

dr Anna Orzeł

Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu, Wydział Finansów i Zarządzania, Polska

ORCID: 0000-0002-7581-6480

mgr Ewa Rycerz

Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu, Wydział Finansów i Zarządzania, Polska

ORCID: 0009-0005-9092-3232

Uwaga pod obciążeniem poznawczym i przewidywanie zagrożeń przez kierowców zawodowych

Attention under cognitive load and hazard prediction among professional drivers

Streszczenie

Cyfryzacja środowiska jazdy uzasadnia analizę funkcjonowania uwagi kierowców podczas wykonywania konkurencyjnych zadań. Celem artykułu jest przedstawienie modelu łączącego sprawność uwagową, obciążenie poznawcze i kalibrację samooceny z przewidywaniem zagrożeń drogowych. Zastosowano narracyjną syntezę celowo dobranych publikacji, ze szczególnym uwzględnieniem badań z lat 2024 do 2026 oraz klasycznych modeli zachowania kierowcy. Literatura wskazuje, że kierowanie wzroku na drogę nie gwarantuje skutecznego przetwarzania informacji, a konsekwencje zadania dodatkowego zależą od jego charakteru i wymagań sytuacji. Zaproponowano eksperyment z materiałami filmowymi, manipulacją obciążenia poznawczego oraz pomiarem uwagi i pewności odpowiedzi. Omówiono hipotezy, zasady operacjonalizacji, plan analiz i ograniczenia trafności ekologicznej. Wniosek koncepcyjny dotyczy potrzeby badania wartości przyrostowej pomiarów uwagi ponad wiek i doświadczenie oraz rozróżniania wykonania zadania od świadomości własnych ograniczeń. Artykuł nie przedstawia wyników własnego badania empirycznego.

Słowa kluczowe: psychologia transportu, uwaga, obciążenie poznawcze, przewidywanie zagrożeń, samoocena, trafność ekologiczna

Abstract

The digitalisation of driving environments motivates the examination of attention during competing tasks. This article develops a conceptual model linking attentional performance, cognitive load, and self assessment calibration to road hazard prediction. A narrative synthesis of purposively selected publications was conducted, emphasising research published between 2024 and 2026 alongside foundational models of driver behaviour. The literature indicates that looking at the road does not ensure effective information processing and that secondary task effects depend on task characteristics and situational demands. A video based experiment is proposed, combining a cognitive load manipulation with measures of attention and response confidence. Hypotheses, operational definitions, an analysis plan, and limitations of ecological validity are discussed. The conceptual conclusion emphasises testing the incremental predictive value of attention beyond age and experience and distinguishing task performance from awareness of personal limitations. No original empirical findings are reported.

Keywords: traffic psychology, attention, cognitive load, hazard prediction, self-assessment, ecological validity

Wprowadzenie

Ocena funkcjonowania kierowcy wymaga uwzględnienia zarówno jego względnie trwałych właściwości, jak i zmiennych wymagań sytuacji. Wynik uzyskany podczas badania psychologicznego opisuje zachowanie w określonym zadaniu i określonych warunkach. Znaczenie takiego wyniku dla bezpieczeństwa ruchu drogowego zależy od tego, czy pozwala on przewidywać funkcjonowanie poza gabinetem. Problem staje się szczególnie istotny, gdy kierowca równocześnie obserwuje drogę, interpretuje komunikaty nawigacji i reaguje na informacje pochodzące z pojazdu.

Współczesne badania nad wielozadaniowością wskazują, że ograniczenia uwagi dotyczą nie tylko patrzenia poza drogę, lecz również przetwarzania obiektów pozostających w polu widzenia. Strayer i McDonnell (2025) opisują związki wielozadaniowości ze świadomością sytuacyjną, pomijaniem istotnych informacji i opóźnieniem reakcji. Ich ujęcie uzasadnia rozdzielenie dostępności informacji wzrokowej od jej wykorzystania. Kierunek spojrzenia jest zatem informacją o zachowaniu obserwacyjnym, ale sam w sobie nie stanowi miary zrozumienia sytuacji.

Celem artykułu jest opracowanie modelu, w którym sprawność uwagowa przewiduje jakość rozpoznawania rozwijających się zagrożeń, a obciążenie poznawcze zmienia warunki ujawniania tej sprawności. Uzupełnieniem modelu jest kalibracja samooceny, rozumiana jako zgodność deklarowanej pewności z rzeczywistą poprawnością wykonania. Główne pytanie brzmi: czy pomiary uwagi dostarczają dodatkowej informacji o przewidywaniu zagrożeń pod obciążeniem ponad informację wynikającą z wieku, doświadczenia i ekspozycji na ruch drogowy?

