

# Często umykają nam szczegóły, czasami także duże zdarzenia? Implikacje dla bezpieczeństwa w ruchu drogowym

---

**Jakub Paszulewicz** - Uniwersytet Jagielloński

**Wojciech Korchut** - GPE Psychotronics

**Łukasz Michalczyk** - Uniwersytet Jagielloński

**Piotr Wolski** - Uniwersytet Jagielloński

## Abstrakt

Większość ludzi przyznałaby rację twierdzeniu, że o bezpieczeństwie drogowym również decydują zdolności percepcyjne uczestników ruchu. Powszechna jest opinia, że ludzie spotrzegają to co się w okół nich dzieje bardzo dokładnie a czynnikami pogarszającymi percepcję są ograniczające warunki zewnętrzne, nadużycia niektórych substancji psychoaktywnych, zmęczenie oraz deficyty neurologiczne. Niektóre badania wskazują wręcz, że ludzie wyznają swoisty pogląd zbliżony do „naiwnego realizmu” mówiący, że to co widzą jest idealnym odwzorowaniem zewnętrznego świata. Jednak w przeciwieństwie do naszego popularnego przekonania, wiele empirycznych badań w dziedzinie neurobiologii widzenia i psychologii kognitywnej wskazuje na coś zupełnie przeciwnego. Można wykazać, że ludzie mogą nie dostrzec zmiany w obszarze obrazu na którym skupiają wzrok lub nie zauważyć dużego wyraźnego obiektu, który znajdzie się w polu widzenia, jeśli się go nie spodziewają. Wyniki tych badań sugerują, że nasza percepcja i bezpośrednia pamięć tego, na co był skierowany nasz wzrok nie odzwierciedlają rzeczywistości do końca wiarygodnie i solidnie. Wręcz przeciwnie, nasza percepcja wydaje się być procesem twórczym, prowadzącym do iluzji spostrzegania wszystkiego wokół. Jednakże świadomie jesteśmy w stanie zarejestrować tylko fragment sceny wizualnej.

Niniejsze opracowanie ma na celu przedstawienie krótkiego przeglądu dotychczasowych badań dotyczących deficytów percepcyjnych i uwagowych u osób zdrowych, niezaburzonych neurologicznie (więc potencjalnych uczestników ruchu drogowego) oraz zarysowanie wyjaśnienia teoretycznego leżącego u podstaw tych zjawisk. Główny akcent zostanie położony na wyniki badań uzyskanych w oparciu o dwa paradygmaty eksperymentalne: pozauwagową ślepotę (*ang. „inattentional blindness”*) oraz paradygmat niedostrzegania zmian (*ang. „change blindness”*).

Ponadto, zostaną omówione dotychczasowe badania, w których wykorzystano wyżej wspomniane techniki eksperymentalne do badania zdolności percepcyjnych i uwagowych w ruchu drogowym. Omówiona zostanie także potencjalna wartość edukacyjna oraz diagnostyczna tych metod. Na zakończenie zaproponujemy szkic możliwych badań empirycznych mających na celu głębsze zbadanie związków pomiędzy technikami diagnostycznymi do oceny predykcji psychofizycznych do uczestnictwa w ruchu

drogowym oraz wynikami tych stosunkowo nowych technik eksperymentalnych opisanych w niniejszej pracy

## **Wprowadzenie**

Istnieje wiele istotnych kwestii, które wpływają na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Oczywiście patrząc na bezpieczeństwo z perspektywy ludzkiego podmiotu poprawna percepcja wzrokowa ma ogromne znaczenie, ponieważ większość informacji jakie wykorzystujemy w trakcie kierowania pojazdami pochodzi z modalności wzrokowej (Sivak 1996). Zgodnie z niektórymi oszacowaniami, więcej niż 50% wszystkich zderzeń i stłuczek w ruchu drogowym można wytłumaczyć brakiem lub opóźnionym spostrzeganiem niebezpiecznych sytuacji (Nagayama, 1978). Nowsze badania nad przyczynami wypadków szacują, że przyczyną około 40% z nich (z 732 przeanalizowanych) była nieuwaga kierowcy lub błędy percepcyjne innego typu (Hendricks, Friedman 1999). Jeżeli wspomniane wyżej dane są adekwatne to powstaje pytanie o źródła oraz mechanizmy, które stanowią przyczynę tych deficytów w procesie spostrzegania. Możliwymi czynnikami tłumaczącymi wspomniane błędy percepcyjne są mechanizmy oraz ograniczenia związane z działaniem uwagi. Szereg wpływowych artykułów Strayera oraz współpracowników (2001, 2003), dotyczących ruchu drogowego oraz deficytów spostrzegania omawia wiele badań, które wykazały oczywisty związek między poziomem kierowania pojazdami i pogorszonym działaniem uwagi, które było przyczyną błędów percepcyjnych. Owe deficyty mogły być podyktowane koniecznością wykonania dwóch zadań równocześnie, zmniejszoną rozpiętością pola widzenia (lub funkcjonalnego pola widzenia, szczególnie u ludzi starszych). Inne znowu mogły wynikać z konieczności przełączania pomiędzy zadaniami (co wymaga kontroli i minimalizuje zasoby uwagi) lub z pewnych rutynowych wzorców kierowania wzrokiem, które prowadzą do tego, że kierowcy skupiają się tylko na tych obszarach gdzie spodziewają się zagrożeń kosztem przetwarzania obszarów, w których w mniejszym stopniu ich oczekują.

Pomimo zjawisk związanych z ograniczeniem uwagi oraz percepcji w skutek dodatkowych zadań lub wieku, w ostatniej dekadzie prawdziwe zainteresowanie wśród społeczności naukowej wywołały dwa inne pokrewne zjawiska, które równocześnie dały początek ożywionej dyskusji dotyczącej natury oraz granic naszego przetwarzania wzrokowego oraz zdolności percepcyjnych jako takich, nie koniecznie w kontekście związanym z ruchem drogowym lub zdolnościami prowadzenia. Pierwsze zjawisko nazwane 'ślepotą nieuwagową' pokazuje uderzający brak świadomego spostrzegania w pełni widocznych, a czasem nawet dużych przedmiotów, kiedy nie spodziewamy się ich pojawienia, oraz gdy nasza uwaga skupia się na innym przedmiocie lub zdarzeniu. (Simons 2007). Drugie z nich nazwano niedostrzeganiem zmian. W tym przypadku osoby badane nie zauważają stosunkowo dużych zmian zachodzących na obrazie z jednego wyświetlenia na drugie (Rensink 2002). Dzieje się tak, gdy zmiana szczegółów obrazu ma miejsce podczas krótkiego przerwania ciągłości wzrokowej w formie mrugnięcia, ruchu skokowego oka, migotania obrazu lub innego rodzaju „szumu” pokrywającego obraz (w kontekście ruchu drogowego mogą to być plamki błota rozchłupane po całej szybie zanim zostaną wytarte przez wycieraczki). Tak więc możliwe jest

wyjaśnienie przynajmniej niektórych wypadków, których przyczyn upatruje się błędach percepcyjnych, jako spowodowanych ślepotą nieuwagową lub niedostrzeganiem zmian. Gdy przykładowo światło na skrzyżowaniu zmieni się na czerwone, podczas gdy kierowca skierował swój wzrok na krótko w inne miejsce, mrugnął lub wykonuje jakieś poznawczo angażujące zadanie, może on nie zauważać tej zmiany, przejechać przez skrzyżowanie ryzykując tym samym zderzenie z samochodem lub najechanie na pieszego.

W następnych rozdziałach tego artykułu skupimy się na dwóch wyżej wymienionych zjawiskach. Omówimy techniki eksperymentalne, jakie się stosuje aby je wywołać. Podsumujemy również główne koncepcje teoretyczne wyjaśniające przyczyny tychże deficytów percepcyjnych. W ostatnim rozdziale opiszemy zastosowania tych technik eksperymentalnych w kontekście ruchu drogowego oraz opiszemy wyniki badań dotyczących ruchu drogowego, oraz rozważymy możliwości zastosowania tych paradygmatów badawczych podczas badań psychofizycznych oraz edukacji kierowców. Na koniec zaproponujemy program badań mających na celu zbadanie powiązań pomiędzy wynikami w powyższych paradygmatach oraz różnymi testami -w tym też psychofizycznymi - stosowanymi w badaniach psychologicznych kierowców.

