

Piotr KOZŁOWSKI¹
Andrzej ROGOWSKI²

OCENA OBCIĄŻENIA OPERATORÓW KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM³

W artykule podano czynniki wpływające na obciążenie, w tym psychiczne, operatorów komputerowych systemów sterowania ruchem. Omówiono mechanizmy odbioru, przetwarzania i zapamiętywania informacji, oszacowania ilości informacji wyrażonej w bit/s, których źródłem są systemy zdalnego sterowania i inne elementy nierozłącznie związane ze środowiskiem pracy personelu sterowania ruchem. Scharakteryzowane stanowisko dyspozytora Metra Warszawskiego i jego obciążenie pracą.

APPRAISAL OF THE LOAD BORNE BY OPERATORS OF COMPUTER-OPERATED TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

This paper provides factors that have an impact on the load, including psychological one, which is borne by operators of computer-operated traffic control systems. The mechanics of receiving, processing and retaining information were discussed, as well as the method of estimating the amount of information expressed as bit/s, which originate in remote control systems and in other elements inextricably linked with work environment of traffic control personnel. The paper describes also a post and workload of Warsaw Metro's (Warsaw's underground rail system) dispatcher.

1. WSTĘP

Postęp technologiczny i zmiany organizacji pracy zmierzają ku coraz większemu obciążeniu pracą umysłową polegającą na przetwarzaniu informacji, czyli odbiorze danych, podejmowaniu decyzji i zainicjowaniu odpowiednich działań. Współcześnie obciążenie psychiczne jest powszechne i często bywa ono nadmierne, co wpływa na skuteczność układu „człowiek-system sterowania-środowisko pracy”. Niestety nadal nie dysponujemy

¹Metro Warszawskie Sp. z o.o., Warszawa ul. Wilczy Dół 5, Phone: + 48 606255944; E-mail:metropiter@o2.pl

²Technical University of Radom, Faculty of Transport and Electrical Engineering, POLAND; Radom 26-600; Malczewskiego 29. Phone: + 48 48-361-77-30, Fax: + 48 48-361-77-23; E-mail: a.rogowski@pr.radom.pl

³ Artykuł powstał na podstawie pracy inżynierskiej *Komputerowe wspomaganie publicznego transportu miejskiego* napisanej przez P. Kozłowskiego pod kierunkiem dr inż. A. Rogowskiego.

jedną definicją i jednoznacznymi metodami jego oceny, pomimo że od półwiecza prowadzone są nad nim badania. Większość badaczy jest zdania, że mentalne obciążenie pracą ma naturę wielowymiarową i pojawia się jako rezultat interakcji między wymaganiami postawionego zadania, warunkami w jakich jest wykonywane, umiejętnościami oraz percepcją operatora [9, s. 2].

Wraz z rosnącą rozbieżnością między wymaganiami stawianymi przez zadanie i stanowisko pracy a poziomem wydolności psychicznej operatora, rośnie obciążenie psychiczne, co w konsekwencji prowadzi do stanu zmęczenia ogólnego. Pracownicy poddani trwałemu obciążeniu wykazują gorsze wyniki w pracy, powstaje więcej błędów, czego konsekwencją są wypadki oraz obserwuje się wyższą absencję chorobową. Potwierdzeniem jest szczegółowa analiza wypadków lotniczych, która sugeruje, że w przybliżeniu jedna piąta wypadków może mieć związek ze zmęczeniem [2, s. 74].

Praktycznie brak opracowań, które w swej treści dotyczą ergonomii stanowisk obsługujących komputerowe systemy sterujące ruchem oraz obiektywnie oceniają obciążenia psychiczne obsługi. Jedynie w [8] odnajdujemy charakterystykę interakcji operatora z urządzeniami sterowania ruchem kolejowym, gdzie zwrócono uwagę na występujące niedostosowanie do możliwości percepcji operatorów, często nawet zmodernizowanych urządzeń.

Wdrożenie do obsługi ruchu kolejowego i miejskiego komputerowych systemów sterujących powoduje zasadniczą zmianę sposobu wykonywania czynności sterujących przez dyżurnego ruchu. Wszelkie operacje nastawcze przeniesiono z pulpitu nastawczego na monitor zobrazowania obsługiwany przy pomocy myszki i klawiatury jednocześnie powiększając znacznie obszar obsługiwanego okręgu nastawczego o posterunki, które przed modernizacją prowadziły ruch na dalszej części linii, jak np. ma to miejsce na stacji Warszawa Błonie. Natomiast w Metrze Warszawskim operatorowi systemu sterowania ruchem pociągów dodatkowo przypisano funkcję administratora całej infrastruktury technicznej, tym samym podporządkowując organizacyjnie obsady taborowe i służby techniczne. Taki sposób organizacji stanowisk sterowania ruchem rodzi wiele podstawowych pytań: Czy operatorzy obsługujący tak rozbudowane struktury są w stanie poprawnie odebrać tak dużą ilość zróżnicowanych informacji i przekształcić na prawidłowe działanie? Jaki jest rozmiar obciążenia psychicznego wywołanego napływem potoku informacji oraz potrzebą ich przetworzenia? Gdzie leży granica, po przekroczeniu której, obsada stanowiska nie jest w stanie przyjąć kolejnych bitów informacji? Podjęte działania wprowadzające komputery do procesu sterowania ruchem nie niwelują innych specyficznych cech środowiska pracy, jak ograniczona kontrola nad skutkami decyzji, czego powodem są konieczność polegania na działaniach i informacjach innych osób oraz działanie pod presją czasu.

Struktura wykonywanych zadań i środowisko pracy mogą być poprawione, kiedy zostaną zidentyfikowane czynniki wywołujące nadmierne obciążenie. Niniejszy artykuł jest próbą oszacowania ilości informacji wyrażonej w bit/s, których źródłem są systemy zdalnego sterowania i inne elementy nierozłącznie związane ze środowiskiem pracy personelu sterowania ruchem.

2. OCENA OBCIĄŻENIA PSYCHICZNEGO PRACĄ

W układzie „człowiek-maszyna” człowiek jest podmiotem odpowiedzialnym za prawidłowy przebieg procesów. Jego czynności mają specyficzny charakter i są odpowiednio zorganizowane oraz ukierunkowane na wytworzenie produktu, jakim jest w systemach transportowych bezpieczny przewóz towarów i osób. Ważnym zadaniem jest minimalizacja czynności pomocniczych na korzyść bezpośredniej realizacji procesu sterowania ruchem oraz właściwy ich rozkład tak, aby czynności pomocnicze nie zakłóciły czynności sterujących i zapewniona była ciągłość kontroli przewozu. Do warunków utrudniających proces sterowania należą te, które zmniejszają możliwość wykonania zadania. Mogą to być trudności obiektywne, np. powstałe na stanowisku pracy zagrożenia wypadkowe (wady konstrukcyjne urządzeń i wady organizacji pracy) lub subiektywne, np. stres pracownika wynikający z presji czasu.

