

Grzegorz SZCZEŚNIAK<sup>1</sup>, Paulina NOGOWCZYK<sup>2</sup>, Rafał BURDZIK<sup>3</sup>,  
Łukasz KONIECZNY<sup>4</sup>

## WYMAGANIA DOTYCZĄCE ZABUDOWY SPECJALNYCH NADWOZI POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

**Streszczenie.** W artykule przedstawiano część wytycznych stosowanych przy modyfikacji nadwozi pojazdów specjalnego przeznaczenia. Dla przykładowej marki pojazdów przedstawiono szczegółowe ograniczenia, co do możliwości przedłużenia zwisu pojazdu, rozkładu masy itp., oraz metod konstrukcyjnych stosowanych praktycznie przy przedłużaniu zwisu pojazdu. Opisano zasady obowiązujące przy różnych technologiach, (nitowanie, skręcanie, spawanie) użytych przy modyfikacji ramy.

**Słowa kluczowe:** Rama montażowa, specjalne nadwozia pojazdów samochodowych.

## REQUIREMENTS FOR CONSTRUCTION OF THE BODIES OF SPECIAL VEHICLES

**Summary.** The article presented part of the guidelines used for the modification of special purpose vehicle bodies. For example brand vehicles are details about the possibility of limiting the extension of the vehicle overhang, weight distribution, etc., and construction methods used in practice when extending the overhang of the vehicle. Describes the applicable rules for different technologies, ie. riveting, bolting, welding used in the modification of the frame.

**Keywords:** Mounting frame, bodies of special vehicles.

### 1. WPROWADZENIE

W przypadku produkcji pojazdów specjalnych (przeznaczonych np. dla straży pożarnej, ratownictwa itp.) wiele różnorodnych wymagań powoduje, że praktycznie jest to niskoseryjna produkcja dostosowana do konkretnego zleceniodawcy. Ze względu na te specyficzne wymagania, najczęściej produkcja takich pojazdów polega na zaadaptowaniu pojazdu danego producenta przez odpowiedniego rodzaju zabudowę na ramie pojazdu. Zmiany takie

---

<sup>1</sup> SZCZEŚNIAK Pojazdy Specjalne Sp. z o.o., Bestwińska Street 105A, 43-346 Bielsko-Biała, Poland, e-mail: gszczesniak@psszczesniak.pl

<sup>2</sup> SZCZEŚNIAK Pojazdy Specjalne Sp. z o.o., Bestwińska Street 105A, 43-346 Bielsko-Biała, Poland, e-mail: pnogowczyk@psszczesniak.pl

<sup>3</sup> Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Gliwice, Poland, e-mail: rafal.burdzik@polsl.pl

<sup>4</sup> Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Gliwice, Poland, e-mail: lukasz.konieczny@polsl.pl

wymagają jednak przestrzegania określonych zasad. W przypadku zmian konstrukcji nadbudowy pojazdu niedopuszczalne jest wprowadzanie jakichkolwiek zmian w podzespołach układów kierowniczego i hamulcowego. Po przeprowadzonych zmianach pojazdy muszą spełniać przepisy UE lub przepisy obowiązujące w poszczególnych krajach (wymaga to poinformowania uznanego urzędowo rzeczoznawcę lub kontrolera podczas technicznego odbioru pojazdu). Niedopuszczalne jest również przekraczanie nośności opon przez przeładowywanie pojazdu ponad zalecaną masę całkowitą [1-3,11].