## **Zjawiska typu „patrzę i nie widzę”**

### **Ślepotą nieuwagową**

Jedną z pierwszych demonstracji eksperymentalnych pokazujących niemożność dostrzeżenia nieoczekiwanych zdarzeń tuż przed naszymi oczami, był paradygmat który nazwano ślepotą nieuwagową. Na długo zanim nadano temu paradygmatowi jego krótkie i zwięzłe określenie, Ulric Neisser i jego współpracownicy (Neisser, 1979; Neisser i Becklen, 1975) sotosowali w swoich badaniach zadanie polegające na wybiórczym przetwarzaniu wzrokowym aby określić rolę uwagi w dostrzeganiu nieoczekiwanych zdarzeń. Zadanie to było podobne do powszechnie znanego paradygmatu rozdzielności słuchania, z tym wyjątkiem, że wykorzystywano materiał i bodźce w modalności wzrokowej. Podobnie jak w rozdzielności słuchaniu, gdzie badani często nie zauważają treści wypowiedzi prezentowanej do jednego ucha, gdy aktywnie skupiają swoją uwagę na wypowiedzi prezentowanej do drugiego ucha, w eksperymencie Neissera i współpracowników prezentowano badanym dwa różne, nałożone na siebie filmy. Jeden pokazywał ludzi podających sobie piłkę do koszykówki, drugi grających w grę rękami. Badani proszeni o to aby liczyć ilość podań w grze w koszykówkę często nie zauważali, że osoby w nałożonym ale ignorowanym filmie zaprzestali chwilowo grać i ściskali sobie dłonie (Neisser i Becklen, 1975). Później, w latach 90-tych pomysł ten został wykorzystany i spopularyzowany przez Mack i Rock (1998), ale zmieniony tak, aby sprostać bardziej rygorystycznym wymogom kontroli w eksperymentach laboratoryjnych. W tych eksperymentach osoby badane musiały analizować krzyż znajdujący się w punkcie fiksacji na ekranie. Był on prezentowany stosunkowo krótko. Dodatkowo musieli oni zdecydować, które z ramion krzyża było dłuższe. W tak zwanych próbach kluczowych prezentowano bardzo krótko nieoczekiwany przez badanych kształt w obrębie ramion krzyża. Po udzieleniu odpowiedzi dotyczącej długości ramion krzyża, badani byli pytani o to, czy zauważyli cokolwiek innego poza krzyżem w

trakcie próby. Jako warunki kontrolne Mack i Rock uwzględnili próby z uwagą podzielną oraz próby charakteryzujące się pełną uwagą, w których poinformowano badanych o pojawieniu się dodatkowego bodźca. W warunkach podzielnej uwagi badani musieli wykonać zadanie dotyczące porównania długości ramion krzyża i jednocześnie wykryć pojawiający się bodziec. W warunkach pełnej uwagi osoby mogły zignorować zadanie dotyczące porównywania długości i skupić się jedynie na wykryciu zapowiedzianego bodźca. Te dodatkowe rodzaje prób użyto w celu upewnienia się, czy krótko wyświetlone (200 ms) bodźce, które maskowano, były w ogóle widzialne. Wyniki uzyskane przez badaczy wykazały, że w warunkach kontrolnych, w których dodatkowe zdarzenie było oczekiwane osoby bez większych problemów wykrywały pojawiające się bodźce, podczas gdy w próbach krytycznych 25% do 75% osób badanych nie dostrzegало owych bodźców, nawet gdy były one unikalne. Rozrzut procentowy zależał oczywiście od rodzaju używanych bodźców, niemniej po uśrednieniu wszystkich warunków można było wyciągnąć wniosek, że prawdopodobieństwo dostrzeżenia nieoczekiwanego bodźca może być na poziomie losowym w warunkach gdy uwaga osoby jest skupiona na innym bodźcu. Ten aspekt widzenia, który prowadzi do chwilowej funkcjonalnej ślepoty został określony jako „ciemna strona uwagi wzrokowej” (Chun i Marois 2002) sugerując, że zwiększenie efektywności przetwarzania wyselekcjonowanych informacji odbywa się kosztem innych lokalizacji w przestrzeni, przedmiotów lub cech, które nie należą do tych wyselekcjonowanych przez uwagę. Skupienie uwagi na wybranych wydarzeniach nie prowadzi oczywiście do całkowitej funkcjonalnej ślepoty. Niektóre rzeczy mogą nadal być postrzegane i relacjonowane, jak nietypowe słowa, własne imiona, lub istota znaczeniowa obrazu. Niektóre bodźce, których badani nie mogą zrelacjonować, torują pewnego typu reakcje, co dowodzi że bodźce poza ogniskiem uwagi są przetwarzane słabiej. Chociaż istnieją pewne podobieństwa do innych „dysfunkcji” uwagi i świadomości, Simons (2007) zaproponował kilka kryteriów, aby odróżnić ślepotę nieuwagową od tych innych zjawisk. Po pierwsze, osoba obserwująca musi nie widzieć przedmiotu lub zdarzenia. Po drugie, przedmiot może być łatwo spostrzeżony, gdy osoby go poszukują, a jego niedostrzeżenie nie jest wynikiem słabej widoczności lub innych właściwości po stronie bodźca, lecz skutkiem zaangażowania uwagi gdzie indziej. Ostatnim, ale także najważniejszym kryterium jest brak oczekiwania bodźca krytycznego przez badanych. Poza eksperymentami Neissera i wsp. (1975) oraz Simonsa i wsp. (1998, 1999), które symulowały dość naturalistyczne sytuacje, większość badań i dowodów na ślepotę nieuwagową pochodzi ze stosunkowo prostych zadań laboratoryjnych. Niemniej jednak jest prawdopodobne, że można znaleźć jej analogie w codziennych sytuacjach. Wracając do tematu bezpieczeństwa w sytuacjach drogowych, w których uczestnik musi stale śledzić wiele istotnych przedmiotów i zdarzeń, łatwo może dojść do sytuacji, w której nietypowy i niespodziewany, ale ważny przedmiot zostanie niedostrzeżony wśród innych, ważnych i śledzonych przedmiotów. Przykładem może być motocyklista lub rowerzysta w zimowym krajobrazie drogowym, kiedy nie spodziewamy się tego typu użytkowników drogi.

## **Niedostrzeżenie zmian**

Nawet jeśli spodziewamy się, że w polu widzenia pojawi się jakiś nowy przedmiot, nie gwarantuje to, że go dostrzeżemy, jeśli nie wiemy dokładnie czego się spodziewać. Niemniej jednak, mamy wrażenie, że dostrzegamy i przetwarzamy bogatą kompozycję barwnych przedmiotów, kiedy patrzymy na świat przed nami. Robimy tak w przekonaniu, że posiadamy bardzo dokładne i szczegółowe odwzorowanie świata wewnątrz naszej głowy. Pomimo naszego przekonania o dokładnej wewnętrznej reprezentacji obrazów wizualnych na które właśnie patrzymy, nasza bezpośrednia pamięć tego na co patrzymy – lub inaczej – nasza zdolność do opisanie szczegółów obrazu wydaje się być raczej ograniczona. Jako potwierdzenie powyższej tezy można przytoczyć olbrzymią ilość badań dotyczących dostrzegania zmian, paradygmatu eksperymentalnego, znanego w dziedzinie psychologii kognitywnej co najmniej od lat 70-tych, a niedawno spopularyzowanego pod nazwą „niedostrzegania zmian”. Badanie te pozwoliły nam na nowo spojrzeć na naturę świadomej percepcji wzrokowej oraz jej zależności od uwagi i pamięci. Mówiąc krótko, „niedostrzeganie zmian” dotyczy uderzającej trudności jaką może mieć obserwator w dostrzeżeniu dużej „ponadprogowej” zmiany w różnego typu obrazach wzrokowych. W następnych akapitach spróbujemy szerzej opisać to zjawisko oraz krótko podsumować główne metody badawcze i doniesienia.

