

Stanisław CIEŚLAKOWSKI, Przemysław RUDZKI

WYBRANE ZAGADNIENIA ERGONOMII NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW INFORMACJI PASAŻERSKIEJ I STEROWANIA RUCHEM

W pracy zaprezentowano i przeanalizowano współczesne urządzenia informacyjne dedykowane pasażerom oraz urządzenia wizualizacji nowoczesnych systemów sterowania ruchem obsługiwane przez dyżurnych ruchu, w aspekcie ich widoczności i czytelności.

Urządzenia informacyjne dla pasażerów powinny być umieszczane w punktach obsługi podróży takich jak: dworce, przystanki osobowe, a także wewnątrz taboru, w taki sposób, aby mogły realizować podstawowe zadania, jakim jest prawidłowe informowanie o ruchu pociągów. Można zaliczyć do nich komputerowe systemy wizualnej informacji podróży w postaci tablic informacyjnych o zmiennej treści: zbiorczych, peronowych, tunelowych oraz monitorów informacyjnych.

Również dyżurny ruchu obsługuje komputer, który otrzymuje informacje o sytuacji ruchowej na stacji i przetwarza je na obrazy wyświetlane na monitorze.

WSTĘP

Na jakość i atrakcyjność usług związanych z transportem publicznym wpływa między innymi kryterium szybkiego dostępu do informacji pasażerskiej.

Ze względu na fazę podróży informację pasażerską możemy sklasyfikować, jako dostarczaną:

- na zewnątrz (na przystanku, dworcu, lotnisku itp.);
- wewnątrz środka transportu (w autobusie, pociągu, samolocie itd.).

Natomiast ze względu na sposób pozyskiwania (przekazywania) informacji na:

- statyczną (tablice i znaki informacyjne o stałej treści);
- dynamiczną (systemy informacji wizualnej lub (albo) audiowizualnej w połączeniu z systemami informatycznymi połączonymi z centrami zarządzania SIP (Systemem Informacji Pasażerskiej)

Nowoczesna, szeroko pojęta informacja pasażerska powinna się przede wszystkim charakteryzować czytelnością, widocznością oraz zwięzłością.

Urządzenia informacyjne tak jak i inne obiekty techniczne charakteryzują się mniejszą lub większą ilością cech wpływających na ich stopień przydatności dla człowieka. Im więcej cech urządzenia wykazuje zgodność z zasadami ergonomii tym jest ono bardziej przyjazne człowiekowi. Ergonomia [1] jest bowiem nauką zajmującą się przystosowaniem obiektów technicznych, ich środowiska i środowiska bytowania do anatomicznych i psychofizycznych możliwości człowieka, zapewniającym sprawne i bezpieczne wykonywanie pracy.

Informacje mogą być przyjmowane przez człowieka praktycznie wszystkimi zmysłami. Jednak, najczęściej bo około 80% wszystkich informacji człowiek może odebrać przez narząd wzroku. Z uwagi na kluczową rolę wzroku w odbiorze informacji szczególne znaczenie dla podróży mają urządzenia informacji wizualnej.

1. ZNACZENIE URZĄDZEŃ INFORMACYJNYCH

Wygląd i praca urządzeń informacyjnych ma bezpośredni wpływ na przyciąganie klientów do korzystania z usług przedsiębiorstwa transportowego zajmującego się przewozem pasażerów, dlatego też nowoczesne systemy informacji podróży nabierają szczególnego znaczenia na kolei, gdyż zwiększają jej konkurencyjność wobec innych środków transportu odgrywając jednocześnie olbrzymią rolę z punktu widzenia ekologii. Transport kolejowy jest bowiem najmniej uciążliwą dla środowiska naturalnego gałęzią transportu, co jest istotne w związku z coraz większym naciskiem na aspekty ekologiczne.

Zastosowanie odpowiednich systemów informacji podróży pozwala ponadto podnieść zadowolenie klienta z zaoferowanej mu usługi, a zarazem stworzyć pozytywny wizerunek firmy, co może zaowocować zwiększoną liczbą zadowolonych klientów wpływając na umocnienie pozycji przedsiębiorstwa na rynku.

