

APARATURA

BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Wpływ metod spawalniczych w naprawach modelowych elementów energochłonnych stalowego nadwozia pojazdu na wybrane parametry opisujące zderzenie

DAMIAN HADRYŚ¹, MICHAŁ MIROS¹, TOMASZ WĘGRZYN², ABILIO SILVA³

¹WYŻSZA SZKOŁA ZARZĄDZANIA OCHRONĄ PRACY W KATOWICACH

²POLITECHNIKA ŚLĄSKA, WYDZIAŁ TRANSPORTU

³UNIVERSITY OF BEIRA INTERIOR

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wpływ wykorzystania metod spawalniczych w naprawach powypadkowych elementów nadwozi pojazdów na przebieg kolejnego zderzenia. Skupiono się na zastąpieniu podczas naprawy fabrycznych połączeń zgrzewanych spoinami otworowo-punktowymi. Wyniki uzyskane podczas badań dynamicznych dla nowych i naprawionych elementów, wykazały istnienie znacznych różnic w wartościach wielkości opisujących zderzenie.

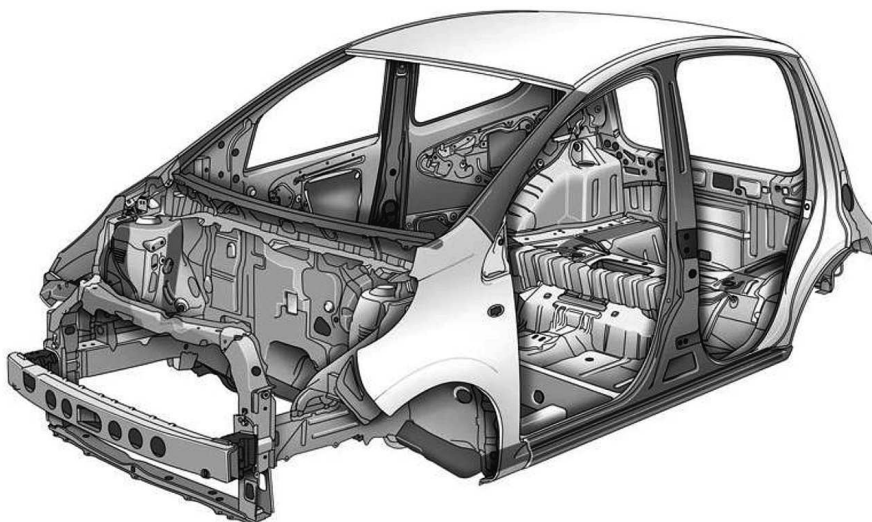
Effect of welding methods in repairs of model energy-consuming steel parts of carbody on selected parameters describing the collision

ABSTRACT

His paper shows the influence of welding methods used in the post-accident repair of vehicles body parts on the next collision course. The focus is to replace the spot welds in exactly the places of plug welded joints. The results obtained during the dynamic tests for new and repaired parts, show considerable differences in the values describing the size of the collision.

1. ELEMENTY ENERGOCHŁONNE NADWOZIA POJAZDU

Obecnie produkowane samochody osobowe zaprojektowane są najczęściej zgodnie z koncepcją nadwozia bezpiecznego (Rys. 1). Podstawą tej koncepcji jest podział nadwozia pojazdu na strefy o różnych właściwościach energochłonnych przy zderzeniu [1-4].



Rysunek 1. Przykładowe nadwozie zaprojektowane według koncepcji nadwozia bezpiecznego [8]

Wynika z tego, że zaprojektowane zgodnie z tą koncepcją nadwozie musi posiadać gradację sztywności od zderzaków w kierunku przedziału pasażerskiego [5]. Zróżnicowanie nośności poszczególnych elementów i stref nadwozia można zasadniczo uzyskać między innymi poprzez: określone kształty geometryczne, materiały o odpowiednich właściwościach, sposoby łączenia elementów.