Wyobraźmy sobie, że patrzymy na obraz, na którym widzimy duży samolot („jumbo jet”) i grupę żołnierzy wchodzącą do niego. Patrzymy na obraz przez jakiś czas, następnie nagle obraz znika na 120 ms i a na jego miejscu widzimy białą maskę a następnie pojawia się znowu, ale ze zmienionym szczegółem. Powiedzmy, że znika przyczepiony do skrzydła silnik samolotu który zajmuje 2-3 cm obrazu w środku pola widzenia (obraz obserwujemy z odległości około 50 cm). Ten nowy obraz z brakującym szczegółem (silnikiem samolotu), ale poza tym identyczny, pozostaje przed naszymi oczyma przez jakiś czas, następnie znowu znika na 120 ms i z powrotem zastąpiony jest pierwotnym obrazem samolotu, z silnikiem przyczepionym do skrzydła. Opisana powyżej sekwencja zdarzeń jest powtarzana wielokrotnie i patrzący na nią obserwator ma wrażenie, że dwie wersje przeskakują jedna za drugą. W tym „pionierskim” eksperymencie badani byli proszeni o wskazanie różnicy między dwoma przeskakującymi obrazami. Wyniki eksperymentu były zadziwiające (Rensink et al. 1997). Wiele z badanych osób miało duże trudności z dostrzeżeniem i wskazaniem zmiany. Nawet po kilku minutach prezentacji niektórzy uczestnicy badania nie mogli dostrzec ani zidentyfikować zmiany między obrazami. Inni z kolei dostrzegali zmianę szybciej, ale nadal potrzebowali wielokrotnej zmiany obrazów aby ją dostrzec. Inną ciekawą obserwacją w wielu podobnie zaprojektowanych badaniach był fakt, że po dostrzeżeniu zmiany, badani zaprzeczali istnieniu tej różnicy wcześniej i twierdzili, że badacz wprowadził ją bezpośrednio przed tym, zanim została przez nich dostrzeżona. Inni uczestnicy z kolei, nie mogli uwierzyć w swoją niezdolność do dostrzeżenia takiej dużej i oczywistej zmiany w obrazie w centrum ich pola widzenia. Taka podejrzliwość może być spowodowana faktem, że kiedy zmiana zostaje po raz pierwszy dostrzeżona, bardzo trudno jest nie widzieć zmieniającego się elementu i bezustannie "narzuca się" on obserwatorowi. Innymi słowy, percepcja zmieniającego się detalu jest bardzo żywa i wyraźna i pozbycie się jej jest prawie niemożliwe. Po prawie 15 latach od ponownego odkrycia niedostrzegania zmian, mechanizm poznawczy

stojący za fenomenem "patrzenia ale nie widzenia" ciągle jest w centrum zainteresowań międzynarodowej społeczności badawczej.

### **Mechanizm niedostrzegania zmian**

Podstawowym warunkiem wywołania "niedostrzegania zmian" jest przerwa czasowa pomiędzy dwoma wersjami obrazów na które patrzymy. Jeśli przerwa między prezentacjami dwóch obrazów trwa wystarczająco długo, powtórne pojawienie się zmodyfikowanego obrazu lub oryginału powoduje powstanie globalnego sygnału przejściowego (czyli całkowitej reorganizacji obrazu powstającego na siatkówce). To właśnie sprawia, że detekcja sygnału przejściowego, pochodzącego z miejsca różnicy między obrazami, jest trudnym zadaniem. Innymi słowy, sygnał przejściowy pochodzący od zmieniającego się elementu jest mniej dostrzegalny przez konkurujące ze sobą sygnały przejściowe pochodzące z całego obrazu. Jeśli natomiast długość przerwy między pojawieniem się dwóch obrazów jest krótsza istnieje większe prawdopodobieństwo, że w czasie fiksacji wzroku na obrazie, system wzrokowy scali właściwości obrazów z obu obrazów w wyniku tzw. bezwładności wzroku (Coltheart 1980). W takiej sytuacji sygnał przejściowy pochodzący od lokalnie zmieniającego się elementu jest silniejszy i powoduje powstanie wrażenia ruchu pozornego spowodowanego zmianą położenia przedmiotu lub zwiększeniem lub zmniejszeniem luminancji. W rzeczy samej, w niektórych eksperymentach psychofizycznych (Di Lollo, 1980; Di Lollo, Hogben, Dixon 1994) pokazano, że dwa obrazy mogą zostać złączone w jedno wrażenie zmysłowe, jeśli są zaprezentowane w tej samej pozycji na siatkówce w trakcie fiksacji wzroku, która, w zależności od zadania może trwać od 50 do 750 ms (Hooge, Vlaskamp, Over 2007). Di Lollo i jego współpracownicy prezentowali swoim badanym sekwencję dwóch obrazów. Każdy z nich zawierał 12 kropek położonych w różnych pozycjach na kwadratowej macierzy składającej się z 25 (5\*5) miejsc, w taki sposób, że jeśli wyświetlano wszystkie kropki jednocześnie, zajęte były wszystkie miejsca oprócz jednego. Ten eksperyment pokazał, że prawidłowa identyfikacja pustego miejsca w macierzy jest możliwa tylko wtedy, jeśli przerwa między prezentacjami kolejnych obrazów nie przekracza ok. 100 ms (nie trzeba dodawać, że w tym typie eksperymentu psychofizycznego istotną rolę odgrywa wiele dodatkowych czynników, np. interakcje pomiędzy długością ekspozycji bodźca poprzedzającego oraz następującego, poziom luminancji itp.). Podobne okno czasowe jest potrzebne do optymalnej percepcji tzw. ruchu pozornego, zjawiska, w którym nie zachodzi żaden prawdziwy ruch, tylko dwie lub więcej kropek są prezentowane sekwencyjnie w różnych miejscach a ich pojawienie oraz zniknięcie jest oddzielone odpowiednim interwałem czasowym, co daje nam spójne wrażenie jednej, poruszającej się kropki. Kahneman (1968) pokazał, że optymalny czas między wyświetlanymi bodźcami (pomiędzy zniknięciem jednego bodźca świetlnego a pojawieniem się następnego), który pozwala zaobserwować zjawisko ruchu pozornego to 50 – 100 ms. Ta długość przerwy czasowej została także potwierdzona w eksperymentach, w których badani musieli wskazać kierunek „przemieszczania się” kropki (Bischof, Seiffert, Di Lollo 1996). Kiedy oryginalny zestaw kropek oraz zestaw kropek przesuniętych były prezentowane sekwencyjnie z przerwą czasową między nimi nie przekraczającą 100 ms, osoby badane potrafiły poprawnie zidentyfikować kierunek zmian, prawdopodobnie na

podstawie powstającego wrażenia ruchu. Jednakże jeśli przerwa między prezentowanymi obrazami wynosiła więcej niż 100 ms i nie powstawało wrażenie ruchu pozornego, dokładność identyfikacji kierunku ruchu była znacznie gorsza. Zaprezentowane powyżej eksperymenty psychofizyczne pokazują, że jeśli odstęp czasowy między dwoma prezentowanymi obrazami nie przekracza 100 ms, każde zniknięcie, dodanie lub zamiana obiektu lub luminancji skutkuje powstaniem silnego sygnału przejściowego. To z kolei może zaalarmować układ wzrokowy, który jest bardzo czuły na ruch. Wykazano, że ruch (np. szybkie pojawianie się przedmiotów), jako cecha przeduwagowa, jest wykrywany bardzo szybko, jeżeli pojawia się on na tle stosunkowo statycznego obrazu. Uważa się, że ruch chwilowo angażuje i przekierowuje uwagę w miejsce, w którym został on „zaobserwowany” lub spostrzeżony (Yantis 1993), co może ułatwić wykrycie zmiany. Zgodnie z powyższym, wczesne eksperymenty dotyczące detekcji zmian, używające paradygmatu „jednej ekspozycji” (ang. „one shot”), w którym obraz oryginalny i zmodyfikowany są prezentowane tylko raz, pokazują, że odstęp czasowy między obrazami poniżej 80 ms skutkuje prawie idealną skutecznością we wykrywaniu zmian (Philips 1974, Phillips, Singer 1974). Odkrycie to potwierdzono także w późniejszych eksperymentach (Rensink, O'Regan, Clark 2000). W związku z tym bardzo ważne jest aby mieć świadomość jak bardzo zjawisko ruchu angażuje uwagę. Rensink i wsp. (2000) zauważyli, że wrażenie ruchu nie musi być koniecznie wyeliminowane, wystarczy, żeby sygnał pochodzący ze zmieniającego się obszaru nie był mocniejszy niż pochodzący z reszty obrazu. To z kolei nie implikuje od razu, że przy przerwie między wyświetlanymi obrazami poniżej 80 ms, zmiana zostanie zauważona szybko i automatycznie. Rensink i wsp. (2000) pokazali, że nawet przy 40 ms przerwie między wyświetlanymi obrazami, osoby badane potrzebowały co najmniej 5 zmieniających się sekwencji obrazów, czyli ok 4 s aby wykryć zmianę. Analogicznie, nawet przy dłuższych przerwach między prezentowanymi obrazami może wystąpić słabe wrażenie ruchu pozornego po tym, jak badana osoba wykryje zmianę (Grind, Koenderink, Van Doorn 1986). Zatem przedstawione powyżej przedziały czasowe nie stanowią sztywnych i arbitralnych kryteriów przy których zjawisko ruchu pozornego jest obserwowane lub nie. Można jedynie wnioskować, że przy zmniejszonych lub nieobecnych sygnałach oddolnych prawidłowa detekcja zmian jest utrudniona i prawdopodobnie opiera się na mechanizmach poznawczych, które są kontrolowane odgórnie, i mają charakter szeregowy, jak poszukiwanie wzrokowe, transfer do pamięci wzrokowej, krótkotrwała konsolidacja materiału oraz mechanizmy związane z porównaniem.