Niezmiernie aktywny udział centralnego układu nerwowego w procesie sterowania ruchem powoduje określone skutki w postaci narastającego zmęczenia. Ogranicza ono możliwość czynnego uczestniczenia w procesach pracy i pociąga za sobą zmniejszenie wydajności. To narastające zmęczenie jest wynikiem istnienia granicy możliwości zaangażowania układu nerwowego w wykonywanie pracy, granice tego wysiłku są zależne od przesłanek biologicznych i szczególnych cech osobniczych. Im większe jest obciążenie psychiczne, tym czas sprawnego działania człowieka jest krótszy, a jego negatywne skutki dla organizmu bardziej odczuwalne. Stąd też zachodzi potrzeba badań źródeł obciążenia psychicznego pracą, a więc wpływu pracy i jej warunków na centralny układ nerwowy.

Diagnoza wielkości obciążenia psychicznego indywidualnego człowieka jest bardzo trudna, gdyż wchodzi w grę pomiar wpływ takich czynników, jak stan zdrowia, wiek, uzdolnienia, zmęczenie, stan emocjonalny itp.. Ponieważ obiektywne pomiary są bardzo skomplikowane dokonuje się jedynie oceny szacunkowej, która może być podstawą do ustalenia kierunku postępowania przy projektowaniu i usprawnianiu systemów sterowania ruchem. W celu określenia wysiłku psychicznego, każdy proces pracy dzieli się na trzy etapy:

- uzyskiwanie informacji, czyli procesy na wejściu, polegające na odbiorze i odczytywaniu sygnałów zawierających określone informacje,
- podejmowanie decyzji, czyli procesy centralne, polegające na przetwarzaniu otrzymywanych informacji na odpowiednie decyzje,
- wykonywanie czynności (realizacja podjętej decyzji), czyli procesy na wyjściu.

We wszystkich trzech etapach procesu pracy istotnymi parametrami wysiłku psychicznego w odniesieniu do informacji, decyzji i czynności są [3, s. 36]:

- złożoność,
- zmienność,
- powtarzalność,
- ważność,
- dokładność,
- szybkość przebiegu danego zjawiska.

Ocenę wysiłku psychicznego [1] można oprzeć na następujących przesłankach:

1) uzyskiwanie informacji:

- czas trwania: sygnał prosty 0,16 s, złożony 1 s,

- informacja do odbioru jednym rzutem oka nie może składać się z więcej niż pięciu elementów,
 - wyróżnianie z tła,
 - wieloznaczność (możliwość fałszywej interpretacji),
 - pojawianie się sygnału w chwili zaabsorbowania,
 - napięte czuwanie (nierytmiczne i nieregularne sygnały),
 - utrudniony odbiór informacji, np. przeszkody w polu widzenia.
- 2) podejmowanie decyzji:
- charakter decyzji: proste, złożone, wyboru, konfliktowe, odpowiedzialne,
 - częstotliwość występowania poszczególnych informacji,
 - presja czasu,
 - istnienie jednoczesne znacznej liczby sygnałów, ich zmienność oraz zmienność miejsca i procesów produkcyjnych,
 - konieczność zachowania precyzji.
- 3) wykonywanie czynności:
- położenie urządzeń sterowniczych w zasięgu rąk, nóg pracownika,
 - jednoczesność ruchów,
 - możliwość wyłączenia udziału wzroku,
 - uwzględnienie prawidłowych zasad rozmieszczenia urządzeń sterowniczych.

Na człowieka w jego środowisku pracy nieustannie działa wiele zróżnicowanych bodźców zewnętrznych, które odbieramy za pomocą zmysłów (wzroku, słuchu, dotyku, zmysłu węchu, smaku). Źródłem – nośnikiem informacji z którego pochodzą – są zarówno specjalne przyrządy pomiarowe i sygnalizacyjne oraz ich położenie, stan, szybkość ruchu, wzajemny układ, barwa, jakość itd. Dodatkowo jeszcze nakłada się werbalna informacja, która uzupełnia proces kierowania ruchem, ponieważ stan odwzorowania sytuacji ruchowej nie zawsze pozwala na podjęcie jednoznacznej decyzji sterującej, np. w czasie wykonywania pracy manewrowej. Wysiłek związany z uzyskiwaniem informacji zależy w dużym stopniu od liczby sygnałów odbieranych w określonym czasie, ich złożoności, zmienności oraz niezbędnej do ich dalszego wykorzystania dokładności. Decyzje poprzedza zazwyczaj rozumowanie, rozważanie, analiza ich celowości, w których zaangażowane są świadome procesy myślowe wymagające wysiłku psychicznego. Im więcej odebrano informacji, im bardziej są one wieloznaczne, złożone i zmienne, tym więcej wysiłku potrzeba, aby je właściwie wybrać, zinterpretować i na ich podstawie podjąć właściwą decyzję co do formy działania. Rodzaj działania i jego stopień skomplikowania może również wpłynąć na wielkość i charakter wysiłku umysłowego przed podjęciem decyzji.

Ograniczony czas wyboru decyzji oraz przewidywanie ewentualnych ujemnych skutków decyzji (awaria, straty, wypadki) przedłuża i zwiększa wysiłek psychiczny. Podobnie wpływa stopień odpowiedzialności za podjęte decyzje (odpowiedzialność karna, dyscyplinarna i inne). Są to tzw. sytuacje konfliktowe. Im większa jest ważność decyzji, im dłużej trzeba się nad nią zastanawiać, im większe są możliwości wyboru, tym większy wysiłek psychiczny. Na ogół wysiłek znacznie maleje w miarę nabywania wprawy w wykonywaniu czynności, a jest dość duży, gdy się daną czynność wykonuje się po raz pierwszy. Po wielokrotnym powtarzaniu czynności pracownik często wykonuje ją prawie „automatycznie” i wówczas wysiłek psychiczny jest znikomy.

Obciążenie informacjami i decyzjami zależne jest przede wszystkim od [4, s. 124]:

- zgodności ilości informacji w czasie z możliwościami percepcji człowieka,
- wyróżnialności sygnałów wzrokowych i dźwiękowych z tła,
- jednoznaczności informacji,
- swobodnej obserwacji sygnałów, niezakłóconej koniecznością wykonywania innej czynności,
- stopnia napięcia związanego z oczekiwaniem na ważne, ale rzadko występujące nierytmicznie sygnały, przeoczenie których może spowodować awarię lub inne straty,
- okoliczności utrudniających odbiór informacji.

Aby poprawie ocenić wysiłek psychiczny należy zwrócić uwagę na częstotliwość występowania poszczególnych informacji. Narzucone tempo (presja czasu) na ogół zwiększa wysiłek w porównaniu do tempa swobodnego, regulowanego przez pracownika, chyba że nastąpi przyzwyczajenie do tempa oraz „automatyzacja” psychiczna ruchów. Przyzwyczajenie to jednak nie nastąpi, jeśli tempo przekracza aktualne możliwości adaptacyjne pracownika. Zwiększa się wysiłek psychiczny, gdy cechy się nakładają, zwiększają się ich zmienność oraz zmienność procesów przewozowych. Obciążeniem jest pojawienie się informacji nietypowych, wymagających decyzji nagłych, normalnie nieprzewidywanych, np. związanych z sytuacją awaryjną, gdy część urządzeń sterujących działa niewłaściwie. Wtedy konieczność zachowania precyzji w odebraniu informacji lub wykonaniu czynności, ze względu na możliwość popełnienia błędu, zwiększa obciążenie psychiczne operatora odpowiedzialnego za bezpieczny przewóz osób.

