

Piotr Otręba, Ryszard Paluch
Politechnika Wroclawska

Obciążenie psychiczne personelu sterowania ruchem kolejowym

Streszczenie

Celem pracy była ocena poziomu obciążenia psychicznego oraz zmęczenia dyżurnych ruchu. Zbadano dziewiętnastu dyżurnych i nastawniczych ze stacji kolejowej Wrocław Główny. W badaniach wykorzystano: analizę pracy w układzie percepcja-decyzja-realizacja, ocenę monotonii w oparciu o powtórzenia cykli oraz identyfikację krytycznych czynników i zagrożeń, metodę subiektywną z wykorzystaniem Japońskiej Skali Zmęczenia. Obciążenie psychiczne pracą dyżurnych było duże a nastawniczych średnie. Zagrożenie monotonią było umiarkowane, a głównymi jej przyczynami było utrzymywanie koncentracji i uwagi. W badaniach kwestionariuszowych udział wzięło 19 pracowników, jedną połowę stanowili dyżurni ruchu, a drugą nastawniczo-
Między grupami nie było dużych różnic. W porównaniu do maszynistów kolejowych, personel ruchu zgłaszał relatywnie mniej objawów spadku aktywacji i motywacji. Zaproponowano kilka usprawnień w zakresie organizacji i przekazywania informacji.

Słowa kluczowe: *obciążenie psychiczne, zmęczenie, dyżurny ruchu kolejowego, ergonomia*

Abstract

The aim of this study was to investigate the level of mental workload and fatigue in train dispatchers and signalers. Nineteen train dispatchers and signalers participated in the research carried out in a Wrocław Główny railway station. Methods used in this study included work analysis based on a perception-decision-realization pattern, analysis of repeating work cycles, identification of critical factors and risks, and perceived fatigue assessment by means of a Japanese Fatigue Inventory questionnaire. The obtained mental workload level for the dispatchers was large, whereas for the signalers - moderate. The risk of monotony occurrence was reasonable, and it was mainly related with the necessity of keeping concentration of attention. In the questionnaire research 19 employees participated. The first half comprised of dispatchers and the second included signalers. No considerable differences were observed between these groups. In contrast, railway traffic personnel reported relatively less symptoms of decrease of activation and motivation, than train engine-drivers. A couple of rationalizations in the field of organization and passing on information were suggested.

Keywords: *mental workload, fatigue, train dispatcher, ergonomics*

1. Wstęp

Postęp technologiczny i zmiany organizacji pracy zmierzają ku coraz większemu obciążeniu pracą umysłową polegającą na celowym przetwarzaniu informacji (odbiorze

danych, podejmowaniu decyzji i zainicjowaniu odpowiednich działań). Współcześnie obciążenie psychiczne jest powszechnie doświadczane, a często jest ono nadmierne, co wpływa na skuteczność układu człowiek-maszyna-środowisko. Niestety nadal nie dysponujemy jednomyślną definicją, a także dobrze rozwiniętymi instrumentami do jego oceny [1, 2], pomimo że od półwiecza prowadzone są nad nim intensywne badania. Wielu badaczy zgadza się co do tego, że mentalne obciążenie pracą ma naturę wielowymiarową i pojawia się jako rezultat interakcji między wymaganiami zadania, warunkami w jakich jest wykonywane a umiejętnościami, behawiorem oraz percepcją operatora [3, 1].

Wraz z rosnącą rozbieżnością między wymaganiami stawianymi przez zadanie i stanowisko pracy a poziomem wydolności psychicznej operatora rośnie obciążenie psychiczne, co w konsekwencji decyduje o pojawieniu się stanu zmęczenia ogólnego. Operatorzy poddani trwałemu obciążeniu i zmęczeniu wykazują gorsze wyniki pracy, więcej błędów i wypadków, wyższą absencję chorobową. Na przykład szczegółowa analiza wypadków lotniczych sugeruje, że w przybliżeniu 1/5 może być związana ze zmęczeniem [4]. Ocena obciążenia jest ważna zwłaszcza ze względu na zwiększone prawdopodobieństwo (ryzyko) popełnienia błędu, kiedy operator pracuje w warunkach suboptymalnych. Przy dzisiejszych technologiach konsekwencje błędu są olbrzymie i dotyczą nie tylko operatora (Challenger, Exxon Valdez, Czarnobyl i in.). Struktura zadania i środowisko pracy mogą być poprawione, kiedy zostaną zidentyfikowane czynniki wywołujące nadmierne obciążenie.

Trudności związane z teorią i problemami metodologicznymi oceny obciążenia i jego skutków nie powinny zwalniać z podejmowania prób jej oszacowania. Stanowiskiem wymagającym oceny obciążenia są operatorzy zatrudnieni w kontroli ruchu kolejowego – dyspozytorzy – odpowiedzialni za bezpieczeństwo oraz punktualność ruchu kolejowego.

Nie ma wielu prac, szczególnie w Polsce, dotyczących ergonomii stanowisk służb zabezpieczenia przewozów kolejowych. Rotter [5] wykonał charakterystykę interakcji operatora z urządzeniami sterowania ruchem kolejowym; zwrócił uwagę na występujące niedostosowanie do możliwości percepcji obsługi, często nawet zmodernizowanych urządzeń. Według Leniora [6], praca dyspozytorów ruchu kolejowego w Danii jest zbyt wymagająca. Podjęte działania nad wprężeniem komputerów do jego sterowania (zautomatyzowanie zadań) na razie nie są w pełni możliwe. Przyczyna leży w specyficznych cechach pracy, jak ograniczona kontrola nad skutkami decyzji (otwarta pętla sterowania), czego powodem są konieczność polegania na działaniach i informacjach innych osób oraz presja czasowa. Celem pracy było określenie poziomu oraz przyczyn obciążenia psychicznego i wywołanego przez nie zmęczenia personelu nastawni kolejowej stacji Wrocław Główny WGA.

