

ZATWIERDZAM

.....
Kierownik Projektu

SPRAWOZDANIE Z REALIZACJI ZADANIA NR 1

**pt.: Prowadzenie działalności centrum
wiedzy o dostępności
za okres od I.2023. do IV.2023.**

**Tytuł opracowania:
Systemy bezpiecznego wysiadania z samochodu**

Autor opracowania: dr inż. Adam Wilczek

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

Spis treści:

1. Wprowadzenie.....	str. 2
2. Rozwiązania ochronne.....	str. 4
3. Ograniczenia i skuteczność asystentów wysiadania.....	str. 13
3. Podsumowanie.....	str. 15
4. Literatura.....	str. 16

1. Wprowadzenie

Operacje wysiadania, jak również wsiadania i rozładunku związane z otwieraniem uchylnych drzwi samochodu mogą w pewnych okolicznościach stworzyć zagrożenie kolizji z przejeżdżającym obok pojazdem. W przypadku wysiadania do zdarzeń dochodzi gdy po zaparkowaniu (zatrzymaniu) samochodu kierowca lub pasażer samochodu nagle otworzy drzwi na stronę jezdni lub ścieżki rowerowej bez upewnienia się, czy nie stworzy to zagrożenia dla ruchu równoległego innych użytkowników drogi. Konsekwencją takiej niefrasobliwości może być uderzenie pojazdu w otwarte drzwi lub próba ich ominięcia. W obu przypadkach można się spodziewać dużych obrażeń ciała, głównie kierowcy pojazdu będącego w ruchu, a nawet jego śmierci [1, 2, 3]. Większość wypadków śmiertelnych i poważnych obrażeń ciała przy drzwiach ma miejsce na pasie ruchu, przy próbie ich ominięcia, a nie w samej ich strefie. W anglojęzycznej literaturze kolizja ta określana jest często jako **dooring** [4, 5]. W kolizji z samochodem najbardziej narażeni są niechronieni użytkownicy drogi (NUD) [6, 7]. Należą do nich rowerzyści, kierowcy motocykli, motorowerów i ich pasażerowie, deskorolkarze, rolkarze, użytkownicy hoverboardów i segwayów oraz piesi. NUD to użytkownicy dróg, którzy nie są chronieni nadwoziem pojazdu, a są zagrożeni kontaktem z nim. Ze statystyk w różnych środkach przekazu wynika, że na dooring najbardziej narażeni są rowerzyści i motocykliści [8]. Zależy to głównie od strefy geograficznej i wzorców transportowych w regionie. Motocyklistę, skuterzystę lub rowerzystę chroni jedynie kask i ewentualnie elementy odzieży. Potencjalny wypadek może więc skończyć się śmiercią. Z przeprowadzonych badań w pracy [9] wynika, że w przypadku ruchu prawostronnego częściej dochodzi do kolizji z drzwiami po lewej stronie samochodu (87% przypadków) niż po prawej (13% przypadków), a odsetek wypadków z udziałem motocykli lekkich jest znacznie wyższy (70,1%) niż motocykli ciężkich (29,9%).

Rowerów, skuterów (rozwijających prędkość 35 km/h i więcej) i samochodów przybywa, samochody niekiedy z przyciemnionymi szybami, miejsc parkingowych zwykle za mało, infrastruktura nie nadąża za zmieniającymi się wzorcami transportowymi (dojazd do pracy, do urzędów, na zakupy, do znajomych, jazda rekreacyjna lub sportowa), a wśród uczestników ruchu często brak wiedzy na temat czynników ludzkich i świadomości zagrożenia. Do kolizji dochodzi najczęściej na wielofunkcyjnych pasach ruchu lub wąskich uliczkach aglomeracji miejskich tuż obok zaparkowanych równolegle samochodów, w okolicach instytucji publicznych i parkingów oraz obok ścieżek rowerowych przy braku odpowiedniej infrastruktury. Prędkość pojazdu w chwili zderzenia ma duży wpływ na obrażenia ciała i szkody materialne uczestników. Złe warunki atmosferyczne są również sprzymierzeńcem tego rodzaju kolizji. W statystykach dooring rzadko wymieniany jest jako

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

czynnik wypadku. Zazwyczaj ten rodzaj zdarzeń włączany jest do ogólnie określonej kolizji drogowej samochodu z uczestnikiem z grupy NUD. W literaturze można jednak znaleźć dane, które pozwolą określić skalę problemu [8].

Według raportu Policji około 40 % wszystkich ofiar wypadków drogowych w Polsce w 2021 roku stanowili niechronieni uczestnicy ruchu drogowego, gdzie udział osób pieszych stanowił 20,8% [7]. W przypadku kolizji rowerzysty z samochodem prawie połowa kolizji jest przypisywana trzem czynnikom naruszenia: niebezpieczna zmiana pasa ruchu przez kierowcę, otwieranie przez kierowcę drzwi samochodu w ruchu ulicznym oraz nieustąpienie pierwszeństwa podczas skręcania w lewo lub zawracania [8,9]. W raporcie agencji ubezpieczeniowej o kolizjach w San Francisco podano, że w latach 2012-2015 16% całkowitej liczby wypadków z obrażeniami było związanych z kolizją rowerzystów z drzwiami samochodu, w których rowerzysta nie ponosi winy [10]. Według danych zamieszczonych w publikacji [11] w Chicago w 2010 roku kolizja z drzwiami samochodu typu dooring stanowiła 7,25% wszystkich zgłoszonych wypadków rowerowych podczas gdy w 2011 roku było to już 19,7% co stanowi około 1 nieostrożne otwarcie drzwi dziennie. Około 80% rowerzystów odniosło obrażenia, a około 94% zostało rannych. Wypadki przy drzwiach stanowiły od 7 do 13 procent wszystkich wypadków rowerowych w Bostonie w latach 2009 do 2013 [12]. W raporcie z 2012 roku dotyczącym wypadków w centrum Melbourne podano, że w latach 2006-2010, w wyniku zderzeń rowerzystów z drzwiami samochodu, doszło do 494 obrażeń uczestników z czego 433 (88%) dotyczyło rowerzystów. Obrażenia rowerzystów stanowiły 19,4% wszystkich obrażeń rowerzystów zgłoszonych policji, co, jak stwierdzono, stanowi najczęstszy rodzaj wypadków [13]. Urzędnicy zajmujących się rozwojem miasta w Cambridge oceniają tam dooring na 20% wszystkich wypadków rowerowych. W 2020 roku wskaźnik ten zmniejszył się do 9%, a 2021 roku ponownie wzrósł do 12%. Jak tłumaczono, Policja postrzega pandemię Covid 19 jako przyczynę spadku dooringu z typowych 20 procent [14]. Dooring może również zabić. W Nowym Jorku w latach 1996–2005 w ten sposób zginęło 7 z 225 wszystkich zabitych rowerzystów (czyli aż 3%). W Londynie otwarte drzwi uśmierciły 3 osoby w latach 2010–2012.

