

KAMIŃSKA Joanna, CHALFEN Mieczysław

WSKAŹNIKOWE UJĘCIE PRZYROSTU UMIEJĘTNOŚCI KIEROWCY

Streszczenie

W pracy przedstawiono propozycję wskaźnikowego ujęcia zagadnienia oceny przyrostu umiejętności kierowcy w wyniku przebytego szkolenia z zakresu doskonalenia techniki jazdy. Na podstawie parametrów jakości jazdy takich jak: czas przejazdu trasy testowej, liczba popełnionych błędów różnego rodzaju, mierzonych przed oraz po szkoleniu, zaproponowano przekształcenie wielowymiarowej przestrzeni wyników w dwuwymiarową przestrzeń wskaźnika umiejętności oraz przyrostu umiejętności kierowcy. Tradycyjnie stosowane wskaźniki poprawy umiejętności typu bezwzględne lub względne skrócenie czasu przejazdu są mocno skorelowane z czasem pierwszego przejazdu i w związku z tym nie mogą być podstawą do obiektywnej oceny poziomu szkolenia. Proponowane w artykule wskaźniki uwzględniają fakt, że uzyskanie znaczącej poprawy wyników podczas treningu zależy nie tylko od poziomu szkolenia, ale także od początkowych umiejętności kierowcy. Opracowane wskaźniki pozwalają obiektywnie porównywać zarówno stopień umiejętności kierowcy przed szkoleniem jak i jej przyrost w efekcie przebytego treningu.

Wskaźnikowa ocena efektów szkolenia jednego kierowcy rozszerzona na wieloosobową populację kierowców może być podstawą do oceny jakości samego kursu. Z kolei porównanie jakości szkoleń w funkcji czasu będzie podstawą do określenia dynamiki ich poprawy.

Opracowaną metodykę oceny wykorzystano do analizy skuteczności szkoleń przeprowadzonych na populacji 212 kierowców w pierwszej połowie 2012 r. przez Ośrodek Doskonalenia Techniki Jazdy Tor Raketowa.

