicznego, a także warunków mikroklimatycznych środowiska pracy, np. wilgotności powietrza. Wybór środków ochrony zależy również od pewności lub prawdopodobieństwa występowania w bioaerozolu materiału biologicznego, zakwalifikowanego do jednej z 4 grup ryzyka. Nie bez znaczenia jest również dobór tych środków pod kątem dopasowania części twarzowej maski do twarzy i głowy pracownika. Efektem niechcianym jest

przenikanie powietrza, i tym samym bioaerozolu, przez nieszczelności części twarzowej maski do dróg oddechowych. Dobór komplikuje się, gdy przy zastosowaniu półmasek filtrujących oraz półmasek skompletowanych z filtrami klasy: P1, P2, P3 stosuje się ochrony oczu i twarzy. Części twarzowe w postaci masek, półmasek lub ćwierć masek gumowych muszą ponadto spełniać wymagania co do łatwości ich czyszczenia i dezynfekcji, a także możliwości wyjąławiania. Środki ochrony indywidualnej układu oddechowego (zobrazowane przykładowo na rysunkach 1. 2. 3. i 4), mają właściwą klasę ochronną i zakres stosowania ściśle określony przez producenta w instrukcji korzystania. Najpowszechniej (np. wśród pracowników ochrony zdrowia) stosowane są półmaski filtrujące. W celu doboru klasy ochronnej półmasek, stosowanych do ochrony przed bioaerozolem, wprowadzono klasyfikację, której podstawą są ocena skuteczności materiału filtracyjnego i szczelność. Ze względu na przepuszczalność materiału filtracyjnego dla cząstek modelowych o różnej wielkości ustalono trzy zakresy skuteczności filtracyjnej:

- mała skuteczność,
- średnia skuteczność,
- duża skuteczność.



Rys. 1. Półmaska ochronna [11]



Rys. 2. Maska pełno twarzowa [12]



Rys. 3. Półmaska filtrująca [12]



Rys. 4. Maska medyczna dwuwarstwowa [13]

Maski o małej skuteczności mogą być stosowane do prac pielęgnacyjnych w służbie zdrowia oraz typowych w oczyszczalniach ścieków i rolnictwie. Maski o średniej skuteczności mogą być używane w służbie zdrowia, np. przy obsłudze nebulizatorów, a maski o dużej skuteczności – w chirurgii laserowej. Maski powinny być stosownie oznakowane, zależnie od ich stopnia skuteczności, i mieć deklarację zgodności z wymaganiami [9].

5.2.2. Ochrona oczu i twarzy

Ponieważ ochrona przed czynnikami biologicznymi, zakwalifikowanymi do II i III grupy, polega na niedopuszczeniu lub ograniczeniu do minimum ich kontaktu ze skórą lub oczami, do ochrony przed cieczami, aerozolami lub parami, zawierającymi niebezpieczne czynniki biologiczne, powinien być stosowany sprzęt ochronny w postaci osłon twarzy lub gogli. Przykładowo pokazane na rysunkach 5 i 6. Sprzęt ten powinien się cechować taką samą konstrukcją, jak stosowany do ochrony przed czynnikami chemicznymi, oraz powinien spełniać wymaganie chronienia przed czynnikami biologicznymi w postaci kropel lub rozbryzgów cieczy, pyłów oraz gazów. Gogle oraz osłony twarzy powinny też spełniać wymagania, dotyczące odporności na działanie środków dezynfekcyjnych, a ich konstrukcja powinna być pozbawiona elementów umożliwiających gromadzenie się aerozoli biologicznych. Osłony twarzy powinny być wyposażone w panoramiczną szybę, stanowiącą skuteczną barierę, uniemożliwiającą kontakt cieczy z twarzą pracownika. Dodatkowo mogą być wyposażone w tzw. naczółek, zapewniający ochronę również z góry. Sprzęt do ochrony oczu i twarzy może być stosowany jedynie w przypadku narażenia pracownika na czynniki biologiczne z I, II lub III grupy, pod warunkiem braku konieczności stosowania sprzętu do ochrony układu oddechowego. Kryterium określającym konieczność stosowania tego sprzętu jest narażenie oczu i twarzy na działanie szkodliwych czynników biologicznych. Sposób postępowania podczas doboru sprzętu do ochrony oczu i twarzy do czynników biologicznych jest taki sam, jak w przypadku czynników chemicznych i pyłów. Podstawowym kryterium doboru sprzętu jest forma występowania czynnika biologicznego. W zależności od formy występowania czynnika biologicznego stosowane są:

- przy narażeniu na ciecz,
- osłony twarzy lub gogle,
- przy narażeniu na pyły,
- gogle chroniące przed pyłami,
- przy narażeniu na pary lub gazy,
- gogle chroniące przed gazami.

W przypadku zagrożenia czynnikami biologicznymi należy pamiętać, że osłony twarzy można stosować jedynie wówczas, gdy występuje tylko zagrożenie przypadkowym narażeniem na działanie strumienia cieczy, np. podczas opróżniania zbiorników [9].



Rys. 5. Przyłbica przeciwdpryskowa [14]



Rys. 6. Gogle ochronne [15]

5.2.3. Ochrona rąk

Rękawice robocze i ochronne należą do najpowszechniej i najchętniej stosowanych ochron osobistych. Spowodowane jest to tym, że podczas pracy najbardziej narażone na działanie różnych szkodliwych czynników są właśnie dłonie pracownika. Dyrektywa 89/686/EWG w sprawie wymagań bezpieczeństwa i ochrony zdrowia dotyczących stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej w miejscu pracy wprowadza podział artykułów BHP – w tym także rękawic – na 3 kategorie ochronne, w zależności od poziomu ryzyka, na jakie pracownik jest narażony. W przypadku rękawic podział ten można scharakteryzować następująco.

Kategoria I Rękawice stosowane w warunkach niskiego ryzyka

Rękawice tej kategorii chronią przed powierzchniowym uszkodzeniem naskórka, temperaturą nie przekraczającą 50°C oraz przed środkami chemicznymi o delikatnym działaniu (np. środkami czyszczącymi). Ich użytkowanie poprawia komfort pracy, a ich stosowanie nie jest uzależnione od wyników badań specjalnych jednostek badawczych. Do tej grupy należy większość zwykłych rękawic roboczych, rękawice do prac gospodarczych, domowych, w ogrodzie itp.

Kategoria II Rękawice do prac przy średnim ryzyku uszkodzenia

Do tej kategorii zaliczane są rękawice używane w sytuacjach o stopniu ryzyka nie klasyfikowanym jako niskie czy bardzo wysokie. Są to głównie rękawice chroniące przed chemikaliami oraz uszkodzeniami mechanicznymi. Takie ryzyko jest bardzo szeroko rozpowszechnione w różnorodnych gałęziach przemysłu i dotyczy większości prac przemysłowych. Do tej grupy należą także rękawice chroniące przed zimnem i ciepłem (do 100°C).

Kategoria III Rękawice stosowane w sytuacjach wysokiego ryzyka wystąpienia poważnego uszkodzenia

Rękawice tej kategorii używane są wówczas, gdy istnieje duże ryzyko wystąpienia poważnego lub trwałego uszkodzenia dłoni, np. przy pracach z bardzo agresywnymi substancjami chemicznymi, przy wysokim napięciu itd. Rękawice ochronne dzieli się według zagrożeń, przed którymi mają chronić. Poza odpowiednimi normami, związanymi z poszczególnymi zagrożeniami, wszystkie muszą spełniać wymagania PN-EN 420 Wymagania ogólne dla rękawic [17].

6. Rola rękawic w ochronie przed czynnikami biologicznymi

Zadaniem rękawic chroniących przed zagrożeniami biologicznymi w postaci mikroorganizmów i substancji przez nie wytwarzanych jest niedopuszczenie do kontaktu czynnika szkodliwego ze skórą użytkownika.

Ochrona personelu medycznego jest szczególnie istotna wobec braku skutecznych metod leczenia między innymi zakażeń wywołanych wirusami żółtaczką typu HBV i typu HCV oraz wirusami niedoboru odpornościowego (HIV).

Wszędzie tam, gdzie na działanie czynników biologicznych II, III i IV grupy ryzyka, narażone jest ciało pracownika, powinny być stosowane rękawice. Ochrona pełni dwie podstawowe funkcje:

- zapobiega przedostawaniu czynników infekcyjnych do skóry, która może być uszkodzona,
- zapobiega przenoszeniu czynników infekcyjnych na inne osoby i w różnych sytuacjach, np. podczas jedzenia i picia.

W przypadku rękawic ochronnych nie istnieje oddzielna grupa wyrobów przeznaczonych do ochrony przed czynnikami biologicznymi. Do prac w kontakcie z bakteriami i grzybami należy stosować rękawice chroniące przed czynnikami chemicznymi, czyli szczelne rękawice wykonane z kauczuku naturalnego, kauczuków syntetycznych (kauczuku poliakrylonitrylowego, polichloroprenowego, butylowego, witonu) oraz tworzyw sztucznych (PCW, hypalonu, polialkoholu winylowego).

W celu polepszenia właściwości użytkowych i odporności mechanicznej rękawic są one często wykonane z ww. surowców na nośniku dzianinowym łącznie z mankietem. Podstawową wadą rękawic wykonywanych z tworzyw sztucznych czy kauczuków był do niedawna niski poziom parametrów wytrzymałościowych. Nie pozostawało to bez znaczenia dla końcowego użytkownika wyrobu, gdyż narażenie na działanie czynników chemicznych czy mikroorganizmów nie wyklucza występowania innych zagrożeń, jak czynniki mechaniczne. Stąd ważne jest, aby rękawica nie tylko zapewniała ochronę przed mikroorganizmami, czy też czynnikami chemicznymi, ale była jednocześnie odporna na zużycie w wyniku działania czynników mechanicznych, co zwiększy również jej trwałość.

Obecnie jedyną normą, w której określono wymagania dotyczące rękawic chroniących przed czynnikami biologicznymi, a dokładniej przed

mikroorganizmami, jest norma PN-EN 374-1: 2005 [4]. Norma ta jednak nie powołuje specjalistycznych metod badań i wymagań pod kątem odporności rękawic na działanie czynników biologicznych. Zakłada się bowiem, że rękawice szczelne, czyli odporne na przesiąkanie, które spełniają wymagania dla co najmniej 2. poziomu skuteczności według normy PN-EN 374-2: 2005 [5], stanowią również skuteczną barierę dla zagrożeń mikrobiologicznych. Założenie to, zgodnie z wymienioną normą, nie dotyczy jednak wirusów.

Rękawice medyczne dzielą się, w zależności od przeznaczenia, na:

- rękawice chirurgiczne,
- rękawice do badań i zabiegów.

Rękawice chirurgiczne muszą być sterylne i mają anatomiczny kształt. Przeznaczone są do stosowania w chirurgii inwazyjnej. Ze względu na wymaganie precyzji oraz pewności chwytu bardzo istotne jest właściwe dopasowanie rozmiaru rękawicy do ręki. Rękawice medyczne mogą być wykonane z:

- lateksu kauczuku naturalnego,
- lateksu kauczuku syntetycznego,
- mieszanin kauczuków naturalnych i syntetycznych,
- mieszanin kauczuków syntetycznych,
- polichlorku winylu,
- polietylenu.

Rękawice medyczne najczęściej są wykonywane z lateksu kauczuku naturalnego. Powinny one być szczelne oraz charakteryzować się odpowiednimi właściwościami mechanicznymi, takimi jak: siła zrywająca przed przyspieszonym starzeniem i po nim oraz siła zrywająca szew. Wymagane wartości wymienionych parametrów mechanicznych zależą od:

- rodzaju materiału zastosowanego do produkcji rękawic (lateks kauczuku naturalnego, lateks kauczuku syntetycznego, mieszanki kauczuków),
- sposobu wytworzenia rękawicy (rękawice ze szwami lub bez); rękawice medyczne ze szwem są otrzymywane przez łączenie płaskich powierzchni materiałów, np. metodą zgrzewania,
- przeznaczenia (rękawice chirurgiczne, rękawice do badań i zabiegów).

Rękawice medyczne muszą również spełniać wymaganie niewpływania negatywnie na organizm ludzki. W przypadku stosowania rękawic wykonanych z lateksu kauczuku naturalnego może wystąpić u użytkownika podrażnienie skóry lub alergia na ten materiał. W Polsce dostępne są m.in. sterylne hipoalergiczne rękawice medyczne, wykonane z lateksu kauczuku naturalnego. Niektóre z dostępnych rękawic są pudrowane, inne są żelowane.

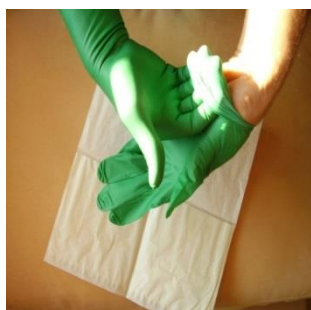
Kryterium określającym konieczność stosowania rękawic jest narażenie rąk na działanie czynników biologicznych. Ponieważ ręce należą do najbardziej podatnych na urazy mechaniczne, w tym – skaleczenia i otarcia, są one szczególnie narażone na działanie mikroorganizmów. Przykładowe obrazy dla rękawic medycznych zaprezentowano na rysunkach od 7 do 10.



Rys. 7. Rękawice –lateks kauczuku naturalnego [18]



Rys. 8. Rękawice - lateks kauczuku syntetycznego [18]



Rys. 9. Rękawice chirurgiczne [19]



Rys. 10. Rękawice diagnostyczne nitylowe bezpudrowe [20]

Dobierając rękawice chroniące przed czynnikami biologicznymi, należy przede wszystkim uwzględnić ich przeznaczenie – praca w służbie zdrowia, zastosowania przemysłowe, usuwanie odpadów itp. W przypadku rękawic stosowanych w służbie zdrowia należy dodatkowo określić rodzaj wykonywanej przez pracownika czynności. Mogą to być operacje chirurgiczne lub badania nieinwazyjne pacjentów, inne zabiegi (diagnostyczne, terapeutyczne) oraz usuwanie odpadów medycznych. Ponieważ zabiegi medyczne oraz badania pacjentów wymagają dużej precyzji i pewności chwytu, rękawice medyczne muszą być dobrze dopasowane do ręki. W związku z tym, obok parametrów ochronnych przy wyborze rękawic należy wziąć pod uwagę ich rozmiary.

W przypadku przymusy zastosowania rękawic chroniących przed czynnikami biologicznymi w przemyśle należy zwrócić uwagę na to, czy poza zagrożeniami biologicznymi występują również zagrożenia mechaniczne. Jeżeli tak, rękawice powinny charakteryzować się również odpowiednią odpornością mechaniczną [9].

7. Inne środki ochrony w profilaktyce narażeń biologicznych

Odzież ochronna

Ryzyko, związane z narażeniem pracowników na działanie czynników biologicznych, znajduje się na wielu stanowiskach pracy. Chorobotwórcze

drobnoustroje zwłaszcza zagrażają personelowi medycznemu. Dlatego też w lecznictwie zagrożenie chorobami zakaźnymi, przenoszonymi przez krew podczas robienia zabiegów medycznych, spowodowało potrzebę przywiązywania dużej wagi do ochrony przed zakażeniem zarówno pacjentów, jak i pracowników. Największe ryzyko zakażenia wirusami żółtaczki zakaźnej typu B i typu C oraz wirusami niedoboru odpornościowego (HIV) występuje w bloku operacyjnym, na oddziale intensywnej opieki medycznej, w stacji dializ, laboratorium diagnostycznym oraz podczas wykonywania zabiegów chirurgii szczękowej, gdyż tam najczęściej dochodzi do bezpośredniego kontaktu z: krwią, płynami ustrojowymi, skażonymi materiałami czy instrumentami medycznymi. Przy braku skutecznych metod leczenia, jedynym sposobem zapobiegania rozprzestrzenianiu się zakażeń krwiopochodnych jest utrzymanie ściśle określonych reżimów postępowania, redukujących zagrożenie do minimum. Obok takich działań zapobiegawczych, jak szczepienia ochronne czy szkolenie pracowników w zakresie postępowania z materiałami biologicznymi, stwarzającymi duże ryzyko zakażenia, bardzo ważne jest stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej, stanowiących skuteczną barierę dla krwi i drobnoustrojów. Środki ochrony indywidualnej dla personelu medycznego spełniają podwójną rolę:

- zapobiegają zakażeniu pacjenta mikroorganizmami, przenoszonymi z personelu medycznego na obszar pola operacyjnego podczas wykonywania zabiegów operacyjnych,
- zapobiegają kontaktowi powierzchniowemu mikroorganizmów, znajdujących się we krwi i innych płynach ustrojowych pacjentów, ze skórą personelu.

Materiały barierowe, przeznaczone na odzież ochronną dla lekarzy i pomocniczego personelu medycznego, muszą przede wszystkim spełniać funkcję ochronną, tzn. zabezpieczać przed przenikaniem szkodliwych dla zdrowia czynników biologicznych i osiadaniem ich na skórze. Przez pojęcie barierowości, w odniesieniu do wyrobów włókienniczych, należy rozumieć zespół cech tych wyrobów, nadających im określone funkcje ochronne.

Materiały włókiennicze przeznaczone na ochronną odzież medyczną, np. na fartuchy operacyjne dla chirurgów, powinny się charakteryzować przede wszystkim odpornością na:

- przesiąkanie krwi i innych płynów ustrojowych,
- przenikanie drobnoustrojów przenoszonych przez te płyny.

Obok wykazywania się właściwościami ochronnymi, materiały barierowe powinny umożliwiać odprowadzanie ciepła i wilgoci na zewnątrz w celu zapewnienia komfortu użytkowania. Na poczucie komfortu użytkowania wpływają parametry mikroklimatu, wytworzonego pod odzieżą i określanego temperaturą i wilgotnością, a także odczucia, odbierane przez ciało człowieka przy bezpośrednim kontakcie z odzieżą oraz prawidłowa konstrukcja, zapewniająca nieskrępowaną swobodę ruchów. Pełną ochronę przed kontaktem z krwią i mikroorganizmami zapewniają jedynie materiały powleczone warstwą tworzywa sztucznego lub laminowane folią.

Odzież chroniąca przed czynnikami biologicznymi zapobiega kontaktowi powierzchni skóry człowieka z mikroorganizmami, wywierającymi szkodliwy wpływ na organizm ludzki, oraz ich strukturami. Podczas doboru odzieży należy najpierw uwzględnić grupę, do której należy czynnik biologiczny. Następnie należy ustalić rodzaj wykonywanej przez pracownika czynności (praca w laboratorium, wykonywanie zabiegów medycznych, np. w szpitalu, praca w przemyśle). Z kolei, należy określić natężenie czynnika biologicznego, czyli czy były to:

- przypadkowy kontakt z niewielką ilością płynów ustrojowych, aerozoli biologicznych lub kropli cieczy,
- rozbryzgi cieczy, zawierających szkodliwe dla zdrowia czynniki biologiczne płyny pod znacznym ciśnieniem.

W przypadku narażenia pracowników na działanie czynników biologicznych z IV grupy lub czynników, których oddziaływanie na organizm ludzki nie jest znane, zalecane jest stosowanie odzieży całkowicie izolującej organizm człowieka (kombinezonów gazoszczelnych).



Rys. 11. Fartuch ochronny dla personelu medycznego [16]

Obuwie ochronne

Do ochrony przed mikroorganizmami stosuje się szczelne obuwie w całości z gumy lub tworzywa. W zależności od potrzeb obuwie może być wyposażone w podnoski o odpowiedniej wytrzymałości na uderzenie i ściskanie, ochraniające palce stóp.

Ze względów medycznych obuwie powinno odpowiadać normom higienicznym, aby mogło być poddawane rutynowemu codziennemu myciu ręcznemu lub termicznemu w maszynie myjąco-dezynfekującej i kiedy trzeba, dezynfekcji [2]. Ze względu na bezpieczeństwo pracy obuwie powinno być antyelektrostatyczne i mieć zabezpieczenie przed poślizgiem. Powinno także być wygodne i stabilne.

Kryterium określającym konieczność stosowania obuwia chroniącego przed czynnikami biologicznymi jest występowanie na podłożu cieczy, zawierającej niebezpieczne czynniki biologiczne, lub zagrożenie polaniem nóg taką cieczą. Dobór obuwia jest uzależniony od jego przeznaczenia [8].

8. Badania własne

Przed przystąpieniem do badań własnych, rękawic ochronnych i medycznych w warunkach rzeczywistych, założono hipotetycznie, że: w pracach pielęgniarских występuje narażenie biologiczne które także jest przenoszone na powierzchni rękawic, które niejednokrotnie ulegają uszkodzeniu i odsłaniają skórę dłoni. Badania empiryczne przeprowadzono na jednym z oddziałów całodobowej opieki medycznej wytypowanego do badań szpitala. W czasie dyżuru na oddziale pracują dwie pielęgniarki, lekarz anesteziolog, ordynator, pielęgniarka oddziałowa i salowa. Na oddziale prowadzona jest intensywna terapia chorych w stanach zagrożenia życia. Personel oddziału współpracuje także z oddziałami zabiegowymi uczestnicząc w czynnościach przygotowania pacjenta do zabiegu operacyjnego.

Celem głównym badań było zapoznanie się z zagrożeniami biologicznymi występującymi w pracy personelu medycznego oraz ilościowa i jakościowa ocena ryzyka narażenia na czynniki biologiczne w wyniku uszkodzeń używanych rękawic ochronnych. Dla realizacji badań zastosowano metodę badań bakteriologicznych oraz metodę ilościowej dokumentacji fotograficznej rękawic. Do badań użyto sterylnych rękawic, pałeczki do pobierania wymazu, aparatu fotograficznego w celu wykonania zdjęć oraz sprzęt laboratoryjny w pracowni laboratoryjnej. Badania prowadzono podczas rutynowych czynności, które wykonuje pielęgniarka. Poniżej przedstawiono rzeczywiste zdjęcia uszkodzeń rękawic medycznych i opisano okoliczności przy, których doszło do rozdarcia. Uszkodzenia są różnego typu, dlatego też rękawice podzielono na grupy względem przyczyny i okoliczności zdarzenia.

8.1. Pierwsza próbka badawcza

Uszkodzenia powstałe w czasie wykonywania zleceń lekarskich m.in. rozpuszczanie leków, przygotowywaniu kroplówek, przygotowywania pomp infuzyjnych oraz pomp wolumetrycznych.



Rys. 12. Glov Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy rozpuszczaniu leku [fot. z badań własnych]



Rys. 13. Glov Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy przygotowywaniu kroplówki [fot. z badań własnych]



Rys. 14. Głow Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy wykonywaniu pompy
infuzyjnej [fot. z badań własnych]



Rys. 15. Głow Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy otwieraniu fioli z lekiem
[fot. z badań własnych]

8.2. Druga próbka badawcza

Uszkodzenia powstałe przy czynnościach opiekuńczych z pacjentem – zmiana opatrunków, wykonywania toalety pacjenta m.in. mycie całego ciała, mycie głowy, golenie, zmiana pościeli.



Rys. 16. Głow Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy zmianie opatrunków
(przyklejenie do plastra) [fot. z badań własnych]



Rys. 17. Głow Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy myciu pacjenta [fot. z
badań własnych]



Rys. 18. Głow Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy zmianie pościeli [fot. z
badań własnych]



Rys. 19. Głow Tec rękawice nitrylowe.
Uszkodzenie przy naciąganiu prześcieradła
[fot. z badań własnych]

8.3. Trzecia próbka badawcza

Uszkodzenia powstałe w czasie wykonywania czynności przygotowywania pacjentki/pacjenta do zabiegu operacyjnego m.in. podczas przygotowywania leków, intubacji, podłączenia do monitoringu.



Rys. 20. Glov Tec rękawice nitylowe.
Uszkodzenie powstałe podczas
rozpuszczania leków [fot. z badań własnych]



Rys. 21. Rękawice Comfort - pudrowane
chirurgiczne, lateksowe.
Uszkodzenie przy intubacji pacjentki
[fot. z badań własnych]



Rys. 22. Glov Tec rękawice nitylowe.
Uszkodzenie przy podłączeniu pacjentki
do monitoringu [fot. z badań własnych]



Rys. 23. Glov Tec rękawice nitylowe.
Uszkodzenie powstałe podczas
zakładania ciśnieniomierza [fot. z badań
własnych]

9. Badania mikrobiologiczne na powierzchni rękawic

Próby do badań mikrobiologicznych zostały pobrane z powierzchni rękawic medycznych oraz z klamki od okna na sali chorych. Materiał został pobrany za pomocą sterylnych rękawic oraz pałeczki do pobierania wymazów. Posiewy badano w specjalistycznym laboratorium mikrobiologicznym.