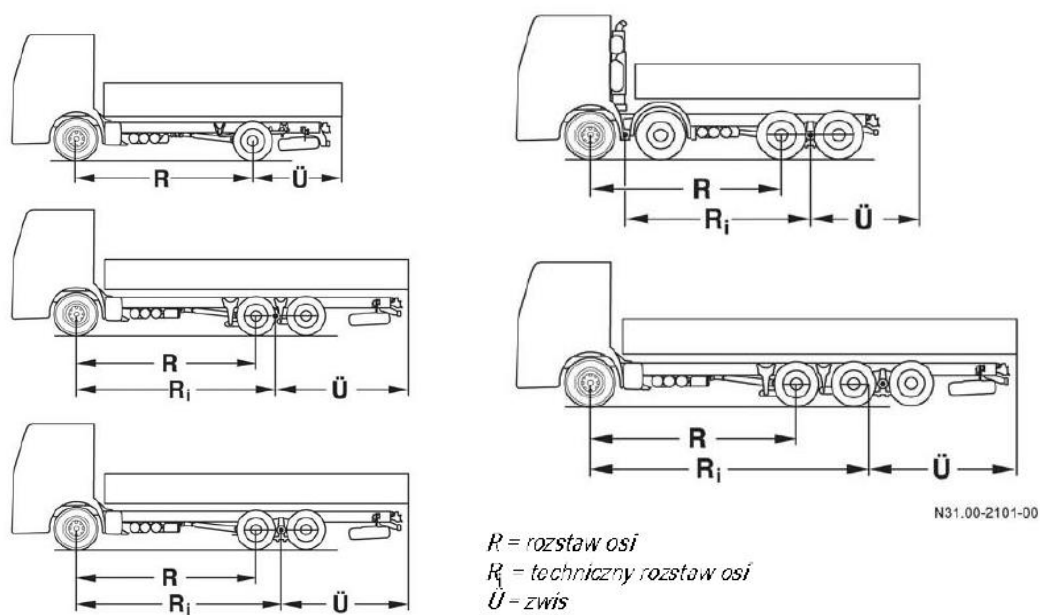
Rys. 1. Przykładowe zabudowy nadwozia na ramie pojazdu Mercedes-Benz [10]

Fig. 1. Examples of body building on the vehicle From Mercedes-Benz [10]

## 2. WYMAGANIA

Zabudowa nadwozia na bazie danego podwozia pojazdu często wymaga dostosowania ramy pojazdu. Niejednokrotnie wiąże się to z koniecznością przedłużenia fabrycznego rozstawu osi lub długości ramy. Przy przedłużaniu rozstawu osi i ramy zastosowany materiał na przedłużki kątowniki wzmacniające musi być zgodny pod względem jakości i wymiarów ze standardową ramą pojazdu. Przy projektowaniu zabudów należy unikać rozwiązań przewidujących obciążenie tyłu pojazdu. Długość zwisu generalnie ustala się z uwzględnieniem dopuszczalnego obciążenia osi (uwzględniając wyposażenie dodatkowe, wynikające z danego typu zabudowy) oraz z zachowaniem minimalnego nacisku na przednią oś. W przypadku niektórych wariantów konstrukcyjnych istnieje możliwość fabrycznej dostawy ramy o przedłużonym zwisie, jako wyposażenia dodatkowego. Maksymalne przedłużenie zwisu pojazdu (dla podwozi Mercedes-Benz), w zależności od rozwiązania konstrukcyjnego (liczby osi pojazdu), wynosi 65% (pojazd 2-osiowy) lub 70% (pojazdy 3- i 4-osiowe) technicznego rozstawu osi.

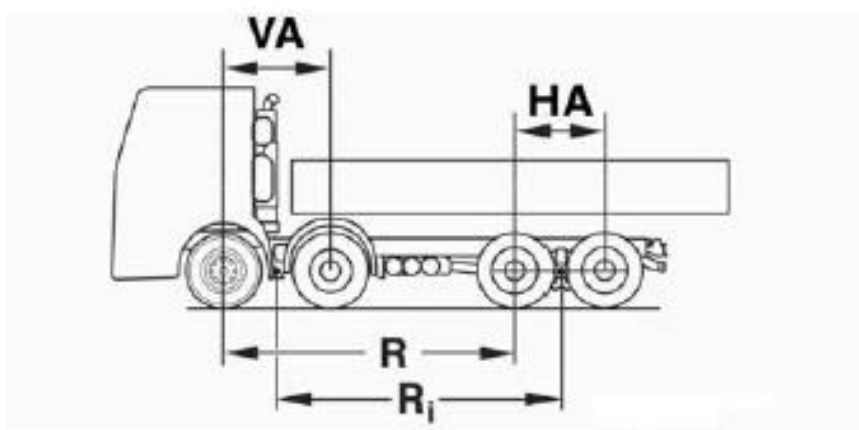
Istnieje również opcja przedłużenia przedniego zwisu ramy (przedłużenie takie jest możliwe tylko w przypadku ram o grubości 8 mm) o 400 mm – przydatne przy podwoziach samochodów ciężarowych, w których istnieje konieczność zamontowania przed kabiną wyposażenia, takiego jak np. pompy, wciągarki, zaczepy i inne urządzenia, a także podpory stabilizacyjne żurawi, pomp do betonu i podnośników koszowych. Należy jednak uwzględnić, że przedłużenie przedniego zwisu ramy może mieć wpływ na zgodność z przepisami dotyczącymi przedniego oświetlenia oraz przedniej belki przeciwnajazdowej. Problemy takie muszą być rozwiązywane indywidualnie.