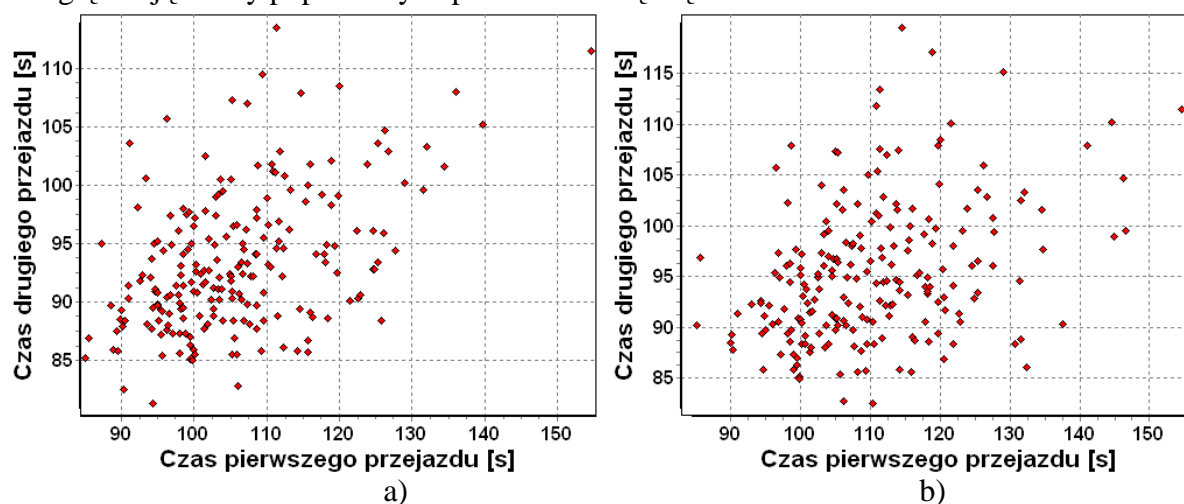
WSTĘP

Zagadnienie oceny umiejętności klienta, słuchacza, ucznia, studenta na potrzeby prowadzonego procesu edukacyjnego jest bardzo istotne, szczególnie w dobie realizacji wielu szkoleń czy kursów współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej. Każde przedsięwzięcie edukacyjne powinno mieć precyzyjnie zdefiniowane wskaźniki jakimi mierzony będzie zarówno poziom wiedzy osób szkolonych jak i przyrost umiejętności w trakcie i po zakończeniu kursu. Najczęściej wiedza, umiejętności, badane są za pomocą różnego rodzaju testów kompetencji, a wskaźnik przyrostu wiedzy jest różnicą między końcowym a początkowym wynikiem uczestnika. Jasne jest, że ocena bezwzględna nie oddaje w oczekiwany sposób skuteczności ocenianego kształcenia, gdyż znacznie łatwiej jest poprawić niski, a znacznie trudniej wysoki wynik początkowy. W związku z tym badacze, czy też analitycy przeprowadzający ocenę jakości kształcenia stosują przyrost wiedzy/umiejętności/kompetencji względny będący ilorazem bezwzględnego przyrostu i wyniku początkowego. Ze względu na niemiernodajną i wysoce skorelowaną z wynikiem początkowym wartość przyrostu względnego wiedzy/umiejętności dla poszczególnych osób, analizie poddaje się całą grupę osób szkolonych, co umożliwia zastosowanie wskaźników statystycznych położenia i zmienności takich jak: średnia, mediana, odchylenie standardowe

[6]. Alternatywą do wyznaczania wskaźników liczbowych przyrostu wiedzy/umiejętności jest testowanie jedno lub dwustronnych hipotez istotności statystycznej różnicy pomiędzy wynikami testu przed oraz po kursie. Metodę tę zastosowano między innymi do oceny skuteczności szkoleń z eco-drivingu [1] oraz kształcenia umiejętności minimalizacji ryzyka przez młodych kierowców [3]. W literaturze spotkać można też zastosowanie analizy ANOVA do określenia skuteczności kursów z zakresu techniki jazdy samochodem [2]. Metody te nie pozwalają jednak na ocenę pojedynczej osoby a tylko całej grupy. Oceny kursanta z zakresu techniki jazdy samochodem osobowym podjęła się Kamińska i Bubnowska [3] proponując liczbową ocenę umiejętności kierowcy przed oraz po szkoleniu. Zaproponowana w [3] metoda została zaaplikowana w programie EWAS przedstawionym w pracy [4]. Niniejsza praca skupia się na opisie zagadnienia mierzenia umiejętności indywidualnego kierowcy przystępującego do szkolenia z doskonalenia techniki jazdy samochodem.

1. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem pracy było opracowanie wskaźnika oceny umiejętności kierowcy, który pozwoliłby opisać w skali liczbowej jego umiejętności zarówno przed jak i po szkoleniu. Najważniejszą cechą zaproponowanego wskaźnika jest jego niewielka wrażliwość na wynik początkowy z uwzględnieniem nieliniowego charakteru przyrostu umiejętności w zależności od wyniku testu wstępnego. Klasyczne wskaźniki postępu szkolonego kierowcy typu bezwzględna lub względna różnica czasów przejazdów są po pierwsze mocno skorelowane z czasem pierwszego przejazdu t_p (rys.1) - przez to ocena postępu zależy głównie od umiejętności kierowcy (duże postępy w grupie słabych kierowców), a nie od jakości samego szkolenia. Po drugie nie uwzględniają zmiennych warunków drogowych i atmosferycznych podczas przejazdów oddzielonych od siebie zwykle kilkudniową przerwą, a po trzecie nie uwzględniają liczby popełnionych przez kierowcę błędów.



Rys.1. Zależność czasów pierwszego t_p i drugiego t_k przejazdu:

- a) bez uwzględnienia liczby błędów; $r=0,47$, średnia $t_p=105,84$ [s], średnia $t_k=93,36$ [s]
- b) z uwzględnieniem liczby błędów; $r=0,36$, średnia $t_p=110,46$ [s], średnia $t_k=95,34$ [s]

Źródło: oprac. własne

Proponowany w pracy wskaźnik testowano z wykorzystaniem danych pozyskanych z Ośrodka Doskonalenia Techniki Jazdy „TOR Rakietowa” we Wrocławiu, gdzie w pierwszym półroczu 2012 roku przeprowadzono w szkolenie 212 kierowców pojazdów uprzywilejowanych w wieku 23 - 44 lat, w tym 191 mężczyzn i 21 kobiet. Szkolenie obejmowało 20 godzin zajęć: 6 godzin zajęć teoretycznych oraz 14 godzin ćwiczeń praktycznych na torze szkoleniowym za kierownicą samochodu osobowego. Za cel szkolenia

postawiono poprawę umiejętności kierowców pojazdów uprzywilejowanych w zakresie szybkiej jazdy szosowej, a szczególnie wyeliminowanie błędów kierowcy mających bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo jazdy oraz na czas przejazdu.

