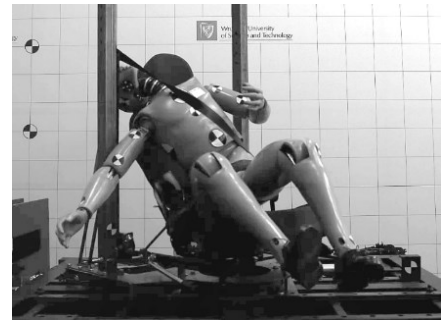


Samochody autonomiczne i wysoko zautomatyzowane to jedna z największych zmian, jakie czekają transport w nadchodzących latach. Dzięki nim pasażerowie nie będą musieli przez całą podróż siedzieć w klasycznej pozycji – wyprostowani i twarzą do kierunku jazdy. W przyszłości będzie można podróżować w sposób bardziej komfortowy: z odchylnym oparciem fotela, bokiem, a nawet tyłem do kierunku jazdy, tak aby w trakcie jazdy pracować, odpoczywać czy spać. Takie nietypowe ustawienia, analizowane w testach zderzeniowych lub saniowych, określane są jako scenariusze „out-of-position” (OOP). Problem polega jednak na tym, że obecne testy zderzeniowe i kryteria bezpieczeństwa pasażerów nie są przystosowane do takich warunków. Standardowe metody oceny, które dobrze sprawdzają się przy klasycznej pozycji siedzącej, nie dają odpowiedzi na pytanie, jakie ryzyko urazów występuje w tych nowych konfiguracjach.

Dotychczasowe badania prowadzone w Laboratorium Bezpieczeństwa i Dynamiki Pojazdów Politechniki Wrocławskiej pokazały, że w scenariuszach OOP pojawiają się mechanizmy urazowości odmienne od tych znanych ze standardowych testów zderzeniowych. Przykładem jest występowanie urazów typu whiplash również w zderzeniach czołowych przy odchylnym oparciu fotela, co wcześniej wiązano wyłącznie ze zderzeniami tylnymi. Zaobserwowano także ryzyko urazów odcinka lędźwiowego w wyniku gwałtownego uderzenia miednicy w siedzisko oraz nowy mechanizm interakcji fotela i pasażera, nazwany Pelvis-to-Headrest Transmission Effect. Analizy wykazały ponadto nieliniowy wzrost urazowości głowy w zależności od kąta odchylenia oparcia fotela i wartości impulsu zderzeniowego – niewielkie zmiany parametrów prowadziły do nagłego wzrostu obciążeń. W scenariuszach tylnoskośnych stwierdzono dodatkowo, że głowa manekina często nie trafia w zagłówek (Rys. 1), co znacząco zwiększa ryzyko urazów szyi. Wyniki te dowodzą, że tradycyjne kryteria bezpieczeństwa nie są wystarczające w niestandardowych konfiguracjach i wymagają dalszej weryfikacji eksperymentalnej. Biorąc pod uwagę te obserwacje i ograniczenia obecnych metod oceny bezpieczeństwa, zaplanowano program badań, którego celem jest:



Rys. 1. Zderzenie tylnoskośne

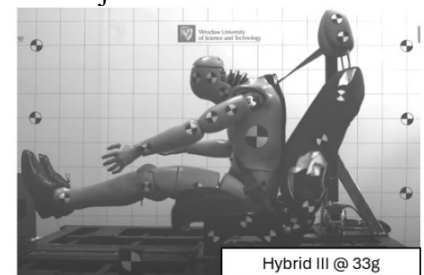
opracowanie modeli kinetyki i biomechaniki pasażerów oraz oszacowanie skali obrażeń podczas zderzeń z niestandardowymi scenariuszami i pozycjami pasażerów.

Badania koncentrują się na czterech scenariuszach: zderzeniach czołowych, tylnych oraz w wariantach skośnych – przednich i tylnych. Eksperymenty będą realizowane w Laboratorium Bezpieczeństwa i Dynamiki Pojazdów Politechniki Wrocławskiej na stanowisku do testów saniowych, umożliwiającym wierne odwzorowanie impulsów zderzeniowych w kontrolowanych warunkach.

Aparatura pomiarowa obejmuje czujniki rejestrujące przyspieszenia, prędkości kątowe, siły i momenty w obrębie głowy, szyi, klatki piersiowej, miednicy i odcinka lędźwiowego, a także kamery poklatkowe umożliwiające trójwymiarową rekonstrukcję ruchu. Na tej podstawie obliczane będą standardowe wskaźniki urazowości, takie jak Head Injury Criterion (HIC), opisujący ryzyko urazów głowy, Neck Injury Criterion (Nij), oceniający obciążenia szyi, Brain Injury Criterion (BrIC), związany z urazami mózgu wynikającymi z rotacji głowy, oraz Neck Injury Criterion (NIC), służący do oceny ryzyka uszkodzeń odcinka szyjnego przy ruchu bezwładnościowym. W scenariuszach OOP sama wartość tych wskaźników może jednak nie odzwierciedlać rzeczywistego ryzyka. Dlatego dane z czujników będą synchronizowane z nagraniami wideo poklatkowego, co pozwala na trójwymiarową rekonstrukcję ruchu poszczególnych części ciała i powiązanie wartości liczbowych z obserwowanymi mechanizmami biomechanicznymi.

Podstawowym manekinem badawczym w projekcie pozostaje Hybrid III, szeroko stosowany w procedurach homologacyjnych i literaturze naukowej. Jego ograniczoną biofideliczność uzupełnią wybrane testy z manekinem Primus Biofidelic Dummy, który dzięki odmiennej konstrukcji lepiej odwzorowuje biomechanikę ludzkiego ciała, zwłaszcza w niestandardowych konfiguracjach (Rys. 2). Zastosowanie Primusa umożliwi porównanie wyników z Hybridem III, ocenę przydatności stosowanych kryteriów urazowości oraz dostarczy danych wspierających rozwój modeli HBM (Human Body Models), które od 2030 roku mają zostać włączone do protokołów Euro NCAP.

Projekt odpowiada zatem na realne luki w obecnych procedurach bezpieczeństwa pasażerów i dostarczy wiedzy niezbędnej do ochrony użytkowników pojazdów autonomicznych w nowych, niestandardowych warunkach podróży.



Rys. 2. Porównanie biomechaniki manekina Hybrid III z Primus Biofidelic Dummy