

Bartosz Zakrzewski

Instytut Transportu Samochodowego

SAMOCODY DOSTAWCZE ZE STALOWEJ WOLI – STAL 300 I STAL 158 (materiał nierecenzowany)

Wprowadzenie

Pojazdy elektryczne były jednymi z pierwszych samochodów wykorzystywanych w transporcie. Jeszcze w XIX w. w latach 1832-1839 r. szkocki biznesmen Robert Anderson wymyślił pierwszy prymitywny powóz elektryczny. Po drugiej stronie Kanału La Manche w 1835 r. w Holandii profesor Sibrandus Stratingh Groningen zaprojektował elektryczny samochód, którego model wykonał jego asystent Christopher Becker. Jako źródło napędu zastosowano tam ogniwo Volty. W podobnym czasie, w latach 1834-1836, prototyp pojazdu napędzanego energią elektryczną skonstruował za Oceanem Atlantyckim amerykański kowal Thomas Davenport [[10]].

Na początku XX w. pojazdy elektryczne uległy jednak konkurencji m.in. w wyniku rozwoju konstrukcji silników spalinowych. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej końcem dla samochodów elektrycznych była masowa produkcja prostego w konstrukcji i wytrzymałego Forda T (1908-1912 r.) Ciągły rozwój pojazdów z silnikami spalinowymi spowodował, iż stały się one bardziej praktyczne niż ich elektryczni konkurenci.

Na przełomie lat 50-ych i 60-ych XX w. w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej powrócono jednak do koncepcji produkowania samochodów elektrycznych, których niektóre modele mogły osiągnąć nawet prędkość maksymalną rzędu 100 km/h. Produkcja pojazdów z napędem elektrycznym była jednak zbyt kosztowna, co doprowadziło do przerwania tego projektu w 1961 r. Łączna liczba wyprodukowanych samochodów w latach 1958-1961 wyniosła około 100 egzemplarzy [[10]].

Rozwój motoryzacji a w szczególności potrzeba rozbudowy parku taboru dostawczego legła u podstaw prac nad skonstruowaniem dostawczego samochodu elektrycznego także w Polsce. Efektem był samochód elektryczny Stal 158, którego prototyp w 1960 r. przeszedł badania homologacyjne w Instytucie Transportu Samochodowego w Warszawie. Jego poprzednikiem był inny samochód ze Stalowej Woli Stal 300. Ogółem w Stalowej Woli wyprodukowano 150 egzemplarzy samochodu elektrycznego Stal 158 i dwa prototypy Stali 158 z silnikiem spalinowym.

Celem artykułu jest scharakteryzowanie samochodu elektrycznego Stal 158, który w 1960 r. przeszedł szczegółowe badania homologacyjne w Instytucie Transportu Samochodowego. Analiza sprawozdania końcowego z zakończonych badań homologacyjnych umożliwi przygotowanie opisu technicznego i eksploatacyjnego tego pojazdu na podstawie archiwalnych wyników badań statycznych, ruchowych, drogowych i eksploatacyjnych. Wnioski z badań homologacyjnych wykonanych w ITS, w tym fotografie i szkice dotyczące tego pojazdu, zostaną zanalizowane i zaprezentowane szerszej opinii publicznej po raz pierwszy.

1. Poprzednik Stali 158 - Stal 300

W drugiej połowie lat 50. XX w. na fali odwilży „gomułkowskiej” zaczęły w Polsce rozwijać się niewielkie przedsiębiorstwa handlowo-usługowe, na rynku brakowało jednak niedużych pojazdów dostawczych nazywanych czasami samochodami tow.-os. – od skrótu

towarowo-osobowe, które mogłyby obsługiwać takie firmy. O pojazdach tow.-os. nieśmiało myślano zresztą jeszcze w pierwszej połowie lat 50-tych opracowując prototyp poprzednika Syreny samochodu Pionier [[6], [7]]. Po 1956 r. w Hucie Stalowa Wola znacznie zmniejszyła się produkcja m.in. sprzętu wojskowego, tym samym powstał problem zagospodarowania wolnych mocy produkcyjnych. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom odnośnie samochodów tow.-os. powstał w Stalowej Woli prototyp furgonu wzorowanego na konstrukcji francuskiego Citroena 2 CV oznaczony jako Stal 300.

Huta zakupiła w 1957 r. na Targach Poznańskich samochód Citroen 2 CV, na bazie którego skonstruowano dwa prototypowe egzemplarze Stali 300: jeden z nadwoziem blaszanym, a drugi z oszklonym. Konstrukcja pojazdu była prosta a on sam miał być tani w produkcji i prosty w codziennej eksploatacji. [[1]]. Do napędu pojazdu wykorzystano chłodzony powietrzem, dwucylindrowy, dwusuwowy silnik z Mikrusa MR300 o pojemności 300 cm³. W przyszłości planowano jednak zastosować mocniejszy silnik o pojemności 400 cm³. Przeniesienie napędu na przednią oś odbywało się za pomocą czterobiegowej (plus wsteczny) skrzynki przekładniowej. Wszystkie koła miały niezależne zawieszenie na wahaczach podłużnych oraz dwa zespoły sprężyn śrubowych umieszczonych równolegle pod podłogą pojazdu, po obu jego stronach. Metalowe nadwozie posiadało podwójne drzwi z tyłu, ułatwiające załadunek. Przestrzeń ładunkowa miała wymiary 1350 x 100 x 90 mm. Jako fotel kierowcy i pasażera wykorzystano szkielet z rurek stalowych obciągnięty brezentem i mocowany na całym obwodzie za pomocą sprężynek. Przy kolumnie kierownicy z prawej strony znajdowała się prosta dźwignia zmiany biegów. Samochód osiągał prędkość 70 km/h i zużywał 5,5-6 l na 100 km przy pełnym obciążeniu. Udana konstrukcja, nie weszła jednak do seryjnej produkcji, gdyż zaprzestano produkcji Mikrusa, tym samym także stosownych silników [[1]]. Podstawowe dane techniczne tego pojazdu zaprezentowano w tabeli nr 1.

Tabela 1

Podstawowe dane techniczne i eksploatacyjne samochodu Stal 300 [[2]]

Table 1

Basic technical specifications and performance of the Stal 300 car [2]

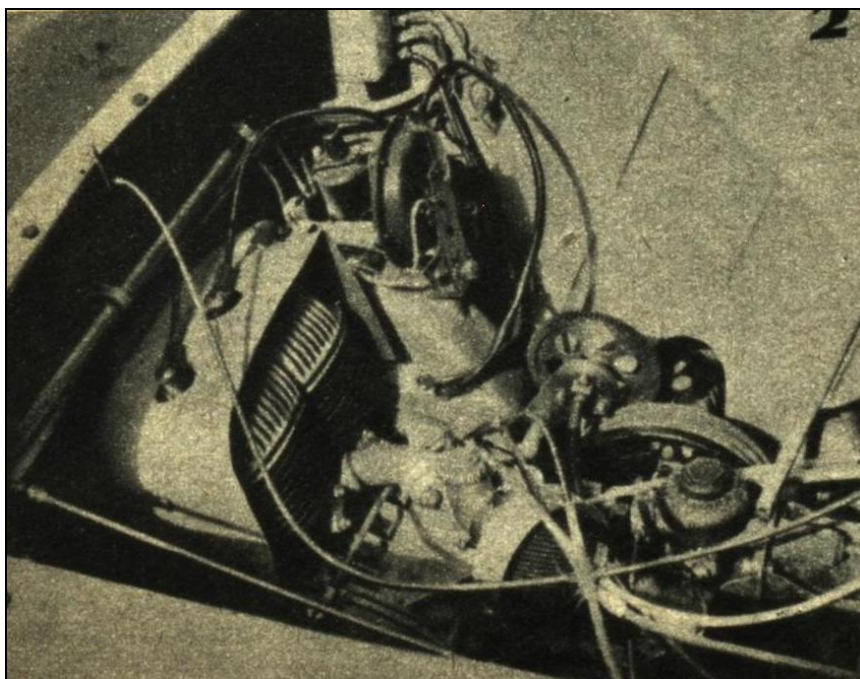
| | |
|--------------------------------|--|
| Silnik | spalinowy, dwucylindrowy, dwusuw o mocy 14 KM przy 5200 obr/min i pojemności 300 cm ³ |
| Napęd | na oś przednią przez czteroprzekładniową skrzynię biegów z biegiem wstecznym |
| Rozstaw kół | 1250 mm |
| Rozstaw osi | 2325 mm |
| Długość | 3285 mm |
| Szerokość | 1500 mm |
| Wysokość bez obciążenia | 1530 mm |
| Wymiary przestrzeni ładunkowej | 1350 x 1000 x 900 |
| Prędkość maksymalna | 70 km/h |
| Zużycie paliwa | 5,5-6 l/100 km |
| Pojemność zbiornika paliwa | 20 l |

