

THE ROLE OF CIRCADIAN RHYTHMS AND INDIVIDUAL DIFFERENCES IN HUMAN ATTENTION IN ROAD TRANSPORT SAFETY

Konrad S. Jankowski

Marcin Zajenkowski

University of Warsaw
Krakowskie Przedmieście 26/28, 00-927 Warsaw, Poland
tel.: +48 22 55498383
e-mail: konrad.jankowski@psych.uw.edu.pl, zajenkowski@psych.uw.edu.pl

Abstract

In the paper the role of human attention in road transport safety was considered. In the first part, various, known in psychology aspects of attention such as: selectiveness, scanning, divided attention, shifting and sustain attention were described. Further, research about drivers attention were characterized. From this perspective, especially significant are data associated with divided attention and selectiveness. It was proved that responding simultaneously to secondary task decreases concentration on driving. In this article, the meaning of individual differences in attentional functioning was emphasized. Empirical data suggests that high general intelligence subjects have bigger capacity of attention than individuals with low general intelligence. Another factor that influences attention is age. Younger drivers (age 23 – 46) under demanding conditions, such as solving multiple tasks, perform better than older drivers (age 58 – 76). In the last part the work focuses on circadian rhythms in human attention and their impact on transport safety. Many studies suggest that road accidents exhibit variations with circadian (peak at 03:00), weekly and seasonal period. Besides that, many researchers were interested in dynamics of attentional functioning during the day. Results indicate different patterns of responses with respect to different aspects of attention and chronotype.

Keywords: road transport, road transport safety, attention, circadian rhythms, human factor

ZNACZENIE RYTMÓW DOBOWYCH I RÓŻNIC INDYWIDUALNYCH W ZAKRESIE UWAGI CZŁOWIEKA W BEZPIECZEŃSTWIE TRANSPORTU DROGOWEGO

Streszczenie

W pracy przedstawiono znaczenie uwagi człowieka w bezpieczeństwie transportu drogowego. W pierwszej części zostały omówione różne, spotykane w psychologii, aspekty uwagi takie jak: umiejętność selekcji źródła informacji, zdolność do przeszukiwania pola percepcyjnego, podzielność uwagi, przerzutność oraz przedłużona koncentracja. Następnie zaprezentowane zostały badania nad uwagą u kierowców. W tym zakresie szczególnie istotne wydają się być dane dotyczące podzielności uwagi i selektywności. Wykazano, że wykonywanie dodatkowego zadania towarzyszącego jeździe samochodem obniża koncentrację na prowadzeniu. W artykule pokazano również znaczenie różnic indywidualnych w zakresie uwagi. Badania pokazują, że osoby o wysokiej inteligencji ogólnej mają większą pojemność uwagi, niż osoby o niskiej inteligencji. Innym czynnikiem, który wpływa na uwagę jest wiek. Młodszy kierowcy (w wieku 23 - 46) lepiej funkcjonują w warunkach podwójnego zadania, niż osoby starsze (58 – 76 lat). W ostatniej części pracy skupiono się na dobowych rytmach uwagi. Wiele studiów empirycznych pokazuje, że wypadki drogowe charakteryzują się zarówno dobowo (szczyt o godz. 03:00 rano), tygodniową jak i roczną rytmiką. Oprócz tego wielu badaczy zajmowało się zmianami w koncentracji uwagi w ciągu dnia. Wyniki tych badań sugerują inny wzorzec reakcji w zależności od aspektu uwagi oraz chronotypu.

Słowa kluczowe: transport drogowy, bezpieczeństwo transportu drogowego, uwaga, rytmy dobowe, czynnik ludzki

1. Wprowadzenie

Czynnik ludzki stanowi przyczynę 75% wypadków drogowych, czynnik środowiskowy 15%, a czynnik mechaniczny 10% [22]. Przez czynnik ludzki można rozumieć sytuacje drogowe przekraczające możliwości psychomotoryczne człowieka. Możliwości psychomotoryczne każdego kierowcy wyznaczone są przez jego indywidualne zdolności takie jak pamięć (doświadczenie), uwagę, czy percepcję. Niniejsze opracowanie dotyczy roli procesów uwagi w kierowaniu pojazdem oraz czynnikach je determinujących takich jak różnice międzyosobnicze (inteligencja i wiek) i wewnątrzosobnicze (dobowe fluktuacje) w zakresie tego procesu poznawczego.