Poniżej przedstawimy główne czynniki, które poprawiają dostrzeżenie zmian oraz które tą zdolność ograniczają wywołując tym samym efekt niedostrzeżenia zmian. (często te same czynniki posiadają zarówno ograniczające jak i wzmacniające właściwości, co odzwierciedla szeregową naturę większości procesów poznawczych w których jedna informacja lub ich niewielka ilość jest lepiej przetwarzana kosztem pozostałych). Pomimo, że system wzrokowo-poznawczy może mieć jedynie niewielki dostęp do sygnałów oddolnych, wywołanych przez zmianę (jak opisano powyżej), to jednak musi on w pewien sposób tworzyć reprezentację obrazu zarówno przed jak i po zmianie, następnie dokonać ich porównania, a ostatecznie podjąć decyzję czy zmiana miała miejsce czy też nie. W tej sekwencji procesów problemy mogą pojawić się dość wcześnie. Wiele eksperymentów wskazuje, że reprezentacja ‘właśnie

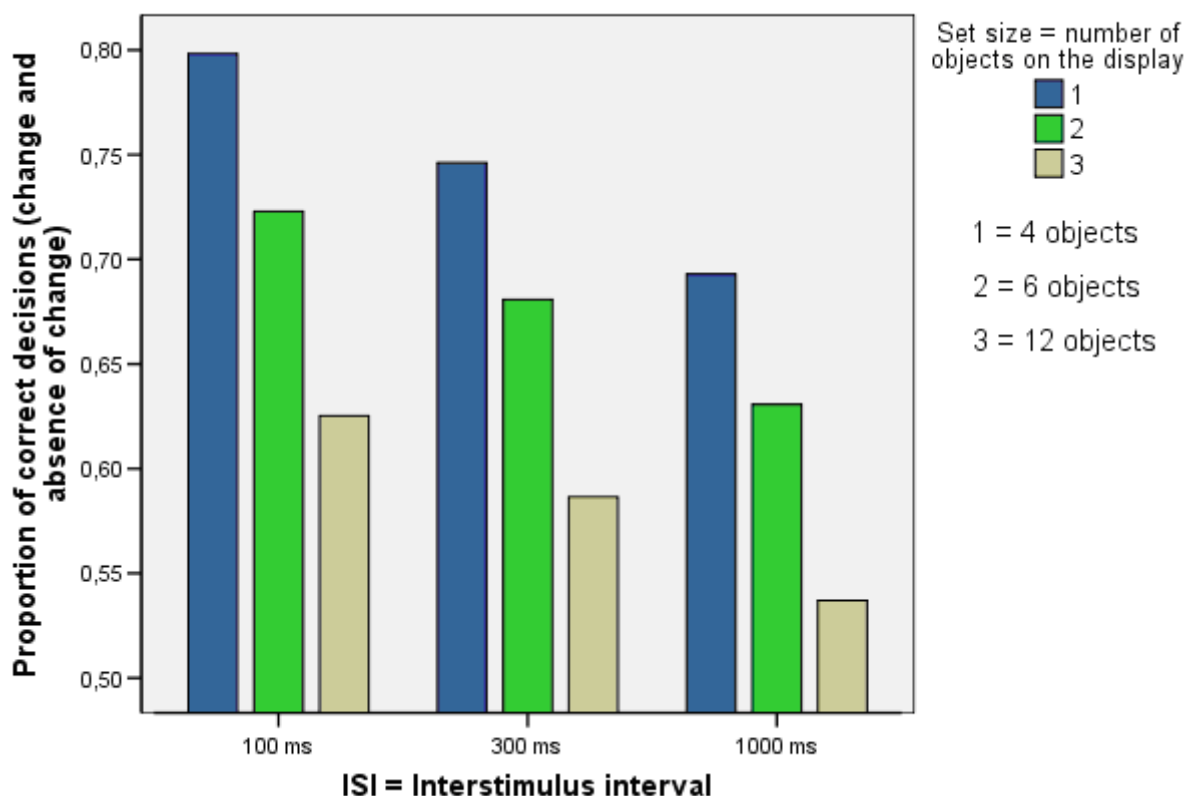
widzianego' obrazu jest raczej nietrwała oraz skąpa, co może być jedną z przyczyn efektu niedostrzegania zmian. Liczne eksperymenty z zastosowaniem metody pomiaru ruchu gałek ocznych (ang. eye tracking) pokazały, że podczas ruchu sokowego oka, ludzie zachowują jedynie niewielką część informacji z jednego punktu fiksacji po przeniesieniu gałki ocznej do następnego punktu. Przykładowo Tatler (2001) wykazał, że informacja ikoniczna z miejsca aktualnej fiksacji bardzo szybko nadpisuje informacje pochodzące z wcześniejszego punktu skupienia gałki ocznej. Jeżeli nowy przedmiot znajdował się przez jedyne 100 ms w punkcie skupienia gałki ocznej, badani rozpoznawali poprzedni przedmiot na którym skupiali wzrok zaledwie na poziomie losowym, zaś po 400 ms następowało całkowite nadpisanie wcześniejszej informacji prowadząc do zupełnej niemożności zrelacjonowania właściwości przedmiotu, który znajdował się w poprzedniej lokalizacji skupienia wzroku. Inne badania sugerują, że to co jest scalane w pamięci w trakcie następujących po sobie skupieniach gałki ocznej ma kategorialny charakter i jest przechowywane w formie abstrakcji wyższego rzędu, jak zasadnicze znaczenie obrazu lub jego układ (Irvin, 1996). Inny argument na rzecz hipotezy o nadpisaniu pochodzi z eksperymentów dotyczących zjawiska niedostrzegania zmian, które pokazały że pamięć przedmiotów z drugiego obrazu jest dokładniejsza w porównaniu z obrazami przed dokonaniem zmiany, nawet jeśli przedmioty na drugim obrazie nie pokrywały się przestrzennie z tymi w pierwszym obrazie (Simons i wsp., 2002). W eksperymencie Rensinka i wsp. (2000) wykazano, że wydłużona ekspozycja pierwszego obrazu (przed jego modyfikacją), trwająca nawet do 8 sekund, nie osłabiła efektu niedostrzegania zmian. Powyższe badania sugerują, że informacja mająca charakter ikoniczny lub obrazowy jest przechowywana na stosunkowo niskim szczeblu magazynów pamięci wzrokowej, gdzie w łatwy sposób ulega zamaskowaniu oraz gdzie zawarte w niej szczegółowe informacje nie są scalane w następujących po sobie fiksacjach gałek ocznych. W momencie, gdy nowa informacja pobudza nasze receptory na siatkówce, ikoniczna reprezentacja zawierająca szczegóły wcześniejszego obrazu bardzo szybko zanika, pozwalając na zrelacjonowanie jej zawartości przed upływem 100 ms, po których zaczyna dominować reprezentacja nowego obrazu. Jeśli jednak tylko wczesne formy reprezentacji (takie jak pamięć ikoniczna lub nietrwałe formy wzrokowej pamięci krótkotrwałej) mogłyby przyczynić się do skutecznego dostrzegania zmian, to przewyciężenie tego percepcyjnego ograniczenia byłoby praktycznie niemożliwe. W oparciu o współczesne doniesienia naukowe sformułowano hipotezę, że szczególnie dwa czynniki odgrywają ważną rolę w prawidłowej detekcji zmiany. Jednym jest zogniskowana uwaga oraz związane z nią mechanizmy. Należą do nich: wzmożone przetwarzanie informacji w wyselekcjonowanych obszarach pola widzenia oraz łączenie pojedynczych cech przedmiotu w jeden spójny percept. Drugi mechanizm, który jest prawdopodobnie ściśle związany z uwagą wzrokową dotyczy procesu konsolidacji i przechowywania elementów w krótkotrwałej pamięci wzrokowej, magazynie pamięci wzrokowej o nietrwałym charakterze (wzrokowym odpowiedniku pętli fenologicznej w modelu pamięci roboczej), do którego przenoszone są przedmioty z najniższego magazynu wzrokowego. Są one w nim przechowywane przez krótkie interwały czasowe we względnie niezmiennym i stabilnym formacie. Wspomniany system pamięci przechowuje informacje wzrokowe przez okres kilku sekund tak aby mogły zostać wykorzystane w trakcie aktualnie wykonywanych czynności poznawczych. W porównaniu z pamięcią ikoniczną lub reprezentacją wzrokową z niskiego poziomu przetwarzania, reprezentacje zawarte we