Zwracała uwagę prostota wykończenia wnętrza pojazdu i tak np. wszelkie elementy pomocnicze sprowadzono do minimum: prosta, długa „klamkowa” dźwignia zmiany biegów umieszczona została przy kolumnie kierownicy po prawej stronie i dawała bezpośrednią zmianę przełożeń. Z danych z tabeli 1 samochód Stal 300 był lekki i ekonomiczny - przy prędkości maksymalnej 70 km/h i z największym dopuszczalnym

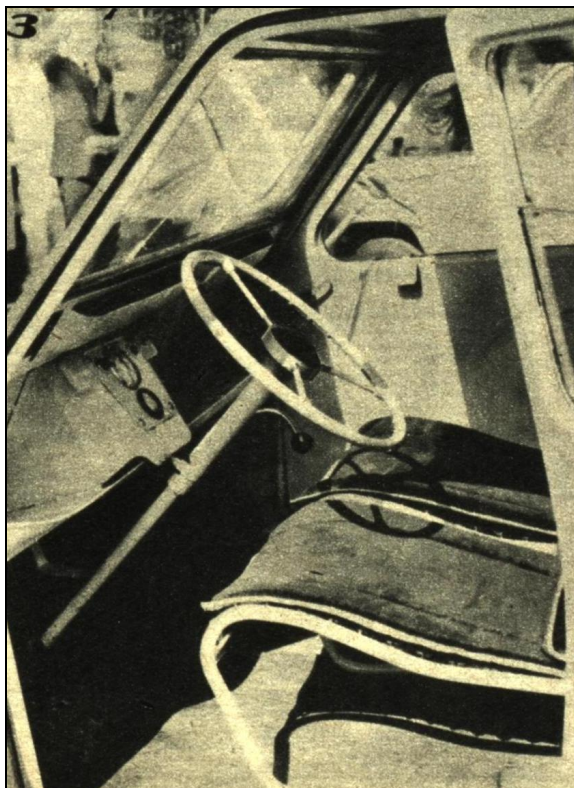
obciążeniem dwoma osobami i ładunkiem o masie 250 kg zużywał tylko 5,5-6 l paliwa na 100 km. Nic więc dziwnego, prezentowany samochód cieszył się dużym zainteresowaniem (fot. 1-3).



Fot. 1. Widok ogólny samochodu dostawczego Stal 300 [[2]]
Fot. 1. General view of Stal 300 van [2]



Fot. 2. Widok komory silnikowej. Źródło napędowe takie jak w Mikrusie MR-300 [[2]]
Fig. 2. View of the engine compartment. A power unit the same as in Mikrus MR-300 [2]



Fot. 3. Wnętrze samochodu Stal 300 [[2]]
Fot. 3. The interior of the Stal 300 car [2]

Informacje o prototypie samochodu Stal 300 zawarł w swojej pracy pt. „*Polskie konstrukcje motoryzacyjne 1947-1960*” znany popularyzator wiedzy z zakresu historii polskiej motoryzacji prof. dr hab. Andrzej Zieliński [[4]]. W książce nie ma jednak informacji o drugim samochodzie Stal ze Stalowej Woli a mianowicie samochodzie elektrycznym Stal 158. Tymczasem pojazd ten w 1960 r. odbył badania homologacyjne w Instytucie Transportu Samochodowego w Warszawie a sprawozdanie z tych badań zachowało się w archiwum Instytutu.

2. Stal 158

W sytuacji zakończenia produkcji silników spalinowych do Mikrusa inżynierowie ze Stalowej Woli podjęli próbę skonstruowania niewielkiego samochodu dostawczego tym razem z napędem elektrycznym bazującego na produkowanych w Hucie Stalowa Wola platformowych wózków EK-2. W 1959 r. na XXVI Targach Poznańskich zaprezentowali kolejny prototyp oznaczony jako Stal 158 (SA-1). Miał on masę 1900 kg i mógł zabrać dwie osoby i 800 kg ładunku. Prędkość maksymalna pojazdu nie była duża i wynosiła bez ładunku zaledwie 25-30 km/h, a zasięg pojazdu wynosił 80-90 km (z ładunkiem 75 km). Te niskie wartości sprawiły, że po wykonaniu 150 egzemplarzy tego pojazdu produkcja została zakończona, a konstruktorzy przystąpili do opracowania dla tego pojazdu silnika spalinowego. Nowy model otrzymał nazwę Stal 158 (SB-1). Zmieniono w nim kształt pokrywy silnika w przedniej części nadwozia, a do napędu zastosowano dwucylindrowy

silnik o pojemności skokowej 742 cm³ pochodzący z samochodu Syrena. Wykonano tylko dwa prototypy Stali 158 z silnikiem spalinowym [[1]].

Rozwinięciem furgonu elektrycznego SA-1 był wózek akumulatorowy WA-2. W przeciwieństwie do poprzednich modeli nie miał już on wału napędowego ani mechanizmu różnicowego, lecz posiadał tylne koła napędzane niezależnie przez dwa silniki elektryczne. Wprowadzono również pneumatyczne ogumienie, co pozwoliło stosować wózek również w bliskim transporcie ulicznym. W 1959 r. STAL 158 SA-1 kosztował 75 tys. zł. Regulacja prędkości jazdy w STAL 158 SA-1 odbywała się w sposób płynny za pomocą rozrusznika (rezystora regulowanego). Oprócz samochodów STAL 158 SA-1, Huta Stalowa Wola produkowała na niewielką skalę również wózki akumulatorowe (oraz furgony spalinowe)[[1]].

3. Badania homologacyjne samochodu Stal 158 w ITS

W styczniu 1960 r. na badania homologacyjne do ITS (wówczas pod nazwą Ośrodek Badań Transportu Samochodowego - OBTS) trafił samochód elektryczny Stal 158 (SA-1). Badania wykonano dla Huty Stalowa Wola na podstawie zamówienia nr VI/15/60/17 z dnia 12 stycznia 1960 r. Trwały one do 15 maja 1960 r. Wtedy też wykonano sprawozdanie końcowe w realizacji prac, którego autorami byli inżynierowie: Leon Dąbrowski, Tadeusz Majewski i Stefan Toczek [[3]]. Prace kontrolował inż. Andrzej Cichowski a akceptował ówczesny Dyrektor ITS doc. mgr inż. Antoni Jaśkiewicz. Sprawozdania z realizacji prac przekazano m.in. do Huty w Stalowej Woli, Departamentowi Samochodowemu w Ministerstwie Komunikacji, BKPMot.

Celem badań była ocena właściwości ruchowych oraz cech technicznych i użytkowych elektrycznego samochodu akumulatorowego Stal 158 typ SA 1. Przedmiotem badań był prototypowy elektryczny samochód akumulatorowy Stal 158 typ SA 1, wyprodukowany przez Hute Stalowa Wola w 1959 r. dostarczony do OBTS przy przebiegu 1042 km zaprezentowany na zdjęciach 5-8. Zaprezentowane fotografie wykonane na błoniach ówczesnego Stadionu X-lecia są publikowane po raz pierwszy.



Fot. 4 Samochód Stal 158 – widok z prawego półprofilu [[3]]

Fig. 4. Stal 158 car - view from the right half-profile [3]



Fot. 5 Samochód Stal 158 – widok z przodu pojazdu [[3]]
Fig. 5. Stal 158 car - the view from the front of the vehicle [3]



Fot. 6 Samochód Stal 158 – widok od lewej strony [[3]]
Fot. 6. Stal 158 car - view from the left hand side [3]



Fot. 7. Samochód Stal 158 – widok od prawej strony [[3]]
Fig. 7. Stal 158 car - view from the right hand side [3]

Badania w ITS objęły:

- opracowanie opisu technicznego,
- wykonanie pomiarów statycznych,
- wykonanie pomiarów sprawności akumulatorów i zużycia energii elektrycznej,
- wykonanie pomiarów własności ruchowych,
- ocenę własności użytkowych,
- analizę wyników badań i wnioski.

Badania były prowadzone w oparciu o normy badań przemysłu motoryzacyjnego I-006-69 oraz I-018-59. Opis techniczny pojazdu wykonano na podstawie pomiarów statycznych, oględzin oraz nadesłanej dokumentacji fabrycznej.

