

Percepcja znaków drogowych przez kierowców – analiza uwagi wzrokowej z użyciem mobilnego *eyetrackera*¹

PIOTR SZYMAŃSKI

dr, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, Pracownia Neuropsychologii i Użyteczności, ul. Garbary 2, 85-229 Bydgoszcz, tel. +48 52 3226552, e-mail: piotr.szymanski@byd.pl

REMIGIUSZ KOC

dr, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, Pracownia Neuropsychologii i Użyteczności, ul. Garbary 2, 85-229 Bydgoszcz, tel. +48 52 3226552, e-mail: remigiusz.koc@byd.pl

ROBERT LAUKS

mgr, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, Pracownia Neuropsychologii i Użyteczności, ul. Garbary 2, 85-229 Bydgoszcz, tel. +48 52 3226552, e-mail: robert.lauks@byd.pl

PAULINA MARKIEWICZ

mgr, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, Pracownia Neuropsychologii i Użyteczności, ul. Garbary 2, 85-229 Bydgoszcz, tel. +48 52 3226552, e-mail: paulina.markiewicz@byd.pl

Streszczenie: W artykule zaprezentowano przebieg badań nad wybranymi aspektami bezpieczeństwa w ruchu drogowym, przeprowadzonych z wykorzystaniem aparatury *eyetrackingu* mobilnego (SMI Eye Tracking Glasses; częstotliwość próbkowania 60Hz, rozdzielczość nagrania 720p). Celem badania było określenie charakterystyki procesów percepcji oznakowania pionowego i poziomego na testowych odcinkach dróg publicznych (wybranych po wcześniejszym ustaleniu z Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad w Bydgoszczy – odcinek drogi krajowej oraz Zarządem Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy – odcinek drogi miejskiej). Badania przeprowadzono na grupie 20 osób, włączonych do grupy badanych na zasadzie losowego doboru. Grupa osób badanych charakteryzowała się zróżnicowanym poziomem umiejętności w zakresie prowadzenia pojazdów. Zebrane w trakcie badania dane i wyniki pozwoliły na stworzenie tzw. map cieplnych, stanowiących podstawę dalszej jakościowej analizy percepcji oznakowania pionowego i poziomego. Analiza danych ilościowych i jakościowych zebranych w ramach badań pozwoliła na sformułowanie konkretnych zaleceń w zakresie poprawy bezpieczeństwa w ruchu drogowym w odniesieniu do analizowanych fragmentów dróg publicznych. Badania mają charakter eksploracyjny. Potwierdziły potencjalną użyteczność zastosowanej metodologii *eyetrackingu* mobilnego w optymalizacji oznakowania dróg publicznych oraz wskazują zasadność prowadzenia dalszych badań w tym zakresie.

Słowa kluczowe: percepcja znaków drogowych, mapy cieplne, bezpieczeństwo drogowe, mobilna okulografia/*eyetracking*

Wprowadzenie

W literaturze przedmiotu można odnaleźć szereg publikacji poruszających zagadnienie dotyczące postrzegania i prawidłowego rozpoznawania elementów znajdujących się w pasie drogowym (zarówno oznakowania pionowego, jak również nie będących klasycznym elementem infrastruktury). Jednakże możliwości ich praktycznego wykorzystania w opracowaniu konkretnych, bezpośrednich rekomendacji dla bezpieczeństwa w ruchu drogowym (lub rekomen-

cji dla konkretnych odcinków dróg) w większości przypadków wydają się być ograniczone. Trudność w aplikacji zgromadzonego dorobku naukowego do praktyki dotychczas związana była przede wszystkim ze stosowaniem nieporównywalnych lub stricte laboratoryjnych metod pomiaru. Istotnie ograniczało to możliwość opracowania wiarygodnych rekomendacji. Niska trafność ekologiczna, jak również niewystarczający poziom realizmu psychologicznego i sytuacyjnego w tego rodzaju badaniach mogą potencjalnie powodować, że pomimo licznych wyników badań empirycznych utrudnione było ich praktyczne wdrożenie. Odmiennosc stosowanych metodologii bardzo często utrudniała również potencjalne przeprowadzenie metaanaliz, które w zagregowany sposób dostarczałyby wartościowych praktycznych wniosków. Przykładowo, jedne z najstarszych badań związanych z rozpoznawaniem znaków drogowych nie były prowadzone bezpośrednio na osobach kierujących, ale podróżujących pasażerach (patrz [1,2]).