Z materiału pobranego z klamki od okna na sali chorych wyhodowano: *Staphylococcus epidermidis*. ***Staphylococcus epidermidis*** - to gatunek bakterii Gram-dodatnich, należący do rodzaju gronkowców, wywołujący zakażenia oportunistyczne. Jest zaliczany do grupy gronkowców koagulazo ujemnych (CoNS). Nie wywołuje infekcji u ludzi zdrowych, jednak dla osób z ciałem obcym może być bardzo niebezpieczny. Bakteria występuje powszechnie na błonach śluzowych jamy ustnej, nosa, gardła; w drogach moczowo-płciowych; w jelicie grubym (czasami także w krętym) oraz na skórze. Z tego też powodu, wyhodowanie tej bakterii - zwłaszcza w małych ilościach - z posiewu krwi świadczy bardziej o błędnym pobraniu materiału z powodu niedostatecznego odkażenia miejsca nakłucia, niż o faktycznej bakteriemii. Uznaje się jednak, że bakteria ta jest czynnikiem etiologicznym zakażenia w przypadku sepsy i nawet jednokrotnego dodatniego posiewu krwi, przy braku innych patogenów.

Z materiału pobranego z powierzchni rękawic pracującej pielęgniarki wyhodowano: *Staphylococcus epidermidis* oraz *micrococcus spp.* **Micrococcus spp.** jest to morfologiczna forma bakterii, w której komórki (ziarenkowce) układają się w skupiska podobne do sześciątów. Należą tu drobnoustroje o kształcie kulistym, układając się w nieregularne skupienia (nigdy w pakiety), Gram – dodatnie (łatwo odbarwiają się). Rosną bujnie na podłożach zwykłych bezbarwnie lub wytwarzają barwniki kolory żółtego, pomarańczowego i czerwonego. Spotykane są często jako zanieczyszczenia materiałów przesyłanych do badań bakteriologicznych; niektóre z nich, jak *Mureae* rozczepiają mocznik na amoniak i są przyczyną alkalizacji moczu.

10. Uogólnienia końcowe

Badania przeprowadzono w okresie trzech miesięcy, podczas których doszło do rozerwania piętnastu sztuk rękawic medycznych. Do uszkodzeń dochodziło w różnych okolicznościach m.in. podczas przygotowywania zleceń lekarskich, toalety ciała pacjenta, przygotowywania pacjentki do zabiegu operacyjnego, a także występowały rękawice podarte wyciągnięte bezpośrednio z pudełka. Najwięcej uszkodzeń było podczas toalety pacjenta, dlatego też zaleca się używanie podwójnych par rękawic dla bezpieczeństwa personelu medycznego. Również często dochodziło do uszkodzeń podczas przygotowywania leków. Powodem rozerwania rękawicy były ostre fiole, igły.

Przeprowadzone badania potwierdziły hipotezę roboczą, gdyż jednoznacznie ujawniono narażenie biologiczne w pracach pielęgniarskich, które przenoszone jest na powierzchni rękawic, a te niejednokrotnie ulegają uszkodzeniu i odsłaniają skórę dłoni.

Podsumowując, mimo określonego – zasadniczego sprzątnięcia przez panie sprzątające w służbie zdrowia i obiektach ochrony zdrowia, nie można całkowicie wyeliminować zagrożeń biologicznych. Bakterie w placówkach szpitalnych znajdują się niemalże wszędzie. Zatem zawsze obowiązkowym jest dbanie o bezpieczeństwo personelu medycznego i pomocniczego w medycznych procesach pracy jak i pacjenta, stosując środki ochrony indywidualnej np. rękawice, fartuchy ochronne oraz maski, okulary (gogle), obuwiu ochronne medyczne i inne.

Bibliografia

1. *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia*. Red. nauk. D. Koradecka. T. 1-2. Warszawa, CIOP 1999.
2. BŁASZCZYK M, K., *Mikrobiologia środowisk*, PWN, Warszawa 2010, s. 346.
3. DUTKIEWICZ J., JABŁOŃSKI L., *Biologiczne szkodliwości zawodowe*, PZWL, Warszawa 2000.
4. PN-EN 374-1:2005. *Rękawice chroniące przed substancjami chemicznymi i mikroorganizmami*. Część 1: Terminologia i wymagania.

5. PN-EN 374-2:2005. *Rękawice chroniące przed substancjami chemicznymi i mikroorganizmami*. Część 2: Wyznaczanie odporności na przesiąkanie.
6. SZCZYPTA A., *Ekspozycja zawodowa pracowników ochrony zdrowia na czynniki biologiczne – działania profilaktyczne*, Materiał z prelekcji wygłoszonej na seminarium „Rękawice medyczne ogniwo w procesie przeciwdziałania zakażeniom”, Ryto 2007.
7. WAGA I., *Zagrożenia czynnikami biologicznymi w miejscu pracy*, Warszawa 2009, s. 3.
8. *Zatrucia roślinami wyższymi i grzybami*. Red. M. Henneberg, E. Skrzydlewska. Warszawa, PZWL 1984.
9. <http://www.ciop.pl/14281.html> [07.11.2013].
10. <http://www.bhp.abc.com.pl/czytaj/-/artykul/zawodowe-zagrozenia-biologiczne-klasyfikuje-sie-pod-wzgledem-stopnia-ryzyka/print/> [02.02.2014].
11. <http://www.icd.pl/produkty/polmaska-sperian-valuair-a1.xml> [23.03.2014].
12. <http://www.bhp-belchatow.pl/oferta/ochrona-drog-oddechowych> [23.03.2014].
13. <http://einmed.eu/konfekcja-medyczna/oferta/maska-medyczna-dwuwarstwowa/> [23.03.2014].
14. <http://www.bhp.wgruba.pl/artykuly-bhp-okulary.html> [23.03.2014].
15. <http://expertbhp.czyst.pl/index.php?cPath=31> [23.03.2014].
16. <http://www.ardmedikaltekstil.com/> [23.03.2014].
17. <http://www.butstar.com.pl/produkty.asp> [23.03.2014].
18. <http://www.sklepy24.pl/szukaj/r%C4%99kawice+syntetyczne+i+lateks>. [23.03.2014].
19. http://pl.wikipedia.org/wiki/R%C4%99kawiczki_medyczne [23.03.2014].
20. http://www.skleprehabilitacyjny.com.pl/equispon_dental_gabka_zelatynowa_hemostatyczna_ [23.03.2014].

WYKORZYSTANIE PROGRAMU EKRYŻOWY DO OCENY SPRAWNOŚCI PSYCHOMOTORYCZNEJ

Edward Kowal, Patryk Krupa

7. Wstęp

W dobie komputeryzacji, coraz częściej stosuje się rozwiązania informatyczne a ludzi zastępuje się specjalnymi robotami, które wykonują swoją pracę znacznie szybciej i dokładniej. W związku z tym, od człowieka wymaga się coraz częściej jedynie nadzorowania pracy maszyny. Obsługa wiąże się przeważnie z pracą na komputerze, a co za tym idzie, posługiwanie się urządzeniami wskazującymi typu mysz komputerowa lub ekran dotykowy. Autor postanowił ocenić w swojej pracy sprawność psychomotoryczną za pomocą specjalnego programu komputerowego.

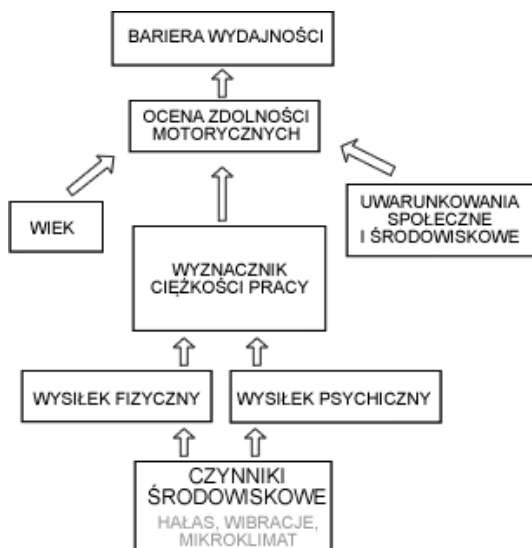
Zasadniczym celem tej pracy jest stworzenie aplikacji komputerowej, dzięki której można będzie prowadzić badania sprawności psychomotorycznej przy pomocy komputera bez konieczności transportu dużych i ciężkich aparatów oraz zrealizować badania, z możliwością natychmiastowego porównania wyników.

Testy przeprowadzono na klasycznej aparaturze pomiarowej (aparat krzyżowy) oraz na wspomnianym wcześniej programie komputerowym (eKryżowy). Badane grupy to uczniowie klas piątych SP nr 1, SP nr 3 w Krośnie Odrzańskim, drużyna piłkarska – KS Kruszywo Stary Raduszec oraz przypadkowe osoby z Festiwalu Nauki. Badania prowadzono na terenie Krosna Odrzańskiego (Szkoły Podstawowe), Starego Raduszca (Klub Sportowy Kruszywo) oraz Zielonej Góry (Festiwal Nauki). W przypadku uczniów testy realizowane były w Szkołach na godzinach wolnych od zajęć, natomiast w przypadku piłkarzy, badania wykonywano przed meczami i treningami.

Sprawność psychomotoryczna

Wpływ na sprawność psychomotoryczną (zdolności motoryczne) mają czynniki osobowościowe oraz czynniki zewnętrzne. Z czynników zewnętrznych wymienić można: forma pracy (powiązany z nią wysiłek fizyczny, psychiczny), warunki miejsca, czas [4].

Sprawność psychomotoryczną można w zasadzie podzielić na dwa podstawowe elementy: koordynacja i kondycja. Na sprawność koordynacyjną wpływ mają zdolności: reakcja na bodźce, orientacja terenowa, przystosowanie się do zmian, koordynacja ruchów. Kryteriami sprawności kondycyjnej są przede wszystkim: szybkość, wytrzymałość, siła [4].



Rysunek 12. Czynniki kształtujące poziom sprawności psychomotorycznej [4]

W istocie wymienione wyżej dwa rodzaje zdolności wzajemnie na siebie wpływają i uzupełniają się. Przyjmuje się, że w wieku około 30 lat osiąga się optymalną biegłość motoryczną.

Czas reakcji

Omawiając zagadnienia związane ze sprawnością psychomotoryczną, należy zwrócić uwagę na sposób w jaki będzie ona mierzona. Analizując badania zauważyć można, że testy mierzone były za pomocą specjalistycznej aparatury. Dzięki niej odczytuje się precyzyjne dane – czas reakcji, dlatego warto poznać jego definicję.

Jan Rosner sprecyzował definicję czasu reakcji, na podstawie kilku autorów. Brzmi ona następująco: „Czas reakcji, czas który upływa od momentu odebrania informacji do chwili rozpoczęcia ruchu będącego odpowiedzią na zaobserwowany sygnał.” Czas reakcji (nazywany również utajnienia reakcji) różni się w zależności od tego, jaki analizator jest odbiorcą sygnału. Różne warianty sygnałów ilustruje tab. 1. Sygnalizacja kontaktowa (dotykowa) wydaje się najstarsza, stąd względnie najlepszy czas reakcji [6].

Tab. 4. Czas reakcji prostej przy sygnałach odbieranych przez różne zmysły

Analizator (i jakość sygnału)	Przeciętny czas reakcji w ms
Dotykowy	90-200
Słuchowy (dźwięk)	120-180
Wzrokowy (światło)	150-220
Węchowy (zapach)	310-390
Temperatury (ciepło, zimno)	280-1600
Bólu	130-890

Źródło: [6]

Zdolność do pracy umysłowej w ciągu doby

Według badań Centralnego Instytutu Ochrony Pracy, najwyższa sprawność psychomotoryczna wypada w ciągu dnia w godzinach 8:00-10:00 oraz 14:00-16:00. Najniższa sprawność przypada w godzinach nocnych i jest to czas w godzinach 23:00-01:00 [2].

Rytm dzienny cechuje mały spadek sprawności umysłowej około południa. Istnieją różne składowe modyfikujące proces prezentowanych aspektów, związane z rodzajem wykonywanego zadania, a ściślej z towarzyszącym mu zmęczeniu czy znużeniu.



Rysunek 13. Zdolność do pracy umysłowej w ciągu doby [2]

Wpływ wieku i płci na sprawność [3]

Płeć i wiek człowieka odgrywają istotną rolę w sprawności fizycznej i zdolności umysłowej w działaniach jakie wykonuje człowiek. Odzwierciedla się to w dużej mierze na wydajność działania.

Różnice pod względem sprawności ukazują się w wieku ok. 15 lat. Układ kostny u ludzi rozwija się do 24-25 roku życia. Kobiety są nieco niższe od mężczyzn średnio o ok. 7% a różnica w wadze wynosi u kobiet ok. 17% mniej niż u mężczyzn. Kończyny kobiecego ciała są względnie i bezwzględnie mniejsze od kończyn męskich. Podczas wzmożonego wysiłku fizycznego, serce kobiety przetacza mniej krwi niż serce mężczyzny, przez co wydolność tlenowa jest 25-30% mniejsza. Podczas wykonywania zadań u kobiet zaobserwować można nieco większą ilość skurczów serca na minutę niż u mężczyzn. Akcja serca u kobiet wolniej powraca po wysiłku do stanu normalnego (spoczynkowego).

Podsumowując, młodzi ludzie mają predyspozycje do zadań siłowych, zrywkowych i zręcznościowych. Cechują się oni szybszą przemianą materii, co powoduje też większe zapotrzebowanie na energię aniżeli u dorosłych. Charakteryzują się również wahaniami układu nerwowego, czułością na warunki środowiska i szybko ulegają oddziaływaniu środowiska zważywszy na rozwój

płciowy. Młodzi ludzie źle znoszą długotrwałe prace stojące. Tymczasem starsze osoby znacznie lepiej radzą sobie od młodych w zadaniach długotrwałych, które wymagają wytrzymałości i silnej woli.

W czasie życia uwidacznia się u osób stały i prawie rytmiczny spadek wydolności, a kształtuje się on następująco:

- 25 lat – 100%,
- 50 lat – 70%,
- 70 lat – 55%.

W czasie prac wymagających dużego skupienia i dokładności (np. instalacja elementów elektronicznych) płęć żeńska wykazuje się średnio o 6% lepiej aniżeli płęć męska i podobnie jak mężczyźni wykonują zadania kładące nacisk na współpracy zmysłu wzroku z ruchami palców rąk. W takim przypadku można stwierdzić, że domeną kobiet są zadania wymagające zręczności (sprytu), kiedy to mężczyzna posiada zdolność do wykonywania zadań wymagających siły.

Wgłębiając się w temat niniejszej pracy można również nawiązać do temperamentu i sprawności osób badanych. Niewidoczny, ale mający znaczący wpływ na wyniki badań. Już w starożytności posługiwano się czterema głównymi rodzajami temperamentów [5]:

- Choleryczny - silna wrażliwość, spora impulsywność;
- Sangwiniyczny - słaba wrażliwość, dużą impulsywność;
- Melancholiczny - silna wrażliwość, mała impulsywność;
- Flegmatyczny - słaba wrażliwość, mała impulsywność;

Znany fizjolog Iwan Pawłow sklasyfikował typy układu nerwowego, formułując takie kryteria: siła, równowaga oraz ruchliwość procesów. Opierając się na tych podstawowych atrybutach układu i efekcie eksperymentów wykonywanych metodą odruchów warunkowych osiągnął cztery zasadnicze typy [5]:

- silny, zrównoważony, ruchliwy – typ żywy,
- silny, zrównoważony, inertny – typ spokojny, powolny,
- silny, niezrównoważony (pobudzanie z hamowaniem) – typ pobudliwy, niepohamowany,
- słaby.

Pawłow zestawia swoje typy następująco [5]:

- pobudliwy z temperamentem cholerycznym,
- melancholiczny z zahamowaniem,
- spokojny i żywy z flegmatycznym i sangwiniycznym.

8. Metodologiczne podstawy badań

8.1. Cel pracy

Celem pracy jest ocena reakcji pomiędzy klasycznym aparatem pomiarowym a jego komputerowym odpowiednikiem. Za główny problemem badawczym przyjęto

napisanie programu do pomiaru czasu reakcji, który będzie działał na zasadzie tradycyjnej aparatury pomiarowej.

Problematyką badawczą tej pracy jest poznanie różnicy między uzyskanymi wynikami z badań prowadzonych za pomocą aparatów o różnej technologii na grupach:

- piłkarzy KS Kruszywo Stary Raduszec,
- klasy piątej (SP nr 1 w Krośnie Odrzańskim im. Marii Curie-Skłodowskiej),
- klasy piątej (SP nr 3 w Krośnie Odrzańskim im. Ignacego Łukasiewicza),
- osób przypadkowych (Festiwal Nauki – Zielona Góra).

Analizując założenia sformułowanego problemu badawczego, dążono do uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

- Jakie wyniki otrzymają poszczególne grupy badawcze?
- Które testy wypadną lepiej, tradycyjne czy komputerowe?

8.2. Metody i techniki badawcze

Eksperyment ma na celu sprawdzenie, na której aparaturze badani szybciej osiągną lepsze wyniki oraz w jakim stopniu wyniki będą się różniły.

Podczas klasycznego badania, należy wypytywać osoby o wiek oraz funkcjonalność ręki (praworęczny, leworęczny). W przypadku testów na komputerze, badana osoba sama udziela takich informacji w programie.

8.3. Narzędzia badawcze

Aparat krzyżowy [1]

Aparat używany do oceny koordynacji wzrokowo-ruchowej z krzyżowym układem bodźców. Przeznaczony do badań w różnych dziedzinach psychologii, w tym m.in.:

- psychologia pracy,
- psychologia transportu,
- psychologia sportu.



Rysunek 14. Aparat krzyżowy [1]

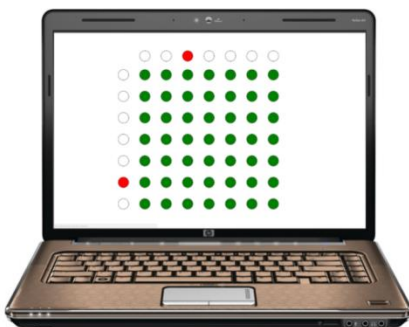
Badane cechy psychiczne: szybkości reakcji psychomotorycznej, odporność na zmęczenie, koncentracja uwagi, szybkość podejmowania decyzji, dokładności spostrzegania, stosowany także w diagnostyce klinicznej.

Tryby pracy aparatu: tempo narzucone 30, 40, 50, 70, 90, 120 bodźców na minutę; tempo dowolne; ilość bodźców 49, 73, 98;

Wyniki : średnia czasów reakcji, liczba błędów, czas minimalny i maksymalny;

Aparat krzyżowy w wersji komputerowej - eKrzyżowy

Narzędzie jest odwzorowaniem standardowego aparatu krzyżowego. Używane może być w takich samych badaniach z różnych dziedzin psychologii.



Rysunek 15. Aparat krzyżowy - wersja komputerowa

Dodatkowe cechy: sprawność spostrzegania elementów wyświetlanych na ekranie*, sprawność posługiwania się urządzeniami wskazującymi (mysz komputerowa)*.

Rozszerzone tryby pracy aparatu: tempo narzucone 24*, 60*, 75*, 93*, 100*, 107* bodźców na minutę;

Prezentowanie wyników: średnia wszystkich czasów reakcji*, liczba błędów (błędne kliknięcia*, brak reakcji*), całkowity czas badania*;

Aplikację eKrzyżowy stworzono z myślą o osobach, które prowadzą liczne badania dotyczące sprawności psychomotorycznej. Program dokładnie odwzorowano według standardowego aparatu krzyżowego i poszerzono jego zakres pełnionych funkcji. Głównymi zaletami prowadzenia badań na komputerowym aparacie są:

- gromadzenie wszystkich wyników badań,
- dynamicznie generowane analizy wyników,
- tworzenie kont badanym użytkownikom,
- prowadzenie kilku badań jednocześnie (na kilku komputerach),
- mobilność w przypadku pracy na laptopie,
- możliwość szybkich zmian w aplikacji,
- prowadzenie nietypowych badań (np. zmiana koloru wyświetlanych lampek),
- dalsze rozbudowania aplikacji.

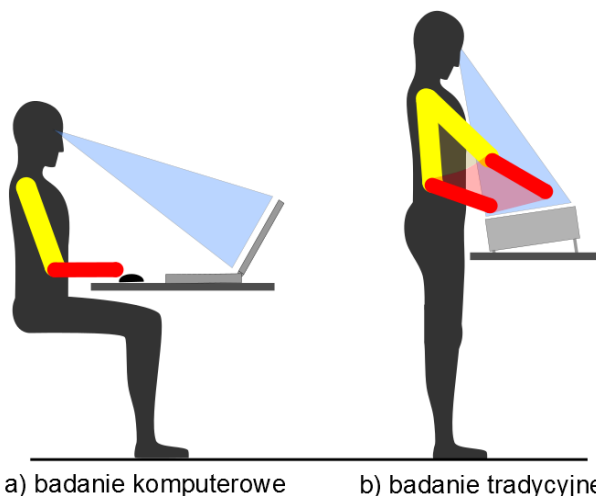
Za wady komputerowych testów uznać można:

- przymus posługiwania się urządzeniem wskazującym takim jak mysz komputerowa (w przypadku braku ekranu dotykowego),
- sprzeczność uzyskanych wyników w programie z wynikami z aparatu tradycyjnego,
- niechęć osób starszych do komputera.

8.4. Sposób realizacji celów

Badania prowadzono w taki sposób, aby wyeliminować efekt uczenia się. Najpierw przeprowadzono kilka serii badań mających na celu zapoznanie się z aparaturą, następnie przystąpiono do badań właściwych. Należy zaznaczyć, że wszystkie testy prowadzono w jednym tempie 30 b/m.

Podczas badań na aparatach komputerowych osoby znajdowały się w pozycji siedzącej (rys. nr 5a), z kolei badania prowadzone na standardowym urządzeniu, odbywały się w pozycji stojącej (rys. nr 5b). Pozycja ciała podczas badań pełniła ważną rolę ze względu na lepszą widoczność panelu (ekranu) i umożliwiała swobodniejsze wykonywanie ruchów.



Rysunek 16. Pozycja ciała i zakres ruchów rąk podczas badania

Na rysunku nr 5 przedstawiono również zakres ruchu rąk podczas wykonywania testu. Jak widać, podczas testu na komputerze, ruch ręki jest minimalny, a większość ruchów (w tym precyzyjnych) wykonywana jest dłonią (palec w danym teście odpowiada jedynie za szybkość kliknięcia przycisku myszy). Test na tradycyjnej aparaturze wymaga ruchu całej ręki, a za najbardziej precyzyjny ruch odpowiada któryś z palców.

9. Wyniki porównawcze pomiarów i badań metody tradycyjnej i przy pomocy programów komputerowych

9.1. Wyniki badań – tradycyjne aparaty pomiarowe

Wyniki bieżącego rozdziału, dotyczące klasycznych aparatów, zestawione i podsumowane zostały za pomocą arkusza kalkulacyjnego, po czym wyznaczono ich wartości średnie i procentowe. Jako wyniki poglądowe posłużyły dane z Festiwalu Nauki w Zielonej Górze, ponieważ w testach tych brały udział osoby o bardzo zróżnicowanym wieku i różnych płciach. Reakcje i ich czasy wyselekcjonowano według tego samego tempa, aby możliwe było porównanie z wynikami badanych grup.

Tabela 2 zawiera wyniki, poprawnych i błędnych reakcji, uzyskanych na standardowym aparacie krzyżowym. Jak widać, najlepszą liczbę poprawnych reakcji uzyskali piłkarze, których liczba poprawnych bodźców wyniosła 98%. Nieco gorzej wypadły dzieci klas piątych, które otrzymały wyniki: 95,1% i 87,8% poprawnych reakcji.

Tab. 5. Wyniki procentowe - test klasyczny - reakcje - tempo 30

grupa	Reakcje –wartości średnie dla tempa 30	
	poprawne [%]	błędne [%]
SP1	87,8	12,2
SP3	95,1	4,9
KS Kruszywo	98,0	2,0
<i>podsumowanie grup badawczych</i>	93,63	6,37
Festiwal nauki	78,1	21,9

Tabela nr 3 gromadzi uzyskane przez badanych średnie czasy reakcji.

Tab. 6. Wyniki - test klasyczny – czasy reakcji - tempo 30

grupa	Czasy reakcji – wartości średnie dla tempa 30					
	max	odch. std. max.	min	odch. std. min.	średni	odch. std. średniego
SP1	1,8	0,1	0,7	0,1	1,2	0,2
SP3	1,8	0,2	0,8	0,1	1,2	0,2
KS Kruszywo	1,4	0,2	0,6	0,0	0,8	0,1
<i>podsumowanie grup badawczych</i>	1,67	0,17	0,70	0,07	1,07	0,17
Festiwal nauki	1,8	0,3	0,8	0,3	1,3	0,2

Scharakteryzowane (średnie całej grupy) czasy to: *najdłuższy (max)*, *średni oraz najkrótszy (min)*. Dodatkowo, przedstawiono odchylenie standardowe czasów każdej z grup.

