

WYBRANE PROBLEMY NAPRAW POJAZDÓW W ASPEKTCIE BEZPIECZEŃSTWA DROGOWEGO

pod redakcją
Piotra Aleksandrowicza
Tomasza Kałaczyńskiego
Michała Lissa

Recenzent
dr hab. inż. Michał Pająk, prof. URad

Opracowanie redakcyjne i techniczne
mgr Aleksandra Górską, mgr inż. Daniel Morzyński

Projekt okładki
lic. Olga Wierzbicka

© Copyright
Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Bydgoskiej
Bydgoszcz 2025

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany
ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych,
mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych
bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

ISBN 978-83-68285-14-7

Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Bydgoskiej
Redaktor Naczelny
dr hab. inż. Marcin Zastempowski, prof. PBŚ
ul. Sucha 9B, 85-796 Bydgoszcz, tel. 52 3749482, 52 3749426
e-mail: wydawucz@pbs.edu.pl <https://wydawnictwa.pbs.edu.pl>

Wyd. I. Ark. aut. 9,5. Ark. druk. 10,7.
Zakład Małej Poligrafii PBŚ

NAPRAWY POWYPADKOWE POJAZDÓW CIĘŻAROWYCH

Szymon Baranowski^{1*}, Juliy Boyko², Michał Liss¹

¹ Politechnika Bydgoska im. J. i J. Śniadeckich, Wydział Inżynierii Mechanicznej,
Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Polska

² Khmelnytskyi National University, Department of Telecommunications, Faculty of Information
Technologies, 11 Instytut's'ka Str., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine

Streszczenie. Transport drogowy odgrywa istotną rolę w łańcuchu dostaw towarów i usług. Wysoka liczba pojazdów ciężarowych na drogach publicznych zwiększa również prawdopodobieństwa udziału tego typu pojazdów w wypadkach drogowych. Kluczowym elementem konstrukcyjnym w budowie pojazdów ciężarowych jest rama nośna, która spełnia wiele istotnych funkcji, począwszy od zapewnienia sztywności, na bezpieczeństwie kończąc. Ze względu na istotne znaczenie tego elementu jego naprawa powinna zostać przeprowadzona w sposób zgodny z technologią oraz z użyciem odpowiednich systemów naprawczych. W publikacji przedstawiono zagadnienie związane z naprawą ram nośnych pojazdów ciężarowych.

Słowa kluczowe: łańcuch dostaw, wypadki drogowe, systemy naprawcze

1. WPROWADZENIE

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w Polsce na dzień 31 grudnia 2022 roku odnotowano zarejestrowanych 3 713 217 samochodów ciężarowych, co w stosunku do całościowej liczby pojazdów silnikowych stanowi wartość 11%. Transport drogowy odgrywa istotną rolę w polskiej gospodarce i jest nieodzownym elementem w codziennym funkcjonowaniu społeczeństwa.

Tak znacząca liczba pojazdów ciężarowych na drogach ma wpływ na wzrost ryzyka udziału w kolizjach, wypadkach drogowych tego typu pojazdów (rys. 1). W aspekcie konstrukcyjnym w porównaniu z większością pojazdów osobowych pojazdy ciężarowe wyróżniają się tym, iż ich nadwozie nie jest „samonośne”, a montowane na ramę nośną, w odniesieniu do której stawia się wiele wymagań.

Pomimo iż zasada napraw pojazdów ciężarowych użytkowych nie różni się zbyt wiele od zasady napraw pojazdów osobowych, to w praktyce zwłaszcza przy uszkodzeniach o dużej deformacji różni się znacznie, m.in. ze względu na fakt, iż w pojazdach z konstrukcją ramy nośnej elementy nadwozia i rama naprawiane są oddzielnie i z wykorzystaniem odmiennych technologii. Istotne czynniki mające wpływ na deformacje to masa własna pojazdów ciężarowych oraz fakt, iż w większości przypadków przewożą ładunek.

