



Drogi zaufania

Zwiększanie Potencjału Na Rzecz Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Building Road Safety Capacity



**INFRASTRUKTURA
I ŚRODOWISKO**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚĆ



Generalna Dyrekcja
Dróg Krajowych i Autostrad

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.



Ocena czytelności informacji na tablicach zmiennej treści (VMS)

Jacek Oskarbski

Kazimierz Jamroz

Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Katedra Inżynierii Drogowej

Konsultanci: Lech Michalski – Politechnika Gdańska, Patryk Zakrzewski – ZDW Kraków,
Tomasz Mackun – Biuro TRAFIK

Komunikaty wyświetlane na znakach i tablicach zmiennej treści

Typowe komunikaty:

- informacja o incydentach drogowych (zdarzenia drogowe, zatłoczenie, utrudnienia w ruchu);
- wyłączenie pasa ruchu lub całej jezdni w sytuacji, gdy miało miejsce zdarzenie drogowe;
- roboty drogowe;
- sugerowane trasy objazdów;
- niekorzystne warunki atmosferyczne;
- ograniczenie prędkości ;
- odległości i czasy przejazdu do głównych punktów węzłowych;
- ostrzeganie o przekroczeniu dopuszczalnej prędkości lub zbyt małym odstępem od pojazdu poprzedzającego;
- informacja o wolnych miejscach parkingowych
- sterowanie ruchem (rozproszenie ruchu, kierowanie na trasy alternatywne, sterowanie prędkością)

Rozpoznawalność komunikatów o warunkach ruchu i czasach przejazdu trasami zdefiniowanymi



(a)



(b)



(c)

Tablice informacji drogowej: a)Japonia, b)Holandia, c)Wielka Brytania

Rozpoznawalność komunikatów o warunkach ruchu i czasach przejazdu trasami zdefiniowanymi



Zbyt skomplikowany i nieczytelny?

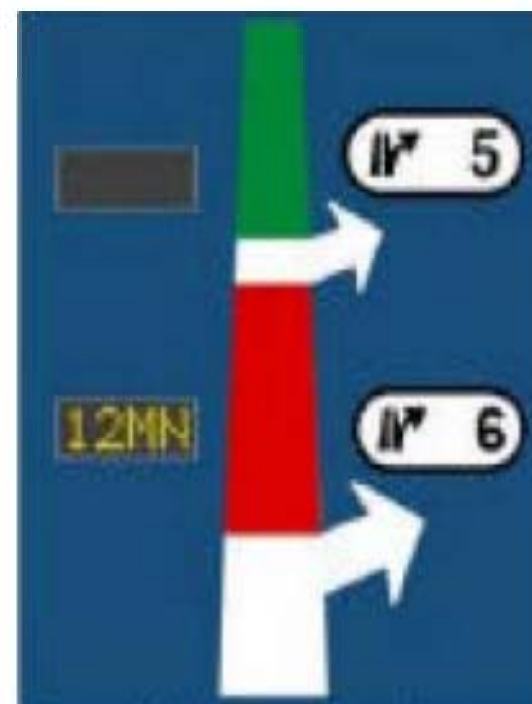
Rozpoznawalność komunikatów o warunkach ruchu i czasach przejazdu trasami zdefiniowanymi



(a)



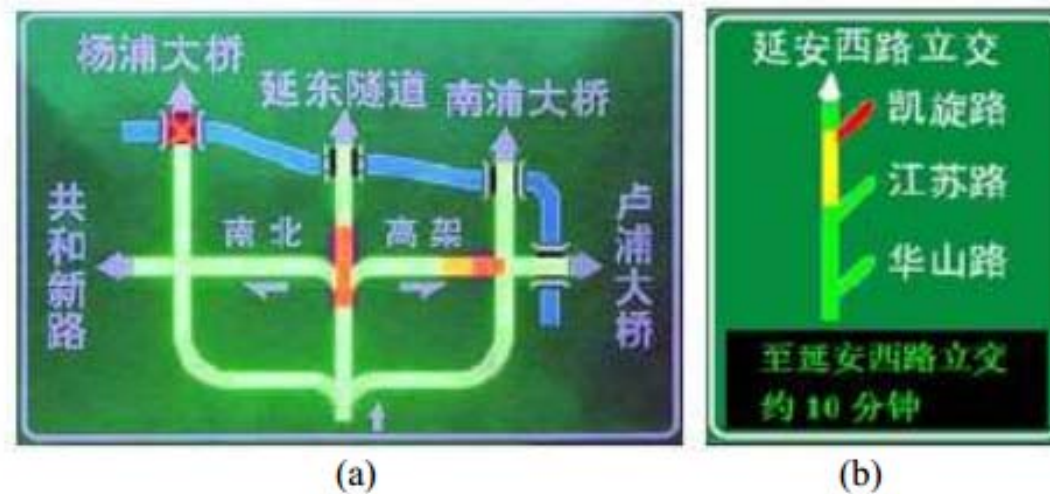
(b)



(c)

Tablice informacji drogowej a)Holandia, b)Austria, c)Francja

Rozpoznawalność komunikatów o warunkach ruchu i czasach przejazdu trasami zdefiniowanymi



Tablice informacji drogowej a,b) Chiny, c)Europa

Rozpoznawalność komunikatów o warunkach ruchu i czasach przejazdu trasami zdefiniowanymi



Na wybranej trasie wyświetlane są trzy kolory strzałek kierujących:

- **zielony** – brak utrudnień,
- **żółty** – utrudnienia powodujące nieznaczne wydłużenie podróży,
- **czerwony** – utrudnienia powodujące znacznego wydłużenia podróży daną trasą

Rozpoznawalność komunikatów o warunkach ruchu i czasach przejazdu trasami zdefiniowanymi

TRÓJMIASTO (Projekt)



Rozwiązanie zgodne ze „Szczegółowymi warunkami technicznymi dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa drogowego i warunków ich umieszczania na drogach”, ale czy przez to bardziej czytelne?

Zasady budowy czytelnego komunikatu

Czynniki umożliwiające szybkie odczytanie, interpretację komunikatu i reakcję na podaną informację:

- **liczba linii wyświetlanego tekstu**, liczba znaków alfa-numerycznych w jednej linii oraz wielkość liter
- **układ tekstu** (lub piktogramów), czcionka, wiadomość jest jedno czy dwujęzyczna, wyświetlana pojedynczo czy w dwóch nasypujących po sobie komunikatach
- **obecność innych znaków drogowych** oraz np. zmiana organizacji ruchu w obrębie znaku (konieczność zmiany pasa ruchu lub wykonania manewru po odczytaniu znaku), czyli czynniki, które dodatkowo kierowca musi uwzględnić podczas jazdy i manewry, które musi wykonać w reakcji na odczytanie znaku



Zasady budowy czytelnego komunikatu

Należy wyświetlać ograniczoną liczbę słów i znaków.

W krajach objętych programem Viking wyświetlane jest w jednym komunikacie maksymalnie 3 wiersze.

W Danii maksymalna ilość znaków w jednej linii wynosi 7 a w pozostałych krajach - 20 (Finlandia, Norwegia, Szwecja). Maksymalna ilość słów wynosi od czterech w Danii do ośmiu w Szwecji i Norwegii. „White book” zaleca ograniczenie liczby wyświetlanych słów do siedmiu.