Przedmiotem rozważań nie jest zastąpienie diagnozy psychologicznej pojedynczym testem filmowym. Proponowane badanie ma sprawdzić związki między konstruktami oraz wartość predykcyjną ich pomiarów. Dopiero późniejsza walidacja w innych próbach i wobec zewnętrznych kryteriów mogłaby uzasadniać zastosowania diagnostyczne.

Charakter opracowania i dobór literatury

Artykuł ma charakter przeglądowo koncepcyjny. Podstawą jest celowy dobór publikacji dotyczących rozproszenia uwagi, wymagań poznawczych interfejsów pokładowych, przewidywania zagrożeń oraz modeli kontroli zachowania kierowcy. Wyszukiwanie internetowe, zakończone 2 października 2026 roku, wykorzystywało anglojęzyczne frazy odnoszące się do cognitive load, driver distraction, hazard prediction, hazard perception, driver monitoring systems i driver behaviour models. Sprawdzano strony wydawców, rekordy bibliograficzne oraz repozytoria instytucjonalne. Nie przeprowadzono systematycznego przeszukania wszystkich baz ani formalnej oceny ryzyka błędu dla każdej publikacji.

Włączono współczesne przeglądy oraz badania empiryczne umożliwiające rozróżnienie zachowania wzrokowego, reakcji na zagrożenia i wykonania zadania dodatkowego. Klasyczne publikacje służą wyłącznie objaśnieniu podstaw teoretycznych. Priorytet dla literatury z lat 2024 do 2026 nie oznacza pomijania pierwotnych źródeł modeli powstałych wcześniej. Rok przypisany publikacji odpowiada wersji wydawniczej wykorzystanej w bibliografii, a nie samemu rokowi występującemu w identyfikatorze DOI.

Synteza nie jest przeglądem systematycznym ani metaanalizą. Nie pozwala oszacować łącznej wielkości efektu obciążenia poznawczego, częstości wyników rozbieżnych ani kompletności rozpoznanej luki. Proponowaną nowość należy zatem rozumieć jako uzasadniony

kierunek badań wymagający dalszej weryfikacji, a nie jako udowodniony brak wcześniejszych badań podobnego modelu.

Przekazane materiały dydaktyczne potraktowano jako punkt wyjścia do identyfikacji pojęć uwagi i modeli zachowania. Ze względu na brak pełnych danych bibliograficznych oraz szczegółów przywołanych w nich badań nie wykorzystano ich jako samodzielnego dowodu skuteczności badań psychologicznych. Atrybucje modeli oparto na publikacjach pierwotnych.

Właściwości uwagi i konkurencja między zadaniami

W analizie funkcjonowania kierowcy użyteczne jest rozróżnienie utrzymywania uwagi, selekcji informacji, przełączania między zadaniami i wykonania dwóch zadań równocześnie. Zakres uwagi może dodatkowo odnosić się do liczby elementów dostępnych przetwarzaniu w określonym czasie. Właściwości te nie są jednak wymienne i nie tworzą automatycznie jednego wskaźnika sprawności. Utrzymywanie gotowości do reakcji podczas monotonnej obserwacji różni się od rozpoznania krytycznego bodźca w obecności konkurencyjnych informacji.

Teoria zasobów wielorakich wskazuje, że interferencja zależy od charakteru procesów angażowanych przez współbieżne zadania, w tym modalności informacji i sposobu reagowania (Wickens, 2008). Zadanie słuchowe może ograniczyć konkurencję o przetwarzanie wzrokowe w porównaniu z czytaniem ekranu, ale nadal wymaga interpretacji i kontroli odpowiedzi. Zmiana modalności komunikatu nie jest więc wystarczającą podstawą do uznania go za poznawczo obojętny.

W proponowanym modelu obciążenie oznacza wymagania narzucone eksperymentalnie przez zadanie dodatkowe. Subiektywne poczucie trudności i pogorszenie wykonania są jego potencjalnymi następstwami, a nie identycznymi definicjami tego samego konstruktu. To rozdzielenie ogranicza ryzyko rozumowania kołowego: pogorszenie wyniku nie może być zarazem jedynym dowodem istnienia obciążenia i wyjaśnianym przez nie skutkiem.

Poziomy zachowania i regulacja trudności

Michon (1985) wyróżnia strategiczny, taktyczny i operacyjny poziom zachowania kierowcy. Pierwszy dotyczy organizowania podróży, drugi manewrów i dostosowania zachowania do sytuacji, trzeci bieżącego sterowania pojazdem. Rozróżnienie jest przydatne do

ustalenia zakresu projektowanego pomiaru: filmowy test przewidywania zagrożeń dotyczy przede wszystkim interpretowania sytuacji i przygotowania decyzji, natomiast nie mierzy bezpośrednio jakości sterowania pojazdem.