* adres korespondencyjny: szymon.baranowski@pbs.edu.pl

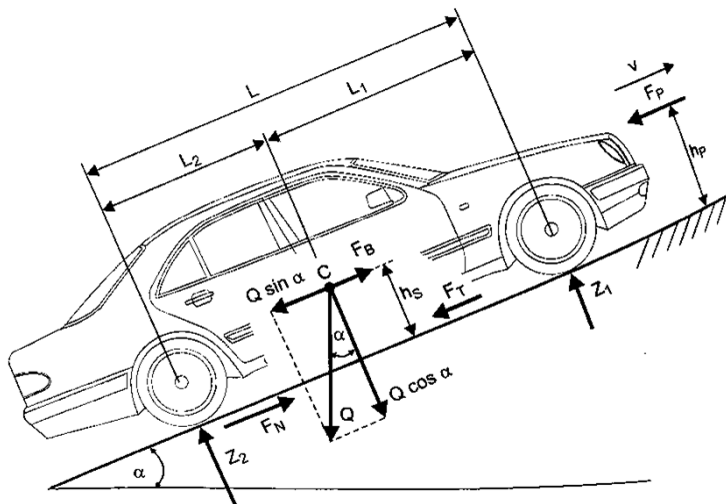
W pracy przedstawiono fizyczne aspekty oddziałujące na pojazd, przegląd konstrukcji najczęściej stosowanych ram nośnych, technologie napraw wykorzystywane przy pojazdach ciężarowych oraz przykładowe warianty rozliczeń szkód komunikacyjnych, w których uwzględniono naprawy ramy.



Rys. 1. Pojazdy ciężarowe marki Mercedes Benz [3]

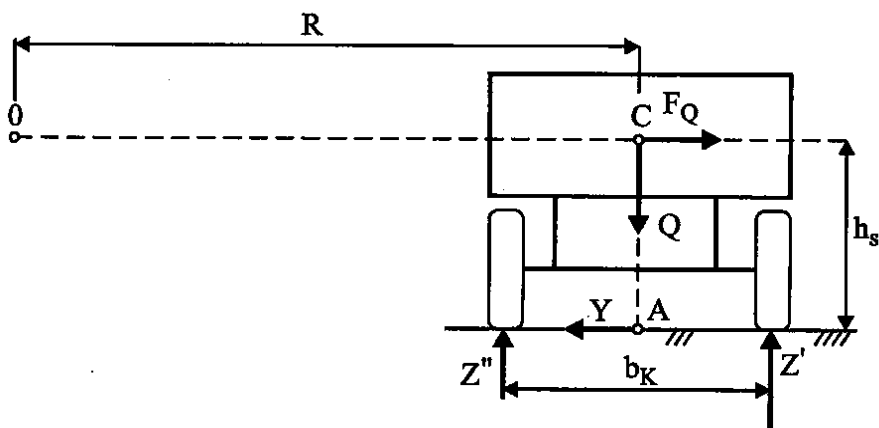
2. SIŁY DZIAŁAJĄCE NA POJAZD

Istotnym elementem poprawności rozliczenia, a przede wszystkim naprawy pojazdu ciężarowego jest świadomość naprawiającego o wartościach oddziaływania sił na dany pojazd w trakcie poruszania się. Choć rodzaje sił działających w ruchu na pojazd osobowy i pojazd ciężarowy są w większości tożsame, to ich wartość i rozkłady są inne (rys. 2). Podstawowe parametry, które różnią obie konstrukcje, to usytuowanie środka masy pojazdu oraz wartość masy własnej. Te dwa elementy stanowią kluczową kwestię w zachowaniu stateczności pojazdu ciężarowego, która jest najważniejszą cechą w kontekście zachowania bezpieczeństwa czynnego. Należy również podkreślić fakt, iż znaczącym czynnikiem poruszania się samochodu ciężarowego, który często tworzy zespół pojazdów, np. z naczepą, jest przewożony ładunek.