W pracy [15] przeprowadzono analizę danych o kolizji rowerzystów z samochodami osobowymi w Szwecji w latach 2005–2012. Wynika z niej, że ponad 78% wszystkich kolizji rowerzysty i kierowca samochodu przecinały swoje ścieżki, w około 11% kolizji oba pojazdy poruszały się w tym samym lub przeciwnym kierunku, a tylko 4,4% wypadków było spowodowanych uderzeniem rowerzysty w drzwi pojazdu. Pozostałe wypadki stanowiły 3,4%. Według nowego badania przeprowadzonego w jedenastu obszarach śródmiejskich w Saksonii w Niemczech przez ubezpieczycieli ds. badania wypadków (UDV - Unfallforschung der Versicherten), które obejmowały lata 2012 do 2016, 18% wypadków z udziałem rannych pieszych i rowerzystów jest związanych z zaparkowanymi pojazdami silnikowymi. Według szefa UDV ten wynik można przenieść na całe Niemcy mimo, że w urzędowych statystykach podany wynik to tylko 5% [16].

Podobne statystyki związane z dooringiem w różnych regionach na świecie przedstawiono w publikacji internetowej [4]. Oznacza to, że kolizja kierowcy pojazdu z grupy NUD z drzwiami zaparkowanego samochodu nie należy do rzadkości i powinna być brana pod uwagę w środkach ochrony.

2. Rozwiązania ochronne

W zakresie ochrony czynnej i biernej związanej z wypadkami osób jadących w samochodzie nastąpił już duży postęp. W przypadku ochrony uczestników ruchu z grupy NUD postęp nie jest zadawalający, co znalazło potwierdzenie w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej (UE) 2019/2144. Wyrażono w nim potrzebę wdrożenia szczególnych środków zapobiegających ofiarom śmiertelnym i obrażeniom niechronionych użytkowników dróg, takich jak rowerzyści i piesi. Systemy ochrony przed zderzeniami pojazdów z otwartymi drzwiami zaparkowanego samochodu wpisują się w ten kierunek działań.

Poza działaniami w zakresie poprawy infrastruktury [17] stosowane są obecnie dwie główne strategie zmniejszenia liczby wypadków z drzwiami. Pierwsza polega na edukacji oraz stosowaniu prostych środków technicznych zwiększających bezpieczeństwo, a druga na wprowadzaniu odpowiednich asystentów bezpieczeństwa w samochodach w oparciu o nowe technologie.

2.1. Metody oparte na edukacji i prostych środkach technicznych

W polskim prawie o ruchu drogowym [18] zawarty jest zapis zabraniający otwierania drzwi pojazdu, pozostawiania ich otwartych lub wysiadania bez upewnienia się, że nie spowoduje to zagrożenia bezpieczeństwa ruchu lub jego utrudnienia (Oddział 1, Rozdział 5, Art. 45 p.3). Dotyczy on nie tylko kierowców pojazdów ale i ich pasażerów. Natomiast przy omijaniu kierowca zobowiązany jest do zachowania bezpiecznego odstępu od omijanego pojazdu, uczestnika ruchu lub przeszkody, a w razie potrzeby zmniejszenia prędkości (Rozdział 3, Oddział 5, Art. 23 p.2). Podobne przepisy, bazujące na 24 Artykule konwencji wiedeńskiej o ruchu drogowym z 1968 roku, obowiązują w wielu innych krajach na świecie. Są one podstawą do orzekania o winie i karaniu mandatami. Orzeczenie o winie stanowi ważny element przy uzyskaniu odszkodowania w przypadku odniesienia obrażeń ciała w wypadku z drzwiami [19, 20, 21]. W zależności jakich obrażeń dozna ofiara zdarzenie zostanie zakwalifikowane jako kolizja, która jest wykroczeniem, bądź wypadek, w którym o wymiarze kary zdecyduje sąd. Po zgłoszonej kolizji firmy ubezpieczeniowe nakładają często sankcje w postaci zwiększonych składek i pozwów o odpowiedzialność, która dotyczy wszystkich uczestników. Przy omijaniu występuje termin bezpiecznego odstępu. Minimalny odstęp równy jest przeciętnej szerokości uchylnych drzwi samochodu ocenianej na około 115 cm. Obszar, w którym otwarte drzwi wychodzą poza obrys boczny pojazdu tworzy tak zwaną strefę drzwi [22]. W tej strefie dochodzi do kolizji. Rowerzysta jadący obok zaparkowanego samochodu powinien zachować więcej niż 1 m odległości od samochodu. Zalecana odległość to 1.5 m [4]. W sytuacji jak na Rys.1a prawie cała ścieżka rowerowa znajduje się w strefie drzwi. W przypadku pokazanym na Rys.1b obszar możliwej strefy drzwi oddzielono od ścieżki [23]. Zachowując bezpieczną odległość rowerzysta nie może ograniczać innych użytkowników drogi i zawsze musi ustąpić miejsca nadjeżdżającym pojazdom.

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

a)



b)



Rys.1. Strefa kolizji z drzwiami samochodu. a) Ścieżka rowerowa w trefie drzwi, b) ścieżka rowerowa z oznaczonym obszarem zasięgu strefy drzwi

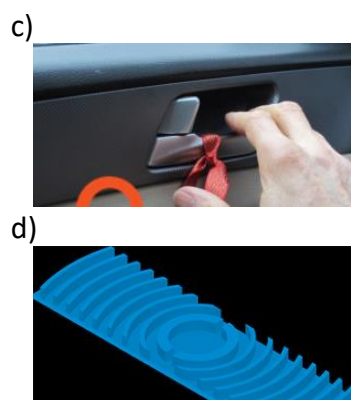
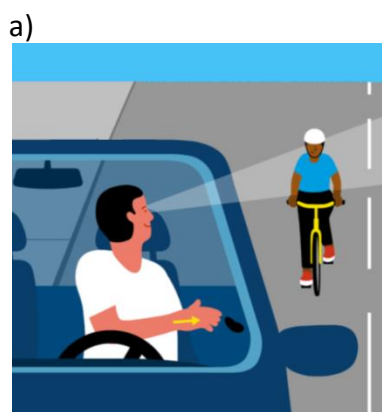
Wszyscy uczestnicy powinni być świadomi niebezpieczeństwa i podjąć środki ostrożności, aby nie doszło do poważnego w skutkach wypadku w ruchu równoległym jakim jest uderzenie pojazdu w otwarte drzwi nieruchomego samochodu. Drzwi należy otwierać powoli i sprawdzać czy obok lub z tyłu samochodu nie ma sytuacji stwarzających zagrożenie. Odpowiedzialność ciąży głównie na kierowcy samochodu. To kierowca ma największą możliwość sprawdzenia sytuacji na drodze i oceny zagrożenia. Typowe lusterka w samochodzie są bowiem bezużyteczne dla pasażerów. Po zaparkowaniu przed opuszczeniem samochodu powinien ostrzec i poinstruować wszystkich pasażerów, aby zwrócili uwagę na ruch uliczny. W szczególności powinien pamiętać o dzieciach i osobach starszych, którzy mogą potrzebować pomocy w bezpiecznym opuszczeniu pojazdu. Podobnie uczynić powinien przy wsiadaniu. W szczególności uwaga ta dotyczy kierowców taksówek. Wszystko wydaje się więc jasne. W rzeczywistości sam kierowca często dopuszcza do zaniedbań w tym zakresie zarówno z nieuwagi jak i braku wyrobionych nawyków. Zmiana postaw i zachowań poprzez zaostrzenie kar, jako jedna z metod egzekwowania prawa, wydaje się mało skuteczna. Większe efekty mogłaby przynieść edukacyjna kampania policyjna.