Nie należy wyświetlać komunikatu w postaci przesuwającego się tekstu. Również informacja przekazywana jako sekwencja następujących po sobie komunikatów nie jest zalecana. Według amerykańskich wytycznych dopuszczalne są dwa następujące po sobie komunikaty.

Zalecane jest stosowanie powtarzalnych i standardowych piktogramów, których odczytanie jest szybsze.



K. Jamroz / J. Oskarbski

Zasady budowy czytelnego komunikatu

W przypadku złego zaprojektowania komunikatów lub podawania komunikatów błędnych lub nieistotnych istnieje ryzyko, że **znak zmiennej treści straci wiarygodność** i wyświetlane na nim komunikaty będą ignorowane przez kierowców.

Wyświetlanie komunikatów nieadekwatnych do rzeczywistych warunków lub nieuzasadnionych – powoduje **ograniczenie zaufania kierowców** do wyświetlanych treści a zatem efektywność rozwiązań.

Niepożądanym skutkiem nieodpowiedniej formy i treści znaku jest **rozproszenie uwagi kierowcy** mogące prowadzić np. do nieoczekiwanego zwalniania przez kierowców w obrębie tablicy czy nawet do kolizji lub wypadku

Błędy w wyświetlaniu komunikatów

Błędne informacje

Nieaktualne informacje

Informowanie o długookresowych zmianach w ruchu (kierowca widząc dłuższy czas ten sam komunikat, przestaje zwracać uwagę na treść) – np. komunikat „PUNKT POBORU OPŁAT ZA ...km ZWOLNIJ!”, ponieważ lokalizacja punktu poboru opłat jest stała. Jeżeli zamysłem jest ograniczenie prędkości w zależności od długości kolejki w punkcie poboru opłat, to bardziej trafnym i w większym stopniu oddziałującym na kierowców wydaje się być komunikat „UWAGA ZATOR! ZWOLNIJ!” ze stosownym, stopniowym ograniczeniem prędkości (dynamiczne ograniczanie prędkości)



Błędy w wyświetlaniu komunikatów

Często powtarzająca się ta sama informacja

Niezrozumiałe komunikaty; komunikat, który jest niepełny, niezrozumiały lub nie ma znaczenia dla kierowcy (np. informacja „Zachowaj ostrożność”, dane o temperaturze powietrza i temperaturze jezdni. Większość kierowców nie zna warunków, w których występuje oblodzenie jezdni (obie temperatury mogą **wskazywać** powyżej zera, a oblodzenie i tak może wystąpić) – dlatego z punktu widzenia bezpieczeństwa bardziej właściwa jest informacja „OBLODZENIE JEZDNI” lub „UWAGA ŚLISKA JEZDNIA”)

Zbyt długie komunikaty, nadmiar informacji, źle dobrana i nieczytelna grafika,



Czytelność znaków

Czytelność:

- teoretyczna mierzona odległością, z której znak może być odczytany przy nieograniczonym czasie obserwacji,
- praktyczna, mierzona odległością, z której znak umieszczony w polu ostrego widzenia może być odczytany przy czasie obserwacji rzędu 2 - 6 sekund (wytyczne amerykańskie) w zależności od struktury komunikatu, wielkości czcionki, liczby wierszy, długości frazy, kontrastu, luminacji (w dzień i w nocy), koloru tła tablicy, otoczenia tablicy itp.

W przypadku znaków i tablic zmiennej treści decydująca jest czytelność praktyczna zależna od prędkości jazdy.

Równie istotna jest rozpoznawalność - cechy znaku powodujące jednoznaczną identyfikację jego znaczenia, od której zależna jest czytelność.

Czytelność znaków

Uwarunkowania:

➤ Percepcja widzenia:

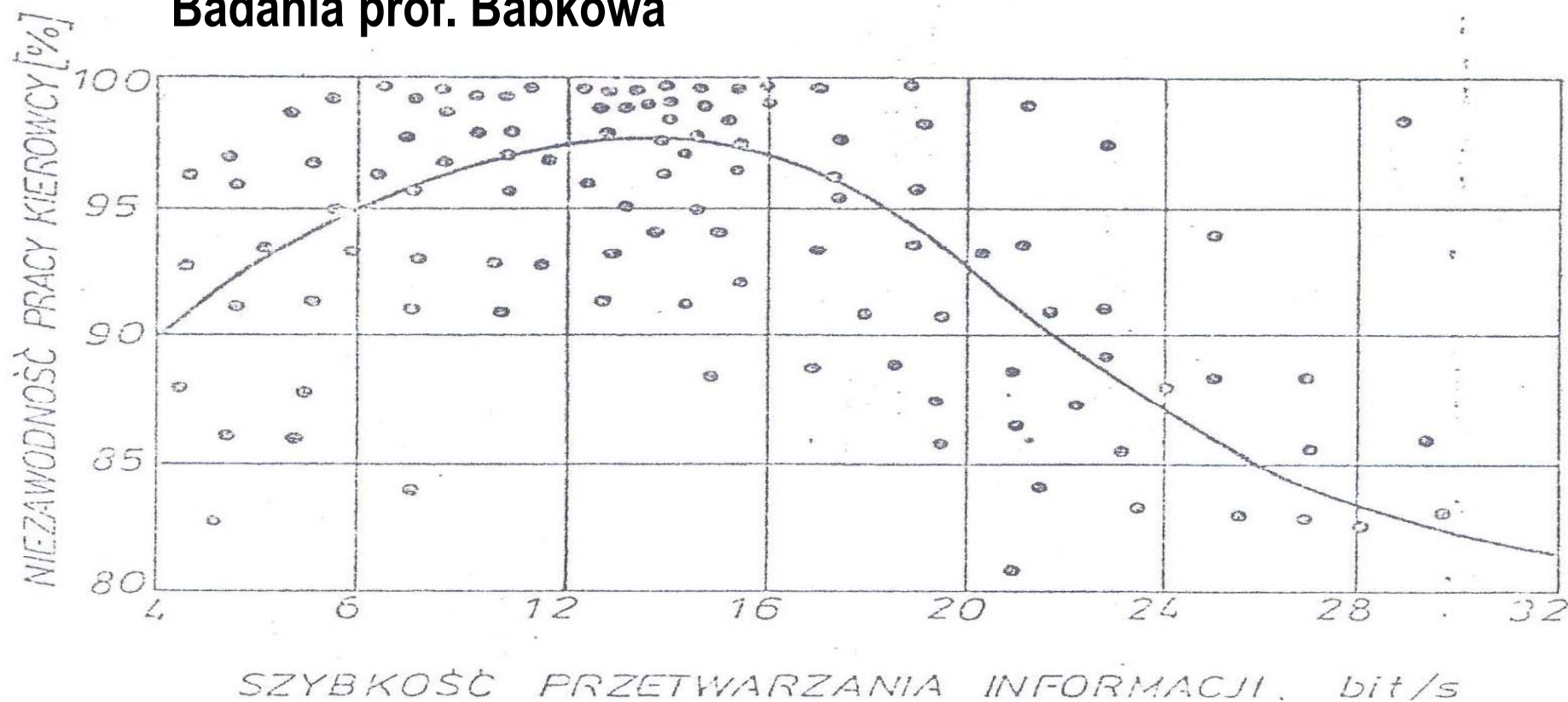
- zdolność adaptacji do ciemności,
- wrażliwość na olśnienie, oko ludzie automatycznie zwraca się w stronę najjaśniejszego punktu,
- stereoskopowe widzenie,
- rozpoznawanie barw,
- zakres pola widzenia.

