

ALEKSANDER KONIOR¹⁾
LESZEK KORNALEWSKI²⁾
MONIKA ZAPAŚNIK³⁾

EFFICIENCY OF INFORMATION TRANSFER IN ROAD TRAFFIC BY VARIABLE MESSAGE SIGNS

EFEKTYWNOŚĆ PRZEKAZU INFORMACJI W RUCHU DROGOWYM Z WYKORZYSTANIEM ZNAKÓW O ZMIENNEJ TREŚCI

STRESZCZENIE. W artykule poddano ocenie efektywność przekazu informacji w ruchu drogowym przez znaki o zmiennej treści. Praca składa się z dwóch części. W części pierwszej omówiono przeznaczenie i rodzaje znaków, uwzględniając technologię ich wykonania. W artykule skupiono się przede wszystkim na znakach o rysunku nieciągłym. W części drugiej, na podstawie przeglądu literaturowego oraz autorskiej ankiety, scharakteryzowano wymagania oraz oczekiwania kierujących w zakresie formy oraz sposobu przekazywania informacji. Artykuł uzupełniono załącznikiem, w którym opisano zasady wprowadzenia na rynek znaków o zmiennej treści jako wyrobu budowlanego.

SŁOWA KLUCZOWE: zmienna organizacja ruchu, znaki drogowe, znaki o zmiennej treści.

ABSTRACT. In the paper the efficiency of the information transfer in the road traffic by the variable message signs was evaluated. The article consists of two parts. The first part discusses the purpose and types of signs, taking into account the technology of their manufacture. The main focus of this paper is on characters with discontinuous drawing. In the second part, based on the literature review and the author's questionnaire, the requirements and expectations of drivers in terms of the form and manner of the information transfer were characterized. The article has been supplemented with an appendix, which describes the principles of introducing variable message signs on the market as a construction product.

KEYWORDS: traffic signs, variable message signs, variable traffic management.

DOI: 10.7409/rabdim.021.009

¹⁾ APM PRO sp. z o.o., ul. Barska 70, 43-300 Bielsko Biała; a.konior@apm.pl

²⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 01-302 Warszawa; lkornalewski@ibdim.edu.pl (✉)

³⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 01-302 Warszawa; mzapasnik@ibdim.edu.pl

1. WPROWADZENIE

Znaki o zmiennej treści (ZZT) nie są jeszcze w Polsce powszechnie stosowanym elementem infrastruktury drogowej, tak jak ma to miejsce w wielu krajach Europy, w Japonii czy Stanach Zjednoczonych. Śledząc tempo realizacji wielu inwestycji drogowych można stwierdzić, że w ciągu kolejnych kilku lat urządzenia te staną się powszechne, zwłaszcza na drogach krajowych wyższej kategorii. Warto zatem rozważyć zagadnienia związane ze skutecznością oznakowania o zmiennej treści. Zasadne jest zidentyfikowanie najważniejszych czynników wpływających na efektywność przekazywania informacji kierującym i stworzenie na podstawie takich badań odpowiednich reguł stosowania ZZT. Analiza źródeł wykazuje, że aktualnie brakuje publikacji, które porządkowałyby polski rynek znaków o zmiennej treści – w tym przepisów związanych z wprowadzeniem tych znaków jako wyrobów budowlanych. Standaryzacja tego obszaru skutkująca harmonizacją rozwiązań systemów zarządzania ruchem na drogach różnej kategorii jest oczekiwanym przez krajowy rynek dokumentem, który mógłby uporządkować obowiązujące specyfikacje, wytyczne i zalecenia.

Współczesne systemy transportu kołowego wykorzystują różnego rodzaju urządzenia skonfigurowane w tzw. klasy modułów rozproszonych [1] oraz specjalizowane oprogramowanie. Pomimo dynamicznego rozwoju Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS) w ostatnich latach, najważniejszymi urządzeniami – oprócz sygnalizatorów drogowych – do komunikacji systemu z kierującymi pojazdami nadal są znaki o zmiennej treści. To efektywność przekazywania informacji wyświetlanych przez ZZT kierującym [2] w dużym stopniu decyduje o skuteczności działania całego systemu ITS. Decydującymi o skuteczności oznakowania będą w szczególności kwestie dotyczące: parametrów fotometrycznych [3], niezawodności [4] oraz właściwej konfiguracji wiadomości emitowanej przez ZZT. Stosowanie specjalistycznej, popartej odpowiednimi badaniami wiedzy w zakresie projektowania komunikatów przekazywanych na znakach o zmiennej treści może pozytywnie wpłynąć na wzrost skuteczności oznakowania na polskich drogach. Należy zauważyć, że brak takiego podejścia może zasadniczo wpłynąć na obniżenie poziomu skuteczności przekazu informacji [5]. Procedury zatwierdzania projektów organizacji ruchu przez uprawnione organy często nie uwzględniają zasadniczych kwestii, np. liczby jednostek informacyjnych przekazywanych przez znak o zmiennej treści w kolejnych fazach sekwencji. W sytuacji, gdy na tablicach tekstowych wyświetlana jest zbyt duża liczba jednostek informacji [6], komunikat jest nieczytelny. Na polskich drogach spotykamy również zbyt często znaki, których powierzchnia obrazowa oraz źródła światła LED uległy znacznej

1. INTRODUCTION

Variable message signs (VMS) are not yet a commonly used element of road infrastructure in Poland, as is the case in many European countries, Japan or the United States. Following the pace of many road investment projects, it may be concluded that in the next few years these devices will become commonplace, especially on higher category national roads. It is therefore worth considering issues related to the efficiency of variable message signage. It is reasonable to identify the most important factors influencing the efficiency of information transfer to the drivers and to create, on the basis of such research, appropriate rules for the use of VMS. An analysis of sources shows that there is currently a lack of publications that would organize the Polish market of variable message signs, including regulations related to the introduction of these signs as construction products. The standardisation of this area, resulting in the harmonisation of solutions for traffic management systems on roads of different categories, is a document expected by the national market, which could bring order to the existing specifications, guidelines and recommendations.

Modern road transport systems use various types of devices configured in so-called distributed module classes [1] and specialized software. Despite the dynamic development of Intelligent Transport Systems (ITS) in recent years, the most important device – apart from traffic lights – for communication between the system and vehicle drivers still is the variable message signs. It is the efficiency of the information displayed by VMS to the drivers [2] that determines, to a large extent, the efficiency of the entire ITS system. In particular, the issues of photometric performance [3], reliability [4] and the correct configuration of the message emitted by the VMS will be decisive for the efficiency of signage. The application of specialist knowledge, supported by relevant research, in the field of designing messages displayed on variable message signs may positively influence the increase of signage efficiency on Polish roads. It is important to note that the absence of such an approach can generally reduce the level of efficiency of information transfer [5]. Procedures for the approval of traffic organisation designs by authorised bodies often do not take into account essential issues such as the number of information units transferred by a variable message sign in the successive phases of the sequence. When too many units of information are displayed on message boards [6], the message is illegible. On Polish roads we also often come across signs whose image surface and LED light sources have significantly degraded,

degradacji, a emitowana treść uległa takiej dekompozycji, że interpretacja wyświetlanych symboli lub komunikatów może być w praktyce niemożliwa. Znaki niekompletne, uszkodzone lub nieczytelne w rzeczywistych warunkach drogowych nie podlegają zasadzie „Zauważyć – Zrozumieć – Zastosować” [4]. Taka sytuacja zasadniczo przyczynia się do obniżenia znaczenia oznakowania o zmiennej treści, skłaniając kierujących do własnej interpretacji znaczenia komunikatów, a w konsekwencji - również przepisów o ruchu drogowym. Należy przy tym nadmienić, że w Polsce nie istnieją jakiegokolwiek branżowe regulacje dotyczące kwalifikacji projektantów zajmujących się projektowaniem dynamicznej organizacji ruchu.

2. PRZEZNACZENIE I RODZAJE ZNAKÓW O ZMIENNEJ TREŚCI

Znaki drogowe o zmiennej treści przekazują uczestnikom ruchu drogowego komunikaty, których treść zmienia się w czasie. Wyświetlają komunikaty informujące kierujących pojazdami o aktualnych warunkach ruchu drogowego, kiedy wymaga tego aktualna sytuacja na drodze. Stanowią w związku z tym szczególnie skuteczny środek zarządzania ruchem drogowym [7]. Znaki i tablice o zmiennej treści stanowią uzupełnienie konwencjonalnych (stacyjnych) pionowych znaków drogowych o niezmiennym rysunku lub tekście, mogą również emitować piktogramy znaków prawnie obowiązujących.

Informacje i polecenia powinny być przekazywane uczestnikom ruchu drogowego w taki sposób, by mogli je zobaczyć, przeczytać i zrozumieć. Decyzje o treści ZZT, w tym częstotliwości i czasie jej wyświetlenia, podejmuje zarządca drogi na podstawie wykonanych i zatwierdzonych projektów organizacji ruchu. Wszelkie zmiany wskazań ZZT realizowane są na podstawie przygotowanych i zatwierdzonych algorytmów.

Dopuszczone do użytkowania ZZT powinny gwarantować trwałość urządzenia nie mniejszą niż 10 lat oraz dysponować opisem stosowanych zabezpieczeń i technologii zapewniających wymaganą jakość. Dotyczy to normy w zakresie parametrów optycznych oraz trwałości podzespołów, z których urządzenia są wykonane. Regulacje dotyczące wprowadzenia wyrobów budowlanych na rynek przedstawiono w załączniku.