W modelu relacji wymagań zadania i możliwości kierowcy trudność wynika z ich wzajemnego odniesienia. Fuller (2005) wiąże zachowanie z regulacją trudności prowadzenia. W ramach niniejszej koncepcji oznacza to potrzebę uwzględnienia dostępnych możliwości kompensacji. Podczas rzeczywistej jazdy kierowca może ograniczyć prędkość lub odroczyć obsługę urządzenia; oglądający nagranie nie zmienia prędkości wydarzeń. Ten brak kontroli jest zarazem zaletą eksperymentalną i ograniczeniem przenoszenia wyników na ruch drogowy.

Ujęcie systemowe Hollnagela i współautorów (2003) traktuje kierowcę oraz pojazd jako wspólny system, którego działanie opisują powiązane pętle kontroli. Pozwala ono uwzględnić technologię jako część organizacji zadania. W odniesieniu do proponowanego badania jest to argument za precyzyjnym określaniem rodzaju komunikatu i momentu jego pojawienia się. Nie każdy dodatkowy sygnał musi pogarszać wykonanie: ostrzeżenie związane z zagrożeniem może wspierać jego rozpoznanie.

Wykrywanie a przewidywanie zagrożeń

Wykrywanie zagrożenia oznacza zauważenie istotnego zdarzenia, natomiast przewidywanie wymaga wnioskowania o jego dalszym przebiegu. Wybór poprawnej odpowiedzi po zatrzymaniu filmu i czas reakcji na rozwijające się zdarzenie opisują różne aspekty funkcjonowania. Nie należy traktować ich jako zamiennych wskaźników bezpieczeństwa.

W modelu SPIDER proces obejmuje skanowanie, przewidywanie, identyfikowanie, podejmowanie decyzji i wykonanie odpowiedzi (Strayer & McDonnell, 2025). Test oparty na wyborze dalszego rozwoju sceny obejmuje tylko część tego procesu. Samo użycie nagrania z perspektywy kierowcy nie uprawnia do wnioskowania o pełnej zdolności zapobiegania kolizjom. Dlatego głównym wynikiem proponowanego eksperymentu jest poprawność przewidywania zdarzeń, a nie ryzyko wypadku.

Współczesne ustalenia empiryczne

Interfejsy pokładowe i sposób prezentowania informacji

Zhong i współautorzy (2024) przeprowadzili badanie drogowe obejmujące 28 młodych kierowców. Porównali interakcję słuchową i głosową z interakcją wzrokową i manualną dla zadań dotyczących połączeń, muzyki, nawigacji i radia. Wyniki wskazały na większe rozproszenie w warunku wzrokowym i manualnym oraz zróżnicowanie wyników zależnie od zadania. Badanie jest szczególnie wartościowe ze względu na pomiar w rzeczywistym pojeździe, ale mała, młoda próba ogranicza generalizację. Nie dostarcza norm diagnostycznych dla polskich kierowców ani dowodu, że interakcja głosowa eliminuje obciążenie.

Vijay i współautorzy (2025) w przeglądzie 65 badań wykorzystujących okulografię zwracają uwagę na odwracanie wzroku od drogi podczas czynności dodatkowych i na przewagę badań symulatorowych nad naturalistycznymi. Ich synteza uzasadnia uwzględnianie rodzaju interfejsu oraz kontekstu automatyzacji. Nie pozwala jednak sprowadzić wszystkich technologii pokładowych do jednej kategorii ryzyka. Projektując eksperyment, należy odróżnić komunikat służący orientacji na drodze od zadania niezwiązanego z jej obserwowaniem.

Obciążenie i zachowanie wobec zagrożeń

Sun i He (2025) zbadali w symulatorze 18 doświadczonych i 18 początkujących kierowców korzystających z częściowej automatyzacji. Obciążenie poznawcze wprowadzali za pomocą słuchowego zadania polegającego na porównywaniu bieżącego bodźca z wcześniejszym. Doświadczenie miało znaczenie dla zachowań wyprzedzających w złożonych sytuacjach. Rozproszenie poznawcze wpływało na reakcje wobec zagrożeń, choć nie wykazano jego wpływu na analizowane zachowania wzrokowe. Wynik wspiera rozróżnienie patrzenia i skutecznego reagowania. Jego zakres dotyczy jednak konkretnego zadania, małej próby i warunków częściowej automatyzacji, dlatego nie należy przenosić go bezpośrednio na wszystkie formy jazdy.

Salazar-Frías i współautorzy (2025) wykorzystali krótkie nagrania drogowe w badaniu 141 doświadczonych kierowców z trzech grup wieku. Sprawdzali przewidywanie zdarzeń w sytuacjach różniących się obecnością i położeniem konkurencyjnych zagrożeń. Najstarsi uczestnicy uzyskiwali gorsze wyniki, zwłaszcza w złożonych scenach. Stwierdzono również

związki z pomiarami funkcji uwagowych oraz statystyczną mediację dotyczącą uwagi selektywnej. Badanie uzasadnia łączenie pomiarów poznawczych z zadaniami filmowymi. Mediacji opartej na takim schemacie nie należy jednak interpretować jako dowodu, że wiek powoduje określone pogorszenie wyłącznie poprzez uwagę.