➤ Zakłócenia percepcji:

- oderwanie wzroku od zadań kierowcy na drodze na czas 1.6 sekundy i dłużej prowadzi do zwiększenia liczby zdarzeń drogowych,
- cyfrowe znaki (szybko zmienne) mogą przykuć wzrok na dłużej niż 1.6 s a czas ten jest często znacznie większy, w przypadku znaków i reklam dynamicznych czas ten jest dłuższy niż w przypadku znaków i reklam statycznych

Zdolność przetwarzania informacji

Badania prof. Babkowa



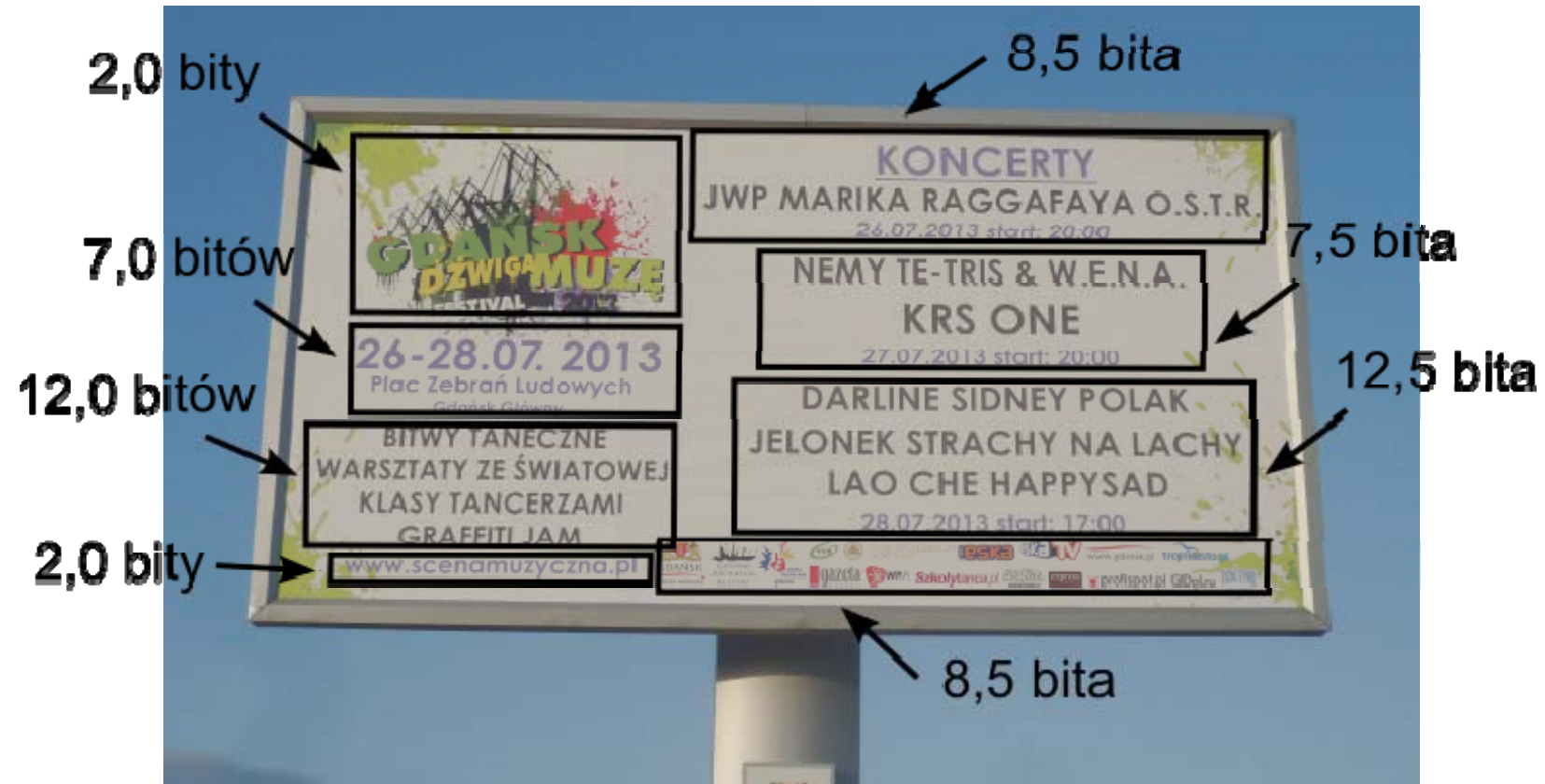
Nowsze badania mówią o szybkości przetwarzania informacji 10 bit/s

Treść – wielkość informacji

Obiekt	Ilość bitów
wyrazy do 8 liter	1,0
wyrazy ponad 8 liter	2,0
numery do 4 cyfr	0,5
numery od 5 do 8 cyfr	1,0
symbol lub skrót	0,5
duże logo lub znak graficzny	2,0