Znaki o zmiennej treści dzielą się na znaki o rysunku ciągłym i nieciągłym [8]. W pierwszym przypadku (Rys. 1), wygląd ZZT jest zbliżony do znaków stałych. Lica znaków wykonane są na folii odbłaskowej. Zmianę wskazań znaku uzyskuje się za pomocą urządzeń elektromechanicznych, które powodują np. obrót paneli pionowych wykonanych w kształcie grania-stosłupów.

and the emitted content has been so decomposed that the interpretation of displayed symbols or messages may be practically impossible. Signs that are incomplete, damaged or illegible under actual road conditions are not subject to the “Notice – Understand – Apply” principle [4]. Such a situation generally contributes to a reduction in the significance of variable message signs, prompting drivers to interpret the meaning of the messages themselves and, consequently, of the traffic regulations. It should be mentioned that in Poland, there are no professional regulations concerning the qualifications of designers dealing with the design of dynamic traffic management.

2. PURPOSE AND TYPES OF VARIABLE MESSAGE SIGNS

Variable message signs convey messages that change over time to traffic participants. They display messages to inform drivers of current traffic conditions when the current traffic situation requires it. They are, therefore, a particularly effective means of traffic management [7]. Variable message signs and boards complement conventional (static) vertical road signs with unchanging picture or text, and may also emit pictograms of legally binding signs.

Information and instructions should be given to road users in such a way that they can see, read and understand them. Decisions on the content of the VMS, including the frequency and time of its display, are taken by the road administrator on the basis of executed and approved traffic management designs. All changes in VMS indications are implemented on the basis of prepared and approved algorithms.

The VMS approved for use should guarantee the durability of the device for not less than 10 years and have a description of applied safeguards and technologies that ensure the required quality. This applies to the standard in terms of optical performance and durability of the components from which the devices are made. The regulations for the marketing of construction products are set out in the Appendix.

Variable message signs are divided into continuous and discontinuous drawing signs [8]. In the first case (Fig. 1), the appearance of the VMS is similar to the fixed signs. The faces of the signs are made on reflective film. The change of the sign indications is obtained by means of electromechanical devices, which cause, for example, rotation of vertical panels made in the shape of prisms.

W przypadku znaków o rysunku nieciągłym komunikaty są wyświetlane za pomocą indywidualnych elementów umieszczonych na powierzchni znaku. W praktyce inżynierskiej występują jako:

- piktogramowe znaki o zmiennej treści (PZZT): komunikat przekazywany w formie graficznej (Rys. 2),
- tablice tekstowe o zmiennej treści (TZT): komunikat przekazany jako tekst (Rys. 3),
- zintegrowane tablice tekstowe o zmiennej treści (ZTZZT): komunikat przekazywany w formie graficznej i tekstowej (Rys. 4) [7].



Fig. 2. Example of a pictogram VMS; on its both sides there are signs with continuous drawing [7]

Rys. 2. Przykład piktogramowego ZZZT; po obu jego stronach znaki o rysunku ciągłym [7]



Fig. 4. Example of an integrated variable message sign (IVMS): graphic sign and text board [7]

Rys. 4. Przykład zintegrowanej tablicy o zmiennej treści (ZTZZT): znak graficzny i tablica tekstowa [7]

Pod względem technologii wykonania ZZZT o rysunku nieciągłym dzielą się na znaki predefiniowane i swobodnie programowane, podział przedstawiono na Rys. 5 [7].

Fig. 5. Division according to the VMS manufacture technology [7]

Rys. 5. Podział ze względu na technologię wykonania ZZZT [7]



Fig. 1. Example of variable message signs with continuous drawing [7]

Rys. 1. Przykład znaków o zmiennej treści o rysunku ciągłym [7]

For signs with a discontinuous drawing, messages are displayed by individual elements placed on the sign surface. In engineering practice they occur as:

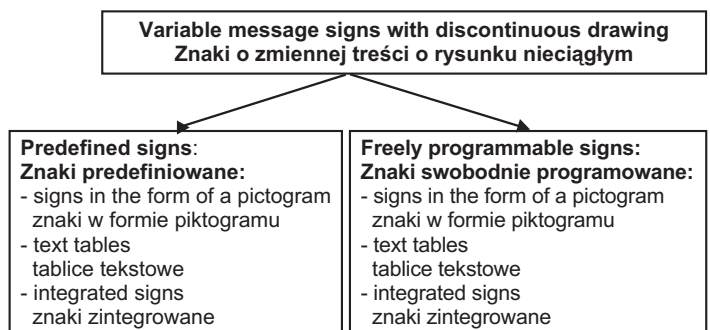
- pictogram Variable Message Signs (PVMS): message conveyed in graphic form (Fig. 2),
- text variable message signs (TVMS): message conveyed as text (Fig. 3),
- integrated text variable message signs (IVMS): message conveyed in graphic and text form (Fig. 4) [7].



Fig. 3. Example of a text variable message sign (TVMS) [7]

Rys. 3. Przykład tablicy tekstowej o zmiennej treści (TZT) [7]

In terms of the technology of manufacture, VMS with discontinuous drawing are divided into predefined and freely programmable signs, the division is shown in Fig. 5 [7].



W przypadku zintegrowanych znaków o zmiennej treści nie jest wskazane łączenie technologii predefiniowanej z technologią swobodnie programowaną. Przy projektowaniu i doborze technologii wykonania ZZT należy wziąć pod uwagę ogólne zasady zarządzania ruchem, jak również przyjęte koncepcje i projekty organizacji ruchu.

3. PRZEKAZYWANIE INFORMACJI KIERUJĄCYM

Znaki o zmiennej treści wykorzystujące technologię graficznych matryc LED umożliwiają wyświetlanie dowolnych piktogramów oraz komunikatów. Miejsce instalacji ZZT jest jednym z elementów projektu organizacji ruchu. Konieczne jest wykonanie wszystkich etapów projektowania, takich jak: zgromadzenie danych o drodze, która ma zostać wyposażona w system ZZT; wybranie miejsc instalacji zapewniających odpowiednią widoczność ZZT; ustalenie, czy spełnione są kryteria dotyczące ruchu drogowego oraz kryteria dotyczące warunków meteorologicznych kwalifikujących ZZT do instalacji. Należy również opracować etapy instalacji ZZT [9].

Podstawowym kryterium dotyczącym miejsca instalacji znaków o zmiennej treści jest kryterium widoczności. Znak powinien być umiejscowiony tak, aby kierujący mogli go łatwo zidentyfikować oraz odczytać, a po odczytaniu informacji mieli czas na jej zrozumienie oraz spodziewaną reakcję, tj. na przygotowanie oraz wykonanie manewru zgodnie z instrukcją, którą zawiera wyświetlany na znaku komunikat, np. na zmianę kierunku jazdy [9].

Istotnym parametrem charakteryzującym ZZT jest czytelność informacji, definiowana jako największa odległość, z której komunikat może być poprawnie odczytany przez kierujących pojazdami w dobrych warunkach luminancji i kontrastu, tak aby jedynym czynnikiem ograniczającym była ostrość widzenia kierowcy. Dla osób o przeciętnej ostrości wzroku maksymalną odległość czytelności wyrażoną w metrach można oszacować jako 7-krotność wysokości liter wyrażonej w centymetrach [10]. Czytelność komunikatów na znakach ZZT zależy również od luminancji, która jest opisana w normie PN-EN 12966 i jej wartość zależy od oświetlenia zewnętrznego. Zaproponowany w opracowaniu [10] współczynnik *LI* (ang. *Luminance Index*) uwzględnia pozorną grubość linii znaków alfanumerycznych oraz luminancję zewnętrzną. Najlepsze wyniki dotyczące czytelności komunikatów uzyskuje się, uwzględniając 75% wartości luminancji oświetlenia zewnętrznego z przodu oraz 25% z tyłu znaku [10]. Autorzy opracowania [10] zbadali również zależność pomiędzy odległością, z jakiej komunikat jest czytelny, a odległością między pikselami. Zastosowanie mniejszej odległości między pikselami skutkuje lepszą czytelnością z małych oraz średnich

For integrated variable message signs, it is not advisable to combine predefined technology with freely programmable technology. The design and selection of technology for the manufacture of VMS should take into account the general principles of traffic management as well as the adopted concepts and designs of traffic management.

3. TRANSFER OF INFORMATION TO DRIVERS

Variable message signs using LED graphic matrix technology enable the display of any pictogram and message. The VMS installation location is one of the elements of the traffic management design. It is necessary to carry out all the design stages, such as: collecting data on the road to be equipped with the VMS system; selecting installation locations that provide adequate visibility of the VMS; determining whether the traffic and meteorological criteria are met to qualify the VMS for installation. It is also necessary to elaborate the VMS installation stages [9].

The primary criterion for where to install variable message signs is visibility. The sign should be located so that drivers can easily identify it and read it, and after reading the information they have time to understand it and to react as expected, i.e. to prepare and execute a manoeuvre in accordance with the instructions contained in the message displayed on the sign, e.g. to change the direction of travel [9].