W celu zbadania efektywności szkolenia, każdego kierowcę poddano sprawdzeniu umiejętności na początku i na końcu szkolenia. Sprawdzian przeprowadzano w formie jednokrotnego przejazdu testowego tej samej trasy, stawiając kierowcy za zadanie pokonanie trasy w jak najkrótszym czasie. Podczas zajęć w czasie kursu kierowcy nie pokonywali trasy testowej, co pozwoliło na rzetelne porównanie umiejętności każdego uczestnika zaprezentowanych podczas przejazdu przed i po szkoleniu.

Podczas testu umiejętności, dokonywano pomiaru czasu przejazdu oraz odnotowywano popełniane przez kierującego błędy. Za błąd uznawano potrącenie, przewrócenie lub omińnięcie pachołka ograniczającego trasę, z rozróżnieniem błędów polegających na nieudanym omińnięciu przeszkody, slalomu – tak zwany błąd pierwszego rodzaju oraz błędów polegających na opuszczeniu drogi na skutek poślizgu na zakręcie (płyta poślizgowa) – błąd drugiego rodzaju [3].

2. WSKAŹNIK UMIEJĘTNOŚCI KIEROWCY WUK

Wynik dwóch testowych przejazdów każdego kierowcy przed i po szkoleniu jest elementem przestrzeni sześciowymiarowej

$$\langle t_p, b_{1p}, b_{2p}, t_k, b_{1k}, b_{2k} \rangle \quad (1)$$

gdzie: t_p – czas przejazdu przed szkoleniem [s],
 b_{1p} – liczba błędów pierwszego rodzaju przed szkoleniem,
 b_{2p} – liczba błędów drugiego rodzaju przed szkoleniem,
 t_k – czas przejazdu po szkoleniu [s],
 b_{1k} – liczba błędów pierwszego rodzaju po szkoleniu,
 b_{2k} – liczba błędów drugiego rodzaju po szkoleniu.

Ze względu na prowadzenie szkolenia w różnych warunkach atmosferycznych, co istotnie wpływało na rzeczywisty czas przejazdu, każdorazowo dokonano przeliczenia czasu rzeczywistego uzyskanego przez kierowcę z uwzględnieniem współczynnika określającego warunki drogowe i stan nawierzchni [3]. W tym celu zdefiniowano minimalny czas przejazdu t_{min} uzyskany przez doświadczonego instruktora techniki jazdy w optymalnych warunkach drogowych i atmosferycznych. Zakłada się, że żaden szkolony kierowca a także żaden instruktor podczas szkoleń nie może tego czasu poprawić. Przed każdym testem (początkowym i końcowym) instruktor dokonuje przejazdu trasy testowej i uzyskane przez niego czasy $t_{inst(p)}$ oraz $t_{inst(k)}$ w danych warunkach pogodowych i drogowych są podstawą do określenia współczynników trudności

$$wsp_{tr}(p) = \frac{t_{inst(p)}}{t_{min}}, \quad wsp_{tr}(k) = \frac{t_{inst(k)}}{t_{min}} \quad (2)$$

które z definicji są zawsze większe od jedności. Następnie rzeczywiste czasy przejazdu t_p i t_k uzyskane przez szkolonego kierowcę przed i po szkoleniu dzielone są przez współczynnik trudności określony oddzielnie dla jazdy przed i po szkoleniu:

$$t'_p = \frac{t_p}{wsp_{tr}(p)}, \quad t'_k = \frac{t_k}{wsp_{tr}(k)} \quad (3)$$

Zredukowane czasy t'_p i t'_k są w dalszej kolejności liniowo standaryzowane do przedziału [0,1] przez ich podzielenie przez największy (najgorszy) czas przejazdu uzyskany podczas szkoleń:

$$\overline{t_p} = \frac{t_p'}{\max t_p'}, \quad \overline{t_k} = \frac{t_k'}{\max t_k'} \quad (4)$$