2. Badani, stanowiska pracy i metody badawcze

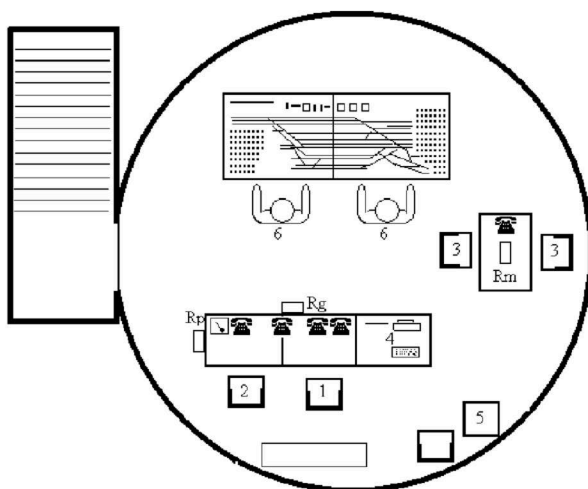
2.1. Badani

Zbadano 19 pracowników (11 mężczyzn i 8 kobiet), w tym 10 dyżurnych ruchu i 9 nastawniczych, zatrudnionych w nastawni dysponującej Wrocław Główny WGA.

Średnia wieku wynosiła 45 (os = 6) lat, a staż pracy na zajmowanym stanowisku 15 (os = 10) lat.

2.2. Stanowiska pracy i czynności

Nastawnia dysponująca Wrocław Główny WGA stanowi przeszkloną, okrągłą wieżę kontroli ruchu. Zadania nastawni kolejowej to: kierowanie ruchem pociągów, ustawianie zwrotnicowych dróg, obsługa systemu ostrzeżeń i nadzór nad ruchem oraz urzędzeniami sterowania pod względem bezpieczeństwa. Na wyposażenie składają się (rys. 1): środki łączności przewodowej i bezprzewodowej [7], pulpit nastawczy odwzorowujący układ torowy, komputer, rozkłady jazdy i instrukcje służbowe, dzienniki (ruchu, książka przebiegów, poleceń itp.) oraz druki (rozkazy pisemne, raporty o opóźnieniach itp.).



Rys. 1. Sytuacyjny plan stanowisk pracy na nastawni Wrocław Główny WGA

Objaśnienia:

1.	Stanowisko dyżurnego dysponującego
2.	Stanowisko dyżurnego pomocniczego
3.	Stanowisko nastawczego
4.	Zestaw komputerowy systemu „Rozkaz”
5.	Stół socjalny
6.	Miejsce usytuowania operatora pulpitu nastawczego podczas obsługi urządzeń (pozycja stojąca)
Rp	Radiotelefon do łączności z pociągami
Rm	Radiotelefon manewrowy
Rg	Radiotelefon gospodarczy

Podczas jednej zmiany służbę (trwająca po 12 godzin każda: 7-19, 19-7) pełni dwóch dyżurnych ruchu oraz dwóch nastawniczych. Zarządzanie ruchem pociągów i manewrujących składów polega na wymianie poleceń i informacji z innymi pracownikami sterowania i drużynami pociągów oraz reagowaniu w sytuacjach awaryjnych. Sterowanie ruchem odbywa się za pomocą urządzeń przekaźnikowych zlokalizowanych na pulpicie. Pulpit wyposażony jest w sygnalizatory, rozjazdy i inne urządzenia umożliwiające ustawianie dróg zwrotnicowych i wyświetlanie sygnałów na semaforach (rys. 2).



Rys.2. Dyżurny ruchu przy pulpicie sterowniczym

Dyżurny dysponujący odpowiedzialny jest za całość regulowania ruchu i minimalizowanie zakłóceń, ustalając priorytety i kolejność pociągów, mając na względzie obowiązujące wewnętrzne wytyczne, jak również bieżącą sytuację [8, 9]. Dyżurny pomocniczy prowadzi dzienniki ruchu i telefoniczny kontakt z sąsiednimi posterunkami oraz łączność radiową z pociągami. Nastawniczowie ustawiają przebiegi manewrowe w porozumieniu z drużynami manewrowymi, a także wykonują polecenia dyżurnego dysponującego. Personel nastawni odbiera informacje wzrokowe (odczytywanie dokumentów i obserwacja pulpitu) i słuchowe (komunikaty werbalne oraz sygnały dzwoneków telefonicznych). Wykonawcza faza operacji polega na manualnych czynnościach związanych z włączeniem przycisków i obsługą aparatury łącznościowej.

Po otrzymaniu zgłoszenia o numerze pociągu oraz zanotowaniu tego w dzienniku, wybierany jest wariant drogi przebiegu (rozjazdów i torów, po których odbędzie się ruch). Konieczne jest uwzględnienie sytuacji aktualnej i przyszłej, tak by przygotowana droga nie utrudniła wykonania innych operacji. Ustawienie drogi polega na naciśnięciu sekwencji przycisków na pulpicie odwzorowującym schematycznie układ torowy. W normalnych warunkach urządzenia wykluczają polecenia błędne, np. skierowanie na tor zajęty. W sytuacjach awaryjnych urządzenia nie działają automatycznie, jednak umożliwiają obsłudze inicjowanie komend, nawet sprzecznych i zagrażających bezpieczeństwu. Większość wypadków z winy służb zabezpieczenia i sterowania ruchem kolejowym ma miejsce w tych właśnie sytuacjach [10]. Do obowiązków dyżurnego ruchu należy również odbieranie i nadawanie telegramów o ostrzeżeniach i ograniczeniach prędkości na określonych odcinkach trasy. Na tej podstawie prowadzi się komputerową

bazę ostrzeżeń, w formie rozkazu pisemnego, doręczanego maszyniście pociągu. Przy zamykaniu toru dyżurny ruchu odnotowuje ten fakt w dzienniku, informuje odpowiednich pracowników i zakłada zabezpieczenia na pewne przyciski tak, aby omyłkowo nie skierować tam pociągu [11].

Nastawniczowie ustawiają drogi dla manewrujących składów, jeśli dyżurny ruchu nie zleci im innego działania i wyraża na to zgodę. Realizują oni żądania drużyn manewrowych zgłaszane radiotelefontycznie, które określają tor, na który chcą wjechać. W zakresiejazd odbywających się poza obsługiwany okręg nastawczy stacji, nastawniczowie uzgadniają czynności z personelem innych nastawni, obsługujących pozostałe części stacji [12].