Monitorowanie kierowcy i ograniczenia wskaźników wzrokowych

Ayas i współautorzy (2026) przeanalizowali 28 badań interwencji opartych na systemach monitorowania kierowcy. Dominowały ostrzeżenia, a interwencje najczęściej odnosiły się do rozproszenia wzrokowego lub wzrokowego i manualnego. W części badań opisano niepożądane następstwa. Autorzy wskazują, że informacje o spojrzeniach poza drogę mogą nie obejmować rozproszenia poznawczego. Ważnym ograniczeniem aktualności przeglądu jest zakończenie głównego wyszukiwania w maju 2024 roku, mimo publikacji w 2026 roku. Synteza wspiera rozwijanie pomiarów uwzględniających kontekst, ale nie dowodzi nieskuteczności wszystkich współczesnych systemów monitorowania.

Łącznie przedstawione prace uzasadniają hipotezę, że relacja między funkcjami uwagowymi a wykonaniem zadania drogowego może zależeć od obciążenia. Nie dowodzą natomiast, że istniejące badania psychologiczne są nieadekwatne. Aby ocenić ich przydatność, trzeba wskazać konkretne narzędzia, populację i kryterium, wobec którego ma być oceniana trafność.

Proponowany model integracyjny

Wartość przyrostowa sprawności uwagowej

Podstawę modelu stanowi rozdzielenie cech uczestnika, manipulacji eksperymentalnej i rezultatu. Wiek, ekspozycja na prowadzenie oraz doświadczenie są charakterystykami obserwowanymi. Sprawność uwagowa jest oceniana niezależnie od zadania filmowego. Obciążenie poznawcze jest zmieniane eksperymentalnie. Wynik stanowi poprawność przewidywania zagrożenia. Takie uporządkowanie umożliwia testowanie, czy predyktory poznawcze wnoszą informację ponad prostszy model oparty na charakterystykach kierowcy.

Nowość proponowanej integracji polega na jednoczesnym badaniu predykcji, zależności od warunku obciążenia i samooceny wykonania. Nie zakłada się, że którykolwiek pojedynczy komponent uwagi musi być najważniejszy. Porównanie powinno uwzględniać rzetelność

pomiarów i ich wspólną wariancję. Niska rzetelność może pozornie zmniejszać znaczenie danego testu, nawet jeśli mierzona funkcja jest istotna dla zadania.

Kalibracja samooceny jako odrębny wymiar

Kalibrację samooceny proponuje się oceniać przez zestawienie pewności odpowiedzi z jej poprawnością. Uczestnik określa prawdopodobieństwo, że wybrana odpowiedź jest właściwa. Średnia pewność przewyższająca proporcję poprawnych odpowiedzi wskazuje na przeciętną nadmierną pewność w tym konkretnym zadaniu. Nie oznacza automatycznie globalnego przeceniania kompetencji kierowcy.

Nie należy utożsamiać poczucia trudności z pewnością. Uczestnik może uznać zadanie za trudne, a zarazem trafnie wskazać wysoką pewność kilku odpowiedzi. Z kolei ogólne pytanie o bycie dobrym kierowcą mierzy przekonania obejmujące doświadczenie i tożsamość, których nie da się sprowadzić do trafności prognozowania wydarzeń na filmie.

Kalibracja obliczona z tych samych prób co wynik główny zawiera informację o poprawności. Wprowadzanie jej bezpośrednio jako predyktora tej poprawności grozi zależnością wynikającą ze sposobu wyliczenia zmiennych. Z tego powodu w podstawowym badaniu kalibracja jest oddzielnym wynikiem. Jej wartość predykcyjną można testować dopiero względem niezależnego zestawu scen lub pomiaru w późniejszym terminie.

Hipotezy do przyszłej weryfikacji

H1. Poprawność przewidywania zagrożeń będzie niższa w warunku zadania dodatkowego o większych wymaganiach poznawczych niż w warunku kontrolnym.

H2. Lepsze wykonanie niezależnych zadań uwagowych będzie wiązało się z wyższym prawdopodobieństwem poprawnego przewidywania zagrożenia po uwzględnieniu wieku, doświadczenia i ekspozycji na prowadzenie.

H3. Związek sprawności uwagowej z poprawnością przewidywania będzie zależeć od warunku obciążenia. Kierunek interakcji pozostaje do ustalenia empirycznego, ponieważ lepsza sprawność może zarówno chronić przed interferencją, jak i sprzyjać większemu zaangażowaniu w zadanie dodatkowe.