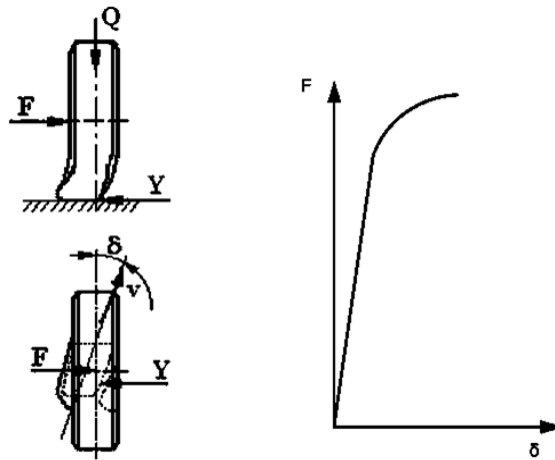
Rys. 2. Podstawowy układ sił działających na samochód [6]

Potocznie stateczność pojazdu nazywana jest zdolnością do zachowania kierunku jazdy nadanego mu przez kierowcę. O ile w ruchu prostoliniowym utrata stateczności przez pojazd jest mało prawdopodobna, o tyle w ruchu krzywoliniowym stanowi dużo większe prawdopodobieństwo wystąpienia. Związane może być to z niedostosowaniem prędkości pojazdu przez kierującego w zakręcie drogi (rys. 3), z nierównościami drogami, czynnikami zewnętrznymi (podmuchami wiatru). W przypadku każdego z uprzednio wymienionych przykładów spotykane jest zachowanie kierującego pojazdem w postaci gwałtownej zmiany kierunku jazdy przy jednoczesnym hamowaniu.

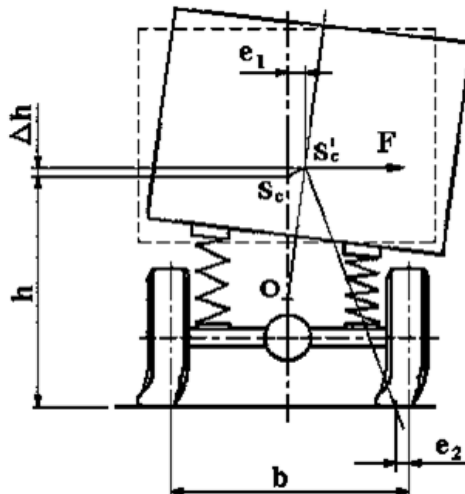


Rys. 3. Siły działające na pojazd na łuku drogi [6]

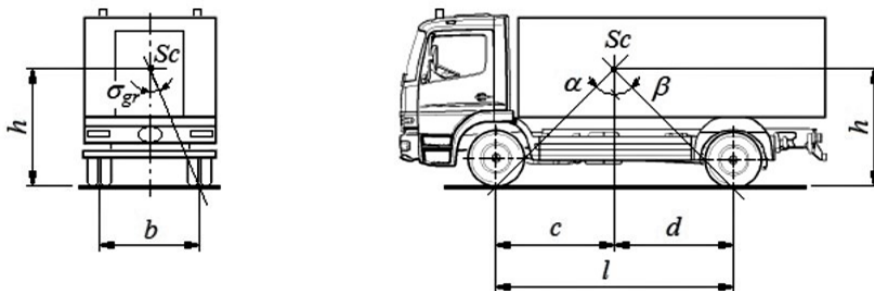
W analizie poruszania się pojazdu zwłaszcza po łuku drogi należy również uwzględnić wpływ oddziaływania i zachowania się ogumienia, ponieważ właśnie ogumienie jest jedynym elementem łączącym pojazd z drogą. Zaznaczyć ponadto należy, iż nawet w trakcie poruszania się pojazdu w ruchu prostoliniowym na koło działają siły poprzeczne. Spowodowane jest to np. nachyleniami drogi, nierównościami. Nie bez znaczenia pozostaje również rodzaj zastosowanego zawieszenia. Wśród pojazdów ciężarowych w większości spotykane jest zawieszenie pneumatyczne. Jedną z zalet zastosowania tego rozwiązania jest zapewnienie pojazdowi większej płynności jazdy (rys. 4–6).