Urządzenia montowane w składach, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom pasażerów, co do wyposażenia pokładowego pociągów powinny zapewniać informacje oraz łączność dla potrzeb zarówno zwykłych pasażerów jak i sfery biznesu podnosząc komfort podróży.

Przyczyniają się także do podniesienia poziomu bezpieczeństwa przekazując w czasie rzeczywistym instrukcje w sytuacji awaryjnej lub kryzysowej, jakie kroki należy przedsięwziąć celem uniknięcia niebezpieczeństwa.

Urządzenia znajdujące się w taborze oraz na stacjach powinny umożliwiać również zgłaszanie przez pasażerów informacji o zaistnieniu zagrożenia. Ma to duże znaczenie, gdyż w wielu przypadkach pasażer może wcześniej powiadomić o nim obsługę niż jest to ona w stanie wykryć, a tym samym przyczynić się do szybkiej reakcji służb nadzoru.

Przykładem takich urządzeń instalowanych na dworcach są kolumny informacyjno-alarmowe [2].

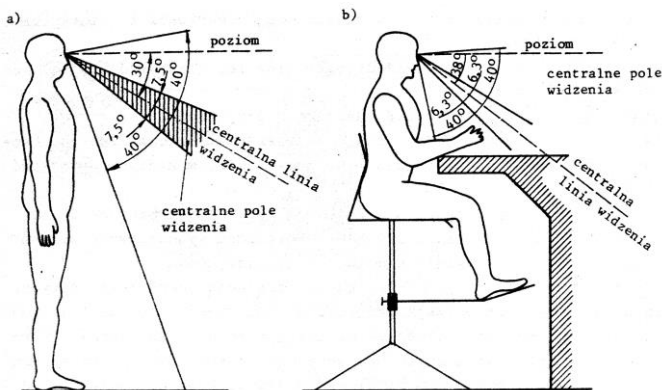
Najnowsze rozwiązania urządzeń informacyjnych w postaci dedykowanych terminali pozwalają oprócz kupowania biletu i rezerwowania miejsc w pociągach - rezerwować miejsca w hotelu, wypo-

zyczyć samochód, czy też nabyć bilet do kina, teatru lub muzeum przyczyniając się dodatkowo do rozwoju turystyki.

2. ANALIZA ERGONOMICZNA URZĄDZEŃ INFORMACYJNYCH

Zasadniczą kwestią z punktu widzenia ergonomii jest ukształtowanie pola widzenia poprzez dobór wymiarów tablic informacyjnych, uwzględniający przeciętną odległość, z której będą obserwowane i odczytywane.

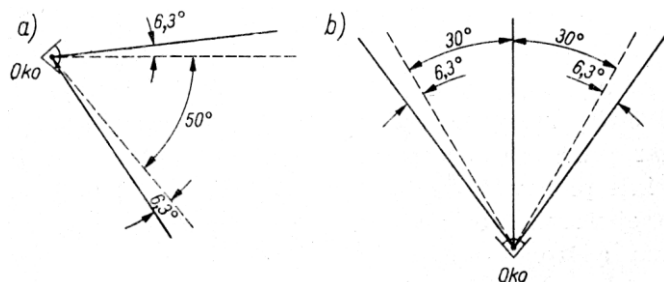
Pole widzenia [3] można traktować zarówno, jako płaszczyznę prostopadłą do centralnej linii widzenia prowadzonej do oka, jak również przestrzeń zawartą w objętości bryły zbliżonej do stożka, którego wierzchołek znajduje się w oku, a podstawa przechodzi przez najdalszy obserwowany punkt. W praktyce istnieje wiele pól widzenia, które zależą od ustawienia głowy i oczu, przy czym nie wszystkie pozycje głowy i oczu są jednakowo dogodne i nieuciążliwe. Najmniej uciążliwe pozycje głowy i oczu człowieka wyznaczają tzw. normalne pole widzenia, co jest związane z ustawieniem centralnej linii widzenia o 30° poniżej poziomu w pozycji stojącej oraz o 38° poniżej poziomu dla pozycji siedzącej (Rys.1).