Zasady przeliczania treści znaku na bity

Lokalizacja reklam widzianych z drogi



Suma = 60,0 bitów

Przykład przekroczenia liczby bitów

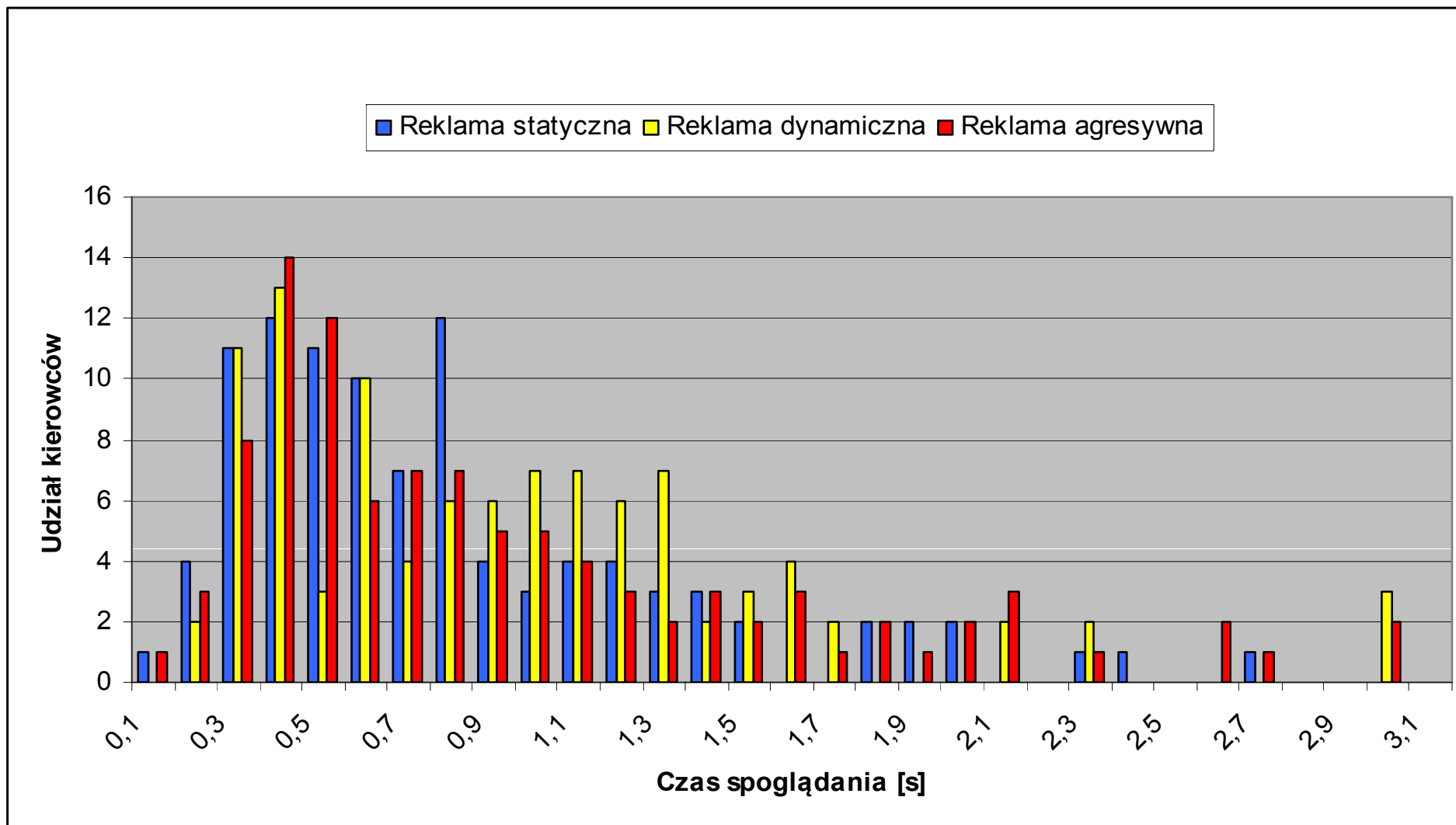
Lokalizacja reklam widzianych z drogi



Suma = 4,0 bity

Przykład dobrej liczby bitów

Czas spoglądania na znak lub reklamę

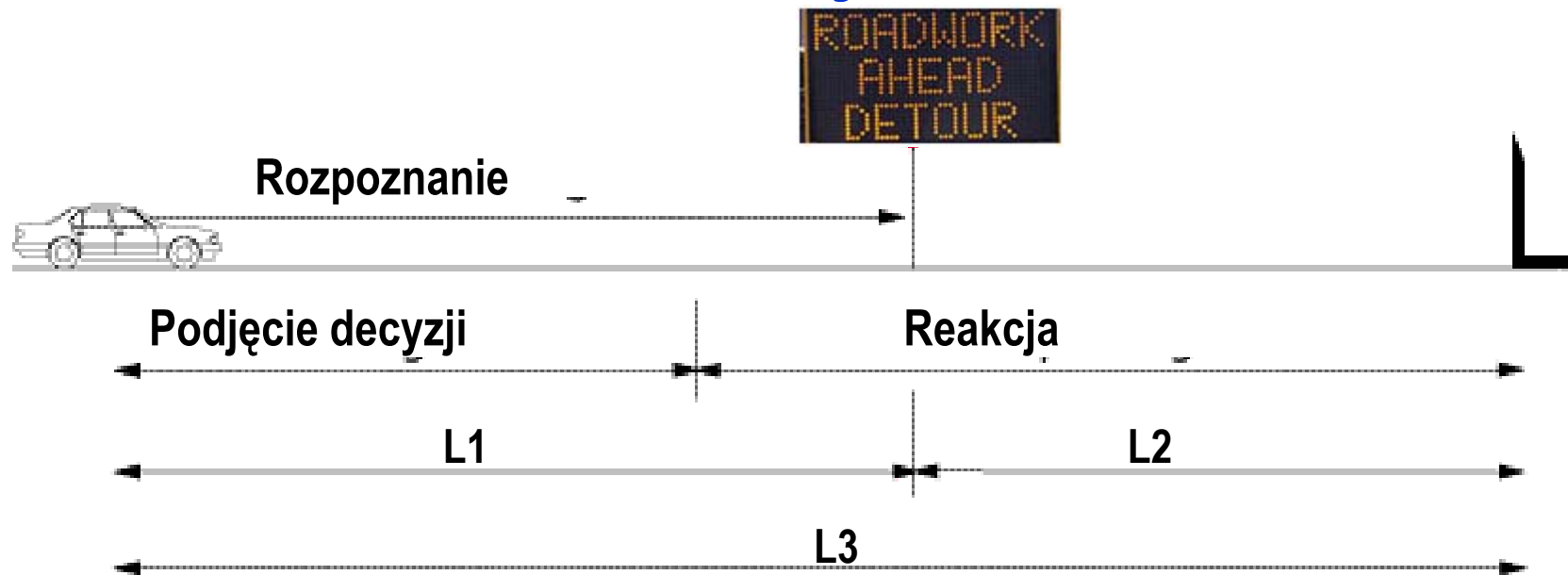


Znaki dynamiczne i cyfrowe

Uwagi i zalecenia:

- **Maksymalna wartość luminancji znaków cyfrowych:**
 - **nocą nie więcej niż - 400 cd/m²,**
 - **w dzień nie więcej niż - 5000 cd/m²,**
- **Najczęstsza zmiana statycznego obraz co 10 s**

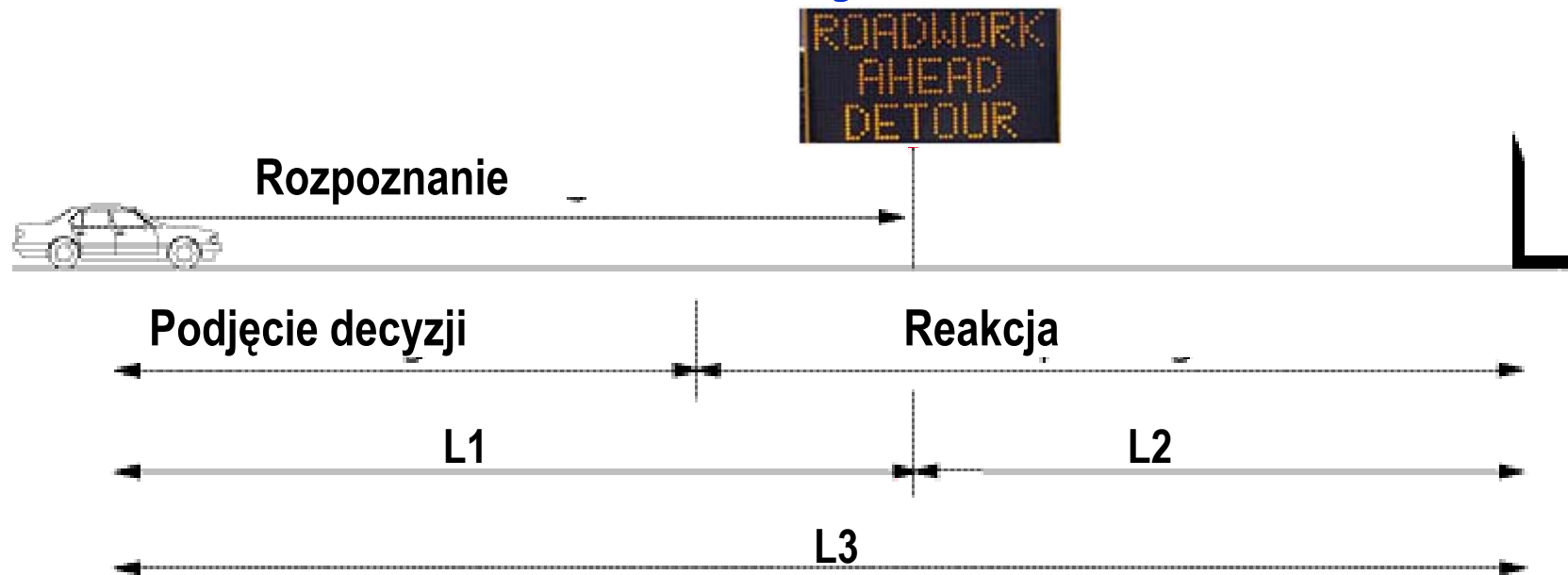
Lokalizacja tablicy lub znaku zmiennej treści



Po rozpoznaniu znaku drogowego od uczestnika ruchu możemy oczekiwać następujących reakcji:

- zmiany prędkości jazdy,
- korekty kierunku jazdy,
- wzrostu poziomu uwagi ze względu na możliwe zagrożenia przy utrzymaniu kierunku jazdy i prędkości.