9.2. Wyniki badań – programy komputerowe

Poniżej, w tabeli nr 4, ukazane są wyniki z testów komputerowych. Grupą, która uzyskała najlepszy wynik w testach komputerowych okazała się klasa piąta ze Szkoły Podstawowej nr 3 (87,1% popr. reakcji). Niewiele gorzej wypadli piłkarze (80,8%), natomiast klasa z SP1 uzyskała wynik 73,9%.

Tab. 7. Wyniki procentowe - test komputerowy - reakcje - tempo 30

grupa	Reakcje – wartości średnie dla tempa 30 – programy komputerowe	
	poprawne [%]	błędne [%]
SP1	73,9	26,1
SP3	87,1	12,9
KS Kruszywo	80,8	19,2
<i>podsumowanie grup badawczych</i>	<i>80,60</i>	<i>19,40</i>
wszyscy badani	74,3	20,8

Rezultat najdłuższego czasu reakcji waha się w granicach 1,8 – 1,9s; minimalnego: 0,3 – 0,6s; średniego: 1,3 – 1,6s;

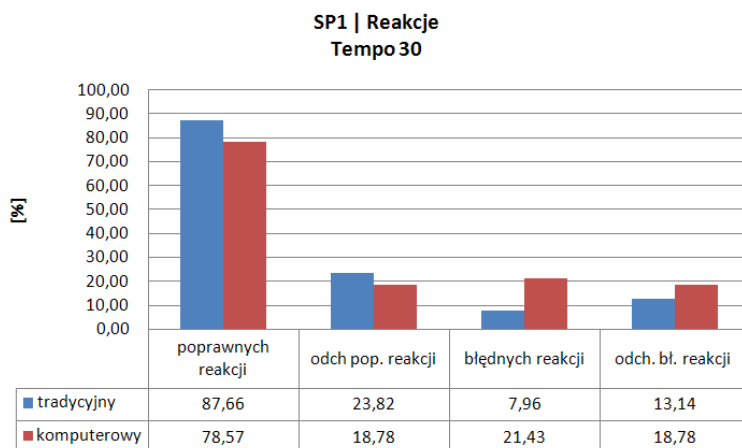
Tab. 8. Wyniki procentowe - test komputerowy – czasy reakcji - tempo 30

grupa	Czasy reakcji – wartości średnie dla tempa 30 – programy komputerowe					
	max	odch. std. max.	min	odch. std. min.	średni	odch. std. średniego
SP1	1,9	0,1	0,3	0,3	1,6	0,1
SP3	1,8	0,2	0,4	0,3	1,5	0,3
KS Kruszywo	1,8	0,3	0,6	0,5	1,3	0,2
<i>podsumowanie grup badawczych</i>	<i>1,83</i>	<i>0,20</i>	<i>0,43</i>	<i>0,37</i>	<i>1,47</i>	<i>0,20</i>
wszyscy badani	1,9	0,2	0,5	0,4	1,5	0,3

9.3. Analiza wyników badań względem grup

Grupa SP1

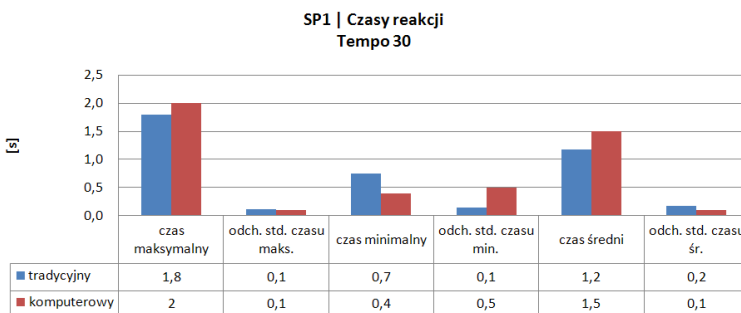
Klasa piąta ze Szkoły Podstawowej nr 1 uzyskała lepsze wyniki na klasycznym aparacie krzyżowym o 9%. Odchylenie standardowe świadczy o większym zróżnicowaniu wyników na aparacie krzyżowym.



Rysunek 17. Wykres - SP1 - porównanie reakcji

Różnica czasów obu metod dla grupy SP1, waha się w granicach 0,2-0,3s. Średnia czasu maksymalnego w programie eKrzyżowy wyniosła 2,0s, co oznacza, że uczniowie w przypadku najdłuższej reakcji, klikali w ostatnim momencie w poprawny przycisk.

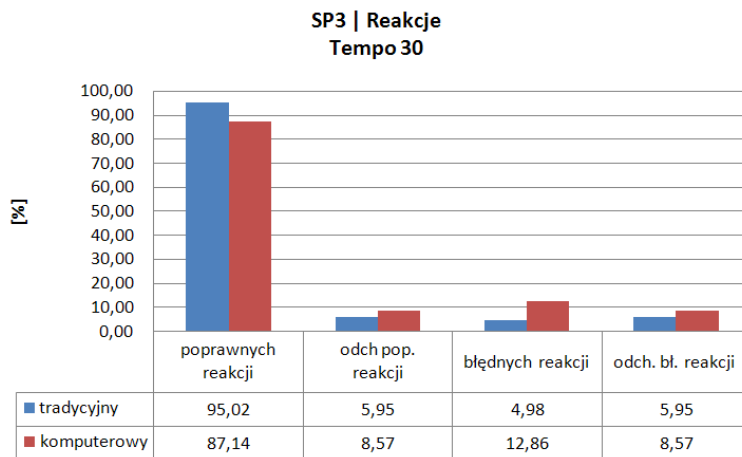
Sugerując się czasem średnim, można stwierdzić, że uczniowie mieli szybszą reakcję na standardowym aparacie krzyżowym o 0,3s.



Rysunek 18. Wykres - SP1 - porównanie czasów reakcji

Grupa SP3

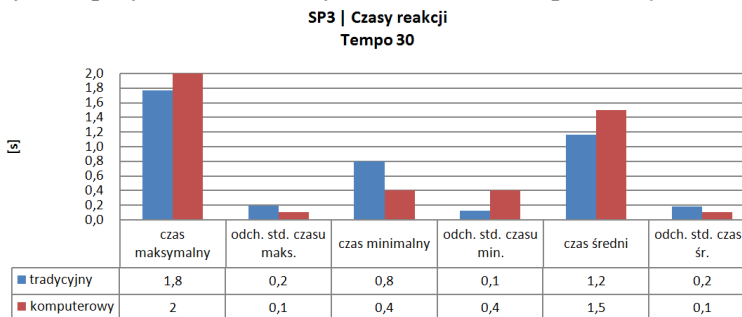
Podobnie jak uczniowie z SP1, grupa uczniów z SP nr 3 wykazała się lepszą reakcją na tradycyjnej aparaturze - różnica wyniosła ok. 8% (rys. 8). Odchylenie standardowe jest większe w przypadku badań komputerowych.



Rysunek 19. Wykres - SP3 - porównanie reakcji

Przeciętny czas reakcji wykazuje, że lepsze wyniki osiągnięto w badaniach na aparacie tradycyjnym z różnicą 0,3s (rys. 9).

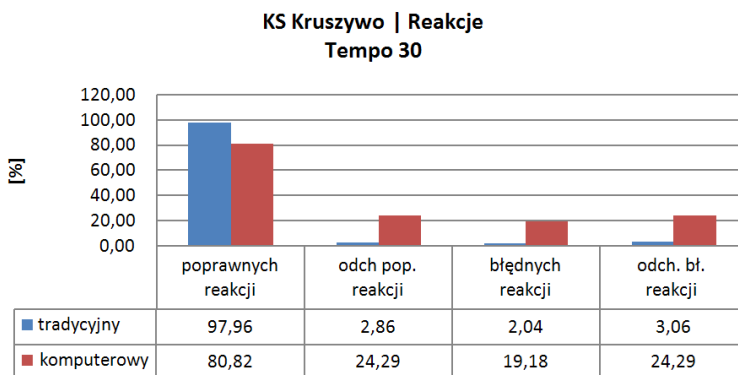
Podsumowując, klasa piąta z SP3 osiągnęła lepsze wyniki na aparacie krzyżowym. Wyższe wyniki obejmują liczbę reakcji oraz lepszy czas. Klasa wykazała jedynie lepszy czas minimalny w badaniach komputerowych.



Rysunek 20. Wykres - SP3 - porównanie czasów reakcji

KS Kruszywo

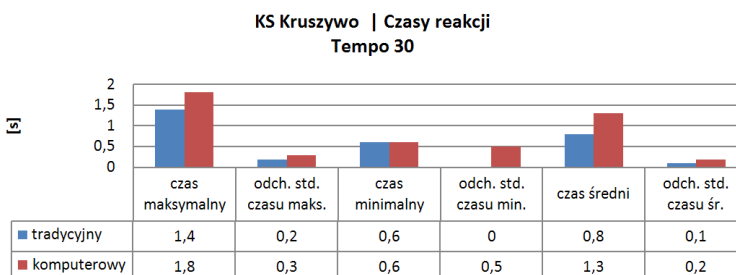
Testy piłkarzy z KS Kruszywo wykazały lepsze rezultaty w metodzie standardowej, gdzie uzyskali oni 98% poprawnych reakcji. Wynik na aparacie komputerowym jest o ok. 17% gorszy. Odchylenie standardowe wykazuje większe różnice uzyskanych wyników z aparatu komputerowego (rys. 10).



Rysunek 21. Wykres - KS Kruszywo - porównanie reakcji

Czas maksymalny piłkarzy okazał się lepszy w testach na komputerze o 0,4s a czasy minimalne obydwu metod są takie same - 0,6s. Testy dowiodły, że przeciętny czas reakcji sportowców w badaniach komputerowych okazał się gorszy o 0,5s (rys. 11).

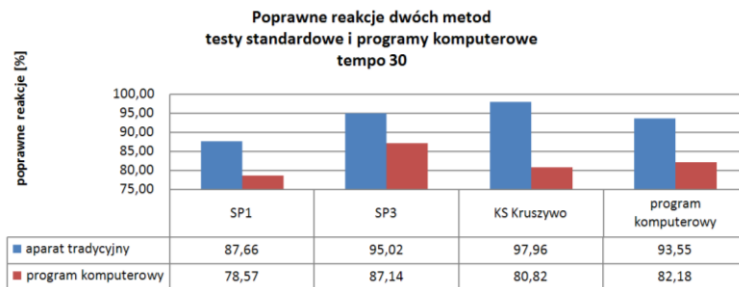
Jak wynika z analizy badań, w przypadku grupy sportowców, testy komputerowe wypadły dużo gorzej od testów na standardowych narzędziach. Na tle wcześniejszych grup, sportowcy uzyskali największą różnicę wyników z obu metod. Lepsze osiągnięcia widać zarówno na podstawie wyników reakcji jak i ich czasów.



Rysunek 22. Wykres - KS Kruszywo - porównanie czasów reakcji

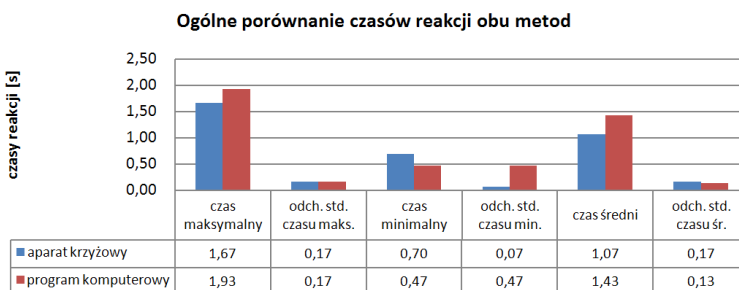
9.4. Analiza wyników badań względem metod

Porównanie wyników badań metody tradycyjnej z metodą komputerową wykazuje różnicę poprawnych reakcji o ok. 11%. Program eKrzyżowy, okazał się testem o większych wymaganiach koordynacyjno-wzrokowych, ponieważ w badaniu wymagana jest umiejętność posługiwania się komputerowymi narzędziami wskazującymi (w tym mysz komputerowa).



Rysunek 23. Wyniki poprawnych reakcji względem grup i metod

Wcześniejszy wynik przekłada się również na otrzymywane czasy reakcji. W testach komputerowych uzyskano nieco gorsze wyniki, jedynie czasy minimalne są krótsze. Z analizowanych wyników wynika, że większość średnich odchyleń danych czasów jest większa w badaniach na standardowej aparaturze (rys. 13).



Rysunek 24. Porównanie czasów aparatu krzyżowego i programu komputerowego

Bazując się na otrzymanych wynikach, można stwierdzić, że narzędzie badawcze eKrzyżowy jest bardziej skomplikowane od standardowego aparatu krzyżowego. Konsekwencjom posługiwania się narzędziami wskazującymi (tj. mysz komputerowa) podczas testów, jest uzyskiwanie gorszych wyników, zarówno w reakcjach jak i czasach. Kolejnym negatywnym wpływem na wyniki badań jest stosunek do komputera. W wielu przypadkach, osoby badane podczas wykonywania testów wspominały, że nie potrafią posługiwać się myszą komputerową w tak szybkim tempie

9.5. Wnioski z przeprowadzonych badań

Przedstawione wyniki prowadzą do następujących wniosków:

- każda z grup badawczych uzyskiwała wyniki o większej liczbie poprawnych reakcji i krótszym czasie reagowania w badaniach tradycyjnych;
- poszczególne grupy uzyskały następujące różnice poprawnych reakcji: SP1 – 9% , SP3 – 8%, KS Kruszywo – 17%;

- wyniki obu metod badawczych różnią się w pod względem: poprawnych reakcji o 11%, czasów średniej reakcji o 0,4s.

Różnica 11% spowodowana jest głównie używaniem narzędzi wskazujących podczas badania. Wpływ na taki wynik ma doświadczenie pracy z komputerem, gdzie w wielu przypadkach, autor spotkał się z negatywnym nastawieniem osób starszych do testów komputerowych. Natomiast osoby młode miały bardzo pozytywne nastawienie i traktowały badanie jako zabawę, a nawet grę komputerową. Dlatego też, różnica wyników dzieci jest znacznie mniejsza od wyników uzyskanych przez osoby starsze. Oprócz tego, dość spora różnica w wynikach sportowców, spowodowana jest osiągnięciem bardzo dobrych rezultatów na standardowym aparacie krzyżowym. Wynik piłkarzy w testach komputerowych jest w granicach średniej.

Podsumowanie

Głównym celem pracy było stworzenie aplikacji komputerowej, za pomocą której można prowadzić badania sprawności psychomotorycznej. Napisany program komputerowy dokładnie odzwierciedla zasady działania tradycyjnej aparatury. Ponadto, aplikację wyposażono w dodatkowe, jakże przydatne, narzędzia do analizowania wyników badań. Idea oprogramowania zakładała możliwość późniejszego rozwoju programu eKrzyżowy. Na dzień dzisiejszy aplikacja posiada:

- bazę danych,
- analizator wyników badań ze zmiennymi:
 - wiek,
 - płeć,
 - data badania (konkretny dzień lub przedział dni),
 - godzina badania (konkretna godzina lub przedział godzin),
 - tempo,
 - liczba bodźców,
 - id użytkownika,
 - id badania,
 - możliwość zarządzania użytkownikami (osobami badanymi) i administratorami,
- opcję automatycznego generowania wykresów m.in.:
 - poprawnych i błędnych reakcji,
 - uzyskiwanych czasów,
 - mediana reakcji,
 - poszczególnej reakcji (w przypadku wybranego badania),
- możliwość opisu badania o dodatkowe parametry.

Badania komputerowe posiadają przewagę w możliwościach technicznych i późniejszym rozwoju. W dalszych kierunkach badań można prowadzić testy na aparatach komputerowych, które związane będą np. z wpływem: koloru

wyświetlanych bodźców, wielkości (rozmiaru wyświetlanego bodźca) lub jego kształtu.

Stwierdzić można, iż obie metody badawcze zastosowane w pracy (tradycyjna i komputerowa) dostarczają wyników, które posłużyć mogą jako realna ocena sprawności psychomotorycznej.

Bibliografia

1. Alfa-Electronics, *KRZYŻOWY - Aparatura do psychologicznych badań kierowców - stereometr, wirometr, piórkowski, landolta, noktometr*, <http://www.alfa-electronics.eu/index.php/aparat-krzyzowy> [17.11.2014].
2. *BHP info - Rytmu biologiczne człowieka*, <http://archiwum.ciop.pl/15705.html> [18.11.2014].
3. Jasiński J., *Praca a zmęczenie*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa, 1967.
4. Kowal E., *Wpływ warunków pracy na sprawność psychomotoryczną*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2008r.
5. Kowalczyk R., Sieczyński T., *Psychologia i socjologia pracy*, WSIP, Warszawa 1987.
6. Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985.

INŻYNIERIA

CZĘŚĆ II

BADANIA SYMULACYJNE MANIPULATORA ROM1K

Marcin Chciuk, Piotr Owczarek, Grzegorz Kucia, Owczarkowski Adam

1. WSTĘP

Przed rozpowszechnieniem programów komputerowych umożliwiających symulację działania rzeczywistych urządzeń projektowanie polegało na stworzeniu prototypu i wykonywaniu na nim prób. Obecnie coraz częściej faza projektowania polega na przeprowadzaniu wielu prób dla różnych parametrów układu na modelach matematycznych i wybraniu najlepszego rozwiązania jeszcze przed budową prototypu. Dopiero ono jest wdrażane do produkcji. Konstruując model istnieje możliwość zbadania, jak działa dane urządzenie oraz jego układ sterowania bez jego budowy, co znacznie obniża koszty [1]. Podczas projektowania często używa się też wirtualnej rzeczywistości, która wykorzystywana jest do stymulacji zmysłu wzroku i wywoływania efektu widzenia trójwymiarowego oraz do pokazywania ruchu obiektu. Dodatkowo w celu zwiększenia poczucia realności może ona być połączona z efektami dźwiękowymi oraz z urządzeniami haptic [4, 6, 7], pozwalającymi odczuwać za pomocą zmysłu dotyku np. wielkość podnoszonej masy [3], siłę nacisku [2, 5] itp.

Rzeczywistość wirtualna (od łacińskiego słowa *virtualis* – skuteczny, *virtus* – doskonałość) to świat stworzony przy pomocy techniki komputerowej, w którym z większym lub mniejszym uproszczeniem odtworzony jest wycinek środowiska naturalnego [11].

Rzeczywistość wirtualną wykorzystuje się między innymi w następujących dziedzinach:

- gry komputerowe: budowane są skomplikowane systemy, w których gracze wyposażeni są w kaski zaopatrzone w okulary stereoskopowe, stereofoniczne słuchawki i czujnik położenia, dzięki któremu komputer „wie”, w którą stronę patrzy w danej chwili gracz, a także specjalne urządzenia: rękawice, dżojstiki służące do komunikacji z komputerem oraz czujniki przytwierdzone do ciała przesyłające do komputera informacje o ruchu gracza [11],
- produkcja filmów,
- lotnictwo: szkolenie pilotów – symulatory lotów; baza danych nawigacyjnych pozwala wykonywać loty na dowolnych lotniskach i trasach, a cylindryczny system wizualizacji, pomimo że symulator na stałe jest przymocowany do podłoża, daje osobom znajdującym się w kabinie załogi wyraźne wrażenie ruchu samolotu [12],
- medycyna: szkolenie lekarzy chirurgów (operacje na wirtualnym pacjencie) [13], leczenie schizofrenii oraz różnego rodzaju fobii,

- odtwarzanie nieistniejących już miejsc i zniszczonych zabytków,
- projektowanie produktów i procesów produkcyjnych np. wizualizacja procesu obróbki skrawaniem (programy firmy MTS: Topturn i Topmil do symulacji procesu toczenia i frezowania [9]).

Na podstawie przytoczonych przykładów można stwierdzić, że rzeczywistość wirtualna ma dosyć szerokie zastosowanie i wkracza już do niemal wszystkich dziedzin życia. W niniejszym artykule szczególna uwaga zostanie poświęcona zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości wykonanej w języku VRML, podczas symulacji pracy ramienia robota.

2. OPIS KINEMATYKI ROBOTA - REPREZENTACJA DENAVITA-HARTENBERGA

Wyznaczenie kinematyki według notacji Denavita-Hartenberga polega na związaniu z każdym ramieniem (ogniwem) lokalnego układu współrzędnych umieszczonego w odpowiednim przegubie, a następnie wyznaczeniu ciągu transformacji pomiędzy kolejnymi układami. W podstawie zaczepiono nieruchomy układ oznaczony numerem 0. Dalej wybierano układy od 1 do n tak, że układ i jest na sztywno związany z ogniwem i w taki sposób, że:

- oś Z_i jest osią $(i + 1)$ -go złącza, a zwrot tej osi może być przyjęty dowolnie;
- oś X_i jest wspólną normalną do osi złączy i -tego i $(i + 1)$ -go i skierowana jest w stronę ogniw o wyższych numerach;
- oś Y_i jest uzupełnieniem dwóch poprzednich osi do prawoskrętnego, kartezyjskiego układu współrzędnych.

Transformacja A_{i-1}^i pomiędzy układami $(i - 1)$ oraz i jest zdefiniowana, jako iloczyn czterech macierzy elementarnych obrotów i przesunięć.

$$A_{i-1}^i(q_i) = \mathbf{Rot}(Z, \Theta_i) \mathbf{Trans}(Z, d_i) \mathbf{Trans}(X, a_i) \mathbf{Rot}(X, \alpha_i) \quad (1)$$

gdzie:

Θ_i - kąt obrotu wokół osi Z_{i-1} ,

d_i - translacja wzdłuż bieżącej osi Z ,

a_i - translacja wzdłuż bieżącej osi X ,

α_i - kąt obrotu wokół bieżącej osi X ,

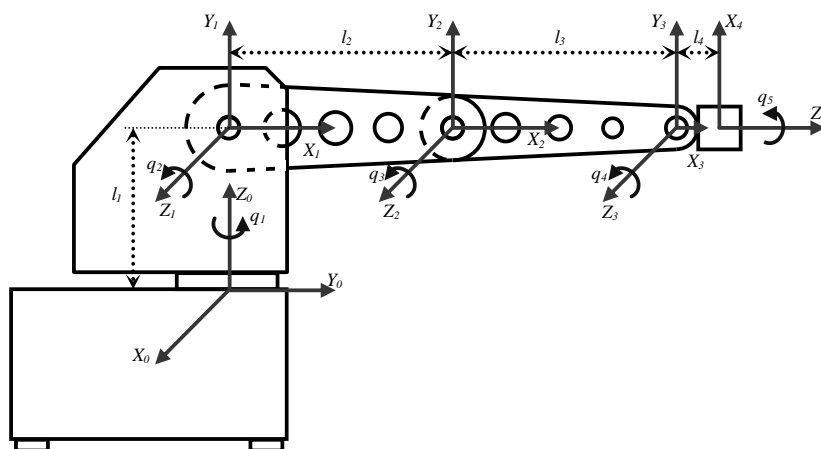
Kinematyka manipulatora wyznacza pozycję i orientację układu efektora w bazowym układzie współrzędnych, i jest opisana złożeniem transformacji (1) czyli

$$K(q) = \prod_{i=1}^n A_{i-1}^i(q_i) = \begin{bmatrix} R_0^n(q) & T_0^n(q) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

2.1. Wprowadzenie kinematyki prostej manipulatora

Rozważany manipulator ROM1k jest manipulatorem klasy 5R¹, posiadającym pięć stopni swobody. Manipulator ten składa się z pionowej, obrotowej kolumny

o wysokości l_1 , dwuczłonowego ramienia o długości l_2 i l_3 oraz nadgarstka z trzyosiowym sensorem siły o długości l_4 . Wszystkie ogniwa ramienia są połączone przegubami, których aktualny stan określa wektor stanu $q = (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5)^T$. Strukturę manipulatora wraz z układami współrzędnych pokazano na rys. 1, a opis podstawowych parametrów geometrycznych zamieszczono w tab. 1.



Rys. 1. Struktura kinematyczna manipulator ROM1k

Tab. 1. Parametry manipulatora ROM1k

Parametr	Element	Wielkość
l_1	wysokość kolumny	150mm
l_2	długość ramienia	210mm
l_3	długość przedramienia	210mm
l_4	długość chwytaka	50mm
q_1	kąt obrotu kolumny	$-90^\circ \div +90^\circ$
q_2	kąt odchylenia ramienia względem pionu	$+15^\circ \div +110^\circ$
q_3	kąt odchylenia przedramienia względem ramienia	$-90^\circ \div +90^\circ$
q_4	kąt odchylenia chwytaka względem przedramienia	$-90^\circ \div +90^\circ$
q_5	kąt obrotu chwytaka wokół własnej osi	$0^\circ \div 360^\circ$

Układy współrzędnych zostały przyporządkowane zgodnie z algorytmem Denavita-Hartenberga. Następnym krokiem jest wyznaczenie parametrów i zmiennych wiążących te układy, które zestawiono je w tab. 2.