Rys. 2. Wartości maksymalne długości zwisu dla pojazdów Mercedes-Benz, gdzie:  $R$  – rozstaw osi,  $R_i$  – rozstaw techniczny osi,  $U$  – zwis [4]

Fig. 2. The maximum values for the length of the overhang of Mercedes-Benz vehicles where:  $R$  – wheelbase,  $R_i$  – technical axis distance  $U$  – overhang [4]

W przypadku projektowania zabudowy istotnym parametrem jest rozstaw techniczny osi.



Rys. 3. Określanie technicznego rozstawu osi w przypadku pojazdów 4-osiowych [4]

Fig. 3. Determination of technical wheelbase for vehicles with 4 axles [4]

Dla 4-osiowego pojazdu przy obliczeniach technicznego rozstawu osi ( $R_i$ ) potrzebne są następujące wartości:

$R$  = rozstaw osi pojazdu mierzony od środka pierwszej osi do środka osi trzeciej

$VA$  = odstęp między osiami przednimi

$HA$  = odstęp pomiędzy osiami tylnymi

$G_1$  = dopuszczalny nacisk na pierwszą oś, zgodnie z kodem masy

$G_2$  = dopuszczalny nacisk na drugą oś, zgodnie z kodem masy

$G_3$  = dopuszczalny nacisk na trzecią oś, zgodnie z kodem masy

$G_4$  = dopuszczalny nacisk na czwartą oś, zgodnie z kodem masy

Aby obliczyć techniczny rozstaw osi, należy użyć wzór:

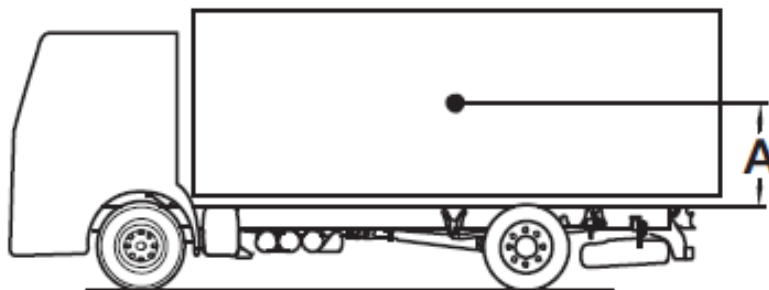
$$R_i = R - \frac{(VA \cdot G_2)}{(G_1 + G_2)} + \frac{(HA \cdot G_4)}{(G_3 + G_4)}$$

Jeżeli  $G_1 = G_2$  oraz  $G_3 = G_4$ , to wzór upraszcza się do następującej postaci:

$$R_i = R - \frac{VA}{2} + \frac{HA}{2}$$

W przypadku rozkładu masy należy unikać jednostronnego rozkładu masy. Obciążenie koła (1/2 nacisku na oś) może być przekroczone maksymalnie o 4%, oczywiście nie dopuszczając do przekroczenia nośności opon.