Z kolei analizując wyniki współcześnie prezentowanych badań w literaturze przedmiotu, znajdujemy z jednej strony badania prowadzone z wykorzystaniem ilościowych i jakościowych metod kwestionariuszowych (np. Sisiopiku V.P. i in. w pracy [3] dokonują analizy wpływu reklam na postrzeganie znaków drogowych w oparciu o dane autodiagnostyczne, deklaratywne *vs* wykonywane). Część dotychczasowych badań empirycznych dotyczyła elementów nie związanych bezpośrednio z infrastrukturą drogową. W większym stopniu koncentrowały się na psychicznym stanie kierującego, jego procesach poznawczych itp. (patrz [4]). Z drugiej strony, w wielu opracowaniach zwraca się uwagę na liczne korzyści oraz praktyczną użyteczność szeroko pojętego procesu wizualizacji dla analiz przestrzeni (m.in. [7]). Uwzględniając zgromadzony dorobek naukowy, notuje się olbrzymią różnorodność metodologiczną (m.in. [11]), mnogość kontrolowanych w badaniach zmiennych, przy jednoczesnym, nierzadko obserwowanym braku jednoznacznej weryfikacji zakładanych hipotez. Ponadto znacząca

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2017. Wkład autorów w publikację: P. Szymański 25%, R. Koc 25%, R. Lauks 25%, P. Markiewicz 25%.

część badań nad systemami oznakowań prowadzona była głównie w warunkach laboratoryjnych. Stety, często stosowane w nich metody symulacji charakteryzowały się ograniczonym poziomem realizmu sytuacyjnego.

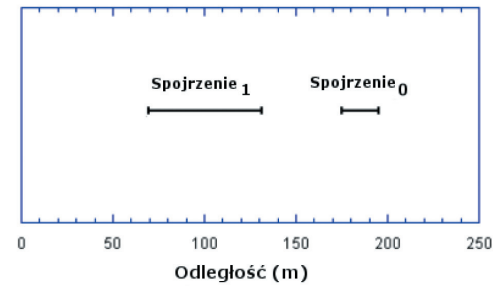
Sytuacja ta uległa zmianie wraz z rozwojem technologicznym w formie okulometrii mobilnej (*eyetrackingu* mobilnego). Przyczynił się on do projektowania i prowadzenia badań, które w bardziej realnym stopniu odwzorowują faktyczne warunki istniejące w trakcie prowadzenia pojazdu. Badania te wpisują się również w postulowany przez wielu badaczy nurt badań interdyscyplinarnych integrujących m.in. inżynierię z psychologią (m.in. [8]). Takie też interdyscyplinarne podejście posłużyło jako punkt wyjścia do oceny badanego odcinka drogi (więcej: Metodologia badania).

Inną istotną kwestią w kontekście analizowanej problematyki badań jest odmiennność uwarunkowań prawnych i środowiskowych. Badania prowadzone w warunkach konkretnego systemu ruchu drogowego nie zawsze stwarzają możliwość aplikowania uzyskanych w ich trakcie wyników na obszar innego kraju, co wynika chociażby z różnego poziomu zrozumienia znaków w poszczególnych krajach (m.in. [9, 10]). Podsumowując zgromadzoną wiedzę, przyjmuje się, że na rozpoznawanie i odczytywanie informacji zawartych na znaku mają wpływ następujące czynniki (patrz [5]):

- geometria pojazdu (wysokość oczu kierowcy, odległość od innego pojazdu);
- geometria drogi (nachylenie do poziomu, odcinek prostoliniowy lub droga przebiegająca w łuku, szerokość pasa ruchu, liczba pasów ruchu, szerokość pobocza);
- usytuowanie pojazdu względem znaku;
- prędkość pojazdu;
- pogoda (opady);
- współczynniki odbłasku materiałów lica znaku;
- natężenie oświetlenia światła padającego na znak;
- luminancja poszczególnych elementów znaku;
- kontrast pomiędzy elementami znaku (np. pomiędzy piktogramem a tłem);
- rodzaj znaku;
- wielkość znaku;
- wielkość piktogramów (liter);
- ostrość wzroku kierowcy;
- predyspozycje psychiczne kierowcy (stan psychiczny, czas reakcji, doświadczenie).

Złożony jest również sam proces rozpoznawania oznakowania. Według literatury proces prawidłowej identyfikacji znaku dzieli się na minimum dwie fazy (patrz rys. 1): przebiegające najpierw w odległości 200–170 metrów oraz kolejnej w odległości 130–70 metrów. Procesy poznawcze zachodzące w trakcie jazdy można podzielić na (patrz [6]):

- postrzeganie obiektu, który wydaje się być znakiem drogowym (Spojrzenie₀);
- uzyskanie pewności, że obserwowany obiekt to znak i rozpoznanie barwy znaku (Przerwa);
- rozpoznanie szczegółów znaku: piktogramów, liter oraz identyfikacja tablic informacyjnych (Spojrzenie₁).



Rys. 1. Przebieg procesu percepcji oznakowania zachodzącego w trakcie jazdy
Źródło: opracowanie własne na podstawie [6].