Analogicznie dokonano standaryzacji do przedziału [0,1] liczby błędów pierwszego i drugiego rodzaju. Ostatecznie zdefiniowano współczynnik umiejętności kierowcy $WUK(p)$ przed i $WUK(k)$ po szkoleniu według wzorów:

$$WUK(p) = \frac{1}{\overline{t_p} \cdot (\overline{b_{1p}} + \overline{b_{2p}} + 1)}, \quad WUK(k) = \frac{1}{\overline{t_k} \cdot (\overline{b_{1k}} + \overline{b_{2k}} + 1)} \quad (5)$$

gdzie $\overline{b_{1p}}, \overline{b_{2p}}, \overline{b_{1k}}, \overline{b_{2k}}$ są standaryzowanymi błędami 1 i 2-go rodzaju przed i po szkoleniu. Przyrost umiejętności Δ_{uk} kierowcy opisano jako różnicę

$$\Delta_{uk} = WUK(k) - WUK(p) \quad (6)$$

Zdefiniowany wzorami (5) wskaźnik WUK dzięki swej konstrukcji posiada następujące pozytywne cechy odróżniające go od wskaźnika przedstawionego w [3,4]:

- standaryzowanie błędów umożliwiło nadanie większego znaczenia błędom bardziej zagrażającym życiu lub zdrowiu uczestników ruchu drogowego,
- umieszczenie standaryzowanych czasów przejazdu w mianowniku zapewniło większą wrażliwość wskaźnika na poziom początkowy kierowcy oraz uwzględnienie nieliniowego charakteru zależności przyrostu wiedzy od jego początkowego poziomu,
- zmniejszenie korelacji pomiędzy wskaźnikiem WUK a umiejętnościami początkowymi kursanta.

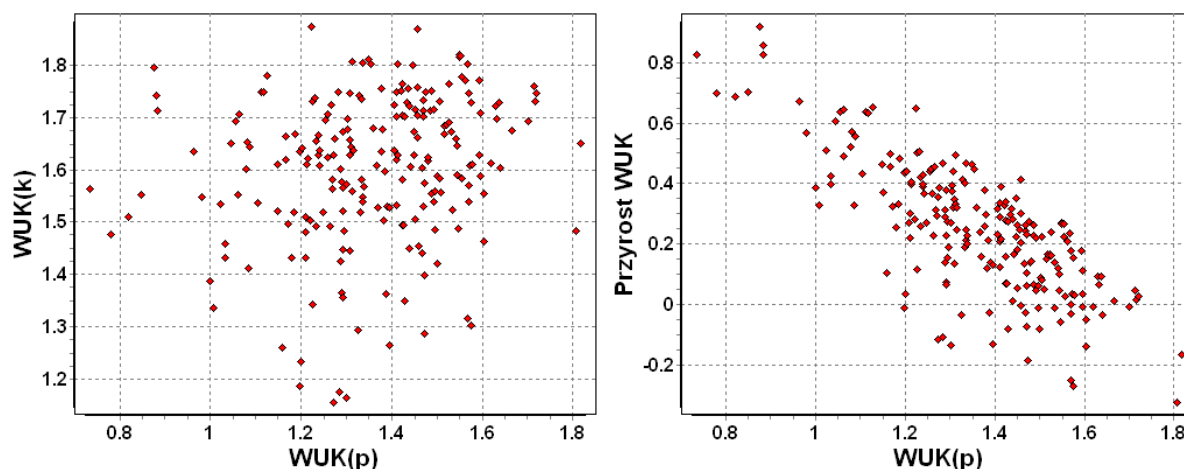
W tab.1. pokazano kilka przykładów wyraźnie wskazujących różnicę jakościową pomiędzy klasycznymi miarami przyrostu wiedzy/umiejętności, a wskaźnikiem przedstawionym w pracach [3,4] oraz prezentowanym wskaźnikiem WUK.

Tab.1. Porównanie wskaźników przyrostu umiejętności.

Rzeczywiste czasy przejazdów i liczba popełnionych błędów						Wskaźniki przyrostu umiejętności			
t_p [s]	t_k [s]	b_{1p}	b_{2p}	b_{1k}	b_{2k}	Różnica bezwzględna [s]	Różnica względna [%]	Kamińska-Bubnowska	Δ_{uk}
130	120	0	0	0	0	10	7,69	9,60	0,10
130	120	2	1	1	0	10	7,69	19,60	0,30
110	100	0	0	0	0	10	9,09	9,60	0,15
110	100	2	1	1	0	10	9,09	19,60	0,37
100	90	0	0	0	0	10	10,00	9,60	0,18
100	90	2	1	1	0	10	10,00	19,60	0,43