Około 50 lat temu w Holandii zaczęto stosować behawioralną metodę związaną z otwieraniem drzwi samochodu nazywaną niekiedy metodą dalekiej ręki, która od 2016 roku w literaturze anglojęzycznej określana jest terminem „**Dutch Reach**” (holenderski zasięg) [14], a w literaturze niemieckojęzycznej "holländischen Griff" (holenderski chwyt). Metoda polega na powolnym, dwuetapowym otwieraniu drzwi samochodu ręką bardziej od nich oddaloną (daleką). Kierowca i pasażer siedzący po lewej stronie samochodu otwierają je ręką prawą, a pasażerowie po prawej ręką lewą. Postępując w ten sposób kierowca i pasażerowie są zmuszeni do obrócenia tułowia i głowy w kierunku drzwi, a następnie w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu ulicznego. Umożliwia to poszerzenie pola widzenia przez spojrzenie na równoległy ruch obok, a następnie z tyłu samochodu. W ten sposób zagrożenie wykrywane jest na wczesnym etapie. Dwuetapowe otwieranie drzwi polega na nieznacznym ich uchyleniu, ocenie sytuacji, a następnie szerszym otwarciu i rozpoczęciu wysiadania ciągle utrzymując je ręką, aż do opuszczenia samochodu. Użycie dalekiej ręki do operowania klamką drzwi przy przytrzymywaniu ich ręką bliską (przy zagłębieniu w podłokietniku),

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

umożliwia szybkie wycofanie się z czynności wysiadania w przypadku wykrycia zagrożenia. Kierowca ma też możliwość spojrzenia w lusterko boczne. System ten sprawia, że kierowcy i pasażerowie naturalnie wychodzą przodem do nadjeżdżających pojazdów mając na nich ciągły widok. W ten sposób zapobiega się nagłemu całkowitemu otwarciu drzwi wspomaganemu niekiedy przez wiatr i/lub składową siłę grawitacji na wzniesieniu drogi. Daje się też wczesny sygnał nadjeżdżającym pojazdom na podjęcie odpowiedniej i bezpiecznej reakcji. Bardziej szczegółową instrukcję postępowania można znaleźć w [24].

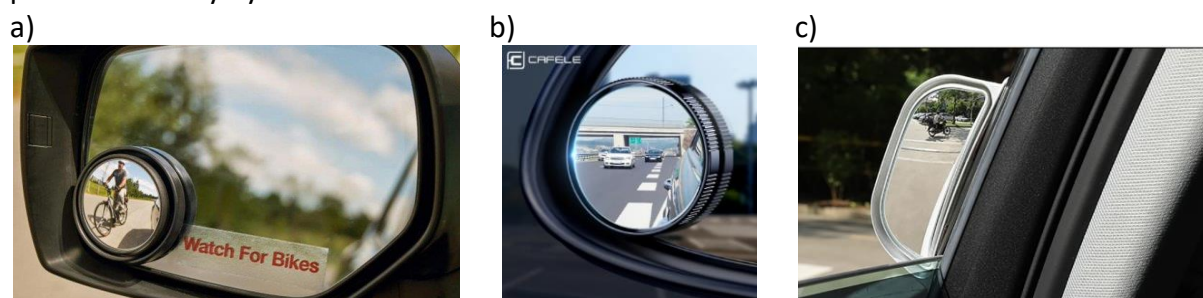
Metoda **Dutch Reach** podnosi świadomość zagrożenia, kształtuje odpowiedzialne zachowanie, a przede wszystkim ogranicza nagłe, szerokie otwarcie drzwi. Stwarza zatem możliwość zmniejszenia ryzyka kolizji związanej z drzwiami samochodu. Metoda stała się bardzo popularna w Holandii, szczególnie w pierwszym etapie jej wprowadzania, a następnie rozszerzyła się na wiele państw i kontynentów. Doczekała się też wstępnej pozytywnej oceny naukowej [25]. W Holandii i wielu innych krajach wprowadzono ją jako element edukacji w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w szkołach oraz egzaminach na prawo jazdy. Wielka Brytania wprowadziła w swoim kodeksie drogowym zalecenie stosowania techniki Dutch Reach podczas wysiadania z pojazdów. W szczególności rowerzystom zaleca się noszenie odblaskowej odzieży, stosowania odblasków i używania przednich świateł, zmniejszenia prędkości i gotowości do hamowania w strefie drzwi. Co jakiś czas organizowane są kampanie medialne promujące i edukacyjne [26], które docierają już do Polski [27]. Warto by skorzystać w tym zakresie z doświadczeń oraz środków i działań w innych krajach. Na rys. 2 przedstawiono przykład grafik promujących metodę dalekiej ręki (Rys.2a), naklejek ostrzegawczych (Rys.2b) oraz dotykowych (haptycznych) elementów przypominających o stosowaniu bezpiecznych zachowań przy wysiadaniu (Rider Reminder) montowanych przy klamce w postaci wstążki (Rys.2c) lub z tyłu klamki w postaci samoprzylepnego gumowego paska zapewniającego dotykowe szturchnięcie [28].



**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Rys.2. Przykład elementów kampanii edukacyjnych i ostrzegających. a) grafika promująca metodę Dutch Reach (Rys2a), b) naklejka ostrzegająca przed nieostrożnym otwarciem drzwi, c i d) dotykowe elementy przypominające (Rider Reminder).

W zakresie środków technicznych wiążących się z kolizją otwartych drzwi samochodu, których pierwszy przykład uwidoczniono na Rys.2d, można zaliczyć różnego rodzaju lusterka montowane na zewnątrz samochodu (Rys.3), wizualne elementy ostrzegawcze montowane przy krawędzi drzwi i uruchamiane przy ich otwieraniu (Rys.4) oraz pomalowane farbą odbłaskową wewnętrzne boki drzwi. Na Rys.3a,b przedstawiono wypukłe, regulowane lusterko pomocnicze Blind Spot montowane na uniwersalnym lusterku bocznym samochodu, a na Rys.3c lusterko wsteczne montowane na środkowym słupku karoserii przeznaczone dla pasażerów na tylnych siedzeniach samochodu.



Rys. 3. Dodatkowe lusterka wsteczne. a, b) okrągłe szerokokątne martwej strefy, c) boczne wsteczne na środkowy słupek

Rys.4a prezentuje liniowe oświetlenie ledowe bocznego fragmentu drzwi, Rys. 4b podobne oświetlenie punktowe uruchamiane przy pomocy elementu magnetycznego w zagłębieniu drzwiowym karoserii, a Rys.4c punktowy element świetlny ze światłem skierowanym na jezdnię.