An important parameter characterising the VMS is the legibility of the information, defined as the greatest distance from which the message can be correctly read by drivers of vehicles under good conditions of luminance and contrast, so that the only limiting factor is the driver's visual acuity. For people with average visual acuity, the maximum legibility distance expressed in metres can be estimated as 7 times the height of the letters expressed in centimetres [10]. Legibility of messages on VMS depends also on luminance which is described in the PN-EN 12966 standard and its value depends on external lighting. The Luminance Index *LI* proposed in [10] takes into account the apparent line thickness of alphanumeric characters and the external luminance. The best message legibility results are obtained by considering 75% of the external lighting luminance values at the front of the sign and 25% at the back of the sign [10]. The authors of the study [10] also investigated the relationship between the distance from which a message is legible and the distance between pixels. Using a smaller distance between pixels results in better legibility from short and medium distances, but has a negative effect on legibility from long (maximum) distances. Research

odległości, natomiast wpływa niekorzystnie na czytelność z dużych (maksymalnych) odległości. Badania wykazały również, że zastosowanie małych liter (minuskuł) korzystnie wpływa na czytelność komunikatów, w szczególności zasada ta dotyczy nazw miejscowości rozpoczynających się wielką literą, po której następują litery małe.

Ważnym czynnikiem określającym percepcję ZZT jest prędkość zbliżającego się pojazdu. Badania przedstawione w [2] wskazują, że prędkość pojazdów zbliżających się do znaków o zmiennej treści, których treść nie jest zrozumiała dla kierujących spada o ponad 5%. Natomiast gdy treść komunikatu emitowanego przez znak jest dla kierujących zrozumiała, profil prędkości pozostaje niemal niezmienny. Korzystne jest więc zwiększanie komunikatywności przekazywanej przez znaki ZZT informacji, celem skrócenia koniecznego czasu percepcji. Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu [2] stwierdzono, że na zrozumiałość znaków nie wpływa wyłącznie stopień złożoności komunikatów: kolorystyki tekstu, graficznej prezentacji numeru drogi oraz barwy tła. Komunikaty określone jako średnio trudne, ale standaryzowane przez włoskie prawo, były zrozumiałe zarówno podczas testu w symulatorze, jak i podczas późniejszego badania. Natomiast znaki nieużywane we Włoszech okazały się niezrozumiałe dla osób biorących udział w badaniu zarówno podczas badania w symulatorze, jak i podczas wywiadu [2].

Przeprowadzone badania wykazały, że kierujący byli bardziej skłonni do zmiany trasy przejazdu, gdy graficzna reprezentacja układu drogowego była wyświetlana na powierzchni obrazowej za pomocą barwy czerwonej [11]. Skuteczność kodowania informacji dotyczących tras objazdowych za pomocą barw potwierdzona została również badaniami przeprowadzonymi przez zespół S. Banerjee [12]. Autorzy przy opracowywaniu komunikatów, a w szczególności przy doborze barw, przeprowadzili konsultacje z osobami cierpiącymi na daltonizm.

Interesujące wnioski sformułowali autorzy pracy [13], którzy w oparciu o wyniki badań stwierdzili, że w celu zapewnienia optymalnej widoczności i zrozumiałości komunikaty wyświetlane na znakach powinny charakteryzować się następującymi cechami: komunikaty powinny zawierać tylko informacje dotyczące czasu podróży (bez informacji o odległości), numery tras powinny być wyświetlane jako tekst alfanumeryczny, nie należy używać różnych barw do wyświetlania komunikatów. Dobrym sposobem na wykorzystanie barwy czerwonej jest wyświetlanie czasów podróży na zatłoczonych odcinkach. Jednakże tło powinno pozostać czarne.

Znaki o zmiennej treści mogą również służyć do przekazywania treści niezwiązanych bezpośrednio z zarządzaniem ruchem, np. komunikatów o zachowaniu bezpiecznej odległości

has also shown that the use of lower case letters (minuscules) has a beneficial effect on the legibility of messages, in particular for place names beginning with a capital letter followed by lower case letters.

The speed of the approaching vehicle is an important factor in determining VMS perception. Research presented in [2] indicates that the speed of vehicles approaching variable message signs whose content is not understood by drivers decreases by more than 5%. On the other hand, when the content of the message emitted by the sign is understood by drivers, the speed profile remains almost unchanged. It is therefore advantageous to increase the communicativeness of the information conveyed by VMS signs in order to shorten the necessary perception time. Based on the experiment conducted [2], it was found that the intelligibility of signs is not only affected by the complexity of the messages: the colour of the text, the graphic presentation of the road number and the background colour. Messages identified as moderately difficult, but standardized by Italian law, were understandable both during the simulator test and during the subsequent study. On the other hand, signs not used in Italy were found to be incomprehensible to the subjects during both the simulator test and the interview [2].

A study showed that drivers were more likely to reroute when the graphic representation of the road system was displayed using red on the imaging surface [11]. The efficiency of coding detour route information using colours was also confirmed by a study conducted by S. Banerjee's team [12]. The authors consulted people suffering from colour-blindness in the development of the messages, particularly in the selection of colours.

Interesting conclusions were formulated by the authors of the paper [13], who, based on the results of the study, concluded that in order to ensure optimal visibility and intelligibility, messages displayed on signs should be characterized by the following features: messages should contain only travel time information (without distance information), route numbers should be displayed as alphanumeric text, different colours should not be used to display messages. A good way to use red is to display travel times on congested sections. However, the background should remain black.

Variable message signs can also be used to provide information not directly related to traffic management, such as messages about maintaining a safe distance between cars, the need to rest, or information unrelated to traffic, such as information on sports events. The last group also includes messages related to warnings of emergencies caused by

pomiędzy samochodami, konieczności odpoczynku lub informacji niezwiązanych z ruchem drogowym np. o imprezach sportowych. Do ostatniej grupy należą również komunikaty związane z ostrzeganiem przed stanami zagrożenia wywołanymi przez gwałtowne zjawiska meteorologiczne, klęski żywiołowe czy ataki terrorystyczne. Takie komunikaty powinny uwzględniać m.in. zdolności kierujących do zapamiętywania numerów telefonów lub numerów tablic rejestracyjnych [14].

Przeprowadzono badania [5], które miały na celu stwierdzenie, czy i w jaki sposób wyświetlanie nieistotnych informacji na znakach ZZT wpływa na zdolność kierowców do percepcji komunikatów drogowych. Wyniki badań wykazały, że nieistotne komunikaty ograniczają zdolność kierujących do percepcji komunikatów o objazdach. W badaniach ankietowych po przejeździe kierujący byli natomiast zdolni do odtworzenia treści wiadomości. Wyświetlanie nieistotnych dla ruchu komunikatów na znakach ZZT może więc skutkować redukcją prawidłowych zachowań kierujących w odpowiedzi na komunikaty podstawowe.

Nieodzownym elementem składowym systemów ITS są mobilne znaki o zmiennej treści, stanowiące bardzo ważne narzędzie i źródło dodatkowych informacji dotyczących organizacji ruchu. Znaki te mogą zwrócić dodatkowo uwagę użytkowników np. na odcinki dróg, na których wykonywane są roboty.

Przeprowadzono badania, których wyniki wskazują na konieczność utrzymania maksymalnej liczby jednostek informacyjnych nie większej niż cztery [15], co sprawia, że w przypadku fazowego wyświetlania wskaźniki zrozumiałości porównywalne są z tym, który uzyskuje się, przedstawiając te same informacje na dużym znaku ZZT bez konieczności wyświetlania fazowego. Wyniki powyższych badań, podobnie jak rezultat badań [16], wskazują na potrzebę dwukrotnego powtórzenia komunikatu dwufazowego w czasie, gdy kierujący znajduje się w strefie czytelności komunikatu. W przypadku komunikatów dwufazowych zawierających do czterech jednostek informacji należy komunikat powtórzyć, przyjmując czas trwania każdej z faz komunikatu równy 0,5 sekundy na słowo lub jednostkę informacji [17].

Autorzy raportu opracowanego na zlecenie miasta Dallas w Teksasie [18] wykazali, że w wypadku komunikatów fazowych czas wyświetlania każdej fazy powinien zostać dostosowany do liczby jednostek informacji charakterystycznej dla danej fazy. Wykazali również, że możliwości percepcji informacji kierujących zmieniają się w zależności od pory dnia. W nocy są wyraźnie mniejsze niż w ciągu dnia, co powinno skutkować odpowiednim dostosowaniem komunikatów do pory dnia, w której są wyświetlane.

Niektóre sytuacje drogowe wymagają przekazania dużej ilości informacji. W takiej sytuacji sformułowanie odpowiedniego

violent meteorological phenomena, natural disasters or terrorist attacks. Such messages should take into account, among others, the drivers' ability to remember telephone numbers or license plate numbers [14].

A study [5] was conducted to determine if and how the display of irrelevant information on VMS signs affects drivers' ability to perceive traffic messages. The results showed that irrelevant messages reduce the drivers' ability to perceive detour messages. In contrast, in questionnaires after the travel drivers were able to reproduce message content. The display of traffic irrelevant messages on VMS may therefore result in a reduction of correct driving behaviour in response to basic messages.

An indispensable element of ITS systems is mobile variable message signs which are a very important tool and source of additional information on traffic management. These signs can further draw the attention of users to e.g. road sections where works are being carried out.

Studies have been carried out, the results of which indicate that the maximum number of information units should be kept to no more than four [15], making comprehensibility rates in the case of phased display comparable to that obtained by presenting the same information on a large VMS sign without phased display. The results of the aforementioned study, as well as research result [16], indicate the need to repeat the two-phase message twice while the driver is in the message legibility zone. For two-phase messages containing up to four units of information, the message should be repeated, taking the duration of each phase of the message equal to 0.5 second per word or unit of information [17].