Podstawową wadą wskaźników w postaci różnicy bezwzględnej oraz względnej jest pomijanie liczby oraz jakości popełnianych przez kursantów błędów. Różnica względna czasów przejazdu nie uwzględnia zupełnie początkowego poziomu umiejętności przyznając równe wartości wskaźnika przyrostu kierowcy słabemu ($t_p = 130$) oraz dobremu ($t_p = 100$) co nie oddaje specyfiki kształcenia kierowców, według której znacznie trudniej jest zredukować czas przejazdu będący bliżej czasu optymalnego. Różnica względna zależy już od czasu początkowego jednak w mniemaniu autorów i na podstawie konsultacji ze specjalistami w dziedzinie kształcenia kierowców, nakład pracy zarówno szkolącego jak i szkolonego potrzebny do redukcji czasu ze 100s do 90s jest zdecydowanie wyższy niż 30% w stosunku do odpowiedniego nakładu dla redukcji czasu ze 130s do 120s. Wskaźnik proponowany w pracach [3,4] uwzględnia liczbę popełnianych błędów, jednak nie uwzględnia początkowego poziomu kursanta. Proponowany w pracy wskaźnik Δ_{uk} przenosi zarówno informacje o liczbie i jakości popełnianych błędów jak i bierze pod uwagę początkowy

stopień umiejętności kierowcy. 80% wzrost wskaźnika umiejętności kierowcy dobrego ($\Delta_{uk} = 0,18$) w stosunku do słabego ($\Delta_{uk} = 0,10$) jest zdecydowanie bardziej realistyczny niż pozostałe wskaźniki przedstawione w tab.1.



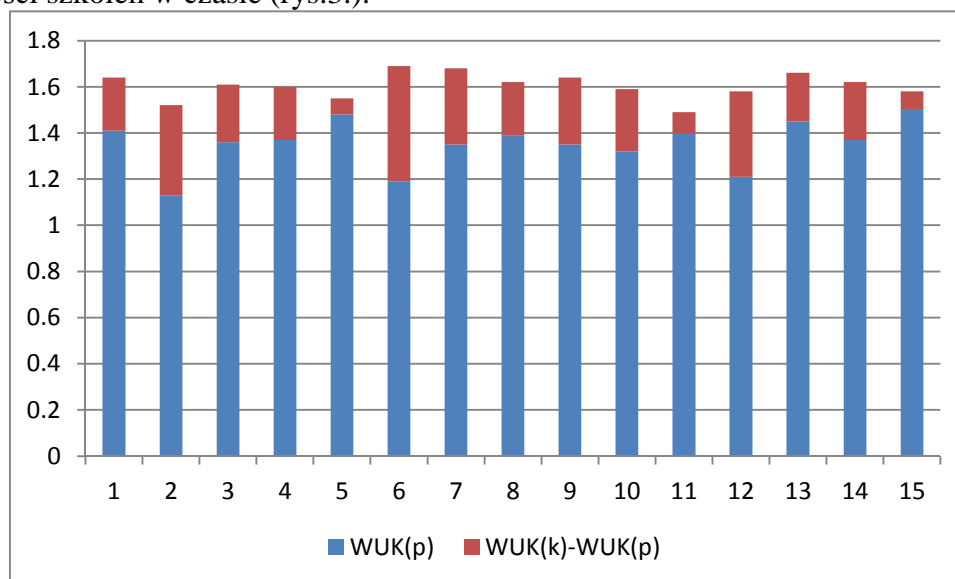
Rys.2. Zależności wskaźnika umiejętności kierowcy przed WUK(p) i po WUK(k) szkoleniu.

Źródło: oprac. własne

Korelacja pomiędzy wskaźnikiem początkowym WUK(p) i końcowym WUK(k) wyniosła 0,19 co oznacza trzykrotną jego redukcję w stosunku do wskaźnika czasu oraz dwukrotną w stosunku do wskaźnika czasu przejazdu z uwzględnieniem błędów wg [3,4]. Oznacza to, że zaproponowany wskaźnik WUK jest mniej zależny od początkowych umiejętności kierowcy i bardziej obiektywny w ocenie jego postępów w wyniku szkolenia.

3. ANALIZA ZMIAN JAKOŚCI SZKOLEŃ W CZASIE

Na podstawie wartości wskaźnika umiejętności WUK przy pomocy średniej arytmetycznej tego wskaźnika wyznaczonej dla każdego z 15 szkoleń przeprowadzonych w 2012 r. na Torze Rakietowa, utworzono szereg czasowy przedstawiający dynamikę zmian efektywności szkoleń w czasie (rys.3.).