2.3. Metody badawcze

Danymi do oceny obciążenia psychicznego były: bezpośrednia obserwacja pracy z określeniem rodzajów i sekwencji czynności łącznie z czasem ich trwania (fotografia dnia pracy), wywiady z pracownikami, a także dokumenty regulujące pracę. Do oceny obciążenia i zmęczenia psychicznego zastosowano zestaw pięciu technik analitycznych, w tym dwie subiektywne (N=16):

Ocena obciążenia psychicznego, wywodząca się z teorii informacji, uwzględnia trzy składowe działania człowieka: odbiór informacji (percepcja), przetwarzanie informacji (decyzja) i czynność (realizacja) [13]. Obciążenie w poszczególnych fazach (składowych) polega na zidentyfikowaniu oddziałujących czynników oraz oszacowaniu zadań pracownika pod względem następujących kryteriów: częstości, zmienności, złożoności, dokładności i ważności, w skali od 1 (minimum) do 5 (maksimum). Zagregowane wartości kryteriów poszczególnych faz stanowiły ocenę obciążenia psychicznego;

Skala zaproponowana przez Europejską Fundację Poprawy Warunków Pracy i Życia [14]. Zawiera ona 20 określeń opisujących sytuację pracy na stanowisku. Suma występujących czynników szkodliwych wyznacza końcowy wynik skali;

Do oceny monotonii pracy użyto analizy czterech parametrów decydujących o występowaniu tego zjawiska. Są to: niezmienność procesu pracy, niezmienność warunków otoczenia, ciągłe zachowanie uwagi, łatwość pracy. W uzupełnieniu tradycyjnej oceny wykorzystano sekwencje czynności i liczbę ich powtórzeń w ciągu jednej zmiany [13];

Subiektywna ocena obciążenia pracą. Badani określali: wymagany stopień koncentracji, zróżnicowanie czynności roboczych, zmienność otoczenia, stopień trudności pracy oraz szacowali całkowite obciążenie pracą;

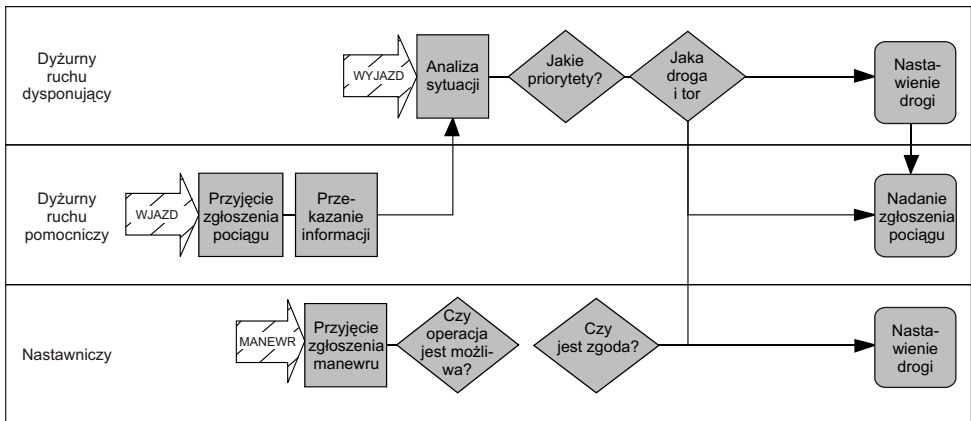
Subiektywna ocena zmęczenia psychicznego w oparciu o kwestionariusz Japońskiego Towarzystwa Medycyny Pracy opublikowany przez Yoshitake [15] a zmodyfikowany przez Palucha [16]. Dokonano dwóch pomiarów w odczuciu spadku aktywacji i motywacji: pierwszego przed rozpoczęciem dyżuru, drugiego tuż przed jego zakończeniem, tj. po 12 godzinach od pomiaru pierwszego.

3. Wyniki

3.1. Obciążenie psychiczne

3.1.1. Metoda analityczna

Analizę obciążenia psychicznego wykonano oddzielnie dla stanowisk dyżurnego dysponującego i pomocniczego oraz nastawniczego, ze względu na zróżnicowanie wykonywanych czynności i wymagań (ryc. 3.)



Legenda:



Rys. 3. Mapa głównych procesów w nastawni Wrocław Główny WGA

Tab. 1. Obciążenie psychiczne dyżurnego dysponującego

	Faza pracy umysłowej		
	Percepcyjna – P	Percepcyjna – P	Realizacyjna - R
	Źródła informacji:	Źródła informacji:	Miejsca oddziaływania:
Czynności:			
Wjazd pociągu	Dyżurny pomocniczy, rozkład jazdy, zegar, pulpit	Kolejność pociągów, tor i droga wjazdu	Nastawniczy lub pulpit
Wyjazd pociągu	Personel nastawni, rozkład jazdy, zegar, pulpit	Kolejność pociągów, tor i droga wyjazdu	Nastawniczy lub pulpit
Operatywne planowanie pracy	Telefon, personel nastawni, rozkład jazdy, zegar, dokumenty, instrukcje	Oczekiwanie pociągów, sposób działań awaryjnych	Telefon, personel nastawni, dokumenty, radiotelefon
Koordinacja manewrów	Nastawniczy, rozkład jazdy, pulpit, zegar	Wstrzymanie manewrów, kolejność prac	Nastawniczy

Wprowadzanie ostrzeżeń	Faks, telefon, pracownik techniczny	Komu przekazać informację	Komputer, faks, telefon
Kryteria:			
1. Częstość	bardzo duża = 5	duża = 4	średnia = 3
2. Zmienność	średnia = 3	średnia = 3	mała = 2
3. Złożoność	duża = 4	duża = 4	średnia = 3
4. Dokładność	duża = 4	duża = 5	średnia = 3
5. Ważność	duża = 4	bardzo duża = 5	duża = 4
Ocena dla P, D i R.	duże = 4	duże = 4,2	średnie = 3
CAŁKOWITA OCENA	duże = 3,7		

Tab. 2. Porównanie obciążenia psychicznego pracowników sterowania

	Faza pracy umysłowej			
	Percepcyjna – P	Decyzyjna - D	Realizacyjna - R	CAŁKOWITA OCENA
Dyżurny ruchu dysponujący	duże = 4	duże = 4,2	średnie = 3	duże = 3,7
Dyżurny ruchu pomocniczy	duże = 3,8	średnie = 3,4	średnie = 3,4	duże = 3,5
Nastawniczy	średnie = 3	średnie = 2,6	średnie = 3,2	średnie = 2,9

Największe obciążenie charakteryzuje dyżurnego dysponującego (tab. 1 i 2), gdyż wszystkie informacje o pociągach muszą zostać przez niego przetworzone, więc częstość oddziaływania bodźców w fazie P jest bardzo duża. Dysponujący permanentnie aktualizuje dane o sytuacji, porównując je z rozkładem jazdy. Komunikaty te zwykle mają formę werbalną o powtarzalnej strukturze w normalnych warunkach, lecz także zdarzają się komunikaty nietypowe, dotyczące zakłóceń. Dodatkowo dyżurny syntezuje również bodźce optyczne z pulpitu i jadącego taboru, a zwłaszcza alfanumeryczne zapisy dokumentów i telegramów, co wiąże się z dużą złożonością i średnią zmiennością bodźców. Odbiór musi być precyzyjny, gdyż decyduje o bezpieczeństwie. W fazie percepcji duże wymagania dotyczą kryterium dokładności i ważności. W sytuacji pojawienia się odchylenia proces decyzyjny jest złożony, gdyż warianty nie dotyczą tylko jednostkowego wjazdu, lecz wymagają wyboru pierwszeństwa, odpowiedniej drogi czy wstrzymania lub rozpoczęcia innych prac. Ponadto muszą uwzględniać dłuższy horyzont czasowy.