The authors of a report commissioned by the city of Dallas, Texas [18] showed that in the case of phase-based messages, the display time of each phase should be adjusted to the number of information units specific to that phase. They also showed that drivers' abilities to perceive information change depending on the time of day. They are explicitly smaller at night than during the day, which should result in messages being appropriately tailored to the time of day at which they are displayed.

Some traffic situations require a lot of information to be conveyed. In such a situation, the formulation of an appropriate text message may require the implementation of a phase-based message, which is not always possible due to design or location constraints. A good alternative are appropriately designed graphic symbols, which are a more effective carrier of information than text messages. One graphic symbol can carry up to 12 words written in text.

komunikatu tekstowego może wiązać się z koniecznością implementacji komunikatu fazowego, co ze względu na ograniczenia konstrukcyjne lub lokalizacyjne nie zawsze jest możliwe. Dobrą alternatywą są odpowiednio zaprojektowane symbole graficzne, które są bardziej efektywnym nośnikiem informacji niż komunikaty tekstowe. Jeden symbol graficzny może być nośnikiem nawet 12 słów pisanych tekstem. Powinno się promować i wdrażać piktogramy, które „same się objaśniają” [19]. Warunkiem ich skuteczności jest oczywiście standaryzacja.

4. BADANIA ANKIETOWE

Autorzy artykułu przeprowadzili badanie ankietowe wśród specjalistów z całej Polski zajmujących się m.in. zmienną organizacją ruchu. Wśród respondentów znaleźli się specjaliści wybrani z różnych środowisk, a także z różnych obszarów Polski. Ankieta została skierowana do osób bezpośrednio zajmujących się dynamicznym zarządzaniem ruchem: do oddziałów GDDKiA, na terenie których znajdują się drogi kategorii A i S wyposażone w systemy zarządzania ruchem, pracowników Centrów Zarządzania Ruchem z dużych miast na prawach powiatu, projektantów z przedsiębiorstw zajmujących się projektowaniem organizacji ruchu oraz konsultantów. Ankiety przeprowadzono w celu pogłębienia wiedzy w zakresie praktyki wykorzystania znaków o zmiennej treści oraz poznania opinii na temat praktycznych aspektów efektywności oddziaływania oznakowania o zmiennej treści. Na rozesłaną przez autorów artykułu drogą mailową ankietę odpowiedziało łącznie 25 respondentów w tym: 11 osób z dużych miast, 8 osób z różnych oddziałów GDDKiA, 3 osoby z prywatnych firm, 2 konsultantów oraz 1 osoba ze środowiska naukowego.

Ankieta zawierała 13 pytań związanych z budową oraz sposobem wykorzystania znaków o zmiennej treści. Zakres zagadnień poruszanych w ankiecie dotyczył wybranych obszarów, które zdaniem autorów należą do najbardziej istotnych z punktu widzenia efektywności oznakowania o zmiennej treści. W ankiecie zadano następujące pytania:

1. Proszę wskazać znaki pionowe z kategorii A, B oraz C które mogą Pani/Pana zdaniem być wyświetlane w wersji ZZT na drogach klasy A lub S.
2. Czy znaki ZZT kategorii A, B i C powinny być wyświetlane w formie dwubarwnej czy w technologii RGB?
3. Które Pani/Pana zdaniem propozycje z podanych poniżej są korzystniejsze dla kierujących z punktu widzenia efektywności oznakowania ZZT?
 - a) Informacja zawierająca czas dojazdu oraz dystans czy wyłącznie czas dojazdu?

Pictograms that “explain themselves” should be promoted and implemented [19]. The condition for their effectiveness is, of course, standardization.

4. SURVEYS

The authors of the article conducted a survey among professionals from all over Poland who deal with, among others, variable traffic management. The respondents included professionals selected from different backgrounds and from different areas of Poland. The questionnaire was addressed at people directly involved in dynamic traffic management: the branches of the General Directorate for National Roads and Motorways (GDDKiA), at the area of which category A and S roads are equipped with traffic management systems, employees of Traffic Management Centres in large cities with district rights, designers from companies involved in traffic management design, and consultants. The survey was conducted to increase knowledge of the practice of using variable message signs and to find out opinions on the practical aspects of the efficiency of variable message signage. A total of 25 respondents responded to the questionnaire sent out by the authors of the article via e-mail, including: 11 people from big cities, 8 people from different branches of GDDKiA, 3 people from private companies, 2 consultants and 1 person from scientific circles.

The questionnaire contained 13 questions related to the construction and use of variable message signs. The range of issues covered in the survey concerned selected areas which, in the opinion of the authors, are the most important in terms of the efficiency of variable message signs. The following questions were asked in the questionnaire:

1. Please indicate the vertical signs from A, B and C categories that, in your opinion, can be displayed in VMS version on A or S class roads.
2. Should the VMS category A, B and C signs be displayed in two-colour or RGB technology?
3. Which of the following do you think would be more beneficial to drivers in terms of the efficiency of VMS signage?
 - a) Information including travel time and distance or only travel time?
 - b) Coloured representation of travel times on all routes or just coloured representation of travel times on the route where there is congestion?
 - c) Should coloured text messages be used (e.g. red in connection with a traffic incident) or only single-coloured, regardless of the situation?

- b) Barwne przedstawienie czasu dojazdu na wszystkich trasach czy tylko barwne przedstawienie czasu dojazdu na trasie, na której jest zator?
 - c) Czy powinny być używane barwne komunikaty tekstowe (np. czerwone w związku ze zdarzeniem drogowym) czy wyłącznie jednobarwne, niezależnie od sytuacji?
 - d) Czy komunikaty tekstowe powinny być prezentowane za pomocą napisów o barwie białej czy żółtej?
 - e) Czy powinno się używać skrótu „KM” czy „km”?
 - f) Czy numery dróg powinny być wyświetlane jako piktoqramy czy jako wartości numeryczne?
 - g) Czy w przypadku objazdów należy prezentować czas dojazdu oraz informację o odległości, tylko czas dojazdu czy tylko odległość?
4. Ile (szacunkowo) sekund kierujący pojazdem potrzebuje, aby odczytać i zrozumieć informację prezentowaną na znaku ZZT przedstawionym poniżej przy założeniu, że kierujący nie zna układu dróg występujących w rejonie podróży? (warunki obserwacji: wielkość liter 400 mm, prosty odcinek autostrady, ruch płynny, dobra widoczność, nawierzchnia sucha).
- Fazy wyświetlane są naprzemiennie (Rys. 6). Każda faza jest wyświetlana przez 2s.
5. Czy komunikaty tekstowe powinny być emitowane wyłącznie światłem o barwie białej?
 6. Jaka powinna być maksymalna liczba wierszy na tablicach o zmiennej treści?
 7. Jaka powinna być maksymalna liczba znaków alfanumerycznych wyświetlanych w jednym wierszu?
 8. Czy do wyświetlania komunikatów tekstowych powinno się używać wyłącznie WIELKICH liter czy WIELKICH oraz małych zgodnie z zasadami pisowni?
 9. W jakim stopniu znaki o zmiennej treści stają się mniej skuteczne w przekazywaniu ważnych informacji o ruchu drogowym kierującym, gdy wyświetlane są na nich również mniej istotne informacje dotyczące bezpieczeństwa w rodzaju „ZAPNIJ PASY”, „ODPOCZNIJ”? Proszę zaznaczyć stopień wpływu na przekazywane treści w skali od 1 do 6.
 10. Aby osiągnąć większą efektywność oddziaływania, istotne komunikaty wyświetlane na znakach o zmiennej treści są powtarzane w kilku bezpośrednio następujących po sobie przekrojach, zwłaszcza przed węzłami sieci drogowej. Proszę zaznaczyć, ile razy powinny być powtarzane istotne dla ruchu/brd komunikaty/znaki w celu osiągnięcia optymalnego oddziaływania.

- d) Should text messages be presented using white or yellow text?
 - e) Should the abbreviation “KM” or “km” be used?
 - f) Should road numbers be displayed as pictograms or as numerical values?
 - g) In the case of detours, is it necessary to present the time of arrival and the distance information, only the time of arrival or only the distance?
4. How many (estimated) seconds does the driver of the vehicle need to read and understand the information presented on the VMS sign shown below assuming that the driver does not know the road layout in the area of travel? (Observation conditions: 400 mm letter size, straight section of the motorway, smooth traffic, good visibility, dry pavement).

The phases are displayed alternately (Fig. 6). Each phase is displayed for 2 s.

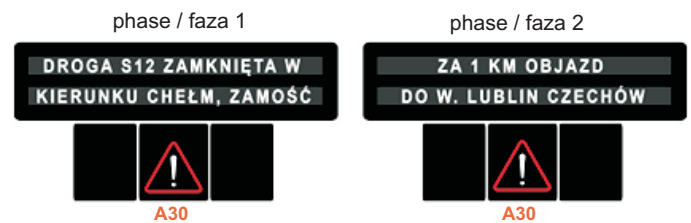


Fig. 6. Message display phases

Rys. 6. Fazy wyświetlania komunikatu

5. Should text messages only be emitted with white light?
6. What should be the maximum number of lines on variable message signs?
7. What should be the maximum number of alphanumeric characters displayed per line?
8. Should only CAPITAL letters or CAPITAL and lower case letters be used to display text messages according to spelling rules?
9. To what extent do variable message signs become less efficient in conveying important traffic information to drivers when they also display less important safety information such as “FASTEN YOUR SEAT BELT”, “REST”. Please indicate the degree of impact on the content provided on a scale of 1 to 6.
10. In order to achieve a more efficient impact, important messages displayed on the variable message signs are repeated in several immediately consecutive sections, especially before interchanges of the road network. Please indicate how many times messages/signs relevant to traffic/road traffic safety should be repeated for optimum impact.