Lokalizacja tablicy lub znaku zmiennej treści



Odległość L1 – jako funkcja percepcji znaku, tj. zależna od liczby wyrazów, wielkości liter na znaku oraz prędkości dopuszczalnej (nie mniejsza niż: 90 m dla $V_{dop.} = 50 \text{ km/h}$ oraz 150 m dla $V_{dop.} = 130 \text{ km/h}$),

Odległość L2 – jako funkcja długości drogi hamowania w reakcji na informacje na znaku (nie mniejsza niż: 45 – 55 m dla $V_{dop.} = 50 \text{ km/h}$ oraz 300 – 400 m dla $V_{dop.} = 130 \text{ km/h}$),

Odległość L3 – jako funkcja percepcji znaku i czasu reakcji (ok. 135 - 145 m dla $V_{dop.} = 50 \text{ km/h}$ oraz 450 – 550 m dla $V_{dop.} = 130 \text{ km/h}$),

Wysokość liter na znakach

Zależność pomiędzy wysokością liter na znakach, a prędkością i liczbą wyrazów:

$$H=0,14 \cdot N \cdot V + 11,4 \cdot S$$

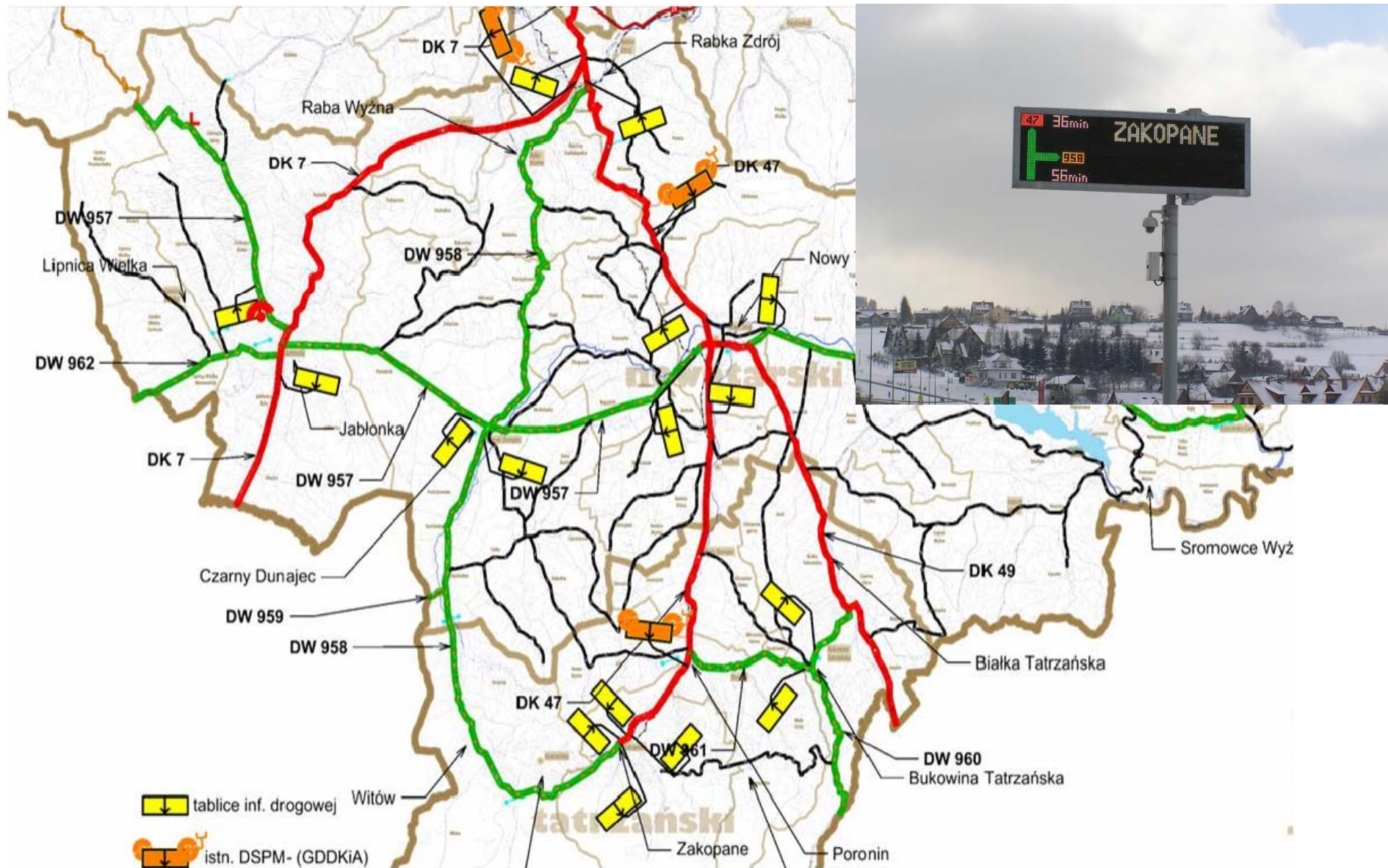
H – wysokość liter [mm],

N – liczba wyrazów,

V – prędkość jazdy [km/h],

S – odległość od środka znaku do środka pasa drogowego [m].