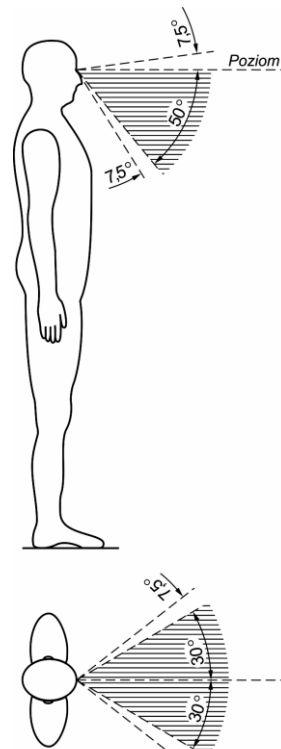
Rys. 1. Normalne pole widzenia w pozycji stojącej (a) i siedzącej (b) [4]

Biorąc pod uwagę poprawność odczytu i stopień narastania zmęczenia, wyodrębniono optymalny oraz całkowity zasięg centralnego widzenia. Przestrzeń zwaną optymalnym zasięgiem centralnego widzenia wyznaczają optymalne przesunięcia centralnej linii widzenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Dla człowieka w pozycji stojącej przestrzeń ta (Rys. 3.) wyznaczona jest kątami $7,5^\circ$ powyżej poziomu i $57,5^\circ$ poniżej poziomu (w płaszczyźnie pionowej) oraz 75° (w płaszczyźnie poziomej).

Z kolei dla człowieka w pozycji siedzącej przestrzeń ta (Rys. 2) wyznaczona jest kątami $6,3^\circ$ powyżej poziomu i $56,3^\circ$ poniżej poziomu (w płaszczyźnie pionowej) oraz $72,6^\circ$ (w płaszczyźnie poziomej).



Rys. 2. Optymalny zasięg centralnego widzenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej - pozycja siedząca [5]



Rys. 3. Optymalny zasięg centralnego widzenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej - pozycja stojąca [3]

Kąty $7,5^\circ$ oraz $6,3^\circ$ wyznaczają pole centralnego widzenia odpowiednio dla człowieka stojącego i siedzącego przy nieruchomych gałkach ocznych i nieruchomej głowie. Centralne pole widzenia zawiera się w kącie wierzchołkowym stożka równym 15° (po $7,5^\circ$ odchylenia w każdą stronę od centralnej linii widzenia - dla pozycji stojącej (Rys. 4) oraz w kącie wierzchołkowym stożka równym $12,6^\circ$ (po $6,3^\circ$ odchylenia w każdą stronę od centralnej linii widzenia - dla pozycji siedzącej (Rys. 5).

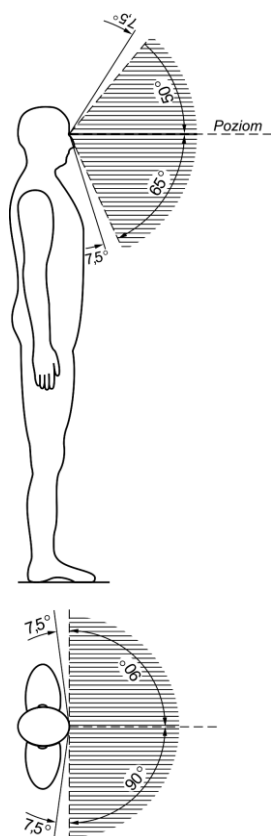


Rys. 4. Centralne pole widzenia w pozycji stojącej [5]