Ponieważ przeważają decyzje rutynowe, co do sposobu rozwiązania, zmienność jest średnia przy dużej częstości. Konieczność uwzględnienia wielu danych powoduje dużą złożoność procesu. Jako że decyzje dysponującego wpływają na sprawność pracy stacji, a w sytuacjach awarii urządzeń mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa, ważność i dokładność oceniono jako bardzo duże. Faza wykonawcza ma mniejsze znaczenie,

gdyż w zasadzie polega na werbalnym przekazywaniu swoich poleceń innym pracownikom i rzadszej obsłudze pulpitu, dlatego częstość realizacji, złożoność i dokładność oceniono jako średnie, a ważność uznano jako dużą.

Praca dyżurnego pomocniczego w największym stopniu koncentruje się na odbieraniu i nadawaniu zgłoszeń o ruchu, prowadzeniu dzienników. Podczas dnia roboczego, dyżurny pomocniczy wykonuje około 200 krótkich rozmów telefonicznych i około połowę mniej dialogów radiowych, stąd największe wymagania stawia faza percepcji danych (P). Częstość ich jest duża, jednak w większości informacje są rutynowe, stąd złożoność i zmienność jest średnia. Decyzje i realizacje w zasadzie dotyczą sposobu przekazania informacji i ich rejestracji, dlatego oszacowane kryteria są takie same dla obu faz: zmienność i złożoność oceniono jako średnią, przy dużej częstości porozumiewania. Natomiast kryterium ważności jest duże, gdyż dotyczy ruchu pociągów, a dokładność średnia, ponieważ istnieją znaczne możliwości odtworzenia komunikatu.

Nastawniczy zasadniczo ustawia drogi na zlecenie dyżurnego ruchu lub pracowników odpowiedzialnych za manewrowanie taborem. Pełnią oni służbę dwuosobową, więc ich obowiązki, a zatem i obciążenie, jest mniejsze. Nastawniczy otrzymuje stosunkowo ustrukturuwane i konkretne polecenia, a następnie konfrontuje je z bieżącą sytuacją w terenie i na pulpicie. W fazie percepcji częstość, ważność, zmienność i złożoność oceniono jako średnie, a kryterium dokładności oszacowano jako duże. Z tego powodu obciążenie wszystkich faz jest średnie. Ponieważ w normalnych warunkach urzędzenia wykluczają ustawienie sprzecznych dróg, ważność decyzji oraz realizacji określono jako średnią. Decyzje koncentrują się wokół wykonawczych aspektów ustawienia drogi, w związku z tym złożoność decyzji jest mała. W fazie realizacji o jeden stopień wyżej oszacowano kryterium złożoności i ważności, gdyż decydują one o sprawności działania i bezpieczeństwie ruchu.

3.1.2. Skala obciążenia psychicznego - kwestionariusz Europejskiej Fundacji Poprawy Warunków Pracy i Życia

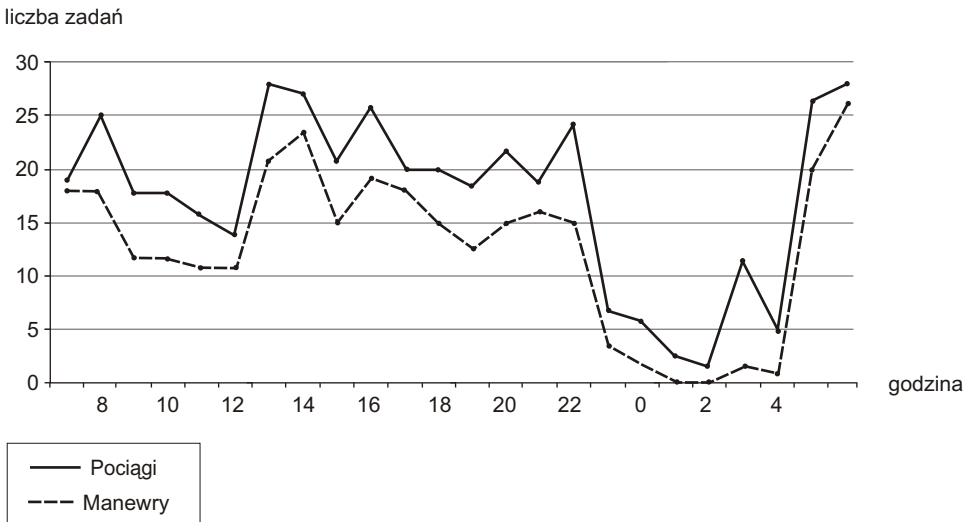
Na 20 czynników przyczyniających się do obciążenia, we wrocławskiej nastawni kolejowej stwierdzono występowanie 7 z nich. Przede wszystkim są to: fragmentaryczność prac na wydzielonych stanowiskach i krótkie cykle robocze, tzn. każdy pracownik zajmuje się pewnym, ściśle określonym wycinkiem, a od rozpoczęcia jednego zadania do ukończenia (np. od otrzymania polecenia nastawienia drogi do zakończenia obsługi pulpitu) mija zwykle mniej niż 1,5 minuty. Nie ma elastycznych sposobów wykonywania pracy i regulowania jej tempa, gdyż pojawiające się zdarzenia (np. zbliżanie pociągu, awaria) oraz procedury bezpieczeństwa narzucają określone wymagania. Na podstawie tej metody obciążenie psychiczne należy uznać za będące na granicy tolerowalnego i umiarkowanego.