11. Czy w przypadku potrzeby ostrzeżenia np. o robotach drogowych znajdujących się w dużej odległości od miejsca, w którym znajduje się kierujący, np. większej niż 5 km, powinny być wprowadzone specjalne piktogramy wyświetlane na znakach o zmiennej treści? Przykład piktogramu (Rys. 7).

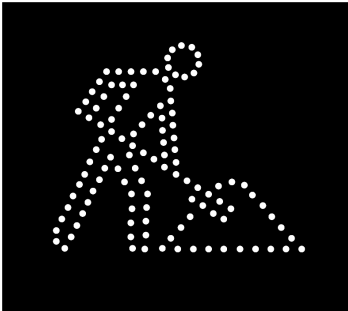


Fig. 7. Example of pictogram
Rys. 7. Przykład piktogramu

12. Czy na ZZT można stosować skróty?

Przykłady:

Wlkp. = Wielkopolski (Gorzów),

n/O = nad Odrą,

wlk. = Wielka.

13. Załóżmy, że na znaku TZT wyświetlamy długi komunikat składający się dokładnie z dwóch faz. Które rozwiązanie jest korzystniejsze z uwagi na efektywność:
- 1) Wyświetlane na znaku dwóch faz w taki sposób, że czas każdej fazy obliczany jest wg wzoru: liczba jednostek informacji $N/2$ [s].
 - 2) Skrócenie czasu wyświetlania każdej fazy o połowę, tzn. czas trwania każdej fazy jest dwukrotnie mniejszy niż w pierwszym przypadku?

Odpowiedzi respondentów omówione zostały poniżej.

Pytanie nr 1: W odpowiedzi na pytanie 1 ponad 60% specjalistów stwierdza, że na znakach ZZT można wyświetlać:

- 11 znaków z kategorii A,
- 4 znaki z kategorii B oraz
- 1 znak z kategorii C.

Eksperti podkreślają, że technologia RGB może być szczególnie przydatna w wypadku zmiennej organizacji ruchu, ponieważ może zająć potrzeba wyświetlania piktogramów znaków drogowych spoza katalogu wskazanego w ankiecie. Dodatkowo spadek cen pełnych matryc wykonanych w technologii RGB powoduje ich większą dostępność, a ich zastosowanie umożliwia elastyczność i eliminuje ograniczenia np. w przypadku pojawiania się nowych symboli znaków drogowych lub konieczności modyfikacji katalogu wyświetlanych symboli. Jeden z ekspertów wskazuje na potrzebę wyświetlania dodatkowo sygnałów drogowych S-4 oraz S-7.

11. If there is a need to warn of roadworks at a large distance from the driver's location, e.g. more than 5 km, should special pictograms displayed on variable message signs be introduced? Example of pictogram (Fig. 7).

12. Is it possible to use abbreviations on the VMS?

Examples:

Wlkp. = Wielkopolski (Gorzów),

n/O = nad Odrą,

wlk. = Wielka.

13. Suppose we display a long message consisting of exactly two phases on the TVMS. Which solution is more beneficial in terms of efficiency.

- 1) Display of two phases at the sign in such a way that the time of each phase is calculated according to the formula: number of information units $N/2$ [s].
- 2) Halving the display time of each phase i.e., the duration of each phase is twice as short as in the first case?

Respondents' responses are discussed below.

Question No. 1: In response to question no. 1, over 60% of professionals state that the following can be displayed on VMS:

- 11 signs from category A,
- 4 signs from category B, and
- 1 sign from category C.

Experts emphasize that RGB technology can be particularly useful in the case of variable traffic management, because there may be a need to display pictograms of traffic signs outside the catalogue indicated in the survey. In addition, the drop in prices of full matrices made in RGB technology makes them more available, and their use allows flexibility and eliminates limitations, e.g. when new traffic sign symbols appear or when it is necessary to modify the catalogue of displayed symbols. One of the experts points out the need to additionally display S-4 and S-7 traffic signals.

Question No. 2: 60% of the responses to question no. 2 recommend RGB technology for displaying pictograms of category A, B and C traffic signs. At the same time, the experts emphasize that two-colour technology is sufficient to display the pictograms of traffic signs of categories A and B.

Question No. 3: Fig. 8 shows, in graph form, the responses of professionals regarding question no. 3.

Pytanie nr 2: 60% odpowiedzi na pytanie nr 2 rekomenduje technologię RGB w celu wyświetlania piktogramów znaków drogowych kategorii A, B i C. Jednocześnie eksperci podkreślają, że do wyświetlenia piktogramów znaków drogowych kategorii A i B wystarczająca jest technologia dwubarwna.

Pytanie nr 3: Na Rys. 8 przedstawiono w formie wykresu odpowiedzi specjalistów dotyczące pytania nr 3.

Eksperti zwrócili uwagę na potrzebę standaryzacji informacji wyświetlanych na znakach oraz tablicach o zmiennej treści co najmniej na obszarze Polski. W szczególności zwrócono uwagę na brak standardów w zakresie wyświetlania informacji o czasie przejazdu oraz oznaczania zatłoczonych odcinków dróg. Warto zauważyć, że zaledwie w jednym wypadku (dotyczącym barwy komunikatów tekstowych) wszyscy eksperci byli jednomyślni i wskazali barwę białą jako odpowiednią dla komunikatów tekstowych. Eksperti zwrócili uwagę, że awarie znaków o zmiennej treści skutkujące zmianą barwy wyświetlanych tekstów powinny być klasyfikowane jako awarie krytyczne, a znaki wykazujące takie usterki wyłączone z eksploatacji do czasu naprawy. Barwa powinna podlegać szczególnej kontroli, ponieważ wyświetlanie tekstu inną barwą niż białą powoduje nieczytelność komunikatów. Jeden z ekspertów zwrócił również uwagę, że wyświetlanie numerów dróg za pomocą piktogramów jest nieefektywne, ponieważ „obraz się zlewa”. Stwierdził, że bardziej efektywna jest numeryczna prezentacja numerów dróg, jednakże w tym zakresie zdaniem niektórych ekspertów wymagane są dalsze badania.

Pytanie nr 4: Rozważany w tym pytaniu komunikat składający się z dwóch faz jest widoczny dla kierujących z odległości około 240 m. Przy prędkości 120 km/h daje to czas obserwacji około 6 s z uwzględnieniem obszaru widoczności. Zatem przy założeniu, że każda faza trwa 2 s, kierujący będą mogli obserwować komunikaty co najmniej jeden raz. Jednak obserwacja jest uzależniona od momentu, w którym kierujący wjedzie w pole widoczności. Dane przekazane przez specjalistów w ankiecie wykazują dużą zmienność: od 2 do nawet 12 s. Ponad 50% ekspertów wskazało, że czas potrzebny na odczytanie przykładowego komunikatu złożonego z 2 faz powinien wynosić zdecydowanie ponad 6 sekund. Jeden ze specjalistów zwrócił uwagę, że komunikat fazy 1 jest zbyt długi i wymaga przeredagowania lub wydłużenia czasu wyświetlania tej fazy komunikatu.

Pytanie nr 5: W odpowiedzi jeden z ekspertów zasugerował, aby wykorzystywać również barwę żółtą w wypadku komunikatów związanych z czasową organizacją ruchu.

Pytanie nr 6: Większość respondentów (59%) rekomendowała 3 wiersze na tablicach tekstowych o zmiennej treści jako maksymalną liczbę wierszy. Jednocześnie eksperci zwrócili

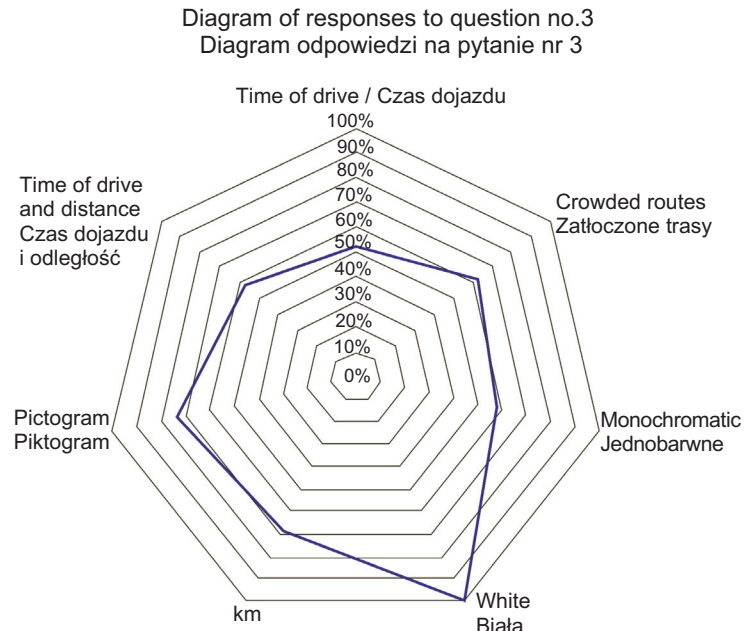


Fig. 8. Professionals' responses to question no. 3
Rys. 8. Odpowiedzi specjalistów dotyczące pytania nr 3

The experts pointed out the need to standardize the information displayed on signs and variable message signs at least in Poland. In particular, the lack of standards for the display of travel time information and the marking of congested road sections was highlighted. It is worth noting that in only one case (concerning the colour of text messages) were all experts unanimous and identified white as the appropriate colour for text messages. Experts pointed out that failures of variable message signs resulting in a change in the colour of the text displayed should be classified as critical failures, and signs exhibiting such failures should be taken out of service until repaired. The colour should be subject to particular control as the display of text in any colour other than white renders messages illegible. One expert also pointed out that displaying road numbers using pictograms is inefficient because “the image gets blended”. He stated that a numerical presentation of road numbers is more effective, however, further research is required in this area according to some experts.