Po wykonaniu zabudowy ważnym aspektem jest wysokość punktu ciężkości. Przy odbiorze zabudowanego pojazdu konieczne jest, zgodnie z dyrektywą UE Hamulce 71/320/EWG, udokumentowanie obliczeń wysokości punktu ciężkości załadowanego pojazdu. Pożądane jest właściwe wyposażenie w elementy stabilizujące lub zapobiegające przechyłom bocznym pojazdu przeznaczonego do zabudowy. Zgodnie z tabelą 1 zaleca się wyposażenie pojazdu do ładunków wysokich jednym z rodzajów wyposażenia stabilizującego. Jeżeli przebudowywany pojazd przeznaczony jest do transportu krańcowo wysokich ładunków, to konieczne jest wyposażenie stabilizujące. Możliwe jest również zaprojektowanie ramy z uwzględnieniem czynników stabilizujących.



Położenie środka ciężkości A ponad górną krawędzią ramy podwozia		
do	550 mm	Ładunek zwykły
	550-1250 mm	Ładunek wysoki
powyżej	1250 mm	Ładunek skrajnie wysoki

Rys. 4. Położenie punktu ciężkości pojazdu [4]

Fig. 4. Center of gravity of the vehicle [4]

### 3. METODY ŁĄCZENIA

Połączenia skręcane i nitowane – niedopuszczalna jest zmiana połączeń skręcanych, mających wpływ na bezpieczeństwo, np. odpowiedzialnych za zawieszenie kół, skręcanie i hamowanie. W przypadku konieczności zastąpienia seryjnych śrub dłuższymi śrubami, wolno stosować wyłącznie śruby o jednakowej średnicy, wytrzymałości i podziałce gwintu.

Podczas montażu zalecane jest stosować siłę wg wytycznych (nie dopuszcza się ucinania wolnej długości zacisku, rozciągania czy stosowania śrub o krótszym wolnym gwincie). Elementy dodatkowe (nity lub śruby) muszą mieć taką samą lub wyższą wytrzymałość co dotychczasowe złącze. Zaleca się stosowanie śruby i nakrętki z kołnierzem, bo zmniejszają one niebezpieczeństwo strat naprężenia montażowego wskutek osiadania i pełzania przylegających do siebie powierzchni (wytloczony kołnierz zwiększa powierzchnię przylegania łba śruby). W strefach zagrożonych korozją generalnie powinno się stosować śruby, nakrętki itd. wykazujące odporność na korozję (>480 h test natryskowy roztworem solnym wg ISO 9227), niezależnie od wymaganej klasy wytrzymałościowej.

Połączenia spawane – zaleca się stosować materiał spawalniczy o przynajmniej takiej samej granicy rozciągłości i wytrzymałości na rozciąganie co spawany materiał. Dla uniknięcia korozji szczelinowej wzdłuż spoin, należy wykonywać spoiny zgodnie z przykładami na rysunku. Strefa spawania musi być wolna od rdzy, smaru, zabrudzeń lub innych zanieczyszczeń. Podczas spawania na powierzchniach polakierowanych należy uprzednio usunąć warstwy lakieru w drodze szlifowania lub zmywania (w przeciwnym razie tworzy się zgorzelina lakierowa, która może pogorszyć odporność tego miejsca na korozję) [5-9].