3.1.3. Zjawisko monotonii i dobowe obciążenie

Pomimo pewnej powtarzalności czynności występujących na wszystkich analizowanych stanowiskach, nie stwierdzono niezmienności procesu pracy. Wykonywana praca,

tak przez dyżurnych, jak i nastawniczych, nie ma określonego i stałego rytmu. Warunki otoczenia są stosunkowo stabilne, jednakże nie można określić ich jako niezmiennych. Personel znajduje się przez większość czasu w wieży kontrolnej, istnieje możliwość przemieszczenia się po sali operacyjnej, utrzymywania kontaktów interpersonalnych, natomiast występuje konieczność ciągłego zachowania uwagi. Nie stwierdzono łatwości pracy, gdyż operacje nie stanowią jedynie mechanicznych reakcji. Wymagają rozważań, przewidywania, a także znajomości i przypominania szczegółowych, formalnych procedur oraz wyboru właściwej z nich, nadającej się do zastosowania w określonej sytuacji.

Stopień monotonii dyżurnego dysponującego, wywołany powtarzającymi się ciągami operacji, ograniczony jest pojawianiem się odchyłeń od rozkładu jazdy i awarii. Również zjawiskiem przeciwdziałającym monotonii jest to, iż w niektórych przypadkach samodzielnie obsługuje pulpity (aktywność fizyczna). Zadania dyżurnego pomocniczego są bardziej rutynowe, ściśle związane z miejscem znajdowania się środków łączności. Ekspozycję dyżurnych na monotonię, ze względu na liczbę powtarzających się operacji roboczych i zachowanie uwagi, oceniono jako umiarkowaną (średnią). Ze względu na długie cykle, monotonię na stanowisku nastawniczego oceniono jako małą. Nastawniczy również wykazuje się najwyższym poziomem aktywności fizycznej, zmianami pozycji roboczej i przemieszczaniem się w czasie dyżuru.



Rys. 4. Dobowe obciążenie pracowników nastawni Wrocław Główny A¹⁾

Rozkład i częstość zadań powtarzalnych jest jednym z parametrów świadczących o potencjalnym występowaniu monotonii. Dobowy rozkład zadań wszystkich pracowników nie jest równomierny i wykazuje nasilenie w porze dziennej (rys. 4).

¹⁾ Opracowanie własne na podstawie rozkładu jazdy pociągów.

Tab. 3. Liczba cykli roboczych pracowników nastawni Wrocław Główny WGA²⁾

Stanowisko	Dyżurny ruchu pomocniczy	Dyżurny ruchu dysponujący	Nastawniczy	
Charakter czynności	Kierowanie ruchem (czynności administracyjno-decyzyjne)		Nastawianie drogi przebiegu (obsługa pulpitu)	
Sfera działań	Ruch pociągów			Ruch pociągów i manewry
Średnia liczba czynności (cykli roboczych) na jednej zmianie	212	212	71	147
W tym:				
Zmiana dzienna	251	251	84	180
Zmiana nocna	172	172	57	113

Średnio dyżurni ruchu wykonują 212 cykli operacji roboczych podczas jednej zmiany, przy czym w ponad 70 przypadkach działania dyżurnego dysponującego wzbogacone są o bezpośrednie ustawienie drogi na pulpicie. Każdy z nastawniczych około 150 razy ustawia drogę dla manewru lub pociągu (tabela 3). Na tej podstawie stopień monotonii u dyżurnego ruchu dysponującego i pomocniczego oceniono jako średni, natomiast nastawniczego jako mały.

3.1.4. Subiektywna ocena obciążenia

W skali od 1 do 5, najwyżej ocenianym czynnikiem (średnia 4,31) charakteryzującym pracę był stopień wymaganej koncentracji. W dalszej kolejności plasuje się trudność prac (średnia 4,06) oraz zróżnicowanie czynności (ocena 3,75). Ogólne obciążenie psychiczne pracą ocenione zostało przeciętnie na poziomie 4,19, co należy uznać za duże. Dyżurni ruchu obciążenie oceniali nieznacznie wyżej niż nastawniczowie. Największy wpływ na ogólny odbiór obciążenia miała trudność pracy ($r = 0,87$) oraz konieczność koncentracji ($r = 0,71$).

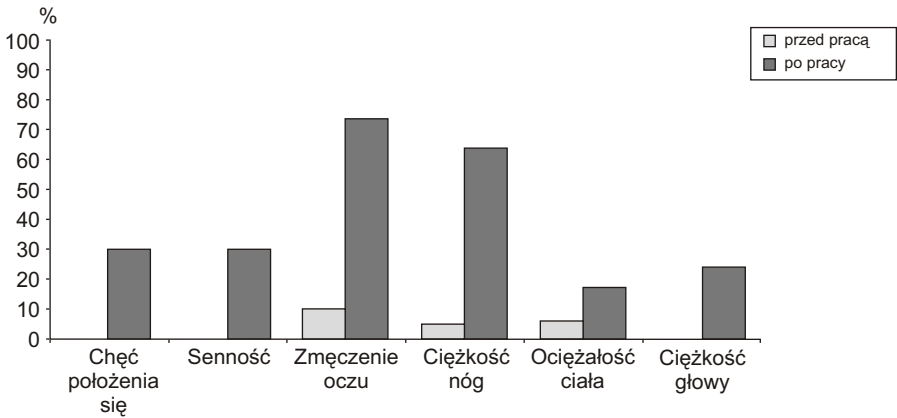
3.2. Subiektywne odczucie zmęczenia

W większości przypadków pracownicy przystępowali do pracy bez objawów zmęczenia ogólnego w postaci spadku aktywacji (rys. 5) i motywacji. Po zakończonej zmianie roboczej, w sferze symptomów aktywacji, prawie u wszystkich badanych, wystąpiło zmęczenie oczu i w znacznej części nóg. Ciężkość nóg zgłosiło blisko 2/3 osób, a senność oraz chęć położenia się po 31%. Natomiast w zakresie motywacji 13% osób stwierdziło, iż odczuwa zmęczenie, a 6% nerwowość. Symptomy te pod koniec pracy odczuwane były przez mniejszą liczbę osób niż przed jej rozpoczęciem. Różnice