Question No. 4: The message considered in this question consisting of two phases is visible to drivers from a distance of about 240 m. At a speed of 120 km/h this gives an observation time of about 6 s, taking into consideration the visibility area. Thus, assuming that each phase lasts 2 s, drivers will be able to observe the messages at least once. However, the observation is dependent on when the driver enters the visibility area. The data provided by professionals in the survey show a high variability: from 2 s to even 12 s.

uwagę, że tablice trójwierszowe mogą być stosowane wyjątkowo w miejscach, w których tablica jest widoczna ze znacznej odległości.

Pytanie nr 7: W pytaniu dotyczącym liczby znaków alfanumerycznych, jaka może być maksymalnie wyświetlana w jednym wierszu tablicy o zmiennej treści eksperci wskazywali bardzo różne wartości, od 10 do 30 znaków. Największy odsetek ekspertów (36%) opowiedział się za tym, aby maksymalna liczba znaków na tablicy wynosiła 20. Eksperci zwracali uwagę m.in. na potrzebę standaryzacji krojów pisma, rozdzielczości oraz liczby jednostek informacji wyświetlanych na tablicach.

Pytanie nr 8: Znakomita większość respondentów (82%) opowiedziała się za używaniem na tablicach tekstowych wyłącznie liter WIELKICH jako bardziej czytelnych. Eksperci zwrócili jednak uwagę, że symbole jednostek miary powinny być wyświetlane za pomocą liter małych, np.: km, t.

Pytanie nr 9: Respondenci niemal jednomyślnie wskazali, że wpływ na skuteczność przekazywania informacji przez znaki ZZT w sytuacji, gdy są na nich wyświetlane również informacje mniej istotne z punktu widzenia sytuacji ruchowej, jest duży lub bardzo duży i powoduje deprecjację istotnych treści wyświetlanych na znakach. Ponad 63% respondentów wskazało, że tego rodzaju komunikaty rozpraszają uwagę kierujących, przekazując nieistotne z punktu widzenia ruchu drogowego informacje. Eksperci zwrócili również uwagę, że tego rodzaju komunikaty ewentualnie mogą być wyświetlane, jednakże tylko w uzasadnionych wypadkach, np. w ramach ogólnopolskiej kampanii na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego. Oczywiście tego rodzaju kampanie nie powinny ograniczać się wyłącznie do wyświetlania komunikatów na znakach ZZT, ale powinny również wykorzystywać inne środki przekazu informacji.

Pytanie nr 10: Eksperci byli zgodni odnośnie potrzeby wielokrotnego powtarzania na znakach o zmiennej treści komunikatów istotnych dla ruchu. Aż 88% respondentów wskazało, że komunikaty należy powtarzać 2 bądź 3 razy. Odległość między znakami umieszczonymi w poszczególnych przekrojach jezdni powinna zostać określona już na etapie projektowania. Ewentualna korekta może zostać wdrożona po dokonaniu obserwacji rozkładu ruchu, zachowania kierujących czy pojawiających się utrudnień. Eksperci wskazali kilka kryteriów, które mogą decydować m.in. o liczbie znaków ZZT w kilku przekrojach używanych do poinformowania kierujących o sytuacji ruchowej:

- stopień wpływu danego zdarzenia na bezpieczeństwo ruchu drogowego,
- stopień wpływu danego zdarzenia na płynność ruchu pojazdów,

More than 50% of experts indicated that the time required to read a sample message consisting of 2 phases should be well over 6 s. One specialist pointed out that the phase 1 message is too long and needs to be reworded or the display time for this phase of the message needs to be extended.

Question No. 5: In response, one expert suggested that yellow should also be used for temporary traffic management messages.

Question No. 6: The majority of respondents (59%) recommended 3 lines on text variable message signs as the maximum number of lines. At the same time, experts pointed out that three-line signs can be used exceptionally in places where the sign is visible from a considerable distance.

Question No. 7: In the question regarding the number of alphanumeric characters that can be displayed maximum on one line of a variable message sign, experts indicated very different values, ranging from 10 to 30 characters. The largest percentage of experts (36%) favoured the maximum number of characters on the sign to be 20. The experts pointed out, among other things, the need to standardize typefaces, resolution and the number of information units displayed on the signs.

Question No. 8: The vast majority of respondents (82%) supported the use of only CAPITAL letters on text signs as being more legible. However, experts pointed out that symbols for units of measurement should be displayed in lower case letters, e.g.: km, t.

Question No. 9: The respondents almost unanimously indicated that the impact on the efficiency of information transfer by VMS, when they also display information less important from the point of view of the traffic situation, is high or very high and depreciates the important content displayed on the signs. More than 63% of respondents indicated that such messages distract drivers by conveying information that is irrelevant to traffic. The experts also pointed out that such messages could possibly be displayed, but only in justified cases, e.g. as part of a nationwide road safety campaign. Obviously, such campaigns should not be limited to the display of messages on VMS, but should also use other means of communication.

Question No. 10: Experts agreed on the need to repeat traffic-relevant messages on variable message signs many times. As many as 88% of respondents indicated that messages should be repeated 2 or 3 times. The distance between signs placed in particular carriageway sections should be determined at the design stage. A possible adjustment can

- dostępność tras alternatywnych.

Według respondentów w wypadku zdarzeń mających duży wpływ na ruch drogowy oraz wysoki potencjał zagrożenia bezpieczeństwa ruchu drogowego, takich jak kolizje, wypadki czy roboty drogowe na pasie, informacje powinny być wyświetlane 2-3 odcinki międzywęzłowe przed zdarzeniem (odcinek międzywęzłowy – odcinek drogi łączący węzły na autostradzie lub drodze ekspresowej). Podobnie, jeżeli zdarzenie dotyczy płynności ruchu – np. zator, utrudnienia w ruchu czy kolejka na pasie wyłączenia – informacja również powinna być wyświetlana 2-3 odcinki międzywęzłowe przed miejscem zdarzenia. Szczegółowy sposób oznakowania określonych zdarzeń drogowych mających istotny wpływ na ruch powinien wynikać z dokładnej analizy m.in. układu drogowego, dostępnych tras alternatywnych, identyfikacji miejsc o zwiększonym prawdopodobieństwie wystąpienia zdarzeń oraz obserwacji zachowania kierujących.

Pytanie nr 11: Eksperti pozytywnie (73%) wypowiedzieli się za wprowadzeniem specjalnych piktogramów informujących o utrudnieniach znajdujących się w dużej odległości, np. 5 km. Przytaczane argumenty wskazywały m.in. na: czytelność piktogramów dla kierujących, którzy nie znają jęz. polskiego, czy wczesne informowanie o utrudnieniach w celu ułatwienia ewentualnego wyboru trasy alternatywnej. Jednocześnie eksperci przestrzegali przed wprowadzaniem kolejnych piktogramów znaków drogowych (w tym wypadku nowej kategorii znaków ostrzegawczych) ze względu na ewentualne trudności w interpretacji nowych komunikatów przez kierujących.

Pytanie nr 12: Aż 79% respondentów opowiedziało się za możliwością używania skróconych nazw miejscowości lub niektórych często powtarzających się i powszechnie znanych pojęć. W udzielonych odpowiedziach wskazywano jednak na konieczność pogłębionej analizy takich wypadków, potrzebę standaryzacji oraz ewentualne analogi do skrótów stosowanych na znakach odbłaskowych.

Pytanie nr 13: Minimalny czas ekspozycji komunikatu w klasycznym podejściu został przebadany przez wielu badaczy, m.in. w [6]. Niektóre badania [16] wykazały, iż w wypadku komunikatów wielofazowych skrócenie tego czasu o połowę zwiększa prawdopodobieństwo, że kierujący zobaczy co najmniej jednokrotnie każdą z faz komunikatu. Dobierając odpowiednie parametry znaku o zmiennej treści, w tym czas wyświetlania każdej fazy, oraz formułując odpowiednio treść komunikatu można osiągnąć taki stan, aby kierujący zobaczył każdą z faz co najmniej dwukrotnie. Wyniki takich badań zostały przedstawione w [16].

be implemented after the observation of traffic distribution, drivers' behaviour or occurring obstructions. Experts have identified several criteria that may determine, among others, the number of VMS in several sections used to inform drivers about the traffic situation:

- the degree of impact of the incident on road safety,
- the degree of impact of the incident on vehicle traffic flow,
- availability of alternative routes.