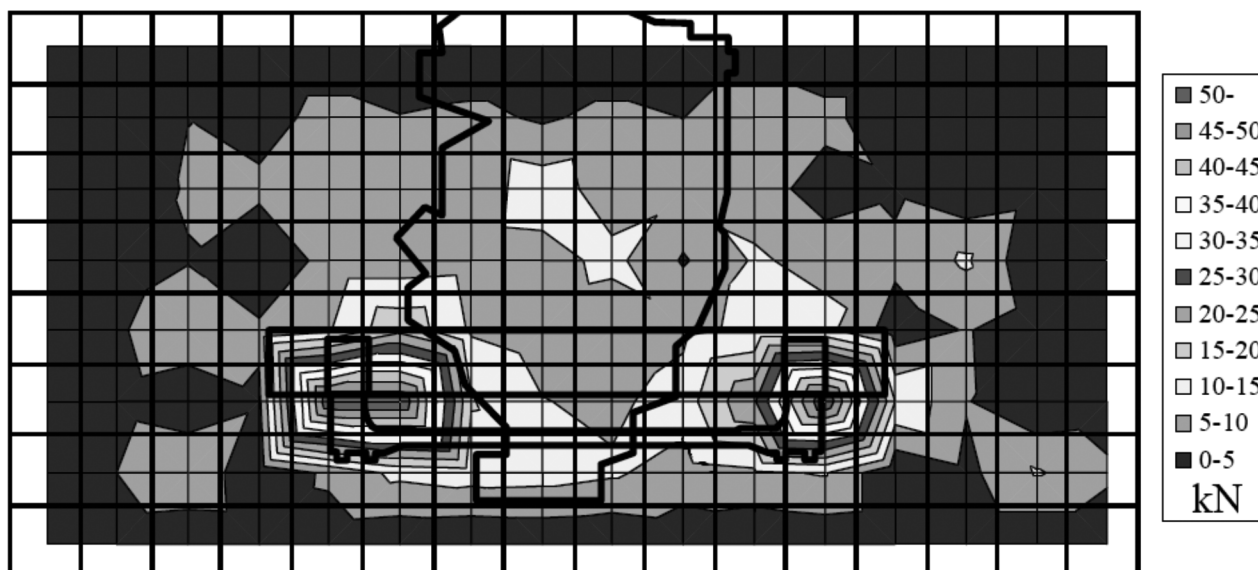
Ponadto, zgodnie z koncepcją nadwozia bezpiecznego, dla ochrony użytkowników pojazdu przed skutkami zderzeń, wprowadza się do struktury nadwozia elementy, których zadaniem jest przejęcie i rozproszenie energii zderzenia. Jak wykazują badania, podstawowymi elementami w nadwoziu samonośnym pojazdu, które spełniają to zadanie są podłużnice. Dlatego też, tak ważna jest ich rola w aspekcie bezpieczeństwa biernego nadwozia, a w konsekwencji i całego pojazdu (Rys. 2) [6, 7].