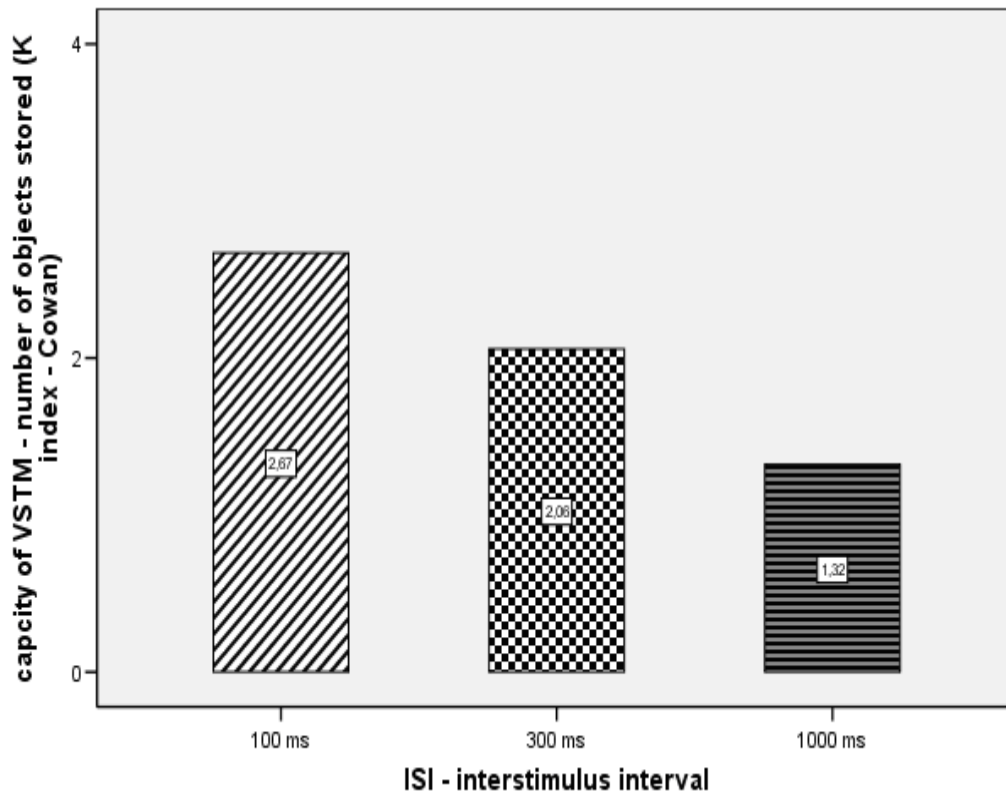
wzrokowej pamięci krótkotrwałej są trwalsze oraz bardziej stabilne. Reprezentacje zawarte we wzrokowej pamięci krótkotrwałej mogą przetrwać ruchy skokowy oka, mrugnięcia oraz inne zakłócenia ciągłości wzrokowej. Poza tym mogą odgrywać ważną rolę w podtrzymywaniu ciągłości w trakcie różnych zakłóceń, umożliwiając w ten sposób dokonywanie porównań w zadaniach polegających na detekcji zmian (Luck, 2007).

Jak wskazują niektóre badania, efekt niedostrzegania zmian jest słabszy, jeśli uwaga jest skupiona na przedmiocie, który ulega zmianie (Scholl 2000, Smit and Shenk 2008). Rezultat ten osiągnięto, gdy jeden z przedmiotów pojawiał się z lekkim opóźnieniem w stosunku do innych wyświetlanych przedmiotów na ekranie. W dziedzinie badań nad uwagą powszechnie wiadomo, że późniejsze pojawienie się przedmiotu lub prezentacja unikalnej cechy (np kolorystycznej) może w sposób mimowolny, automatyczny przyciągnąć uwagę. W eksperymencie Scholla i Smitha (2000) oraz Shenka (2008), badani dostrzegali zmiany przedmiotów szybciej i częściej, gdy pojawiały się one później lub wyróżniały się unikalnym kolorem. W innych badaniach wykazano, że w zadaniach na niedostrzeganie zmian uwaga może również działać odgórnie. Przedmioty znajdujące się na obrazkach, które użyto później w zadaniu detekcji zmian, były wstępnie sklasyfikowane jako istotne lub mniej istotne przez grupę osób nie biorącą udział w późniejszym eksperymencie. Następnie przedmioty oraz ich bezpośrednie okolice były analizowane pod względem poziomu niedostrzegania zmian. Okazało się, że zmiany dotyczące przedmiotów zaklasyfikowanych jako istotne dostrzegano dwa razy szybciej w porównaniu z przedmiotami określonymi jako mniej istotne. Zatem uwaga odgórna która działa w oparciu o reprezentację werbalną lub symboliczną może także odgrywać rolę w dostrzeganiu zmian. Inne badania pokazujące wpływ uwagi na wykonanie zadania detekcji zmian, wykazały, że małe plamy w formie małych szarych kwadratów, które nie przesłaniają obszaru zmiany mogą wywołać efekt niedostrzeżenia zmian, (aczkolwiek nie tak duży jak w standardowych warunkach z globalnymi przesłonami). Gdy plamy pojawiają się w przypadkowych miejscach obrazu, dokładnie w momencie zmiany, wywołują na tyle silny sygnał przejściowy, że ten pochodzący z obszaru zmiany jest niezauważany przez osoby badane, nie z powodu zasłonięcia przez globalną przesłonę (jak w przypadku globalnej, szarej maski), ale dlatego, że plamka działa jak swego rodzaju „wabik”, przyciągający uwagę w inne miejsce niż to gdzie w rzeczywistości coś się zmienia (O’regan, Rensink, Clark 1999). Jednakże skupienie uwagi na jednym położeniu lub kilku położeniach w przestrzeni może służyć systemowi wzrokowemu jedynie do określenia tego, gdzie zmiana mogła się dokonać. W celu podjęcia rzetelnej decyzji odnośnie zmiany, obserwująca osoba musi posiadać ogólne wyobrażenie o tym co się zmieniło. W celu określenia na czym dokładnie polegała zmiana, osoba musi zakodować w pamięci wzrokowej to co znajdowało się w miejscu zmiany, zanim ona nastąpiła oraz porównać tę informację z tym co znajduje się w tym samym położeniu po zmianie. W celu zapewnienia czasowej ciągłości lub spójności przedmiotów wzrokowych musi nastąpić transfer do wspomnianej powyżej krótkotrwałej pamięci wzrokowej. Jedynie wtedy, gdy informacja odnośnie obiektów jest przechowywana w tym formacie pamięciowym, może ona skutecznie przetrwać interwał czasowy pomiędzy następującymi po sobie obrazami. Ale zarówno procesy konsolidacyjne jak i pojemność przechowywania we krótkotrwałej pamięci wzrokowej są ograniczone. Wiele eksperymentów szacuje, że pojemność tego magazynu wynosi od 3 do 4 elementów. Ograniczenia te są jednak elastyczne i zależą od złożoności