According to the respondents, in case of incidents with a high traffic impact and a high potential for road safety risk, such as collisions, accidents, or road works in the lane, the information should be displayed 2-3 interstitial sections before the incident (an interstitial section – a road section connecting interchanges on a motorway or expressway). Similarly, if the incident relates to traffic flow – e.g. congestion, obstruction or queuing in the deceleration lane – the information should also be displayed 2-3 interstitial sections before the incident. The detailed method of marking specific traffic incidents with a significant impact on traffic should result from a thorough analysis of, among others, the road layout, available alternative routes, identification of locations with an increased likelihood of incidents, and observation of driver behaviour.

Question No. 11: The experts were in favour (73%) of the introduction of special pictograms informing about obstructions located at a large distance, e.g. 5 km. The arguments cited included: legibility of pictograms for drivers who do not speak Polish, and early information about difficulties in order to facilitate the choice of an alternative route. At the same time, experts warned against introducing more pictograms of road signs (in this case a new category of warning signs) due to possible difficulties in interpreting the new messages by drivers.

Question No. 12: As many as 79% of respondents were in favour of the possibility to use abbreviated place names or some frequently repeated and commonly known terms. However, the responses indicated the need for an in-depth analysis of such cases, the need for standardization and possible analogies to the abbreviations used on reflective signs.

Question No. 13: The minimum message exposure time in the classical approach has been studied by many researchers, including in [6]. Some studies [16] have shown that for multiphase messages, halving this time increases the probability that the driver will see each phase of the message at least once. By choosing appropriate parameters of a variable message sign, including the display time of each phase, and formulating the message content accordingly, it is possible to achieve such a condition that the driver sees each phase at least twice. The results of such studies have been reported in [16].

5. WNIOSKI

Szybki rozwój sieci dróg pozwala zakładać, że znaki o zmiennej treści będą w Polsce w najbliższych latach coraz szerzej stosowane. ZZT mogą być bardzo skutecznym narzędziem do komunikacji z kierowcami.

W Polsce aktualnie brakuje jednoznacznych i jednolitych przepisów ogólnokrajowych, które regulowałyby zasady projektowania i warunki techniczne dla znaków o zmiennej treści. Obowiązujące przepisy są anachroniczne, zwłaszcza że były tworzone ponad 20 lat temu na podstawie ówczesnego stanu wiedzy. Ostatnie opracowania dotyczące znaków o zmiennej treści to „Warunki techniczne – Znaki drogowe o zmiennej treści ZZT-2011”, opracowane i wydane przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów we współpracy z Politechniką Śląską oraz „Warunki techniczne dotyczące znaków o zmiennej treści, znaków aktywnych i urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz warunki stosowania ich na drogach”, powstałe w ramach projektu „Warunki techniczne elementów infrastruktury drogowej stosowanych w organizacji ruchu na drogach” (2015 r.).

Należy podkreślić, że bez solidnych podstaw badawczych, na bazie których można byłoby stworzyć polskie standardy oznakowania o zmiennej treści, projektanci i eksperci w tej dziedzinie muszą polegać na własnej wiedzy, doświadczeniu oraz intuicji. Subiektywne podejście do zagadnienia prowadzi do braku spójności zmiennej organizacji ruchu w poszczególnych regionach kraju, co może dezorientować kierujących. Fakt, że ZZT zostały zaprojektowane przez różnych projektantów i wykonane przez różnych wykonawców nie powinien mieć wpływu na efektywność przekazu informacji. Czytelność przekazywanych komunikatów powinna być bezwzględna.

Znaki zmiennej treści objęte są systemem oceny i weryfikacji właściwości użytkowych „1”. System ten wymaga uzyskania przez producenta certyfikatu stałości właściwości użytkowych po przeprowadzonej ocenie zgodności wyrobu z wymaganiami. W tym celu producent musi opracować, wdrożyć i nadzorować zakładową kontrolę produkcji zgodnie z punktem 6 normy zharmonizowanej PN-EN 12966-1 [19]. Oceny dokonuje notyfikowana jednostka certyfikująca wyrób budowlany. Pozytywny wynik oceny uprawnia producenta do umieszczenia na wyrobie oznakowania CE i wystawienia deklaracji właściwości użytkowych przy wprowadzaniu wyrobu do obrotu.

Przystępując do projektowania konkretnego ZZT, należy określić technologię, która powinna być wykorzystana (znak o rysunku ciągłym lub znak o rysunku nieciągłym). Jeżeli uznano, że do przekazywania komunikatów będzie miał

5. CONCLUSIONS

The rapid development of the road network allows us to assume that variable message signs will be more and more widely used in Poland in the coming years. VMS can be a very efficient tool to communicate with drivers.

Poland currently lacks unambiguous and uniform national regulations governing the design principles and technical conditions for variable message signs. The current regulations are anachronistic, especially since they were created more than 20 years ago based on the state of knowledge at the time. The most recent studies on variable message signs include “Technical Conditions – Variable Message Signs VMS-2011”, developed and published by the Road and Bridge Research Institute in cooperation with the Silesian University of Technology, and “Technical conditions for variable message signs, active signs and road traffic safety devices and conditions for their use on roads”, developed within the project “Technical conditions for road infrastructure elements used in traffic organization on roads” (2015).

It should be emphasized that without a solid research base on which to create Polish standards of variable message signs, designers and experts in this field must rely on their own knowledge, experience and intuition. The subjective approach to the issue leads to a lack of consistency in the variable traffic management across regions of the country, which can confuse drivers. The fact that the VMS were designed by different designers and constructed by different contractors should not affect the efficiency of the communication. The legibility of the messages conveyed should be absolute.

Variable message signs shall be covered by the system for assessment and verification of performance “1”. This system requires the manufacturer to obtain a certificate of constancy of performance after assessment of conformity of the product with the requirements. For this purpose the manufacturer must develop, implement and supervise factory production control in accordance with section 6 of the harmonised standard PN-EN 12966-1 [19]. The assessment shall be performed by a notified body certifying the construction product. A positive assessment result entitles the manufacturer to affix the CE marking to the product and to issue a declaration of performance when marketing the product.

When starting to design a specific VMS, it is necessary to determine the technology that should be used (continuous drawing sign or discontinuous drawing sign). If it is considered that a discontinuous drawing sign is to be used for

zastosowanie znak o rysunku nieciągłym, należy określić, czy ZZT będzie znakiem predefiniowanym czy swobodnie programowanym.

Możliwość wyświetlania dowolnych komunikatów przez matrycowe znaki o zmiennej treści jest często nadużywana – prowadzi do wyświetlania nadmierowej liczby jednostek informacyjnych. Z punktu widzenia kierujących takie podejście uniemożliwia prawidłową recepcję i percepcję wyświetlanych komunikatów oraz może wpływać na zachowanie kierujących w sposób niezamierzony przez autorów projektu zmiennej organizacji ruchu. Gdy wyświetlane komunikaty są zbyt długie, aby kierowcy mogli je odczytać, zbyt skomplikowane albo niewłaściwie zaprojektowane, mogą prowadzić do dezorientacji kierujących, a skuteczność takich rozwiązań bardzo się deprecjonuje. Niewłaściwie zaprojektowane systemy ITS ze znakami ZZT mogą mieć nawet negatywny wpływ na ruch drogowy. Wyświetlane komunikaty powinny być zrozumiałe dla kierujących (również dla obcokrajowców), dlatego należy dążyć do standaryzacji i ujednolicenia zasad projektowania zmiennej organizacji ruchu co najmniej na obszarze Polski.

Ważną rolę w ocenie efektywności działania znaków ZZT odgrywają również aspekty techniczne i niezawodnościowe. Tablice RGB nieposiadające odpowiednich zabezpieczeń w wypadku uszkodzenia mogą emitować zniekształcone komunikaty. Może mieć to wpływ na proces zrozumienia wyświetlanych treści [20].

Zdaniem autorów artykułu, w Polsce istnieje również pilna potrzeba przeprowadzenia badań empirycznych w zakresie efektywności oznakowania o zmiennej treści, ujednolicenia standardów oznakowania ZZT oraz wymagań technicznych względem tego rodzaju oznakowania stosowanych przez różne jednostki administracji drogowej.

ZAŁĄCZNIK: Wprowadzanie wyrobów budowlanych na rynek

Podstawy prawne wprowadzania wyrobów budowlanych na rynek polski regulowane są przez Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EEG [21] oraz przez ustawę z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych [22].

Obecnie obowiązuje pięć systemów oceny i weryfikacji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych (1+, 1, 2+, 3, 4) opisanych w załączniku V do rozporządzenia (UE) nr 305/2011 [21] i Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 roku w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki

the transmission of messages it is necessary to specify whether the VMS will be a predefined or a freely programmable sign.

The ability of matrix variable message signs to display arbitrary messages is often abused – leading to the display of an excessive number of information units. From the drivers' point of view, such an approach prevents the correct reception and perception of the displayed messages and may influence drivers' behaviour in a way unintended by the authors of the project of variable traffic management. When messages displayed are too long for drivers to read, too complex, or poorly designed, they can lead to driver confusion and the effectiveness of such solutions is greatly diminished. Improperly designed ITS systems with VMS can even have a negative impact on traffic. Displayed messages should be understandable for drivers (also foreigners), therefore we should strive to standardize and unify principles of designing variable traffic management at least on the territory of Poland.