2. ELEMENTY MODELOWE UŻYTE W BADANIACH

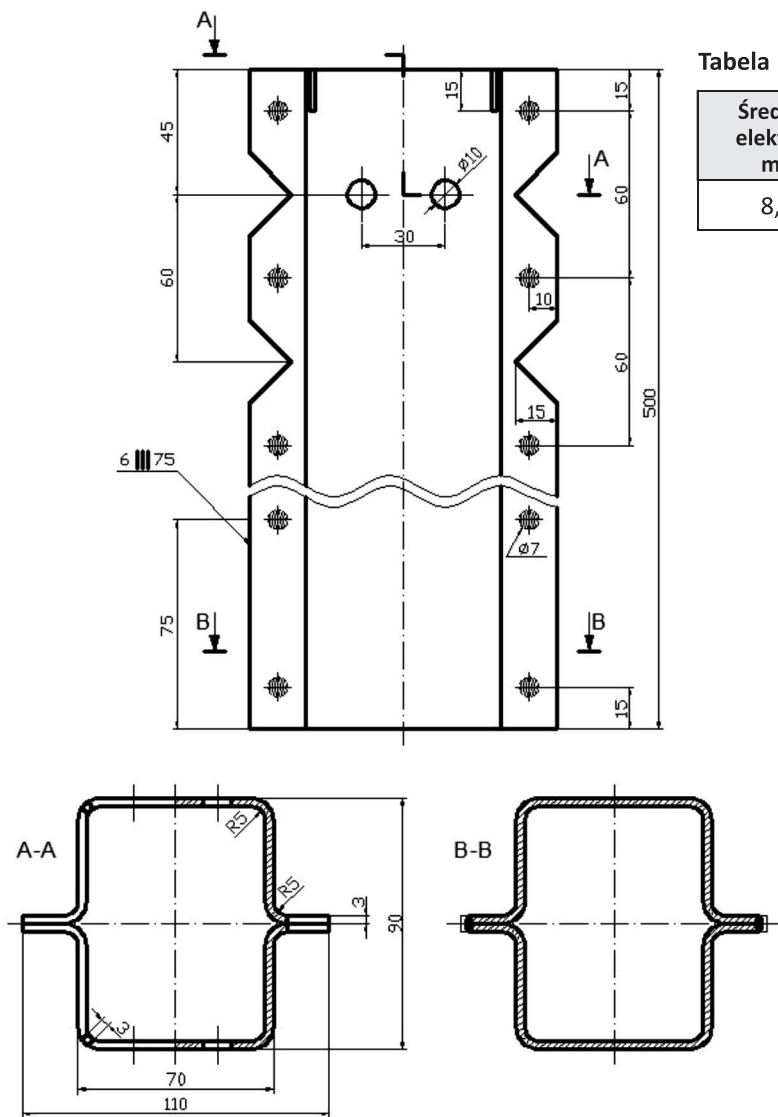
Po przeprowadzeniu analizy literaturowej i przeglądu konstrukcji podłużnic nadwozi samonośnych pojazdów samochodowych stwierdzono, że producenci stosują różne kształty geometryczne tych elementów. Występuje jednak kilka przekrojów poprzecznych stosowanych szczególnie często. Na tej podstawie opracowano i wykonano modelowe podłużnice, które zostały użyte w badaniach (Rys. 3).

Jako materiał na elementy modelowe przyjęto typową stal na podłużnice o podwyższonej wytrzymałości S355J2G3 [10, 11]. W celu nadania modelowym elementom zadanego sposobu deformacji wprowadzono detale inicjalizujące odkształcenie i odpowiedzialne za sposób deformacji. Detalami tymi były

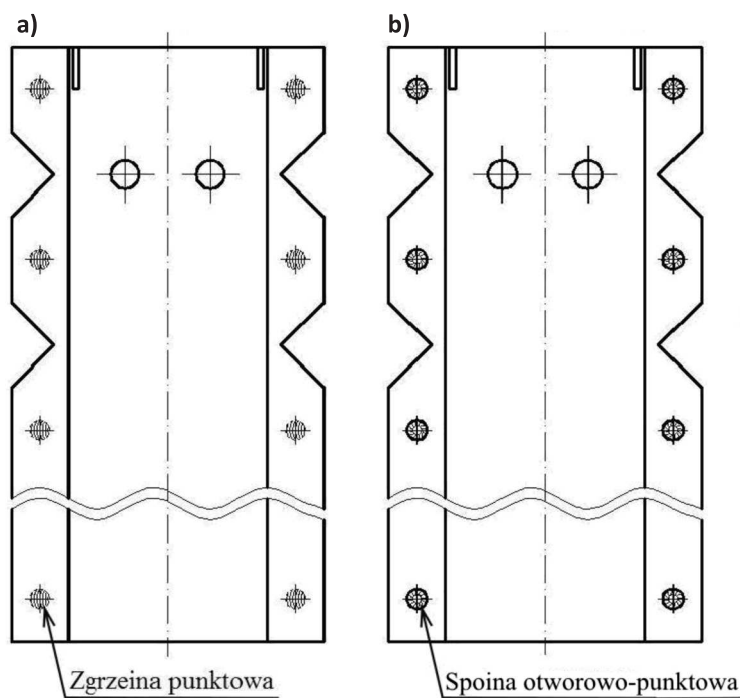
no modelowe podłużnice, które zostały użyte w badaniach (Rys. 3). Jako materiał na elementy modelowe przyjęto typową stal na podłużnice o podwyższonej wytrzymałości S355J2G3 [10, 11]. W celu nadania modelowym elementom zadanego sposobu deformacji wprowadzono detale inicjalizujące odkształcenie i odpowiedzialne za sposób deformacji. Detalami tymi były