Badany w OBTS pojazd miał nadwozie, na które składała się skrzynia ładunkowa z opończę brezentową na pałkach oraz dwumiejscowa kabina kierowcy. Wymiary i masy badanego pojazdu przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

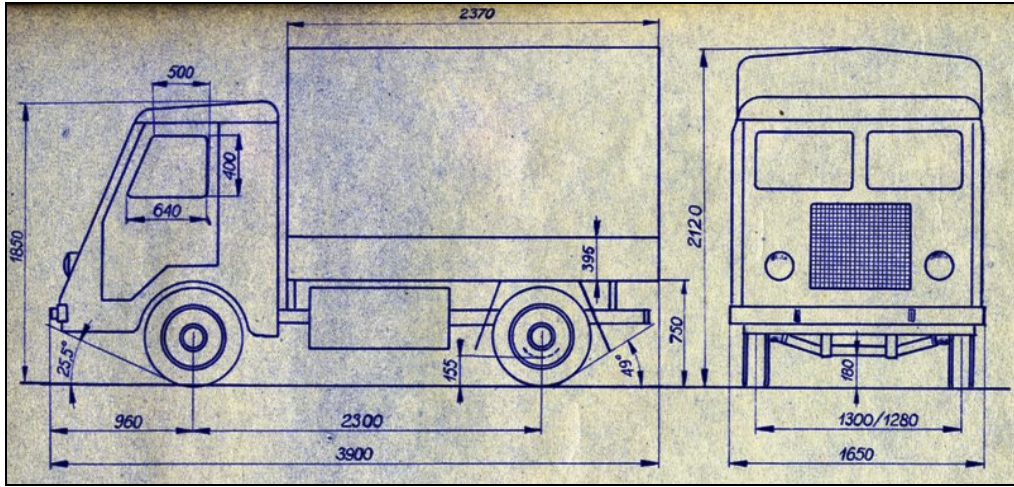
Wymiary i masy badanego w ITS pojazdu Stal 158 w porównaniu z fabryczną dokumentacją techniczną. Źródło: oprac. własne na podst. [[3]]

Table 2

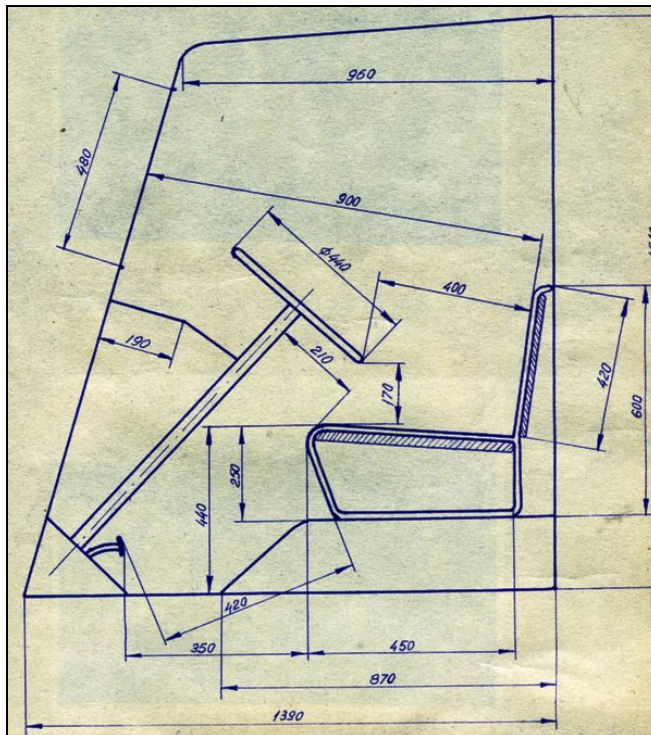
Dimensions and weights of the Stal 158 vehicle tested at ITS compared with the factory technical documentation. Source: Own compilation based on [3]

| Wyszczególnienie | Według badań ITS | Dokumentacja fabryczna |
|--|---------------------------|-------------------------------|
| długość | 3900 mm | 3900-3930 mm |
| szerokość | 1650 mm | 1650 mm |
| wysokość (z pałkami)samochodu nieobciążonego | 2120 mm | 2200-2240 mm |
| wysokość (z pałkami)samochodu z pełnym obciążeniem | 2090 mm | b.d. |
| rozstaw osi | 2300 mm | 2293 mm |
| rozstaw kół przednich | 1300 mm | 1300 mm |
| rozstaw kół tylnych | 1280 mm | 1300 mm |
| kąt natarcia | 25,5° | b.d. |
| kąt zejścia | 49° | b.d. |
| prześwit poprzeczny (samochodu obciążonego) | 155 mm | 180 mm |
| najmniejszy promień skrętu: | | |
| w lewo | 4935 mm | 4000 mm |
| w prawo | 4625 mm | 4000 mm |
| najmniejszy promień zawracania: | | |
| w lewo | 5535 mm | b.d. |
| w prawo | 5125 mm | b.d. |
| wymiary skrzyni ładunkowej (wewnętrzne): | | |
| długość | 2340 mm | 2300 mm |
| szerokość | 1500 mm | 1530 mm |
| wysokość ścian | 395 mm | b.d. |
| powierzchnia skrzyni ładunkowej | 3,51 m² | b.d. |
| pojemność ładunkowa skrzyni | 1,39 m² | b.d. |
| pojemność ładunkowa skrzyni z opończę | 4,99 m² | b.d. |
| wznios podłogi skrzyni ładunkowej nad jezdnią | 750 mm | b.d. |

Wymiary zewnętrzne oraz wewnętrzne kabiny kierowcy zaprezentowano na rys. 1 i 2.



Rys. 1. Główne wymiary samochodu elektrycznego SA-1 [[3]]
Fig. 1. The main dimensions of the SA-1 electric car [3]



Rys. 2. Wymiary wewnątrz kabiny kierowcy samochodu elektrycznego SA-1 [[3]]
Fig. 2 Dimensions of the inside of the SA-1 electric car cabin [3]

Masa samochodu nieobciążonego w stanie gotowym do jazdy wynosiła 2036 kg (według dokumentacji ze Stalowej Woli 1900 kg), nacisk na oś przednią 1188 kg i nacisk

na oś tylną 848 kg. Pozostałe masy według badań OBTS przedstawiały się następująco: ładowność nominalna 600 kg i dwie osoby, masa samochodu z pełnym obciążeniem 2796 kg, nacisk na przednią oś 1501 kg, nacisk na tylną oś 1295 kg [[3]].

W tabeli 3 zaprezentowano rozkład ciężarów i nacisków na osie badanego w OBTS pojazdu Stal 158.

Tabela 3

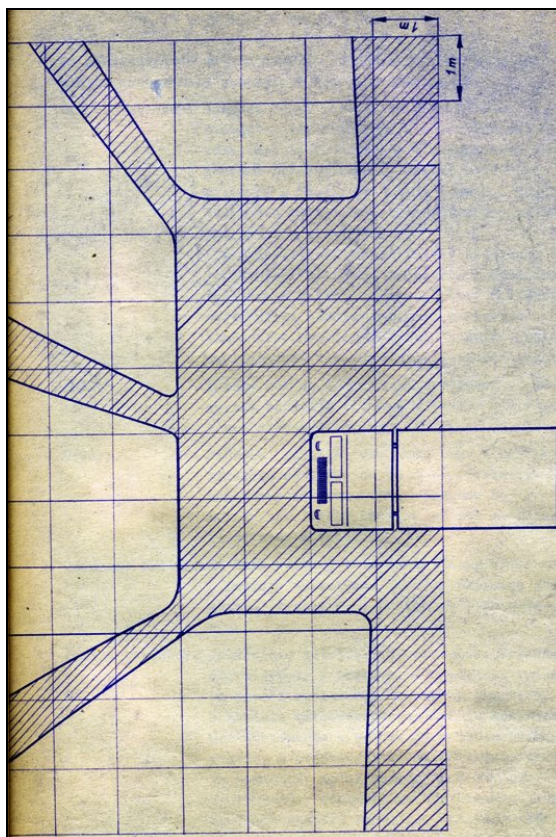
Masy i rozkład nacisków na osie badanego w OBTS pojazdu Stal 158 [[3]]

Table 3

Weights and load distribution over the axles of the Stal 158 vehicle tested at OBTS [3]

| Wielkość mierzona | Bez obciążenia | | Z pełnym obciążeniem | |
|--------------------------|----------------|------|----------------------|------|
| | kg | % | kg | % |
| Masa całkowita samochodu | 2036 | 100 | 2796 | 100 |
| Nacisk na przednią oś | 1188 | 58,4 | 1501 | 53,7 |
| Nacisk na tylną oś | 848 | 41,6 | 1295 | 46,3 |
| Obciążenie prawej strony | 1026 | 50,5 | 1433 | 51,3 |
| Obciążenie lewej strony | 1010 | 49,3 | 1363 | 48,7 |

Na rysunku 3 przedstawiono wykres widoczności z miejsca kierowcy



Rys. 3. Widoczność z miejsca kierowcy w samochodzie elektrycznym SA-1 [[3]]

Fig. 3. Visibility from the driver's seat of the SA-1 electric car [3]

Na podwozie badanego pojazdu składała się rama podłużnicowa spawana z kształtowników tłoczonych z blachy, przekrój podłużnic - ceowy.

Most napędowy (oś tylna) była to oś sztywna z pochwą tłoczoną z blachy i półosiami całkowicie obciążonymi. Przekładnia główna utworzona została z pary kół zębatach stożkowych o zębach łukowych (Fiat-Mammano). Liczba zębów napędzających koło wynosiła 7, koło talerzowe – 47, przełożenie – 6,428. Mechanizm różnicowy składał się z dwóch satelitów stożkowych. Piasty kół były ułożyskowane w dwóch łożyskach wałeczkowych stożkowych [[3]].