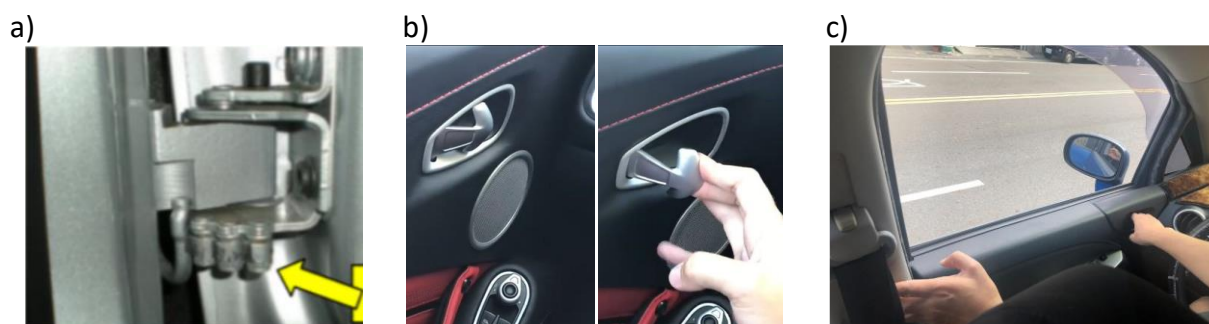


Rys.4. Lampki ostrzegawcze w drzwiach samochodu. a) liniowe, b, c) punktowe

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Wszystkie pokazane wyżej elementy techniczne można kupić na rynku wtórnym w sklepach takich jak Amazon czy Aliexpress w stosunkowo niskiej cenie (od kilkunastu do kilkudziesięciu złotych).

Na rys.5 pokazano jeszcze przykład trzech rozwiązań konstrukcyjnych wewnątrz samochodu, które mogą być inspiracją dla podobnych, promujących metodę dalekiej ręki. Rys.5a przedstawia karbowany zawias ograniczający nagłe i całkowite niekontrolowane otwarcie drzwi [29], Rys.4b odpowiednio ukształtowaną dźwigienkę zamka wymuszającą metodą dalekiej ręki [30], a Rys.4c dodatkowy przycisk elektronicznego zamka drzwi umieszczony na środkowym słupku, angażujący bliską rękę i wymuszający otwieranie drzwi metodą dalekiej ręki [31].



Rys.5. Rozwiązania techniczne w samochodzie ograniczające kolizję z otwieranymi drzwiami samochodu. a) zawias ograniczający nagłe całkowite otwarcie drzwi b,c) rozwiązania wymuszające stosowanie metody dalekiej ręki: odpowiednio ukształtowana dźwigienka zamka i dodatkowy przycisk elektronicznego zamka drzwi umieszczony na środkowym słupku angażujący bliską rękę

2.2. Systemy oparte na technologii ADAS stosowane już w samochodach

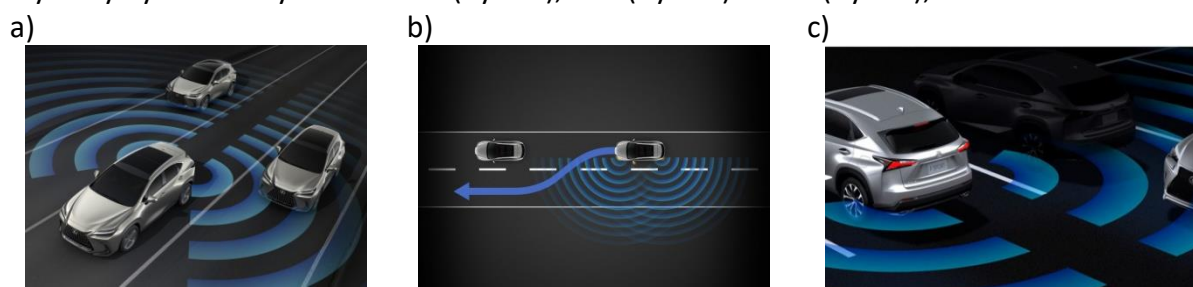
Mimo wielu zmysłów, zdolności percepcyjnych i możliwości przetwarzania informacji, jakie cechują człowieka to ich skuteczność w unikaniu różnych zagrożeń w ruchu drogowym może być zawodna lub niewystarczająca. Zależy to od specyfiki i okoliczności zdarzeń, ale również czynników takich jak: wykształcone umiejętności zachowań kierowców i uczestników ruchu w różnych sytuacjach drogowych, ich aktualna kondycja fizyczna i psychiczna, wiek, stan zdrowia, zmęczenie, rozproszenie uwagi czy też przecenienie swoich zdolności i umiejętności. Uwarunkowania konstrukcyjne pojazdu też mogą stwarzać pewne ograniczenia. Takim ograniczeniem w samochodzie jest na przykład obszar tzw. martwej strefy. Martwą strefę tworzą obszary z tyłu lub z boku pojazdu, które nie są widziane z siedzenia kierowcy. W celu lepszej identyfikacji zagrożeń, ułatwienia prowadzenia samochodów i podejmowania interwencji zapobiegających kolizjom, stworzono różne zaawansowane systemy wsparcia kierowcy, występujące pod ogólnie znaną nazwą ADAS jako akronim anglojęzycznej nazwy Advanced Driver Assistance System. Występują jako

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

systemy aktywne podejmujące w razie zagrożenia interwencję niezależnie od reakcji kierowcy zwane asystentami aktywnymi lub pasywne, ostrzegające o zagrożeniu, zwane też asystentami pasywnymi. Do ich budowy wykorzystano najnowsze osiągnięcia technologiczne. Jednym z nich jest system bezpiecznego wysiadania z zaparkowanego samochodu. Jak wiele innych systemów ADAS, występuje pod różnymi nazwami i ich skrótami. W przypadku języka angielskiego są to takie nazwy jak: Safe Exit Assist (SEA), Safe Exit (SE), Exit Assist (EA), Exit Warning (EW), czy Door Open Warning (DOW). Podobnie jak w przypadku innych systemów ADAS znana jest ich ogólna funkcja, ale nie ma jednej nazwy jak również jednakowych rozwiązań pod względem zastosowanych środków technicznych i szczegółowego sposobu działania. Występują też jako systemy pasywne lub aktywne.

Działanie SEA sprowadza się do dwóch lub trzech zadań: lokalizacji i identyfikacji obiektu znajdującego się w strefie zagrożenia (z ustaleniem odległości, prędkości i prawdopodobnej trajektorii ruchu), wypracowania alertu ostrzegawczego (wizualnego i/lub dźwiękowego) dla kierowcy, pasażerów samochodu i ewentualnie dla kierowcy zbliżającego się pojazdu, podjęcia w razie potrzeby interwencji polegającej na blokadzie drzwi samochodu (wszystkich lub tylko tylnych) uniemożliwiającej wykonanie czynności wysiadania. Blokada drzwi jest stosowana tylko w przypadku systemów aktywnych. Do realizacji tych zadań wykorzystuje się najczęściej elementy (czujniki) systemów ADAS już stosowanych w samochodach, w których ostrzeżenie o kolizji lub aktywny asystent wysiadania może występować jako powiązana z nimi funkcja. Należy do nich głównie asystent (monitor) martwego pola BSM (Blind Spot Monitor), a także powiązany z nim asystent ruchu poprzecznego z tyłu samochodu RCTA (Rear Cross Traffic Assist), asystent zmiany pasa ruchu LCA (Lane Change Assist) czy też niektóry asystent parkowania.