2. Uwaga – zarys problematyki

Uwaga w psychologii rozumiana jest, najogólniej mówiąc, jako system lub proces, który umożliwia selekcję informacji spośród wszystkich bodźców, które docierają do człowieka ze środowiska [16]. W. James łączył tę zdolność z ewolucyjnym przystosowaniem ludzkiego organizmu – aby przeżyć należy odróżniać istotne sygnały od tzw. szumu informacyjnego.

Wśród najważniejszych cech uwagi badacze wyróżniają kilka aspektów [16]. Po pierwsze mówi się, że uwaga związana jest z umiejętnością selekcji źródła informacji, czyli odróżniania bodźców ważnych od nieważnych. Broadbent [1] opisywał ją w tzw. teorii filtra. Jego zdaniem informacje sensoryczne dopływające do systemu poznawczego zatrzymywane są przez pewien mechanizm (filtr), który dopuszcza jedynie część danych do świadomego przetwarzania a reszta nieważnych informacji (szumu) jest blokowana.

Drugi aspekt uwagi to zdolność do przeszukiwania pola percepcyjnego. Wiąże się ona z aktywnym działaniem polegającym na wyodrębnianiu obiektów ze względu na pewną cechę (np. kolor, kształt) [10]. Pole percepcyjne może być przeszukiwane ze względu na jedną lub więcej właściwości obiektu. W pierwszym przypadku mówi się o przeszukiwaniu prostym, w drugim – o koniunkcyjnym. Dodatkowo ważna jest wielkość zbioru obiektów które są przeszukiwane. Im więcej obiektów do przetworzenia, tym proces staje się dłuższy i trudniejszy [19].

Podzielność uwagi opisywana jest jako możliwość koncentracji na kilku obiektach jednocześnie [16]. Ta właściwość uwagi wiąże się z teorią zasobów Kahnemana [7]. Zdaniem autora człowiek dysponuje ograniczoną ilością zasobów poznawczych, rodzaju energii mentalnej lub mocy obliczeniowej. System poznawczy może dokonywać alokacji zasobów, tj. przydzielania ich różnym wykonywanym zadaniom.

Kolejnym aspektem uwagi jest przerzutność, czyli zdolność do przełączania się między dwiema wykonywanymi czynnościami. Nęcka [14] sformułował tzw. hipotezę przełącznika, zgodnie z którą system poznawczy wykonując jedno zadanie, ignoruje drugie. Dlatego też szybkość przełączania się może być związana z czasem reakcji i poprawnością.

Przedłużona koncentracja, zwana też czujnością to zdolność do wykrywania przez dłuższy czas bodźców ważnych spośród wielu innych. Obserwuje się, że w zadaniach wymagających wytężonej czujności następuje spadek poprawności po upływie pewnego czasu. Badacze wiążą to zjawisko ze spadkiem energii albo aktywacji [10].

3. Badania uwagi kierowców samochodów

Z punktu widzenia kierowania pojazdem szczególnie istotna wydaje się być podzielność uwagi i związana z nią teoria zasobów D. Kahnemana [7]. Jak wspomniano wyżej, koncepcja autora zakłada, że człowiek dysponuje ograniczoną ilością zasobów poznawczych, rodzaju energii mentalnej. Umysł ludzki może dokonywać alokacji zasobów, tj. przydzielania ich różnym wykonywanym zadaniom. Dzieje się tak, gdy na przykład jednocześnie podmiot pisze tekst na komputerze i rozmawia z kimś lub kiedy słucha radiowych wiadomości i rozwiązuje w tym samym czasie krzyżówkę. Wszystko to jest możliwe właśnie dlatego, że system poznawczy człowieka dzieli zasoby uwagi pomiędzy dwie lub więcej czynności.

Nęcka [14] sugeruje, iż istnieje pewien nadrzędny mechanizm poznawczy, który decyduje o tym ile energii zostanie przyznane danemu zadaniu i czy wystarczy jej jeszcze na inną równoczesną czynność. Czasem dochodzi do swoistego przetargu o wielkość zasobów uwagi. Można wyobrazić sobie, iż we wspomnianej sytuacji jednoczesnego pisania tekstu i rozmowy, nagle interlokutor pyta o przypomnienie sobie jakiegoś faktu. W tym momencie czynności rozmowy otrzymają większą pulę zasobów uwagi, ponieważ stała się bardziej angażująca poznawczo. W celu mobilizacji można mniej skupiać się na pisaniu a nawet je przerwać. Zdaniem Kahnemana [7] pobudzenie sprawia czasem, iż człowiek koncentruje uwagę tylko na jednym, szczególnie istotnym bodźcu, np. w sytuacji zagrożenia. Wykonywanie równoległego zadania staje się w tym momencie niemożliwe, ponieważ cała pula energii mentalnej jest wyczerpana.