Oś przednia była to oś sztywna z belką nośną w postaci rury z wspawanymi końcówkami, w których osadzone były zamocowania sworzni zwrotnic. Piasty kół ułożyskowane na dwóch łożyskach wałeczkowych stożkowych.

Układ kierowniczy składał się z przekładni ślimakowej mechanizmu kierowniczego. Ślimak o zmiennym skoku, zazębiony z pojedynczym palcem, ułożyskowanym w dwóch łożyskach wałeczkowych stożkowych. Ruch ramienia mechanizmu kierowniczego przenoszony był do przednich kół za pośrednictwem układu drążków składających się z drążka podłużnego, ramion zwrotnic i drążka poprzecznego [[3]].

Charakterystyka układu hamulcowego przedstawiała się następująco: hamulce nożne rozwiązane jako hamulce hydrauliczne, działały na wszystkie cztery koła. Regulacja dosięgnięcia szczęk następowała przy pomocy sworzni mimośrodowych. Szczęki hamulcowe wykonane były ze spawanej blachy stalowej. Hamulce sterowane były pedałem, umieszczonym w kabinie kierowcy, z lewej strony. Hamulec ręczny działał na wał silnika i sterowany był dźwignią umieszczoną pomiędzy fotelami w kabinie kierowcy. Przy zaciągniętej dźwigni hamulca ręcznego następowało przerwanie obwodu sterowania silnika, co uniemożliwiało włączenie silnika napędowego [[3]].

Tarcze kół były dwudzielne, z pionową płaszczyzną podziału, tłoczone z blachy stalowej i skęcane sześcioma śrubami M12.

Resory były piórowe, półeliptyczne, podłużne, dwa na przednią oś i dwa na tylną. Przednie końce resorów zamocowano obrotowo na sworzniach, tylne końce oparte były na ślizgach. Resory składały się z 7 piór.

Boki skrzyni ładunkowej były tłoczone z blachy stalowej a podłoga była drewniana. Skrzynia okrywana była oponczą, brezentową, napiętą na czterech pałakach.

Dwumiejscowa kabina kierowcy była całkowicie metalowa. Fotele dla kierowcy i pasażera były oddzielne. Poduszki foteli zawieszono na pętłach gumowych. W kabinie umieszczone były dźwignie mechanizmów sterowania i przyrządy kontrolno-wskaźnikowe, z których najważniejszymi były: pedał hamulca nożnego, pedał rozrusznika, dźwignia zmiany kierunku jazdy, dźwignia hamulca ręcznego, wyłącznik główny, przełącznik nożny świateł mijania oraz woltomierz, amperomierz, prędkościomierz i licznik przebiegu [[3]].

Do napędu samochodu służył silnik elektryczny szeregowy prądu stałego typ PZS Pa-54 o mocy chwilowej 7,5 KW i mocy trwałej 3,6 KW, na napięcie znamionowe 80 V, umocowany śrubami na ramie nad osią przednią samochodu. Silnik połączony był wałem napędowym z tylnym mostem.

Zasilanie silnika odbywało się za pomocą baterii akumulatorów kwasowych typ Tz-225/6 o pojemności 240 Ah, składającej się z 40 ogniw połączonych szeregowo, umieszczonych w dwóch skrzyniach po 20 ogniw w każdej i zawieszonych w połowie długości ramy nadwozia. Instalacja elektryczna samochodu była dwuprzewodowa. Składała się z obwodu głównego i obwodu sterującego, zasilanych napięciem znamionowym 80 V, oraz obwodu świateł zewnętrznych zasilanych napięciem znamionowym 12 V [[3]].

W obwodzie głównym pomiędzy baterią akumulatorów i silnikiem znajdowały się:

- wyłącznik główny, służący do wyłączenia źródła zasilania tj. akumulatorów z obwodu,
- amperomierz wskazujący natężenie pobieranego przez odbiorniki prądu,
- bezpiecznik 150 A, zabezpieczający silnik przed uszkodzeniem,
- woltomierz wskazujący napięcie akumulatora,
- rozrusznik składający się z oporowego stosu węglowego wbudowanego w zbiornik wykonany z cienkiej blachy falistej wypełniony olejem transformatorowym,
- stycznik główny i zwierający,
- przełącznik kierunku obrotów silnika (kierunku jazdy samochodu).

W obwodzie sterującym znajdowały się [[3]]:

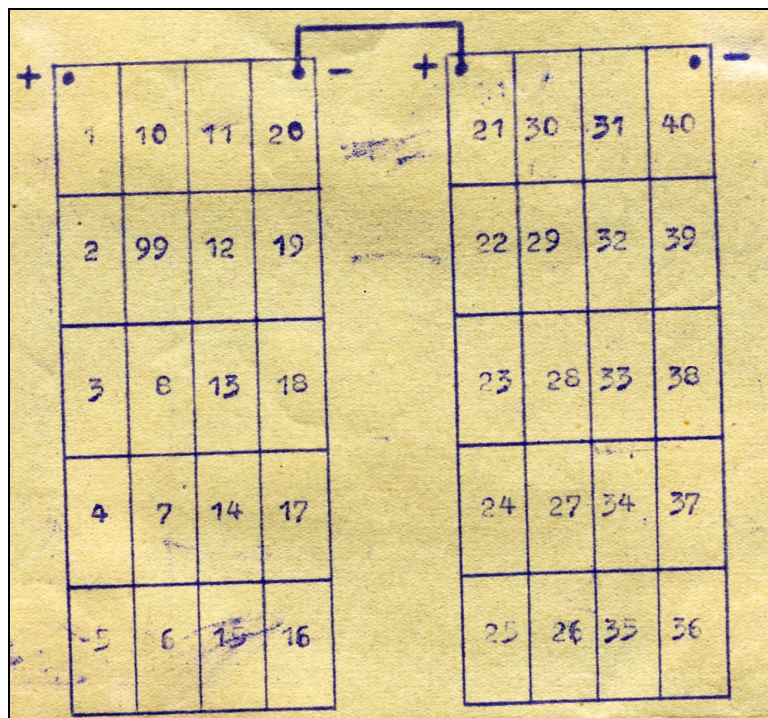
- obsada zamontowana na rozruszniku węglowym, posiadającą pierścień stykowy oraz ślizgające się po nim palce stykowe doprowadzające prąd do uzwojenia elektromagnesów stycznika pomocniczego, głównego i zwierającego,
- wyłącznik przerywający obwód elektryczny zasilania urządzenia sterującego przy zaciśnięciu hamulca ręcznego.

Obwód świateł zewnętrznych zasilany był napięciem znamionowym 12 V doprowadzonym do skrzynki bezpiecznikowej z sześciu ogniw akumulatora skąd poprzez poszczególne bezpieczniki zasilane były odbiorniki, stosowane w normalnych samochodach [[3]].

Uruchomienie pojazdu oraz zwiększanie prędkości obrotów silnika, a tym samym prędkości jazdy samochodu odbywało się przez włożenia kluczyka do stacyjki oraz zwolnienie hamulca ręcznego dzięki czemu uzyskiwano połączenie zasilania obwodu sterującego. Po włączeniu przełącznika kierunku obrotów silnika (w kierunku jazdy samochodu), naciskając pedał nożny uruchamiano przez układ dźwigni obsadę z pierścieniami obrotowymi, powodując jej obrót a tym samym połączenie pierścienia z palcem doprowadzającym prąd do elektromagnesu stycznika pomocniczego. Zdziałanie stycznika pomocniczego, powodowało natychmiastowy dopływ prądu do elektromagnesu stycznika głównego, powodując połączenie obwodu głównego dostarczającego do silnika prąd przez stos węglowy o dużym oporze. Dalsze stopniowe naciskanie pedału poprzez dźwignię powodowało poza obrotem obsady z pierścieniem stykowym, ściskanie stosu węglowego rozrusznika zmniejszające jego opór, a tym samym zwiększanie się napięcia prądu płynącego do silnika powodując zwiększenie jego obrotów (prędkości jazdy). W momencie dociśnięcia pedału do końca, opór stosu węglowego zostawał jeszcze bardziej zmniejszony, i jednocześnie obsada z pierścieniem stykowym obrócona była do pozycji połączenia pierścienia z następnym palcem doprowadzającym prąd do stycznika zwierającego. Zdziałanie stycznika zwierającego bocznikowało stos węglowy, powodując przepływ prądu bezpośrednio do silnika. Zmniejszenie prędkości i zatrzymanie pojazdu odbywało się w sposób odwrotny od wyżej opisanego, przy czym hamowanie przeprowadzano tylko hamulcem nożnym [[3]].

Przełączanie przełącznika kierunku jazdy w pozycji jazdy do tyłu powodowało zmianę kierunku przepływu prądu w tworniku a tym samym zmianę kierunku obrotów silnika (kierunku jazdy). Ładowanie akumulatorów odbywało się przez włączenie wtyczki źródła prądu stałego w gniazdo zamocowane w tylnej części samochodu.