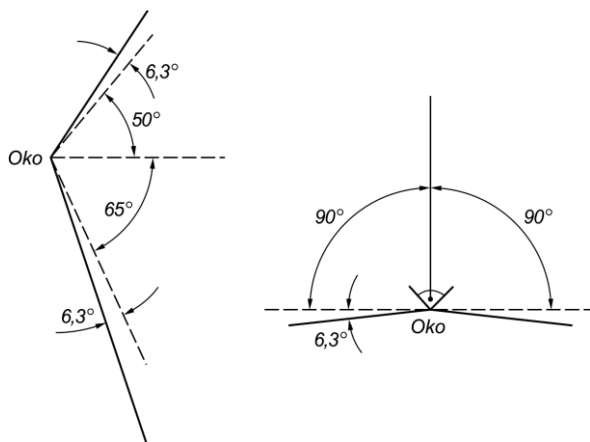


Rys. 5. Centralne pole widzenia w pozycji siedzącej [5]

Całkowity zasięg centralnego widzenia wyznaczony jest przesunięciem centralnej linii widzenia w płaszczyźnie pionowej (50° powyżej i 65° poniżej poziomu wzroku) oraz w płaszczyźnie poziomej (po 90° w każdą stronę). Dla pozycji stojącej kąty te powiększane są w sumie o 15° (zarówno w płaszczyźnie pionowej jak i poziomej) (Rys. 6), natomiast dla pozycji siedzącej (Rys. 7) kąty wyznaczające całkowity zasięg centralnego widzenia powiększane są w obu płaszczyznach o kąt $12,6^\circ$, co wynika z centralnego pola widzenia dla człowieka stojącego i siedzącego.



Rys. 6. Całkowity zasięg centralnego widzenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej pozycja stojąca [3]



Rys. 7. Całkowity zasięg centralnego widzenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej pozycja siedząca [5]

Proces widzenia jest nieodłącznie związany z cechami ludzkiego oka. Z tego względu przy projektowaniu i doborze tablic informacyjnych należy mieć na uwadze przeciętne zdolności wzroku. Proces widzenia zależy od zdolności oka do uzyskiwania ostrego obrazu na siatkówce przy różnych odległościach obiektu od oka zwanej akomodacją [6]. Ważna jest także ostrość wzroku [9], czyli zdolność do rozróżniania drobnych szczegółów obserwowanego obiektu określona minimalną odległością między dwoma punktami, przy której punkty te widziane są jako oddzielne. Ostrość wzrokowa, której ilościowym wyrazem jest *Visus* (*V*) wyraża się wzorem (ułamkiem Snellena) [7]:

$$V = \frac{L}{D} \quad (1)$$

gdzie:

L - odległość obserwacji;

D - odległość, z której rozpoznawany znak ma wielkość kątową 5'.

Przeciętny człowiek odróżnia dwa punkty przy kącie ostrości wzrokowej równym jednej minucie kątowej. Oznacza to, że ostrość wzrokowa *V* przeciętnego człowieka jest równa jedności.

W przypadku tablic informacyjnych kluczowe znaczenie ma czytelność znaków zastosowanych do przekazywania informacji. Szczególnie istotne jest dostosowanie wielkości cyfr i liter do odległości, z której są odczytywane.

Do wyznaczenia maksymalnej odległości, przy której znaki zastosowane w tablicach informacyjnych są czytelne wykorzystujemy zależność Grandjean'a [8] po przekształceniu do postaci:

$$\text{Odległość od oczu [mm]} = \text{Wysokość liter i cyfr [mm]} \times 200 \quad (2)$$

Przykładowo, dobra czytelność tablicy PTI (Przystankowa Tablica Informacyjna) wyświetlającej znaki o wysokości 9cm będzie zapewniona z odległości do 18 m od tablicy, a dla znaków o wysokości 6cm z odległości do 12m od tablicy.

3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE MONITORÓW EKRANOWYCH

Wymagania dotyczące monitorów ekranowych na stanowisku pracy dyżurnego [10] ruchu powinny uwzględniać wytyczne zawarte w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe (Dz. U. 1998 Nr 148 poz. 973).