Rysunek 2. Wyniki pomiarów siły uderzenia samochodu osobowego ze sztywną przeszkodą przy prędkości około 50 km/h [9]



Rysunek 3. Modelowa podłużnica [12]



Rysunek 4. Modelowe podłużnice użyte w badaniach, a) nowa (nienaprawiana) z połączeniami zgrzewanymi, b) naprawiona ze spoinami otworowo-punktowymi [12]

Tabela 1. Parametry zgrzewania oporowego punkowego

Średnica elektrod, mm	Natężenie prądu, kA	Siła docisku elektrod, kN	Czas zgrzewania, s
8,6	18,8	3,0	0,45

nacięcia narożników, otwory przelotowe wykonane w ściankach modelowej podłużnicy oraz nacięcia krawędzi.

W celu przeprowadzenia badań dynamicznych wykonano dwa rodzaje modelowych podłużnic, które odpowiadały elementom:

- nowym (nienaprawianym) z połączeniami zgrzewanymi punktowo (Rys. 4a),
- naprawionym przez wymianę części uszkodzonego elementu, z zastosowaniem spoin otworowo-punktowych zamiast zgrzeiny punktowych (Rys. 4b).

Do łączenia części elementów nowych (nienaprawianych) wykorzystano wyłącznie zgrzewanie punktowe. W elementach naprawianych, w których w uszkodzonym elemencie usuwa się fabryczne zgrzeiny punktowe w celu dekompozycji elementu na części składowe, wykorzystano spawanie metodami MAG i TIG. Parametry zgrzewania i spawania przedstawiono w Tabelach 1 i 2.

3. STANOWISKO BADAWCZE

Głównym założeniem zastosowanego w badaniach stanowiska jest dynamiczne obciążenie wybranego energochłonnego elementu nadwozia pojazdu (np. podłużnicy). Idea badania dynamicznego polega na bardzo szybkiej deformacji elementu w wyniku uderzenia spadającym swobodnie, zasadniczo nieodkształcalnym bijaikiem z jednoczesnym pomiarem opóźnienia bijaika i rejestracją jego przemieszczenia [12, 13]. Schemat ideowy stanowiska przedstawiono na Rysunku 5.

Celem było zasymulowanie skrajnie niekorzystnego, ze względu na potencjalne obrażenia osób przebywających w pojeździe, przypadku zderzenia. Z tego powodu ustalono, że bijaik będzie uderzał w badany element w sposób zbliżony do osiowego (w kierunku jego osi podłużnej). Uderze-