Rys. 4. Zjawisko bocznego znoszenia opony [6]



Rys. 5. Przesunięcie środka masy spowodowane oddziaływaniem zawieszenia i podatnością opon podczas jazdy po łuku drogi [1]



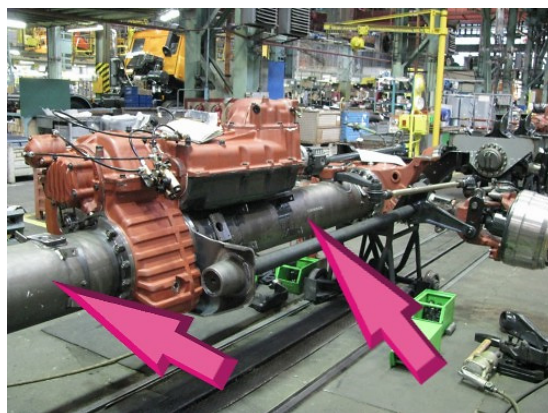
Rys. 6. Parametry niezbędne do obliczeń stateczności pojazdu [1]

3. PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH RAM NOŚNYCH I TECHNOLOGIE JEJ NAPRAWY

Kluczowym elementem budowy pojazdów ciężarowych/użytkowych jest ich rama nośna, która jednocześnie musi nadać sztywność całemu pojazdowi oraz wytrzymać przenoszone obciążenie wynikające z normalnych warunków eksploatacyjnych. Do ramy mocowane są wszystkie elementy pojazdu: kabina, elementy układu napędowego, elementy układu jezdnego, układu zasilania, jak i innych układów, np. oczyszczania spalin. Kolejno rama pojazdu ciężarowego przejmuje wszelkie obciążenia i siły uderzenia działające na pojazd podczas kolizji drogowej, wypadku. Bez wątpienia jest istotnym elementem ww. pojazdów pod względem bezpieczeństwa użytkowników.

Rodzaje ram nośnych najczęściej zastosowanych w pojazdach ciężarowych:

- **rama centralna** – stosowana w pojazdach ciężarowych przeznaczonych do użytkowania w trudnych warunkach terenowych, np. pojazdy marki TATRA. Konstrukcja tego typu ram składa się z jednej podłużnicy o przekroju rurowym (rys. 7),



Rys. 7. Rama centralna pojazdu marki TATRA [5]

- **rama podłużnicowa** – podstawowymi elementami tego typu konstrukcji są dwie belki podłużne połączone ze sobą za pomocą belek poprzecznych (rys. 8).

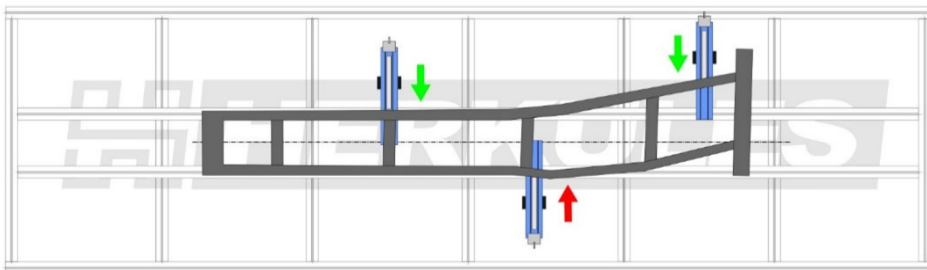


Rys. 8. Rama podłużnicowa w pojeździe marki Mercedes Benz Arocs (opracowanie własne)

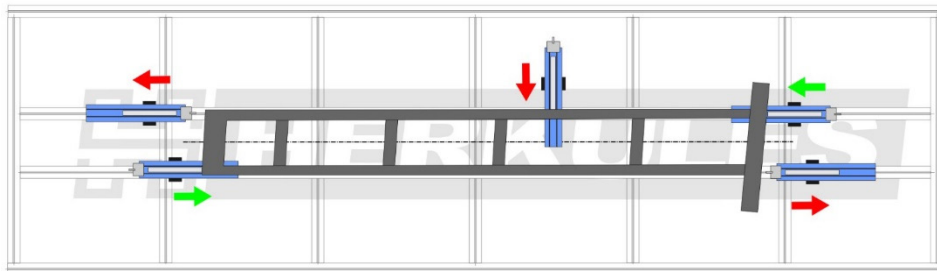
3.1. Typowe uszkodzenia ram

Naprawa powypadkowa jest kwestią indywidualną, ponieważ nie ma dwóch takich samych wypadków drogowych. Niemniej jednak można wyszczególnić cztery kierunki uszkodzeń, na które narażone są ramy nośne:

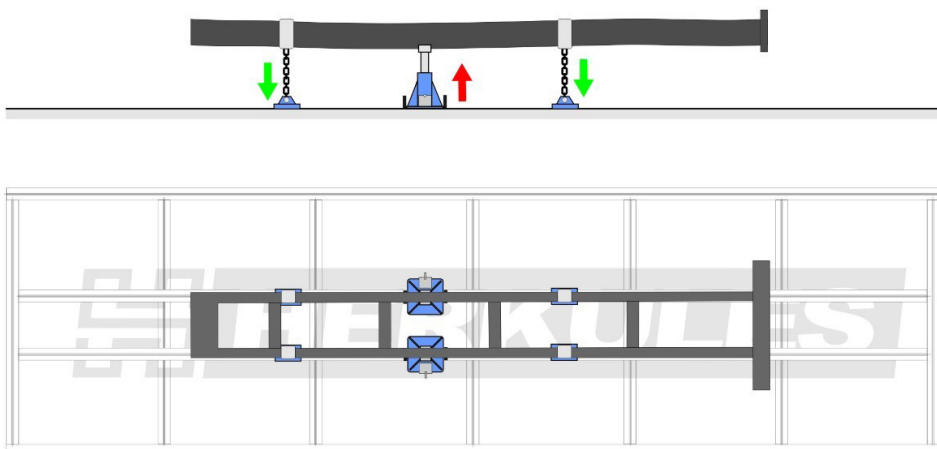
- boczne (rys. 9),
- diagonalne (rys. 10),
- pionowe (rys. 11),
- skręcanie (rys. 12).



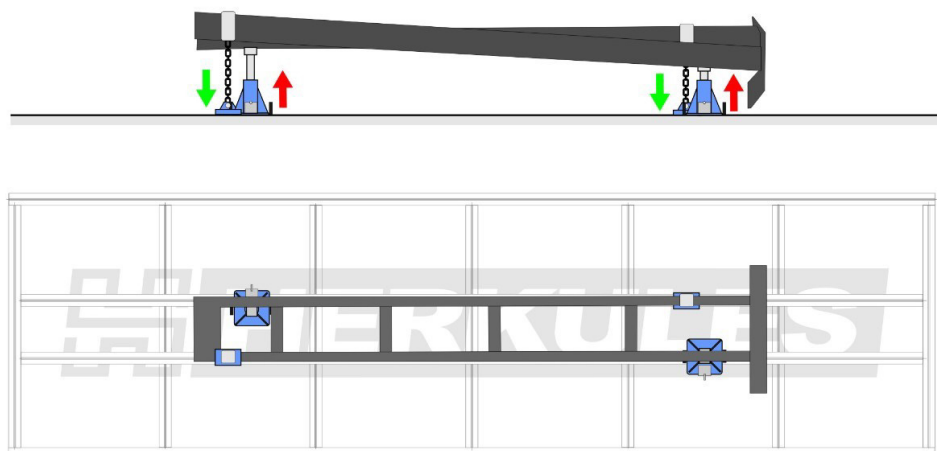
Rys. 9. Uszkodzenie boczne ramy nośnej [2]



Rys. 10. Uszkodzenie diagonalne ramy nośnej [2]



Rys. 11. Uszkodzenie pionowe ramy nośnej [2]