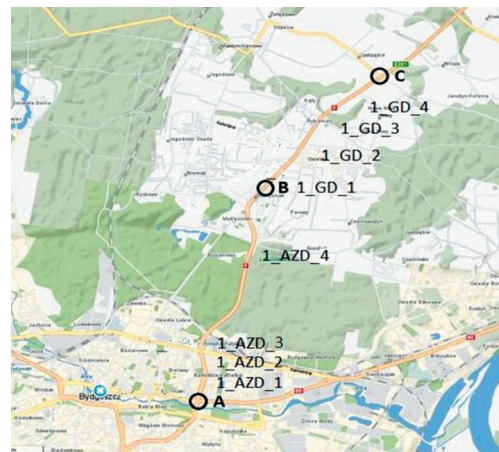
Oznacza to, że samo spostrzeżenie znaku (odbywające się po raz pierwszy w odległości najczęściej 180 metrów) nie jest równoznaczne z prawidłowym rozpoznaniem znaku, nie wspominając o ewentualnym wytworzeniu motywacji/tendencji do zastosowania się do oznakowania. Czynnikiem mającym krytyczne znaczenie dla rozpoznania jest długość fiksacji (czas, jaki kierowca poświęca na utrzymanie wzroku na danym elemencie oznakowania) oraz fakt, czy postrzeganie ma charakter widzenia centralnego, czy peryferyjnego. Doświadczenia pokazują, że kierowcy przemierzający dany odcinek drogi po raz kolejny w większości przypadków dokonują identyfikacji znaków za pomocą widzenia peryferyjnego, skupiając punkt centralny najczęściej na pojeździe znajdującym się przed kierowanym pojazdem lub na elementach pobocza.

Dla potrzeb badania wyznaczono dwa reprezentatywne odcinki stanowiące trasę testowanego objazdu (droga krajowa nr 5 w Bydgoszczy i okolicy):

- odcinek pierwszy A-B na terenie ZDMiKP²: rondo Fordońskie – granica miasta Bydgoszcz i Osielska,
- odcinek drugi B-C na terenie GDDKiA³: Osielsko – skrzyżowanie z DW 244 na Kamieniec i Jaruzyn.

Oba odcinki podzielono na 8 sekcji, gdzie rozlokowanie oznakowania pionowego było szczególnie intensywne.

Rysunek 2 zawiera zaznaczone miejsca, w oparciu o fotografię których przeprowadzono analizę wraz z technicznym oznaczeniem punktów przynależących do ZDMiKP (oznaczenie AZD) oraz GDDKiA (oznaczenie GD).



Rys. 2. Mapa ilustrująca trasę przejazdu kierowców
Źródło: opracowanie własne na podstawie Google Maps.

² Zakład Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy.

³ Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Odział w Bydgoszczy.

W trakcie badań kierowcy zakładali specjalne okulary stanowiące główny element pomiarowy aparatury *eyetrackingu* mobilnego – Tobii Pro Glasses 2 (fot. 1). Okulary w swoim kształcie niewiele różnią się od zwykłych okularów korekcyjnych, co w szczególności nie ogranicza pola widzenia kierowcy. Możliwe jest założenie dodatkowych szkieł przeciwsłonecznych albo całkowite wymontowanie szkieł i pozostawienie jedynie ramki.

Po założeniu okularów następuje proces kalibracji, który trwa kilka sekund. Urządzenie ma wbudowany moduł WiFi, przez co kontakt z nim odbywa się drogą radiową.

W badaniach drogi krajowej nr 5 kierowcy przejeżdżali w okularach odcinek z punktu A do C, a następnie z punktu C do A. W niniejszym opracowaniu analizie poddano przejazd od punktu A do punktu C.



Fot. 1. Mobilna aparatura *eyetrackingowa* (Tobii Pro Glasses 2) (fot. P. Szymański)

Metodologia badania

Badania na odcinku A-C przeprowadzono na wskazanych fragmentach dróg (patrz rys. 2) w okresie letnim 2015 roku na grupie 20 badanych, przy czym 14 osób stanowiły osoby posiadające doświadczenie w prowadzeniu samochodów (dysponujący prawem jazdy w okresie dłuższym niż dwa lata). Pozostała grupa 6 osób obejmowała badanych, którzy zakończyli kurs prawa jazdy w niedalekiej przeszłości. Należy podkreślić, że wskazana liczebność osób uczestniczących w badaniu jest w pełni zgodna ze standardami prowadzenia badań z wykorzystaniem aparatury *eyetrackingowej*. W związku z nieprawidłową kalibracją urządzenia lub wystąpieniem czynników zakłócających rejestrację (wada wzroku, mrużenie oczu, silne nasłonecznienie, długie rzęsy) z ostatecznego zbioru wyników usunięto dane pochodzące z rejestracji w trakcie 2 przejazdów (dwóch osób kierujących). Przedstawione w dalszej części zestawienie map ciepłych na tym odcinku jest więc zobrazowaniem wyników uzyskanych w trakcie realizacji łącznie 18 przejazdów.

Sama rejestracja dokonywana w trakcie przejazdu wskazanych tras, odbywająca się z wykorzystaniem aparatury *eyetrackingowej*, stanowiła jeden z elementów całej procedury badawczej.