Technical and reliability aspects also play an important role in evaluating the performance of VMS. RGB boards without proper protection in case of damage may emit distorted messages. This may affect the comprehension process of the displayed content [20].

According to the authors of the article, in Poland there is also an urgent need to carry out empirical research on the efficiency of variable message signs, to unify the standards of VMS and the technical requirements for this type of signage used by different road administration units.

APPENDIX: Marketing of construction products

The legal basis for the marketing of construction products in Poland is regulated by Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011, laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC [21] and by the Act of 16 April 2004 on construction products [22].

At present, there are five systems of assessment and verification of performance of construction products (1+, 1, 2+, 3, 4) described in Annex V to the Regulation (EU) No. 305/2011 [21] and the Regulation of the Minister of Infrastructure of 11 August 2004 on conformity assessment systems, requirements to be met by notified bodies involved in the conformity assessment and methods of marking construction products with the CE marking [23].

uczestniczące w ocenie zgodności oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE [23].

W załączniku IV do rozporządzenia (UE) nr 305/2011 [21] wyszczególniono grupy wyrobów, w odniesieniu do których wymagana jest ocena i weryfikacja właściwości użytkowych. Znaki zmiennej treści znajdują się w grupie 12 „Urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wyposażenie dróg”. Wymagania dla tego wyrobu opisano w normie zharmonizowanej PN-EN 12966-1 [19], gdzie wskazano system oceny i weryfikacji właściwości użytkowych „1”. W systemie tym, zgodnie z [21] i [23], wymagana jest certyfikacja zgodności wyrobu budowlanego przez notyfikowaną jednostkę certyfikującą. W tym celu producentowi i jednostce przypisano zadania określone w Rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) nr 568/2014 z dnia 18 lutego 2014 r. zmieniającym załącznik V do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 dotyczący oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów budowlanych [24]. Zgodnie z tym rozporządzeniem:

- producent przeprowadza zakładową kontrolę produkcji i dalsze badania próbek, które pobiera w zakładzie produkcyjnym zgodnie z ustalonym planem badań;
- notyfikowana jednostka certyfikująca wyrób podejmuje decyzję w sprawie wydania, ograniczenia, zawieszenia lub wycofania certyfikatu stałości właściwości użytkowych wyrobu budowlanego na podstawie wyników ocen i weryfikacji przeprowadzonych przez tę jednostkę.

Art. 4 ust. 1 rozporządzenia (UE) nr 305/2011 [21] nakłada na producentów wyrobów budowlanych obowiązek sporządzenia deklaracji właściwości użytkowych przy wprowadzaniu do obrotu wyrobu budowlanego objętego normą zharmonizowaną. Wzór deklaracji wraz z instrukcją jej wypełnienia zawarty jest w Rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) nr 574/2014 z dnia 21 lutego 2014 r. zmieniającym załącznik III do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 w odniesieniu do wzoru, który należy stosować przy sporządzaniu deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych [25]. Przez sporządzenie deklaracji właściwości użytkowych producent przyjmuje na siebie odpowiedzialność za zgodność wyrobu budowlanego z zadeklarowanymi w ten sposób właściwościami użytkowymi. Wystawienie deklaracji właściwości użytkowych upoważnia producenta do oznakowania wyrobu znakiem CE. Ogólne zasady dotyczące oznakowania CE regulowane są przez Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 339/93 [26].

Annex IV to Regulation (EU) No. 305/2011 [21] lists the product groups for which assessment and verification of performance is required. Variable message signs are in group 12 “Road traffic safety devices. Road Equipment”. The requirements for this product are described in the harmonised standard PN-EN 12966-1 [19], where the system for assessment and verification of performance “1” is indicated. In this system, in accordance with [21] and [23], certification of conformity of the construction product by a notified certification body is required. For this purpose, the manufacturer and the body have been assigned the tasks set out in Commission Delegated Regulation (EU) No. 568/2014 of 18 February 2014 amending Annex V of Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council on the assessment and verification of constancy of performance of construction products [24]. According to this regulation:

- the manufacturer shall carry out factory production control and further tests on samples which it takes at the factory according to the prescribed test plan;
- the notified product certification body shall decide to issue, limit, suspend or withdraw the certificate of constancy of performance for the construction product on the basis of the results of the assessment and verification carried out by that body.

Article 4, section 1 of Regulation (EU) No. 305/2011 [21] requires manufacturers of construction products to draw up a declaration of performance when marketing a construction product covered by a harmonised standard. A template of the declaration together with instructions for its completion is included in Commission Delegated Regulation (EU) No. 574/2014 of 21 February 2014 amending Annex III to Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council as regards the model to be used for drawing up the declaration of performance of construction products [25]. By drawing up the declaration of performance the manufacturer shall assume responsibility for the conformity of the construction product with the performance thus declared. The issuance of the declaration of performance authorizes the manufacturer to mark the product with the CE marking. General rules concerning CE marking are regulated by Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products and repealing Regulation (EEC) No 339/93 [26].

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- [1] Krajowy System Zarządzania Ruchem, <http://kszr.gddkia.gov.pl>
- [2] *Guattari C., Blasiis M.R., Calvi A.*: The Effectiveness of Variable Message Signs Information: A Driving Simulation Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **53**, 2021, 692-702
- [3] *Mitas A., Konior A.*: Testowanie funkcjonalne znaków o zmiennej treści w kontekście bezpieczeństwa ruchu drogowego. *Logistyka*, **3**, 2014, 4447-4455 (CD-ROM)
- [4] *Mitas A.W., Konior A., Konior W.*: Niektóre aspekty skuteczności przekazu informacji w ruchu drogowym za pomocą znaków o zmiennej treści (VMS). *Paragraf na drodze. Prawne i kryminalistyczne problemy ruchu drogowego*, **6**, 2013, 51-63
- [5] *Thomas F.M., Charlton S.G.*: Inattention blindness and information relevance of variable message signs. *Accident Analysis and Prevention*, **140**, 2020, DOI: 10.1016/j.aap.2020.105511
- [6] *Kim T., Kim T., Oh C., Park B.J., Kim H.*: Drivers' Reading Time Model on Variable Message Signs. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, **5**, **8**, 2014, 632-640
- [7] *Kornalewski L., Szczepaniak Z., Mitas A.*: Warunki techniczne – znaki drogowe o zmiennej treści ZZT-2011. IBDiM, Seria S, zeszyt nr 83, Warszawa 2011
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz.U. z 2019 r., poz. 2311)
- [9] *Dadic I., Kos G., Brlek P.*: Application of Changeable Message Signs in Traffic. *Promet - Traffic - Traffico*, **15**, **5**, 2003, 307-314
- [10] *Sorensen K.*: Legibility of LED based variable message traffic signs. *Trafitec*, Lyngby, Denmark, 2011
- [11] *Gan H., Chen S.*: Why Do Drivers Change Routes? Impact of Graphical Route Information Panels. *ITE Journal*, **83**, **8**, 2013, 38-43
- [12] *Banerjee S., Jeihani M., Brown D., Ahangari S.*: Comprehensive Analysis of Dynamic Message Sign Impact on Driver Behavior: A Random Forest Approach. *Urban Science*, **4**, **4**, 2020, 49, DOI: 10.3390/urbansci4040049
- [13] *Kersavage K., Guler S.I., Pietrucha M.*: Analysis of Colored Variable Message Signs for Visibility and Comprehensibility. *Transportation Research Record*, **2674**, **1**, 2020, 125-134, DOI: 10.1177/0361198119900127
- [14] *Ullman B.R., Ullman G.L., Dudek C.L., Williams A.A.*: Driver Understanding of Messages Displayed on Sequential Portable Changeable Message Signs in Work Zones. *Transportation Research Record*, **2015**, **1**, 2007, 28-35, DOI: 10.3141/2015-04
- [15] *Dutta A., Fisher D.L., Noyce D.A., Deshmukh A.*: Use of Driving Simulator to Evaluate the Effect of Repetition on Variable Message Signs. *DSC North America 2003 Proceedings*, Dearborn, Michigan, October 8-10, 2003, <https://www.researchgate.net/publication/255584283>
- [16] *Ullman G.L., Ullman B.R., Dudek C.L., Trout N.D.*: Legibility Distances of Smaller Character Light-Emitting Diode (LED) Dynamic Message Signs for Arterial Roadways. *Texas Transportation Institute*, College Station, Texas, 2004, <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/404940-1.pdf>
- [17] *Blanch Micó M.T., Alba A.L., Messina C.*: ESG4-Mare Nostrum: The Working Book. *Dirección General de Tráfico*, Madrid, 2011
- [18] PN-EN 12966-1+A1:2019 Pionowe znaki drogowe - Znaki drogowe o zmiennej treści
- [19] *Bugdol M.N., Wijata A.M., Waclawska K., Piwowski S., Skotnicka M., Dyrda A.*: Sprawny przekaz informacji oznakowania VMS w aspekcie podstawowych umiejętności kierowcy. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, **13**, **4**, 2014, 309-320, DOI:10.7409/rabdim.014.019
- [20] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EEG
- [21] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 881)
- [22] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 roku w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE
- [23] Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 568/2014 z dnia 18 lutego 2014 r. zmieniające załącznik V do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 dotyczący oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów budowlanych
- [24] Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 574/2014 z dnia 21 lutego 2014 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 w odniesieniu do wzoru, który należy stosować przy sporządzaniu deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych
- [25] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 339/93