W OBTS wykonano pomiary sprawności akumulatorów badanego pojazdu i zużycia energii elektrycznej. Pomiar napięcia i gęstości elektrolitu poszczególnych ogniw baterii akumulatorów wykonano według rysunku 4.



Rys. 4. Schemat numeracji ogniów akumulatorów [[3]]
 Fig. 4. The battery cells numbering scheme [3]

Baterię akumulatorów rozładowano przy pomocy oporów, prądem o natężeniu 48 A, do osiągnięcia pod wymienionym obciążeniem napięcia 1,7 volta na najsłabszym ogniwie. Wyniki pomiaru napięcia i gęstości elektrolitu przy akumulatorach rozładowanych podano w tabeli 4

Jak wynika z danych tabeli 4 część ogniów wyladowywała się wcześniej od pozostałych. Ładowanie przeprowadzono przy użyciu dostarczonego do OBTS prostownika. Do pomiaru energii elektrycznej dostarczanej do akumulatorów podczas ładowania, zastosowano licznik wyskalowany w Ah (1 działka licznika = 0,4 Ah). Ładowanie przeprowadzono do czasu, w którym w ciągu ostatniej godziny ładowania zarówno napięcie, jak i gęstość elektrolitu przestawały wzrastać. Wyniki ładowania przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 4

Wyniki pomiaru napięcia i gęstości elektrolitu przy akumulatorach rozładowanych w samochodzie Stal 158 badanym w OBTS [[3]]

Table 4

Results of the voltage and electrolyte density measurements, with the discharged batteries in the Stal 158 car tested in OBTS [3]

| Nr ogniwa | Napięcie V | Gęstość elektrolitu |
|-----------|------------|---------------------|
| 1 | 1,78 | 1,09 |
| 2 | 1,77 | 1,09 |
| 3 | 1,75 | 1,09 |
| 4 | 1,77 | 1,09 |
| 5 | 1,77 | 1,09 |
| 6 | 1,74 | 1,09 |
| 7 | 1,70 | 1,09 |
| 8 | 1,71 | 1,09 |
| 9 | 1,72 | 1,09 |
| 10 | 1,65 | 1,09 |
| 11 | 1,68 | 1,09 |
| 12 | 1,72 | 1,09 |
| 13 | 1,71 | 1,09 |
| 14 | 1,67 | 1,09 |
| 15 | 1,71 | 1,09 |
| 16 | 1,71 | 1,09 |
| 17 | 1,70 | 1,09 |
| 18 | 1,73 | 1,09 |
| 19 | 1,71 | 1,09 |
| 20 | 1,75 | 1,09 |
| 21 | 1,76 | 1,09 |
| 22 | 1,69 | 1,09 |
| 23 | 1,74 | 1,09 |
| 24 | 1,72 | 1,09 |
| 25 | 1,62 | 1,09 |
| 26 | 1,71 | 1,09 |
| 27 | 1,73 | 1,09 |
| 28 | 1,68 | 1,09 |
| 29 | 1,70 | 1,09 |
| 30 | 1,74 | 1,09 |
| 31 | 1,68 | 1,09 |
| 32 | 1,70 | 1,09 |
| 33 | 1,72 | 1,09 |
| 34 | 1,74 | 1,09 |
| 35 | 1,70 | 1,09 |
| 36 | 1,67 | 1,09 |
| 37 | 1,72 | 1,09 |
| 38 | 1,75 | 1,09 |
| 39 | 1,76 | 1,09 |
| 40 | 1,58 | 1,09 |

Tabela 5

Wyniki ładowania akumulatorów badanego w ITS samochodzie Stal 158 [[3]]

Table 5

Results of charging the batteries in the Stal 158 car tested at ITS [3]

| Czas ładowania (h) | Napięcie ładowania (V) | Prąd ładowania (A) | Stan licznika | Ilość energii dostarczonej (Ah) |
|--------------------|------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|
| 0 | 80,0 | 19,0 | 917,75 | - |
| 1 | 84,0 | 17,0 | 918,19 | 17,6 |
| 2 | 84,5 | 16,5 | 918,61 | 34,4 |
| 3 | 85,0 | 16,0 | 919,03 | 54,2 |
| 4 | 86,0 | 15,5 | 919,42 | 66,8 |
| 5 | 87,0 | 18,0 | 919,82 | 82,8 |
| 6 | 89,0 | 21,0 | 920,29 | 101,6 |
| 7 | 90,0 | 20,0 | 920,79 | 121,6 |
| 8 | 90,0 | 17,0 | 921,24 | 134,6 |
| 9 | 90,0 | 11,0 | 921,59 | 153,6 |
| 10 | 91,0 | 12,0 | 921,89 | 165,6 |
| 11 | 92,0 | 12,0 | 922,19 | 177,6 |
| 12 | 93,0 | 9,0 | 922,44 | 187,6 |
| 13 | 95,0 | 9,5 | 922,68 | 197,2 |
| 14 | 96,5 | 10,0 | 922,93 | 207,2 |
| 15 | 98,5 | 10,0 | 923,18 | 217,2 |
| 16 | 100,0 | 10,5 | 923,69 | 237,6 |
| 17 | 101,0 | 10,0 | 923,69 | 237,6 |
| 18 | 101,0 | 9,0 | 923,92 | 246,8 |
| 19 | 102,0 | 7,0 | 924,12 | 254,8 |
| 20 | 102,5 | 6,5 | 924,28 | 261,2 |
| 21 | 103,5 | 8,0 | 924,48 | 269,2 |
| 22 | 104,0 | 10,0 | 924,73 | 279,2 |

Wyniki pomiarów napięcia i gęstość elektrolitu poszczególnych ogniw przy naładowanych akumulatorach podano w tabeli 6. Pomiaru dokonano w końcowej fazie ładowania w następujących warunkach: napięcie całkowite 104 V, temperatura otoczenia 0°C, temperatura elektrolitu + 6°C

Tabela 6

Wyniki pomiarów napięcia i gęstości elektrolitu poszczególnych ogniw przy naładowanych akumulatorach badanego w ITS samochodzie Stal 158 [[3]]

Table 6

Results of the voltage and electrolyte density measurements in the individual cells with the charged batteries of the Stal 158 car tested at ITS [3]

| nr ogniwa | napięcie ogniwa (V) | gęstość elektrolitu g/cm ³ |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2,62 | 1,275 |
| 2 | 2,585 | 1,275 |
| 3 | 2,58 | 1,280 |
| 4 | 2,57 | 1,275 |
| 5 | 2,60 | 1,280 |
| 6 | 2,575 | 1,270 |
| 7 | 2,58 | 1,260 |
| 8 | 2,59 | 1,260 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 9 | 2,54 | 1,270 |
| 10 | 2,57 | 1,280 |
| 11 | 2,565 | 1,278 |
| 12 | 2,60 | 1,280 |
| 13 | 2,58 | 1,260 |
| 14 | 2,51 | 1,270 |
| 15 | 2,52 | 1,258 |
| 16 | 2,51 | 1,253 |
| 17 | 2,53 | 1,262 |
| 18 | 2,545 | 1,260 |
| 19 | 2,560 | 1,275 |
| 20 | 2,585 | 1,270 |
| 21 | 2,595 | 1,270 |
| 22 | 2,57 | 1,280 |
| 23 | 2,58 | 1,270 |
| 24 | 2,57 | 1,270 |
| 25 | 2,60 | 1,300 |
| 26 | 2,59 | 1,260 |
| 27 | 2,565 | 1,270 |
| 28 | 2,56 | 1,265 |
| 29 | 2,58 | 1,270 |
| 30 | 2,585 | 1,270 |
| 31 | 2,70 | 1,258 |
| 32 | 2,58 | 1,280 |
| 33 | 2,65 | 1,280 |
| 34 | 2,58 | 1,270 |
| 35 | 2,575 | 1,265 |
| 36 | 2,56 | 1,260 |
| 37 | 2,60 | 1,260 |
| 38 | 2,60 | 1,280 |
| 39 | 2,58 | 1,280 |
| 40 | 2,67 | 1,275 |

Akumulatory rozładowano przy pomocy oporów prądem o natężeniu 48 A, do osiągnięcia pod tym obciążeniem napięcia 1,7 V na najniższym ogniwie. Wyniki rozładowania podano w tabeli 7.

Tabela 7

Wyniki rozładowania akumulatorów badanego w ITS samochodu Stal 158 [[3]]

Table 7

The results of discharging the battery in a Stal 158 car tested at ITS [3]

| Czas rozładowania (min) | Napięcie akumulatora (V) | Stan licznika | Ilość uzyskanej energii |
|-------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|
| 0 | 88,0 | 924,73 | - |
| 30 | 77,0 | 925,33 | 24,0 |
| 60 | 76,2 | 925,93 | 48,0 |
| 90 | 75,2 | 926,53 | 72,0 |
| 120 | 74,2 | 927,13 | 96,0 |
| 150 | 73,0 | 927,73 | 120,0 |
| 180 | 71,5 | 928,33 | 144,0 |
| 210 | 70,0 | 928,93 | 168,0 |
| 235 | 69,5 | 929,43 | 188,0 |

Wyniki pomiaru napięcia przy akumulatorach rozładowanych podano w tabeli 8.