W celu wykazania słuszności przedstawionej koncepcji dokonano szeregu badań w paradygmacie tzw. podwójnego zadania [15]. Osobom badanym prezentuje się najpierw jedno zadanie poznawcze np. wyszukiwanie wyświetlanych na ekranie określonych liter lub kształtów wśród innych obiektów. Następnie podczas wykonywania tego samego zadania badani proszeni są o wykonywanie dodatkowej, prostszej czynności np. reagowania na określony bodziec pojawiający się co pewien czas. W tej drugiej sytuacji obserwuje się zazwyczaj pogorszenie wykonania zadania głównego w stosunku do pierwszej sytuacji. Owa różnica w wykonaniu jest uznawana przez badaczy za miarę wielkości zasobów uwagi [15].

Interesujące badania w przedstawionym paradygmacie przeprowadzono również na kierowcach. P. A. Hancock, M. Lesch i L. Simmons [3] przeprowadzili eksperyment na 42 kierowcach z ważnym prawem jazdy. Celem badania było sprawdzenie czy rozmawianie przez telefon wpłynie na jakość wykonywania manewrów samochodowych. Na początku badani mieli za zadanie przejechać kilka okrążeń próbnych, aby zapoznać się ze specjalnie przygotowanym torem. Następnie rozpoczynano główny eksperyment, w którym badani mieli przejechać 24 okrążenia. Połowa z nich była w warunkach kontrolnych, w których nie trzeba było wykonywać żadnych dodatkowych czynności. W czterech próbach osoby badane musiały dodatkowo reagować na światła stopu, które pojawiały się na torze. W czterech kolejnych badani musieli w trakcie jazdy odbierać telefon, a w pozostałych czterech musieli zarówno reagować na światła stopu oraz odbierać telefon. Kiedy badani odbierali telefon musieli dodatkowo zapamiętywać informacje podawane przez dzwoniącego, które były sprawdzane po każdej próbie. Wyniki badania wykazały, że podczas wykonywania dwóch zadań jednocześnie (reagowania na światła i rozmowy przez telefon) wydłużył się czas reakcji na zmieniające się światła. Zdaniem badaczy, kierowcy kompensowali sobie tę wolniejszą reakcję poprzez silniejsze naciskanie hamulca. W 15% prób, przy podwójnym zadaniu, badani w ogóle nie zareagowali na światła stopu. Co ciekawe, rozmawianie w samochodzie przez telefon korzystając z zestawu głośnomówiącego obciąża poznawczo kierowcę w podobnym stopniu i jest podobnie niebezpieczne, jak rozmowa przez telefon trzymając go w dłoni [20].

W innym badaniu [4] 21 kierowców miało za zadanie przejechać 8 km w trzech warunkach eksperymentalnych. W pierwszym badani musieli dodawać na głos proste liczby (np. 6 i 9), w drugim dodawali bardziej skomplikowane liczby (np. 47 i 38) a w ostatnim nie mieli żadnych dodatkowych zadań. Wyniki pokazują, że wraz ze wzrostem trudności zadania ludzie więcej czasu spędzają patrząc wprost, a mniej spoglądając na boki i na deskę rozdzielczą oraz lusterko wsteczne.

Jak sugerują przytoczone przykłady, badania psychologów przeprowadzone w laboratorium znajdują potwierdzenie również w warunkach prowadzenia samochodu. Ludzka uwaga ma ograniczone zasoby i wykonując więcej niż jedną czynność naraz musi je rozdzielić pomiędzy rywalizujące ze sobą zadania. Czy jednak każdy ma podobny i stały zakres uwagi? Badania psychologów pokazują, że tak nie jest. Istnieje szereg cech, które wiążą się z pojemnością władz poznawczych, a uwagi w szczególności. Poniżej chcielibyśmy przyjrzeć się źródłom różnic indywidualnych oraz dobowych fluktuacji w funkcjonowaniu uwagi.