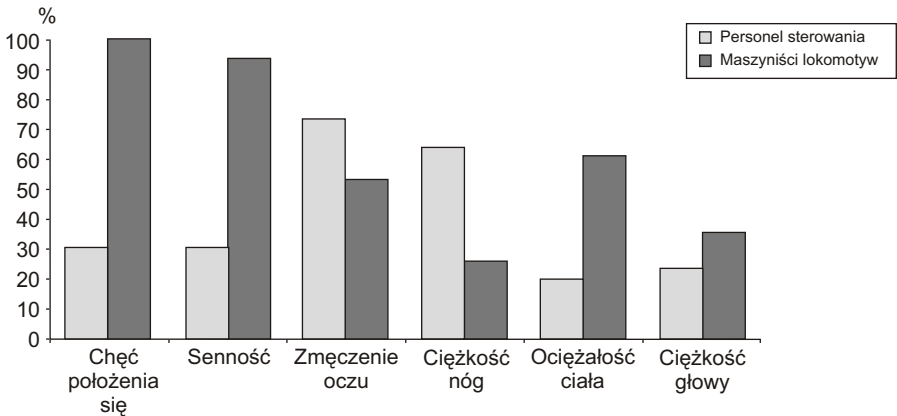
²⁾ Rzeczywista liczba zadań jest pomniejszona o pociągi niekursujące w danym dniu oraz powiększona o ruch pociągów roboczych, maszyn torowych itp.

w stwierdzonych objawach, między rozpoczęciem pracy a jej zakończeniem, są istotne dla wszystkich oznak spadku aktywacji ($p < 0,05$), z wyjątkiem odczuwania ciężkości całego ciała. Natomiast żadna z różnic nie jest istotna dla spadku motywacji (jednoczynnikowa analiza wariancji). Między dyżurnymi a nastawniczymi istotna różnica wystąpiła jedynie w zmęczeniu oczu, na które uskarżali się głównie nastawniczowie (88%).

Doznawane oznaki zmęczenia pod koniec dnia roboczego w sferze aktywacji (rys. 6) i motywacji porównano z oznakami występującymi wśród maszynistów lokomotyw elektrycznych [17]. Zdecydowanie częściej objawy spadku aktywacji występowały wśród maszynistów niż w grupie personelu nastawni; zwłaszcza w chęci położenia się (100%), senności (93%) oraz odczuwania ciężkości ciała (62%). Natomiast zmęczenie oczu (63%) i ciężkość nóg (57%) zgłaszana była częściej przez pracowników nastawni. Zmniejszenie motywacji zdecydowanie częściej i w większym stopniu dotyczyło maszynistów.



Rys. 5. Częstości (w %%) występowania objawów spadku aktywacji wśród personelu sterowania ruchem nastawni Wrocław Główny WGA (N=16) przed i po pracy



Rys. 6. Częstości (w %%) występowania objawów spadku aktywacji wśród personelu sterowania ruchem Wrocław Główny A (N=16) i maszynistów elektrycznych (N=30) po pracy

4. Dyskusja

Praca służb sterowania ruchem kolejowym jest specyficzną, gdyż łączy w sobie procesy przetwarzania informacji, operowania urządzeniami technicznymi, a także pracy biurowej. Obciążenie psychiczne ocenione metodą analityczną wskazuje, iż jest ono u dyżurnych ruchu duże, a u nastawniczych średnie. Należy zauważyć, że różnice między wszystkimi stanowiskami nie są znaczne, gdyż ogólny sposób pracy jest podobny, a występujące dotyczą obciążenia poszczególnych faz pracy. Dyżurny dysponujący musi operować szerokim spektrum informacji, stąd jego obciążenie jest duże zarówno w fazie percepcji, jak i decyzji. Praca dyżurnego pomocniczego polega na wymianie komunikatów odnośnie ruchu, co obciąża percepcję. Nastawniczy potrzebuje mniej informacji, aby ustawić drogę, której wybór jest już decyzją innego pracownika, więc obciążenie nastawniczego jest średnie we wszystkich trzech fazach.

Zarówno w pierwszej fazie (pozyskiwanie informacji), jak i w ostatniej (wykonawczej) bardzo duże znaczenie ma komunikacja. Dotyczy to przekazywania wiadomości wewnątrz nastawni, jak również do innych komórek, za pomocą środków łączności. Z odbiorem komunikatów od innych osób bardzo ściśle związane jest zachowanie stanu czuwania. Pracownicy stale oczekują na pojawienie się komunikatu, np. który zaktualizuje wiedzę o sytuacji w terenie. Taka treść nie musi być zawsze skierowana bezpośrednio do danej osoby. Wiąże się to z koniecznością selekcjonowania bodźców oraz wybiórczością uwagi.

Oprócz recepcji informacji niejako z tła, występują też bodźce intencjonalnie skierowane do określonej osoby. Mowa tu o poleceniu wykonania czynności, próbie wywołania obsługiwanej radiostacji przez personel terenowy czy dzwonku aparatu telefonicznego. Bodźce te mają charakter losowy. Wiąże się to z permanentnym czuwaniem; stanem oczekiwania na swoisty alarm, a więc impuls mówiący o zmianie określonej sytuacji czy zagrożeniu, wymagający podjęcia reakcji [18]. Zainicjowanie realizacji określonego zadania powoduje skoncentrowanie się i zaangażowanie zasobów poznawczych w podjętą czynność, np. przygotowanie wjazdu.

Wskazania przyrządów i dokumenty są kolejnym źródłem pozyskiwania informacji. Na każdym stanowisku w nastawni wykorzystywane są rozkłady jazdy i inne dokumenty, jak również prowadzone są dzienniki i ewidencje. Podstawowe znaczenie ma pulpit, na który spoglądają pracownicy z kilku miejsc, pod różnym kątem. Odległość płaszczyzny pulpitu od oka zwykle wynosi ok. 1-2 m.

Ważne w pracy służb ruchu są decyzje. Obciążenie tej fazy jest średnie lub duże. Przeważają decyzje rutynowe, zalgorytmizowane, związane z odszukaniem właściwego wzorca sytuacji w rozkładzie jazdy lub w obowiązujących procedurach prowadzenia ruchu oraz wybraniem przewidzianego toku postępowania, jeśli jest on możliwy w bieżącej sytuacji. Personel musi wykazać się znajomością bardzo precyzyjnych zasad pracy, aby w wykonawczej fazie przekazać odpowiednią informację lub uruchomić odpowiednie przyciski sterownicze.

Podczas nierutynowych przedsięwzięć wymagania, jeśli chodzi o przetwarzanie informacji, znacznie wzrastają. Większość danych dotarła do nastawni lub można je pobrać bezpośrednio ze źródeł lub przy udziale innych pracowników. Jednakże mogą

istnieć znaczne komplikacje w ich spójnym i logicznym operowaniu, ze względu na wielość kombinacji. Przy większych zakłóceniach ruchu, z wieloma decyzjami niestandardowymi, często liczba elementów, jakie musi pracownik wziąć pod uwagę, przekracza 7. Powodować to może upraszczanie i upośledzanie procesów decyzyjnych.