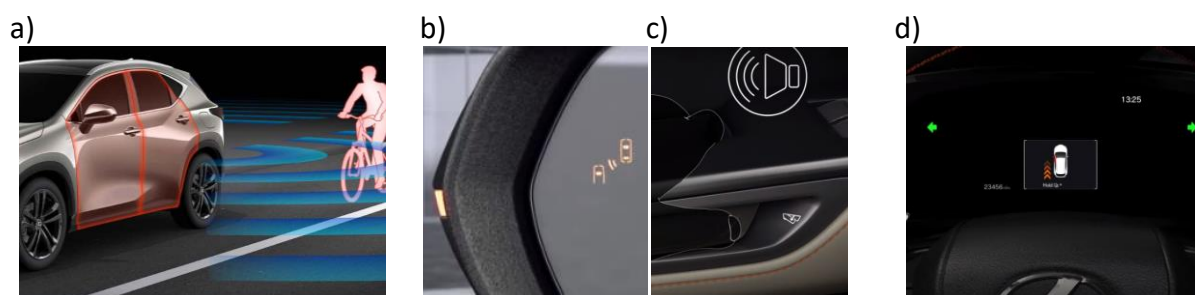
Wspólną cechą tych systemów jest wykorzystywanie radarów krótkiego i/lub średniego zasięgu (również wielowiązkowych) z modulacją częstotliwości (FMCW) do obserwacji chronionych przez nich stref, zwykle w zakresie 0.2 do 50 m, które są wykorzystywane również w asystentach wysiadania. Ich technologia jest ciągle udoskonalana, a czwarta generacja zawiera już w sobie funkcję asystenta wysiadania [32]. Na Rys.6 przedstawiono przykład czujników radarowych ulokowanych w tylnej i przedniej części samochodu LEXUS NX [33] monitorujące strefy za samochodem oraz z jego boku wykorzystywane w systemie BSM (Rys.6a), LCA (Rys.6b) i RCTA(Rys.6c), a także w SEA.



Rys.6. Pola działania czujników radarowych w samochodzie Lexus NX z systemami ADAS wykorzystywanych również w asystentach wysiadania. a) systemie BSM, b) w systemie LCA, c) w systemie RCTA wspomagającym parkowanie

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

Integrowanie kilku różnych systemów tak, żeby posłużyły również innemu celowi jest obecnie trendem w technologii ADAS. Wykorzystanie czujników radarowych BSM do asystenta wysiadania wydaje się być rozwiązaniem stosunkowo prostym, szczególnie w przypadku radarów wyższej generacji. Wymagałoby głównie wprowadzenia nieznacznych zmian w oprogramowaniu istniejącego już systemu. Tylne czujniki radarowe w LEKSUS-ie wykorzystane w BSM wykrywają pojazdy w ruchu na sąsiednich pasach ruchu w odległości do 60 m za samochodem. Zaletą czujników radarowych jest możliwość wyznaczenia odległości i prędkości zbliżającego się pojazdu w ruchu równoległym w różnych warunkach pogodowych i eksploatacyjnych samochodu. Cecha ta jest ważna w przypadku asystentów wysiadania. Na Rys.7 przedstawiono wybrane fazy sygnalizujące działanie asystenta wysiadania Safe Exit Assist w samochodzie LEXUS NX modelu z 2022 roku [33,34,35].



Rys.7. Elementy ostrzegawcze asystenta wysiadania samochodu LEXUS NX model z 2022 roku. a) pojazd w strefie zagrożenia kolizją z drzwiami, b) wizualny sygnał ostrzegawczy w obrębie lusterka bocznego, c) Sygnał dźwiękowy po naciśnięciu klamki drzwi, d) wygląd ekranu głównego w kokpicie kierowcy po automatycznej blokadzie drzwi

Gdy po zaparkowaniu samochodu system wykryje pojazd w strefie zagrożenia (Rys.7a), to głównie do kierowcy, ale także pasażerów i zbliżającego się pojazdu wyemitowane zostaną alerty ostrzegawcze. Na obrzeżu zewnętrznego lusterka bocznego (po stronie zagrożenia) zaświeci się i zacznie migać lampka LED, a na powierzchni szklanej lusterka zaświeci się ikonka systemu BMS (Rys.7b). Sygnałem ostrzegawczym dla kierowcy zbliżającego się pojazdu stają się włączone jednocześnie ledowe światła awaryjne. Jeżeli w tym czasie kierowca lub któryś z pasażerów samochodu pociągnie za dźwigenkę elektronicznie sterowanego zamka drzwi z zamiarem ich otwarcia to w kokpicie wyemitowany zostanie krótki alert dźwiękowy (Rys.7c) a następnie głosowy sygnał ostrzegawczy (Watch for traffic). Podświetlona ikonka systemu BMS na powierzchni lusterka zacznie migać. Operacje otwierania drzwi są wstrzymane, a zatem i wysiadanie. Etap ten uwidoczniiony jest na ekranie wyświetlacza wskaźników na pulpicie w postaci ikonki blokady drzwi z migającą wstążką i pulsującymi strzałkami sygnalizującymi włączone światła awaryjne (Rys.7d). Po ustaniu zagrożenia blokada drzwi jest automatycznie anulowana i można rozpocząć wysiadanie. System może być aktywowany lub dezaktywowany przez kierowcę. Lexus zamierza wyposażać w SEA również inne produkowane przez Firmę modele samochodów.

Aktywny system bezpiecznego wysiadania Safe Exit Assist, który wykorzystuje

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

zainstalowane już czujniki radarowe martwego pola oraz elementy sterujące zamkami drzwi i szybami wprowadziło już, w niektórych modelach, wiele innych producentów samochodów. Należą do nich Hyundai (Santa Fe, Palisade) Kia (K5, Sentos) czy Genesis (G80, GV 80) [36, 37]. Ich systemy wysiadania nie realizują jednak aktywnej blokady wszystkich drzwi samochodu, a tylko tylne pasażerów. Wykorzystano w nich tzw. system ochrony rodzicielskiej (dziecięcej) aktywowany przez kierowcę, który po uruchomieniu załącza tylne czujniki radarowe. System działa wówczas automatycznie i gdy pojawi się zagrożenie tylnych drzwi nie można odblokować. Lampka ostrzegawcza na zewnętrznym lusterku wstecznym miga, a na zestawie wskaźników pojawia się komunikat ostrzegawczy. Po upływie około 10 sekund od sygnału ostrzegawczego kierowca samochodu może wyłączyć ochronę jeżeli uzna, że wysiadanie jest bezpieczne. Nałożona wcześniej blokada tylnych drzwi zostaje wówczas zwolniona. Oddanie tej decyzji kierowcy nie zawsze jest zaletą. System blokady tylnych drzwi samochodu stosowany jest w niektórych samochodach wykorzystywanych jako TXI.

Wielu producentów w niektórych modelach swoich samochodów zainstalowało już pasywnego asystenta wysiadania. W przypadku SEAT-a Leona ostrzeżenia o zagrożeniu w systemie (Exit Assist) są przekazywane w sposób wizualny i dźwiękowy (Rys.8a) [38].