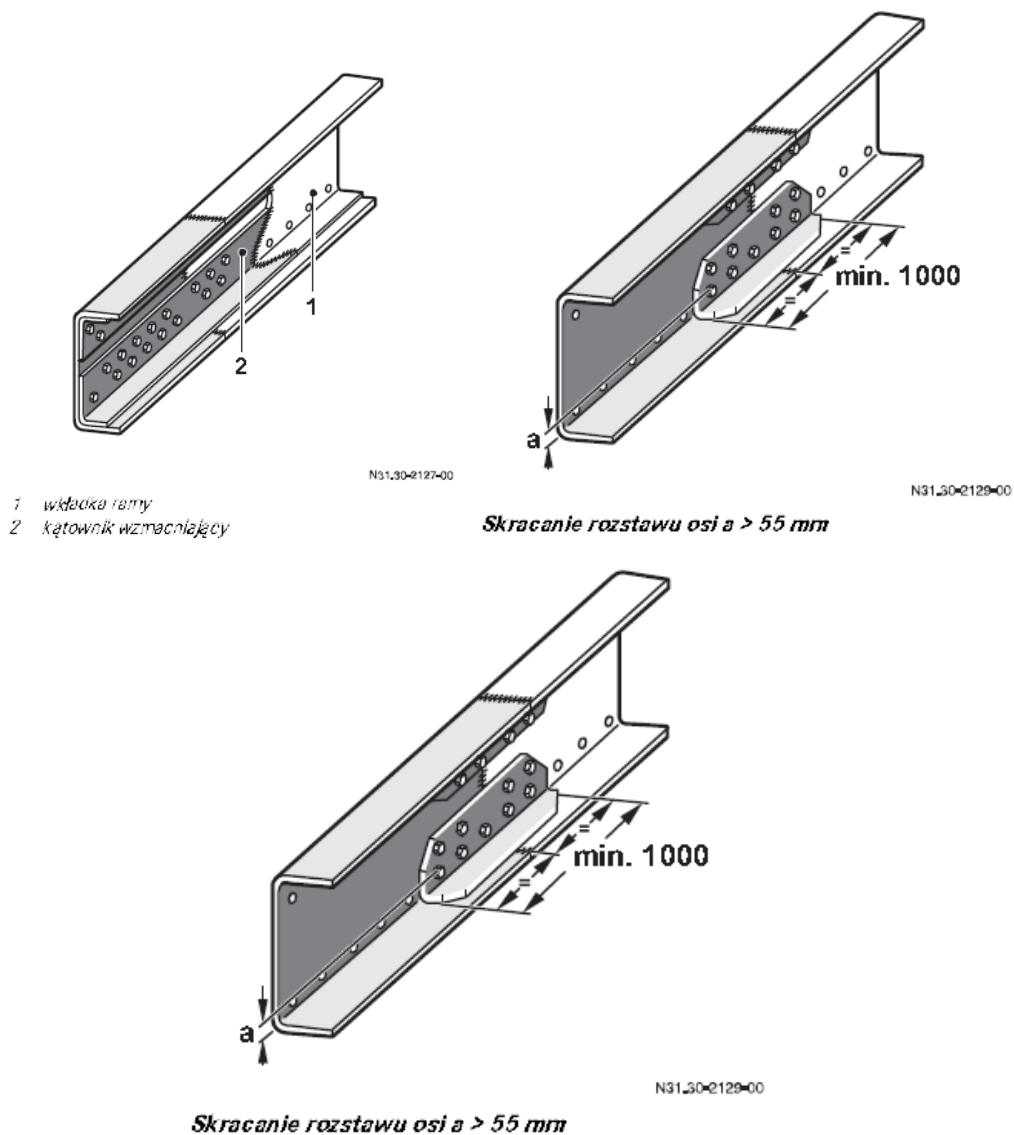
Rys. 5. Przykłady prawidłowych spoin  
Fig. 5. Examples correct weld

Ze względu na niebezpieczeństwo korozji, należy unikać spawania w otworach i szczelinach, szczególnie na powierzchniach poziomych. Jeżeli nie można tego uniknąć, spoiny w tych miejscach należy dodatkowo zakonserwować. Ponadto, należy unikać tworzenia konstrukcji, w których może się gromadzić wilgoć. Trzeba wykonać w nich dodatkowe otwory spustowe lub przerwania w spoinie.

### 4. PRZYKŁADY

Przy zmianach ramy należy zamontować wewnętrzne lub zewnętrzne kątowniki wzmacniające. Kątowniki wzmacniające połączyć z ramą śrubami lub nitami i wyrównać je z powierzchniami czołowymi górnego i dolnego pasa ramy. W miarę możliwości wykorzystywać istniejące otwory w podłużnicy ramy podwozia. Na średniku ramy musi być wystarczająco duży odstęp pomiędzy kątownikami wzmacniającymi – górnym i dolnym.