Rozporządzenie dotyczy następujących elementów stanowiska i miejsca pracy:

- monitor ekranowy – urządzenie do wyświetlania informacji w trybie alfanumerycznym lub graficznym, niezależnie od metody uzyskiwania obrazu,
- system komputerowy, urządzenia wchodzące w skład wyposażenia podstawowego i dodatkowego stanowiska pracy wraz z oprogramowaniem,
- stanowisko pracy – przestrzeń pracy, wraz z wyposażeniem w środki i przedmioty pracy, obejmujące:
 - wyposażenie podstawowe (monitor ekranowy, klawiaturę lub inne urządzenie wejściowe oraz jednostkę centralną),
 - wyposażenie dodatkowe (drukarkę, skaner, mysz lub trackball),
 - wyposażenie pomocnicze (stół, krzesło, podnózek, uchwyt na dokument).

Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia pracodawca jest zobowiązany zorganizować stanowiska pracy z monitorami ekranowymi w taki sposób, aby spełniały one minimalne wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.

Dla monitorów ekranowych wymagania ergonomiczne są następujące:

- znaki na ekranie powinny być wyraźne i czytelne,
- obraz na ekranie powinien być stabilny, bez tętnienia lub innych form niestabilności,
- jasność i kontrast znaku na ekranie powinny być łatwe do regulowania w zależności od warunków oświetlenia stanowiska pracy,

- regulacje ustawienia powinny umożliwiać pochylenie ekranu, co najmniej 20° do tyłu i 5° do przodu oraz obrót wokół własnej osi co najmniej o 120° – po 60° w obu kierunkach,
- ekran powinien być pokryty warstwą antyodbiciową lub wyposażony w odpowiedni filtr (jeżeli wymagają tego warunki oświetlenia miejsca pracy, ustawienia monitora i powierzchni ekranu),
- ustawienie ekranu względem źródeł światła powinno ograniczać olśnienie i dobiecia światła.

W przekazywaniu informacji za pomocą monitora szczególną rolę odgrywa barwa. Właściwe jej stosowanie decyduje o czytelności. Barwa ma także znaczenia informacyjne. Barwa wywiera również wpływ na postrzeganie wielkości obiektu. Na tę właściwość należy zwracać uwagę podczas komponowania przekazu. Barwa jest lepiej zapamiętywana od kształtu.

Przy prawidłowym stosowaniu i różnicowaniu barwnych informacji pozwala na przyspieszenie i poprawę jakości przyswajania prezentowanego materiału wizualnego. Umiejętne wykorzystanie barwy pomaga w znacznym stopniu usprawnić percepcję eksponowanych informacji.

Na czytelność liter i cyfr o danej barwie znacząco wpływa dobór odpowiedniej barwy tła. Dobór ten ma na celu utworzenie kontrastu barwnego, zapewniającego dobre warunki widzenia. W sensie percepcyjnym kontrast [11] jest oceną różnicy w wyglądzie dwóch lub więcej części pola widzenia postrzeganych jednocześnie lub kolejno (stąd kontrast jasności, kontrast barw, kontrast jednoczesny, kontrast następczy). Uszeregowanie kontrastów barwnych według malejącej czytelności sygnału przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Klasyfikacja czytelności zestawień barwnych [12]

| Napis | Tło | Czytelność [%] |
|------------------|-------------------|----------------|
| Ciemno-niebieski | białe | 100 |
| Czarny | białe | 100 |
| Czarny | żółte | 81 |
| Żółty | ciemno-niebieskie | 70 |
| Żółty | ciemno-zielone | 67 |
| Biały | czarne | 64 |
| Żółty | ciemno-czerwone | 60 |
| Czarny | czerwone | 56 |
| Żółty | czarne | 56 |
| Czarny | jasno-zielone | 55 |
| Czarny | jasno-niebieskie | 53 |