4. Różnice indywidualne w zakresie uwagi

Jednym z istotnych czynników, który różnicuje ludzi pod względem pojemności ich uwagi jest inteligencja ogólna. Liczne badania wykazały, że inteligencja mierzona testami psychologicznymi wysoko i pozytywnie koreluje z poziomem wykonania zadań, wymagających kontrolowania dwóch czynności równocześnie [5,14,15]. Nęcka [15] pisze, że świadczy to o zwiększonej pojemności uwagi osób inteligentnych. Może to być związane z tym, że zadania w testach inteligencji są zazwyczaj złożone, wieloaspektowe i wymagają sporego wysiłku poznawczego. Zwiększony zakres uwagi, charakteryzujący osoby inteligentne, może ułatwiać wykonywanie trudnych czynności intelektualnych.

Liczne dane pokazują, że innym czynnikiem wpływającym na uwagę jest wiek. Mourant i współpracownicy [13] uzyskali interesujące wyniki empiryczne w tym zakresie. W ich badaniu wzięło udział dziesięciu młodszych (w wieku od 23 do 46 lat) oraz dziesięciu starszych (w wieku od 58 do 76 lat) kierowców. Wszyscy badani posiadali ważne prawo jazdy oraz pomyślnie przeszli test sprawności wzrokowej. Badanie zostało przeprowadzone na komputerowym symulatorze, który został umieszczony w rzeczywistym samochodzie. W pierwszym pomiarze badani mieli za zadanie przejechać, ze stałą prędkością 35 mil na godzinę, pewien odcinek drogi, trzymając się środka swojego pasa ruchu. Jednocześnie na ekranie symulatora wyświetlane były cztery cyfry obok siebie, które badani mieli na głos odczytywać. Czas pomiędzy każdą wyświetlaną czwórką cyfr zmieniał się po przejechaniu 1.75 mili i wynosił odpowiednio: 2.4, 1.8, 1.2 i 0.6 sekundy. W drugim pomiarze warunki były te same, jedynie cyfry były prezentowane na przenośnym komputerze umieszczonym wewnątrz samochodu. Badani musieli zatem spoglądać przed siebie w kierunku jazdy i co pewien czas spoglądać na ekran z cyframi.

Wyniki badania pokazały, że w drugiej sytuacji, osoby starsze wypadły znacząco gorzej niż młodszy kierowcy. Starsi uczestnicy trudniej utrzymywali się na swoim pasie ruchu i częściej zjeżdżali na pas obok lub na pobocze. Rezultat ten wskazuje na fakt, iż osoby starsze gorzej funkcjonują w sytuacji podwójnego zadania, niż osoby młodsze. Badacze sugerują, że dla starszych kierowców szczególnie niebezpieczne może być wykonywanie dodatkowej czynności podczas jazdy, takiej jakiej rozmowa przez telefon komórkowy, włączanie radia itp. Może być to związane w szczególności z deficytami uwagi selektywnej, które to są specyficzne dla osób z demencją typu Alzheimer'a wykazujących obniżenie zdolności prowadzenia samochodu [2].

5. Dobowe fluktuacje uwagi

Wypadki drogowe wykazują zarówno dobową, tygodniową jak i roczną rytmikę. Szczyt wypadków podczas roku przypadał w Szwajcarii na przełom sierpnia i września [18], natomiast w stanie Texas w USA wykryto roczny rytm o małej amplitudzie i szczycie przypadającym na maj i lipiec jedynie na terenach wiejskich [8]. Z analizy wspomnianych danych zebranych w stanie Texas wynika, że wypadki drogowe wykazują również rytmikę tygodniową (wyraźny wzrost podczas weekendu). Wypadki drogowe wykazują również rytmikę dobową [8,18] ze szczytem przypadającym na 3:00 rano i drugim niewielkim wzrostem około godziny 15:00. Szczególnie interesujący wydaje się dobowy rytm występowania wypadków drogowych, gdyż jego źródłem mogą być nie tyle rytmiczne zmiany zachodzące na drodze (np. natężenie ruchu), co zachodzące wewnątrz organizmu, kontrolowane w dużej mierze przez wewnętrzny zegar biologiczny [6].

Badania pokazują, że senność, której jednym z głównych efektów na funkcjonowanie poznawcze jest obniżenie uwagi, może upośledzić zdolność prowadzenia pojazdu w stopniu co najmniej takim lub większym niż spożycie alkoholu [17].