Na stan obciążenia psychicznego ma również zasadniczy wpływ dobra organizacja pracy, która zapewnia człowiekowi odpowiednie przerwy. Układ przerw powinien być dostosowany do rodzaju wykonywanej pracy w taki sposób, aby zapewnić jak największą wydajność pracy i najmniejsze zmęczenie. Nastawnie sterujące ruchem pociągów na znacznym obszarze lub gdzie intensywność przewozów jest duża ma zwykle obsadę dwuosobową, lecz bywa, że ekonomia wygrywa z bezpieczeństwem i posterunki obsługiwane są jednoosobowo jak np. Warszawa Włochy. Brakuje regulacji, która określa po jakim czasie pracy podczas danego obciążenia psychicznego wynikającego z przebiegu procesu technologicznego, jakim jest prowadzenie ruchu, powinna nastąpić przerwa. Taką regulacją są np. objęci kontrolerzy lotów czy też kierowcy ciężarówek. Dodatkowo należy pamiętać, że przy realizacji przewozów towarów i osób, wykonywanie pracy przez obsady posterunków jest realizowane w sposób ciągły. Świadczenie pracy w nocy jest sprzeczne z naturalnym dobowym rytmem biologicznym organizmu i wpływa negatywnie na jego wydolność, ciągłość pracy i efektywność jej wykonania. Bowiem organizm człowieka znajduje się w fazie ładowania i zdolność do wykonywania pracy spada w niektórych przypadkach do 20% normalnych możliwości. Praca nocna pogarsza samopoczucie pracownika oraz przyspiesza narastanie zmęczenia, tym samym powoduje zmniejszenie zdolności poprawnego odbioru informacji.

3. ZDOLNOŚĆ ODBIORU INFORMACJI WYRAŻONEJ W BITACH

Pomimo różnic w definiowaniu takich pojęć jak obciążenie psychiczne, przeciążenie czy zmęczenie, autorzy badań pozostają zgodni co do twierdzenia, iż pełnienie funkcji zawodowych na każdym stanowisku wiąże się z koniecznością wydatkowania określonej wielkości energii psychofizycznej. Przekroczenie tej wielkości, graniczącej z psychofizycznymi możliwościami adaptacyjnymi pracownika, doprowadza do stanu

przeciążenia pracą, czego następstwem jest zmęczenie. Konsekwencją owego zmęczenia jest zwiększona liczba błędów, obniża się wydajność, pojawia się niezadowolenie z pracy.

Zgodnie z teorią czynności, w każdym działaniu człowieka występują kolejno etapy takie jak pobieranie informacji, przetwarzanie informacji i podejmowanie decyzji oraz wykonanie czynności. Każdy z wymienionych etapów działania wymaga od człowieka aktywności psychicznej i psychofizycznej.

Źródłem informacji niezbędnych do wykonania określonej pracy są nie tylko maszyny, aparaty i urządzenia, instrukcje czy wskazówki udzielane operatorowi, ale również pamięć, z której czerpie się fachowe wiadomości i doświadczenia zawodowe. Istnieją dwa zasadnicze rodzaje pamięci: pamięć świeża (operacyjna) i pamięć trwała. Pamięć świeża dotyczy wydarzeń odbywających się na krótko przed rozpoczęciem czynności lub w czasie jej trwania. Przykładem może być tu polecenie wykonania określonej czynności, uruchomienia urządzenia sygnalizującego, zatrzymania pojazdu lub też otrzymanie polecenia napisania referatu⁴. Ten rodzaj pamięci posiada istotne znaczenie z punktu widzenia procesu pracy.

W typowym procesie sterowania ruchem pracownik rzadko zmuszony jest do natychmiastowego reagowania na otrzymany sygnał. Najczęściej odbiera on wiele kolejnych informacji zanim rozpocznie działanie. Powstaje więc konieczność zapamiętywania na krótki czas (kilku sekund lub kilku minut) napływających informacji, które zostają natychmiast usunięte z pamięci jako niepotrzebne.

Mechanizm funkcjonowania pamięci „operacyjnej” jest w małym stopniu zbadany. Wyniki prowadzonych w tym zakresie badań wykazały, że możliwości są zależne m.in. od zapamiętywanego materiału (słowa, cyfry, dźwięki itd.). Badania eksperymentalne, które przytacza J. Olszewski w [3] wskazują, że człowiek jest w stanie zapamiętać i powtórzyć: 9 cyfr w układzie dwójkowym oraz około 8 w układzie dziesiętnym i odpowiednio 7 liter alfabetu, 5 prostych wyrazów. Potrafi więc odebrać odpowiednio 9, 26, 33, 50 bitów informacji niezależnie od tego, jaki jest zakres zapamiętywania informacji. Proces ten może odbywać się w toku zapamiętywania informacji. W tym celu następuje przekodowanie odbieranych informacji w taki sposób, aby zmniejszyć liczbę zapamiętywanych elementów (nazwano to „porcjami informacji”), zwiększając za to zawartość informacyjną każdej z nich. Tak więc, jeżeli wzbogacimy liczbę informacji przypadających na jeden bodziec, możemy zwiększyć pojemność informacyjną pamięci operacyjnej.

Treść informacyjna odczytanego sygnału zależy od liczby odpowiedzi, jakich może on dostarczyć. Sygnał semafora dwukolorowego ma tylko dwa wskaźniki – może wyświetlać kolor zielony (zezwalający na jazdę) lub czerwony (stój). Czyli jego treść informacyjna wynosi 1 bit, natomiast przy czterech sygnałach liczba informacji równa się odpowiednio $\log_2 4 = 2$ bity itd.

Eksperymenty dowiodły, że przekształcenie informacji jest jedną z najbardziej istotnych cech procesu zapamiętywania. Jednakże sam mechanizm przekształcenia informacji nie jest dotąd zbadany. Podstawą odbioru wszelkich informacji jest pamięć robocza (operacyjna), przez którą trafiają one do pamięci długotrwałej. Pamięć robocza przechowuje też dane przetwarzane na bieżąco. Również w niej dokonują się podstawowe operacje intelektualne.

⁴Informacje te utrzymywane są w pamięci przez dość krótki czas. Z biologicznego punktu widzenia nietrwałość tej pamięci jest jak najbardziej korzystna, ponieważ nie wszystko posiada istotne znaczenie dla człowieka i nie musi być przechowywane w pamięci przez dłuższy okres.

Podobnie, przy przypominaniu sobie, informacja jest wydobywana poprzez pamięć roboczą. Z punktu widzenia omawianego tematu ważne jest ustalenie, jaką rolę będzie odgrywała pamięć operacyjna w danym procesie sterowania ruchem, aby następnie można było dokonać procesu optymalizacji podawania informacji. Najprostszym zaleceniem jest, aby dla zapewnienia maksymalnej niezawodności przechowywania informacji w pamięci, każda porcja informacji odpowiadała zakresowi operacyjnej pamięci człowieka.