Rys.8. Przykłady wizualnych ostrzeżeń o zagrożeniu kolizją z otwieranymi drzwiami w trzech wybranych samochodach. a) Seat - Leon, b) Audi A4, c) Audi Q7

Ostrzeżenie wizualne polega na migającym oświetleniu liniowym LED na wewnętrznym poszyciu przednich drzwi, po obu stronach samochodu oraz na podaniu informacji wizualnej (Exit warning) na deskę rozdzielczą. Brak jednak automatycznej blokady drzwi samochodu. Exit Assist jest tu asystentem pasywnym. Podobne rozwiązania ostrzegawcze (Exit Warning) znajdują się w nowych modelach samochodu, CUPRA Born, Toyota T-Mate, BMW, Ford, Audi, Skoda Octavia oraz Mercedes. System Audi ostrzega wizualnie kierowcę i wszystkich pasażerów, włączając diodowe elementy świetlne, w zależności od modelu jako lampki

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

konturowe w zagłębieniu klamek lub listwy świetlne LED na poszyciu drzwi w podłokietnikach. Po wykryciu zagrożenia, po stronie kolizji z drzwiami, diody zaczynają czterokrotnie migać czerwonym światłem. W odpowiednim lusterku bocznym uruchomione są również diody systemu Audi "side assist" (BSM) bazującym na radarach, monitorujących strefy po bokach i za pojazdem. Na Rys.8b,c przedstawiono lokalizację wizualnych elementów ostrzegawczych odpowiednio w Audi A4 (model 2017) i Audi Q7[39]. W Audi A6 (model 2021) elektroniczny mechanizm blokujący opóźnia otwarcie drzwi na 0.8 sekundy po wykryciu zagrożenia. Przy klamce dodane jest też dodatkowe haptyczne ostrzeżenie. Po ponownym pociągnięciu klamki do końca blokada zostanie jednak ominięta. Audi A4 rocznik 2016 był pierwszym samochodem na świecie wyposażonym w system ostrzegania przy wysiadaniu [29]. Pierwszą firmą, która opracowała ten system korzystając z systemu BSM była jednak firma Ford [40]. W odróżnieniu od innych systemów bezpieczeństwa asystent wysiadania uaktywnia się i pozostaje aktywny jeszcze około 3 minuty po zatrzymaniu samochodu i wyłączeniu silnika. Nie działa przy otwieraniu drzwi z zewnątrz na parkingu.

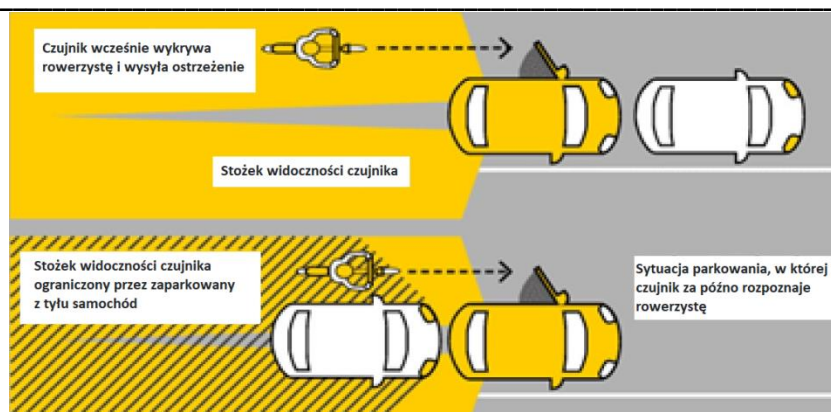
W celu doposażenia samochodu w sklepie internetowym, w cenie około 250\$ (bez kosztów celnych i dostawy), można kupić system BSM z dwoma radarami zawierający funkcję pasywnego asystenta wysiadania DOW i dodatkowe funkcje takie jak: RCTA, LCA, AOA [41]. W zaawansowanych systemach ADAS wykorzystywane są również inne czujniki takie jak kamery, lidary i sonary cechujące się określonymi zdolnościami sensorycznymi, parametrami technicznymi i ograniczeniami. Tworzy się z nich tzw. fuzję, aby jak najlepiej zeskanować otoczenie samochodu i wypracować sygnały ostrzegawcze czy sterujące pracą układów wykonawczych samochodu [42, 43]. W asystentach wysiadania ważny jest moment wystąpienia alertu ostrzegawczego i podjęcia ewentualnej interwencji związanej z blokowaniem drzwi. Do tego potrzebne jest określenie prędkości i odległości zbliżającego się pojazdu. Systemy te podlegają również ograniczeniom.

3. Ograniczenia i skuteczność asystentów wysiadania.

Jak każdy system ADAS również pasywny czy aktywny asystent wysiadania ma swoje ograniczenia funkcjonalne i systemowe. Nie w każdym przypadku może ostrzec i nie w każdym może podjąć skuteczną interwencję. Zależy to zarówno od złożoności sytuacyjnej zdarzenia jak również uwarunkowań technologicznych systemu opartego na czujnikach elektronicznych i oprogramowaniu. Podlega też międzynarodowym normom bezpieczeństwa, takim jak IEC-61508 i ISO-26262, a od 2023 roku jego jakość i skuteczność działania oceniana będzie w testach realizowanych przez organizację konsumencką EURO NCAP [44].

Asystent wysiadania będący funkcją innego systemu na przykład systemu BSM nie zadziała jeżeli wystąpi awaria tego nadrzędnego systemu. Zwykle nie zadziała gdy prędkość zbliżającego się pojazdu jest poniżej pewnej wartości (zwykle kilku km/h) lub powyżej. Może nie zadziałać lub zadziałać za późno w trudnych warunkach drogowych, przy zabrudzonych lub zasłoniętych czujnikach jak w przypadku pokazanym na Rys.9 [45].

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)



Rys.9. Ograniczenie pola widzenia czujnika asystenta wysiadania przez zaparkowany z tyłu samochód

Ważne jest zatem, aby zapoznać się z opisem działania i ograniczeniami systemu zawartymi w instrukcji obsługi samochodu.

Radary stosowane w SEA oprócz szeregu zalet mają pewne ograniczenia. Wykrycie małych lub nieruchomych obiektów może być trudne. Zakłócenia z innych radarów mogą przyczynić się do zmniejszenia dokładności pomiaru odległości i prędkości obiektu. Zależy to też od generacji zastosowanych radarów. Od 1 stycznia 2022 roku dotychczas stosowane radary średniego zasięgu o częstotliwości 24 GHz zostały zastąpione nowymi radarami 77 GHz [46, 47, 48]. Rozdzielczość tych radarów wynosi 4 cm, podczas gdy rozdzielczość radarów 24GHz wynosi 75 cm. Mają też mniejsze gabaryty, większy zasięg (1 do 60 m) i dokładność. Rozdzielczość i dokładność pomiaru odległości oznacza lepsze rozpoznanie obiektu i dokładniejsze wyznaczenie jego prędkości względnej. Elementy te mają duże znaczenie również w asystentach wysiadania. Sprawdzanie asystentów przez Euro NCAP będzie się odbywać w pasie odległym o 1 m od samochodu. Konsument będzie miał możliwość porównania bezpieczeństwa różnych systemów w systemie oceny pięciu gwiazdek.