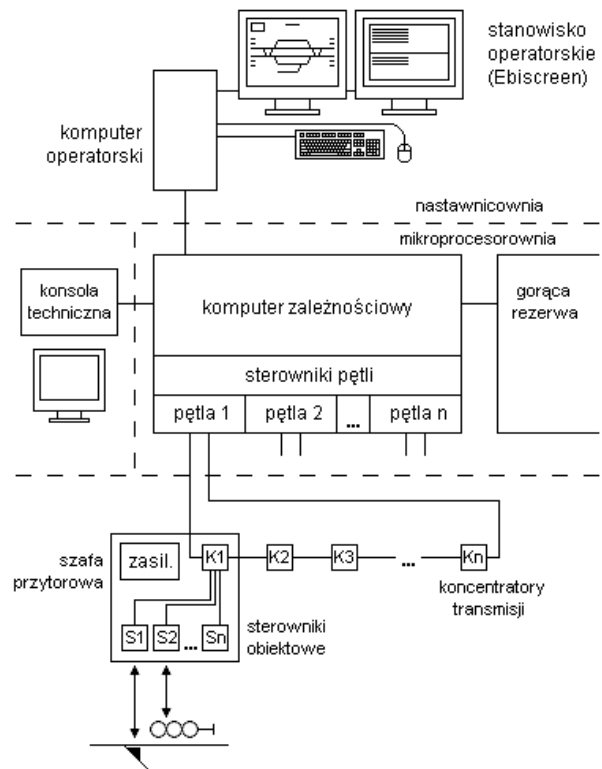
4. NOWOCZESNE SYSTEMY STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Współczesne systemy sterowania ruchem pociągów przeszły długą drogę rozwoju. Nowoczesne systemy sterowania ruchem kolejowym oparte na systemach komputerowych są stosowane na dużych i mocno obciążonych stacjach kolejowych i magistralach, a ich zadaniem jest zapewnienie sprawnego i bezpiecznego prowadzenia ruchu oraz operatywnego zarządzania i kierowania przewozami.

W komputerowych urządzeniach nastawczych zależności są wykonywane za pomocą odpowiednich programów.

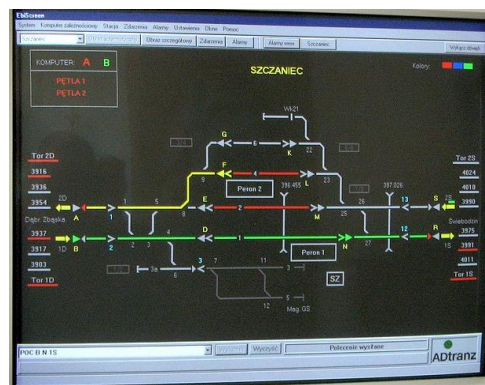
Struktura sterowania charakteryzuje się trzema podstawowymi poziomami (Rys. 8):

- operatorskim,
- zależnościowym,
- urządzeń nastawczych.



Rys. 8. Struktura sterowania w komputerowym systemie urządzeń stacyjnych SRK EbiLock 950 [13]

Dyżurny ruchu obsługuje system komputerowy, który przyjmuje polecenia nastawcze wprowadzane za pomocą klawiatury i przetwarza je na polecenia przesyłane do poziomu zależnościowego. System otrzymuje także informacje o sytuacji ruchowej całej stacji i przetwarza je na obrazy wyświetlane na monitorze ekranowym (Rys. 9) umożliwiając tym samym nadzorowanie nastaw przebiegów pociągowych i manewrowych w czasie rzeczywistym.



Rys. 9. Podsystem EbiScreen Komputerowego systemu urządzeń stacyjnych SRK EbiLock 950 [13]

Polecenia dyżurnego ruchu przetwarzane są w komputerze zależnościowym. Polecenia te kierowane są do sterowników obiektowych poprzez układ interfejsów i pętlę transmisji. Każdemu sterownikowi przyporządkowany jest adekwatny obiekt w terenie, np. odcinek toru, semafor, tarcza manewrowa, wykolejnica, zwrotnica itd [14].

Każdy z obiektów ma swoje odwzorowanie w postaci odpowiednich symboli graficznych na ekranie monitora:

- zobrazowanie odcinka toru – posiada 12 wariantów prezentacji w zależności od jego stanu.