Czas przechowania w pamięci krótkotrwałej określany jest na kilkanaście sekund. Eksperymenty przeprowadzone przez Browna (1958) oraz przez małżeństwo Petersonów (1959) wykazały, że po upływie 15 sekund ślad pamięci krótkotrwałej zanika całkowicie. Badania dowiodły, że po upływie 4 do 8 sekund pamiętamy przeciętnie około 50% elementów, po 6 sekundach 40%, po 9 sekundach 20%, po 15 sekundach około 10%. Od 15 sekundy wyniki stabilizują się na poziomie 10%. Jak stwierdzono w późniejszych badaniach (Muter, 1980), już po upływie 2 sekund informacja może zacierać się w naszej pamięci. Przed upływem tego czasu jednostce może udać się zarejestrować informacje w pamięci trwałej, której zdolność określa się na poziomie 1 bitu na sekundę i po 15 sekundach badani mogą korzystać z tej porcji, jaką udało się im zapisać w ciągu pierwszych dwóch sekund [10, s. 140]. Czyli przeciętny dorosły człowiek może średnio przetworzyć 15 bitów informacji w ciągu jednej sekundy, czyli zmagazynować w pamięci operacyjnej i ponownie odtworzyć. Pojemność tą wlicza się z iloczynu szybkości przetwarzania informacji i czasu trwania terażniejszości. Przyjmuje się przeciętną pojemność operacyjną dorosłego człowieka na poziomie 80 bitów. Z drugiej strony nasz system wizualny ma pojemność 10 mln bitów na sekundę, co oznacza, że w ciągu godziny mogą one wypełnić wszystkie twarde dyski, we wszystkich biurach na świecie. Jednak większość jest natychmiastowo usuwana, a tylko część kodowana w pamięci. W tym samym czasie nasz umysł może przetrwać około 45 bitów na sekundę, kiedy czytamy to odbieramy 30 bitów, a gdy myślimy intensywnie to przetwarzamy zaledwie 12 bitów na sekundę.

Poza informacjami, które odbiera nasz wzrok, docierają do układu nerwowego sygnały przekazywane przez organ słuchu. Maksymalna objętość informacyjna sygnału dźwiękowego, który może być odebrany przez słuch człowieka to 586 bitów na sekundę. Ogólną objętość informacyjną C niesioną przez sygnał określa wzór Shannona:

$$C = T \cdot D(f_g - f_d) \quad (1)$$

gdzie:

T – czas trwania sygnału,

D – dynamika sygnału wyrażona przez stosunek mocy sygnału do mocy zakłóceń wyrażoną w dB,

f_d – dolna granica częstotliwości widma sygnału,

f_g – górna granica częstotliwości widma sygnału.

Przenoszenie informacji odbywa się w kanale informacyjnym, którego rolę pełni włókno nerwowe. W trakcie tego procesu, niezależnie od długości pokonywanej drogi, informacja o sile bodźca zakodowana w postaci częstości impulsów nie ulega zmianie. Maksymalna zdolność przenoszenia informacji we włóknie nerwowym (przepustowość kanału) jest ograniczona, nie przekracza kilkuset impulsów na sekundę. Zwiększenie jej ilości możliwe jest jedynie przez zwiększenie liczby kanałów. System nerwowy człowieka

w znacznym stopniu blokuje strumień informacji i selektywnie wybiera ważne, eliminując nadmiar nieistotnych.

Drugim rodzajem pamięci jest, tzw. pamięć trwała. U podstaw tej pamięci, jak się powszechnie obecnie przyjmuje, leżą zmiany biochemiczne w komórkach nerwowych. W pamięci trwałej gromadzone są wiadomości nabywane w czasie nauki i zbierane w toku uzyskiwania doświadczenia zawodowego i życiowego. Jest ona źródłem naszej wiedzy i umiejętności, decydując w znacznym stopniu o sukcesie w pracy zawodowej i w życiu. J. Olszewski [12, s. 115] podaje, że zdolność człowieka do gromadzenia informacji w pamięci trwałej wyraża się w milionach bitów, od 1,5 do 10^{11} bitów.

Sprawny przebieg pracy uzależniony jest nie tylko od pamięci, ale także od stopnia koncentracji uwagi, jej podzielności, przerzutności i trwałości. Rozróżnia się dwa rodzaje uwagi: dowolną i mimowolną. Uwaga dowolna podlega woli człowieka i służy w badaniach, uczeniu się i skupianiu się przy pracy. Uwaga mimowolna nie wymaga wysiłku ani skupienia woli, np. działanie barw, mowy czy muzyki na nasze czynności myślowe. W miarę nabywania wprawy w pracy, wiele czynności przesuwają się z uwagi dowolnej do uwagi mimowolnej kierowanej niższą sferą świadomości, a więc nieabsorbującej funkcji korowych. Utrzymanie uwagi w stanie napięcia jest koniecznym warunkiem każdej sprawnej pracy. Przy braku odpowiednich bodźców i możliwości odprężenia uwaga słabnie lub przejściowo albo trwale zanika.

Utrzymywanie przez dłuższy czas stanu uwagi zależy od wzajemnego aktywizowania się komórek nerwowych w mózgowiu. Jeżeli komórki te są pobudzane tylko z jednego źródła (bodźcami wewnętrznymi) powstaje mniejsze prawdopodobieństwo ich pełnej aktywizacji niż wtedy, gdy współdziałają również bodźce zewnętrzne [12, s. 117].

Zjawisko okresowego zanikania uwagi i jej zmniejszania się w miarę upływu czasu pracy obserwowano zarówno w warunkach laboratoryjnych jak i warsztatowych. Jest to związane ze zjawiskiem „blokowania” uwagi na okres krótkich minipauz. Powstawanie bloków uwagi może być zmierzone wydłużaniem się czasu reakcji. Wkrótce po bloku czas reakcji szybko się skraca. Czas określa się, w oparciu o obserwowane zjawiska zmęczenia umysłowego przy pomocy testów inteligencji opartych na czytaniu i liczeniu czy też testów zręczności, obserwacji liczby fałszywych ruchów w pracy wraz z ich konsekwencjami (wzrost częstotliwości wypadków – zmniejszenie wydajności pracy) [7, s. 332]. Rolą bloków jest zapewnienie ośrodkom pobudzania w korze mózgowej krótkich wypoczynków, co sprzyja zachowywaniu stałego czasu reakcji i przeciwdziała powstaniu zmęczenia. Jednakże przy wzroście zmęczenia zjawiska blokowania pojawiają się coraz częściej, a bloki stają się dłuższe.

Proces uwagi charakteryzują, jak już wspomniano wcześniej, cztery cechy: koncentracja uwagi, podzielność, przerzutność i trwałość. Poziom koncentracji uwagi jest uzależniony od kilku czynników:

- wielkości sfery skupienia uwagi, która nie powinna być za duża, gdyż zakres uwagi jest ograniczony,
- jednolitości przedmiotu obserwacji. Tam gdzie jest znaczna liczba szczegółów do zapamiętania, uwaga się rozprasza i proces zapamiętania przebiega niesprawnie,
- intensywności cech, które należy zapamiętać oraz ruchu obserwowanego przedmiotu.

Doświadczenia wykazują, że jest łatwiej skupić uwagę na procesie aniżeli na przedmiocie nieruchomym. Tłumaczy to w pewnym sensie skuteczność działania filmów dydaktycznych, ukazujących rozwój danego zjawiska zamiast analizy stanów statycznych.