Tab. 2. Parametry Denavita-Hartenberga manipulatora ROM1k

Nr ogniwa	Θ_i	d_i	a_i	α_i
1	q_1	l_1	0	$\pi/2$
2	q_2	0	l_2	0
3	q_3	0	l_3	0
4	$q_4 - \pi/2$	0	0	$-\pi/2$
5	q_5	l_4	0	0

W celu wyliczenia kinematyki manipulatora należy wyznaczyć transformację między kolejnymi układami współrzędnych zgodnie z zależnością (3).

$$\left. \begin{aligned} A_0^1(q_1) &= \mathbf{Rot}(Z, q_1) \mathbf{Trans}(Z, l_1) \mathbf{Rot}\left(X, \frac{\pi}{2}\right), \\ A_1^2(q_2) &= \mathbf{Rot}(Z, q_2) \mathbf{Trans}(X, l_2), \\ A_2^3(q_3) &= \mathbf{Rot}(Z, q_3) \mathbf{Trans}(X, l_3), \\ A_3^4(q_4) &= \mathbf{Rot}(Z, q_4) \mathbf{Rot}\left(Z, -\frac{\pi}{2}\right) \mathbf{Rot}\left(X, -\frac{\pi}{2}\right), \\ A_4^5(q_5) &= \mathbf{Rot}(Z, q_5) \mathbf{Trans}(Z, l_4). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Po wprowadzeniu oznaczeń $\sin q_i = s_i$, $\cos q_i = c_i$, kolejne macierze przyjmują postać:

- przejście od układu 0 do 1:

$$A_0^1(q_1) = \begin{bmatrix} c_1 & 0 & s_1 & 0 \\ s_1 & 0 & -c_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

- przejście od układu 1 do 2:

$$A_1^2(q_2) = \begin{bmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & l_2 c_2 \\ s_2 & c_2 & 0 & l_2 s_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

- przejście od układu 2 do 3:

$$A_2^2(q_3) = \begin{bmatrix} c_3 & -s_3 & 0 & l_3 c_3 \\ s_3 & c_3 & 0 & l_3 s_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

- przejście od układu 3 do 4:

$$A_3^4(q_4) = \begin{bmatrix} s_4 & 0 & c_4 & 0 \\ -c_4 & 0 & s_4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

- przejście od układu 4 do 5:

$$A_4^5(q_5) = \begin{bmatrix} c_5 & -s_5 & 0 & 0 \\ s_5 & c_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Posiadając wyliczone transformacje $A_{i-1}^i(q_i)$ między sąsiednimi układami współrzędnych definiujemy kinematykę manipulatora zgodnie z (2) jako:

$$K(q) = A_0^1 A_1^2 A_2^3 A_3^4 A_4^5(q): X_0 Y_0 Z_0 \alpha X_5 Y_5 Z_5, \quad (9)$$

czyli:

$$K(q) = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & p_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & p_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Elementy tej macierzy są następujące:

$$r_{11} = \cos q_1 \cos q_5 \sin(q_2 + q_3 + q_4) - \sin q_1 \sin q_5, \quad (11)$$

$$r_{12} = -\cos q_1 \sin q_5 \sin(q_2 + q_3 + q_4) - \sin q_1 \cos q_5, \quad (12)$$

$$r_{13} = \cos q_1 \cos(q_2 + q_3 + q_4), \quad (13)$$

$$r_{21} = \sin q_1 \cos q_5 \sin(q_2 + q_3 + q_4) + \cos q_1 \sin q_5, \quad (14)$$

$$r_{22} = -\sin q_1 \sin q_5 \sin(q_2 + q_3 + q_4) + \cos q_1 \cos q_5, \quad (15)$$

$$r_{23} = \sin q_1 \cos(q_2 + q_3 + q_4), \quad (16)$$

$$r_{31} = -\cos(q_2 + q_3 + q_4) \cos q_5, \quad (17)$$

$$r_{31} = \cos(q_2 + q_3 + q_4) \sin q_5, \quad (18)$$

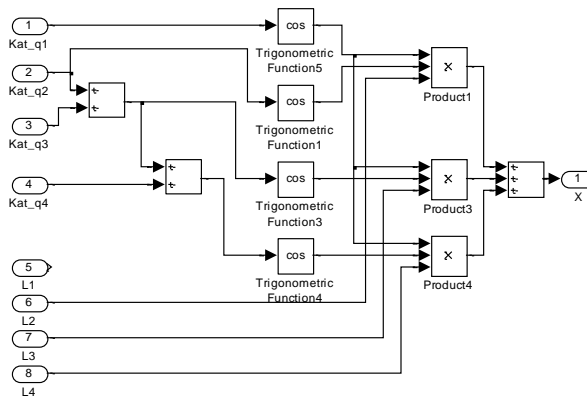
$$r_{33} = \sin(q_2 + q_3 + q_4), \quad (19)$$

$$p_x = l_2 \cos q_1 \cos q_2 + l_3 \cos q_1 \cos(q_2 + q_3) + l_4 \cos q_1 \cos(q_2 + q_3 + q_4), \quad (20)$$

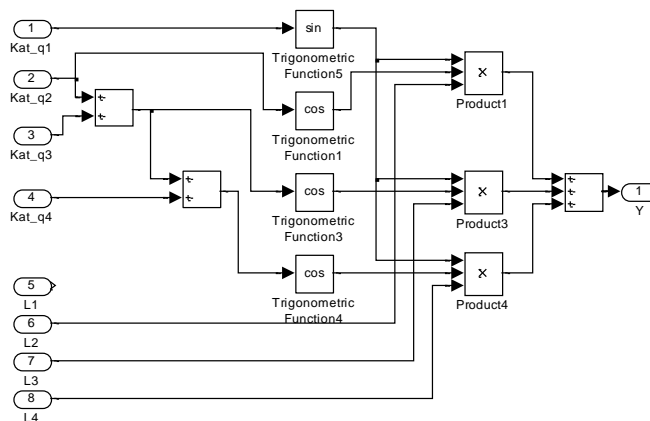
$$p_y = l_2 \sin q_1 \cos q_2 + l_3 \sin q_1 \cos(q_2 + q_3) + l_4 \sin q_1 \cos(q_2 + q_3 + q_4), \quad (21)$$

$$p_z = l_1 + l_2 \sin q_2 + l_3 \sin(q_2 + q_3) + l_4 \sin(q_2 + q_3 + q_4), \quad (22)$$

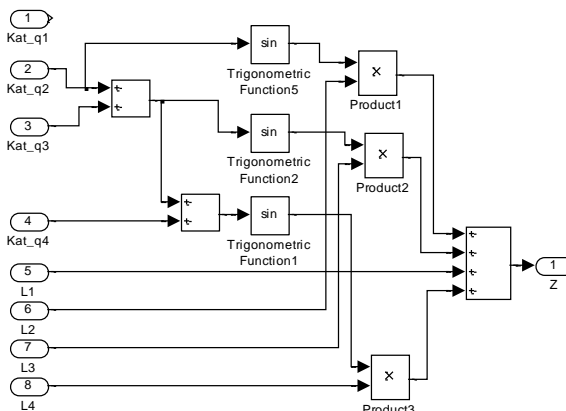
Współrzędne zewnętrzne to: p_x , p_y , p_z i są to współrzędne kartezjańskie końca efektora wyrażone w układzie bazowym X_0 , Y_0 , Z_0 [mm]. Schematy układów realizujących funkcje (20), (21) i (22) wykonane w programie Simulink pokazane są na rys. 2, rys. 3 i rys. 4.



Rys. 2. Schemat układu realizującego funkcję (20) wykonany w programie Simulink

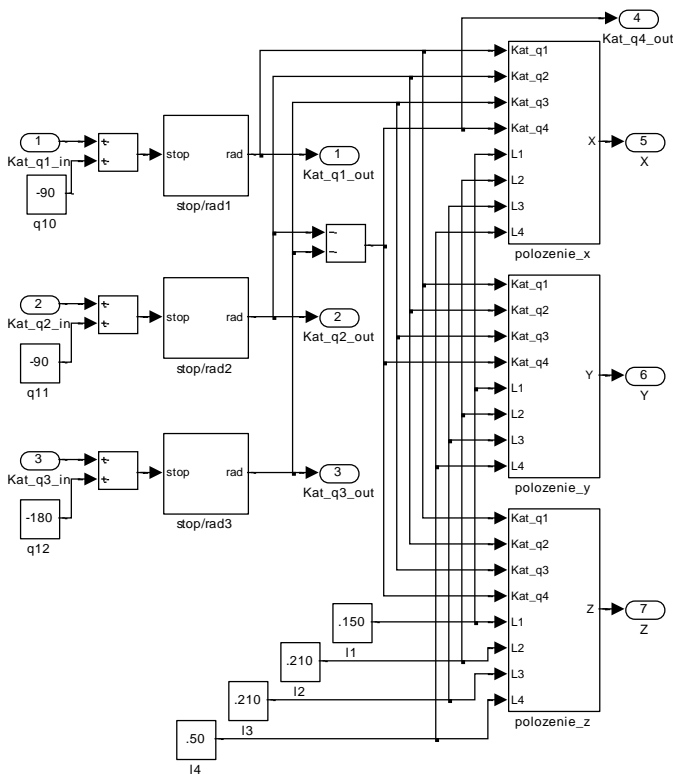


Rys. 3. Schemat układu realizującego funkcję (21) wykonany w programie Simulink



Rys. 4. Schemat układu realizującego funkcję (22) wykonany w programie Simulink

Obliczanie kinematyki robota ROM1k wykonywane jest użyciu oprogramowania Matlab/Simulink, a schemat układu realizującego obliczenie położenia końcówki manipulatora w przestrzeni trójwymiarowej przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Schemat układu realizującego obliczenia kinematyki manipulatora

Badając odpowiedź poszczególnych członów robota na skok jednostkowy zauważono, że w każdym przypadku jest ona linią prostą nachyloną do osi X pod stałym kątem, a w zależności od kierunku ruchu zmienia się tylko znak tego kąta. Na podstawie tej informacji wywnioskowano, że poszczególne człony robota poruszają się z taką samą prędkością kątową i jego działanie można zasymulować przy pomocy członu całkującego pierwszego rzędu.

Aby sprawdzić, czy robot ma wykonać ruch oraz jaki ma być jego kierunek należy zbadać, czy występuje różnica pomiędzy sygnałem zadany z dźwostika, a aktualną pozycją, w której w danej chwili znajduje się każdy z przegubów. W tym celu oblicza się różnicę sygnałów q_{n_In} i q_{n_Out}

$$eq_n = q_{n_In} - q_{n_Out} \quad (23)$$

gdzie: eq_n – uchyb położenia, q_{n_In} – położenie zadane, q_{n_Out} – położenie aktualne, $n = [1, 2, 3]$

W celu uniknięcia drgań robota wprowadzono do uchybu położenia eq_n strefę nieczułości, która wynosi $\pm 0,1$. Wartość ta jest identyczna z tą, jaka występuje w rzeczywistym sterowniku robota.

Na bazie tych obserwacji zbudowano model, w którym położenie poszczególnych przegubów obliczane jest na podstawie funkcji :

$$q_{n_Out}(t) = \int_0^t k(t) \quad (24)$$

gdzie k to dobrany doświadczalnie współczynnik odpowiadający prędkości robota, dla poszczególnych wartości eq_n obliczany jest z zależności

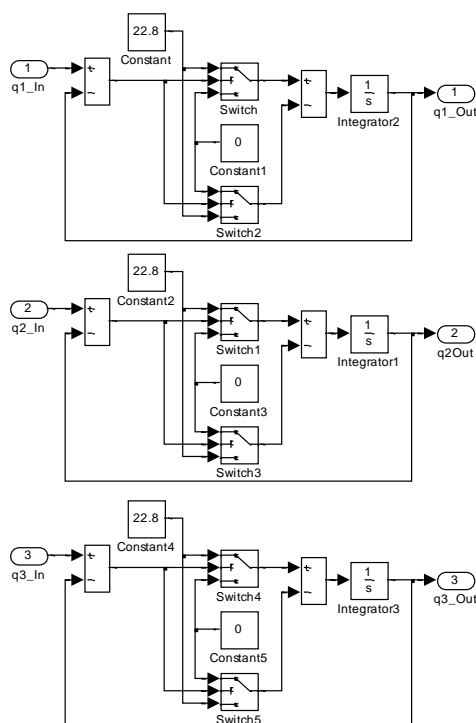
$$k = \begin{cases} 22,8 & \text{dla } eq_n \geq 0,1 \\ 0 & \text{dla } -0,1 < eq_n < 0,1 \\ -22,8 & \text{dla } eq_n \leq -0,1 \end{cases} \quad (25)$$

Schemat układu realizujący powyższą funkcję wykonany w programie Simulink pokazany jest na rys. 6.

4. OPIS MODELU WIRTUALNEGO

Firma Mathworks opracowała narzędzie do tworzenia wirtualnej rzeczywistości, które w starszych wersjach programu Matlab nazywało się Virtual Reality Toolbox a obecnie nosi nazwę Simulink 3D Animation Toolbox. Narzędzie to spełnia wszystkie wymagania stawiane podobnym programom. Symulacja z wykorzystaniem rzeczywistości wirtualnej w Matlabie - Simulinku opiera się na stworzonych już wcześniej modelach matematycznych. Istniejący model łączy się z wirtualnym światem za pomocą specjalnego elementu znajdującego się w Simulink 3D Animation Toolbox (VR Sink). Wirtualny świat projektuje się w się w specjalnie do tego przystosowanym edytorze V-Realm Builder 2.0. Edytor ten wykorzystuje środowisko VRLM. Buduje się w nim model symulowanego urządzenia z brył

trójwymiarowych (walce, stożki, prostopadłościany lub inne figury o bardziej skomplikowanych kształtach).



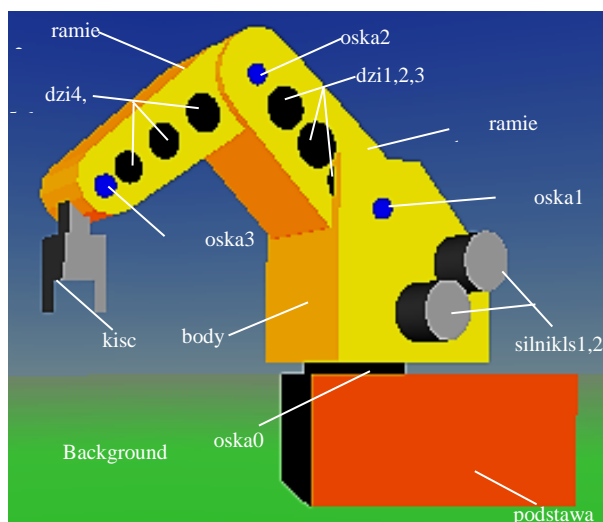
Rys. 6. Schemat modelu robota ROM1k wykonany w programie Simulink

Model ramienia robota pokazany jest na rys. 7. Poszczególnym częściom nadano wymiary odpowiadające wymiarom rzeczywistego urządzenia w odpowiednim pomniejszeniu. Znaczną pomocą podczas tworzenia modelu trójwymiarowego była możliwość oglądania obrazu w czterech rzutach (z przodu, z góry i z dwóch boków). Stworzony model można dowolnie oświetlać, a poszczególnym elementom można nadawać różne faktury i kolory. Cały „wirtualny świat” stworzony przy pomocy V-Realm Builder zapisywany jest w jednym pliku z rozszerzeniem *.wrl.

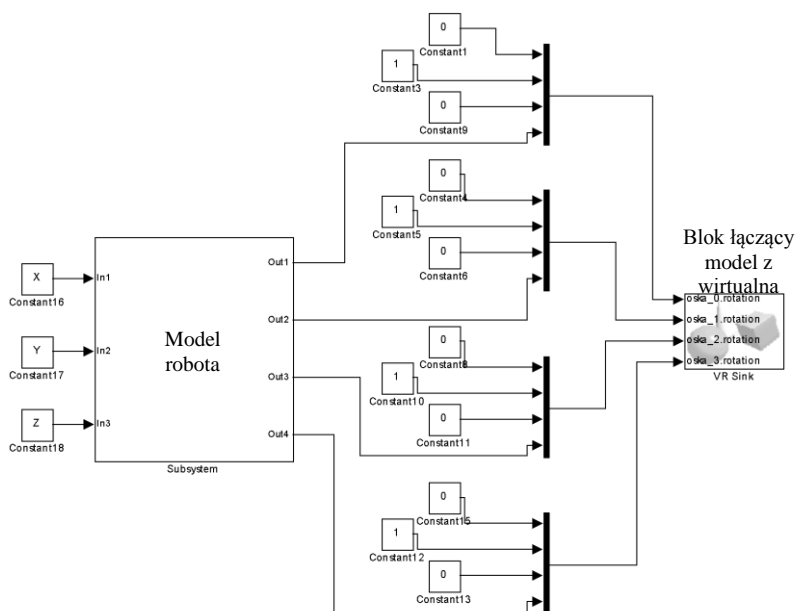
Zapis konstrukcji wirtualnego obiektu w języku VRML tworzy strukturę drzewiastą, w której kolejne elementy łańcucha kinematycznego są przypisane do odpowiednich grup. Zmiana położenie obiektu głównego powoduje też taką samą zmianę położenia wszystkich elementów w podgrupie „children”.

Po utworzeniu „wirtualnego świata” przypisuje się ruch do poszczególnych części. Może to być przesunięcie liniowe, obrót bądź zniekształcenie obiektu. Schemat modelu ramienia robota wraz z blokiem VR Sink łączącym go z wirtualną rzeczywistością wykonany w programie Simulink widoczny jest na rys. 8. Sygnałem wejściowym bloku VR Sink jest macierz o wymiarach 4×1 , w której zdefiniowane są

osie obrotu (X, Y, Z – jako „1” oznaczona jest oś aktywna, „0” nieaktywna) oraz kąt obrotu w radianach

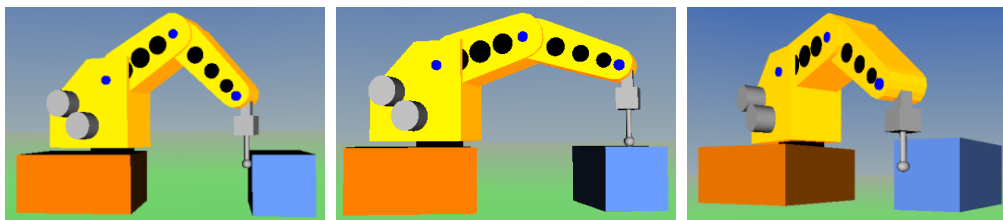


Rys. 7. Widok robota ROM1k w wirtualnej rzeczywistości



Rys. 8. Schemat modelu ramienia robota wraz z blokiem łączącym go z wirtualną rzeczywistością

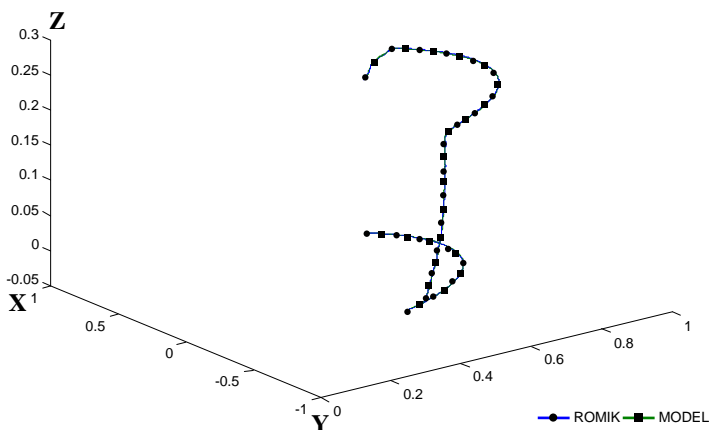
W wirtualnej rzeczywistości można nie tylko modelować ruch robota, ale także symulować jego zderzenia w wirtualne przeszkody. Widok robota dotykającego przeszkody w osi X, Y i Z przedstawiony jest na rys. 9.



Rys. 9. Widok robota i przeszkody w wirtualnej rzeczywistości

5. WYNIKI BADAŃ

W pierwszej części badań sprawdzono w jakim stopniu model odwzorowuje ruch rzeczywistego ramienia robota. Ruch zadawano przy pomocy trzyosiowego dżojstika. Porównanie obu trajektorii w przestrzeni trójwymiarowej przedstawia rys. 10. Widoczne na nim są dwie pokrywające się krzywe, świadczące o poprawności wykonania modelu.

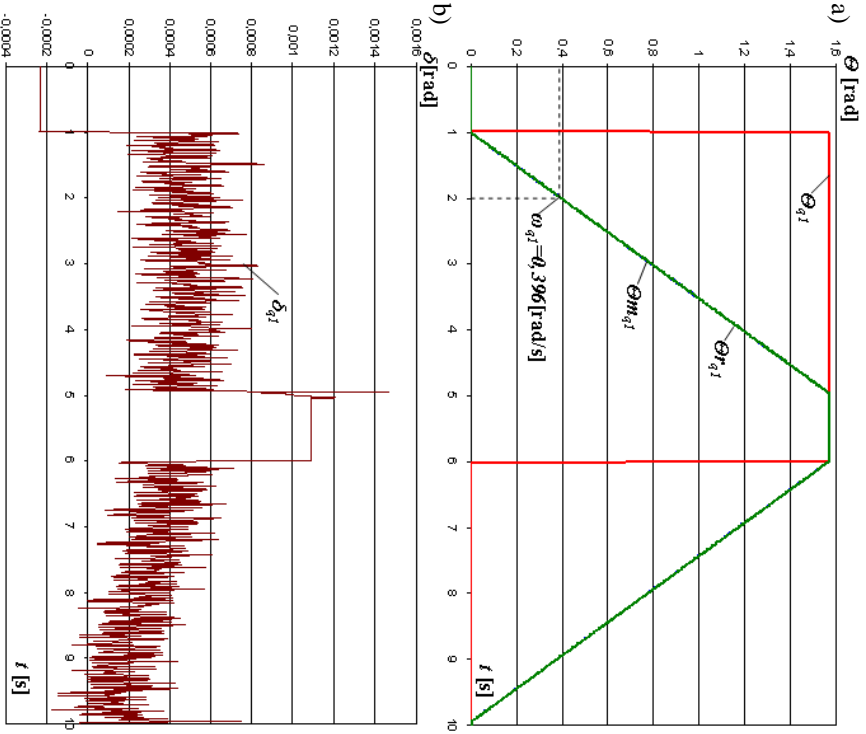


Rys. 10. Porównanie trajektorii ruchu robota i jego modelu w trzech osiach

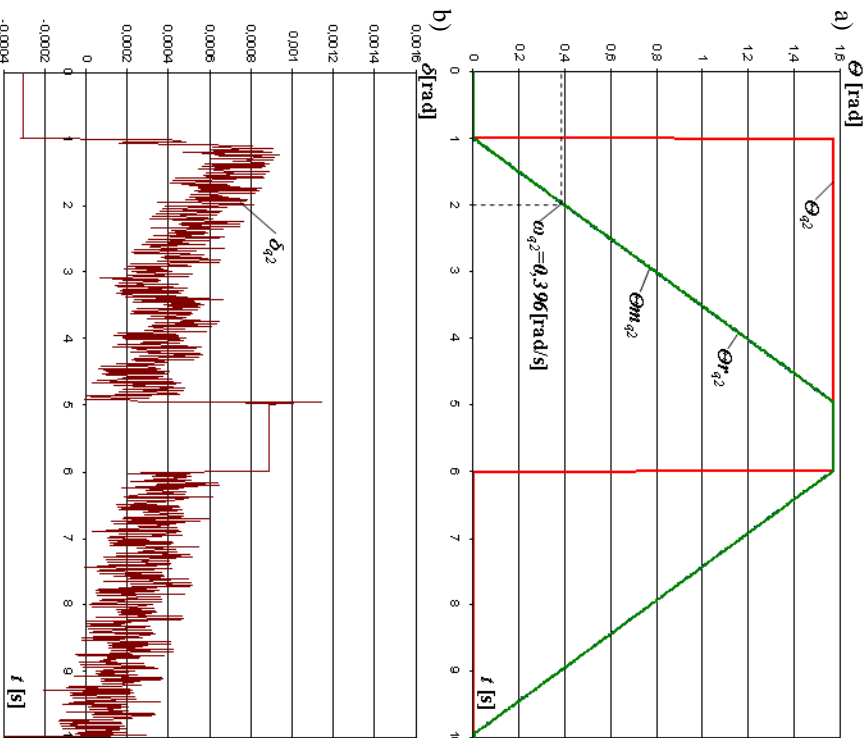
Przedstawione na rys. 11, rys. 12 i rys. 13 wykresy pokazują błędy bezwzględne pomiędzy położenia kąтового pomiędzy rzeczywistym pomiarem w poszczególnych przegubach robota a wartościami pochodzącymi z modelu

$$\delta_{qx} = \Theta m_{qx} - \Theta r_{qx} [\text{rad}], \quad (26)$$

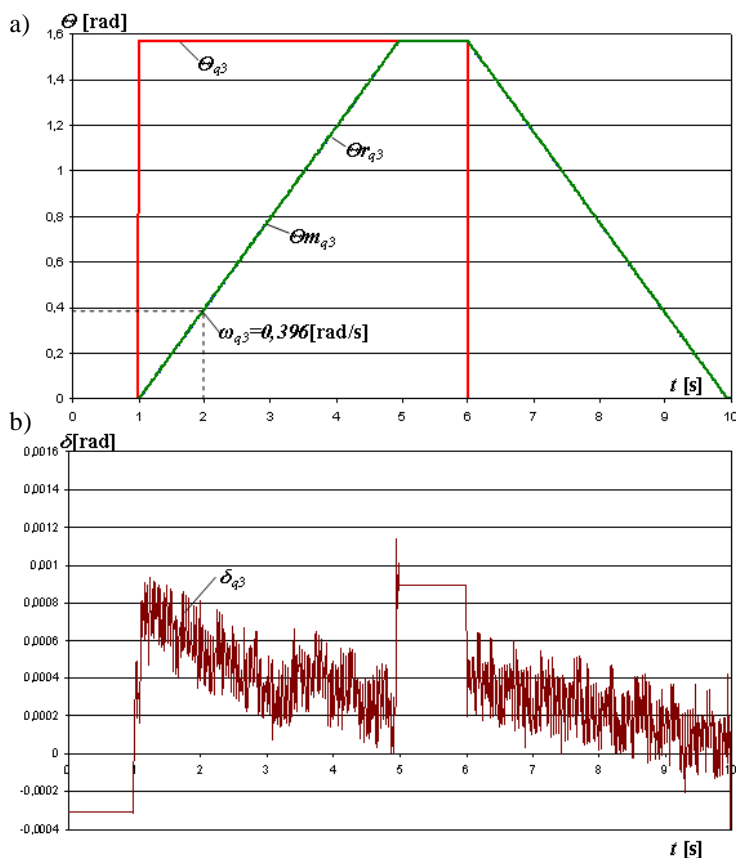
gdzie: Θ_{qi} – zadany kąt obrotu wokół osi Z_{i-1} , Θr_{qi} – kąt obrotu wokół osi Z_{i-1} robota ROM1k, Θm_{qi} – kąt obrotu wokół osi Z_{i-1} modelu δ_i – błąd bezwzględny.