elementów które trzeba zapamiętać oraz od rodzaju zadania (Alvarez, Cavanagh 2004). Innym ograniczającym czynnikiem jest proces konsolidacji, który zależy od centralnych zasobów, takich jak procesów decyzyjnych czy procesów kontrolnych. Istnieje hipoteza, że konsolidacja jednego elementu może trwać aż około 50 ms (Luck, 2007). Badanie Paszulewicz (2008) wykazało, że zmiany na obrazach o małej liczbie elementów (obrazy zawierały od 4 do 12 bodźców) są wykrywane najefektywniej (Rys.1), co potwierdza wcześniejsze wyniki badań. Ponadto pokazano, że ograniczona pojemność (przynajmniej dla elementów, które używano w tym badaniu) może oscylować wokół jedynie 2 lub 3 przedmiotów oraz zmniejszać się przy wydłużeniu interwału czasowego (Rys.2), co również potwierdza wyniki dotyczące obciążenia informacyjnego oraz zadaniowego uzyskane przez Alvarez i Cavanagh (2004). Oznacza to, że ciągłość przestrzenno – czasowa reprezentacji przedmiotów jest w stanie powstać dla niewielkiej liczby elementów prezentowanych w tej samej jednostce czasu. W celu dostrzeżenia zmiany, obserwujący musi wielokrotnie przeszukiwać swoje pole wzrokowe oraz przenosić nowe elementy do spójnego czasoprzestrzennego magazynu, co daje możliwość porównania zmieniających się przedmiotów a tym samym ich skuteczną detekcję (Rensink 2002).



Rys. 1.



Rys 2

### **Efekt niedostrzegania zmian w ruchu drogowym**

Wiele eksperymentów badało zjawisko niedostrzegania zmian w kontekście ruchu drogowego, naśladując w sposób mniej lub bardziej ekologicznie trafny prawdziwe sytuacje w ruchu drogowym oraz możliwe zmiany, które mogły nastąpić podczas prowadzenia samochodu. Chen, Liu, Ho (2008) wykazali w swoim badaniu używając statycznych zdjęć przedstawiających różnego typu skrzyżowania, że przy obrazach przedstawiających otoczenie o niewielkim stopniu złożoności osoby lepiej wykrywały zmiany niż na obrazach przedstawiających złożone sytuacje. Szczególnie znaki drogowe były gorzej dostrzegane przy otoczeniach złożonych oraz zawierających dużą ilość bodźców. Z drugiej strony zmiany świateł drogowych były zauważane szybciej i dokładniej przy obrazach przedstawiających skomplikowane a nie proste skrzyżowania, podczas gdy zmiany przedmiotów znajdujących się na peryferiach obrazu ulegały szybszej detekcji w prostych, mniej zatłoczonych scenach. Ogólna wykrywalność zmian była raczej wysoka, natomiast czas detekcji w różnych warunkach był bardziej zróżnicowany. Tak więc alokacja uwagi w kontekście ruchu drogowego nie jest pochodną jakiejś prostej reguły. Wzorec wyników pokazuje raczej, że jest to zjawisko dynamiczne, oraz że rutyny wzrokowe i strategie alokacji uwagi mogą silnie zależeć od zadania i sytuacji. Dodatkowo badano w tym eksperymencie znaczenie stylu

poznawczego i wykazano, że zależność od pola koreluje negatywnie z trafnością wykrywania zmian oraz czasem detekcji, szczególnie u starszych kierowców. W eksperymencie Lee i innych (2007) porównano kilka miar określających poziom prowadzenia pojazdów z poziomem dostrzegania zmian na zdjęciach przedstawiających różne scenki z ruchu drogowego. W tych badaniach niedostrzeganie zmian było silnie skorelowane z FPW (funkcjonalnym polem widzenia) miarą określającą rozpiętość uwagi danej osoby (Ball i inni 1988), co zostało zoperacjonalizowane jako zdolność do dokonywania szybkiego rozróżnienia pomiędzy bodźcami prezentowanymi w centralnym i peryferyjnym polu widzenia w warunkach przyspieszonego podwójnego zadania (w warunkach podwójnym badany musi rozróżnić dwa bodźce cele: jeden położony jest centralnie drugi zaś peryferycznie o różnym stopniu oddalenia od środka). Interesujące jest, że dwa zadania (DZ i FPW) były w różny sposób związane z poszczególnymi miarami prowadzenia pojazdów w symulatorze jazdy. Ogólny czas detekcji zmian korelował z błędami przy identyfikacji znaków orientacyjnych i znaków drogowych w trakcie symulowanej jazdy, ale poprawność detekcji nie. Korelację między poprawnością dostrzegania zmian a zadaniem śledzenia trasy oraz innymi miarami i zadaniami w symulatorze jazdy zaobserwowano tylko dla poszczególnych zdjęć przedstawiających konkretne sytuacje. Autorzy tego eksperymentu wywnioskowali, że zadanie badające funkcjonalne pole widzenia jest lepszym predyktorem prowadzenia pojazdu oraz, że niedostrzeganie zmian jest najprawdopodobniej związane z innym mechanizmem. Zważając na fakt, że tylko niektóre obrazki korelowały z poziomem prowadzenia, autorzy doszli do wniosku, że udoskonalenie zestawu bodźców użytych w badaniu, które mają odzwierciedlać rzeczywiste sytuacje na drogach mogło by ujawnić silniejsze związki pomiędzy prowadzeniem i niedostrzeganiem zmian. Caird, Edward, Creaser, and Horrey (2005) zmodyfikowali paradygmat naprzemiennej ekspozycji w ten sposób że osoby obserwowały zmieniające się obrazy przedstawiające skrzyżowania przez zaledwie 8 lub 5 sekund. W przeciągu tego czasu musieli oni zdecydować czy przejechanie skrzyżowania w zdefiniowanym wcześniej kierunku jest bezpieczne. W porównaniu z wcześniej opisanymi badaniami ten eksperyment był zaprojektowany w sposób bardziej trafny ekologicznie, w tym sensie, że badani 'kierowcy' mieli do wykonania z góry określony manewr (n.p. skręcić w lewo, w prawo lub jechać prosto) oraz ograniczony czas by podjąć decyzję o bezpieczeństwie danego manewru. W tym paradygmacie uzyskano umiarkowany poziom detekcji zmian (75%) u młodych ludzi oraz stosunkowo niski poziom detekcji u ludzi starszych (60%) (głównym celem tego badania było porównanie zachowania w populacji starszych uczestników ruchu drogowego, którzy są odpowiedzialni za ponad 50% wypadków na skrzyżowaniach). Dalsze analizy o ilościowym oraz jakościowym charakterze wykazały ciekawy wzorec wyników: przy niektórych skrzyżowaniach krótszy czas ekspozycji skutkował niższym poziomem detekcji zmian, co można by zinterpretować jako negatywny wpływ szybkości przy zbliżaniu się do skrzyżowania. Innym ciekawym wynikiem było to, że szczególnie starsze osoby koncentrowały się bardziej na światłach oraz znakach drogowych kosztem detekcji osób pieszych znajdujących się na skrzyżowaniu i w jego okolicach. Niektóre eksperymenty badały detekcję zmian w bardziej dynamicznych okolicznościach gdzie zadaniem osób badanych było wykrywanie zmian podczas symulowanego kierowania pojazdem. Badania Lee, Lee oraz Boyle (2005) wykazały że zjawisko niedostrzegania zmian ma także miejsce w dynamicznym środowisku, gdy badani poruszają się pojazdem wzdłuż