Drugą cechą charakteryzującą proces uwagi jest podzielność. Cecha ta posiada istotne znaczenie wówczas, gdy pracownik musi obserwować jednocześnie kilka urządzeń sygnalizacyjnych bądź też przedmiotów, co jest typową cechą systemów sterowania. Podzielności uwagi sprzyjają następujące okoliczności:

- automatyzm czynności, np. przy wykonywaniu określonego rodzaju czynności można prowadzić jednocześnie rozmowę,
- połączenie zespołu czynności w jeden system, którego przykładem mogą być reakcje sensomotoryczne, skupienie uwagi początkowo na sygnale, później na realizacji decyzji,
- jednorodność przedmiotów lub jednoczesne wykonywanie czynności, np. jednorodne funkcje dyżurnego ruchu ułatwiają kolejne dzielenie uwagi na kilka czynności.

Trzecią z omawianych cech uwagi jest jej przetrutność. Jest cechą zbliżoną do podzielności, ale w przeciwieństwie do niej polega na umiejętności szybkiego przerzucania uwagi z jednego obszaru działania na drugi. Jest to cecha często wymagana od kierownika dużego zakładu pracy czy resortu, ale również stanowiskach dyspozytorskich, ponieważ przebieg wydarzeń zmusza go do nieustannego przerzucania się z jednej sprawy do drugiej. Brak przetrutności uwagi może być przejawem koncentracji na pracy, która budzi zainteresowanie pracownika. Przerutność i koncentracja uwagi są cechami ze sobą sprzecznymi. I tak na przykład to, co charakteryzuje pracownika naukowego (umiejętność trwałej koncentracji) nie jest odpowiednie dla wykonywania czynności związanych z prowadzeniem ruchu i jednoczesnym zarządzaniem pozostałymi składnikami infrastruktury komunikacyjnej jak ma to miejsce na stanowisku dyspozytor w metrze. Warunkami ułatwiającymi przetrutność uwagi jest zainteresowanie pracownika pracą, którą wykonuje i na którą się przerzuca oraz umiejętność przewidywania (antycypacji) potrzeby przerzucania uwagi na inne czynności.

Czwartą z omawianych cech uwagi jest jej trwałość. Jest to cecha trudna do nabycia, ponieważ charakteryzuje ją znaczna ruchliwość natężenia. Trwałości uwagi sprzyjają [12, s. 118]:

- brak silnych bodźców rozpraszających (hałas, rozmowy),
- ciekawa praca oraz bodźce skłaniające do wytrwałej pracy przez dłuższy czas,
- zmiany w przedmiocie pracy, jako że trudno jest przez dłuższy czas utrzymywać napiętą uwagę na przedmiocie nieruchomym.

Istnieje bezpośredni związek między długością czasu reakcji, (która jest bezpośrednio związana ze stanem napięcia uwagi), a liczbą sygnałów docierających do centralnego układu nerwowego. Pozostaje to w związku z koniecznością rozdzielenia uwagi między kilka pól funkcyjnych (np. pole wzrokowe, pole słuchowe czy dotykowe) albo też na 2, 3, 4 sygnały pojawiające się na jednym polu, co wytwarza reakcje z wyborem.

Interpretacja sygnałów, znaków i tablic należy również do jednej z najmniej zbadanych dziedzin ergonomii i psychologii pracy. W tej kwestii istnieje brak odpowiednich technik badawczych. W tym przedmiocie badań ergonomii zbliża się do nowej dziedziny nauki, którą nazwano semiotyką, czyli ogólną teorią znaków, ze szczególnym uwzględnieniem znaków tworzących język, czyli wyrażen. Jedną z dziedzin semiotyki jest semantyka, która opisuje stosunki zachodzące między znakami a rzeczywistością, do której się odnoszą. Ergonomia stanowisk ma więc na celu rozszyfrowanie sensu znaków i zgrupowań (tablic), co w przemyśle, komunikacji, w pracy biurowej i planistyczno-organizacyjnej nabiera coraz większego znaczenia.

W ergonomii problemy semantyczne to przede wszystkim zagadnienia kodowania. Należy wskazać na wielką trudność, jaką nowoczesny język techniczno-organizacyjny, posługujący się w szerokim zakresie kodami, przedstawia dla osób z poza danej branży. W związku z tym istotne znaczenie ma nie tylko racjonalne zgrupowanie wskaźników na monitorze zobrazowania ruchu, ale także logika rozmieszczania wskaźników dla ułatwienia ich zrozumienia (interpretacji). Strukturę systemów sterowania można ukształtować w zależności od kilku kryteriów, z których pięć odgrywa najważniejszą rolę:

- zależność od uwagi, jaką się przywiązuje do poszczególnych sygnałów, zwłaszcza z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu,
- potrzeba optymalnej lokalizacji z punktu widzenia kryterium precyzji, uwzględniająca szybkość odpowiedzi na pojawiający się sygnał,
- konieczność przestrzegania zasady częstotliwości korzystania z określonych obszarów odwzorowania ruchu pojazdów,
- respektowanie zasady funkcjonalności, która polega ona na zgrupowaniu elementów sygnalizacyjnych czy sterowniczych według spełnianych przez nie funkcji,
- grupowanie urządzeń według kolejności korzystania. Umieszcza się obok siebie dwa urządzenia, z których korzysta się jedno po drugim. Kryterium to jest stosowane szczególnie tam gdzie chodzi o zapewnienie szybkości percepcji.

Wyszczególnione pięć kryteriów może wchodzić niejednokrotnie w konflikt ze sobą. Występuje w związku z tym konieczność dokonania kompromisowych rozwiązań konstrukcyjnych.

Niektórzy ergonomiści są zdania, że określenie poleceń wynikających z sygnałów tablic rozdzielczych, czy też ekranu monitora jest jednym z najważniejszych zadań ergonomii. Wynika to z faktu, że polecenia precyzują, jak ma się zachować operator we wszystkich okolicznościach pojawiających się w toku wykonywania pracy, a więc jaka powinna być jego odpowiedź na dany sygnał. Polecenie wypełnia więc treścią każdy sygnał. Polecenia mogą być zawarte w kilku sygnałach, w innych wypadkach polecenie może polegać na poszukiwaniu dalszych informacji czerpanych z innych wskaźników.

Drugim etapem jest proces podejmowania decyzji w czasie wykonywania pracy. Decyzje podejmowane przez człowieka oparte są bądź na informacjach pełnych i pewnych, jak np. informacja wzrokowa odczytana z monitora zobrazowania ruchu pociągów, że pod danym sygnalizatorem zatrzymał się tabor, co oznacza konieczność podania sygnału zezwalającego na dalszą jazdę. Bądź też na informacjach niepełnych albo wręcz fałszywych, jak np. reakcja na mało czytelne odwzorowanie odcinka torowego. Znaczna częstotliwość i niepewność informacji stwarza sytuacje losowe, przy których podjęcie decyzji połączone jest zawsze z pewnym ryzykiem.

Wyróżniane są różne stopnie prawdopodobieństwa pojawienia się danego zdarzenia. Sytuacje, w których decyzje musimy podjąć przy przesłankach, że „coś jest prawdopodobne” albo „coś jest niepewne” (tzw. prawdopodobieństwa subiektywnego), wynikają najczęściej z braku dostatecznej liczby pewnych informacji. Podejmowanie takich decyzji prowadzi do znacznego zaabsorbowania ośrodkowego układu nerwowego i przy stałym powtarzaniu się prowadzi do napięć i stresów. Podejmowanie decyzji przy trudnościach prawidłowego różnicowania przy jednoczesnej narzuconej odpowiedzialności za bezpieczeństwo przewożonych osób prowadzi do stanów napięcia nerwowego prowadzącego do zupełnego rozkojarzenia układu nerwowego. Powoduje to schorzenia, głównie nerwicowe przewodu pokarmowego i układu krążenia („choroba dyrektorska”).