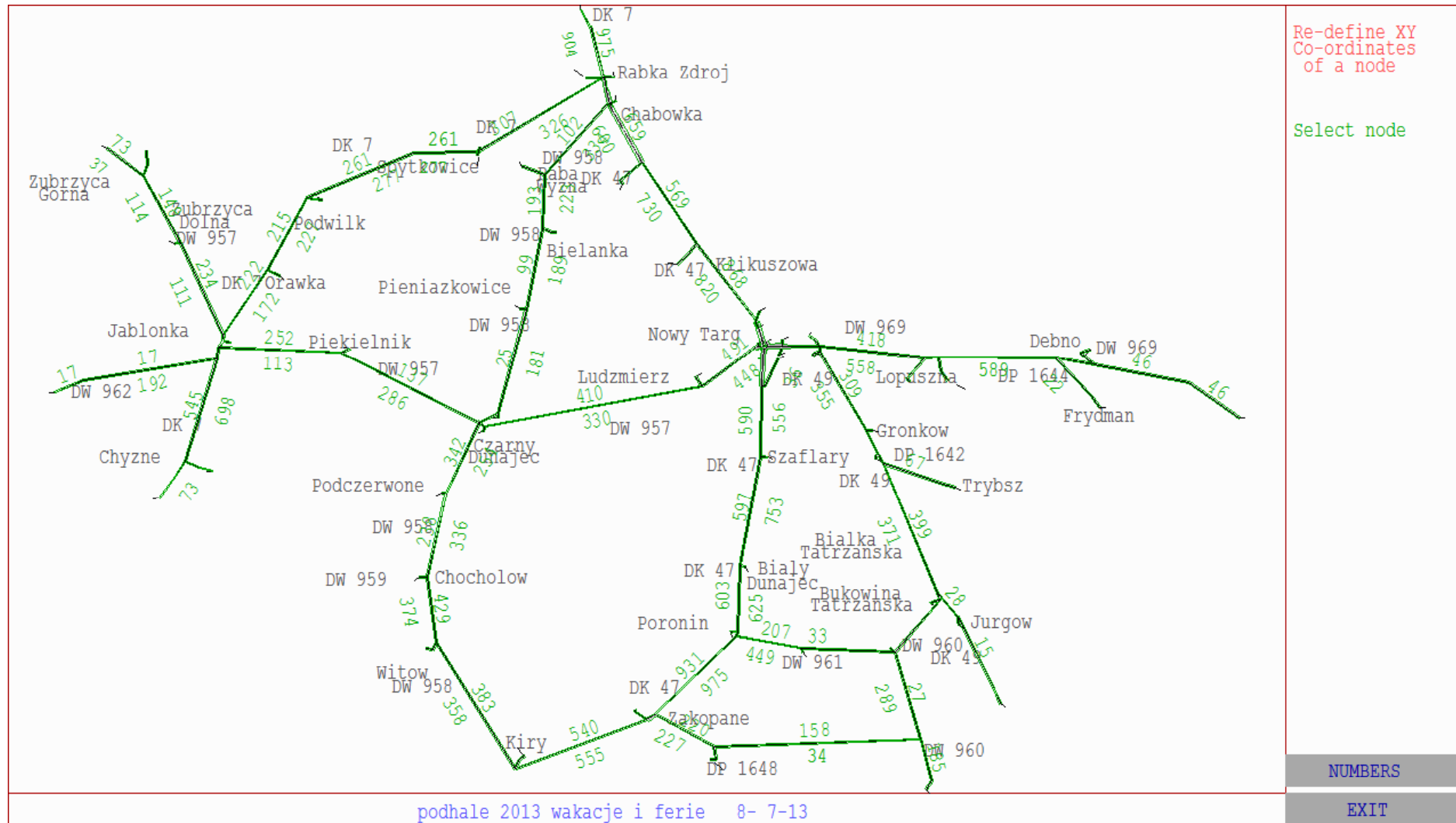
System Podhalański - ISSRRP



K. Jamroz / J. Oskarbski

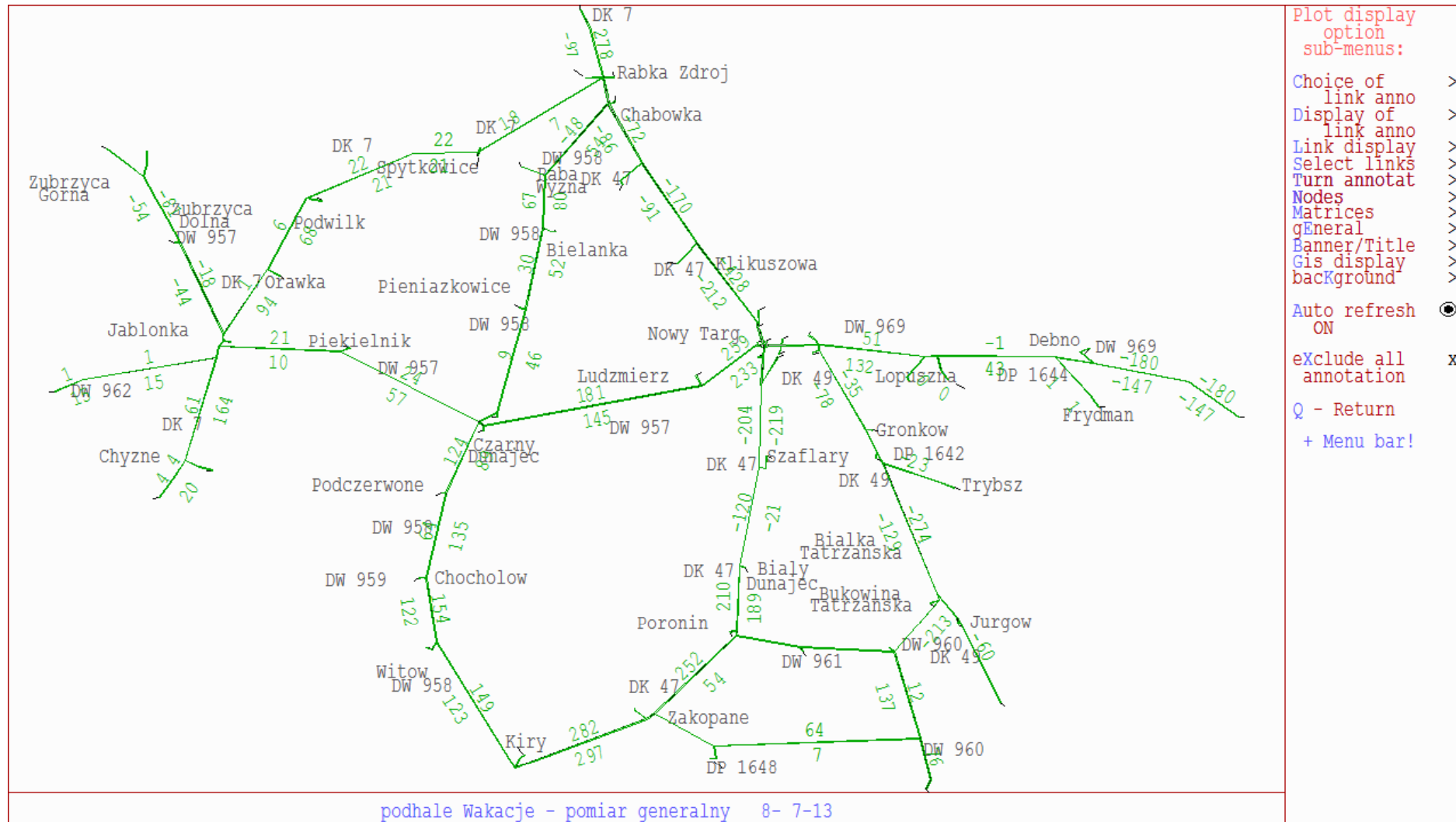
System Podhalański - ISSRRP

Natężenie ruchu, okres wakacyjny, szczyt popołudniowy



System Podhalański - ISSRRP

Natężenie ruchu, okres wakacyjny, szczyt popołudniowy, różniaca 2012 - 2010



- Plot display
option
sub-menus:
- Choice of link anno >
 - Display of link anno >
 - Link display >
 - Select links >
 - Turn annotat >
 - Nodes >
 - Matrices >
 - General >
 - Banner/Title >
 - Gis display >
 - background >
 - Auto refresh ☒ ON
 - Exclude all annotation ☒ X
 - Q - Return
 - + Menu bar!