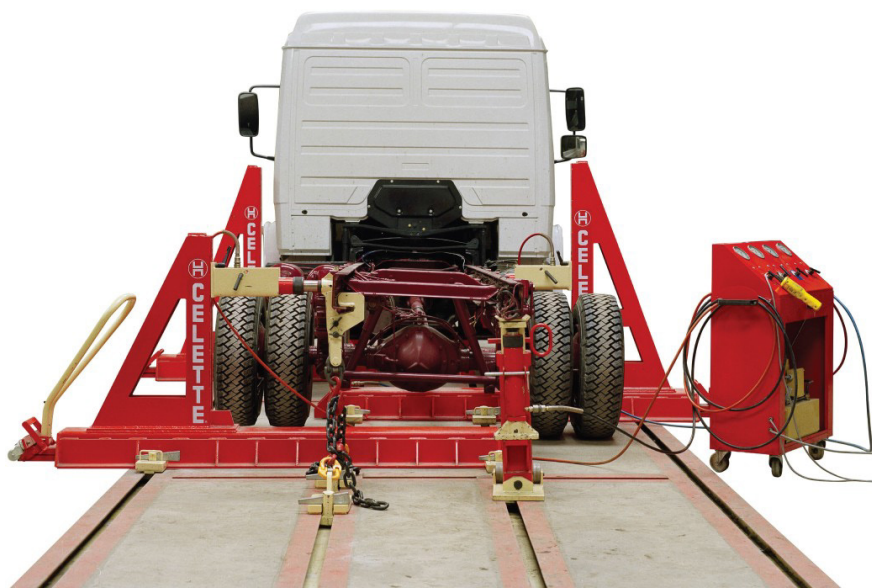


Rys. 12. Uszkodzenie ramy nośnej wskutek skręcenia [2]

3.2. Systemy naprawcze ram nośnych

Ze względu na wymagania, które stawia się w odniesieniu do ram nośnych pojazdów ciężarowych, o czym wspomniano we wcześniejszej części publikacji, konieczne jest przeprowadzenie ich naprawy w specjalistycznym zakładzie naprawczym. Niedopuszczalne jest przeprowadzenie naprawy w warunkach, które nie zapewnią prawidłowego przywrócenia cech konstrukcyjnych, oraz z użyciem technologii, która pozbawi element nośny tych cech, np. podgrzewanie elementów palnikiem. Do naprawy ram nośnych pojazdów powinno się wykorzystywać stanowiska pozwalające na zastosowanie różnego układu sił oraz urządzeń umożliwiających kształtowanie obrabianego materiału, np. nagrzewnic indukcyjnych. Stanowiska naprawcze osadzone są integralnie z podłożem zakładu naprawczego (rys. 13). Do osadzonej konstrukcji w podłożu oraz wzdłużnych i poprzecznych prowadnic mocuje się:

- siłowniki o układzie pionowym wywołujące siły prostujące (ciągnące lub pchające),
- kątowniki umożliwiające wywołanie poziomych kierunków sił,
- podpory pionowe i poziome (rys. 14),
- zaczepy.



Rys. 13. Stanowisko naprawcze ram firmy Blowtherm system CELETTE [4]

Pierwszym etapem, od którego należy zacząć naprawę pojazdu ciężarowego z uszkodzoną ramą nośną, jest wykonanie pomiarów sprawdzających, pozwalających zdefiniować zakres i rozmiar uszkodzeń (rys. 15, 16). Wielokrotnie spotykana jest praktyka wykorzystania urządzeń pomiarowych ram, jak i układów jezdnych

obsługiwanych na jednym stanowisku naprawczym. Pomiarów dokonuje się kilkunastokrotnie podczas naprawy.



Rys. 14. Stanowisko naprawcze ram Blowtherm system Cellete z wykorzystaniem podpór [4]



Rys. 15. System pomiaru ramy RAM-EXAM™ marki HERKULES [4]



Rys. 16. Elementy systemu TRUCK-EXAM™ marki HERKULES [4]

W większości przypadków naprawy pojazdów ciężarowych, w których przeprowadza się również naprawę ramy nośnej, proces odbywa się wieloetapowo, m.in. konieczne jest odłączenie kabiny kierowcy od ramy nośnej.