Tabela 8

Wyniki pomiaru napięcia przy akumulatorach rozładowanych badanego w ITS samochodu Stal 158 [[3]]

Table 8

Results of the voltage measurement with discharged batteries in the tested at ITS Stal 158 car [3]

| Nr ogniwa | Napięcie (V) | Nr ogniwa | Napięcie (V) | Nr ogniwa | Napięcie (V) | Nr ogniwa | Napięcie (V) |
|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| 1 | 1,78 | 11 | 1,70 | 21 | 1,75 | 31 | 1, |
| 2 | 1,72 | 12 | 1,82 | 22 | 1,70 | 32 | 1, |
| 3 | 1,77 | 13 | 1,80 | 23 | 1,76 | 33 | 1, |
| 4 | 1,77 | 14 | 1,70 | 24 | 1,75 | 34 | 1, |
| 5 | 1,77 | 15 | 1,77 | 25 | 1,68 | 35 | 1, |
| 6 | 1,75 | 16 | 1,80 | 26 | 1,75 | 36 | 1, |
| 7 | 1,70 | 17 | 1,77 | 27 | 1,80 | 37 | 1, |
| 8 | 1,75 | 18 | 1,69 | 28 | 1,72 | 38 | 1, |
| 9 | 1,80 | 19 | 1,76 | 29 | 1,77 | 39 | 1, |
| 10 | 1,70 | 20 | 1,74 | 30 | 1,79 | 40 | 1, |

Napięcie całkowite wyniosło 69,5 V.

Sprawność akumulatorów przy rozładowaniu prądem o natężeniu 48 A wynosiła,

$$\frac{Ah_{wyładowana}}{Ah_{naładowana}} = \frac{188}{279} = 67,38\%$$

a więc była zbyt niska jako że sprawność akumulatorów w dobrym stanie powinna wynosić około 90%.

Jazdę kontrolną przeprowadzono na trasie miejskiej bez obciążenia na odcinku 22 km w czasie dwóch godzin, w tym jazda trwała 52 minuty a postoje 67 minut. Podczas jazdy stwierdzono zacinańia się stycznika głównego. Uruchomienie samochodu następowało gwałtownie, dopiero po zadziałaniu stycznika zwierającego, co powodowało nadpalanie się styków. Po doprowadzeniu styczników do stanu użyteczności i doładowaniu akumulatorów, przeprowadzono jazdę bez obciążenia na trasie miejskiej o długości 36 km. Po około 1,5 h jazdy zauważono znaczny spadek napięcia i zmniejszenie się prędkości maksymalnej z 30 km/h do 28 km/h. W czasie następnych jazd, związanych z pomiarami statycznymi, stwierdzono częste zacinańie się stycznika głównego a tym samym wypalanie się stycznika zwierającego [[3]].

Po wymianie stycznika głównego i doprowadzeniu stycznika zwierającego do stanu użyteczności oraz całkowitym załadowaniu akumulatorów, przeprowadzono jazdę na trasie Warszawa-Palmiry-Warszawa, o długości 54 km, w czasie 2 h 25 minut. W drodze powrotnej po przebyciu ogółem 45 km stwierdzono spadek napięcia na akumulatorach przy obciążeniu 65 A wskazujące na stan granicznego dopuszczalnego rozładowania akumulatorów. Jazdę przerwano na ok. 30 minut w celu częściowego zregenerowania akumulatorów, po czym przejechano pozostałe 9 km do OBTS [[3]].

Wobec małej sprawności akumulatorów skutkującej niewielkimi przebiegami samochodu postanowiono wymienić akumulatory na nowe. Po wymianie akumulatorów na nowe oraz ich całkowitym naładowaniu, przeprowadzono pomiar zużycia energii elektrycznej w warunkach jazdy miejskiej bez obciążenia pojazdu. Stal 158 przejechała

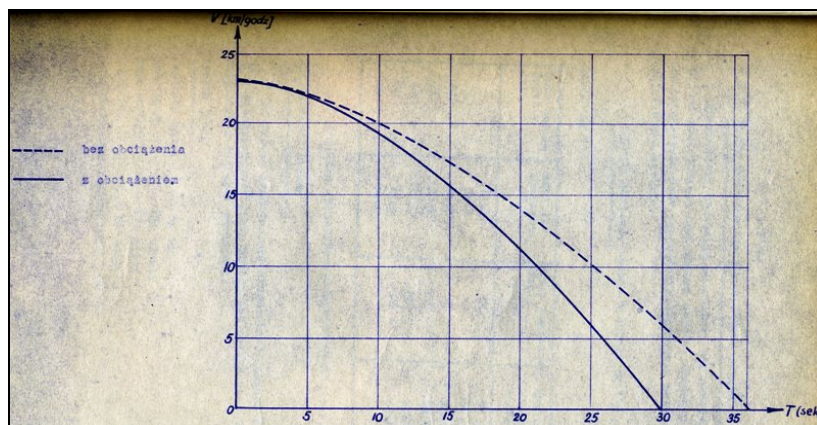
trasę o długości 44 km. Czas jazdy wyniósł 2 h 7 minut plus osiem postojów po około 15 minut (2 h). Średnia prędkość wyniosła 21 km/h, zużycie energii elektrycznej 137 Ah, a akumulatory były bliskie całkowitego wyładowania.

Jazdę z obciążeniem przeprowadzono na trasie miejskiej z częstymi postojami przy samochodzie obciążonym ładunkiem 600 kg. Stal 158 przejechała trasę o długości 54 km w czasie 3 h 3 minuty. Łączny czas jazdy z postojami wyniósł 5,5 h, a średnia prędkość 18 km/h, zużycie energii wyniosło 195 Ah. Powrót do OBTS odbywał się z dłuższymi postojami ze względu na rozładowane akumulatory[[3]].

Pomiary przyspieszeń oraz pomiar przebiegu samochodu bez obciążenia oraz obciążonego (750 kg) wykonano zgodnie z instrukcją Przemysłu Motoryzacyjnego I-015-54 na szosie betonowej Łomianki – Kazuń. Do pomiarów użyto piątego koła firmy Hasler. Warunki atmosferyczne panujące w czasie dokonywania pomiarów były następujące

- temperatura otoczenia: 2,5°C,
- prędkość wiatru: 1,5 m/s,
- ciśnienie atmosferyczne: 762 mm Hg.

W celu wyeliminowania wpływu wiatru oraz drogi (nierówności) pomiary zostały wykonane w dwóch wzajemnie przeciwnych kierunkach jazdy. Wyniki pomiarów zostały podane na rysunku 6.



Rys. 5. Wykres wykazu samochodu elektrycznego SA-1 [[3]]

Fig. 5. Graph of the SA-1 electric car coast-down test [3]

Pomiary skuteczności hamowania przeprowadzono zgodnie z instrukcją Przemysłu Motoryzacyjnego, posługując się aparatem bezwładnościowym „Askania”. Wszystkie pomiary wykonano na suchej betonowej szosie bez obciążenia oraz przy pełnym obciążeniu (2 osoby + 900 kg ładunku) z maksymalnej prędkości pojazdu wynoszącej 24 km/h.

4. Wnioski z badań homologacyjnych w ITS

Samochód Stal 158 według założeń był przeznaczony do miejskiego transportu dystrybucyjnego. Posiadał on konwencjonalny główny układ konstrukcyjny podobny do zwykłego samochodu ciężarowego z silnikiem umieszczonym w kabinie kierowcy. Całość konstrukcji odznaczała się dużą prostotą. Z uwagi na przeznaczenie samochodu, zrezygnowano kosztem ogólnej wygody jazdy z niektórych typowo samochodowych rozwiązań, zastępując je układami konstrukcyjnie opartymi na rozwiązaniach stosowanych

w wózkach transportowych. Poza prostotą wykończenia pojazdu było to resorowanie kół na krótkich i sztywnych resorach oraz koła o małej średnicy na pojedynczych, wysokociśnieniowych oponach.