Rys. 11. Wykres położenia kąowego podczas odpowiedzi na skok jednostkowy w przegubie q_1 : a) położenie kątowe; b) błąd modelu



Rys. 12. Wykres położenia kąowego podczas odpowiedzi na skok jednostkowy w przegubie q_2 : a) położenie kątowe; b) błąd modelu



Rys. 13. Wykres położenia kąowego podczas odpowiedzi na skok jednostkowy w przegubie q_3 : a) położenie kąowe; b) błąd modelu

6. PODSUMOWANIE

Na podstawie wykonanych w artykule pomiarów można stwierdzić, że trajektorie ruchu ramienia robota i jego modelu niemal się pokrywają, co świadczy o poprawności wykonania modelu. Wykonany w programie Simulink model połączono z wirtualnym obrazem ramienia robota. Dzięki temu można nie tylko dobrać parametry dla różnych algorytmów sterowania, ale także obserwować ruch wirtualnego robota. W przyszłości w wirtualnym środowisku zaimplementowane zostaną przenoszone przez chwytak elementy, a cały system służyć będzie do wirtualnego planowania trajektorii ruchu robota. Zaprezentowany w niniejszej pracy model wraz

z wirtualną rzeczywistością będzie też wykorzystywany w badaniach sterowania ramieniem robota przy użyciu interfejsu haptic.

LITERATURA

1. BACHMAN P., *Application of virtual reality in design of electrohydraulic servo drives and their controllers*, W: Virtual Design and Automation: 1st International Conference, Poznań, 2004.
2. BACHMAN P., *Zastosowanie dźwostki dotykowego z cieczą magnetoreologiczną do sterowania wirtualnego modelu napędu hydraulicznego*, Pomiary, Automatyka, Robotyka, nr 2, str. 729-736, 2008.
3. BACHMAN P., CHCIUK M., ADAMCZYK M., *Modeling of haptic joystick with magneto-rheological fluids to control of virtual model of electro-hydraulic servo drive*, w: Virtual design and automation: new trends in collaborative product design, ed. Z. Weiss, Poznań: Publishing House of Poznan University of Technology, s. 493-500, 2006.
4. BACHMAN P., CHCIUK M., MILECKI A., *Wykrywanie kolizji w teleoperatorze z interfejsem dotykowym i systemem wizyjnym*, Pomiary, Automatyka, Robotyka, nr 2, str. 655-661, 2010.
5. BACHMAN P., MILECKI A., *MR haptic joystick in control of virtual servo drive*, Journal of Physics: Conference Series 2009, Vol. 149, str. [4]
6. BURDEA G., C., *Haptic Feedback for Virtual Reality*, Rutgers University, CAIP Center, 96 Frelinghuysen Rd, Piscataway, NJ, USA, 1999
7. CHCIUK M., *Sterowanie ramieniem robota za pomocą wieloosiowego dźwostki dotykowego z cieczą magnetoreologiczną i siłowym sprzężeniem zwrotnym*, Pomiary, Automatyka, Robotyka, nr 2, str. 737-744, 2008
8. GAWŁOWICZ P., BACHMAN P., CHCIUK M., *Interfejsy dotykowe jako sposób komunikowania się człowieka z maszyną*, W: Wybrane problemy środowiska pracy i gospodarki, red. nauk. M. Rybakowski, J. Stebila, Zielona Góra: Wydaw. Nauk. Polskiego Tow. Profesjonalicznego, str. 117-127, 2010.
9. <http://www.mts-cnc.com/>
10. <http://www.ivip.de/>
11. http://pl.wikipedia.org/wiki/Rzeczywisto%C5%9B%C4%87_wirtualna
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Flight_simulator
13. <http://symbionix.com/>

BADANIE ZASADNOŚCI STOSOWANIA ALGORYTMU PID PODCZAS RĘCZNEGO STEROWANIA POZYCJĄ NAPĘDU ELEKTROHYDRAULICZNEGO ZA POMOCĄ INTERFEJSU HAPTIC

Paweł Bachman, Krzysztof Kalina, Adam Owczarkowski

1. Wstęp

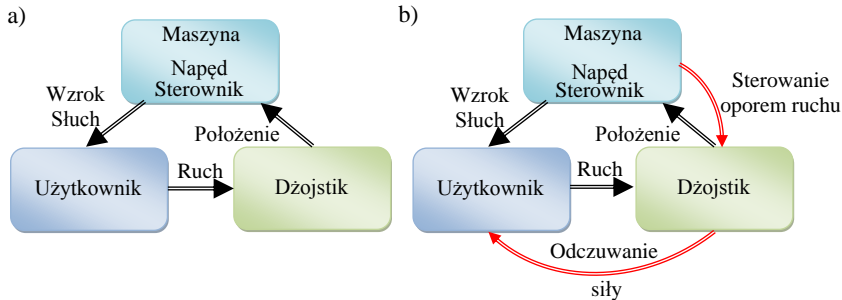
Wiele obecnie budowanych maszyn ma mniej lub bardziej rozbudowane hydrauliczne lub elektrohydrauliczne układy napędowe, a w wielu z nich układy te stanowią najważniejszą ich część [3, 11].

Hydraulika siłowa znajduje zastosowanie między innymi w następujących dziedzinach:

- przemysł: napędy robotów, wtryskarek, pras, obrabiarek;
- produkcja ręcznych narzędzi hydraulicznych takich jak nożyce, rozpieraki;
- napędy pojazdów – silniki hydrauliczne, napędy części roboczych w dźwigach, koparkach, ładowarkach, traktorach;
- układy sterowania statków, samolotów;
- przemysł górniczy: maszyny, podpory.

W trakcie sterowania za pomocą różnego rodzaju dźwistików, dźwigni lub pedałów człowiek nie ma bezpośredniego kontaktu z częściami roboczymi maszyn. W związku z tym nie odczuwa też zmysłem dotyku, tego co dzieje się z nimi podczas pracy. Maszyny te często „dysponują” ogromną siłą, a ponieważ do operatora nie docierają istotne informacje dotyczące oporu ruchu albo napotkania przeszkody, to może to doprowadzić do uszkodzenia maszyny lub znajdujących się w jej otoczeniu przedmiotów. Aby temu zapobiec i przywrócić człowiekowi „czucie” zbudowano sterujące urządzenia dotykowe [9] nazywane w literaturze anglojęzycznej *haptic devices*, (ang. słowo *haptic* pochodzi od greckiego słowa *haptain* – trzymać). Umożliwiają one przekazywanie ze sterowanego obiektu do operatora takich bodźców dotykowych, jak: siła, z jaką np. sterowane urządzenie działa na przeszkodę, kształt dotykanego obiektu, ciężar podnoszonej lub przesuwanej masy, tekstura materiału itp. Do niedawna, dźwistiki typu *haptic* wykorzystywane były głównie do dostarczania wrażeń dotykowych pochodzących z obiektów sterowanych przez człowieka w grach komputerowych lub w wirtualnej rzeczywistości. W większości przypadków, do generowania siły oporu ruchu w tych urządzeniach stosowane są silniki elektryczne, co pozwala na łatwe sterowanie nimi i sprawia, że dźwistiki te mogą działać także jako aktywne. Obecnie prowadzi się również badania zastosowania urządzeń dotykowych w medycynie, w takich specjalnościach jak np. okulistyka, radioterapia czy chirurgia [2].

Schematy blokowe tradycyjnego interfejsu i interfejsu typu haptic pokazano na rys. 1. Różnica pomiędzy nimi polega na wprowadzeniu dodatkowego sprzężenia zwrotnego, umożliwiającego zmiany wartości siły oporu ruchu dźwostka.

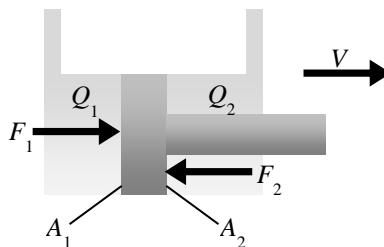


Rys. 1 . Przepływ sygnałów: a) w interfejsie z dźwostkiem tradycyjnym; b) typu haptic [4]

Interfejsy haptic składają się zazwyczaj z urządzenia zadającego, posiadającego możliwość regulacji siły oporu oraz kontrolera mikroprocesorowego z zaimplementowanym odpowiednim algorytmem sterowania [1, 5, 6, 7]. Celem pracy było sprawdzenie, czy w takim przypadku, zasadne jest stosowanie do pozycjonowania tłoczyska siłownika regulatora PID.

2. PODSTAWOWE INFORMACJE NA TEMAT NAPĘDÓW ELEKTROHYDRAULICZNYCH

Cylinder hydrauliczny (rys. 2) opisują następujące zależności [10, 12]:



Rys. 2. Wielkości opisujące siłownik hydrauliczny

- prędkość tłoczyska:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}, \quad (1)$$

- wydatek po stronie bez tłoczyskowej:

$$Q_1 = V \cdot A_1, \quad (2)$$

- wydatek po stronie tłoczyskowej:

$$Q_2 = V \cdot A_2, \quad (3)$$

- siła po stronie bez tłoczyskowej:

$$F_1 = p_1 \cdot A_1, \quad (4)$$

- siła po stronie tłoczyskowej:

$$F_2 = p_2 \cdot A_2, \quad (5)$$

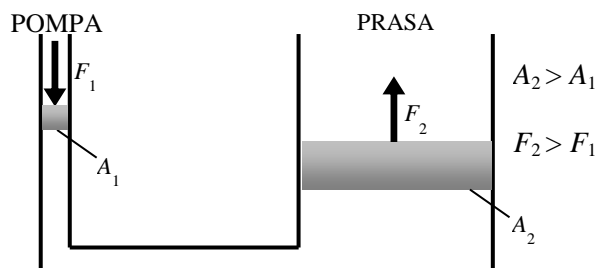
- siła działająca wzdłuż tłoczyska:

$$F_w = F_1 + F_2, \quad (6)$$

- moc w układzie hydraulicznym:

$$N = p \cdot Q. \quad (7)$$

Zasada działania napędów hydraulicznych opiera się na prawie Pascala, które doskonale obrazuje proste urządzenie hydrauliczne zwane prasą (rys. 3) [8, 10]. Prasa hydrauliczna to urządzenie zwielokrotniające siłę nacisku dzięki wykorzystaniu zjawiska stałości ciśnienia w zamkniętym układzie hydraulicznym. Prosta prasa hydrauliczna zbudowana jest z dwóch połączonych ze sobą cylindrów, które są wypełnione płynem hydraulicznym i zamknięte szczelnymi tłokami. Cylinder roboczy przeważnie ma znacznie większą średnicę niż cylinder spełniający funkcję pompy. Jeśli działa się określoną siłą na tłok pompy, to na tłok roboczy działa siła znacznie większa.

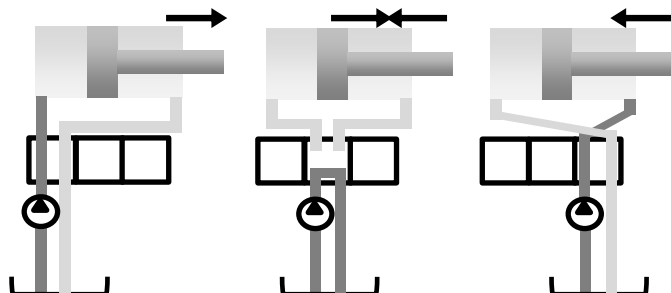


Rys. 3. Prasa hydrauliczna obrazująca zasadę działania prawa Pascala

Siłę działającą na tłok prasy można opisać zależnością:

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \cdot F_1 \quad (8)$$

Siłowniki dwustronnego działania przeważnie sterowane są rozdzielaczami umożliwiającymi ruch tłoczyska w dwie strony (wsuw lub wysuw) oraz dającego możliwość zatrzymania siłownika w dowolnym momencie. Trzy pozycje pracy siłownika dwustronnego działania sterowanego przy pomocy rozdzielacza trzypołożeniowego ustawianego ręcznie pokazane są na rys. 4.



Rys. 4. Trzy pozycje pracy siłownika dwustronnego działania

Typowa struktura układu hydrauliki siłowej składa się z czterech podstawowych elementów:

- zasilacza hydraulicznego, w skład którego wchodzi silnik elektryczny i pompa hydrauliczna wraz z zespołem przygotowania płynu hydraulicznego;
- rozdzielacza sterującego;
- elementu wyjściowego, którym najczęściej jest siłownik lub silnik hydrauliczny;
- części roboczej maszyny.

Napędy hydrauliczne charakteryzują się dużą wydajnością energetyczną z jednostki masy. Charakteryzują się one też dużą łatwością sterowania podstawowymi parametrami ruchu (prędkość, położenie, przyspieszenie) oraz bardzo małą bezwładnością układu, umożliwiającą dokonywanie częstych i gwałtownych zmian prędkości i obciążeń. Oprócz tego układy te są samosmarne co sprawia, że nie wymagają one częstych konserwacji i mogą pracować w skrajnych warunkach, przy dużej rozpiętości temperatur oraz zapyleniu. Elementy hydrauliczne dzięki możliwości podłączania ich przewodami elastycznymi mogą być usytuowane w maszynach w dowolny sposób. Nowoczesne układy hydrauliczne mogą być sterowane za pomocą rozdzielaczy elektrohydraulicznych połączonych ze sterownikami mikroprocesorowymi, co sprawia, że proces ten staje się prostszy a napędy hydrauliczne mogą pracować w sposób bardziej precyzyjny [3].

Wadami układów hydrauliki siłowej jest ich podatność na zanieczyszczenia cieczy hydraulicznej co często prowadzi do uszkodzeń elementów składowych. Sporym utrudnieniem podczas pracy z takimi układami jest też zmiana parametrów cieczy hydraulicznych pod wpływem temperatury. Głównie chodzi tutaj o lepkość. Aby zapobiec tym zmianom w układach narażonych na przegrzanie stosuje się systemy pomiaru temperatury wraz z chłodnicami cieczy. Poza tym układy hydrauliczne, ze względu na zastosowanie w nich silników elektrycznych i pomp hydraulicznych zaliczyć można do hałaśliwych. Wadę tę w zakładach przemysłowych likwiduje się umieszczając układ przygotowania cieczy w osobnym budynku lub specjalnie wygłuszonym pomieszczeniu. Niedogodnością powodującą, że napędy hydrauliczne nie mają zastosowania w środowisku pracy wymagającym podwyższonej czystości jest występowanie wycieków płynu hydraulicznego, którym najczęściej jest olej [3].

2. REGULACJA PID

Algorytm PID jest jednym z częściej stosowanych sposobów sterowania w różnego typu procesach. Regulator PID pracuje w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego. Oblicza on wartość uchybu jako różnicę pomiędzy aktualną, zmierzoną wartością zmiennej procesu i pożądaną wartością zadaną, a następnie, poprzez odpowiednie dostosowanie sygnału podawanego na wejście regulowanego obiektu, działa tak, by zredukować uchyb do zera. Algorytm obliczeń regulatora PID zawiera

trzy oddzielne stałe parametry i dlatego czasami bywa nazywany regulatorem z trzema członami: proporcjonalnym (P), całkującym (I) i różniczkującym (D).

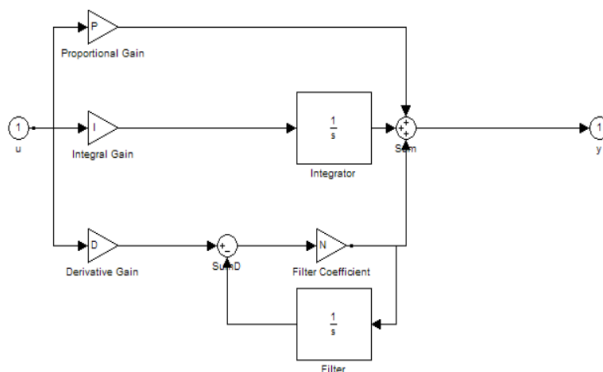
Działanie tych członów w odniesieniu do czasu można zinterpretować następująco:

- działanie członu P kompensuje uchyb bieżący,
- człon I kompensuje zsumowane uchyby z przeszłości,
- człon D kompensuje uchyby przewidywane w przyszłości.

Suma tych trzech działań stanowi podstawę sygnału podawanego na człon wykonawczy w celu regulacji procesu.

Regulator PID stanowi najlepsze rozwiązanie w przypadku braku wiedzy na temat obiektu regulacji. Poprzez odpowiedni dobór nastaw regulatora, uzyskuje się algorytm dostosowany dla danego obiektu. Odpowiedź regulatora opisuje się, przedstawiając jego reakcję na skok jednostkowy i mierząc stopień przeregulowania oraz poziom oscylacji układu. Należy przy tym pamiętać, że sam algorytm regulacji PID, bez odpowiednio dobranych nastaw, nie zapewnia sterowania optymalnego ani też nie gwarantuje stabilności układu.

Wyróżnia się dwie podstawowe konfiguracje regulatorów PID: równoległą i szeregową. Szerzej w pracy zostanie omówiony wariant równoległy (rys. 5), gdyż taki regulator zostanie użyty w późniejszych badaniach.



Rys. 5. Schemat równoległego regulatora PID

Składa się on z następujących członów:

- członu proporcjonalnego P o wzmocnieniu k_p ,
- członu całkującego I o czasie zdwojenia T_i ,
- członu różniczkującego D o czasie wyprzedzenia T_d .

Aby regulator PID działał poprawnie należy odpowiednio nastawić omówione powyżej parametry. Jedną z powszechnie stosowanych metod inżynierskich doboru nastaw regulatora PID jest metoda Zieglera-Nicholsa. Metodę zaproponowali John G. Ziegler i Nathaniel Nichols w 1940 roku. Metoda oparta jest o pomiar parametrów oscylacji. Przed rozpoczęciem procesu nastawiania regulatora, parametry T_i i T_d ustawia się na zero. Wzmocnienie k_p zwiększa się do czasu, aż osiągnie się wartość, przy której sygnał wyjściowy położenia zacznie oscylować. Wzmocnienie regulatora proporcjonalnego, przy którym występują niegasnące oscylacje oznacza się jako K_u ,

a okres oscylacji P_u . Wartości te wykorzystuje się następnie do ustawienia parametrów regulatora zgodnie z tab. 1.

Tab. 1. Dobór nastaw regulatora PID

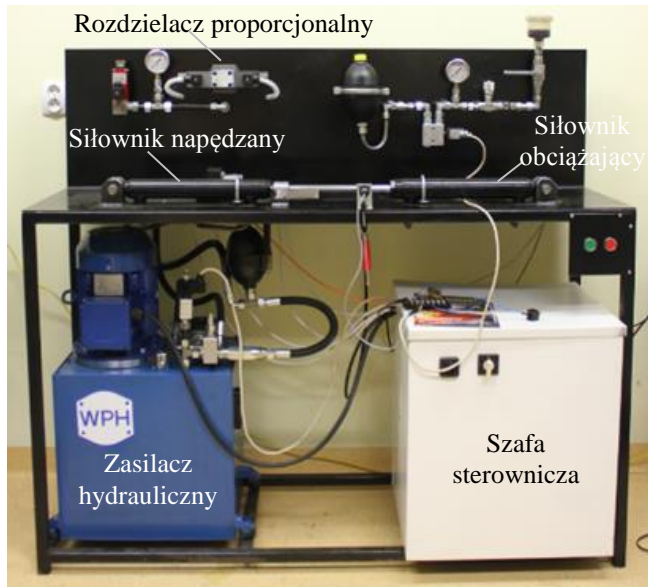
Regulator P	Regulator PI	Regulator PID
$k_p = 0,5 k_u$	$k_p = 0,55 k_u$ $T_i = P_u / 1,2$	$k_p = 0,6 k_u$ $T_i = P_u / 2$ $T_d = P_u / 8$

Wykorzystując tę samą metodę oraz korzystając z danych umieszczonych w tab. 1 można również dobrać nastawy regulatorów PI oraz P. Zaletą tej metody jest brak wymogu identyfikacji dynamiki obiektu oraz to, że wyznaczone nastawy gwarantują (prawie zawsze) stabilność układu regulacji, choć nie zawsze zapewniają dobre wskaźniki jakości regulacji. W celu poprawy tych wskaźników można otrzymane wartości potraktować jako wyjściowe, a następnie jeszcze je skorygować. Wadą tej metody jest konieczność doprowadzenia układu regulacji do nietłumionych oscylacji. W istocie metodę Zieglera–Nicholsa można już dziś uznać za przestarzałą i nietrudno wykazać, że regulator PID może pracować lepiej przy przyjęciu innych nastaw.

3. OPIS STANOWISKA POMIAROWEGO

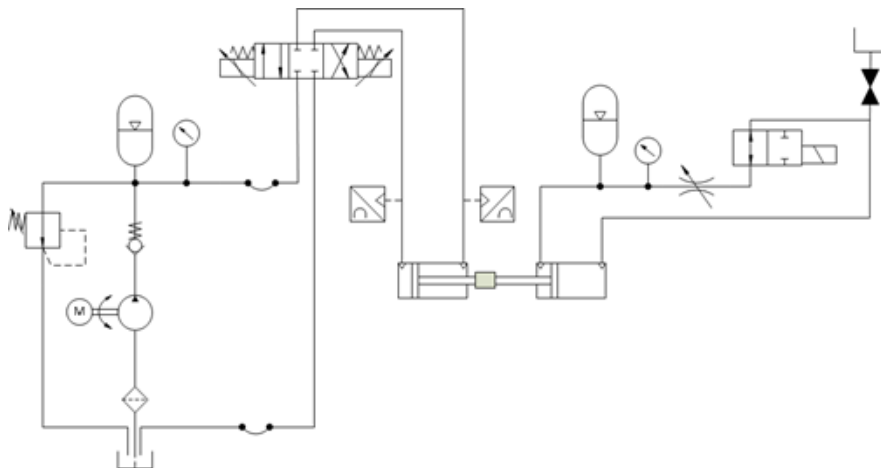
Stanowisko pomiarowe (rys. 6) składa się z dwóch części. Pierwsza z nich to część hydrauliczna, w skład której wchodzi zasilacz hydrauliczny wraz z elementami przygotowania płynu hydraulicznego (filtr, zawory zwrotne, przelewowe, akumulator), zawór proporcjonalny wraz z siłownikiem dwustronnego działania z jednostronnym tłoczyskiem oraz połączonego z nim identycznego siłownika obciążającego (z zaworami tłumiącym i zamykającym). Parametry układu są następujące:

- skok siłownika 250 mm,
- średnica tłoczyska 20 mm,
- średnica tłoka 40 mm,
- średnica siłownika 50 mm,
- ciśnienie zasilające 150 bar,
- wydajność pompy 21 l/min,
- rozdzielacz proporcjonalny Ponar Wadowice USAB-6,
- karta sterująca 30RE20,
- przetwornik ciśnienia MBS 1250 Danfoss 0-250 bar (analogowy 1-5 V) na obu komorach.