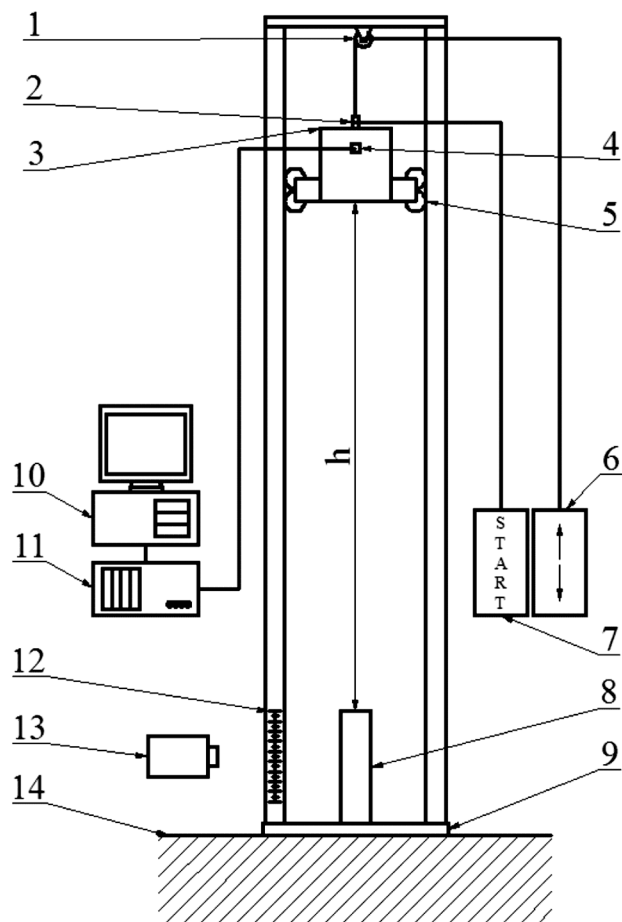
Tabela 2. Parametry spawania metodą MAG

Gaz osłonowy	Natężenie przepływu gazu, dm ³ /min	Średnica drutu elektrodowego, mm	Natężenie prądu, A	Napięcie, V	Prędkość podawania drutu, m/min
82% Ar + 18% CO ₂	16	0,8	100	20	11
Ar	16	2,0	150	25	podawanie ręczne

nie będzie miało więc charakter zbliżony do centralnego. W Tabeli 3 przedstawiono parametry, przy których wykonano pomiary.

4. WYNIKI BADAŃ

W trakcie przeprowadzania badań dynamicznych uzyskano wyniki, które pozwoliły na opracowanie zależności czasowych, takich jak na przykład opóźnienia bijaka i deformacja badanego elementu. Opóźnienie bijaka odpowiada opóźnieniu pojazdu w czasie rzeczywistego zderzenia. Natomiast deformacja badanego elementu odpowiada skróceniu się podłużnic w czasie zderzenia. Należy podkreślić, że wyniki zawierają deformację maksymalną (przypadającą na koniec pierwszej fazy uderzenia i rozpoczęcie fazy drugiej). Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki przeprowadzonych badań (Rys. 6 i 7).



Rysunek 5. Schemat ideowy stanowiska użytego do badań, h – wysokość spadku swobodnego bijaka, 1 – wciągnik, 2 – mechanizm spustowy, 3 – bijak, 4 – przetwornik, 5 – rolki prowadzące, 6 – panel wciągnika, 7 – panel urządzenia spustowego, 8 – badany element, 9 – podstawa stanowiska, 10 – komputer, 11 – urządzenie do akwizycji danych, 12 – podziatka, 13 – kamera szybkoklatkowa, 14 – fundament [12]