H4. Większe wymagania zadania dodatkowego będą wiązały się ze wzrostem subiektywnego poczucia obciążenia oraz zmianą wykonania zadania dodatkowego. Hipoteza stanowi sprawdzenie skuteczności manipulacji i nie zastępuje analizy wyniku głównego.

H5. W analizie eksploracyjnej zostanie sprawdzone, czy obciążenie zwiększa rozbieżność między pewnością i poprawnością. Nie zakłada się, że pogorszeniu wykonania zawsze towarzyszy pogorszenie kalibracji, ponieważ uczestnik może trafnie rozpoznawać wzrost trudności.

H6. Model uwzględniający pomiary uwagi i ich interakcje z obciążeniem będzie lepiej przewidywał odpowiedzi nowych uczestników niż model obejmujący wyłącznie warunek zadania, wiek, doświadczenie i ekspozycję. Hipoteza wymaga walidacji poza danymi wykorzystanymi do dopasowania modelu.

Projekt badania empirycznego

Uczestnicy i dobór próby

Do badania należy zaprosić pełnoletnich kierowców posiadających ważne uprawnienia i aktualną praktykę prowadzenia pojazdu. Rekrutacja powinna obejmować zróżnicowany wiek, płeć, staż i ekspozycję. Oparcie całej próby na studentach ograniczałoby możliwość oceniania roli wieku. Kierowcy zawodowi i niezawodowi mogą uczestniczyć w badaniu, ale charakter ich praktyki powinien być rejestrowany i uwzględniony w interpretacji.

Wiek proponuje się analizować jako zmienną ciągłą. Staż posiadania uprawnień nie zastępuje informacji o rzeczywistej praktyce, dlatego potrzebny jest również szacunkowy przebieg i częstość prowadzenia. Należy zebrać dane o ostrości widzenia z korekcją, jakości słyszenia istotnej dla zadania, śnie w poprzedniej nocy i aktualnym zmęczeniu. Zakres danych zdrowotnych powinien wynikać z potrzeb pomiaru oraz zasad ochrony prywatności.

Ostateczną liczebność trzeba ustalić przed rozpoczęciem głównej rekrutacji, najlepiej przez symulację mocy modelu z powtarzanymi próbami. Pilotaż powinien dostarczyć oszacowań trudności scen i wariancji między uczestnikami. Samo zwiększanie liczby nagrań nie zastępuje odpowiedniej liczby osób. Szczególnie wymagająca jest identyfikacja interakcji między sprawnością i obciążeniem. Bez takich danych nie można rzetelnie uznać określonej liczby uczestników za wystarczającą.

Materiały i warunki eksperymentalne

Proponuje się wykorzystanie trzech warunków wewnątrzsobniczych. Warunek pierwszy obejmuje obserwację filmu bez zadania dodatkowego. W drugim uczestnik słucha ciągu bodźców i wykonuje prostą reakcję detekcyjną. W trzecim słucha porównywalnego ciągu bodźców, ale musi utrzymywać i aktualizować informację w pamięci. Przykładem jest porównanie bieżącego bodźca z bezpośrednio poprzedzającym lub wcześniejszym elementem ciągu. Dokładna trudność powinna zostać ustalona w pilotażu.

W dwóch warunkach słuchowych należy możliwie wyrównać głośność, tempo prezentacji i wymagania ruchowe. Dzięki temu porównanie pozwoli ograniczyć wpływ samej obecności dźwięku. Warunek bez zadania dodatkowego opisuje łączny koszt jego wprowadzenia, natomiast porównanie dwóch zadań słuchowych bardziej precyzyjnie dotyczy wzrostu wymagań przetwarzania. Nie należy przypisywać różnicy między ciszą i zadaniem słuchowym wyłącznie obciążeniu poznawczemu.

Nagrania powinny przedstawiać zdarzenia o jednoznacznie określonym początku oraz rozwijające się zagrożenia o zróżnicowanym charakterze. Materiał musi być pozyskany z prawem do wykorzystania naukowego i z ochroną wizerunku oraz danych umożliwiających identyfikację osób. Zestaw odpowiedzi po przerwaniu sceny powinien obejmować jedną poprawną prognozę i wiarygodne dystraktory. Poprawność i moment przerwania trzeba uzgodnić w niezależnej ocenie ekspertów oraz pilotażu z kierowcami.

Każdy uczestnik ogląda daną scenę tylko raz. Równoważne zestawy scen należy przypisywać do warunków w różnych kombinacjach między uczestnikami, a kolejność bloków zrównoważyć. Ogranicza to efekt uczenia się i ryzyko, że trudniejszy zestaw będzie stale występował w warunku większego obciążenia. Niezbędne są też sceny kontrolne bez rozwijającego się zagrożenia, jeżeli w osobnym module mierzone będzie wykrywanie zdarzeń.