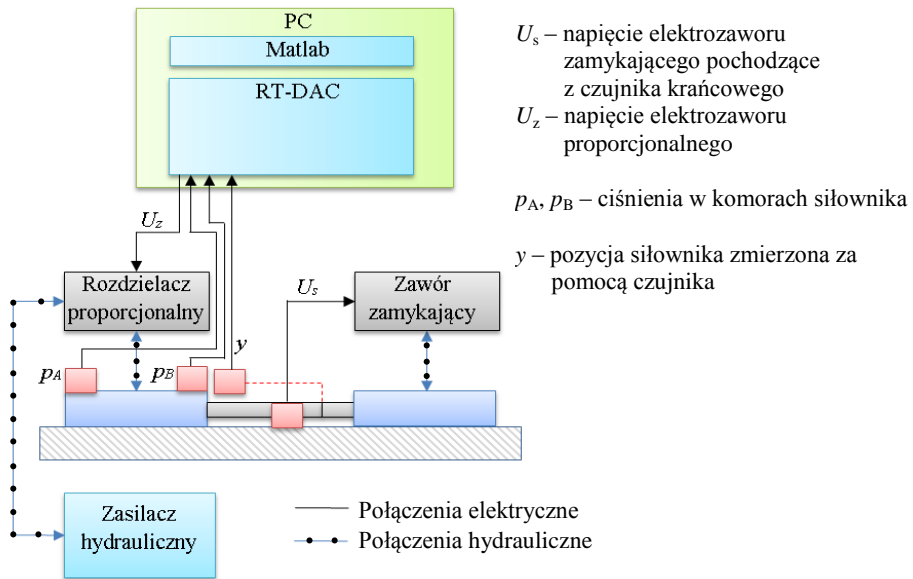
Rys. 6. Widok badanego stanowiska hydraulicznego

Schemat hydrauliczny opisywanego powyżej stanowiska pokazany jest na rys. 7.



Rys. 7. Schemat hydrauliczny stanowiska badawczego

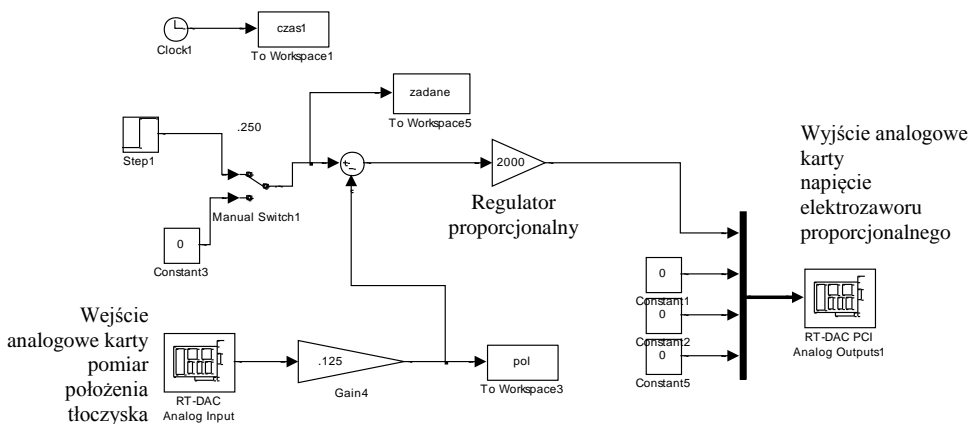
Schemat blokowy połączeń hydraulicznych i elektrycznych stanowiska widoczny jest na rys. 8. Cały układ sterowany jest za pomocą komputera PC z kartą wejść/wyjść RT-DAC. Sterownik uruchomiony został w programie Matlab/Simulink z toolboxem RT-CON.



Rys. 8. Schemat blokowy połączeń hydraulicznych i elektrycznych stanowiska

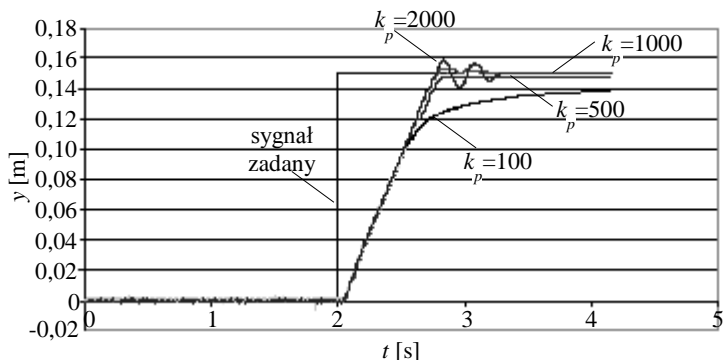
4. PORÓWNANIE DWÓCH METOD STEROWANIA P I PID

W pierwszej części badań sprawdzono, jak zachowuje się napęd elektrohydrauliczny sterowany regulatorem proporcjonalnym podczas odpowiedzi na skok jednostkowy. W tym celu zbudowano układ sterowania, którego schemat pokazany jest na rys. 9, a następnie wykonano pomiary dla czterech różnych współczynników wzmocnienia.



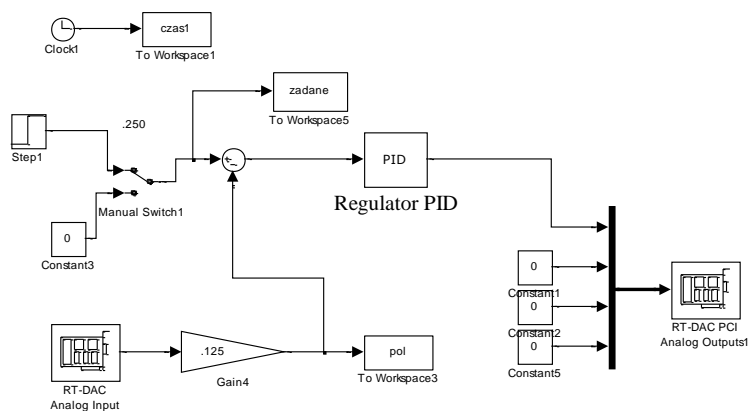
Rys. 9. Schemat układu sterowania do badania sterowania typu P

Wyniki pomiarów pokazane są na rys. 10. Widać na nim, że dla wzmocnienia $k_p=100$ siłownik nie osiąga pozycji zadanej, w związku z tym należy przypuszczać, że jest ono zbyt małe. Dla $k_p=500$ siłownik osiąga pozycję zadaną, ale dzieje się to w czasie zbyt długim (około 1,5 s). Przy współczynniku wzmocnienia $k_p=1000$ przebieg dochodzi do pozycji zadanej po około 0,75s i dzieje się to przy niewielkim przeregulowaniu. Natomiast po zwiększeniu k_p do 2000 widoczne są niepożądane w układzie oscylacje. Biorąc pod uwagę opisane pomiary można wywnioskować, że optymalnym współczynnikiem wzmocnienia dla sterowania proporcjonalnego jest $k_p=1000$.



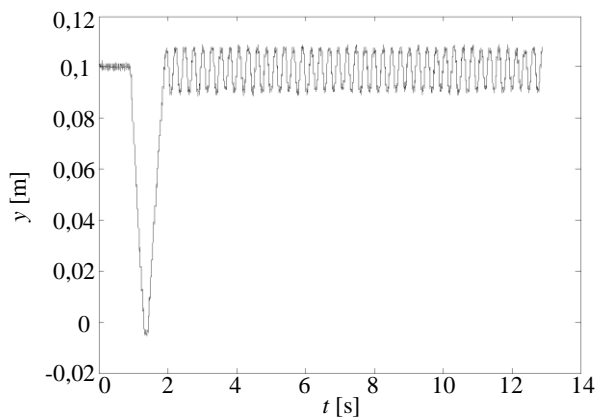
Rys. 10. Porównanie odpowiedzi skokowych dla wzmocnienia $k_p=100$; 500; 1000; 2000

Następnym etapem badań było dobranie parametrów regulatora PID i porównanie odpowiedzi skokowych układu sterowanego regulatorem P oraz PID. Zgodnie z metodą opisaną w punkcie 2 zbudowano układ sterowania z regulatorem PID (rys. 11), ustawiono wartości T_i i T_d na zero i zwiększano k_p do momentu uzyskania na wyjściu układu niegasnących oscylacji.



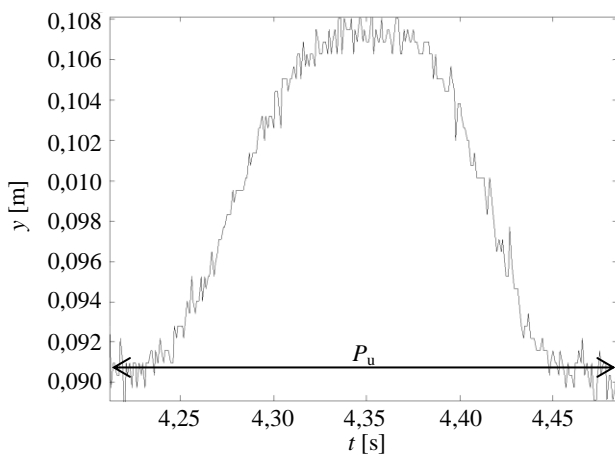
Rys. 11. Schemat układu sterowania do badania sterowania typu PID

Przebieg niegasnących oscylacji otrzymany dla wzmocnienia $k_u = 2400$ widoczny jest na rys. 12.



Rys. 12. Sygnał odpowiedzi skokowej siłownika z niegasącymi drganiami

Następnie powiększono wycinek (jeden okres) przebiegu w celu odczytania wartości P_u (rys. 13).



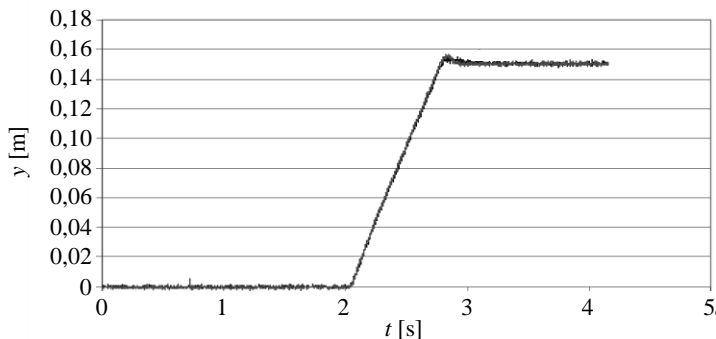
Rys. 13. Jeden okres sygnału odpowiedzi skokowej siłownika z niegasącymi drganiami

Wszystkie parametry regulatora PID umieszczone są w tab. 2.

Tab. 2. Parametry regulatora PID

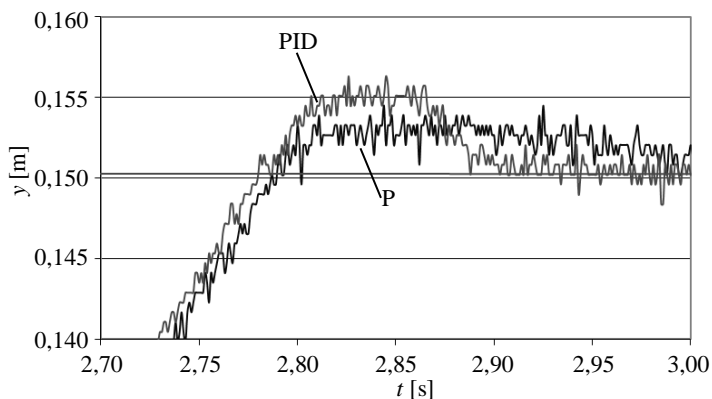
k_u	2400	
P_u	0,26 [s]	
k_p	$0,6 * k_u$	1440
K_i	$P_u / 2$	0,13
K_d	$P_u / 8$	0,0325

Po wprowadzeniu nastaw regulatora wykonano pomiary odpowiedzi układu na identyczny jak przy badaniu sterowania proporcjonalnego skok sygnału wejściowego. Wyniki tego pomiaru oraz porównawczy sygnał wyjściowy układu z regulatorem P pokazane są na rys. 14.



Rys. 14. Porównanie odpowiedzi skokowej siłownika sterowanego regulatorem P i PID

Różnice nie są zbyt widoczne na tym rysunku, gdyż oba sygnały niemal się pokrywają. Aby zobaczyć, który algorytm jest lepszy w tym wypadku wykonano powiększenie widoczne na rys. 15.



Rys. 15. Widok różnicy odpowiedzi skokowej siłownika sterowanego regulatorem P i PID

Dopiero przy dużym powiększeniu widać niewielką różnicę w prędkości osiągnięcia pozycji zadanej na korzyść regulacji PID.

5. ZAKOŃCZENIE

Podsumowując wykonane badania można stwierdzić, że zarówno regulator P jak i PID wykazywały się podobnymi właściwościami. Choć regulator PID charakteryzował się nieco lepszymi parametrami, różnica ta nie była na tyle duża, aby stosować go w dalszych rozważaniach. Ze względu na łatwość zmiany

parametrów sterowania bez konieczności ciągłego dobierania czasów T_i i T_d , w dalszych badaniach do sterowania napędem za pośrednictwem interfejsu haptic będzie wykorzystywany tylko algorytm P.

Bibliografia

- [1] GAWŁOWICZ P., CHCIUK M., BACHMAN P., *Algorytmy sterowania napędem elektrohydraulicznym przy pomocy wahadłowego dźwojstika dotykowego z cieczą MR w układzie z siłowym sprzężeniem zwrotnym*, Pomiary, Automatyka, Robotyka nr 2, 2009.
- [2] GOETHALS P., *Tactile Feedback for Robot Assisted Minimally Invasive Surgery: an Overview*, Division PMA Department of Mechanical Engineering Katholieke Universiteit Leuven, 2008: raport z badań.
- [3] JĘDRZYKIEWICZ Z., PLUTA J., STOJEK J., *Napęd i sterowanie hydrauliczne*, AGH Kraków 2004.
- [4] LIU B., *Development of 2-DOF haptic device working with magnetorheological fluids*, MEng thesis, Faculty of Engineering, University of Wollongong, 2006, publikacja online <http://ro.uow.edu.au/theses/136/>
- [5] MILECKI A., BACHMAN P., *Konstrukcja i badania urządzeń zadających i dotykowych z cieczami magnetoreologicznymi i z siłowym sprzężeniem zwrotnym - podsumowanie projektu badawczego*, w: Współczesne problemy techniki, zarządzania i edukacji, red. B. Pietrulewicz, Zielona Góra 2008.
- [6] MILECKI A., BACHMAN P., *Sterowanie admitancyjne i impedancyjne w układzie napęd elektrohydrauliczny – dźwojstik haptic*, Pomiary, Automatyka, Robotyka nr 2, 2013.
- [7] MILECKI A., CHCIUK M., BACHMAN P., *Sterowanie dwuosowym podnośnikiem elektrohydraulicznym przy pomocy dźwojstika dotykowego z cieczą MR*, Pomiary, Automatyka, Robotyka nr 2, 2011.
- [8] PIZOŃ A., *Projektowanie hydraulicznych i elektrohydraulicznych układów automatycznego sterowania*, część 1, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 1983.
- [9] ROVERS A. F., ESSEN van, H.A., *Using active haptic feedback in everyday products*, In proceedings of EuroHaptics 2006, Paris, France, 2006.
- [10] SCHMID D., pod red., *Mechatronika*, wydawca edycji polskiej REA, Warszawa 2002.
- [11] STRYCZEK S., *Napęd hydrostatyczny, tom. 2, Układy*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
- [12] WARRING R. H., *Hydraulic handbook*, Trade & Technical Press, Morden, Anglia, 1983.

BEZPIECZNE ROZWIĄZANIA SPRZĘTOWE WYKORZYSTYWANE W SYSTEMACH KRYTYCZNYCH

Marek Sałamaj, Michał Kašpárek, Adam Owczarkowski, Roman Regulski

1. Wstęp

Obecny rozwój przemysłu w bardzo dużej mierze uzależniony jest od coraz nowszych rozwiązań technicznych oraz nowych technologii, których zastosowanie prowadzi do wzrostu wydajności samej produkcji oraz do zwiększenia możliwości zarządzania jej procesami produkcyjnymi. W efekcie, bardzo często funkcjonowanie złożonych procesów produkcyjnych zależy od poprawnego funkcjonowania niekiedy pojedynczego układu decyzyjno-sterującego, który definiuje sposób zarządzania nie tylko sterowanymi obiektami, ale również sposób zarządzania własnym działaniem (funkcjonowaniem, zasobami sprzętowymi). Najczęściej, tego typu układy zdolne są do przeprowadzania szczegółowych analiz różnych wariantów sterowania, które opracowano w zakresie badań obejmujących szczegółową weryfikację mikrosystemu decyzyjnego na przykładzie układu bezpiecznego zaproponowanego w niniejszej pracy. W rezultacie, tak zaproponowany, a zarazem zaprojektowany układ pozwala na otrzymanie hierarchicznego w strukturze mikrosystemu sterująco-decyzyjnego, w którym zaimplementowano różnego rodzaju mechanizmy oraz metody działania stosowane w ogólnie dostępnych rozwiązaniach sprzętowych.

2. Wprowadzenie

Zaprezentowanie w niniejszym artykule inowacyjnego rozwiązania modelu bezpiecznego mikrosterownika logicznego (BML) pokazuje, jak duże znaczenie ma proces oraz sposób projektowania rozwiązań układowych odpornych na różnego rodzaju awarie, a w szczególności na własne uszkodzenia. Rozwój tego typu układów uwarunkowany jest dynamicznym rozwojem przemysłu, który narzuca reorganizację oraz automatyzację jego kluczowych dziedzin, a także życia codziennego zwykłego człowieka. Różne czynności oraz zadania, które do tej pory były wykonywane przez człowieka w procesach produkcyjnych, obecnie (po przeprowadzeniu procesu automatyzacji) realizowane są za pośrednictwem różnych urządzeń technicznych. Korzyści jakie uzyskano po ich wdrożeniu do zastosowań przemysłowych pozwoliły na zwiększenie wydajności nie tylko produkcji, ale również podniosły komfort życia przeciętnego człowieka. Dlatego też, wśród wszystkich dostępnych systemów sterujących wyselekcjonowano specjalną grupę podsystemów krytycznych, którymi zajęto się w prezentowanych badaniach.

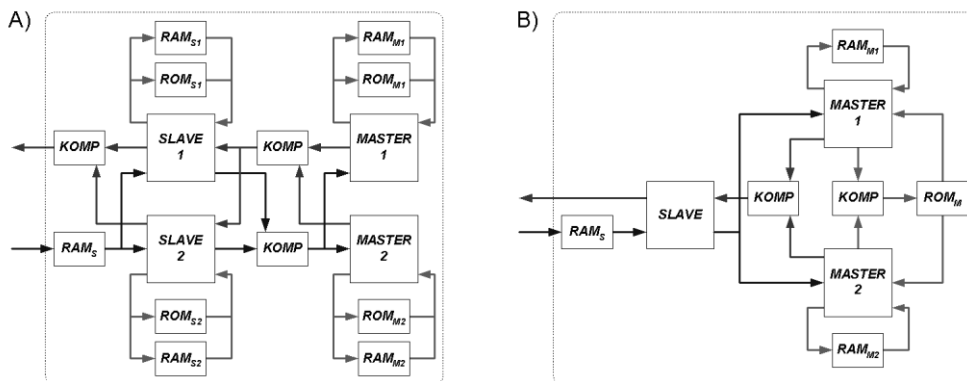
Mówiąc o krytycznych zastosowaniach, bardzo często ma się na myśli urządzenie wykonawcze wraz z jego bezpiecznym układem sterującym (sterownikiem lub mikrosterownikiem) jak również grupę precyzyjnych czujników, które odpowiedzialne są za poprawną współpracę oraz komunikację wspomnianego układu sterującego z zarządzanym przez niego obiektem (urządzeniem wykonawczym). Rozwiązania sterujące układów bezpiecznych wykorzystywane są nie tylko w zastosowaniach cywilnych, ale również w systemach wojskowych (militarnych). Natomiast dowolne urządzenie bez sterownika, który nim zarządza traktowane jest jak pojedyncza jednostka (maszyna, urządzenie) wykonawcza odpowiedzialna wyłącznie za realizację wcześniej zdefiniowanych czynności i zadań w zakresie modelowanego mikrosystemu decyzyjno-sterującego.

Na podstawie prezentowanych badań można wnioskować, że kluczową rolę w procesie automatyzacji produkcji (ale i nie tylko) odgrywa układ bezpiecznego mikrosterownika logicznego (BML), w którym analiza funkcjonalności pozwoliła na opracowanie nowej architektury oraz na zaimplementowanie w niej różnych rozwiązań podwyższających jego bezpieczeństwo pracy. Między innymi w ten sposób, układ BML wyposażony został w taki zestaw różnego rodzaju mechanizmów i rozwiązań technicznych ściśle współpracujących ze sobą, które podczas jego prawidłowego działania umożliwiały mu na poprawne funkcjonowanie zgodne z założeniami projektowymi. Natomiast, w przeciwnym wypadku, te same mechanizmy i rozwiązania w układzie BML w sytuacji wykrycia błędu (najmniejszej anomalii lub usterki) we własnym działaniu lub błędu w zarządzanym mikrosystemie, miały za zadanie przenieść stan pracy mikrosterownika ze stanu poprawnego do stanu bezpiecznego [10, 11], w którym jego wadliwa praca już nie doprowadzi do szkód z tym związanych.

3. Mikrosterownik logiczny

Nową koncepcję bezpiecznego mikrosterownika logicznego (BML) opracowano na podstawie pomysłu sterownika Halanga-Śnieżka [10, 11, 12, 13], czyli na przykładzie rozwiązania, które również opracowano z myślą o wykorzystywaniu go w systemach krytycznych [5]. Z tego też powodu, koncepcja układu bezpiecznego była reprezentacją układu odpowiedzialnego za sterowanie oraz diagnozę aparatury przemysłowo-medycznej (w krytycznych systemach cywilnych), jak również sprzętu wojskowego (w krytycznych systemach militarnych). Stąd, przedstawione i zaimplementowane przez Halanga-Śnieżka rozwiązania oraz mechanizmy w sterowniku bezpiecznym zostały odwzorowane w ich architekturze (rys. 1A), w strukturze, w której między innymi po raz pierwszy zastosowano dywersyfikację części układowej [10, 11, 12, 13]. To głównie z tego powodu, rozwiązanie to zostało wykorzystane jako punkt wyjścia (odniesienia) w prezentowanych badaniach, których zadaniem było opracowanie dużo bezpieczniejszego, wydajniejszego, a zarazem efektywniejszego w działaniu modelu sterownika bezpiecznego. Ponadto, opracowanie układu decyzyjnego charakteryzującego się dużo wyższą sprawnością pracy w porównaniu do współczesnych tego typu rozwiązań układowych, które zdolne są do wykrywania własnych awarii. W tym celu, złożone rozwiązanie układu

Halanga-Śnieżka wraz z liczną grupą pamięci typu RAM i ROM poddano szczegółowej analizie (weryfikacji) własnego działania. Na tej podstawie, zaproponowano całkowicie nową i prostą architekturę bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML (rys. 1B), wewnątrz której liczbę modułów funkcyjnych (procesorów MASTER i SLAVE oraz pamięci RAM i ROM) zredukowano do minimum. W efekcie, tak zoptymalizowane rozwiązanie układu sterującego (BML) wciąż wykorzystuje dywersyfikację rozwiązań, które wcześniej również wykorzystywano w modelu Halanga-Śnieżka.