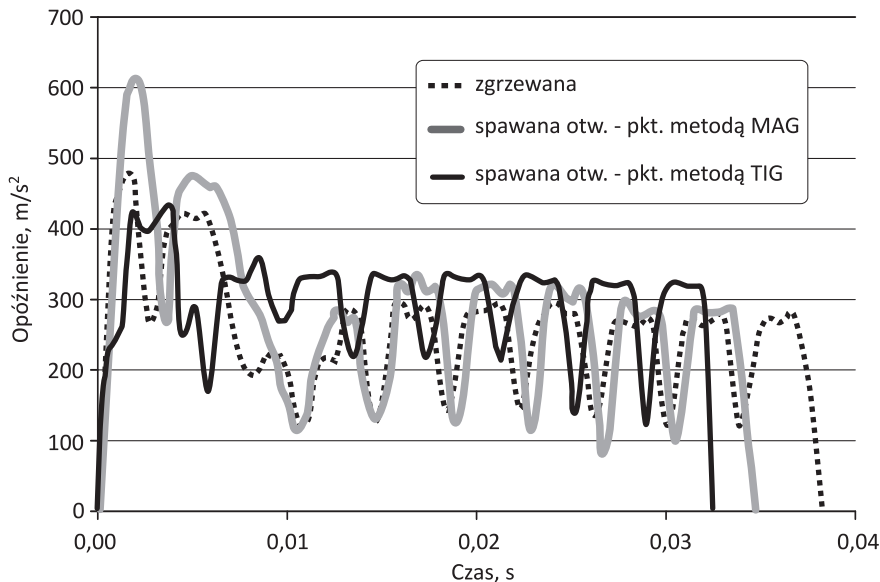
5. ANALIZA WYNIKÓW I WNIOSKI

Na podstawie wyników uzyskanych w czasie przeprowadzania badań stwierdzono, że dla wszystkich przypadków największe wartości opóźnienia zarejestrowano na samym początku uderzenia. Odpowiada to przebiegom opóźnienia w czasie, które rejestruje się podczas badań zderzeniowych całych pojazdów.

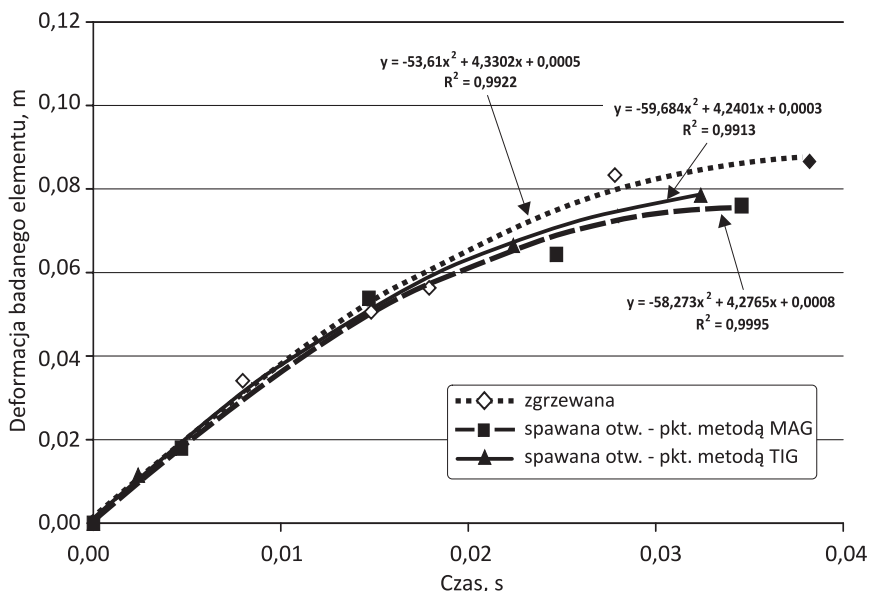
Średnie maksymalne wartości opóźnienia wynosiły około 467 m/s² dla modelowych nowych elementów (nienaprawianych) zgrzewanych punktowo, 608 m/s² dla elementów, w których zgrzeiny punktowe zastąpiono spoinami otworowo-punktowymi wykonanymi metodą MAG (wzrost o około 30%) oraz 427 m/s² dla elementów, w których zgrzeiny punktowe zastąpiono spoinami otworowo-punktowymi wykonanymi metodą TIG (spadek o 8%). Przeprowadzone na podstawie uzyskanych wyników obliczenia, pozwoliły określić wielkość deformacji badanych elementów na końcu pierwszej fazy zderzenia. W porównaniu do średnich wyników uzyskanych dla modelowych nowych elementów (nienaprawianych) zgrzewanych punktowo (około 0,088 m), elementy, w których zgrzeiny punktowe zastąpiono spoinami otworowo-punktowymi charakteryzowały się mniejszymi deformacjami średnimi, zarówno dla metody MAG jak i TIG. Wartości te wynosiły odpowiednio: około 0,076 m dla elementów, w któ-