Rejestracji przejazdu oraz punktów fiksacji dokonywano z użyciem sprzętu SMI Eye Tracking Glasses (częstotliwość próbkowania 60Hz, rozdzielczość nagrania 720p) po uprzedniej kalibracji urządzenia osobno dla każdego z badanych. Warto wspomnieć, że jest to aparatura technologicznie i me-

todologicznie spełniająca odpowiednie standardy pomiarowe dla badań z wykorzystaniem *eyetrackingu* mobilnego.

Punkty fiksacji (skupień wzroku) oznaczano ręcznie w oparciu o zgromadzony materiał filmowy. Zaznaczono tylko stałe elementy (związane z oznakowaniem poziomym lub pionowym), pomijając w większości przypadków fiksacje związane tylko z obserwacją pojazdu znajdującego się przed kierującym, co było zależne od warunków panujących na drodze i odmienne u każdego kierującego.

Analiza wyników badań

W tej części pracy zamieszczono mapy ciepła ilustrujące częstotliwość skupiania wzroku przez badanych kierowców. Analizie poddano 8 wybranych fragmentów odcinka trasy A-C (rysunek 2).

Na rysunku 3 przedstawiono mapę ciepłą powstałą na zdjęciu ronda Fordońskiego (wjazd od strony Torunia). Na rysunku 2 skrzyżowanie oznaczone jest symbolem 1_AZD_1.



Rys. 3. Mapa ciepła na odcinku 1_AZD_1 (rondo Fordońskie – wjazd od strony Torunia)
Źródło: opracowanie własne

W związku z wykonywaniem włączenia się do ruchu w niewielkiej odległości od ronda kierujący najczęściej koncentrowali wzrok na znakach znajdujących się w dużej odległości od pojazdu. Charakterystyczna jest:

- Obserwacja sygnalizacji świetlnej (właściwa dla wszystkich kierujących) oraz obserwacja znaków mających krytyczne znaczenie w kontekście pierwszeństwa wjazdu na skrzyżowanie z ruchem okrężnym.
- Obserwacja oznakowań dotyczących kierunków jazdy, miast, do których prowadzą wskazane drogi (jest to o tyle nietypowe, że kierunek jazdy został określony przed badaniem, a większość kierujących dokonywała już wcześniej przejazdu tym odcinkiem).
- Poza obserwacją pozostają pionowe oznaczenia kierunków pasa ruchu (niewiele ponad 5% kierujących zwróciło na ten element uwagę) oraz znaki informujące o kierunkach lokalizacji miejsc o znaczeniu turystycznym. Jednocześnie w znikomym stopniu został zaobserwowany znak informujący o zmianie organizacji pasa ruchu w związku z trwającymi pracami remontowymi.
- Żadna z osób badanych (zajmujących prawy pas ruchu) nie spostrzegła oznakowania znajdującego się po lewej stronie.

- Percypowana była również reklama salonu Skody, umieszczona w ciągu oznakowań pionowych oraz skrajna część pobocza (obserwowanie skrajni drogi występowało u 85% początkujących kierowców).

Na rysunku 4 przedstawiono mapę cieplną powstałą na zdjęciu okolic skrzyżowania z ulicą Marii Curie-Skłodowskiej (dojazd od strony ronda Fordońskiego). Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_AZD_2.

Kierujący na tym odcinku:

- Analogicznie do poprzedniej planszy ogniskowali wzrok na sygnalizacji świetlnej (co interesujące, w przypadku 35% badanych odnotowano skupienie wzroku także na sygnalizacji, która nie dotyczyła bezpośrednio pasa ruchu, którym poruszali się badani. Z kolei 12% badanych ogniskowało wzrok na sygnalizacji świetlnej, która odnosiła się do kierujących znajdujących się na skrzyżowaniu z lewej strony).
- Prawie wszyscy kierujący zwrócili uwagę na znak ostrzegający o przejściu dla pieszych, w tym lokalizację parkingu oraz oznaczenie wskazujące na kierunki pasa ruchu.
- Obserwowany (głównie w peryferiach widzenia) był znak ostrzegawczy o wypadkach oraz dla 12% znak informujący o lokalizacji Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego.
- Tylko jeden badany zwrócił uwagę na znak informujący o lokalizacji sklepu Lidl.
- Znaczna część badanych obserwowała oznakowanie poziome (linia przerywana), co w poszczególnych sytuacjach mogło wynikać z potrzeby zmiany pasa ruchu (środkowy pas). 90% badanych zmianę pasa ruchu poprzedziło spojrzeniem w lewe lusterko. Dla kierujących na pasie środkowym spojrzenie na pas wiązało się z chęcią zajęcia skrajnie prawego pasa.

Rysunek 5 przedstawia mapę cieplną powstałą na zdjęciu wiaduktu przy alei Kardynała Stefana Wyszyńskiego. Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_AZD_3.