Rys.3. Dynamika w czasie średniej wartości WUK(p) oraz średniego przyrostu wskaźnika w efekcie szkolenia WUK(k)-WUK(p)

Źródło: oprac. własne

Niebieskie części przedstawiają wartość początkową wskaźnika WUK, a czerwone jego przyrost w wyniku procesu edukacyjnego. Przyrost zawsze jest dodatni, co oznacza, że szkolenia przyniosły zamierzony efekt poprawy umiejętności kierowców. Dla prezentowanego cyklu nie można w sposób statystycznie istotny wnioskować na temat tendencji zmian, a zatem poprawy bądź pogorszenia jakości, skuteczności prowadzonych szkoleń.

PODSUMOWANIE

Zaproponowany w pracy wskaźnik umiejętności kierowcy WUK pozwala obiektywnie oceniać umiejętności kierowcy przed oraz po odbyciu szkolenia z zakresu doskonalenia techniki jazdy na podstawie informacji o czasie i liczbie błędów popełnionych podczas pokonywania trasy testowej na początku oraz na końcu szkolenia. Wskaźnik przedstawiony wzorem (5) uwzględnia zjawisko polegające na łatwiejszym poprawieniu wyniku słabego kierowcy w porównaniu do poprawy wyniku dobrego.

W związku z wprowadzeniem obowiązkowych kursów dla kierowców pojazdów uprzywilejowanych i pojazdów przewożących wartości pieniężne zgodnie z Ustawą o kierujących pojazdami z dnia 04.01.2013 (Dz.U.17.01.2013 poz.82) oraz Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn.15.05.2013 w sprawie kursów dla kierowców pojazdów uprzywilejowanych i pojazdów przewożących wartości pieniężne (Dz.U.24.05.2013 poz.603) oraz planowanego, choć wciąż przesuwanego w czasie, wprowadzenia obowiązkowych szkoleń dla młodych kierowców istnieje uzasadniona potrzeba stworzenia schematu oceny uczestników takich szkoleń w celu umożliwienia prowadzenia obiektywnej oceny jakości, skuteczności i celowości prowadzonych przez różne Ośrodki Doskonalenia Techniki Jazdy kursów.

BIBLIOGRAFIA

1. Beusen B, Broekx S., Denys T., Degraeuwe B., Gijsbers M., Scheepers K., Govaerts L., Torfs R., Panis L.I., 2009. *Using on-board logging devices to study the long-term impact of an eco-driving course*. Transportation Research Part D, 14 (2009) 514-520.
2. Isler R.B., Starkey N.J., Sheppard P., 2011. *Effects of higher-order driving skill training on young, inexperienced drivers' on-road driving performance*. Accident Analysis and Prevention 43(2011) 1818-1827.
3. Kamińska J., Bubnowska V., 2012, *Ocena wpływu szkolenia doskonalącego technikę jazdy na umiejętności kierowania samochodem osobowym*. Technika Transportu Szybowego 9/2012 1043-1053
4. Kamińska J., Chalfen M., 2013. *Wykorzystanie aplikacji EWAS do oceny efektywności szkoleń kierowców*. Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 3/2013 p. 1321-1328
5. Lenne M.G., Liu Ch.C., Salmon P.M., Holden M., Moss S., 2011. *Minimizing risks and distractions for young drivers and their passengers: An evaluation of a novel driver-passenger training program*. Transportation Research Part F 14 (2011) 447-455.
6. Wahlberg A.E., 2007. *Long-term effects of training in economical driving: Fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback*. International Journal of Industrial Ergonomics 37 (2007) 333-343.

INDICATOR APPROACH TO THE DRIVER'S GAIN SKILLS

Abstract

In the paper a new indicator to evaluation of the effectiveness of training vehicles drivers was presented. Based on the number of mistakes made by the driver during driving route set test before and after the training and the time to overcome this route, authors proposed a driving skills rate. Described in the paper methodology was used to analysis of efficiency of training on 212 drivers realized by Driving Technique Centre "Tor Rakietowa" in first half 2012 y.

Autorzy:

dr inż. **Joanna Kamińska** – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Matematyki, 50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53, email: joanna.kaminska@up.wroc.pl

dr **Mieczysław Chalfen** – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Matematyki, 50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53, email: mieczyslaw.chalfen@up.wroc.pl