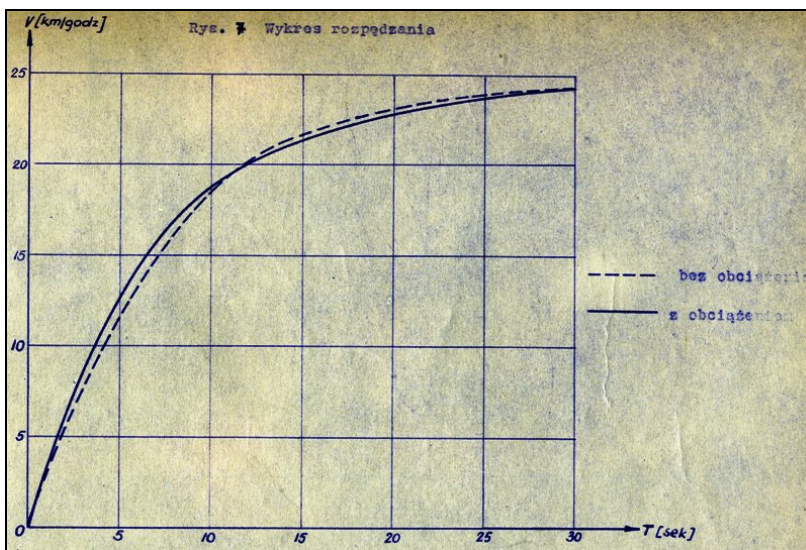
Gabaryty samochodu nie nasuwały istotnych uwag, gdyż odpowiadały jego ogólnej konstrukcji i przeznaczeniu. Dotyczyło to zarówno głównych wymiarów podwozia, tj. rozstawu osi i kół oraz zwisów i prześwitów, jak również wymiarów przestrzeni ładunkowej oraz wnętrza kabiny kierowcy.

Samochód charakteryzował się dużą masą własną wynoszącą 2036 kg. Na tą masę duży wpływ miała waga baterii akumulatorów. Dawało to w rezultacie bardzo niekorzystny stosunek ładowności do ciężaru własnego, wynoszący 0,295, co było wartością niespotykaną w konstrukcjach typowych samochodów dostawczych, w których kształtował się zazwyczaj w granicach 0,4-0,6. Dla prymitywnych wózków dostawczych napędzanych silnikami spalinowymi, stosunek ten był bardziej korzystny, osiągając nierzadko wartości bliskie jedności [[3]].

Pomimo tych wad, pod względem wymiarów, ciężarów oraz wyposażenia i rozwiązań konstrukcyjnych samochód Stal 158 odpowiadał wymaganiom ówczesnych przepisów o dopuszczeniu pojazdów do ruchu po drogach publicznych.

Prędkość maksymalna pojazdu w najkorzystniejszych warunkach ruchu dochodziła do 30 km/h, ale jej uzyskanie było możliwe tylko przy w pełni naładowanych akumulatorach. Praktycznie w normalnych warunkach ruchu, samochód z obciążeniem był zdolny do rozwijania prędkości rzędu 20-25 km/h. Była to prędkość zdecydowanie za niska dla warunków ruchu miejskiego, gdyż nawet pomijając względy ekonomii czasu, pojazd poruszający się tym tempem powodował zakłócenia płynności ruchu, szczególnie przy jego dużym nasileniu na głównych ulicach miasta.

Także przyspieszenia samochodu były stosunkowo niskie. Na uzyskanie prędkości 20 km/h zarówno naładowany, jak i pusty samochód potrzebował ok. 12 sekund, zaś do osiągnięcia prędkości 25 km/h ponad 30 sekund (rys. 5).



Rys. 6. Wykres rozpędzania samochodu elektrycznego SA-1 [[3]]

Fig. 6. Acceleration graph of the SA-1 electric car [3]

Pojazd o tak ograniczonej dynamice powodował poważne utrudnienia w ruchu wielkomiastowym. Niska prędkość maksymalna i małe przyspieszenia wynikały z dużej masy własnej pojazdu oraz z zastosowania silnika elektrycznego o stosunkowo małej mocy (moc chwilowa 7,5 kW – 10,2 KM, moc trwała 3,6 kW – 4,9 KM). Opory toczenia samochodu oceniono jako normalne, nie przyczyniające się nadmiernie do pogorszenia dynamiki jazdy [[3]].

Podsumowując samochód elektryczny Stal 158 posiadał zbyt małe prędkości i przyspieszenia dla powszechnego zastosowania go jako miejskiego środka transportu, co poza utrudnianiem ruchu ulicznego mogło dawać niekorzystne wskaźniki pracy przewozowej.

Samochód Stal 158 był wyposażony w zwykły układ hamulców hydraulicznych o konwencjonalnej konstrukcji. Hamulce te pozwalały na uzyskanie średniego opóźnienia rzędu 4,1-4,2 m/s² dla samochodu pustego i ok. 2,3-3 m/s² dla samochodu z pełnym obciążeniem. Opóźnienia te były uzyskiwane przy dużym nacisku nogi na pedał – 80-90 kg. Niskie opóźnienia i potrzebny do tego duży nacisk na pedał hamulca świadczyły o małej skuteczności działania hamulców, które oceniono jako „ledwie” dostateczne.

Najistotniejszą wadą samochodu elektrycznego Stal 158 był jednak ograniczony zasięg jazdy, wynoszący dla jednorazowego naładowania akumulatorów od 4 do 55 km, zależnie od warunków jazdy. Jak stwierdzono po przeprowadzonych pomiarach, średni pobór prądu dla jazdy po płaskim terenie wynosił ok. 66 A przy prędkości jazdy rzędu 26 km/h. W terenie pofałdowanym pobór prądu przekraczał 70 A przy prędkości jazdy rzędu 18 km/h. Uzyskiwane w wyżej podanych warunkach zasięgi jazdy samochodu wynoszące 40 – 55 km/h odpowiadały stwierdzonej podczas badań laboratoryjnych sprawności akumulatorów wynoszącej ok. 67%. Była to wartość bardzo niska, gdyż sprawność dobrych akumulatorów powinna wynosić ok. 90% [[3]]. Oprócz tego stwierdzono, że część ogniw baterii ulegała szybszemu rozładowaniu. Świadczyło to o niskiej jakości stosowanych akumulatorów, co było jedną z głównych przyczyn ograniczających zasięg jazdy. Biorąc pod uwagę powszechne zastosowanie badanego samochodu jako pojazdu dostawczego dla ruchu miejskiego, zasięg jazdy był niewystarczający, gdyż przeciętne przebiegi dzienne pojazdów tego typu powinny mieścić się w granicach 50-80 km dziennie.

Prowadzenie samochodu było łatwe i nie męczyło kierowcy i pasażera. Ponadto nie wymagało od kierowcy specjalnego przeszkolenia poza krótkim instruktażem odnośnie posługiwania się mechanizmami kierowania. Jako jedyną istotną wadę eksperci z ITS wymienili konieczność stosowania znacznego nacisku na pedał hamulca. Rozmieszczenie mechanizmów kierowania nie nasuwało zastrzeżeń. Widoczność do przodu była zadowalająca, natomiast widoczność do tyłu była niedostateczna. Koniecznym było zastosowanie z obydwu stron pojazdu odpowiedniej wielkości lusterek, umożliwiających należyłą obserwację drogi poza pojazdem.

Wygoda jazdy w kabinie była ograniczona wskutek prymitywnego wykończenia wnętrza, jednak biorąc pod uwagę przeznaczenie samochodu (krótkotrwałe jazdy w mieście) można było je uznać za wystarczające.

Łatwość w obsłudze samochodu była przeciętna. Smarowanie i regulacja mechanizmów podwoziowych była podobna, jak w przypadku zwykłych samochodów. Dostęp do poszczególnych mechanizmów podwoziowych był ograniczony jedynie małą wysokością samochodu. Pewną wadą była też duża częstotliwość wykonywania wymaganych czynności obsługowych np. smarowanie podwozia co 1500 km, wymiana oleju w mechanizmach napędowych i wymiana smaru w łożyskach kół co 5000 km.

Kłopotliwym był również dostęp do ogniw baterii akumulatorów na skutek trudności zdejmowania pokryw osłaniających baterię [[3]].

Czas ładowania baterii za pomocą dostarczonego prostownika był stosunkowo długi i przekraczał 8-9 godzin. Czas ładowania przedłużał się szczególnie w wypadku spadku napięcia w sieci zasilającej, co w praktyce występowało bardzo często. Zastosowany przy prostowniku zegar czasowy nie gwarantował należytego naładowania baterii, gdyż ograniczał czas ładowania bez względu na wysokość napięcia w sieci i związane z tym natężenie prądu ładowania. Ponadto w przypadku chwilowego przerwania dopływu prądu prostownik zostawał na stałe wyłączony. Utrudniało to ładowanie akumulatorów bez stałego nadzoru.

Prostownik mógł służyć do jednoczesnego ładowania tylko jednej baterii akumulatorów, więc w przypadku posiadania w eksploatacji kilku samochodów konieczne było posiadanie równej liczby prostowników, co nie było ekonomicznie uzasadnione. Eksperti z ITS wskazywali na racjonalność posiadania prostowników o większej mocy, umożliwiających ładowanie kilku baterii akumulatorów jednocześnie [[3]].

Ponadto dla prawidłowego działania pojazdu konieczny był odpowiednio przeszkolony, fachowy personel, gwarantujący należyłą obsługę instalacji elektrycznej pojazdu a przede wszystkim akumulatorów.