Rys. 4. Mapa cieplna na odcinku 1_AZD_2 (okolice ulicy M. Curie-Skłodowskiej – dojazd od ronda Fordońskiego)

Źródło: opracowanie własne

System oznakowania prac remontowych na tym odcinku drogi, z racji dużego nagromadzenia znaków, budził wiele kontrowersji (ponadto w trakcie badania dokonano zmiany pasa przepustowości na tym odcinku drogi). Liczba znaków pionowych zgromadzonych po obu stronach była największa na całym odcinku drogi. Badani, w większości (także ci podjeżdżający do oznakowania z pasa lewego) percypowali oznakowanie po prawej stronie. Kierujący zwrócili uwagę na, ich zdaniem niepotrzebne, kolejne nagromadzenie znaków redukujących dopuszczalną prędkość do 30 km/h (odpowiednio znaki 70, 50 i 30). W oparciu o analizę map cieplnych można stwierdzić, że:

- Informację o zwężeniu i zakazie wyprzedzania dostrzegła większość kierujących. Średni czas fiksacji na znakach znajdujących się z prawej strony wynosił ponad 1,3 sekundy, co w relacji do średniego czasu fiksacji na oznakowaniu drogowym w terenie zabudowanym (od 0,5 sekundy do 0,7 sekundy, patrz [6]) pozwala wysunąć wniosek, że oznakowanie mogło być przyczyną przeciążenia informacyjnego.
- Badani zwrócili uwagę na znak wskazujący, po której stronie znaku należy się przemieszczać (C-9 dla 10 przejeżdżających i C-10 dla pozostałych 8 przejeżdżających) oraz znaki dodatkowe wskazujące kierunek zwężenia. Wysoki odsetek fiksacji w centralnym punkcie wynikać może z obserwacji elementów infrastruktury zwężenia.
- Wykazano wysoki odsetek fiksacji (w przypadku blisko połowy kierowców) na znakach znajdujących się po lewej stronie jezdni (wartość ta jest szczególnie wysoka w relacji do innych sytuacji na drodze, gdzie przeważa prawostronna eksploracja pasa drogowego). Wynik taki może wynikać ze zmiany strony zwężenia (część osób badanych w trakcie przejazdu przez most poruszała się tylko lewym pasem drogi).
- Analogicznie do poprzednich przejazdów średnio wysoki jest odsetek fiksacji obejmujących skrajnię jezdni i pobocze (wpływ wyników kierowców początkujących na wynik ogólny).



Rys. 5. Mapa cieplna na odcinku 1_AZD_3 (Aleja Kardynała Stefana Wyszyńskiego – wiadukt)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 6 przedstawia mapę cieplną powstałą na zdjęciu okolic zatoki. Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_AZD_4.

Elementy znajdujące się na ostatnim odcinku drogi będącym w zarządzie ZDMIPK ulegały zmianie w trakcie kolejnych przejazdów (pojazd ITD stał w zatoczce podczas 7 przejazdów).

Wnioski wynikające z analizy mapy cieplnej są następujące:

- Obserwacja z dużej odległości sygnalizacji świetlnej (właściwa dla wszystkich kierujących).
- Fiksacja pojazdu ITD trwająca dłużej niż 1,8 sekundy (w przypadku każdego przejeżdżającego w trakcie wykonywania czynności przez ITD). Tak duży czas trwania fiksacji oznacza, że pojazd skupiał wzrok zdecydowanie dłużej niż pozostałe elementy znajdujące się na drodze.
- Klasyczne percypowanie większości znaków ostrzegawczych pionowych (A-29 sygnały świetlne, A-6a: skrzyżowanie z drogą podporządkowaną, A-16 przejście dla pieszych), silniejsze dla prawej strony jezdni.
- Obserwowanie linii wyznaczającej prawy kraniec pasa ruchu (dotyczy 45% kierujących).

Rysunek 7 przedstawia mapę cieplną powstałą na zdjęciu okolic wjazdu do Osielska od strony Bydgoszczy. Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_GD_1.

Początek odcinka drogi pozostający w zarządzie GDDiK charakteryzował się:

- Fiksacją na znaku E-14: Początek szlaku drogowego, znaku D-42: Obszar zabudowany oraz tablicy informującej o wjeździe do miejscowości Osielsko (znak E-17A).
- Obserwacją linii pojedynczej ciągłej prawej oraz prawej skrajni pasa wyłączanego z ruchu. W odróżnieniu od poprzednich planów prawidłowość ta dotyczyła zarówno kierowców początkujących, jak i zaawansowanych (85% przejeżdżających zwróciło uwagę na skrajną część pasa ruchu). W przypadku kierowców zaawansowanych wiązać się to mogło z potrzebą sprawdzenia możliwości podjęcia manewru wyprzedzania lub wynikało z obserwacji innych uczestników ruchu (jadąc w tą samą stronę i w przeciwnym kierunku).
- Obserwowany był również znak informujący o kierunkach pasa ruchu (F-10).

Rysunek 8 przedstawia mapę cieplną powstałą na zdjęciu okolic skrzyżowania w Osielsku. Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_GD_2.