Rys. 1. Architektury układów bezpiecznych Halanga-Śnieżka (A) oraz Adamskiego-Sałamaja (B)

W tak zaproponowanym rozwiązaniu bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML (rys. 1B), w porównaniu z rozwiązaniem Halanga-Śnieżka, zastosowano całkowicie odmienne mechanizmy i rozwiązania techniczne, które zaimplementowano w odseparowanych od siebie modułach funkcyjnych, takich jak moduł sterujący i operacyjny. W rezultacie, każdy z tych modułów został opracowany i wykonany odmiennymi metodami, których prawidłowe współdziałanie pozwoliło na znaczne zwiększenie poziomu bezpieczeństwa realizowanego układu. Natomiast, precyzję działania tak proponowanego układu uzyskano na skutek zaimplementowania w nim nietypowych rozwiązań technicznych, które w efekcie pozwoliły na pozostanie przy pierwotnej strukturze bloku sterującego.

Dlatego też, moduł sterujący został zrealizowany jako dwa odseparowane i niezależne od siebie bloki funkcyjne MASTER, w których istotnie uproszczono strukturę architektur użytych procesorów (MASTER1 i MASTER2). W tym przypadku, dywersyfikacji poddano jedynie ich mechanizmy sekwencyjne, które świadomie opisano odmiennymi sieciami działań. Natomiast w przypadku modułu operacyjnego dywersyfikacji poddano jedynie mechanizm przetwarzania informacji, której głównym zamierzeniem było zróżnicowanie metod przetwarzania potoku obliczeniowego (strumienia informacji) [9, 10] w jednostce arytmetyczno – logicznej ALU (w procesorze SLAVE).

Jak łatwo zauważyć, nowa architektura bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML (rys. 1B) charakteryzuje się dużą prostotą działania oraz dużą przejrzystością struktury opracowanego modelu układu sterującego. Efekt ten

(w układzie BML) udało się osiągnąć drogą eliminacji zbędnych bloków funkcyjnych oraz zastosowania w nim dodatkowych charakterystycznych mechanizmów działania. W rezultacie tak dobrane i zaimplementowane rozwiązania w strukturze BML pozwoliły na opracowanie całkowicie nowego jego modelu, który charakteryzuje się dużo wyższym poziomem bezpieczeństwa i precyzji działania, a także znacznie efektywniejszym wykorzystaniem zasobów jego architektury.

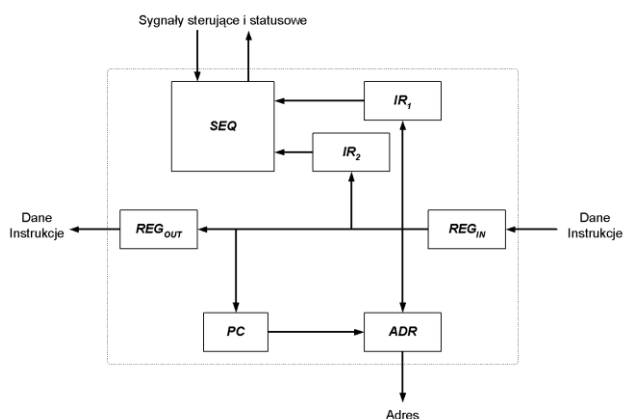
W zakresie funkcjonowania bezpiecznego mikrosterownika logicznego można wyróżnić trzy fazy jego pracy, między innymi fazę „przetwarzania”, „pobierania” oraz fazę „wysyłania” informacji na zewnątrz układu. W fazie „przetwarzania”, zaprojektowany system decyzyjno-sterujący BML działa w oparciu o jak najprostsze mechanizmy przy pomocy, których zastosowane układy procesorowe MASTER1-MASTER2 współbieżnie inicjują dokładnie te same działania instrukcjami pobieranymi ze współdzielonej pamięci programu (ROM). W efekcie, tak pobierany kod instrukcji jest dekodowany w obu procesorach, w których ich szczegółowa analiza pozwala na realizację określonych zadań, mających na celu bezbłędne i precyzyjne zarządzanie całym mikrosterownikiem logicznym, a w szczególności jego dwoma procesorami sterującymi MASTER. W zależności od programu sterującego, instrukcje pobierane przez procesory MASTER z pamięci ROM mogą być natychmiast przekazywane dalej do koprocatora matematycznego SLAVE (do układu sekwencyjnego), który odpowiada za modelowanie oraz realizację funkcji arytmetyczno-logicznych (w ALU). Dopiero po wygenerowaniu wyniku operacji w jednostce ALU w procesorze SLAVE w module operacyjnym, za pośrednictwem asynchronicznych buforów sprzęgających, wynik ten jest jednocześnie przesyłany do obu procesorów MASTER, które zapisują go celem zapamiętania w pamięci typu RAM (RAMM). Natomiast w fazie „pobierania” i „wysyłania” informacji (danych) na zewnątrz układu BML, jego funkcjonowanie odpowiada stanowi układu w fazie „przetwarzania”, z tą różnicą, że wynik operacji umieszczany jest w pamięciach lub rejestrach zewnętrznych, do których kontrolowany obiekt ma nieograniczony dostęp.

Na podstawie tak zaprezentowanych schematów (faz) funkcjonowania układu BML zdecydowano się na zastosowanie w nim bardzo prostego, a zarazem bezpiecznego asynchronicznego mechanizmu współdziałania. Dokładnie, tego typu mechanizm wykorzystano do zsynchronizowania i skomunikowania ze sobą wszystkich bloków oraz modułów funkcyjnych architektury BML. W tym przypadku, wybór mechanizmu padł na mechanizm typu Handshake, który po zaimplementowaniu spełnił swoje oczekiwania co do precyzyjnej i bezpiecznej współpracy ze sobą procesorów sterujących MASTER1 i MASTER2 oraz procesorem operacyjnym SLAVE.

4. Procesor MASTER

W architekturze bezpiecznego systemu sterującego (układu BML) wyróżnione zostały niezależne bloki funkcyjne, dwa odseparowane od siebie moduły funkcyjne: moduł sterujący i operacyjny. Oba te moduły odpowiedzialne są za podejmowanie różnych decyzji, które związane są z przetwarzaniem oraz przesyłaniem wszelkich informacji w procesie sterowania tym układem. W ten sposób, separacja modułu

sterującego od modułu operacyjnego pozwoliła na dużo bardziej precyzyjniejsze dopasowanie proponowanego rozwiązania BML do rozwiązywanego problemu. W rezultacie, podczas badań zostały opracowane całkowicie nowe architektury procesorów MASTER i SLAVE, które w zależności od pełnionej funkcji przeznaczone do realizacji albo w module sterującym, bądź w module operacyjnym. W tym przypadku, moduł sterujący układu BML został zrealizowany na bazie dwóch takich samych współbieżnie pracujących procesorów typu MASTER, które w całości realizują proces sterowania zarówno kontrolowanym obiektem jak i samym sterownikiem. Zaś moduł operacyjny został odwzorowany w pojedynczym procesorze typu SLAVE, który odpowiedzialny jest za modelowanie różnych funkcji przerzutników oraz działań arytmetyczno-logicznych, a następnie za przetwarzanie nimi odpowiednich informacji.



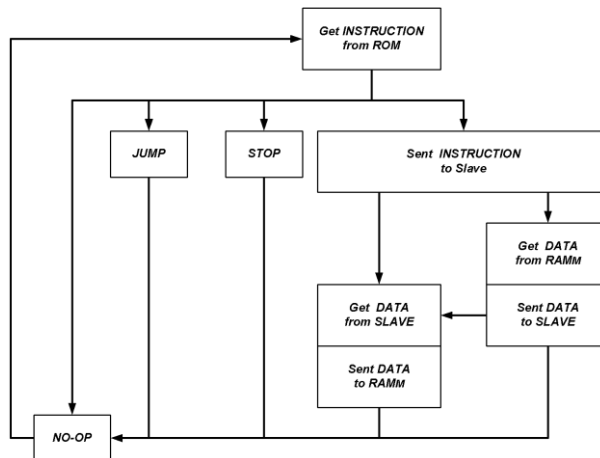
Rys. 2. Nowa koncepcja architektury procesora sterującego MASTER

Architektura procesora sterującego MASTER (rys. 2) w bardzo dużym stopniu zbliżona jest do budowy zwykłych układów procesorowych. W strukturze tej, na podstawie szeregu uproszczeń oraz wielu różnych modyfikacji rozwiązania podstawowego uzyskano znaczną reorganizację jego funkcjonowania. W konsekwencji zaproponowano nowy układ procesora sterującego MASTER pozbawionego jednostki arytmetyczno-logicznej ALU, z którego możliwość matematycznie przetwarzanych informacji przeniesiono (z procesora MASTER) do koprocatora matematycznego typu SLAVE.

Wszystkie procesory MASTER oraz SLAVE zaimplementowane w bezpiecznym mikrosterowniku logicznym BML do współdziałania inicjowane są za pośrednictwem różnych instrukcji sterujących oraz danych, które bezpośrednio pobierane są z pamięci podręcznej typu RAM lub z pamięci programu typu ROM. Tego typu pamięci początkowo zostały wyselekcjonowane w strukturze układu, a następnie fizycznie przeniesione na zewnątrz poza jego architekturę. Na skutek błędów, które zaczęły się systematycznie pojawiać podczas komunikacji z pamięciami, zdecydowano się na podwojenie liczby rejestrów instrukcji (IR1 i IR2)

w obu rozwiązaniach sprzętowych zarówno w procesorach MASTER (rys. 2) jak i w procesorze SLAVE (rys. 4).

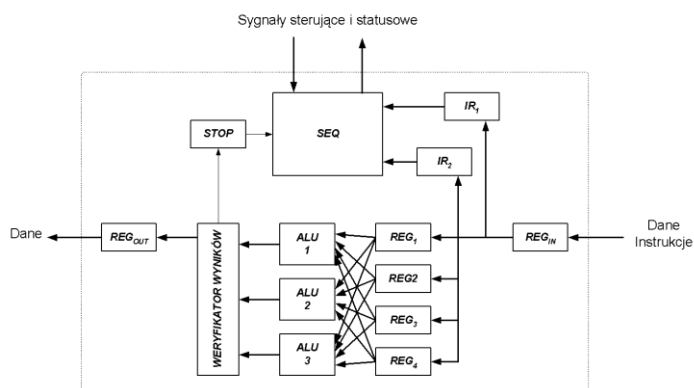
Zastosowanie dwóch identycznych rejestrów instrukcji IR1 i IR2 pozwoliło na realizację wtórnej weryfikacji kodu instrukcji pobieranego z pamięci programu w układach sekwencyjnych SEQ [10, 11, 12, 13]. Tego typu podejście z perspektywy czasu okazało się bardzo trafnym rozwiązaniem, gdyż pod względem bezpieczeństwa pracy tego układu uzyskano potwierdzenie poprawności pobranej instrukcji z pamięci programu. Po takim potwierdzeniu, układ sekwencyjny SEQ obu procesorów sterujących MASTER mógł przejść do zdekodowania rozkazu, a następnie na tej podstawie wygenerować odpowiednie sygnały sterujące zarządzające zarówno układami sterującymi MASTER, operacyjnym SLAVE oraz całym mikrośrodowiskiem krytycznym wewnątrz i na zewnątrz układu BML. Dopiero na tej podstawie można stwierdzić, jak ważną rolę w zaprojektowanym mikrosystemie odgrywają układy sekwencyjne procesorów sterujących MASTER (SEQ_{M1} i SEQ_{M2}) oraz operacyjnego SLAVE (SEQ_S), których priorytetem jest bezpieczne i bezbłędne zarządzanie wspomnianymi procesorami, modulem sterującym i operacyjnym, wewnętrzną infrastrukturą mikrosterownika logicznego BML oraz całym zewnętrznym systemem krytycznym.



Rys. 3. Schemat blokowy pracy procesora sterującego typu MASTER

W celu podwyższenia poziomu bezpieczeństwa funkcjonowania bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML, jego moduł sterujący zrealizowano jako parę odseparowanych od siebie procesorów sterujących MASTER. W rezultacie, oba układy o identycznej budowie oraz blokach sekwencyjnych (SEQ_{M1} i SEQ_{M2}) realizowały dokładnie ten sam program sterujący. Niestety, tego typu rozwiązanie było rozwiązaniem nie dość precyzyjnym, gdyż dekodowanie tej samej, błędnej instrukcji przez dwa niewłaściwie, lecz identycznie zaprojektowane procesory MASTER, było traktowane jako poprawny wynik działania. Z tego powodu, by wykluczyć tego typu błędy konstrukcyjne, zdecydowano się na zastosowanie dywersyfikacji rozwiązania, a dokładniej jego części sterującej. Na podstawie dywersyfikacji, architekturę procesorów MASTER pozostawiono w nienaruszonym

stanie (rys. 2), a modyfikacjom poddano jedynie ich złożone sieci działań decydujące o funkcjonalności układów sekwencyjnych (bloku SEQ_{M1} i SEQ_{M2}). W tym przypadku do opisu algorytmu działania procesorów MASTER wykorzystano całkowicie odmienne, synchroniczne sieci Petriego oraz grafy stanów StateCharts, które swoją strukturą przypominają diagram sekwencji SFC [1]. Tego typu działania doprowadziły do opracowania dwóch identycznie funkcjonujących, ale zróżnicowanych pod względem semantyki i syntaktyki algorytmów działania procesorów MASTER, których schemat blokowy przedstawiono na rys. 3. Końcowym efektem badań jaki przeprowadzono nad modulem sterującym BML było zróżnicowanie rozwiązań jego procesorów MASTER1-MASTER2, na poziomie ich funkcjonowania - nie na poziomie architektury, ale na poziomie ich układów sekwencyjnych, których funkcjonalność na bieżąco weryfikowana była w komparatorach logicznych. Zastosowanie tego typu rozwiązania sprawiło, że uzyskano bardzo szybki i precyzyjny mechanizm do wykrywania błędów konstrukcyjnych oraz różnych anomalii w zachowaniu bądź różnic w działaniu takiego układu, które mogą być przeoczone przez projektanta na etapie projektowania i realizacji lub w momencie testowania jego fizycznego rozwiązania (modelu).



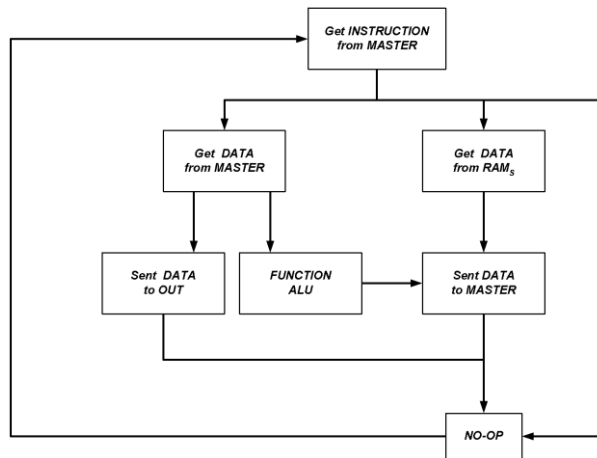
Rys. 4. Nowa koncepcja architektury procesora operacyjnego SLAVE

5. Procesor SLAVE

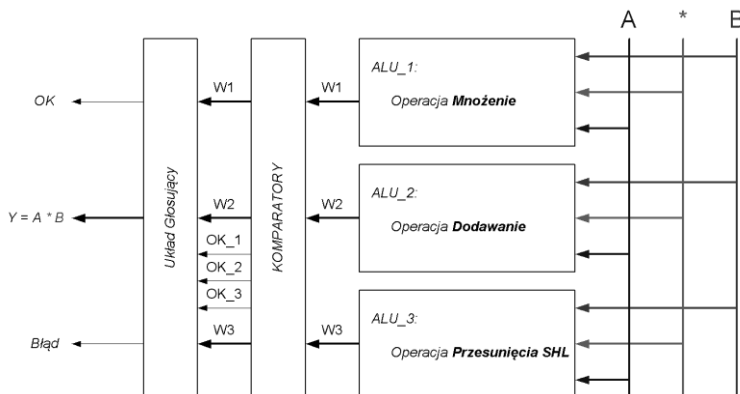
Zastosowany w układzie BML koprocesor matematyczny SLAVE jest jednostką procesorową, która ze względu na możliwość wykonywania samych funkcji matematycznych jest odpowiedzialna za realizację wszystkich zdefiniowanych zadań modułu operacyjnego. Z tego też względu, znaczny wzrost wydajności oraz precyzji działania SLAVE został osiągnięty na podstawie dywersyfikacji strumienia obliczeniowego w jego jednostce ALU. Dywersyfikacja strumienia obliczeniowego doprowadziła do takiej sytuacji, w której ta sama instrukcja matematyczna w ALU była wykonywana wspólnie różnymi metodami obliczeniowymi. W tym przypadku, podjęcie to wymusiło skoncentrowanie uwagi projektanta układu BML

na weryfikowanym potoku obliczeniowym, w którym przetwarzane dane poddawane były precyzyjnym działaniom arytmetyczno-logicznym.

W bezpiecznym mikrosterowniku logicznym BML moduł operacyjny (procesor SLAVE) jest modułem odpowiedzialnym za precyzyjne realizowanie różnych działań matematycznych na zmiennych, które na żądanie procesorów MASTER przetwarzane są w jego architekturze. Z tego powodu, architekturę koprocatora matematycznego poddano szczegółowej i wnikliwej weryfikacji, na podstawie, której znacznie ją uproszczono w odniesieniu do standardowej architektury dowolnego procesora. Uproszczenie to polegało na wyeliminowaniu z niej zbędnych dla procesu przetwarzania bloków funkcyjnych jakimi był rejestr rozkazu PC oraz rejestr adresu ADR.



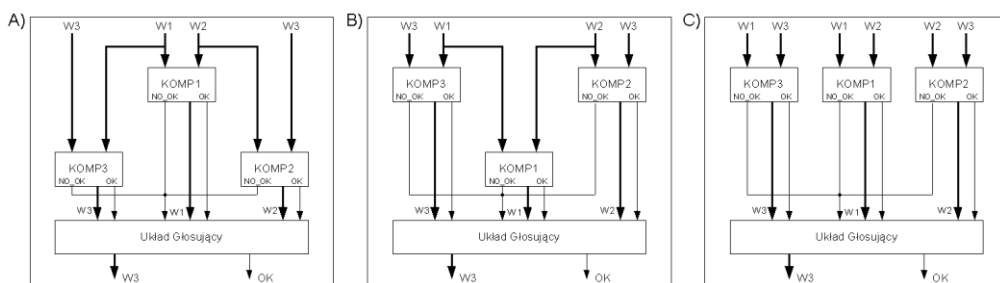
Rys. 5. Schemat blokowy pracy procesora operacyjnego typu SLAVE



Rys. 6. Przykład operacji mnożenia realizowany współbieżnie odmiennymi działaniami w trzech jednostkach ALU procesora SLAVE

Natomiast, w przeciwieństwie do tak poczynionej redukcji złożoności architektury procesora SLAVE (rys. 4), dość znacznej rozbudowie poddano jego jednostkę arytmetyczno-logiczną ALU, w której to zastosowano nowy mechanizm

dywersyfikacji strumienia obliczeniowego [9, 10]. W rezultacie, tak zaproponowany układ koprocatora matematycznego SLAVE reprezentujący moduł operacyjny układu BML pozwolił na otrzymanie rozwiązania, które obecnie jest w stanie realizować każdą zaimplementowaną w nim operację matematyczną trzema całkowicie odmiennymi metodami obliczeniowymi (rys. 6). Zastosowanie tego typu rozwiązania w układzie BML było możliwe w efekcie zaimplementowania w nim teorii „głosowania wyników” [6, 8], czyli rozbudowanego mechanizmu, w którym uzyskiwane rezultaty działań podlegały szczegółowej analizie i weryfikacji zgodnie z rys. 7.



Rys. 7. Różne sposoby połączeń oraz współpracy układu głosującego z komparatorami logicznymi KOMP w procesorze SLAVE

Zasada działania zaproponowanego w obecnych badaniach koprocatora matematycznego SLAVE jest bardzo prosta – rys. 5. Układ ten funkcjonuje jak standardowa ale trójstrumieniowa jednostka arytmetyczno-logiczna ALU z własnym układem sekwencyjnym SEQ_S (rys. 6). Czyli, układ ten jest jednostką, do którego w zależności od potrzeby przesyłane są różnego rodzaju instrukcje sterujące pobrane przez procesory sterujące MASTER z pamięci programu ROM. W rezultacie, wewnątrz procesora SLAVE są one bezpośrednio przekazywane do bliźniaczych rejestrów instrukcji IR1 i IR2, a następnie za ich pośrednictwem do układu sekwencyjnego SEQ_S procesora SLAVE. W konsekwencji, układ sekwencyjny dekoduje, a następnie weryfikuje obie (z założenia te same) instrukcje, które powinny być identyczne.

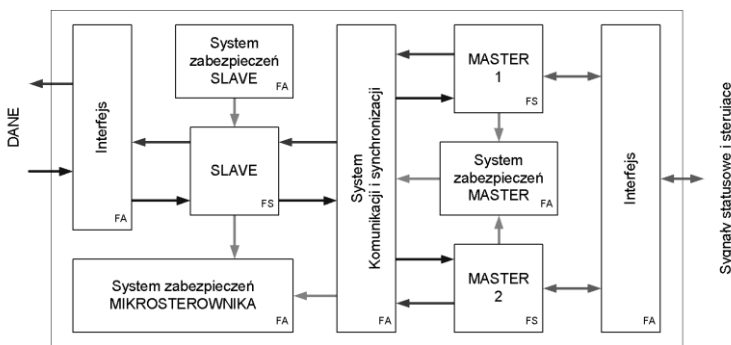
Dopiero na podstawie tak uwiarygodnionej instrukcji układ koprocatora matematycznego SLAVE przechodzi do fazy „pobierania” informacji od procesorów sterujących MASTER (z ich pamięci RAM_M) do buforów wejściowych REG_{1,2,3,4} procesora SLAVE (rys. 4), których liczba zależna jest od liczby zmiennych realizowanych funkcji. W kolejnym etapie rozpoczyna się właściwe współbieżne przetwarzanie informacji w potrójnej jednostce ALU, wewnątrz której trzema odmiennymi metodami wykonywane jest to samo działanie matematyczne, wykorzystujące informacje umieszczone wcześniej w rejestrach REG_{1,2,3,4}. Następnie, generowane są trzy niezależne wyniki działań W1, W2 i W3 (rys. 7), których wartość powinna być jak najbardziej zgodna podczas prawidłowego funkcjonowania układu BML. Ostatecznie, tak uzyskany pojedynczy rezultat działania przesyłany jest z powrotem do procesorów MASTER, do ich pamięci podręcznej RAM_M celem ich zapamiętania. Natomiast, w przypadku wykrycia

jakiegokolwiek błędu lub najmniejszej różnicy pomiędzy weryfikowanymi wynikami: W1, W2 i W3, cały układ koprocatora SLAVE, moduł operacyjny, a zarazem cały mikrosterownik logiczny BML sygnalizuje wystąpienie błędu systemowego, który powoduje przejście ze stanu prawidłowej pracy do jego stanu bezpiecznego [10, 11].

6. Technologia typu GALS

Tak zaproponowane rozwiązania układowe wszystkich procesorów typu MASTER-SLAVE oraz ich implementacja w strukturze bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML doprowadziło do opracowania uproszczonego, a zarazem bardzo przejrzystego modelu układu decyzyjno-sterującego (rys. 8). Czyli układu, w którym precyzyjnie określono wszelkie synchroniczne oraz asynchroniczne zakresy funkcjonowania dla każdego jego bloku składowego.

Głównie na podstawie takiej koncepcji rozwiązania zaproponowano całkowicie nową architekturę mikrosterownika logicznego typu GALS (ang. Globally Asynchronous Locally Synchronous), wewnątrz którego działanie lokalnych bloków funkcyjnych zsynchronizowano przy użyciu trzech zmodyfikowanych względem siebie zegarów globalnych. Tego typu podejście pozwoliło na indywidualne taktowanie pracą lokalnych procesorów typu MASTER-SLAVE, pomiędzy którymi komunikację zrealizowano w oparciu o bezpieczne i asynchroniczne protokoły komunikacyjne wykorzystywane w sieciach typu Handshake [3, 4, 7, 14]. W rezultacie tak przeprowadzonych badań, otrzymano bezpieczny układ sterujący, w którym zastosowane mechanizmy oraz rozwiązania układowe oparto na technologii typu GALS.