Podczas badań w OBTS samochód przejechał ogółem 557 km. W czasie tego przebiegu wystąpiły niedomagania dotyczące akumulatorów i elektrycznego układu napędowego. Przede wszystkim zaobserwowano szereg przypadków przyspieszonego rozładowywania się pojedynczych ogniw baterii akumulatorów. W celu kontynuowania badań, koniecznym była wymiana trzech ogniw. Ponieważ dostarczone do OBTS dwie baterie akumulatorów nie były nowe, trudno było wypowiedzieć się definitywnie co do ich wartości. Stwierdzono jednak, że już w chwili dostarczenia akumulatorów do OBTS ich skuteczność była niedostateczna, ulegając dalszemu pogorszeniu po trzech miesiącach prawidłowego użytkowania [[3]].

Następnym poważnym niedomaganiem, które wystąpiło dwukrotnie, było zacinalanie się stycznika głównego, w wyniku którego następowało nadpalanie lub nawet zespawanie kontaktów stycznika zwierającego. Uszkodzenie usunięto przez wymianę stycznika głównego i oczyszczenie kontaktów stycznika zwierającego. Dodatkowo wystąpiło zawieszenie się szczotek silnika, co spowodowało powypalanie się i zespawanie kilku działek kolektora oraz uszkodzenie powierzchni pozostałych działek kolektora.

Do mniej istotnych uszkodzeń zaliczono pęknięcie sprężyny zatrasku przełącznika do zmiany kierunku jazdy. Jedynym uszkodzeniem w podwoziu było urwanie się trzech śrub mocujących połówki tarczy koła przedniego, co spowodowało wygięcie się zewnętrznej połówki tarczy.

Instalacja oświetleniowa i sygnalizacyjna o napięciu 12 V rozwiązana była jako dwuprzewodowa, przy czym źródłem prądu było pierwszych sześć ogniw baterii głównej. Ponieważ w samochodzie zamontowano zwykle reflektory połączone bezpośrednio z masą i ujemnym obiegiem dwuprzewodowej instalacji sygnalizacyjnej, co sprawiało, że w razie przypadkowego połączenia bieguna plusowego baterii z masą mogło nastąpić niebezpieczne w skutkach zwarcie przy napięciu prądu równym napięciu prawie całej baterii akumulatorów tj. ok. 80 V. Niewielki przebieg samochodu w badaniach, nie dawał wyczerpującego poglądu na jego trwałość. Występujące w tym czasie uszkodzenia mogły nasuwać zastrzeżenia odnośnie rozwiązania konstrukcyjnego i jakości wykonania instalacji elektrycznej [[3]].

Zakończenie

Przeprowadzone w Instytucie (wówczas OBTS) badania elektrycznego samochodu dostawczego Stal 158 wykazały, że posiadał szereg istotnych wad ograniczających w znacznym stopniu wartość użytkową pojazdu. Zasadniczymi wadami były:

- mały zasięg jazdy spowodowany niedostateczną sprawnością akumulatorów,
- ograniczone własności dynamiczne i mała prędkość maksymalna i użytkowa,
- uszkodzenia i niedomagania głównej instalacji elektrycznej.

Niezależnie od ekonomicznego uzasadnienia celowości użytkowania, co wymagało dodatkowych, odrębnych studiów, do chwili usunięcia wskazanych przez specjalistów w ITS wad i niedomagań, samochód Stal 158 według nich nie miał szans na znalezienie szerszego zastosowania jako pojazd dostawczy. Mógł być używany jedynie w ograniczonym zakresie dla specjalnych warunków transportowych np. do transportu wewnątrzzakładowego, w warunkach uniemożliwiających korzystanie z podobnych środków transportowych napędzanych silnikami spalinowymi. Tak też się stało i skonstruowano jeszcze dwa prototypy pojazdu z silnikami spalinowymi, które nie były jednak badane w ITS. Przedstawiony w artykule pojazd nie wyszedł poza fazę prototypową (według dostępnej literatury zbudowano tylko 150 egzemplarzy) [[1],[4],[9]]. Odnalezione, przechowywane w zbiorach archiwum Instytutu Transportu Samochodowego sprawozdanie końcowe z badań homologacyjnych pojazdu elektrycznego Stal 158, to cenne źródło do badań nad historią polskiej myśli technicznej po II wojnie światowej [[5]]. Zaprezentowane w artykule wyniki badań przeprowadzonych w ITS zawierają unikatowe, po raz pierwszy publikowane zdjęcia, szkice techniczne i tabele nieznanie szerokiej opinii publicznej [[8]]. Interesujące są także, same wyniki badań drogowych, statycznych i innych przeprowadzonych w ITS [[5]].

Warto przy tym zaznaczyć, że prace nad pojazdami elektrycznymi w ITS to nie tylko historia. W ostatnich latach i obecnie w różnych zakładach Instytutu są prowadzone tematy badawcze, w tym projekty międzynarodowe, dotyczące pojazdów elektrycznych takie jak np.:

- ECOGEM (Cooperative Advanced Driver Assistance System for Green Cars) - Kooperacyjny zaawansowany system wspomagania kierowcy dedykowany do pojazdów elektrycznych. Projekt finansowany w ramach 7 PRUE. Okres realizacji: 2010-2013;
- ERA-NET: projekt **e-MAP Elektromobilność** - Rynkowe scenariusze potencjalnego rozwoju rynku oraz polityczne wyzwania. Projekt finansowany przez Komisję Europejską. Celem projektu jest określenie przyszłościowych zakresów i skali użytkowania samochodów elektrycznych w warunkach europejskich oraz uwarunkowań ekonomicznych i technicznych związanych z rozwojem systemu elektromobilności. Okres realizacji: 2012-2015.;
- Efektywne zarządzanie energią w pojazdach elektrycznych i optymalizacja jej zużycia EMERALD. Cele projektu EMERALD skupiają się wokół optymalizacji zużycia energii i bezproblemowej integracji pojazdów elektrycznych w oparciu o istniejącą infrastrukturę przeznaczoną do ich ładowania. Zadaniem Instytutu w projekcie jest opracowanie teleinformatycznego systemu profilowania stylu jazdy oraz metodologii szkoleń dla kierowców pojazdów elektrycznych na symulatorach jazdy. Projekt EMERALD jest realizowany w ramach 7. Programu Ramowego Komisji Europejskiej. Okres realizacji: 2012-2015;

- Badania empiryczne właściwości eksploatacyjnych samochodu elektrycznego PEV (Pure Electric Vehicle) w warunkach symulujących rzeczywiste użytkowanie. Okres realizacji: 2012-2014;
- Analiza pracy akumulatorów trakcyjnych samochodu elektrycznego. Okres realizacji: 2012-2014;
- Pozyskiwanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii do ładowania akumulatorów samochodów elektrycznych. Okres realizacji: 2012-2014;

W czasach nam współczesnych można zaobserwować ciągły wzrost liczby pojazdów napędzanych z baterii i tak np. w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej jest ich obecnie ok. 0,5 mln. Problematyka samochodów elektrycznych powróciła w latach dwutysięcznych szczególnie w kontekście rosnących wymogów ochrony środowiska przed szkodliwymi oddziaływaniami motoryzacji. Samochód elektryczny Stal 158 pomimo wszystkich mankamentów stanowi świadectwo pozostawania od lat polskiej myśli technicznej w głównym nurcie technicznego rozwoju motoryzacji.

LITERATURA:

- [1] Bukowski W., *Samochody PRLu*, Dom Wydawniczy Księża Młyn, Łódź 2009, ss. 93-94
- [2] *Nowe prototypy STAL 300*, „Motor” nr 22 (319), 1.6.1958, s. 7
- [3] Dąbrowski L., Majewski T., Toczek S., *Sprawozdanie nr 445/ZB/60 z badania samochodu elektrycznego Stal 158*, Praca arch. nr 898, ITS, Warszawa 1960
- [4] Zieliński A., *Polskie konstrukcje motoryzacyjne 1947-1960*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985, ss. 125-126
- [5] Zakrzewski B., *Badania drogowe samochodów osobowych w Instytucie Transportu Samochodowego w latach 50. XX wieku*, Technika Transportu Szynowego nr 9/2012, ss. 799-807
- [6] Zakrzewski B., *Pierwszy powojenny polski prototyp samochodu – GAD 500*, „Biuletyn Informacyjny ITS”, nr 5/2010, ss. 21-36
- [7] Zakrzewski B., Pawlak P., *Rodzina prototypów polskiego samochodu „Pionier”*, „Logistyka” nr 3/2014, Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, ss. 6958-6964
- [8] Zakrzewski B., *Samochody osobowe badane w ITS latach 50. XX w.*, Technika Transportu Szynowego nr 9/2012, ss. 809-835
- [9] http://samochodyelektryczne.org/stal_158_sa-1.htm (z dn. 15.10.2014)
- [10] http://pl.wikipedia.org/wiki/Pojazd_elektryczny (z dn. 17.12.2014)