4. NAPRAWA RAMY W KOSZTORYSIE SZKODY

Koszty naprawy ramy naprawczej jak i operacji niezbędnych do jej wykonania (rys. 17, 18) przeważnie są uwzględnione w całościowym kosztorysie naprawy szkody. Pomimo że dostępne są systemy kosztorysowania (Audatex, Eurotax) naprawy pojazdów samochodowych (rys. 19), wprowadzenie i uwzględnienie kosztów związanych z operacją naprawy ramy odbywa się poprzez zadanie operacji przez użytkownika systemu.



Rys. 17. Pojazd po szkodzie z uszkodzoną ramą nośną oraz pomocniczą (opracowanie własne)



Rys. 18. Deformacja ramy nośnej oraz pomocniczej w pojeździe ciężarowym po demontażu skrzyni ładunkowej (opracowanie własne)

		I NAPELNIĆ	
47-4100	01	ZBIORNIK PALIWA L WYB/WBUD	1 14
47-4011	ZAX	ZBIORNIK PALIWA PRZ L OCZYŚCIĆ	1 2
47-4030	ZAX	ZBIORNIK PALIWA PRZ L DO ZŁOMOWANIA PRZYKOTOWAĆ	1 3
47-4603	01	ZBIORNIK PALIWA L WYMIENIĆ (ZBIORNIK WYBUDOWANY) OBEJMUJE: CZUJNIK PRZEŁOŻYĆ, OCHRONY DOL EWTŁ WYMIENIĆ	1 8
47-5732	ZAX	OBYDWIE KONSOLE ZBIORNIKA PALIWA L WYB/WBUD (ZBIORNIK WYBUDOWANY)	1 7
14-8012	ZAX	DOZOWANIE ADBLUE SPRAWDZIĆ KRÓTKIM TESTEM	1 9
88-4327	ZAX	VORDERKOTFLUEGEL DER 2. V-ACHSE L WYBUDOWANIE/WBUDOWANIE	2 7
88-4329	ZAX	VORDERKOTFLUEGEL DER 2. V-ACHSE L WYMIANA (WYBUDOW)	2 3
88-4332	ZAX	VORDERKOTFLUEGEL DER 2. V-ACHSE R WYBUDOWANIE/WBUDOWANIE	2 7
88-4334	ZAX	VORDERKOTFLUEGEL DER 2. V-ACHSE R WYMIANA (WYBUDOW)	2 3
31-5510	ZAX	POPZECZKA TYLNA WYB/WBUD	1 30
BRAK NR		DOD Z POPZECZKA TYLNA (WYB/WBUD WSPORNIKA WZMOCN)	1 24
BN		ŁĄCZNIK STABILIZ T L WYB-WBUD/WYMIANA	1* 18*
BN		PODU ZAWIESZ T L WYB-WBUD/WYMIANA	1* 12*
BN		RAMIĘ PRZEKŁ KIER WYB-WBUD/WYMIANA	1* 8*
BN		OSŁONA TERMIN WYDECH WYB-WBUD/WYMIANA	1* 3*
BN		BELKA POPRZ ŚRD WYB-WBUD/WYMIANA	1* 36*
BN		PRZEWÓD KALAN ADBLUE WYB-WBUD/WYMIANA	1* 3*
BN		PRZE KAT POW WYB-WBUD/WYMIANA	1* 3*
1000		ZABUDOWA DEMONTAŻ	1500.00*
--			--
1000		RAMA SAMOCHODU NAPRAWA	32664.00*
1000		ZBIOR ADBLUE L 25 L SPRAWDZENIE	1* 4* 53.33
1000		SILNIK + NAFEDY SPRAWDZENIE	1* 60* 800.00
1000		ZABUDOWA PO DEMONTAŻ POMIARY	1* 12* 160.00
9401		SAMOCHOD OPTYCZNIE POMIAR Z REGULACJĄ	1 72* 960.00
9402		SAMOCHOD OPTYCZNIE POMIAR B/REGULACJI	1 48* 640.00
9412		RAMA POMIARY	1 120* 1600.00
		SYSTEM AUDATEX	STRONA 4

Rys. 19. Wyszczególnienie prac związanych z naprawą ramy i niezbędnymi operacjami powiązanimi w systemie Audatex (opracowanie własne)

Innym sposobem przedstawienia kosztów naprawy ramy jest wyodrębnienie ich z kalkulacji systemu i przedstawienie w formie wyceny szcztąkowej (rys. 20).