Alerty ostrzegawcze asystenta muszą się pojawić w czasie, gdy odległość pojazdu od miejsca kolizji z drzwiami pozwoli mu na bezpieczne zatrzymanie. Czas przebycia tej drogi pozwoli na wyznaczenie maksymalnego czasu blokady drzwi. Z rekonstrukcji wypadków drogowych wynika, że krytyczny odcinek drogi składa się z tzw. drogi reakcji i drogi hamowania. Droga reakcji to odległość przebyta przez pojazd od momentu reakcji kierowcy na zagrożenie do momentu rozpoczęcia hamowania. Pozostała część drogi do całkowitego zatrzymania to droga hamowania. Zależność drogi hamowania S_h od prędkości początkowej V_0 z jakiej rozpoczyna się hamowanie można określić, porównując energię kinetyczną pojazdu w chwili rozpoczęcia hamowania z [pracą](#) hamowania

$$F \cdot S_h = \mu \cdot N \cdot S_h = \mu \cdot m \cdot g \cdot S_h = a \cdot m \cdot S_h = \frac{m \cdot V_0^2}{2} \quad (1)$$

gdzie:

F – siła hamująca, S_h – droga hamowania, μ – efektywny współczynnik tarcia, N – siła nacisku prostopadła do jezdni, m – masa pojazdu, g – przyspieszenie ziemskie, a – przyspieszenie

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

(opóźnienie) hamowania, gdzie iloczyn

$$\mu \cdot g = a \quad (2)$$

Z tych zależności można wyznaczyć drogę hamowania S_h w następującej postaci

$$S_h = \frac{V_0^2}{2 \cdot \mu \cdot g} = \frac{V_0^2}{2 \cdot a} \quad (3)$$

Droga S_r przebyta przez pojazd w czasie reakcji t_r wyniesie

$$S_r = V_0 \cdot t_r \quad (4)$$

Zatem krytyczna, całkowita droga alarmowa S_c przebyta przez pojazd wynosi

$$S_c = S_h + S_r \quad (5)$$

Znając całkowitą drogę przebytą przez pojazd do kolizji można obliczyć czas t_{bd} blokowania drzwi samochodu

$$t_{bd} = \frac{S_c}{V_0} \quad (6)$$

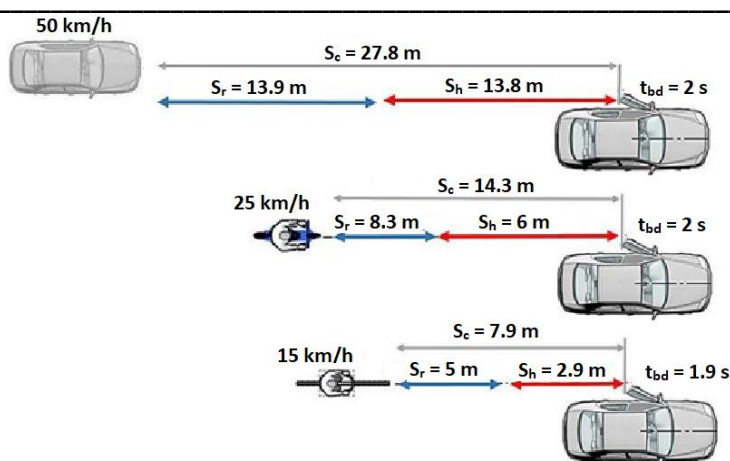
Do obliczenia tych wielkości trzeba przyjąć trzy wartości: Prędkość początkową pojazdu V_0 , przyspieszenie (opóźnienie) hamowania a i czas reakcji kierowcy t_r . Wartości te zależą od rodzaju pojazdu, przyczepności kół pojazdu do drogi uzależniającą wartość przyspieszenia (zależność 2) oraz cech psychofizycznych kierowcy determinujących czas t_r . Po analizie danych literaturowych [49, 50, 51, DIN 79100] przyjęto wartości tych wielkości dla trzech wybranych pojazdów: roweru, pederleka oraz samochodu i wyniki obliczeń zestawiono w Tab.1.

Tab.1. Wyniki obliczeń drogi hamowania S_h , reakcji S_r i całkowitej S_c oraz maksymalnego czasu t_{bd} blokowania drzwi samochodu w kolizji z drzwiami różnych pojazdów

Rower				Pederlec				Samochód			
Dane		Wynik		Dane		Wynik		Dane		Wynik	
V_0	15 m/s	S_h	2,9 m	V_0	25 m/s	S_h	6 m	V_0	50 m/s	S_h	13.8 m
a	3 m/s ²	S_r	5 m	a	4 m/s ²	S_r	8.3 m	a	7 m/s ²	S_r	13.9 m
t_r	1.2 s	S_c	7.9 m	t_r	1.2 s	S_c	14.3 m	t_r	1s	S_c	27.8 m
		t_{bd}	1.9 s			t_{bd}	2 s			t_{bd}	2 s

Wyniki obliczeń zilustrowano graficznie na Rys.10.

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)



Rys.10. Graficzna ilustracja wyników obliczeń zamieszczonych w Tab.1.

Przedstawione wyniki obliczeń dotyczą najprostszego scenariusza sytuacji drogowej. Z obliczeń widać, jak duży udział w całkowitej drodze S_c ma droga reakcji S_r . Na uwagę też zasługuje tak obliczony czas blokady drzwi wynoszący około 2s. Czas ten powinien być bezpieczny i akceptowalny przez pasażerów. Powinien uwzględniać ograniczenia systemu oraz różne warunki i scenariusze sytuacji na drodze, np. dwa pojazdy jadące w bliskiej od siebie odległości. Ogólnie, blokada drzwi powinna trwać do czasu ustania zagrożenia.

W porównaniu do uzyskanych wyników obliczeń czas blokady drzwi w przypadku Audi A6 wynoszący tylko 0.8 s wydaje się być zbyt krótki.

3. Podsumowanie

Kolizje pojazdów w ruchu równoległym z otwartymi lub otwieranymi w czasie wysiadania z zaparkowanego samochodu drzwiami nie stanowią dużego udziału w statystykach lecz ich uczestnicy mogą doznać dużych obrażeń ciała a nawet śmierci. Poszkodowani to najczęściej rowerzyści, a także inni kierowcy pojazdów i/lub ich pasażerowie z grupy niechronionych użytkowników drogi. W niektórych dużych i zatłoczonych aglomeracjach miejskich kolizja z drzwiami nazywana w języku angielskim jako **dooring** szacowana jest nawet na 20% ogółu kolizji drogowych związanych z rowerzystami. Sprzyja temu brak odpowiedniej infrastruktury drogowej.

W celu ochrony stosowane są dwie strategie. Pierwsza polega na edukacji oraz stosowaniu prostych środków technicznych zwiększających bezpieczeństwo, a druga na dodaniu asystenta bezpiecznego wysiadania do istniejących systemów ADAS w samochodzie. W zakresie edukacji propagowana jest metoda otwierania drzwi samochodu nazywana metodą dalekiej ręki, a w literaturze anglojęzycznej **Datch Reatch**. Polega ona na powolnym, dwuetapowym otwieraniu drzwi samochodu ręką bardziej od nich oddaloną (daleką). Kierowca i pasażer siedzący po lewej stronie samochodu otwierają je ręką prawą, a pasażerowie po prawej ręką lewą. Metoda ta jak również i inne elementy edukacji związane z kolizją z drzwiami powinny znaleźć odzwierciedlenie również w naszym Kraju. Dodatkowe wyposażenie samochodu w lusterka lub wprowadzenie prostych rozwiązań technicznych

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

związanych z otwieraniem drzwi może również przyczynić się do ograniczenia liczby tego typu kolizji. W trosce o bezpieczeństwo producenci samochodów zaczęli obecnie instalować aktywnego lub pasywnego asystenta bezpiecznego wysiadania w systemie ADAS. Dotyczy to jak dotąd wybranych modeli samochodów. Asystent aktywny w chwili zagrożenia ostrzega i blokuje drzwi samochodu, podczas gdy asystent pasywny wysyła tylko alerty ostrzegawcze. Jak ostrzegają sami producenci samochodów żaden system nie zastąpi jednak wzmożonej uwagi na drodze i zdrowego rozsądku.