Podjęcie decyzji jest tą fazą pracy ludzkiej, o której wiemy stosunkowo najmniej, ale która wzbudza coraz większe zainteresowanie wśród psychologów i ergonomistów.

Kontrola i sterowanie w układzie „człowiek-maszyna” związana jest z przyjmowaniem sygnałów, rozpoznawaniem zdarzeń w otoczeniu i wskazań przyrządów oraz poleceń od innych współpracujących osób. Wszystkie te informacje analizuje się i wybiera te, które aktualnie są bardziej potrzebne. Sprawne rozpoznanie i przetwarzanie sygnałów ma znaczenie zwłaszcza tam, gdzie operator systemu pracuje w deficycie czasu, w warunkach przeciążenia sensorycznego, kiedy natłok informacji może grozić pomyłką w formułowaniu decyzji. W celu dokonania analizy zachowania się operatora w różnych warunkach napływu informacji i odpowiedzi na nie, czyli czynności przetwarzania reakcji w sytuacjach wyboru, należy przede wszystkim znaleźć miarę, która pozwoliłaby ilościowo ocenić zakres odbieranej przez niego informacji [6, s. 59]. Najodpowiedniejszą miarą do tych celów wydaje się być czas reakcji, który upływa od momentu odebrania informacji do chwili rozpoczęcia ruchu będącego odpowiedzią na zaobserwowany sygnał. Drugą częścią odpowiedzi na sygnał jest czynność ruchowa (motoryczna). Jeżeli ukształtujemy warunki w ten sposób, że będzie podawany tylko jeden rodzaj bodźców i na jego pojawienie się badany odpowiada tylko jednym typem reakcji, mówimy o czasie reakcji prostej. Kiedy kilka bodźców jest podawanych, a na każdy z nich odpowiedź ma być inna, czas reakcji nazywamy złożonym lub z wyborem. Czas reakcji prostych średnio wynosi około 200 milisekund i jest zależny od rodzaju pobudzanego bodźcem analizatora.

Tab. 1. Czas reakcji prostej wyrażony w milisekundach na sygnały odebrane przez różne zmysły człowieka

Analizator	Czas reakcji w milisekundach
Dotykowy	90 - 200
Słuchowy	120-180
Wzrokowy	150-220
Węchowy	310 - 390
Temperatury	280-1600
Równowagi	400
Bólu	130-890

Źródło: [13].

Czas utajony prostej reakcji sensomotorycznej zależy także od siły działającego bodźca: im większa siła sygnału, tym krótszy czas utajonej reakcji. Wzrasta wówczas szybkość reakcji motorycznej (ruchu). A więc czas reakcji sensomotorycznej jest funkcją natężenia bodźca. Czas reakcji zależy również od przestrzennych parametrów bodźca: im większy wymiar, tym krótszy czas reakcji. Ważne jest jednak to, na jaką okolicę receptora trafia bodziec. Przy bodźcach wzrokowych, im dalej od tzw. żółtej plamki, tym dłuższy czas reakcji. Należy zaznaczyć, że ważne jest nie tyle absolutne natężenie bodźca, ile jego stosunek do otaczającego tła (światelnego czy akustycznego). Wzrost kontrastu powoduje skrócenie czasu reakcji. Zaobserwowano również istotne dla praktyki zjawisko znacznego skrócenia czasu reakcji w sytuacjach, w których operator systemu oczekuje pojawienia się sygnału. Stąd duże znaczenie tzw. sygnałów ostrzegawczych, np. akustycznych przedsygnałów na pojawienie się sygnału wzrokowego. Czas reakcji z wyborem zależy

natomiast od złożoności reakcji na zastosowany bodziec. Im więcej jest alternatyw odpowiedzi, tym bardziej wydłuża się czas odpowiedzi na postawione pytania. Oznaczając czas reakcji związany z wyborem podczas stosowania zwiększającej się liczby bodźców stwierdzono, że jego wydłużanie przebiega wzdłuż pewnej krzywej logarytmicznej, która daje się opisać wzorem [6, s. 60]:

$$T = a \cdot \log_2 N \quad (2)$$

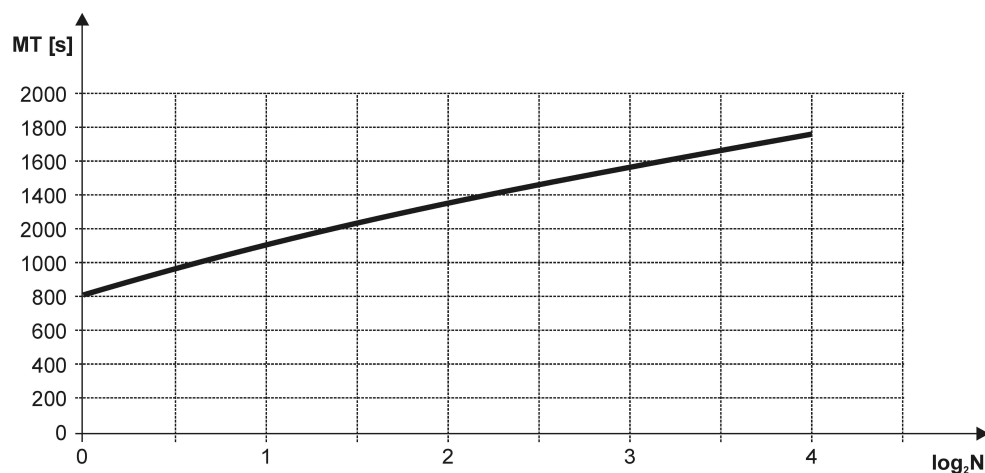
gdzie:

T – średni czas reakcji dla jednej alternatywy bodźcowej,

a – stała proporcjonalności,

N – liczba alternatyw.

Wyniki obliczeń w oparciu o powyższy wzór wskazują, że powyżej 6-8 alternatywnych bodźców czas reakcji praktycznie nie zmienia się. Jednakże ustalenie to może ulec zmianie, jeżeli ważność bodźców i prawdopodobieństwo ich występowania nie będą dla wszystkich sygnałów jednakowe. Konieczność preferowania określonego sygnału lub grupy sygnałów będzie prowadzić do niezauważenia lub celowego pomijania mniej ważnych bodźców, co może wydłużyć czas reakcji i zmienić jakościowy przebieg krzywej logarytmicznej.



Rys. 1. Zależność średniego czasu MT od logarytmu liczby elementów na panelach

Źródło: [5].

Na rys. 1 przedstawiono zależności średniego czasu obsługi systemu od logarytmu (przy podstawie 2) liczby elementów. Jak widać, zależność ta jest bliska liniowej, co sugeruje zależność czasu obsługi od liczby elementów na graficznych na ekranie monitora [5, s. 211-222].