ulicy. Wyniki tego badania sugerują, że prowadzenie samochodu oraz równoczesne wykonywanie innych wymagających czynności poznawczych poważnie pogarsza zdolność detekcji zmian oraz metapoznawczą pewność ich wykrycia, szczególnie w przypadkach gdy modyfikacja polegała na zmniejszeniu dystansu do samochodów jadących z przodu. Istnieją dane pokazujące, że w skutek obciążenia poznawczego pogarsza się funkcjonowanie uwagi oraz percepcji oraz że wiąże się to z wyższym poziomem niedostrzegania zmian (zobacz: McCarleyi wsp. 2004), lecz w tym badaniu całe otoczenie miało dynamiczny oraz realistyczny charakter (n.p. samochód zmieniał pasy przyspieszał lub zwalniał). Velichovsky oraz wsp. (2002) przeprowadzili eksperyment w którym porównywano detekcję zmian w statycznych oraz dynamicznych obrazach. Przy obrazach statycznych, pokazujących przykładowo rowerzystę pojawiającego się oraz ponownie znikającego na poboczu ulicy, poziom detekcji zmian był najniższy przy zmianach znaczeniowo nieistotnych, które były sprzężone z ruchami skokowymi oka (tzn. zmiany zachodziły dokładnie w momencie ruchu gałki ocznej). Dodatkowo badanie to potwierdziło wiele razy już opisany wzorzec, iż dodanie przedmiotu jest lepiej dostrzegane niż jego usunięcie, oraz że lepiej dostrzegamy zmiany przedmiotów istotnych. Pokazano ponadto iż wszystkie stosowane przesłony (globalne maski, mrugnięcia oraz sakady) mają właściwie taki sam wpływ na poziom detekcji zmian, oraz że detekcja zmian w warunkach stosujących którąkolwiek z przesłon przebiega wolniej o średnio 200 ms niż detekcja w warunkach skupienia gałek ocznych w jednym miejscu. W warunkach dynamicznych detekcja zmian przebiegała najgorzej w warunkach zmian sprzężonych z ruchami gałek ocznych, zarówno pod względem szybkości jak i poprawności. Warto zauważyć, iż badacze uzyskali dane, wskazujące że przy ruchomych obrazach detekcja zmian w warunkach z globalnymi maskami była szybsza i poprawniejsza niż podczas warunków gdy gałki oczne były zafiksowane w jednym miejscu. By wyjaśnić ten nietypowy wynik badacze przypuszczają, że w dynamicznym otoczeniu, gdzie wszystko rusza się, sam ruch może maskować sygnały przejściowe związane z pojawieniem się nowego przedmiotu. Globalna maska stabilizuje być może reprezentację obrazu na krótki czas umożliwiając tym samym dostrzeżenie zmiany. Również eksperyment Wallisa Bülthoffa (2000) badał detekcję zmian podczas symulowanej jazdy samochodem. Ich wyniki pokazały, że aktywne kierowanie pojazdem pomiędzy różnego rodzaju przeszkodami, uniemożliwiało kierującemu dostrzeżenie zmian na peryferiach. Z drugiej strony te same osoby które wcześniej prowadziły a teraz poruszały się przez podobną scenerię w roli pasażera, miały mniejsze problemy z dostrzeżeniem zmian zarówno centralnych jak i peryferycznych. Innym istotnym wynikiem uzyskanym w tych badaniach jest fakt, iż zmiany w przedmiotach o niewielkim znaczeniu (pojawienie się lub zniknięcie parasolki lub też obrót ławki) nie były zbyt często dostrzegane, co dodatkowo potwierdza, że przy codziennej eksploracji otoczenia wzrokiem ludzie śledzą tylko najważniejsze lub potrzebne informacje w danym momencie (Triesch et al. 2003). Nawet gdy badani przez dłuższy czas skupiają wzrok na jakimś przedmiocie, to najprawdopodobniej nie zauważą zmian z nim związanych, jeżeli jest on nieistotny z punktu widzenia aktualnego zadania lub celów, (O’regan et al. 2000; Triesch et al. 2003). To ponownie wskazuje na istotną rolę odgórnych nastawień gdy patrzymy przed siebie na otaczający nas świat.

Podsumowując, powinniśmy jasno stwierdzić, iż potrzebne są dalsze badania oraz doskonalenie istniejących już metod w celu uzyskania klarownych powiązań między poziomem prowadzenia pojazdu a czynnikami uwagowymi, badanymi przy pomocy różnych technik oraz narzędzi, jak na przykład paradygmatem niedostrzegania zmian lub badaniem funkcjonalnego pola widzenia. Dotychczasowe doniesienia pozwalają na stwierdzenie że fenomen niedostrzegania zmian ma także miejsce podczas symulowanej jazdy samochodem. Z drugiej strony wielkość efektu niedostrzegania zmian podczas symulowanej jazdy nie jest duża a inne miary są lepiej powiązane z poziomem prowadzenia pojazdów. Jednym udoskonaleniem dotychczasowych badań powinno być użycie paradygmatów z przyspieszonym czasem reagowania ponieważ przypominałyby bardziej rzeczywiste sytuacje, w których decyzje związane z pewnymi działaniami trzeba podjąć natychmiastowo, szczególnie w sytuacjach związanych z ruchem drogowym. Badania stosowane dotyczące niedostrzegania zmian oraz ruchu drogowego jednoznacznie potwierdzają, że poziom prowadzenia pojazdów oraz zdolność do wykrywania zmian w otoczeniu może być poważnie zaburzona u ludzi starszych, podczas gdy u ludzi młodszych ten efekt jest mniejszy. Innym istotnym odkryciem jest fakt, że wzrokowa oraz uwagowa eksploracja przedmiotów i otoczenia zależy w dużej mierze od aktualnych celów oraz zadań, do tego stopnia, że nawet wyraziste i unikalne cechy mogą zostać niedostrzeżone jeżeli nie są istotne z punktu widzenia wykonywanego zadania.

## **Wnioski**

Zważywszy na fakt iż ludzie mają tendencję do przeszacowywania własnych zdolności dostrzegania zmian (Levin et al. 2000), niezmiernie istotne byłoby poinformowanie jak największej liczby osób oraz kierowców o tych błędach percepcyjnych, ponieważ może mieć to istotne znaczenie dla ich własnego bezpieczeństwa jak i w ogóle dla zachowania się w ruchu drogowym. Można by osiągnąć ten cel poprzez zorganizowanie spotkań edukacyjnych w szkołach jazdy oraz ośrodkach i instytucjach związanych z ruchem drogowym, jak i w gabinetach specjalistycznych w których przeprowadza się badania kierowców zawodowych.

Pomimo zebranych dowodów na rzecz niedostrzegania zmian w kontekście ruchu drogowego, istnieje wiele wątków, które wymagają dalszych badań. Popierwsze nie znamy żadnych badań, które porównywałyby standarowe testy psychologiczne używane do badania kierowców z poziomem wykonania w paradygmatach jak ślepoty nieuwagowa lub niedostrzegania zmian. Te standarowe testy zawierają przyspieszone zadania związane z koordynacją wzrokowo ruchową, oraz zadania uwagowo percepcyjne. Czasami używa się także kwestionariuszy w celu określenia cech osobowości lub stylu poznawczego. Także warto zbadać czy istnieją jakiegokolwiek związki pomiędzy tymi narzędziami badawczymi oraz dostrzeganiem zmian lub percepcją nieoczekiwanych zdarzeń. Niedawne badania (Jensen, Simons 2010) pokazały, że nie tylko zawartość obrazu oraz parametry czasowe wpływają na dostrzeganie zmian. Różnice indywidualne związane z wysiłkiem, szybkością oraz inteligencją odgrywają też pewną rolę. Wspomniane czynniki ujawniają się w zadaniach

uwagowych oraz dostrzeganiu zmian ponieważ najprawdopodobniej wpływają na strategie poszukiwania wzrokowego. Ciekawym natomiast jest, że różnice wyżej wspomniane różnice indywidualne nie były związane z dostrzeganiem nieoczekiwanych zdarzeń (ślepotą nieuwagowa). Innym zagadnieniem, które warto by systematycznie badać jest związek pomiędzy paradygmatami niedostrzegania zmian oraz funkcjonalnym polem widzenia, dwoma paradygmatami, które są silnie ze sobą skorelowane, lecz które są w odmienny sposób powiązane z poszczególnymi miarami dotyczącymi prowadzenia pojazdów.

Dodatkowym zagadnieniem, które wymagałoby systematycznego badania jest konstrukcja bodźców, materiałów oraz procedur używanych w zadaniach przy detekcji zmian w kontekście ruchu drogowego. Przede wszystkim sposób ekspozycji oraz instrukcje mogą mieć kluczowe znaczenie. To czy dana osoba musi podążać określoną wcześniej trasą lub czy kieruje pojazdem bez większych ograniczeń z pewnością wpłynie na sposób w jaki osoba spostrzeże oraz aktywnie eksploruje swoim wzrokiem otoczenie. Można oczekiwać także iż wyniki będą się różniły, jeżeli osoba będzie musiała pokonać daną trasę szybko i będzie posiadała ograniczony czas na dokonanie wyboru oraz manewru.