WYCENA

Cena netto

Kwota

Cena brutto

Nr wyceny	Data utworzenia	Ważne od	Ważne do	Data przyjęcia	Termin płatności	Forma płatności	Numer PARKNA	Numer klienta	Ref. klienta		
Typ pojazdu	Nr rejestracyjny	Nr ramy	VIN	Stan licznika	Kod produktu	Data odbioru pojazdu	Numer kontraktu	Uwagi klienta			
Numer Operacji/Części	Nazwa Operacji/Części		VST	J.M.	Ilość	Stawka/Cena	UP	Upscst(%)	VAT(%)	Wartość: VAT	Netto
0	Wycenienie i naprawa ramy pojazdu		32,00	godz.	1,0						
0	Robotnicze demontaż - montaż elementów (
0	Wzrost napędowy, sprzęt		4,00	godz.	1,0						
0	Pomiar prowadności ramy pojazdu - po naprawie		8,00	godz.	1,0						
0	Pomiar		8,00	godz.	1,0						
L	Sprawdzenie i regulacja geometri osi		8,00	godz.	1,0						
L	LAKIEROWANIE		8,00	godz.	1,0						
0	Materiał lakierowczy 40%		70,00	godz.	1,0						
0	Robotnicze										
0	Naprawa ramy pojazdu										
0	MATERIALY TECHNOLOGICZNE										
											20,0

Rys. 20. Wyszczególnienie prac związanych z naprawą ramy w ujęciu roboczo godzin (opracowanie własne)

5. PODSUMOWANIE

Złożoność konstrukcyjna pojazdów ciężarowych, ich wymiary oraz zadania, do realizacji których są wykorzystywane, determinują utrzymanie wysokiego poziomu ich stanu technicznego w trakcie eksploatacji. Aby to było możliwe, niezbędne jest dokonywanie napraw bieżących, okresowych oraz szkodowych w wyspecjalizowanych warsztatach. W aspekcie napraw powypadkowych, a w szczególności w przypadkach uszkodzenia ramy nośnej pojazdu niezbędne jest przeprowadzenie naprawy w odpowiedniej technologii z wykorzystaniem najnowocześniejszych systemów oraz przez wyszkolony do tego personel. Rama nośna jest najważniejszą częścią pojazdu ciężarowego. Do niej mocowane są pozostałe elementy wyposażenia, m.in. układu jezdnego, napędowego, zasilania oraz tego, za pomocą którego ściśle są one rozmieszczone. Ma pierwszorzędne znaczenie w wymiarze bezpieczeństwa użytkownika ze względu na przejmowanie wszystkich sił. Nieprawidłowe wykonanie naprawy powypadkowej ma znaczący wpływ zarówno na użytkownika pojazdu, jak i pozostałych uczestników ruchu drogowego. Istotną rolę w całym procesie naprawy odgrywają warsztat naprawczy oraz jego personel, który powinien zagwarantować wysoką jakość wykonania usługi przy równoczesnym prawidłowym jej rozliczeniu. Na rynku obecnie można wyróżnić ponadto kilkunastu dostawców systemów naprawczych ram i kabin pojazdów ciężarowych, którzy oferują sprzęt pozwalający sprostać wysokim oczekiwaniom jakościowym.

LITERATURA

- [1] Gontarz A., Czerwienko D., Pogorzelski I., Jurecki L., 2012. Bezpieczeństwo samochodów pożarniczych w czasie jazdy i na miejscu akcji. Monografie CNOBP-PIB, Józefów.
- [2] <https://truck.herkules-sc.pl>
- [3] <https://www.daimlertruck.com>
- [4] <https://www.lakiernik.com.pl>
- [5] <https://www.zssplus.pl>
- [6] Prochowski L., Unarski J., Wach W., Wicher J., 2008. Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych. WKiŁ, Warszawa.