Przebieg i pomiary

Sesja rozpoczyna się informacją o badaniu, świadomą zgodą i krótką metryczką. Następnie wykonuje się niezależne zadania uwagowe, próby treningowe i bloki filmowe. Pomiar uwagi powinien obejmować co najmniej selekcję informacji i przełączanie między regułami. Wykonanie zadania przełączania należy opisywać przez trafność oraz różnicę czasu reakcji

między próbami z powtórzeniem i zmianą reguły. Ogólna szybkość odpowiedzi nie jest równoznaczna z kosztem przełączenia.

Jeżeli wykorzystuje się narzędzia diagnostyczne, trzeba wskazać ich pełne nazwy, wersje, warunki licencji, normy i dokumentację psychometryczną. Bez tych informacji nie można twierdzić, że badanie ocenia całość polskiej praktyki badań kierowców. Autorskie zadanie komputerowe może służyć analizie mechanizmu, lecz wymaga oceny rzetelności i nie powinno otrzymywać statusu testu diagnostycznego bez walidacji.

Po zatrzymaniu filmu uczestnik wskazuje przewidywany rozwój zdarzeń i ocenia pewność odpowiedzi od 0 do 100 procent. Głównym wynikiem jest odpowiedź poprawna lub błędna. Czas liczony od prezentacji wariantów odpowiedzi określa tempo wyboru po przerwaniu filmu; nie jest czasem reakcji kierowcy na realne zagrożenie. Jeśli potrzebny jest osobny pomiar wykrywania, należy zastosować odrębny zestaw scen z reakcją w czasie oglądania, aby nie mieszać dwóch procedur.

Po każdym bloku uczestnik ocenia subiektywne obciążenie przy użyciu identycznego pytania i skali. Jeżeli wybrane zostanie standaryzowane narzędzie, trzeba stosować jego właściwą instrukcję, sposób obliczeń i zweryfikowaną wersję językową. Jedno autorskie pytanie o trudność pozostaje pomiarem pomocniczym. Należy również rejestrować poprawność i czas wykonania zadania słuchowego, ponieważ uczestnik może chronić wynik filmowy przez rezygnację z zadania dodatkowego.

Plan analizy i kryteria oceny modelu

Analizę główną proponuje się oprzeć na logistycznym modelu mieszanym dla poprawności pojedynczych odpowiedzi. Model powinien uwzględniać powtarzane odpowiedzi uczestników i różnice między scenami. W pierwszym etapie obejmuje warunek, wiek, doświadczenie, ekspozycję oraz zaplanowane zmienne kontrolne. W następnym dodaje się pomiary uwagi, a następnie wcześniej wskazane interakcje uwagi z warunkiem. Pozwala to oceniać wartość przyrostową bez sprowadzania całego eksperymentu do korelacji między średnimi.

Efekty trzeba przedstawić jako wielkości oszacowane wraz z przedziałami ufności, a dla interpretacji praktycznej także jako przewidywane prawdopodobieństwa odpowiedzi poprawnej. Należy raportować rozkład wyników, brakujące dane, skuteczność manipulacji i współzależności

predyktorów. Zasady wykluczania prób, obsługi odpowiedzi skrajnie szybkich i postępowania z niewykonaniem zadania dodatkowego powinny być określone przed analizą. Niewykonanie zadania może być przejawem przeciążenia, więc automatyczne usuwanie takich uczestników mogłoby zniekształcić wynik.

Czas wyboru odpowiedzi wymaga osobnego modelu uwzględniającego jego skośny rozkład. Analizowanie wyłącznie czasów odpowiedzi poprawnych zmienia skład porównywanych prób i wymaga wyraźnego uzasadnienia. Jednoczesna interpretacja szybkości i trafności powinna uwzględniać możliwość kompromisu: szybka odpowiedź nie jest korzystna, jeżeli odbywa się kosztem poprawności.

Kalibrację można opisać średnią różnicą między pewnością przeliczoną na przedział od 0 do 1 a poprawnością kodowaną jako 0 lub 1. Uzupełnieniem jest średni kwadrat różnicy między tymi wartościami oraz zależność pewności od trafności. Wskaźnik błędu probabilistycznego obejmuje jednak nie tylko kalibrację, dlatego nie powinien być jej jedynym miernikiem. Wyniki należy prezentować ciągle; arbitralny podział na cztery typy kierowców może ukrywać różnice i niestabilność klasyfikacji.

Sprawdzenie wartości predykcyjnej wymaga podziału danych według uczestników. Losowy podział pojedynczych odpowiedzi mógłby umieścić próby tej samej osoby po obu stronach walidacji i zawyżyć jakość przewidywania. Jeśli model ma działać dla nowych scen, potrzebny jest dodatkowy test generalizacji do nagrań nieobecnych podczas dopasowania. Przy doborze predyktorów i strojeniu modelu należy stosować walidację, która oddzieli te decyzje od końcowej oceny.