Valdez i współpracownicy [21] analizowali dobową rytmikę różnych komponentów uwagi, jak również ich zmiany wywołane deprywacją snu. Wszyscy badani pozostawali przebudzeni przez trzydzieści godzin w stałych warunkach oświetlenia i wykonywali różne zadania poznawcze co godzinę. Okazało się, że wraz z upływem czasu od rozpoczęcia eksperymentu wszystkie miary

uwagi, takie jak jej podzielność oraz czujność przejawiały systematyczny spadek. Jednak wykonanie zadania wymagającego podzielności uwagi wykazywało dodatkowo rytmikę dobową. Oznacza to, że spadek koncentracji uwagi w miarę upływu godzin czuwania związane jest głównie z homeostatycznym procesem narastającego zmęczenia.

Matchock i Mordkoff [11] analizowali trzy podstawowe rodzaje uwagi związane z czujnością (*alerting*), selektywnością (*orienting*) i funkcjami wykonawczymi (*executive functions*) podczas dnia. W swoim eksperymencie uwzględnili też chronotyp badanych, czyli osobnicze preferencje do funkcjonowania o określonych porach doby. Podzielili badanych na grupę osób o chronotypie porannym (potocznie ranne ptaszki), pośrednim i o chronotypie wieczornym (potocznie nocne marki), i poddali procedurze eksperymentalnej cztery razy podczas dnia, w godzinach 8:00, 12:00, 16:00 i 20:00. Okazało się, że każdy z aspektów uwagi wykazywał inny trend dziennych zmian. I tak czujność u osób wieczornych nie zmieniał się podczas dnia a u osób o chronotypie porannym i pośrednim wzrastał podczas dnia. Selektywność w ogóle nie podlegała dziennym fluktuacjom, natomiast funkcje wykonawcze były u wszystkich badanych niższe w środku dnia, w godzinach 12:00 i 16:00 niż rano i wieczorem.

Moller i współpracownicy [12] w badaniu na symulatorze jazdy samochodem analizowali efekt pory dnia na efektywność kierowania, spadki uwagi (zdefiniowane jako specyficzny zapis elektroencefalograficzny trwający od 4 do 14 sekund) oraz częstotliwość występowania mikro epizodów snu (15-30 sekundowych okresów spełniających kryteria polisomnograficzne). Kierowcy z ważnym prawem jazdy wykonywali półgodzinne symulacje prowadzenia samochodu o godzinie 10:00, 12:00, 14:00 i 16:00. Analizowano utrzymywanie toru jazdy, średnią prędkość i jej wariancję oraz czas reakcji w odpowiedzi na podmuchy wiatru i inne zdarzenia. Okazało się, że czas reakcji najszybszy był o najwcześniejszej porze pomiaru (10:00) co stoi w zgodzie doniesieniami z badań laboratoryjnych nad dobowymi fluktuacjami czasu reakcji. Chociaż spadki uwagi nie wykazały rytmiki dobowej w badanej grupie, to mikro epizody snu występowały częściej o godzinie 16:00 niż podczas pozostałych analizowanych godzin. Z badania tego nie można jednak wywnioskować czy spadki uwagi jak i mikro epizody snu nie występowałyby częściej w innych godzinach, np. wieczornych, nocnych lub wczesno rannych.

W innym badaniu [9], obejmującym cały 24 godzinny obszar doby, okazało się że sprawność kierowania pojazdem była najniższa o godzinie 6:00 i 2:00, a najwyższa w godzinach 10:00 – 22:00.

6. Podsumowanie

Przedstawione wyżej badania nad uwagą u kierowców sugerują, że jest to ważny czynnik związany z bezpieczeństwem na drodze. Dane empiryczne wskazują na fakt, iż szczególnie ważne są tu aspekty uwagi związane z selekcją źródła informacji oraz jej podzielności. Wydaje się, że analizując funkcjonowanie uwagowe kierowców powinno się brać pod uwagę także czynniki, które wpływają na ten proces poznawczy. Jak pokazują wyniki zaprezentowanych badań ludzie różnią się między sobą w zakresie pojemności i sprawności uwagi. Różnice międzypersonne mogą powodować, że dwie osoby w tych samych warunkach będą inaczej radziły sobie np. w trudnej sytuacji na drodze. Zróżnicowanie interindywidualne powinno być zatem brane pod uwagę np. przy przyznawaniu określonych uprawnień do kierowania pojazdami.

Zmiany wewnątrzosobnicze takie jak dobowe fluktuacje uwagi mogą z kolei mieć znaczenie np. w planowaniu szczególnie długich lub intensywnych podróży samochodowych. Z badań empirycznych wynika, że okresem szczególnie niebezpiecznym, ze względu na duże obniżenie uwagi, są godziny wczesno poranne. Wiedza na temat zmian natężenia uwagi w ciągu doby może przyczynić się do efektywniejszego i bezpieczniejszego kierowania samochodem. Dodatkowo może się do tego przyczynić, wykorzystanie różnic indywidualnych w zakresie chronotypu poprzez dopasowanie godzin prowadzenia pojazdu do indywidualnych preferencji dobowych.