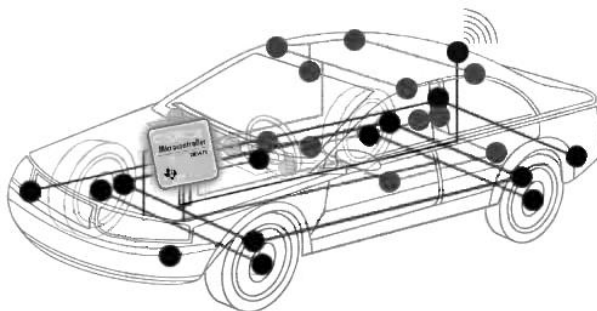
Rys. 8. Układ BML zaproponowany i zrealizowany w technologii typu GALS

7. Przykładowe zastosowania układu BML

W otaczającym nas środowisku, praktycznych przykładów zastosowania bezpiecznego układu sterującego typu BML może być nieskończenie dużo. Między innymi jednym z takich zastosowań może być przykład układu decyzyjno-

sterującego, który jest odpowiedzialny za sterowanie elementami np. raket dalekiego zasięgu, na podstawie realizowanego programu umieszczonego w pamięci typu ROM. Tego typu układ mikrosterownika realizuje najprostsze z możliwych funkcje arytmetyczne (dodawanie i odejmowanie), których zadaniem jest bieżące wyliczanie właściwej pozycji (długości i szerokości) geograficznej sterowanego obiektu. Dopiero, gdy aktualne położenie rakiety jest znane i zweryfikowane z jej docelowym miejscem przeznaczenia, wówczas układ sterujący typu BML przechodzi do fazy „sterowania”, w której precyzyjnie zarządza sterami wysokości podczas skrętu w lewo lub w prawo, dyszami silników napędzających, itp.

Innym przykładem zastosowania bezpiecznego mikrosterownika logicznego może być zwykły samochód osobowy (rys. 9). Wówczas, mamy również do czynienia z systemem krytycznym, ale jest to system całkowicie odmienny od przykładu z raketą dalekiego zasięgu. Niemniej jednak, przykład samochodu jest równie bardzo złożonym wariantem cywilnego systemu krytycznego, wewnątrz którego wszystkie podsystemy sterujące oraz diagnostyczne pogrupowano w trójstopniowej skali priorytetów ich działania [10]. W tym przypadku, model BML zostałaby wykorzystany głównie do zarządzania tylko „czerwoną”, krytyczną grupą podsystemów rozproszonych po całym analizowanym obiekcie (rys. 9), jednak nic nie stoi na przeszkodzie (poza kosztami), aby zarządzał on również podsystemami przypisanymi do grupy „żółtej” bądź „zielonej”.



Rys. 9. Jeden z wielu przykładów wykorzystania układu BML do zarządzania dowolnym systemem krytycznym

Przedstawione powyżej przykłady pokazują, jaką podgrupę systemów krytycznych (wojskowych i cywilnych) brano pod uwagę w momencie projektowania i realizacji modelu mikrosterownika logicznego BML. Jak łatwo zauważyć, wadliwe funkcjonowanie każdego z tych systemów krytycznych mogłoby doprowadzić do zagrożenia życia człowieka, przyczynić się do powstania ogromnych strat materialnych lub do zanieczyszczenia środowiska. Dlatego, już na tej podstawie można stwierdzić, że prezentowany w niniejszych badaniach układ BML powinien charakteryzować się możliwie jak najwyższym poziomem bezpieczeństwa, wydajności działania oraz dużo szybszymi i precyzyjniejszymi mechanizmami weryfikującymi ich poprawność, które pozwoliłyby na wykorzystaniu jego zasobów w zarządzaniu np.:

- aparaturą przemysłową w elektrowniach jądrowych (przy reaktorach jądrowych),
- aparaturą przemysłową w rafineriach chemicznych (w laboratoriach),
- aparaturą medyczną ratującą i podtrzymującą życie w szpitalach,
- aparaturą wojskową.

8. Podsumowanie

Zaproponowany układ bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML nie jest z pewnością jedynym układem, który jest lub może być wykorzystywany w zarządzaniu systemami krytycznymi. Jednak ze względu na szeroką gamę różnych rozwiązań, jakie zostały w nim zaimplementowane, jest on układem dużo bardziej precyzyjnym i wydajnym w swoim działaniu od układów wcześniej stosowanych. Otrzymany kontroler BML stał się ponadto dużo odporniejszy na własne błędy konstrukcyjne i anomalie, a tym samym bardziej bezpieczniejszy. Początkowo został on poddany szczegółowej optymalizacji, znacznemu uproszczeniu złożoności rozwiązań układowych (architektury sterownika oraz jego procesorów MASTER-SLAVE), którymi łatwo się zarządza oraz weryfikuje się w nich różnego rodzaju działania. Z założenia, tak uzyskany układ miał być rozwiązaniem jak najbardziej uniwersalnym (standardowym) stosowanym w różnych systemach krytycznych, w których jego działanie zależałoby wyłącznie od realizowanego w nim programu.

Przedstawione efekty badań zostały skoncentrowane wyłącznie na analizie i weryfikacji działań w strukturze bezpiecznego mikrosterownika logicznego BML oraz na jej najważniejszych blokach funkcyjnych - procesorach MASTER i SLAVE. Rezultatem końcowym tego typu działań było opracowanie wieloprocessorowego i hierarchicznego rozwiązania układowego, wewnątrz którego w łatwy sposób można zarządzać całymi ich zasobami. Tego typu rozwiązanie stało się możliwe do wykonania poprzez zastosowanie w nim grupy wyjątkowo prostych instrukcji sterujących, opracowanych tak, by każda z nich indywidualnie była zdolna do zainicjowania w razie potrzeby działania konkretnego procesora MASTER lub SLAVE.

Jednocześnie, podczas tak przeprowadzanych badań prowadzono również zaawansowane działania, które miały na celu opracowanie wyjątkowo bezpiecznych mechanizmów sterujących. Na podstawie, których tak opracowane algorytmy działania układów sekwencyjnych byłyby odpowiedzialne za jeszcze bardziej precyzyjne i bezbłędne wykorzystanie zasobów układowych proponowanego układu bezpiecznego mikrosterownika logicznego.

Bibliografia

48. ADAMSKI M., CHODOŃ M., *Modelowanie układów sterowania dyskretnego z wykorzystaniem sieci SFC*, Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra 2000.

49. ADAMSKI M., SAŁAMAJ M., *Programowalny sterownik logiczny*, Patent nr: PL217315, 2014.
50. CARMONA J., CARTADELLA J., PASTOR E., *Synthesis of Reactive Systems: Application to Asynchronous Circuit Design, Concurrency and Hardware Design – Advances in Petri Nets*, LNCS2549 Springer 2002, s. 108-151.
51. CORTADELLA J., KISHINEVSKY M., KONDRATYEV A., LAVAGNO L., YAKOVLEV A., *Logic Synthesis for Asynchronous Controllers and Interfaces*, Advanced Microelectronics 8, Springer 2002.
52. CULLYER W.J., PYGOTT C.H., *Application of formal methods to the VIPER microprocessor*, IEEE PROCEEDINGS, 1987, nr 3, s: 133 – 141.
53. HALANG W.A., SACHA K.M., *REAL-TIME SYSTEMS*, Implementation of Industrial Computerised Process Automation, World Scientific Publishing, 1992.
54. MOLLER J., HULGAARD H., ANDERSEN H.R., *Timed Verification of Asynchronous Circuits*, Concurrency and Hardware Design – Advances in Petri Nets, LNCS2549 Springer 2002, s. 274-312.
55. SACHA K., *Fault Analysis Using Petri Nets*, Proc. IEEE Real-time Embedded Systems Workshop, 2001, s. 130-133.
56. SAŁAMAJ M., *A new conception of safety logic microcontroller*, International Journal of Electronics and Telecommunications, 2012, Vol. 58, nr 4, s. 419 - 424.
57. SAŁAMAJ M., *Conception of a control unit for critical systems*, International Journal of Electronics and Telecommunications, 2013, Vol. 59, nr 4, s. 363 - 368.
58. ŚNIEŻEK M., HALANG W.A., *Bezpieczny programowalny sterownik logiczny*, Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 1998.
59. ŚNIEŻEK M., HALANG W.A., *A Safe Programmable Electronic System*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Warsaw 2010, Vol. 58, nr 3, s. 423 - 434.
60. ŚNIEŻEK M., HALANG W.A., *Electronic system for safety tasks programmed with logic diagrams and flow charts uses two computers for processing function block references and converting data flow between function blocks and signal sequences specified by flow charts*, Patent nr DE19861281, 2008.
61. VARSHAVSKY V., MARAKHOVSKY V., *GALA (Globally Asynchronous – Locally Arbitrary) Design*, Concurrency and Hardware Design – Advances in Petri Nets, LNCS2549 Springer 2002, s. 61-107.

Streszczenia

WYPADKI PRZY PRACY I CHOROBY ZAWODOWE W POLSCE I WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM W LATACH 2009-2013

Olga Regulanty

Streszczenie: Artykuł dotyczy wypadków przy pracy oraz chorób zawodowych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem województwa lubuskiego. Opisano w nim podstawowe pojęcia związane z wypadkami i pokazano procedury postępowania w przypadku zdarzenia się wypadku przy pracy. Następnie przedstawiono choroby zawodowe oraz szczegółową analizą przyczyn wypadków przy pracy. Przeprowadzona analiza wykazała, iż decydujący wpływ na przyczynę wypadku przy pracy mają czynniki ludzkie. Przeprowadzona analiza dotycząca chorób zawodowych w województwie lubuskim w latach 2009-2013 wskazuje, że najwięcej przypadków zanotowano się w roku 2012.

Słowa kluczowe: wypadek przy pracy, przyczyna wypadku, choroba zawodowa.

ACCIDENTS AT WORK AND OCCUPATIONAL DISEASES IN POLAND AND LUBUSZ VOIVODESHIP IN 2009-2013

Abstract: This article applies to accidents at work and occupational diseases in Poland, with particular emphasis on Lubusz Voivodeship. Starting from the basic concepts by showing behaviour procedures in case of an accident at work, through, occupational diseases, and ending with a detailed analysis about the causes of accidents at work. The conducted analysis shows that a decisive influence on the cause of an accident at work are human factors. However, in the case of occupational diseases the analysis in this area indicates the equal level of occupational diseases for example the Lubusz Voivodeship in 2009-2013 beside the year 2012 where the level is slightly high er.

Key words: the accident at work, the cause of the accident, the occupational disease.

SZKOLENIA W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRACOWNIKÓW NA STANOWISKACH ADMINISTRACYJNO-BIUROWYCH

Anna Kuc

Streszczenie: Artykuł porusza zagadnienia związane ze szkoleniami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP) pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych. Celem opracowania jest analiza organizacji, programu i metod szkoleń. Zwraca uwagę na teoretyczne podstawy szkoleń w dziedzinie BHP w kontekście ogólnego rozwoju człowieka (ujęcie edukacyjne) oraz rozwoju pracownika (ujęcie społeczno-prawne).

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo i higiena pracy, metody i organizacja szkoleń, pracownik administracyjno-biurowy, projekt szkoleń, szkolenie.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY TRAININGS FOR OFFICE ADMINISTRATION EMPLOYEES

Abstract: The article discusses issues related to Occupational Health and Safety (OHS) trainings aimed at office administration employees illustrated with. The aim of the study is to analyze the organization, program and methods of training. Draws attention to the theoretical foundations of training in the field of health and safety in the context of the overall human development (educational approach) and employee development (socio-legal approach).

Key words: Occupational Health and Safety, organizing trainings and training methods, office administration employee, training plan, training.

WPŁYW HAŁASU I INFRADŹWIĘKÓW NA SPRAWNOŚĆ PSYCHOMOTORYCZNĄ

Edward Kowal, Patryk Krupa

Streszczenie: Potrzeba badań nad wpływem hałasu na sprawność człowieka wynika z niekorzystnych jego wpływów na ludzki organizm. Na co dzień ludzie nawet nie zdają sobie z tego sprawy, że hałas jest najpowszechniejszym i najczęściej podnoszonym problemem w środowisku pracy lub nauki. W zaprezentowanym artykule opisano przebieg badań oraz przeanalizowano ich wyniki – wpływ czynników środowiska pracy na sprawność psychofizyczną. W szczególności skupiono się na ocenie wpływu hałasu i infradźwięków na sprawność psychomotoryczną. Przeprowadzony eksperyment (opisany w artykule) prowadzono przy użyciu aparatu krzyżowego. Do badań wytypowano uczniów z Zespołu Szkół Elektronicznych i Samochodowych w Zielonej Górze. Pomiarów hałasu dokonano miernikiem poziomu dźwięku SVAN 912AE. Wykonane badania sprawności psychomotorycznej uczniów pozwalają na szczegółową analizę w jakim stopniu hałas i infradźwięki zwolniły procesy myślowe i obniżyły zdolność spostrzegania

Słowa kluczowe: hałas, infradźwięki, czas reakcji, sprawność psychomotoryczna

THE EFFECT OF NOISE AND INFRASOUND ON PSYCHOMOTOR PERFORMANCE

Abstract: Need of research on the influence of noise for the efficiency of the man results from it's negative influence on human organism. Usually people don't realize that noise is one of the most common and most frequently raised problem in the work environment and science environment. In presented article there were described trajectory of examination and analyzed it's results- influence of work environment factors for psychomotor efficiency. In particular it was concentrated on assessment of noise and infrasounds on the psychomotor efficiency. The experiment described in this article was carried out by cross camera. To the examination was marked students from Electronic and Mechanical Schools in Zielona Góra. For checking the level of noise there was used measuring device SVAN912AE. The examinations of psychomotor efficiency of students allows for specific analysis how noise and infrasounds privileged process of thinking and reduced ability of observing.

Key words: noise, infrasounds, time of reaction, psychophysical efficiency

SZKOLENIA W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRACOWNIKÓW NA STANOWISKACH ROBOTNICZYCH

Hanna Konieczna

Streszczenie: Artykuł porusza zagadnienia związane ze szkoleniami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP) pracowników na stanowiskach robotniczych. Celem opracowania jest analiza organizacji, programu i metod szkoleń. Zwraca uwagę na teoretyczne podstawy szkoleń w dziedzinie BHP w kontekście ogólnego rozwoju człowieka (ujęcie edukacyjne) oraz rozwoju pracownika (ujęcie społeczno-prawne).

Słowa kluczowe: szkolenie, bezpieczeństwo i higiena pracy (BHP), pracownik, stanowisko robotnicze.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY TRAININGS FOR PHYSICAL WORKERS

Abstract: The article discusses issues related to Occupational Health and Safety (OHS) trainings aimed at physical workers. The aim of the study is to analyze the organization, program and methods of training. Draws attention to the theoretical foundations of training in the field of health and safety in the context of the overall human development (educational approach) and employee development (socio-legal approach).

Keywords: training, Occupational Health and Safety (OHS), worker, physical worker.

ZAGROŻENIA BIOLOGICZNE W MEDYCZNYCH PROCESACH PRACY I PREWENCJA ZAGROŻEŃ

Magda Kowalska, Marek Rybakowski, Grzegorz Dudarski

Streszczenie: W artykule przedstawiono główne narażenia biologiczne, jakie występują w procesach pracy personelu medycznego szpitali oraz metody zapobiegania tym narażeniom. Ocenia się, że w skali całego globu, co najmniej kilkaset milionów osób narażonych jest w procesie pracy na działanie tych czynników. W bardzo wielu środowiskach pracy są one głównym zagrożeniem. Stanowią więc ważny problem medycyny pracy i zdrowia publicznego. Ochrona pracowników w większości obszarów zatrudnienia, w których występuje kontakt z czynnikami biologicznymi, wymaga uwzględnienia tej problematyki w codziennej praktyce działania służby bezpieczeństwa i higieny pracy. Z przeprowadzonych badań wynika, że w pracach pielęgniarских występuje narażenie biologiczne, które jest przenoszone na powierzchni rękawic, które niejednokrotnie ulegają uszkodzeniu i odsłaniają skórę dłoni.

Słowa kluczowe: prewencja, rękawice medyczne, środowisko pracy, zagrożenia biologiczne

BIOLOGICAL EXPOSURES IN THE MEDICAL WORK PROCESSES AND THE PREVENTION OF THE THREATS

Abstract: The article presents the main biological exposures that occur in the processes of work of the medical staff in the hospitals and the methods of prevention of these exposures. It is estimated that on a global scale, at least several hundred million people are exposed in the process of work on the effects of these factors. In many work environments, they are the main threat. They constitute therefore an important issue of occupational medicine and public health. The protection of workers in most areas of employment, where the contact with biological factors exists, requires consideration of these issues in the daily practice of the occupational health and safety service. The study shows that in the nursing work a biological exposure occurs, which is transferred on the surface of the gloves, which are often damaged and uncover the hand skin.

Key words: biological threats, medical gloves, prevention, work environment

WYKORZYSTANIE PROGRAMU EKRZYŻOWY DO OCENY SPRAWNOŚCI PSYCHOMOTORYCZNEJ

Edward Kowal, Patryk Krupa

Streszczenie: Niniejsza praca dotyczy autorskiego programu komputerowego - eKrzyżowy, stworzonego na bazie aparatu krzyżowego, do pomiaru sprawności psychomotorycznej. W pracy zawiera się porównanie cech aplikacji komputerowej ze standardową aparaturą pomiarową, przebieg przeprowadzonego eksperymentu oraz zapoznanie z wynikami badań. Analiza rezultatów pozwoliła na określenie różnic, jakie wystąpiły między standardowym urządzeniem i komputerowym programem do pomiaru sprawności psychomotorycznej;

Słowa kluczowe: aplikacja, czas reakcji, komputerowe badania, psychomotoryka, sprawność.

THE USE OF A COMPUTER PROGRAM TO EVALUATE PSYCHOMOTOR PERFORMANCE

Abstract: This work is about author's computer program: e-Crossed, made on base of crossed apparatus, which measure psychomotorically efficiency. In this work there is a comparison: features of computer application with standard measuring apparatus stage of carrying out this experiment and knowing with the results. Analysis of the results let us define difference which appeared between standard apparatus and computer program made to measure psychomotorically efficiency.

Key words: application, computer research, efficiency, psychomotor, reaction time

BADANIA SYMULACYJNE MANIPULATORA ROM1K

Marcin Chciuk, Piotr Owczarek, Grzegorz Kucia, Owczarkowski Adam

Streszczenie: W artykule zaprezentowano informacje dotyczące zastosowań wirtualnej rzeczywistości. Opisano kinematykę robota ROM1k. Końcowa część pracy zawiera porównanie wyników badań trajektorii ruchu modelu i rzeczywistego robota.

Słowa kluczowe: wirtualna rzeczywistość, modelowanie, VRML, ramię robota

SIMULATION RESEARCH OF ROBOT ARM ROM1K

Abstract: This article information about the use of virtual reality presents. The kinematics of the robot ROM1k has been described. Final part of the paper the results of a comparison model and the real robot trajectory contain.

Keywords: virtual reality, modeling, VRML, robot arm

BADANIE ZASADNOŚCI STOSOWANIA ALGORYTMU PID PODCZAS RĘCZNEGO STEROWANIA POZYCJĄ NAPĘDU ELEKTROHYDRAULICZNEGO ZA POMOCĄ INTERFEJSU HAPTIC

Paweł Bachman, Krzysztof Kalina, Adam Owczarkowski

Streszczenie: W artykule zaprezentowano podstawowe informacje na temat interfejsów haptic, napędów elektrohydraulicznych i regulacji PID. Następnie opisano hydrauliczne stanowisko pomiarowe. Końcowa część artykułu przedstawia porównanie dwóch metod sterowania proporcjonalnej i PID. Końcowa część pracy zawiera podsumowanie, w którym stwierdzono, że zarówno regulator P jak i PID wykazywały się podobnymi właściwościami. Choć regulator PID charakteryzował się nieco lepszymi parametrami, różnica ta nie była na tyle duża, aby stosować go w dalszych badaniach.

Słowa kluczowe: interfejs dotykowy, napęd elektrohydrauliczny, regulacja PID, sterowanie ręczne

RESEARCH OF THE MERITS USE THE PID ALGORITHM DURING HAND POSITION CONTROL OF ELECTROHYDRAULIC DRIVE BY HAPTIC INTERFACE

Abstract: This paper presents the basic information on haptic interfaces, electrohydraulic drives and PID regulation. Then described hydraulic test stand. The final part of the article presents a comparison of two steering methods: proportional and PID control. The final part of the paper contains a summary, which states that both the P controller and PID showed similar characteristics. Although PID characterized by slightly better parameters, the difference was not large enough to use it in further studies.

Key words: haptic interface, electrohydraulic drive, PID control, manual control

BEZPIECZNE ROZWIĄZANIA SPRZĘTOWE WYKORZYSTYWANE W ZARZĄDZANIU SYSTEMAMI KRYTYCZNYMI

Marek Salamaj, Michał Kašpárek, Adam Owczarkowski, Roman Regulski

Streszczenie: Artykuł przedstawia tematykę związaną z projektowaniem nowego układu bezpiecznego, który w przyszłości zdolny byłby nie tylko do bezpiecznego i precyzyjnego zarządzania określonymi systemami krytycznymi ale również rozwiązaniami uniwersalnymi. Prezentowane wyniki badań obejmują propozycję nowej koncepcji układowej Bezpiecznego Mikrosterownika Logicznego (BML) w zakresie dywersyfikacji jego rozwiązań, które przeprowadzono z użyciem jak najprostszycch mechanizmów oraz rozwiązań technicznych. Tego typu podejście pozwoliło na otrzymanie prostego i bezpiecznego mikrosystemu decyzyjnosterującego, w którym zastosowane mechanizmy oraz rozwiązania zwiększyły bezawaryjność oraz niezawodność jego funkcjonowania. W rezultacie, tak zaproponowana jednostka sterująca okazała się rozwiązaniem jak najbardziej uniwersalnym, która może być stosowana do zarządzania dowolnym systemem krytycznym jak również (w miarę postępu technologicznego przy jednoczesnym spadku cen rozwiązań technicznych) dowolnym uniwersalnym systemem czasu rzeczywistego.

Słowa kluczowe: bezawaryjność, bezpieczeństwo, mikrosterownik, niezawodność, systemy krytyczne

SAFETY HARDWARE SOLUTIONS IN CONTROL OF CRITICAL SYSTEMS

Abstract: The article presents the issues related to the design of a new safety unit, which in the future would not only be able to manage certain critical systems safely and accurately but also universal solutions. The research results presented include a proposal for a new systemic concept of a Safety Logical Microcontroller (BML), concerning the diversification of its solutions, which was carried out using the simplest mechanisms and technical solutions. This approach allowed to obtain a simple and safe decision-making and control microsystem, in which the applied mechanisms and solutions increased reliability of its operation. As a result, the proposed control unit has proved to be the most universal solution, which can be used to manage any critical system as well as (as technology advances with the simultaneous decrease in the price of technical solutions) any universal real-time system.

Key words: failure-free, safety, microcontroller, dependability, critical systems

Informacje o autorach (w kolejności alfabetycznej)**Bachman Paweł**

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: p.bachman@iibnp.uz.zgora.pl

Chciuk Marcin

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: m.chciuk@iibnp.uz.zgora.pl

Dudarski Grzegorz

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: g.dudarski@iibnp.uz.zgora.pl

Kalina Krzysztof

Student
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: kaligoku7@wp.pl

Kašpárek Michal

Uniwersytet Techniczny w Libercu
Wydział Mechaniczny
Katedra Cybernetyki Stosowanej
e-mail: michal.kasperek@tul.cz

Konieczna Hanna

Studentka
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: hankon92@gmail.com

Kowal Edward

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: e.kowal@iibnp.uz.zgora.pl

Kowalska Magda

Absolwentka Uniwersytetu Zielonogórskiego
Wydział Mechaniczny
Specjalność: Inżynieria Środowiska Pracy i BHP
Pielęgniarka dyplomowana

Krupa Patryk

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: pkrupa@uz.zgora.pl

Kuc Anna

Studentka
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: ankaa9111@wp.pl

Kucia Grzegorz

Student
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: grzech07@interia.pl

Owczarek Piotr

Politechnika Poznańska
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
Zakład Urządzeń Mechatronicznych
e-mail: piotr.owczarek@put.poznan.pl

Owczarkowski Adam

Wydział Elektryczny
Zakład Automatyki i Robotyki
e-mail: adam.j.owczarkowski@doctorate.put.poznan.pl

Regulanty Olga

Studentka

Uniwersytet Zielonogórski

Wydział Mechaniczny

Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy

e-mail: olgareg@o2.pl

Regulski Roman

Politechnika Poznańska

Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania

Zakład Urządzeń Mechatronicznych

e-mail: roman.regulski@doctorate.put.poznan.pl

Rybakowski Marek

Uniwersytet Zielonogórski

Wydział Mechaniczny

Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy

e-mail: m.rybakowski@iibnp.uz.zgora.pl

Salamaj Marek

Uniwersytet Zielonogórski

Wydział Mechaniczny

Instytut Informatyki i Zarządzania Produkcją

e-mail: M.Salamaj@iizp.uz.zgora.pl

Węgrzyn Zbigniew

Uniwersytet Zielonogórski

Wydział Mechaniczny

Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy

e-mail: z.wegrzyn@iibnp.uz.zgora.pl