Przed badaniem wskazana jest prerejestracja hipotez głównych, kontrastów i modelu analitycznego. Analizy eksploracyjne można prowadzić, lecz trzeba oznaczyć ich status. Nie proponuje się podstawowej analizy mediacji wieku przez uwagę: przekrojowy pomiar tych zmiennych nie rozstrzyga o mechanizmie przyczynowym. Randomizacja warunków uzasadnia mocniejsze wnioskowanie o efekcie manipulacji, ale nie o przyczynowym znaczeniu wieku i różnic indywidualnych.

Dyskusja i znaczenie praktyczne

Proponowany model łączy pomiar potencjału poznawczego z oceną wykonania w warunkach konkurencji między zadaniami. Jego wartość polega na postawieniu pytania

możliwego do weryfikacji: czy określone testy uwagi zwiększają trafność przewidywania odpowiedzi, gdy uwzględniono już podstawowe charakterystyki kierowcy? Odpowiedź dodatnia nie oznacza automatycznej konieczności rozszerzenia wszystkich badań diagnostycznych. Konieczna byłaby ocena wielkości poprawy, stabilności efektu oraz kosztu pomiaru.

Wynik ujemny również byłby poznawczo użyteczny. Mógłby wskazywać, że zastosowane testy i zadanie filmowe angażują odmienne procesy, że zakres sprawności w próbie jest zbyt wąski lub że pomiar nie jest dostatecznie rzetelny. Nie wystarczałby jednak do podważenia diagnostyki psychologicznej jako całości. Zastosowanie wyniku zależy od konkretnego kryterium i populacji, wobec których sprawdzono narzędzie.

Odrębna ocena kalibracji może wspierać projektowanie informacji zwrotnej. Jeśli kierowca trafnie rozpoznaje własne trudności, działania edukacyjne mogą wzmacniać strategie kompensacyjne. Jeżeli wykazuje nadmierną pewność w niezależnych zadaniach, potrzebne może być pokazanie rozbieżności między przewidywaniem i wykonaniem. Są to implikacje do przyszłych badań interwencyjnych, a nie potwierdzona skuteczność programu szkoleniowego.

W projektowaniu interfejsów wynik mógłby pomagać w doborze momentów prezentacji informacji. Nie uprawniałby natomiast do ustanawiania indywidualnych progów alarmowych na podstawie pojedynczego testu filmowego. Technologie wspierające uwagę należy oceniać jako element wspólnego zadania kierowcy i pojazdu, z uwzględnieniem możliwości kompensacji, błędnych ostrzeżeń i różnic między użytkownikami.

Wiek powinien pozostawać jedną z wielu zmiennych opisowych. Zarówno unikanie jego pomiaru, jak i traktowanie go jako samodzielnego wyjaśnienia może ograniczać analizę. Dla zastosowań praktycznych istotne jest ustalenie, czy model dostarcza wiarygodnych prognoz dla osób z różnych grup, zamiast wyłącznie odtwarzać różnice między średnimi. Ewentualne progi diagnostyczne wymagałyby zewnętrznego kryterium, analizy błędów klasyfikacji i odrębnych badań walidacyjnych.

Ograniczenia i dalsze kierunki

Pierwszym ograniczeniem jest niesystematyczny dobór literatury. Przed zgłoszeniem wyników przyszłego eksperymentu warto uzupełnić syntezę o formalny przegląd baz, dokumentując zapytania, kryteria i proces selekcji. Drugim jest niejednorodność opisanych badań: zadania drogowe, symulatory i testy filmowe nie dostarczają tożsamyh kryteriów.

Trzecim pozostaje brak danych własnych, który uniemożliwia potwierdzenie proponowanego modelu.

Test filmowy ogranicza możliwość regulowania prędkości, wybierania toru jazdy i odraczania zadania dodatkowego. Może przez to uwidaczniać interferencję przy jednoczesnym pomijaniu kompensacji. W późniejszym etapie warto zastosować symulator pozwalający rejestrować zachowanie pojazdu, a następnie bezpieczną ocenę drogową. Zewnętrzna walidacja powinna odnosić się do niezależnych wskaźników zachowania, a nie tylko do drugiego testu podobnego rodzaju.

Badanie nie mierzy bezpośrednio spontanicznego błędzenia myślami. Eksperymentalnie narzucone zadanie słuchowe nie jest odpowiednikiem zajęcia uwagi osobistymi myślami. Również z samego kierunku spojrzenia nie można rozstrzygnąć, czy uczestnik świadomie przetwarzał zagrożenie. Rozszerzenie o okulografię lub próbkowanie treści myśli wymagałoby odrębnego uzasadnienia i oceny tego, czy dodatkowe pomiary nie zmieniają wykonania.