Poziom zagrożenia monotonią na analizowanych stanowiskach jest umiarkowany. Pomimo dużej standaryzacji i formalizacji wykonywanych czynności, nie są one jednostajne, co jakiś czas pojawiają się nietypowe wydarzenia, wymagające rozwiązania problemu. Element monotonii, który odgrywa główną rolę jako źródło obciążenia psychicznego, to konieczność zachowania ciągłej uwagi. Także cykle robocze, krótsze niż 1,5 minuty, mają pewien udział w obciążeniu. Jednakże nierównomierność ich występowania, zmienność sytuacji o różnym stopniu trudności i powtarzalności, ogranicza negatywne oddziaływanie tego czynnika. W swoich opiniach, w badaniu kwestionariuszowym, pracownicy stosunkowo wysoko ocenili pracę w aspektach jej trudności, zróżnicowania czynności oraz zmienności otoczenia. Świadczy to o tym, iż istniejąca złożoność środowiska oraz treści pracy, a także pojawianie się nietypowych zdarzeń, łagodzą monotonię wywoływaną przez napięcie uwagi oraz powtarzalność proceduralną.

Subiektywne odczucie zmęczenia jest nieodłącznym elementem oceny skutków pracy i jej warunków. Wartość i trafność tych metod została potwierdzona w licznych badaniach, które podnoszą, że werbalne odczucia są uprawnionymi danymi w ocenie uciążliwości pracy. Yoshitake [19], stwierdził, że im więcej pojawia się symptomów, tym większy stopień odczucia zmęczenia, a relacja ta jest bliska liniowej. Badając subiektywną ocenę zmęczenia kontrolerów ruchu powietrznego wykazano, że dobrze koresponduje ona z zawartością kortyzolu i innymi obiektywnymi ocenami obciążenia [20].

Skutki pracy personelu sterowania ruchem pod postacią spadku aktywności pojawiły się we wszystkich analizowanych objawach. Szczególnie wysokie częstości stwierdzono w zmęczeniu oczu u nastawniczych (88%) oraz ciężkości nóg zarówno u dyżurnych, jak i nastawniczych (po 63%). Oznaki zmęczenia wzroku wywołane są relatywnie dużym obciążeniem fazy percepcji podczas uzyskiwania informacji. O ile wszyscy pracownicy muszą komunikować się werbalnie, to w obserwację przyrządów i terenu w większym stopniu zaangażowany jest personel nastawniczych. Spędzają oni więcej czasu przy pulpicie, kontrolując prawidłowość nastawionej drogi i koncentrują się nad precyzyjną obsługą elementów sterowniczych. W porze nocnej lub niedostatecznej widoczności, pomieszczenie nastawni jest pozbawione oświetlenia sztucznego. Istnieją tylko punktowe źródła światła biurka oraz iluminacja pochodząca z urządzeń wskaźnikowych pulpitu. Pracownicy muszą przenosić wzrok na obiekty o różnej jasności: pulpity, dokumenty, centralka telefoniczna, tabor na zewnątrz budynku itp. Konieczność odbioru bodźców wzrokowych o różnej luminancji jest główną przyczyną zmęczenia oczu. Powyższe wyniki potwierdzają badania Rogozińskiego i wsp. [21], którzy wykazali, że wśród operatorów robotów przemysłowych najbardziej obciążone są zmysł wzroku i kinestezji, a przyczynami były wymagana dokładność i ważność wykonywanej pracy.

Pod koniec zmiany roboczej nastąpiła poprawa motywacji (mniej symptomów zobojętnienia i nerwowości). Podobne wyniki uzyskali Dawson i Fletcher [22]: po 12-godzinnej zmianie, ze wschodem słońca, wielu pracowników wykazywało większą czujność, żywotność, brak senności i większą sprawność poznawczą. Wydaje się, że

najprostszym wyjaśnieniem tego fenomenu jest to, że rozpoczynający się dzień, ukierunkowuje energię do podejmowania nowych, zapewne relaksujących, celów. Badania Ahsberga i wsp. [23], zwłaszcza po zadaniu czujności, nie potwierdziły tego zjawiska. Należy podkreślić, że były to eksperymenty laboratoryjne.

W ciągu jednej doby występuje kilka szczytów spiętrzenia prac, co jest pochodną natężenia przewozów kolejowych. Największe nasilenie zadań przypada na godziny 5-7, 8-9 oraz około 13-16. Pierwszy z nich jest szczególnie istotny w kontekście fizjologii człowieka, gdyż częściowo zbiega się z największym spadkiem wydolności - głównie psychicznej. Jest to pora znacznego ryzyka popełnienia błędu przez operatorów postępu kolejowego. Popołudniowy szczyt przypada również na okres obniżenia dobowej wydolności organizmu (nie tak znacznej jak rannej). W porze nocnej, od godziny 24 do 4 rano, obciążenie zadaniami jest minimalne. Ogólne obciążenie tej zmiany nie jest tak duże jak zmiany dziennej, co jest pozytywne ze względu na zmniejszoną wydolność organizmu w nocy. Personel nastawni pełni służbę w systemie dwóch zmian po 12 godzin (każda nocna zmiana poprzedzona jest dwoma dniami wolnymi). Tak długi dzień roboczy nie jest korzystny z punktu widzenia fizjologicznego, zwłaszcza przy znacznym obciążeniu mentalnym. Jednakże pracownicy nie wyrażają chęci pracy w innym niż dwunastogodzinnym systemie.

Obciążenie personelu ulega znacznemu zwiększeniu w warunkach, kiedy korzystanie z urządzeń sterowania ruchem kolejowym nie jest w pełni możliwe i nie daje gwarancji bezpieczeństwa. Są to przypadki nietypowych operacji, jakich zwykle nie wykonuje się na stacji, oraz awarie i konserwacje. Wówczas obciążenie mentalne wzrasta, między innymi z powodu dokładniejszego i dłuższego przetwarzania danych.

Głównymi czynnikami zagrażającymi na stanowiskach nastawni są stopień wymaganej koncentracji i konieczność zachowania uwagi, co zaznaczali również pracownicy w subiektywnych ocenach. Potwierdza to Galubińska [24], która w swoich badaniach nad obciążeniem psychicznym operatorów łączności, już po 3 godzinach pracy, stwierdziła obniżenie sprawności, gdzie „największym zmianom uległa szybkość i dokładność spostrzegania oraz koncentracja uwagi”.