System Podhalański - ISSRRP

Ocena skuteczności

Oszacowano (na podstawie analizy danych zarejestrowanych w systemie i symulacji ruchu) , że trasę na kierunku Rabka Zdrój – Zakopane (i z powrotem) zmieniało w godzinach szczytowych:

- w typowym dniu tygodnia - ok. 10 - 15 % kierowców,
- podczas powrotu z weekendu (analizowano scenariusz powrotu z weekendu w grudniu) – ok. 15-20% kierowców
- w wakacje – zmiana turnusów – ok. 30-45% kierowców,
- w dni targowe – ok. 20%.

Przy czym im gorsze były warunki ruchu na drodze DK 47, tym więcej kierowców wybierało DW 958 i tym samym efektywność wzrastała (pod względem czasu przejazdu).

System Podhalański - ISSRRP

Ocena skuteczności

Analizy sprawności sieci w typowym dniu tygodnia wskazują na bardziej racjonalny rozkład ruchu po wprowadzeniu ISSRRP, zarówno w typowym dniu tygodnia, jak i w dniach nietypowych (weekend) oraz podczas incydentów.

Wprowadzenie systemu przyczyniło się do poprawy ogólnej sprawności sieci dróg na Podhalu:

- spadek pracy przewozowej o 15% (13%),
- spadek całkowitego czasu podróży o 15% (22%), ,
- spadek emisji spalin i zużycia paliwa o 15% (11 - 17%), ,
- zmniejszenie liczby zatrzymań (skrzyżowania z sygnalizacją i wloty podporządkowane) o 30% (59%), .

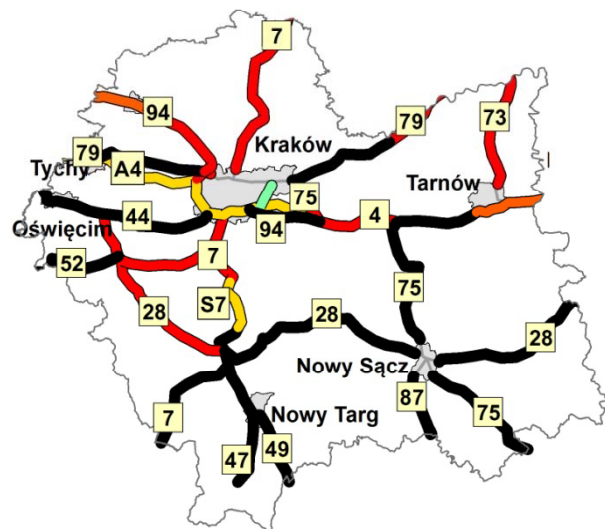
Ponadto rozproszenie ruchu przyczyniło się do zmniejszenia czasu przejazdu o ok. 5% (35%), na wybranych trasach:

- Zakopane - Czarny Dunajec - Rabka-Zdrój
- Rabka-Zdrój - Nowy Targ - Zakopane

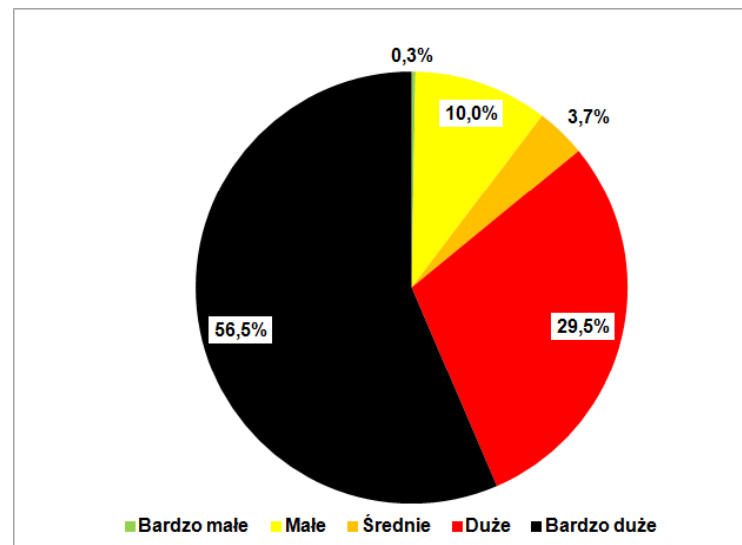
Natomiast na pozostałych trasach nie wystąpiły różnice w czasach przejazdu

Województwo małopolskie

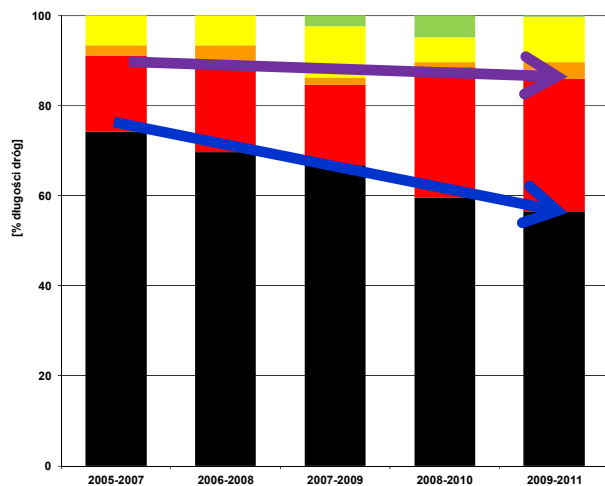
Ryzyko indywidualne 2009-2011



Ryzyko indywidualne 2009-2011

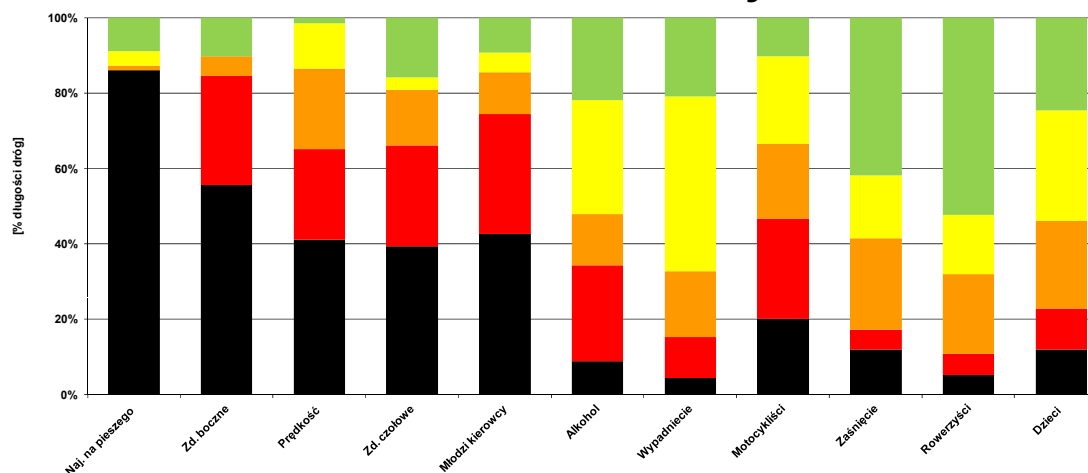


Zmiana w latach



Legenda: ■ Bardzo małe ■ Małe ■ Średnie ■ Duże ■ Bardzo duże

Problemy



System Podhalański – ISSRRP

Ocena bezpieczeństwa ruchu

Z analizy bezpieczeństwa ruchu wynika, że na wszystkich analizowanych drogach, na których został wdrożony Inteligentny System Sterowania Ruchem Regionu Podhalańskiego, zarejestrowano w ciągu jednego roku spadek liczby zdarzeń niebezpiecznych (o 94 kolizji i wypadków drogowych) oraz ofiar wypadków (o 56 ofiar rannych i 6 ofiar śmiertelnych),