W dalszym programie badań można oddzielnie analizować funkcjonowanie po zakończeniu zadania dodatkowego. Wymagałoby to losowania odstępów czasowych i rozdzielenia efektów obciążenia, odpoczynku oraz przewidywalności pojawienia się zagrożenia. Na podstawie niniejszej syntezy nie ustala się uniwersalnego czasu powrotu uwagi do poziomu wyjściowego.

Przed rekrutacją projekt należy poddać ocenie właściwej komisji etycznej. Uczestnictwo powinno być dobrowolne, z możliwością przerwania sesji bez konsekwencji. Informacja dla badanego musi wyjaśniać, że wynik badawczy nie jest orzeczeniem o zdolności do prowadzenia pojazdu. Zasady pseudonimizacji, przechowywania i ewentualnego udostępniania danych trzeba określić przed ich zebraniem. Nie można deklarować uzyskania zgody komisji ani numeru decyzji, zanim rzeczywiście zostaną wydane.

Wnioski

Przegląd uzasadnia rozdzielanie sprawności uwagowej, wymagań zadania, zachowania wzrokowego i jakości przewidywania zagrożeń. Zaproponowany model umożliwia ocenę, czy niezależne pomiary uwagi zwiększają trafność predykcji ponad wiek i doświadczenie oraz czy związek ten zmienia się pod wpływem obciążenia. Kalibracja samooceny stanowi odrębny wymiar funkcjonowania, który wymaga pomiaru bez mieszania predyktorów i kryteriów.

Najważniejszym postulatem jest badanie trafności przyrostowej i generalizacji wyników zamiast wyciągania wniosków o bezpieczeństwie z samej poprawności odpowiedzi na filmie. Przedstawiona koncepcja stanowi podstawę prerejestrowanego eksperymentu, lecz nie dostarcza jeszcze podstaw do zmian norm diagnostycznych lub klasyfikowania kierowców. Jej empiryczna wartość będzie zależać od rzetelności narzędzi, skuteczności manipulacji i walidacji wobec niezależnych kryteriów.

Bibliografia

- Ayas, S., Powell, M., & Donmez, B. (2026). Distraction mitigation through driver monitoring systems: A scoping review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 121, Article 103701. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2026.103701>
- Fuller, R. (2005). Towards a general theory of driver behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 37(3), 461–472. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2004.11.003>
- Hollnagel, E., Nåbo, A., & Lau, I. V. (2003). A systemic model for driver-in-control. *W Proceedings of the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (s. 86–91). University of Iowa. <https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1101>
- Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety* (pp. 485–520). Plenum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2173-6_19
- Salazar-Frías, D., Ortiz-Peregrina, S., Martino, F., Castro-Torres, J. J., Clavijo-Ruiz, J., & Castro, C. (2025). Do older drivers (65+) exhibit significant impairments in hazard prediction and attentional processes? *Accident Analysis & Prevention*, 222, Article 108182. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2025.108182>
- Strayer, D. L., & McDonnell, A. S. (2025). SPIDER 2.0: Driver distraction and visual attention. *Annual Review of Vision Science*, 11, 521–540. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-110423-025626>

- Sun, M., & He, D. (2025). The influence of cognitive distractions and driving experience on hazard perception performance during partially automated driving. *Accident Analysis & Prevention*, 221, Article 108202. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2025.108202>
- Vijay, N. C., Agarwal, A., & Gupta, K. (2025). Do automation and digitalization distract drivers? A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 211, Article 107888. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107888>
- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human Factors*, 50(3), 449–455. <https://doi.org/10.1518/001872008X288394>
- Zhong, Q., Zhi, J., Xu, Y., Gao, P., & Feng, S. (2024). Assessing driver distraction from in-vehicle information system: An on-road study exploring the effects of input modalities and secondary task types. *Scientific Reports*, 14, Article 20289. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71226-4>

Biogram autorki

Anna Orzeł, doktor nauk ekonomicznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu, prawnik. Prodziekan ds. organizacyjnych i rozwoju Wydziału Finansów i Zarządzania Uniwersytetu WSB Merito we Wrocławiu. Zajmuje się zarządzaniem, logistyką i prawem transportu drogowego. Jej zainteresowania obejmują również psychologię pracy, dobrostan oraz poznawcze uwarunkowania funkcjonowania człowieka w środowisku zawodowym.

Ewa Rycerz, agent celny specjalizujący się w obsłudze procedur importowych i eksportowych oraz organizacji procesów w logistyce międzynarodowej. Jej zainteresowania zawodowe obejmują optymalizację procedur, wdrażanie rozwiązań zwiększających efektywność, bezpieczeństwo oraz wpływ organizacji pracy na funkcjonowanie osób związanych z branżą TSL.