Wnioski wynikające z analizy mapy cieplnej są następujące:

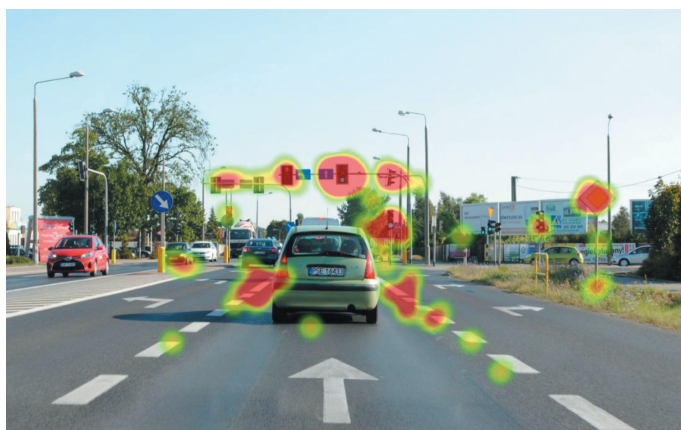
- Obserwacja z dużej odległości sygnalizacji świetlnej właściwa dla wszystkich kierujących i obejmująca również sygnalizację dla pasa do skrętu w lewo (w tym dwóch kierujących percypowało również sygnalizator świetlny dla pasa do skrętu w prawo).
- Fiksacja większości prowadzących na znaku informującym o drodze z pierwszeństwem przejazdu.
- Obserwowanie linii wyznaczającej prawy i lewy kraniec pasa ruchu (dotyczyło 35% kierujących).



Rys. 6. Mapa cieplna na odcinku 1_AZD_4 (dojazd do zatoki)
Źródło: opracowanie własne



Rys. 7. Mapa cieplna na odcinku 1_GD_1 (wjazd do Osielska od strony Bydgoszczy)
Źródło: opracowanie własne

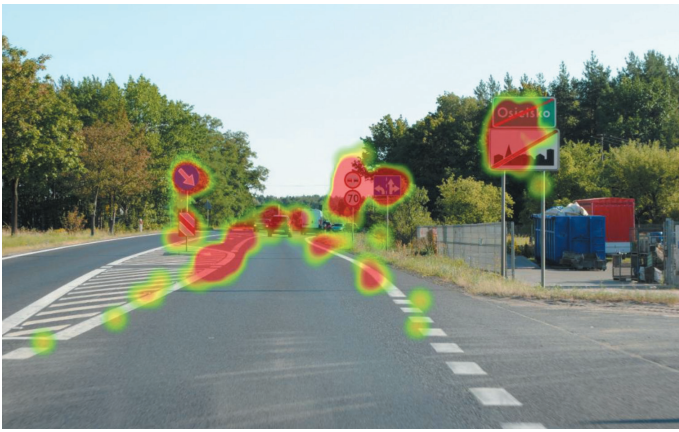


Rys. 8. Mapa cieplna na odcinku 1_GD_2 (skrzyżowanie w Osielsku)
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 9. przedstawia mapę cieplną powstałą na zdjęciu wyjazdu z Osielska. Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_GD_3.

Mapa cieplna charakteryzuje się:

- Fiksacją na znaku D-43: Koniec obszaru zabudowanego oraz tablicy informującej o końcu miejscowości Osielsko (znak E-18A).
- Obserwacją linii pojedynczej ciągłej prawej oraz prawej skrajni pasa wyłączanego z ruchu. Obserwacja części pasa do skrętu w lewo dotyczyła również kierowców zaawansowanych.



Rys. 9. Mapa cieplna na odcinku 1_GD_3 (wyjazd z Osielska)
Źródło: opracowanie własne

- Obserwowany był również znak informujący o kierunkach pasa ruchu (F-10) oraz znaki zakazu (wyprzedzania oraz ograniczenie prędkości do 70 km/h).

Na rysunku 10 przedstawiono mapę cieplną powstałą ze zdjęcia okolic przed Żołędowem. Na rysunku 2 miejsce oznaczone jest symbolem 1_GD_4.

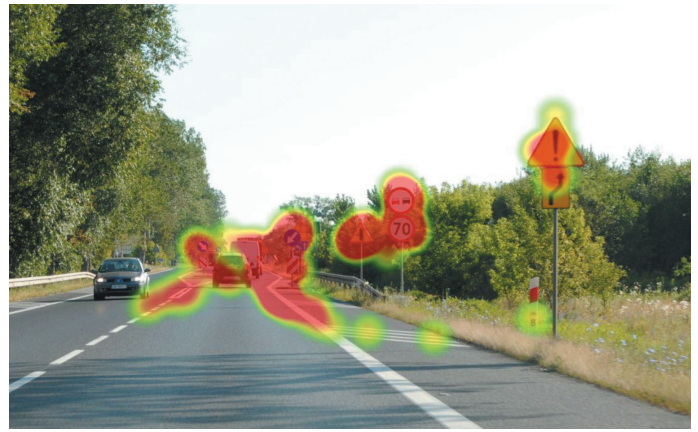
Charakterystyczne dla ostatniej próbki oznakowania fragmentu odcinka pozostającego w zarządzie GDDKiA jest:

- Długi czas percepcji znaków zakazu (wyprzedzania oraz ograniczenie prędkości do 70 km/h) oraz oznakowanie nakazujące jazdę po określonej stronie znaku (znaki C-9 oraz C-10).
- Obserwacja linii pojedynczej ciągłej prawej oraz linii przerywanej lewej, linii podwójnej lewej oraz obszaru pasa wyłączzonego z ruchu.
- Obserwowany był również znak informujący o kierunkach pasa ruchu (F-10) oraz znaki A-30: Inne niebezpieczeństwa.