Tabela 3. Parametry stanowiska do badań dynamicznych

Masa bijaka	500 kg
Prędkość bijaka w momencie uderzenia	9,7 m/s (35 km/h)
Energia uderzenia	23,6 kJ



Rysunek 6. Przykładowe przebiegi czasowe opóźnienia bijaka



Rysunek 7. Przykładowe przebiegi czasowe deformacji badanych elementów

rych zgrzeiny punktowe zastąpiono spoinami otworowo-punktowymi wykonanymi metodą MAG (spadek o około 13,6%) oraz około 0,078 m dla elementów, w których zgrzeiny punktowe zastąpiono spoinami otworowo-punktowymi wykonanymi metodą TIG (spadek o około 11,4%).

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy uzyskanych wyników stwierdzono, że:

- naprawa powypadkowa elementów nadwozia pochłaniającej energię zderzenia, polegająca na wymianie ich uszkodzonej części przy zastosowaniu spoin otworowo-punktowych zamiast zgrzein, powoduje wzrost wartości opóźnienia pojazdu przy kolejnym zderzeniu,
- wybór technologii naprawy powypadkowej elementów energochłonnych nadwozia samonośnego oraz technologii prac spawalniczych ma decydujący wpływ na przebieg zderzenia.

LITERATURA

- [1] Romaniszyn K. M.: Wpływ struktury przodu nadwozia na energochłonność, V Konferencja Naukowo-Techniczna, Problemy bezpieczeństwa w pojazdach samochodowych, Kielce 7-8. 2. 2006r., Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Mechanika Z. 84, Kielce 2006,
- [2] Węgrzyn T., Hadryś D.: Bezpieczeństwo bierne pojazdów; ATEST Ochrona Pracy, 9/2007,
- [3] Wicher J.: Problem kompatybilności w zderzeniach pojazdów, Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Mechanika Z. 64, Kielce 1998,
- [4] Zieliński A.: Rozwój koncepcji samochodu osobowego w XX wieku, Wydawnictwa Instytutu Historii Nauki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2005,
- [5] Pawłowski J.: Nadwozia samochodowe, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1974,
- [6] Lachowski J., Nowakowska M.: Wpływ prędkości na skutki zderzeń pojazdu z obiektami, Drogownictwo, 6/2005,
- [7] Prochowski L., Żuchowski A.: Dynamic loads of power unit during car impact, Journal of KONES, Powertrain and Transport, Vol.13, No. 4, 2006,
- [8] Strona internetowa: <http://www.citroen.pl/citroen-c1/bezpieczenstwo#/citroen-c1/bezpieczenstwo>, 02.2011,
- [9] Arai Y., Yamazaki K., Mizuno K., Kubota H.: Full-width tests to evaluate structural interaction, Paper Number 07-0195, www.nhtsa.dot.gov, 01.2009,

- [10] Jaśkiewicz Z.: Poradnik inżyniera samochodowego - Elementy i materiały, Wydawnictwa Kominukacji i Łączności, Warszawa 1990,
- [11] Norma: BN-80/0642-42. Blacha cienka i gruba walcowana na gorąco ze stali konstrukcyjnej, węglowej i stopowej do budowy samochodów osobowych,
- [12] Hadryś D.: Wpływ naprawy powypadkowej metodami spawalniczymi na bezpieczeństwo bierne konstrukcji nośnych pojazdów, Rozprawa doktorska, Katowice 2009,
- [13] Hong-Wei Song, Zhi-Min Wan, Zhi-Min Xie, Xing-Wen Du: Axial impact behavior and energy absorption efficiency of composite wrapped metal tubes, International Journal of Impact Engineering (2000), www.elsevier.com/locate/ijimpeng, 12.11.2008,
- [14] Tobota A., Karliński J., Kopczyński A.: Axial crushing of monotubal and bitubal circular foam-filled sections, Journal