Przy zmianach rozstawu osi stosować podwozie, którego standardowy rozstaw jest najbardziej zbliżony do pożądanego rozstawu. Poszczególne odcinki podłużnic ramy są oznakowane kolejnymi, wybitymi literami. Mercedes-Benz zaleca wyznaczyć miejsce cięcia w punkcie oznakowania. Dzięki temu nie przecina się żadnych istniejących otworów w podłużnicy ramy. Odpowiednio do miejsca cięcia ramy połączyć śrubami kątowniki wzmacniające (grubość co najmniej 5 mm) z ramą podwozia i przedłużeniem ramy. Powierzchnia pokrycia z ramą podwozia musi rozciągać się co najmniej na trzy otwory.



Rys. 6. Przedłużanie i skracanie rozstawu osi [4]

Fig. 6. Lengthening and shortening the wheelbase [4]

## 5. PODSUMOWANIE

Reasumując, wszelkie modyfikacje w ramie nadwozia oraz rozstawie osi powinny być przeprowadzone zgodnie z przedstawionymi zaleceniami. Należy nadmienić, że zalecenia w zależności od producenta danego pojazdu dopuszczających modyfikacje mogą się różnić od podanych. W tych przypadkach należy kierować się szczegółowymi zaleceniami, zgodnie z wymogami producenta.

*Praca zrealizowana w ramach DEMONSTRATOR + (WND-DEM-1-325/00 KoPlatWysMob)*

## Bibliografia

1. Ostrowski T., P. Nogowczyk, R. Burdzik. 2014. "The constructional solutions for absorption of vibration in special vehicles operated in terrain". *Vibroeng 3. Procedia*.
2. Szczęśniak G., P. Nogowczyk, R. Burdzik. 2014. „Some basic tips in vehicle chassis and frame design”. *Journal of Measurements in Engineering 2 (4)*: 208-214.
3. Zabudowy na podwoziach ciężarowych. Rama podwozia, rama pośrednia i wzmocnienie. Dostosowywanie i wzmocnianie zwisu tylnego FH,FM, FH VERSION2 FL, FE Volvo Truck Corporation wydanie 09 z 09.12. [Built on the chassis of trucks. The chassis frame, intermediate frame and reinforcement. Adaptation and strengthening of the rear overhang FH, FM, FH VERSION2 FL, FE Volvo Truck Corporation 09 edition of 09.12].
4. Wytyczne w zakresie zabudowy samochodów ciężarowych. Daimler AG; Informacje techniczne i wyposażenie warsztatów (GSP/OI), D-70546 Stuttgart15.09.2008. [Guidelines for lorries. Daimler AG; Technical information and workshop equipment (GSP / OI), D-70546 Stuttgart 15.09.2008].
5. Węgrzyn T., M. Miros. 2010. „Wytrzymałość złączy spawanych w ramach samochodów”. [In Polish: „The strength of welded joints in within of car”]. *Przegląd Spawalniczy 82(3)*.
6. Węgrzyn T., M. Miros, D. Hadryś, A. Silva. 2010. “Truck frame welding reparation by steel covered electrodes with varied amount of Ni and Mo”. *Problemy Transportu 5 (4)*: 87-94.
7. Węgrzyn T., R. Burdzik. 2010. “Effect of Mn and Mo on the quality of welding trucks steel supporting structures”. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 43 (1)*: 276-279.
8. Wrona J., R. Wrona. 2010. „Analiza wpływu stanu technicznego złącza pojazd-przyczepa na bezpieczeństwo drogowego”. [In Polish: “Analysis of the impact of the technical condition of the vehicle-trailer connector on road safety”]. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 11 (6)*.
9. Wielgosz R. 2005. „Problemy materiałowe i technologiczne trwałości i niezawodności pojazdów”. [In Polish: „Problems of material and technological durability and reliability of vehicles”]. *Czasopismo Techniczne. Mechanika 3-M*: 301-310.
10. Materiały firmowe SZCZĘŚNIAK Pojazdy Specjalne. [In Polish: Company materials of Szczęśniak Special Vehicles].
11. E-autonaprawa. [In Polish: E-CarFix]. Available at: <http://www.e-autonaprawa.pl/>