Zarówno w odniesieniu do czasu reakcji prostej jak i złożonej istnieje prawo funkcjonalnej zależności czasu utajonej reakcji od ilości informacji, jaką niesie bodziec. Można więc stwierdzić, że czas reakcji jest funkcją wielu zmiennych, wielu parametrów sygnału-bodźca, nie mówiąc już o czynniku zmęczenia. Tak więc można w pewnych granicach regulować czas reakcji operatora, zmieniając jakość zmysłową, jego intensywność, położenie w polu sensorycznym człowieka, wielkość, czas ekspozycji oraz

prawdopodobieństwo pojawienia się sygnału. Jednak nigdy nie jesteśmy w stanie wykluczyć błędnych działań wynikających z ilości napływających danych, które powstają w czasie trwania procesu prowadzenia ruchu pociągów. I tak efektywność słownej komunikacji mierzymy na przykład wskaźnikiem zrozumiałości Wz wyrażonym w procentach [1, s. 84]:

$$Wz = \frac{100(R-W)}{n(N-1)} [\%] \quad (3)$$

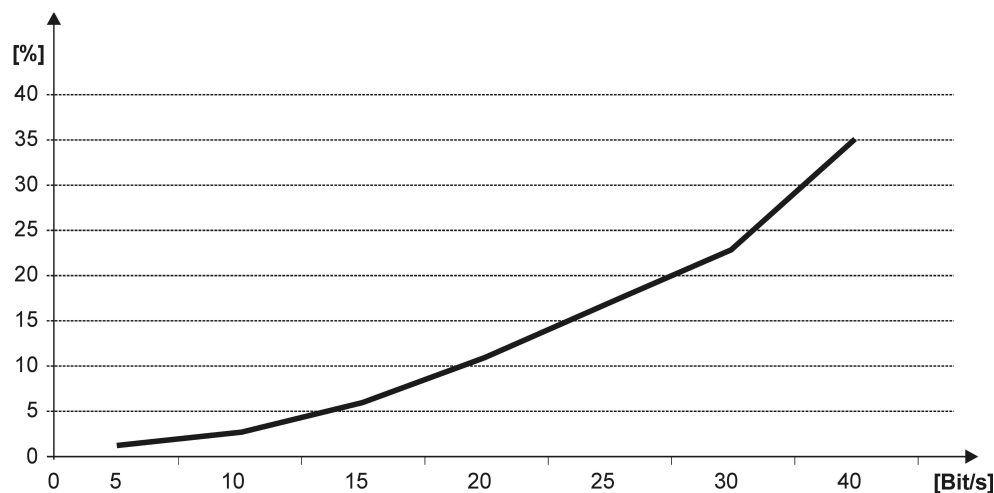
gdzie:

- n – liczba sygnałów (słów, rozkazów słownych itd.) podanych do rozpoznania;
- R i W – liczba sygnałów odebranych prawidłowo i błędnie;
- N – liczba możliwych reakcji słuchacza na odebrany sygnał.

Uzyskanie danych do prowadzenia obliczeń pozyskuje się najczęściej w warunkach symulowanych lub w rzeczywistych okolicznościach pracy operatora. Dotyczą one takich czynników jak:

- adekwatny wydatek energetyczny,
- adekwatny dopływ informacji (brak przejawów przeciążenia lub niedociążenia),
- średni czas pracy między dwoma błędami,
- ogólną liczbę uchybień w danym odcinku czasu,
- liczbę lub odsetek wykonanych operacji przeprowadzonych bez uchybień,
- prawdopodobieństwo właściwej bezbłędnej pracy w ok. przedziale.

Na podstawie wyników uzyskanych w różnych warunkach ustala się krzywe, które pozwalają oceniać wartości prawdopodobieństwa uchybień w zależności od ilości napływających informacji. Zależności te przedstawia rys. 2, w którym przebieg krzywej jest wynikiem prowadzonych badań przez J. S. Millera, N. Aleksandrowa, J. Zubina i innych badaczy tej dziedziny [11, s. 600].



Rys. 2. Liczba błędów (w procentach) w zależności od wielkości strumienia informacji

Źródło: [11].

4. CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIA PRACĄ DYSPOZYTORA W METRZE WARSZAWSKIM

Praca operatorów systemów zdalnego sterowania ruchem jest specyficzną, gdyż łączy w sobie procesy przetwarzania informacji, operowania urządzeniami technicznymi, a także pracy biurowej. Prowadzone obserwacje na stanowisku dyspozytora ruchu w metrze pozwoliły określić cyklicznie powtarzające się czynności robocze, którymi są:

- sterowanie ruchem pojazdów metra polegające na układaniu drogi przebiegu, sterowaniu dowolnie wybranym elementem jakim jest rozjazd czy semafor, przełączanie funkcji zdalnego zawracania z fazy obrotu po jednym torze na dwa tory itp.,
- rozmowy prowadzone przez radiotelefon zarówno na kanale ruchowy obsługującym maszynistów, jak i w paśmie (utrzymania) przeznaczonym dla obsady stacji,
- wykonywanie i odbieranie rozmów telefonicznych z różnego typu abonentami,
- dozоровanie ruchu pasażerskiego na monitorach telewizji przemysłowej oraz obserwowanie płynności przejazdu poszczególnych składów w celu wychwycenia nieregularności oraz obserwacja poprawności działania urządzeń sterujących na monitorach zobrazowania linii metra,
- prowadzenie dokumentacji technicznej w postaci raportu zmianowego, dziennika ruchu i dziennika poleceń, które jest wykonywanego przez dyspozytora ruchu oraz tworzenie wykresu ruchu pociągów przez pomocnika dyspozytora,
- wymiana werbalna informacji pomiędzy dyspozytorem a pomocnikiem lub innymi osobami, które w danym okresie przebywają na stanowisku,
- przerwy w pracy, których cechą jest wyłączenie operatora z cyklu pracy,
- inne czynności, które występują sporadycznie jak wydanie rozkazu szczególnego, analiza rozkładu jazdy, wysłanie faksu, obsługa systemu pożarowego czy nadanie numeru taborowi wjeżdżającemu na linię itp.

Innym zagadnieniem jest udział przedstawionych powyżej czynności roboczych w dobowym cyklu pracy tego stanowiska. Pozyskane dane pozwoliły stwierdzić, że operator systemu zdalnego sterowania koncentruje się w głównej mierze na ciągłym permanentnym obserwowaniu na monitorach zobrazowania ruchu poprawności przebiegu procesu przewozów pasażerskich. Podczas jednego dnia roboczego średnio, aż 400 razy obserwuje on monitory zobrazowania ruchu i telewizji przemysłowej. Pojedyncza kontrola sytuacji ruchowej składa się z około 5-10 sekundowej koncentracji uwagi. Odbiór musi być precyzyjny, gdyż decyduje o bezpieczeństwie pasażerów. Częstość jest duża, jednak w większości uzyskane informacje są rutynowe, stąd złożoność i zmienność tej czynności została oceniona jako średnia.

Ciekawym zjawiskiem jest liczba operacji związanych ze sterowaniem ruchem, których pojawienie się zaobserwowano średnio 250 razy w ciągu doby. Czas trwania jednej operacji sterującej wyniósł dla poleceń prostych (zmiana stanu semafora, przełączenie funkcji zdalnego zawracania itp.) 4-6 sekund i odpowiednio dla poleceń złożonych (zwolnień specjalnych) 15-20 sekund. Automatyzacja procesów sterujących poprzez zastosowanie samoczynnego układania drogi przebiegu dla pociągów zawracających na końcowych stacjach powoduje, że udział tego składnika w procesie pracy stanowiska jest stosunkowo znikomy w odniesieniu do intensywności ruchu pasażerskiego. Dodatkowo urządzenia w normalnych warunkach wykluczają realizację sprzecznych przebiegów, a tabor

wyposażono w system odwzorowania stanu zajętości odcinków torowych dostosowujący prędkość jazdy do sytuacji ruchowej na danym fragmencie linii.