Literatura cytowana:

1. Alvarez G. A., Cavanagh P., (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15(2), 106-111
2. Ball, K. K., Beard B. L., Roenker D. L., Miller R. L., Griggs D. S., (1988). Age and visual search: expanding the useful field of view. *JOSA-A*, 5(12), 2210-2219.
3. Bischof W.F., Seiffert A.E., DiLollo V., (1996). Transient-sustained input to directionally selective motion mechanisms. *Perception*, 25, 1263-1280.
4. Bischof W.F., and DiLollo V., (1995). Motion and metacontrast with simultaneous onset of stimuli. *Journal of the Optical Society of America, A*, 12, 1623–1636.
5. Caird J.K., Edwards C., Creaser J., Horrey W.J., (2005). Older driver failures of attention at intersections: Using change blindness methods to assess turn decision accuracy. *Human Factors*, Vol. 47 No. 2, 235-249
6. Chen Y.J., Liu J.C., Ho C.H., (2008) Using change blindness method to investigate the effect of age and cognitive style on traffic event detection in different intersection environment. *APIEMS 2008 Proceedings of The 9th Asia Pasific Industrial Engineering and Management Systems Conference* Retrieved October 01, 2009, from [http://www.knu.edu.tw/lecture/2008APIEMS\(BALI\)/PAPER/50-302.pdf](http://www.knu.edu.tw/lecture/2008APIEMS(BALI)/PAPER/50-302.pdf)
7. Chun M.M., Marois, R., (2002). The dark side of visual attention. *Current Opinion in Neurobiology* 12: 184–189.
8. Di Lollo V. (1980). Temporal integration in visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 75-97
9. Di Lollo V., Hogben J. H., & Dixon P., (1994). Temporal integration and segregation of brief visual stimuli: Patterns of correlation in time. *Perception & Psychophysics*, 55, 373–386.
10. Hendricks D. L., Fell J. C., and Freedman, M., (1999). The relative frequency of unsafe driving acts in serious traffic crashes. Retrieved October 01, 2009, from <http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury/research/UDAshorttrpt/index.html>

11. Hooge I. T. C., Vlaskamp B.N.S., and Over E.A.B., (2007). Saccadic search: On the duration of a fixation. In R. van Gompel, M. Fischer, W. Murray, and R. Hill (Eds.), *Eye movement research: Insights into mind and brain*. Oxford, UK: Elsevier.
12. Irwin D. E., and Andrews R. V., (1996). Integration and accumulation of information across saccadic eye movements. In T. Inui and J. L. McClelland (Eds.), *Attention and performance XVI: Information integration in perception and communication* (pp. 125-155). Cambridge, MA, USA: MIT Press.
13. Irwin D.E. (1996). Integrating Information Across Saccadic Eye Movements. *Psychological Science*, 5, 3, 94–100
14. Jensen M., S., and Simons D. J., (2010) Blind, Blinder, Blindest: Individual differences in change blindness and inattentive blindness *Journal of Vision* 2, 10(7): 192
15. Kahneman D. (1967). An onset-onset law for one case of apparent motion and metacontrast. *Perception and Psychophysics*, 2 , 577-584
16. Lee Y., Lee J.D., Boyle L., (2005). Change detection performance under divided Attention with dynamic driving scenarios. *PROCEEDINGS of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*. Retrieved October 01, 2009, from [http://drivingassessment.uiowa.edu/DA2005/PDF/29\\_Leeformat.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/DA2005/PDF/29_Leeformat.pdf)
17. Lees M,N., Sparks J.D., Lee J.D., Rizzo M., (2007) Change blindness, attention, and driving performance *PROCEEDINGS of the Fourth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*. Retrieved October 01, 2009, from [http://drivingassessment.uiowa.edu/DA2007/PDF/007\\_LeesSparks.pdf](http://drivingassessment.uiowa.edu/DA2007/PDF/007_LeesSparks.pdf)
18. Levin D.T., Momen N., Drivdahl S.B., Simons D.J. (2000). Change blindness blindness: The metacognitive error of overestimating change-detection ability. *Visual Cognition*, 7, 397–412.
19. Luck S.J., (2007) Visual short term memory. *Scholarpedia*, 2(6):3328 Retrieved October 01, 2009, from [http://www.scholarpedia.org/article/Visual\\_short\\_term\\_memory](http://www.scholarpedia.org/article/Visual_short_term_memory)
20. Mack A., and Rock I. (1998). *Inattention blindness*. MIT Press.
21. McCarley J.S, Vais M.J, Pringle H, Kramer A.F, Irwin D.E, Strayer D.L., (2004). Conversation disrupts change detection in complex traffic scenes. *Human Factors*. 46(3):424-36.
22. Nagayama Y., (1978) Role of visual perception in driving, *IATSS Research* 2 64-73.
23. Neisser U., (1979). The control of information pickup in selective looking. In A. D. Pick (Ed.), *Perception and its development: A tribute to Eleanor J. Gibson* (201-219). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
24. Neisser U., and Becklen R., (1975). Selective looking: Attending to visually specified events. *Cognitive Psychology*, 7(4), 480-494.
25. O'Regan J.K., Rensink R.A., Clark J.J., (1999). Change-blindness as a result of “mudsplashes.” *Nature*, 398, 34.
26. O'Regan J.K., Deubel H., Clark J.J., Rensink R.A., (2000). Picture Changes During Blinks: Looking Without Seeing and Seeing Without Looking. *Visual Cognition* 7 (1/2/3), 191–211
27. Paszulewicz J., (2008). Zjawisko niedostrzegania zmiany jako przykład związku między uwagą a świadomością. Nieopublikowana praca magisterska, Kraków UJ
28. Phillips W.A., and Singer W., (1974). Function and interaction of on and off transients in vision I: Psychophysics. *Experimental Brain Research*, 19, 493-506



29. Phillips W.A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception and Psychophysics*, 16, 283–290
30. Rensink R.A., Oregan J.K., and Clark J.J., (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, 8, 368–373.
31. Rensink R.A., O'Regan K.J., Clark J.J., (2000). On the Failure to Detect Changes in Scenes Across Brief Interruptions. *Visual Cognition*, 7 (1/2/3), 127–145
32. Rensink R.A., (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology*. 53, 245–77
33. Scholl, B. (2000). Attenuated change blindness for exogenously attended items. *Visual Cognition*. 7 (1/2/3), 377–396
34. Simons D.J., Chabris C.F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattentive blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059–1074.
35. Simons D.J., Chabris C.F., Schnur T.T., Levin D.T., (2002). Evidence for preserved representations in change blindness. *Consciousness and Cognition*, 11, 78-97.
36. Simons D.J., Levin D.T., (1998). Failure to detect changes to people during a real-world interaction. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 644-649.
37. Simons D.J., (2007) Inattentive blindness. *Scholarpedia*, 2(5):3244 Retrieved October 01, 2009, from [http://www.scholarpedia.org/article/Inattentive\\_blindness'](http://www.scholarpedia.org/article/Inattentive_blindness)
38. Sivak M., (1996). The information that drivers use: is it indeed 90% visual? *Perception* 25, 1081–1090.
39. Smith D., and Schenk T., (2008). Reflexive attention attenuates change blindness (but only briefly). *Perception and Psychophysics*. 70: 489–95.
40. Strayer D.L., and Johnston W.A., (2001). Driven to distraction: Dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular phone. *Psychological Science*, 12, 462–466.
41. Strayer D.L., Drews F.A., and Johnston W.A., (2003). Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology-Applied*, 9(1), 23-32.
42. Tatler B.W. (2001). Characterising the visual buffer: real-world evidence for overwriting early in each fixation. *Perception*, 30, 993– 1006.
43. Triesch J., Ballard D.H., Hayhoe M.M., Sullivan B.T., (2003). What you see is what you need. *Journal of Vision*, 1 (9), 86-94
44. van de Grind W.A., Koenderink J.J., and van Doorn A.J., (1986). The distribution of human motion detector properties in the monocular visual field. *Vision Research*, 26, 797–810.
45. Velichkovsky B.M., Dornhoefer S.M., Kopf M., Helmert J., Joos M., (2002). Change detection and occlusion modes in roadtraffic scenarios. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5, 99-109.
46. Wallis G., Bühlhoff H., (2000). What's scene and not seen: Influences of movement and task upon what we see. *Visual Cognition*. 7, 175-190
47. Yantis S., (1993). Stimulus-driven attention capture. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 156–161.