Analiza jakościowa

Analizie poddano licznosc elementów otoczenia drogi na wszystkich przejazdach.

1. Czynniki utrudniające spostrzeganie lub znacząco zmniejszające czas fiksacji na elementach oznakowania pionowego:
 - Duże nagromadzenie oznakowania.
 - Sygnalizacja świetlna (występowanie na skrzyżowaniu sygnalizacji świetlnej w sposób statystycznie istotny zmniejsza czasy fiksacji na znakach znajdujących się w obrębie skrzyżowania). Z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego absolutnie zrozumiałym jest priorytet, jaki kierowcy nadają sygnalizacji świetlnej.
 - Wystąpienie dystraktorów (elementów nie pojawiających się regularnie na drodze).
2. Czynniki, które nie mają bezpośredniego wpływu na spostrzeganie oznakowania pionowego:
 Nie potwierdziła się hipoteza dotycząca braku spostrzegania znaków przez kierowców zaawansowanych (jeżdżących na pamięć). Co prawda realne czasy fiksacji na polach znaków drogowych są niższe niż w przypadku



Rys. 10. Mapa cieplna na odcinku 1_GD_4 (okolice przed Żołędowem)
Źródło: opracowanie własne

- kierowców początkujących, jednak większość znaków kluczowych (ostrzegawczych, zakazu) jest spostrzegana. Percepcja w przypadku kierowców z dużym stażem przebiega znacznie wcześniej.
3. Czynniki, których wpływ na czasy fiksacji i ilość percepcji jest złożona:
 Reklamy umieszczone w dużej odległości od pasa (poza obszarem zabudowanym) oraz na obszarze zabudowanym pod warunkiem, że nie stanowią elementu wkomponowanego w system oznakowania (np. reklama Skody na rondzie Fordońskim) nie wpływają na całkowitą ilość spostrzeżeń znaków drogowych, jednak modyfikują (zmniejszają czasy całkowitych fiksacji).
 4. Prawdopodobności / nieprawidłowości wynikające z techniki jazdy:
 - Bardzo silna w przypadku początkujących kierowców jest fiksacja elementów oznakowania poziomego stanowiącego skrajnie pasa ruchu (kontrola, „czy mieszczę się w pasie”).
 - W przypadku 75% kierowców początkujących w przypadku zmiany biegów następowała fiksacja na drążek zmiany biegów (czynność która w przypadku kierowców zaawansowanych następowała automatycznie). Kierowcy początkujący częściej także dokonywali kontroli prędkości w trakcie jazdy (zerkanie na tablicę rozdzielczą).

Znacznie większa niż spodziewana jest odległość, z której percypujemy znaki poza obszarem zabudowanym (w niektórych przypadkach kontur znaku dostrzegany jest z odległości ponad 200 metrów).

Wyniki badania ankietowego kierowców

W tej części opracowania przedstawiono wnioski wynikające z przeprowadzonych wywiadów zrealizowanych po przejazdach i obserwacji przeprowadzonych w trakcie przejazdów:

- Wśród osób posiadających prawo jazdy powyżej dziesięciu lat, legitymujących się znacznym doświadczeniem i znaczną liczbą przejeżdżanych kilometrów w ciągu miesiąca, nie pojawiają się te, które deklarowałyby, iż nie dopuszczają się żadnych wykroczeń drogowych.