- zobrazowanie semafora – posiada 9 wariantów prezentacji w zależności od jego stanu.
- zobrazowanie tarczy manewrowej – posiada 7 wariantów prezentacji w zależności od jej stanu.
- zobrazowanie zwrotnicy – posiada 25 wariantów prezentacji w zależności od jej stanu.
- zobrazowanie przejazdu drogowego – posiada 5 wariantów prezentacji w zależności od jego stanu.

PODSUMOWANIE

Człowiek odbiera sygnały dochodzące z otoczenia wszystkimi zmysłami. Najwięcej informacji (około 80%) przyswaja jednak poprzez zmysł (narząd) wzroku. Dlatego tak ważną kwestią jest, aby informacje, które są odbierane tą drogą były dobrze widoczne i czytelne. Ma to bezpośredni wpływ na sprawność, z jaką informacje te są dalej przetwarzane (przez mózg), co z kolei bezpośrednio rzutuje na szybkość i poprawność podejmowania decyzji.

W przypadku tablic informacyjnych oraz komputerowych ekranów sterowniczych kluczowe znaczenie ma również czytelność znaków lub(i) symboli zastosowanych do przekazywania informacji. Znaki i symbole są bowiem tym czytelniejsze, im bardziej są kontrastowe, zaś kontrast powinien być tym większy im gorsze przewidywane będą warunki oświetlenia. Równie ważnym aspektem jest także właściwe dostosowanie wielkości cyfr i liter do odległości, z których będą odczytywane oraz dobór odpowiedniej barwy tła, gdyż jej umiejętnie dobranie w znaczącym stopniu usprawnia ogólną percepcję.

BIBLIOGRAFIA

1. Ergonomia. PN-EN ISO 26800:2011.
2. Jacob G., Renken D.: Bezpieczeństwo podróżnych i satelitarna identyfikacja położenia pociągów S-Bahn w Berlinie. TTS nr 3/1998.
3. Górska E., Tytyk E.: Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy OWPW Warszawa 1996.
4. Wieczorek S.: Podstawy ergonomii. Politechnika Rzeszowska, 1992.
5. Kania J.: Metody ergonomiczne. PWE, Warszawa 1980.
6. Hein A., Sidorowicz A., Wagnerowski T.: Oko i okulary. HWiU Libra, Warszawa 1979.
7. Zajac M.: Optyka w zadaniach dla optometrystów. DWE, Wrocław 2011.
8. Grandjean E.: Fizjologia pracy. Zarys ergonomii. PZWL, Warszawa 1971.
9. Pismo drukarskie. Charakterystyka czytelności. PN-P-55014:1990.
10. Cieslakowski J.: Ergonomiczne diagnozowanie wizualizacji pracy nowoczesnych systemów sterowania ruchem, Logistyka 3/2015.
11. Technika świetlna. Terminologia. PN-90/E-01005.
12. Konz S., Jackson R., Knowles J., Verschelden M.: Legible and Attractive Transparencies, Ergonomics International '88, Proceedings of the 10th Congress of International Ergonomics Association, Adams A.S. et al ed., Sydney 1988.
13. www.kontrakt-bhp.com.pl/paul/kolej/srk_ebilock.php (04.01.2016).
14. Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym. WPR. Radom 2009.

Some aspects of the ergonomics of the modern systems of passenger information and the traffic control

Then is presented and analyzed some modern devices dedicated to the passengers and the devices of the visualization of the modern systems of traffic control served by duty traffic, in the aspect of their visibility and legibility.

Information devices for passengers should be placed in traveller service points such as: stations, personal halts, and also inside the rolling stock, in such way to solve basic tasks which are correct information about trains. You can include to them both computer systems of visual information and the figure information boards about changing content: summary, platform, tunnel and information monitors.

The duty traffic operate computer which receives information about the traffic situation on the station and processes them on paintings displayed on the monitor.

Autorzy:

dr hab. inż. **Stanisław Cieślakowski**, prof. ndzw UTH Rad – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki,

mgr inż. **Przemysław Rudzki** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki,