

# Analiza obciążeń działających na dzieci w fotelikach zamocowanych przodem i tyłem do kierunku jazdy w czasie zderzenia czołowego

Bartosz Zdunek, Michał Landowski, Stanisław Taryma, Ryszard Woźniak, Krystyna Imielińska, Artur Muszyński

## Streszczenie

W artykule omówione zostały podstawowe problemy ochrony dzieci w czasie kolizji drogowych. Przedstawione zostały dwa sposoby mocowania fotelików: przodem i tyłem do kierunku jazdy. Opisane i porównane zostały przebiegi obciążeń głowy w czasie uderzenia pojazdu w sztywną ścianę betonową.

**Słowa kluczowe:** fotelik dziecięcy, zderzenie czołowe, analiza obciążeń.

## Bezpieczeństwo dzieci w pojeździe

Podstawowym problemem bezpieczeństwa dzieci w samochodzie jest właściwa ochrona głowy i kręgosłupa szyjnych. Głowa dziecka jest proporcjonalnie większa i cięższa niż u osoby dorosłej. Stopień rozwoju układu kostnoszkieletowego, podobnie jak mięśniowego zależy od wieku i tempa rozwoju dziecka. Zachodzi niekorzystna zależność im młodsze dziecko tym głowa w stosunku do reszty ciała jest cięższa, a mięśnie i szkielet są słabsze. Nie w pełni rozwinięte kręgi szyjne w połączeniu ze słabymi mięśniami szyi nie są w stanie utrzymać głowy w bezpiecznej pozycji. Foteliki samochodowe są urządzeniami, które mają zapewnić możliwie najwyższy stopień ochrony dzieci. Ich rodzaj i wielkość dostosowana jest do wzrostu i masy dziecka. Foteliki podzielono na klasy wg masy dzieci, jakie mogą w nich podróżować:

- grupa 0 – dzieci o wadze mniejszej niż 10 kg,
- grupa 0+ – dzieci o wadze mniejszej niż 13 kg,
- grupa I – dzieci o wadze 9-18 kg,
- grupa II – dzieci o wadze 15-25 kg,
- grupa III – dzieci o wadze 22-36 kg.

W grupie zero i zero plus dzieci zawsze podróżują tyłem do kierunku jazdy. W grupie I dominują konstrukcje, w których dziecko siedzi przodem do kierunku jazdy, choć coraz większą

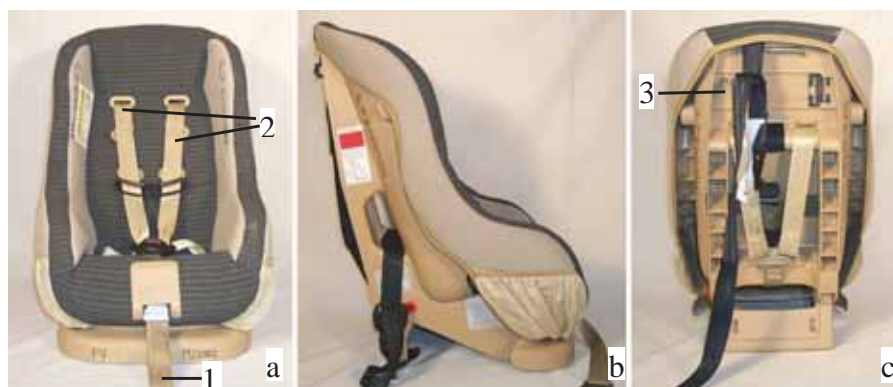
popularność zdobywają foteliki umocowane tyłem. W fotelikach grupy II i III dzieci siedzą zawsze przodem do kierunku jazdy. Coraz częściej dostępne są konstrukcje obejmujące więcej niż jedną grupę wagową dzieci. Foteliki grupy 0 i I wyposażone są w integralne pięciopunktowe pasy bezpieczeństwa, a w tych z grupy II i III dzieci zapinane są pasami samochodu. Same foteliki są umocowane w samochodzie za pomocą pasów pojazdu lub systemu Isofix, czyli za pomocą dwóch zaczepów i dwóch uchwytów na sztywno zamontowanych w pojeździe, pomiędzy siedzeniem a oparciem fotela. System Isofix jest łatwiejszy w użyciu, ponieważ ogranicza możliwość błędnego montażu. Jest układem sztywniejszym,

w porównaniu do pasów, które najpierw się napinają a potem rozciągają. Mocowanie Isofix nie zabezpiecza fotelika przed obrotem wokół osi zaczepów prostopadłej do osi wzłużnej pojazdu. Problem ten eliminują dodatkowe podpory zabezpieczające fotelik przed obrotem. Czasem stosowany jest pas 3 (Fot. 1 c) utwierdzony w górnej części oparcia fotelika i mocowany za tylnym siedziskiem samochodu.

## 1. Test zderzeniowy

### 1.1. Warunki przeprowadzenia testu

W teście został wykorzystany samochód Dodge Ram 1500 Pickup z 2002 w wersji czterodrzwiowej, z napędem na tylne koła. Jest to pojazd oparty na



**Fot. 1.** Fotelik wykorzystany w teście, a) widok z przodu, b) widok z boku, c) widok z tyłu, 1 – pas napinający, 2 – pięciopunktowe pasy mocujące dziecko, 3 - dodatkowy pas mocujący [1]



**Fot. 2.** Foteliki zamocowane w samochodzie, 1- przodem do kierunku jazdy, 2 – tyłem do kierunku jazdy [1]

ramie wzdłużnej, do której zamocowane jest nadwozie. Masa własna pojazdu wynosiła 2236 kg. Masa pojazdu przygotowanego do badania to 2524 kg. Na tylnym siedzeniu w dwóch identycznych fotelikach (Fot. 2) zostały umieszczone dwa manekiny. Jeden z nich odpowiadający wielkością trzyletniemu dziecku został zamocowany przodem do kierunku jazdy, a drugi manekin wielkości niemowlęcia tyłem do kierunku jazdy. Wykorzystany w teście fotelik pozwala na przewóz dzieci z grupy 0 i I. Dzieci poniżej 10 kg muszą podróżować tyłem do kierunku jazdy. Większe dzieci natomiast mogą podróżować przodem do kierunku jazdy (Fot. 2). W obu przypadkach fotelik mocowany jest trzypunktowym pasem samochodowym oraz dodatkowym pasem zapinanym do zaczepu za tylnym siedzeniem samochodu.

### 1.2. Przebieg testu

W czasie testu samochód uderza całą powierzchnią czołową w sztywną betonową ścianę z prędkością 56,5 km/h. Całkowita deformacja wyniosła 578 mm. Na tym dystansie pojazd wytraca prędkość do zera, co jest przyczyną dużych wartości opóźnień. Zarówno samochód jak i manekiny są odczuwane. Mierzone są wartości przyspieszeń oraz sił w pasach. Zdeformowana została głównie przednia część pojazdu (Fot. 3 c). Kabina pasażerska nie uległa widocznym deformacjom, drzwi pozostały zamknięte i dały się otworzyć.

## 2. Analiza wyników testu zderzeniowego

Na rys. 1 przedstawiono przebiegi wartości przyspieszenia wzdłużnego głowy manekina w funkcji czasu zde-

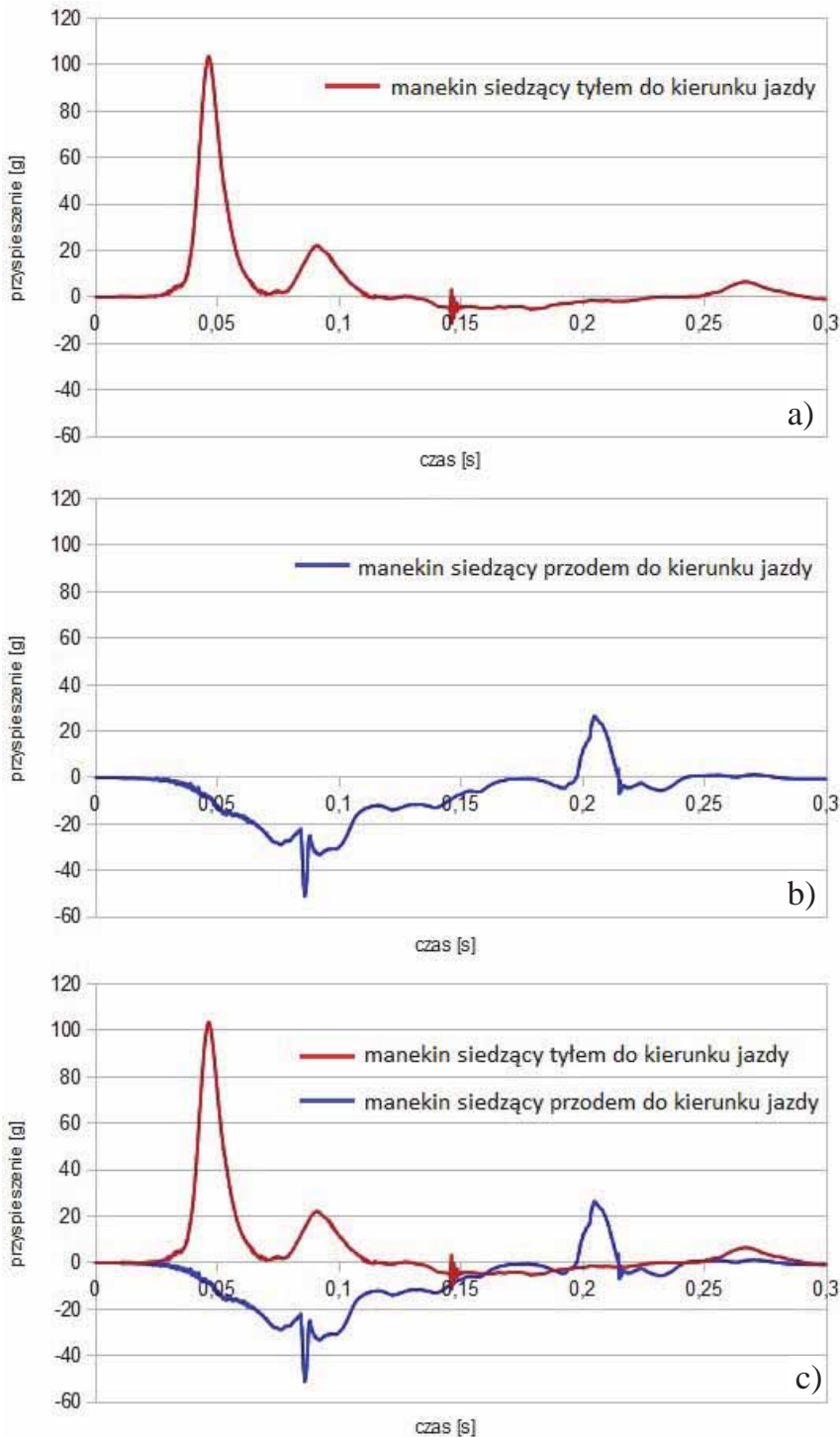
żenia podczas testu: rys. 1 a) dla manekina siedzącego tyłem do kierunku jazdy, rys. 1 b) siedzącego przodem do kierunku jazdy, rys. 1 c) pokazano zestawienie obu przebiegów. Na rys. 1 a) widać wyraźny wzrost przyspieszenia z pikem ponad 100 g w czasie 0,05 s. Jest to duża wartość szczytowa, oddziaływująca w krótkim czasie, poniżej trzech setnych sekundy. Przyjmuje się, że maksymalne wartości przyspieszeń nie powinny przekraczać 55-60 g. W tym przypadku ta wartość została przekroczona. Wzrost ten jest wywołany uderzeniem głowy manekina o oparcie fotelika. W dalszej fazie zderzenia głowa odbija się od oparcia fotelika a następnie ponownie w nie uderza. Tym razem szczytowa wartość opóźnienia jest mniejsza i wynosi 21 g. Wartość ta jest już akceptowalna, ze względu na ochronę głowy dziecka. Dalej wartości przyspieszeń

oscylują wokół wartości zero z amplitudą  $\pm 5$  g. Tylko dla wartości czasu 0,27 s zaobserwowano mały wzrost przyspieszenia do wartości około 7 g, wywołany ponownym uderzeniem głowy manekina w oparcie fotelika, który odbił się od przedniego siedzenia.