- Najczęściej wskazywanym wykroczeniem jest używanie telefonu komórkowego, które w sposób istotny może wpływać na postrzeganie przez kierowców znaków drogowych.
- Na odcinku drogi krajowej nr 5 najczęściej, zgodnie z deklaracjami, zauważane są znaki dotyczące: ograniczenia prędkości, obszaru zabudowanego, tymczasowej zmiany organizacji ruchu. Znaki informujące o ograniczeniach prędkości, wśród kierowców z doświadczeniem, dostrzegane są częściej przez te osoby, które zgodnie z odpowiedziami bardziej są skłonne do przekraczania dozwolonej prędkości na drodze.
- Czynniki, które według badanych doświadczonych kierowców wpływają na widoczność znaków na badanym odcinku drogi krajowej nr 5 to przede wszystkim: roślinność – drzewa i krzewy ograniczające widoczność, reklamy i tablice informacyjne umiejscowione przy drodze (duża ich liczba), w tym reklamy świetlne, pulsujące, które wpływają na słabszą możliwość skupienia uwagi kierowcy na drodze, zbyt duża liczba znaków szczególnie w terenie zabudowanym, znaki nie usunięte przez służbę drogową, a stojące już bezzasadnie, zbyt liczne oznakowania wysepki z każdej strony, dublowanie się znaków, inne pojazdy poruszające się po drodze (ciężarówki zasłaniające znaki).
- Ogólna ocena przystosowania oznakowania do warunków panujących na drodze wśród doświadczonych kierowców wypada dobrze (7,2 w skali od 1 do 10), deklarowana ogólna ocena nie była nigdy niższa niż 5 (gdzie 1 – nieadekwatne, 10 – adekwatne).
- Wśród badanych kursantów dostrzegalne są znaczne różnice w zachowaniu na drodze w zależności od liczby spędzonych godzin na kursie: osoby o krótkim stażu, skupiają się na technicznej obsłudze samochodu, nie zwracając uwagi na drogę i znaki umiejscowione zarówno po prawej lub lewej stronie – wielokrotnie pada pytanie o konieczność dostosowania prędkości jazdy do wymogów, gdyż kursant skupiony na pojeździe nie widzi znaku – ta informacja dla niedoświadczonego kierowcy wydaje się być najistotniejsza.
- Wraz z liczbą przejechanych godzin szkoleniowych rośnie poziom skupienia na drodze i znakach umiejscowionych po obydwu stronach drogi.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania obejmowały analizę postrzegania znaków drogowych przez kierowców, rejestrowanego z użyciem mobilnych urządzeń *eyetracker*. Zespół przeprowadzający badania sugeruje następujące rekomendacje dotyczące znaków drogowych na badanym odcinku drogi:

- Ograniczenie kontroli przez policję i inne służby w okolicach, gdzie umiejscowiono dużą liczbę znaków drogowych, w tym miejsc poprzedzających skrzyżowania z sygnalizacją świetlną.

- Usunięcie nadmiaru znaków ograniczenia prędkości na krótkim odcinku drogi (stopniowe ograniczenie prędkości należałoby zastąpić jednym znakiem ograniczenia prędkości wartością docelową).
- Zastępowanie oznakowania pionowego oznakowaniem poziomym, zwłaszcza znaków ograniczenia prędkości.
- Optymalizacja rozmieszczenia znaków pionowych dla uniknięcia wzajemnego zasłaniania znaków.
- Zakaz umieszczania tablic reklamowych bezpośrednio w obszarze widoczności znaków drogowych.

Przeprowadzoną analizę można traktować jako studium przypadku. Zaproponowana metodyka badań może bez problemów być powtórzona na innych drogach. Jedynym ograniczeniem w tego typu badaniach są kwestie finansowe. Badania wymagają zaangażowania kilkusobowego zespołu badawczego. Oraz zgoda na współpracę wielu kierowców.

Literatura

1. Castro C., Horberry T., *The Human Factors of Transport Signs*, CRC Press, 2004.
2. Evans L., *Human Behavior and Traffic Safety*, An International Symposium Sponsored by the General Motors Research Laboratories, 1985.
3. Sisiopiku V.P. i in., *Perceived and Real Impacts of Digital Advertising Billboards on Driving Performance*, 2014, dostęp: http://www.nctspm.gatech.edu/sites/default/files/u60/Sisiopiku_Virginia_353.pdf
4. Chan M., Singhal A., *The emotional side of cognitive distraction: implications for road safety*, Accident Analysis and Prevention 50, 2012.
5. Targoński T., *Koncepcja pomiarów eksploatacyjnych oznakowania dróg*, prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 237, 2008.
6. Schreiber F., *Eye Gaze Patterns during Highway Sign Reading*, dostęp: <http://apps.usd.edu/coglab/schieber/pdf/Schieber-etal-2004.pdf>
7. Żakowska L., *Wizualizacja, modelowanie i analizowanie przestrzeni transportu miejskiego w aspekcie estetycznym*, Budownictwo i Architektura, 13 (1) 203–211, 2014.
8. Calvi A., Żakowska L., D'Amico F., *Zaawansowane metody symulacji w rozwiązywaniu interdyscyplinarnych problemów planowania i projektowania przestrzeni transportu*. Czasopismo Techniczne, z. 2-A/2008.
9. Ward S.J., Wogalter M.S., Mercer A.W., *Comprehension and Training of International Road Signs*, PROCEEDINGS of the HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY 48th ANNUAL MEETING – 2004.
10. Shiner D., Dewer R., Heikki S., Żakowska L., *Traffic sign symbol comprehension: a cross-cultural study*, Ergonomics, 46, 1549–1565, 2003.
11. Zhang T., Chan A. H.S., *Traffic sign comprehension: a Review of Influential Factors and Future Directions for Research*, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2013 Vol. II, IMECS 2013, March 13–15, 2013, Hongkong.