System Podhalański - ISSRRP

Ocena czytelności i lokalizacji tablic

LP	Lokalizacja	Odległość tablicy do punktu decyzji	Droga	Kierunek	Prędkość dopuszczalna	Przekrój drogi	Obszar zabudowany	Widoczność tablicy	Możliwość odczytu oznaczeń w odl. od tablicy	Odczyt zakończony po przejechaniu	Zmiany organizacji ruchu, inne znaki	Dostępna odległość od przeczytania do podjęcia decyzji	Czas na podjęcie decyzji i manewr (od odczytu)	Dostępny czas na wykonanie manewru
		[m]			[km/godz]			[m]	[m]	[m]		[m]	[s]	
1	skrzyż. DK7-DK47	30	DK7	Zakopane	50	1/2	tak	200	99	28	czytelność może zakłócać autobus na przystanku	101	7,3	wystarczający
2	skrzyż. DK47-DW958	230	DK47	Zakopane	100	2/2	nie	>200	99	56		273	9,8	wystarczający
3	skrzyż. DK47-DW957	50	DK47	Zakopane	100	2/2	nie	>200	99	56		93	3,4	wystarczający
4	skrzyż. DK47-DW957	10	DK47	Kraków	100	2/2	nie	>200	99	56		53	1,9	wystarczający
5	skrzyż. DK47-DW957-DK49	110	DW957	Zakopane	50	2/2	tak	120	99	28		181	13,0	wystarczający
6	skrzyż. DK49-DW969-DK49	130	DW969	Zakopane	50	1/2	tak	>200	99	28		201	14,5	wystarczający

System Podhalański - ISSRRP

Ocena czytelności i lokalizacji tablic

Analizując formę informacji zawartych na tablicach informacji drogowej można stwierdzić, że:

- ISSRRP wpisuje się pod tym względem w kierunku sposobu przekazywania informacji z wykorzystaniem kolorów;
- **kierowcy intuicyjnie odczytują przekazywane informacje** (nawet widząc tablicę po raz pierwszy), ponadto u niektórych poza intuicją istotne jest doświadczenie z podróży po innych krajach, w których takie rozwiązania funkcjonują,
- **postawienie na wjazdach do obszaru funkcjonowania ISSRRP tablicy ze schematem sieci dróg** (obejmującej schemat sieci), wzmocniłoby czytelność istniejących tablic w jeszcze większym stopniu.
- system informacji o warunkach podróży może przyczyniać się nie tylko do rozproszenia ruchu na drogi regionu, ale również do wyboru pory podróży (kierowcy rezygnują z podróży lub przesuwają wyjazd na inną porę).

System Podhalański - ISSRRP

Ocena funkcjonowania

W przypadku systemów służących optymalizacji rozkładu ruchu w sieci (np. ISSRRP) zasadne jest rozważenie zastosowania algorytmu, który umożliwia prognozowanie zmian warunków ruchu i w konsekwencji zmiany czasów przejazdu poszczególnymi trasami w porównaniu do informacji wyświetlanych przez system, co może osłabić zaufanie kierowców do tych informacji i osłabienie efektywności.

W celu usprawnienia procesów analizy oraz umożliwienia pozyskiwania danych do celów planistycznych, zasadne byłoby również usprawnienie interfejsu użytkownika poprzez podawanie czasów przejazdu poszczególnymi odcinkami sieci drogowej oraz zastosowanie procedury pozwalającej na tworzenie dynamicznych macierzy podróży z wykorzystaniem kamer ANPR.



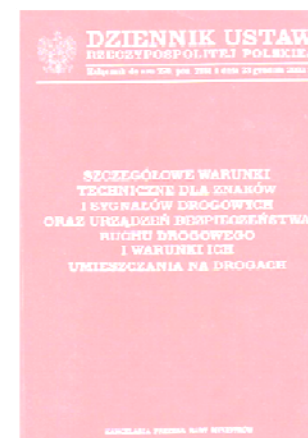
Wnioski

1. **Tablica zmiennej treści powinna być usytuowana** w takiej odległości od miejsca wykonania ewentualnego manewru i tak widoczna aby kierowca mógł odczytać wyświetlany komunikat i mieć czas na wykonanie odpowiedniego manewru. Na ten czas wpływają: prędkości jazdy, odległość do znaku i uwarunkowania lokalne.
2. Zgodnie z polskim prawem, **wysokość liter na znakach zmiennej treści** zależy od rodzaju drogi (niemniej powinna być brana pod uwagę również co najmniej prędkość dopuszczalna na drodze).
3. Rozporządzenie o znakach i sygnałach drogowych traktuje o znakach zmiennej treści, tablicach tekstowych o zmiennej treści oraz tablicach informacyjnych, pokazujących komunikaty tekstowe. Jednakże **interpretacja polskich przepisów jest niezwykle trudna** i niewątpliwie wymagają one wielu uzupełnień.
4. W **Rozporządzeniu Ministra nie zawarto** wytycznych dotyczących dopuszczalnych treści, wyświetlanych na znakach lub tablicach zmiennej treści oraz wielu innych wymogów, podlegających ocenie, przedstawionych w prezentacji.



Wnioski

5. Wobec różnorodności stosowanych rozwiązań **istnieje konieczność ustalenia zasad szacowania czasu odczytu** w zależności od struktury komunikatu, wielkości czcionki i określenie odległości, z której komunikat jest odczytywany lub/i standaryzacji stosowanych rozwiązań.
6. **Dobrym krokiem w kierunku wprowadzenia czytelnych zasad** było opracowanie Warunków Technicznych - Znaki drogowe o zmiennej treści ZZT-2011, IBDiM.
7. **Jednakże regulacje prawne, wytyczne i instrukcje wymagają uzupełnienia** o uwzględnienie problemów poruszanych w prezentacji, czego dowodem są braki wiedzy projektantów – inżynierów ruchu podczas wdrożeń oraz brak doświadczenia, ze względu na to, że rozwiązania wprowadzane są od niedawna na szerszą skalę.



Wnioski

8. W przypadku kierowania pojazdów trasy alternatywne np. na autostradzie, **należy opracować (na podstawie badań) zasady wyznaczania tras alternatywnych** za pomocą modeli uwzględniających krótkoterminowe prognozy ruchu z uwzględnieniem dynamicznego rozkładu ruchu..
9. W przypadku dróg ekspresowych przechodzących w obrębie miast, **konieczna jest zatem kompatybilność i komplementarność rozwiązań systemów zarządzania na drogach krajowych z systemami miejskimi.** 10.
10. Kierowanie pojazdów na trasy alternatywne jest bardzo utrudnione ze względu na mnogość zarządców drogi występujących na obszarze gdzie takie trasy występują. Zatem budowa zaawansowanych systemów zarządzania ruchem może być prowadzona etapowo. Na przykład w Trójmieście sieć ulic jest w zarządzie 3 samorządów, Obwodnice Trójmiasta w Zarządzie GDDKiA, drogi wojewódzkie (ZDW) i powiatowe – 3 powiaty).

Dziękuję za uwagę

kazimierz.jamroz@wilis.pg.gda.pl

jacek.oskarbski@wilis.pg.gda.pl