5. Wyniki i wnioski

Właściwe przekazywanie i wykorzystywanie informacji jest podstawą pracy, gdyż ma istotne znaczenie dla bezpieczeństwa i sprawności przewozów. Obciążenie psychiczne pracowników nastawni jest stosunkowo duże, głównie z powodu wysokich wymagań percepcyjno-decyzyjnych oraz spoczywającej na zatrudnionych odpowiedzialności. Na obciążenie, powodujące w następstwie zmęczenie, wpływ ma przede wszystkim proces podejmowania decyzji oraz czujność, a także konieczność przestrzegania procedur. Powyższe elementy ściśle uzależnione są od intensywności ruchu pociągów, wpływającej na częstość i złożoność decyzji. Wymagania stawiane przez realizowane procesy i wywoływane przez nie zmęczenie w ocenie personelu nastawni są bardzo wysokie.

Redukcja obciążenia możliwa jest poprzez wprowadzenie rozwiązań techniczno-organizacyjnych w zakresie wspomagania informacyjnego. Wprowadzenie automatycznego przekazywania, rejestrowania i prezentacji ekranowej danych o ruchu, przy istnieniu

obecnie wydzielonych linii telekomunikacyjnych między posterunkami, nie jest trudne do wdrożenia, a przyniosłoby odciążenie formalnymi i rutynowymi czynnościami, dając więcej czasu na pracę koncepcyjną. Uzupełnienie o monitor pokazujący sytuację na oddalonych torach peronowych, gdzie obecnie istnieje pełen monitoring, wzbogaciłoby prezentację symboliczną na pulpicie w obraz rzeczywisty.

Badania dotyczyły personelu obsługującego aglomeracyjną stację węzłową i ich wyniki mogą odzwierciedlać warunki pracy na stacjach o zbliżonej wielkości i charakterze. Jednakże w przypadku stacji o innych urządzeniach czy mniejszym ruchu należy uwzględnić lokalną specyfikę.

LITERATURA

- [1] Y. Liu, C. D. Wickens: *Mental workload and cognitive task automaticity: an evaluation of subjective and time estimation metrics*, Ergonomics, 1994, vol. 37, s. 1843-1854.
- [2] M. Dyer-Smith, D. A. Wesson: *Resource allocation efficiency as an indicator of boredom, work performance and absence*, Ergonomics, 1997, vol. 40, s. 515-521.
- [3] A. W. K. Gaillard: *Comparing the concepts of mental load and stress*, Ergonomics, 1993, vol. 36, s. 991-1005.
- [4] K. J. Petrie, D. Powell, E. Broadbent: *Fatigue self-management strategies and reported fatigue in international pilots*, Ergonomics, 2004, vol. 47, s. 461-468.
- [5] T. Rotter: *Ergonomia pojazdów i urządzeń drogowych w kolejnictwie*, [w:] *Ergonomia transportu*, prac. zbior. pod red. T. Marek, H. Ogińska i J. Pokorski, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2001, s. 159-170.
- [6] T. M. J. Lenior T. M. J.: *Analyses of cognitive processes in train traffic control*, Ergonomics, 1993, vol. 36, s. 1361-1368.
- [7] *Instrukcja Ie-2 (E-3) o telefonicznej przewodowej łączności ruchowej*, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2004.
- [8] *Instrukcja Ir-2 (R-7) dla personelu obsługi ruchowych posterunków technicznych*, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2004.
- [9] *Regulamin Techniczny Stacji Wrocław Główny*, Sekcja Eksploatacji Wrocław Gł., stan prawny z 2007 r.
- [10] P. Hachulski: *Kryminalistyczna problematyka katastrof kolejowych*, Wydawnictwo Prawnicze, Warszawa 1979, s. 70-123.
- [11] *Instrukcja R-1 o prowadzeniu ruchu pociągów na PKP*, PKP, Warszawa 1998.
- [12] *Instrukcja Ir-9 (R-34) o technice pracy manewrowej*, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2004.
- [13] A. Hansen: *Ergonomiczna analiza uciążliwości pracy*, wyd. 2, Wyd. Związkowe CRZZ, Warszawa 1970.
- [14] M. Kompier, L. Levi: *Stress at work, causes, effects and prevention. A guide for small and medium sized enterprise*, Dublin, European Foundation for Improvement of Living and Working Conditions.
- [15] H. Yoshitake: *Relations between the symptoms and the feeling fatigue*, Ergonomics, 1971, vol. 14, s. 175-186.
- [16] R. Paluch: *Ocena zmęczenia na podstawie subiektywnego odczucia – kwestionariusz japoński*, „Bezpieczeństwo pracy”, 1985, nr 7-8, s. 3-6.

- [17] J. Koterba, R. Paluch: *Obciążenie fizyczne i psychiczne maszynistów elektrowozów*, [w:] *Ergonomia transportu*, prac. zbior. pod red. T. Marek, H. Ogińska i J. Pokorski, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2001, s. 147-158.
- [18] N. A. Stanton, R. T. Booth: *Alarm initiated actions*, [w:] *Ergonomics of Hybrid Automated Systems II*, pod red. W. Karwowski, Amsterdam-New York-Oxford, Elsevier Science Publishers B.V., 1990, s. 707-714.
- [19] H. Yoshitake: *Three characteristic patterns of subjective fatigue symptoms*, *Ergonomics*, 1978, vol. 21, s. 231-233.
- [20] H. Zeier: *Workload and psychophysiological stress reactions in air traffic controllers*, *Ergonomics*, 1994, vol. 37, s. 525-539.
- [21] A. Roziński, M. Pałka, P. Krasucki: *Problemy doboru operatorów robotów przemysłowych*, *Ochrona Pracy*, 1985, nr 7, s. 13-15.
- [22] D. Dawson, A. Fleitcher: *A quantitative model of work-related fatigue: background and definition*, *Ergonomics*, 2001, vol. 44, s. 144-163.
- [23] E. Ahsberg, F. Gamberale, K. Gustawsson: *Perceived fatigue after mental work: an experimental evaluation of fatigue inventory*, *Ergonomics*, 2000, vol. 43, ss. 252-268.
- [24] K. Galubińska: *Pomiar poziomu obciążenia psychicznego operatora łączności*, *Ergonomia*, 1978, t. 1, s. 141-156.