Przygotowanie artykułu zostało sfinansowane ze środków przyznanych na badania własne BW 1806/2008

Literatura cytowana

- [1] Broadbent, D. E., *A mechanical model for human attention and immediate memory*, Psychological Review, 64, pp. 205-215, 1957.
- [2] Duchek, J. M., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., Morris, J. C., *The role of selective attention in driving and dementia of the Alzheimer type*. Alzheimer Disease and Associated Disorder, 11 suppl. 1, pp. 48-56, 1997.
- [3] Hancock, P. A., Lesch, M., Simmons, L., *The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver*. Accident analysis and prevention, 35, pp. 501-514, 2003.
- [4] Harbluk, J. L., Noy, Y. I., *The impact of cognitive distraction on driver visual behavior and vehicle control, road safety directorate and motor vehicle regulation directorate*, Transport Canada, 2002.
- [5] Hunt, E., Lansman, M., *Individual differences in attention*. W: R. J. Sternberg, (red.), *Advances in the psychology of human intelligence*. Hillsday, NJ: Erlbaum, 1982.
- [6] Jankowski, K. S., *Metody zwiększania niezawodności człowieka w systemach antropotechnicznych w okresach zwiększonej senności*. Materiały Szkoły Niezawodności PAN, 34, pp. 148-156, 2006.
- [7] Kahneman, D., *Attention and effort*. New York: Prentice – Hall, 1973.
- [8] Langlois, P. H., Smolensky, M. H., His, B. P., Weir, F. W., *Temporal patterns of reported single-vehicle car and truck accidents in Texas, U.S.A. during 1980-1983*. Chronobiology International, 2, pp. 131-140, 1985.
- [9] Lenne, M. G., Triggs, T. J., Redman, J. R., *Time of day in driving performance*. Accident Analysis & Prevention, 29, pp. 431-437, 1997.
- [10] Maruszewski, T., *Psychologia poznawcza*. Gdańsk: GWP, 2001.
- [11] Matchock, R. L., Mordkoff, J. T., (2009). *Chronotype and time-of-day influences on the alerting, orienting, and executive components of attention*. Experimental Brain Research, 192, pp. 189-198, 2009.
- [12] Moller, H. J., Kayumov, L., Shapiro, C. M., *Microsleep episodes, attention lapses and circadian variation in psychomotor performance in driving simulation paradigm*. Proceedings of the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, Park City, Utah, pp. 130-137, 2003.
- [13] Mourant, R. R., Tsai, F., Al-Shihabi, T., Jaeger, B. K., *Measuring the Divided Attention Capability of Young and Older Drivers*. Transportation Research Record 1779, Washington, D.C: TRB, National Research Council, pp. 40-45, 2001.
- [14] Nęcka, E., *Inteligencja i procesy poznawcze*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”, 1994.
- [15] Nęcka, E., *Pobudzenie intelektu. Zarys formalnej teorii inteligencji*. Kraków: Universitas, 2000.
- [16] Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B., *Psychologia poznawcza*. Warszawa: PWN, 2006.
- [17] Powell, N. B., Schechtman, K. B., Riley, R. W., Li, K., Troell, R., Guilleminault, C., *The road to danger: the comparative risks of driving while sleepy*. Laryngoscope, 111, pp. 887-93, 2001.
- [18] Reinberg, O., Reinberg, A., Mechkouri, M., *24-hour, weekly and annual patterns in traumatic and non-traumatic surgical pediatric emergencies*. Chronobiology International, 22, pp. 353 – 381, 2005.
- [19] Treisman, A. M., *Features and objects*. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 40, pp. 201-237, 1988.
- [20] Troglauer, T., Hels, T., Christens, P. F., *Mobile phone use among professional drivers in Denmark*, Proceedings of European Transport Conference, Strasbourg, 2004.

- [21] Valdez, P., Ramirez, C., Garcia, A., Talamantes, J., Armijo, P., Borrani, J., *Circadian rhythms in components of attention*. *Biological Rhythm Research*, 36, pp. 57-65, 2005.
- [22] Vogel, L., Bester, C. J., *A relationship between accident types and causes*. Proceedings of the 24th Southern African Transport Conference, pp. 233 – 241, 2005.