Podczas wykonywania tych zadań przeważają czynności rutynowe co do sposobu rozwiązania, zmienność jest średnia przy dużej częstotliwości. Jednakże podjęte decyzje wpływają na poprawność pracy całej linii, a w sytuacjach awarii urządzeń mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu przewozów, więc ważność i dokładność można ocenić jako bardzo duże. Obciążenie personelu ulega zwiększeniu w warunkach, kiedy korzystanie z urządzeń sterowania ruchem nie jest w pełni możliwe i nie daje gwarancji bezpieczeństwa. Są to przypadki nietypowych operacji sterujących, jakich zwykle nie wykonuje się podczas codziennej pracy, oraz awarie i wypadki. Wówczas obciążenie mentalne wzrasta, między innymi z powodu dokładniejszego i dłuższego przetwarzania danych. Jednak podczas prowadzonych obserwacji nie odnotowano przypadku prowadzenia ruchu w sytuacjach szczególnych, co uniemożliwia określenie powstałych obciążeń.

W czasie zmiany roboczej dyspozytor wykonuje również około 430 krótkich rozmów telefonicznych i dialogów radiowych, dla zmiany dziennej stanowi to wartość 220 wykonanych połączeń i odpowiednio na zmianie nocnej odnotowano 210 rozmów. Średnio obsługa jednego połączenia przewodowego trwa 30-40 sekund, a wykonanego drogą bezprzewodową 8-10 sekund. Częstotliwość tych czynności jest duża, jednak w większości informacja jest rutynowa, czynnik natychmiastowej wymagalności działania średni. Decyzje i realizacje w zasadzie dotyczą sposobu przekazania informacji ich wykonania. Kryterium ważności jest dość duże, gdyż zazwyczaj dotyczy ruchu pociągów, a dokładność średnia, ponieważ istnieje możliwość powtórzenia lub odtworzenia komunikatu. Jedynym elementem, dla którego klauzula ważności jest istotna, to wydawanie drogą radiową rozkazu szczególnych np., zezwalających na pominięcie semafora, wjazd na tor zajęty itp.

Zarówno w pierwszej fazie, gdy następuje pozyskiwanie informacji, jak i w ostatniej wykonawczej bardzo duże znaczenie ma komunikacja werbalna. Dotyczy to przekazywania wiadomości wewnątrz pomieszczenia, jak również do innych komórek, za pomocą środków łączności. Z odbiorem komunikatów od innych osób bardzo ściśle związane jest zachowanie stanu czuwania. Dyspozytor stale oczekuje na pojawienie się komunikatu, który np. zaktualizuje wiedzę o stanie sytuacji ruchowej na linii. Będzie to mają zwykle charakter losowy. Wiąże się to ze stanem oczekiwania na możliwość wystąpienia zagrożenia powodującego utrudnienia w ruchu, a więc impuls mówiący o zmianie określonej sytuacji, wymagający podjęcia natychmiastowej reakcji. Zainicjowanie realizacji określonego zadania ruchowego powoduje koncentrację uwagi i zaangażowanie zasobów poznawczych w podjętą czynność, np. prowadzenie ruchu na podstawie telefonicznego zapowiadania pociągów.

Znaczący udział w pracy dyspozytora ma wzajemna wymiana informacji pomiędzy dyspozytorem, a pomocnikiem, która wynika z potrzeby bieżącego wzajemnego informowania się o podjętych działaniach lub pozyskanych informacjach. Liczba prowadzonych rozmów zależy w głównej mierze od wzajemnego zrozumienia, które tworzy się przez wspólnie wykonywanie zadań w czasie pracy.

Innymi czynnościami, których wykonywanie w mniejszym stopniu wpływa na poprawność przebiegu procesu technologicznego stanowiska, jest prowadzenie dokumentacji technicznej. Udział jest stosunkowo duży, ale nie ma klauzuli natychmiastowej wymagalności, może odbywać się z pewnym opóźnieniem. Jedynym

ograniczeniem jest potrzeba oderwania uwagi od innych składników procesu ruchu. Dziwi natomiast ilość czasu, jaką poświęca dyspozytor na prace typowo biurowe. Bowiem na zmianie dziennej trwa to średnio 130 min i odpowiednio na zmianie nocnej 125 min pracy biurowej, czyli średnio 2 godziny na zmianę.

6. WNIOSKI

Właściwe określenie stopnia obciążenia informacjami stanowi podstawę do opracowania działań korekcyjnych, dotyczących kwalifikacji i doświadczenia ludzi zatrudnionych na danym stanowisku oraz ewentualnego modyfikowania zadań powierzonych tym pracownikom. Na tej podstawie można także przewidywać możliwość pojawienia się błędów i wynikających z nich skutków.

Aby dokładnie określić wymienione procesy myślowe, należy ustalić w dalszej pracy badawczej wielkości strumienia informacji wyrażonych w bitach na sekundę, który źródłem są poszczególne składniki środowiska pracy operatora systemu zdalnego sterowania ruchem. Bowiem każda zidentyfikowana czynność robocza posiada swą wartość informacyjną, a operator systemu ma określoną średnią zdolność odbioru pewnej porcji informacji w danym czasie. Dopiero po określeniu tych wartości będzie można określić w miarę obiektywny stan obciążenia stanowiska. Ten kierunek będzie podstawą dalszych badań i publikacji uzyskanych wyników.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia, podstawy kierowania badaniami*, tom 1, CIOP Warszawa 2001.
- [2] Biela A., *Błędy człowieka w sytuacjach podejmowania decyzji ryzykownych*. Met. Lotn. 1993.
- [3] Górka E., *Diagnoza ergonomiczna stanowiska pracy*, OWPW, Warszawa 1998.
- [4] Górka E., *Ergonomia, projektowanie, diagnoza, eksperyment*, OWPW, Warszawa 2007.
- [5] Grobelny J., *Modele czasu wyboru elementów graficznych w dialogu człowiek – komputer*, PAN, Warszawa 1997.
- [6] Jethon J., *Działalność operatora – nowa postać pracy człowieka*, PWN, Warszawa 1976.
- [7] Karney J. E., *Psychopedagogika Pracy*, Wydawnictwo Akademickie Żak, Warszawa 2007.
- [8] Marek T., Ogińska H., Pomorski J., *Ergonomia transportu*, Wydawnictwo UJ, Kraków 2001.
- [9] Marek T., *Stres i zmęczenie psychiczne w procesie pracy*, „Czasopismo Psychologiczne”, Warszawa 2000.
- [10] Matuszewski T., *Psychologia Poznawcza*, Wyd. ZNAK, Warszawa 1996.
- [11] Migdalski J., *Inżynieria niezawodności – poradnik*. ZETOM Warszawa 1992.
- [12] Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Wydawnictwo Akademickie w Poznaniu, Poznań 1993.
- [13] Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985.