Literatura

- [1] Jänsch M., Otte D., Johannsen H.: Investigation of bicycle accidents involving collisions with the opening door of parking vehicles and demands for a suitable driver assistance system. IRC-15-11, IRCOB Conference 2015
- [2] <https://www.daveabels.com/category/bike-accidents/>
- [3] <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1NUFnRpcavvW3ggjM1cvmpfd91BDwXnQ6DpSsVXf31lg/htmlview#gid=1434525243>
- [4] <https://www.welovecycling.com/wide/2019/02/06/dooring-is-way-more-dangerous-than-you-think/>
- [5] <https://www.daveabels.com/doorings-what-you-need-to-know/>
- [6] Rafał S. Jurecki, Jaśkiewicz M, Więckowski D.: Bezpieczeństwo niechronionych uczestników ruchu drogowego w Polsce. AUTOBUSY 11/2016
- [7] Komenda Główna Policji Biuro Ruchu Drogowego, Wypadki Drogowe w Polsce w 2021 Roku, Warszawa 2022
- [8] <https://www.dutchreach.org/dooring-problem-prevalence/>
- [9] Cheng-Yong Huang.: Risk Factors Analysis of Car Door Crashes Based on Logistic Regression. Sustainability 2021, 13(18), 10423
- [10] San Francisco 2012-2015 Collisions Report. Transportation Agency (SFMTA), November 3, 2016
- [11] <https://gridchicago.com/2012/doorings-in-chicago-and-nyc-are-still-a-sorry-state-but-one-of-them-is-doing-something-about-it/>
- [12] Boston Cyclist Safety Report 2013 (https://www.cityofboston.gov/news/uploads/16776_49_15_27.pdf)
- [13] Bicycle Rider Collisions with Car Doors. Crash Statistic and Literature Review, Report of car dooring in inner Melbourne, CDM Research, April 2012
- [14] <https://www.cambridgeday.com/2022/08/23/latest-fatality-of-a-bicyclist-because-of-dooring-brings-reminders-of-the-lifesaving-dutch-reach/>
- [15] Isaksson-Hellman, I.; Werneke, J. Detailed description of bicycle and passenger car collisions based on insurance claims. Elsevier, Safety Science 2017, vol. 92, Pages 330–337
- [16] <https://www.fahrschule-online.de/nachrichten/parkende-autos-gefaehrden-fussgaenger-und-radfahrer-2641198>
- [17] Traffic Engineering Manual - Guidance on Treating Bicycle Car Dooring Collisions, Volume 3 – Additional Network Standards & Guidelines, Edition 1, December 2016

CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)

Edition 1, December 2016

- [18] <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/prawo-o-ruchu-drogowym-16798732>
- [19] <https://mubi.pl/poradniki/kolizja-z-rowerzystą-odszkodowanie/>
- [20] <https://www.auto-swiat.pl/porady/prawo/szkoda-przy-otwieraniu-drzwi-auta-kto-ponosi-odpowiedzialnosc-jest-wyrok-tsue/p6sz1rh>
- [21] Oleszczak J. Pasażer jako ubezpieczony w ramach obowiązkowego ubezpieczenia OC posiadaczy pojazdów mechanicznych – konsekwencje wyroku TSUE w sprawie C-648/17 BTA Baltic Insurance Company. Wiadomości Ubezpieczeniowe 1/2020
- [22] Cadell Chand.: An evaluation of door zone collisions between bicycles and vehicles. A Thesis, Oregon State University, 2018
- [23] <https://cyclingsavvy.org/2018/08/bike-lanes-dooring/>
- [24] <https://www.dutchreach.org/dutch-reach-instructions-2/>
- [25] D.R. Large, M.C. Choo, R. Houghton: Validating 'Dutch Reach': A Preliminary Evaluation of Far-Hand Door Opening and its Impact on Car Drivers' Head Movements. Proceedings, 7th International Cycling Safety Conference, ICSC2018 10-11 October 2018, Barcelona, Spain
- [26] <https://www.dutchreach.org/anti-dooring-campaigns/>
- [27] <https://www.szkola-jazdy.pl/holenderski-sposob-na-otwieranie-drzwi/>
- [28] <https://www.tac.vic.gov.au/about-the-tac/media-room/news-and-events/2015-media-releases/rider-reminder-aims-to-curb-cyclist-doorings>
- [29] <https://www.dutchreach.org/solution-way-to-prevent-doorings/>
- [30] <https://www.dutchreach.org/lever-compels-dutch-reach/>
- [31] Cheng-Yong Huang : Vehicle Door Opening Control Model Based on a Fuzzy Inference System to Prevent Motorcycle–Vehicle Door Crashes. Sustainability 2021, 13, 12558. <https://doi.org/10.3390/su132212558>
- [32] <https://autoexpert.pl/artykuly/czujniki-i-radary-oczy-i-uszy-samochodu>
- [33] <https://www.lexusofchatswood.com.au/models/nx/safety>
- [34] <https://www.newsauto.pl/lexus-innowacyjny-system-bezpieczenstwa-nowych-modelach/>
- [35] <https://autokatalog.pl/blog/2022/lexus-nx-bezpieczenstwo-system-motocyklista-rowerzysty>
- [36] <https://carfromjapan.com/article/car-review/safe-exit-assist/>
- [37] <https://testhub.pl/innowacyjny-system-prosto-od-hyundaia/>
- [38] <https://www.motonews.pl/seat/news-11210-seat-leon-10-zaawansowanych-systemow-wspomagania-kierowcy.html>
- [39] [https://audi-mediacycenter.pl/artykul,27869,systemy_wsparcia_kierowcy%20Ostrze%C5%BCenie%20przy%20wysiadaniu%20\(2017\)](https://audi-mediacycenter.pl/artykul,27869,systemy_wsparcia_kierowcy%20Ostrze%C5%BCenie%20przy%20wysiadaniu%20(2017))
- [40] <https://youtu.be/W9RWdQK6oaY>
- [41] https://www.alibaba.com/product-detail/77Gzh-79G-Millimeter-Wave-Radar-Blind_1600173066293.html?spm=a2700.pcdm.0.0.7d446413V3CTjG
- [42] <https://www.eenewseurope.com/en/smart-camera-for-ad-and-adas-integrates-sensor-fusion/>
- [43] <https://www.apativ.com/en/insights/article/what-is-sensor-fusion>

**CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH
(POWR.03.05.00-00-CW07/20)**

-
- [44] <https://genesys-offenburg.de/wp-content/uploads/2022/05/Whitepaper-Dooring-EN.pdf>
- [45] <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/assistentensysteme/ausstiegswarner/>
- [46] <https://www.microcontrollertips.com/evolving-radar-technology-in-adas-faq/>
- [47] <https://caradas.com/adas-radar-sensor/>
- [48] <https://www.pathpartnertech.com/why-are-automotive-radar-systems-shifting-to-77ghz/>
- [49] Ucińska M., Pełka M.: The effectiveness of the AEB system in the context of the safety of vulnerable road users. Open Engineering 2021; 11: 977–993,
<https://doi.org/10.1515/eng-2021-0097>
- [50] Bella F., Russo R.: A Collision Warning System for rear-end collision: a driving simulator study. Procedia Social and Behavioral Sciences 20 (Elsevier 2011) p. 676–686
- [51] <https://mubi.pl/poradniki/droga-hamowania/>

.....
Data

.....
Podpis Lidera Zespołu