Dla manekina siedzącego przodem do kierunku jazdy największa wartość opóźnienia wzdłużnego głowy występuje przy 0,08 s ze szczytową wartością przyspieszenia wynoszącą około -56 g (rys. 1, b). Pomiedzy 0,11 s a 0,14 s wartość opóźnienia oscyluje wokół wartości około -15 g. Spowodowane jest to wyhamowującym oddziaływaniem pasów. Drugi pik w czasie 0,21 s wynika z uderzenia głowy dziecka o sztywne oparcie fotelika samochodowego. Ma on wartość 23 g, która jest mniejszą od wartości dopuszczalnej. Część energii kinetycznej manekina została już pochłonięta przez pasy



**Fot. 3.** Samochód: a) przed zderzeniem, b) w trakcie zderzenia, c) po zderzeniu [1]



**Rys. 1.** Wartości przyspieszeń wzdłużnych głów manekinów dzieci w fotelikach zamocowanych, a) tyłem, b) przodem do kierunku jazdy, c) zestawienie wyników [3]

bezpieczeństwa dziecka oraz pasy, którymi przypięty jest fotelik. W celu ułatwienia analizy dwa przebiegi przyspieszeń w funkcji czasu zestawiono na trzecim wykresie rys. 1 c).

### Podsumowanie

Dla manekina siedzącego tyłem zmierzono dwa razy większe wartości szczytowe przyspieszeń głowy niż dla siedzącego przodem. Jednak war-

tości współczynników urazów głowy uwzględniające maksymalne wartości przyspieszeń działających w czasie mają podobne wartości: dla siedzącego tyłem HIC=849 [1] a dla siedzącego przodem HIC=833 [1]. Fotelik zamocowany tyłem tworzy sztywniejszy układ dzięki oparciu o przedni fotel samochodu. Ogranicza to przemieszczenia dziecka, zwłaszcza jego głowy, lecz zwiększa wartości przyspieszeń działających na dziecko. Lepiej chronione są kręgi szyjne mniej narażone za zginanie i rozciąganie. Pasy mocujące fotelik przejmują mniejszą część energii kinetycznej, dlatego wartości szczytowe są dużo większe, jednak oddziałują na organizm dziecka w krótszym czasie. W celu zmniejszenia wartości szczytowych przekraczających wartości dopuszczalne celowym byłoby zastosowanie odpowiedniej pianki absorbującej energię zamocowanej na oparciu fotelika. Właściwie dobrana pianka mogłaby spowodować zmniejszenie wartości maksymalnych przyspieszenia działającego na głowę dziecka w foteliku zamocowanym tyłem do kierunku jazdy. Taka pianka w foteliku zamocowanym przodem do kierunku jazdy mogłaby spowodować zmniejszenie drugiego maksimum przyspieszenia działającego na głowę dziecka. Wynika ono z uderzenia głowy dziecka o oparcie fotelika. Prowadzone są prace mające na celu dobór pianki o odpowiednich właściwościach.

### Bibliografia

1. Lawrence Q. Valvo, *Project Engineer, New car assessment program (NCAP) frontal barrier impact test, Dodge Ram 1500 4-door 4X2 Pickup, NHTSA no: M20302, 2002.*
2. Żuchowski A., Prochowski L., *Analiza stanu bezpieczeństwa pasażerów na tylnych siedzeniach samochodu osobowego podczas wypadku drogowego, X Międzynarodowa Konferencja Hamulcowa i bezpieczeństwa, 2011.*
3. *NHTSA., Vehicle Database Query Results - Test Detail Information, Test no. 4240, 2002.*



## **Analysis of loads acting on children in child restraint system fixed front and REAR-facing during a frontal collision**

---

### **Abstract**

*Paper describes the basic problems of children protection during collisions. Presented and compared were head deceleration during vehicle impact with a rigid concrete wall for two ways of fixing child seats: front and rear-facing.*

---

**Key words:** child restraint system, frontal collision, analysis of loads acting.

### **Autorzy:**

mgr inż. **Bartosz Zdunek** – Politechnika Gdańska

mgr inż. **Michał Landowski** – Politechnika Gdańska

dr hab. inż. **Stanisław Taryma**, prof. nadzw. PG – Politechnika Gdańska

dr. inż. **Ryszard Woźniak** – Politechnika Gdańska

dr hab. Inż. **Krystyna Imielińska**, prof. nadzw. PG – Politechnika Gdańska

mgr inż. **Artur Muszyński** – Wojskowa Akademia Techniczna