

## Konstrukcja zmodernizowanej lokomotywy elektrycznej serii ET22

Artykuł jest poświęcony zagadnieniom związanym z modernizacją elektrycznej lokomotywy liniowej serii ET22. Przedstawiono w nim ogólny zakres zrealizowanych prac modernizacyjnych oraz parametry możliwe do uzyskania po modernizacji. W zakończeniu podano spodziewane efekty jakie w czasie eksploatacji powinny być uzyskane.

### 1. Wstęp

Lokomotywa elektryczna liniowa serii ET22 jest najpopularniejszym pojazdem trakcyjnym PKP Cargo S.A. do prac liniowych z pociągami towarowymi oraz często również z pociągami osobowymi.

Została wyprodukowana na początku lat siedemdziesiątych w ilości około 1200 sztuk (zakończenie produkcji nastąpiło w końcu lat 80-tych). Przez ponad trzydzieści lat eksploatacji lokomotywa była wielokrotnie poddawana ograniczonym zabiegom modernizacyjnym prowadzonym przede wszystkim siłami własnymi zakładów taboru PKP.

Dopiero w końcu lat 90-tych ówczesne władze PKP zdecydowały się na modernizację kompleksową – początkowo w szerokim zakresie obejmującym również wymianę układu napędowego (z przekształtnikami DC-AC oraz asynchronicznymi silnikami trakcyjnymi), a po analizie ekonomicznej w mniejszym zakresie (bez dużej ingerencji w obwód główny).

Prac projektowych i modernizacji podjął się OBRPS Poznań (obecnie IPS „Tabor”), a wykonania ZNLE Gliwice.

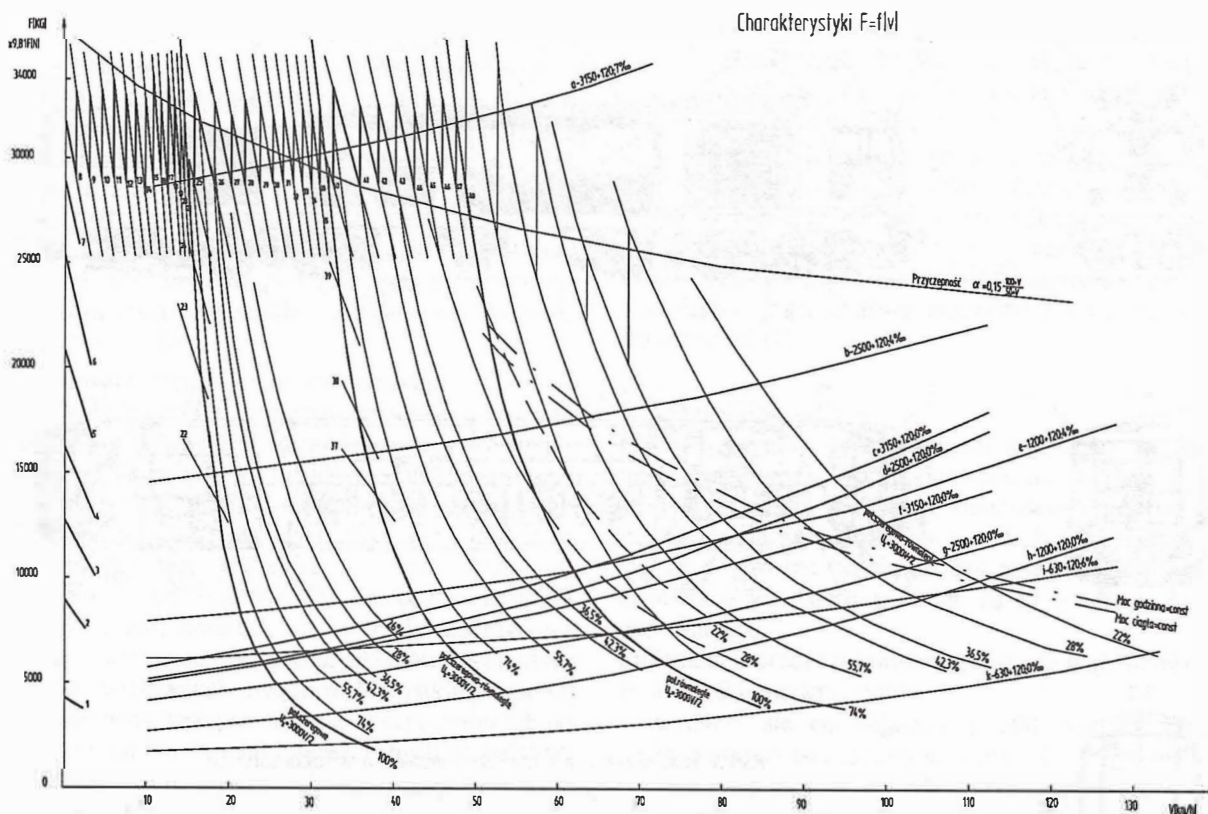
Zakres modernizacji lokomotywy obejmował:

- obwody elektryczne (główny w ograniczonym zakresie, pomocnicze),
- obwody sterowania i diagnostyki,
- pudło i kabiny sterownicze,
- układy pneumatyczne i hamulca,
- układy wentylacji i klimatyzacji,
- układy biegowe.

Przeprowadzona modernizacja powinna przynieść przede wszystkim poprawę własności trakcyjnych, obniżenie bieżących kosztów eksploatacji, przeglądów i napraw, oraz zdecydowaną poprawę pracy obsługi [1].

### 2. Przewidywane parametry lokomotywy po modernizacji

Lokomotywa po modernizacji jest przewidziana do pracy liniowej w ruchu towarowym (przy zachowaniu możliwości używania jej w ruchu pasażerskim) na liniach równinnych i górskich.



Rys. 1. Charakterystyka trakcyjna lokomotywy po modernizacji

Zmodernizowana lokomotywa serii ET22 (typ 201 Em) jest przewidziana do pracy z następującymi pociągami:

- towarowymi o masie co najmniej 2500 t na liniach równinnych z  $V_{max} = 90$  km/h,
- towarowymi o masie co najmniej 1000 t z  $V_{max} = 125$  km/h,
- pasażerskimi o masie co najmniej 630 t z  $V_{max} = 125$  km/h.

Charakterystykę trakcyjną lokomotywy prezentuje rys. 1.

Parametry geometryczne przedstawiono na ogólnym zestawieniu lokomotywy na rys. 2.

układ osi  
zasilanie

moc iągła/godzinna  
siła pociągowa ciągła/godzinna  
siła pociągowa rozruchowa  
prędkość maksymalna  
typ silnika  
system rozrządu  
napięcie rozrządu  
źródło pomocnicze prądu

masa lokomotywy  
nacisk zestawu kołowego  
na tor

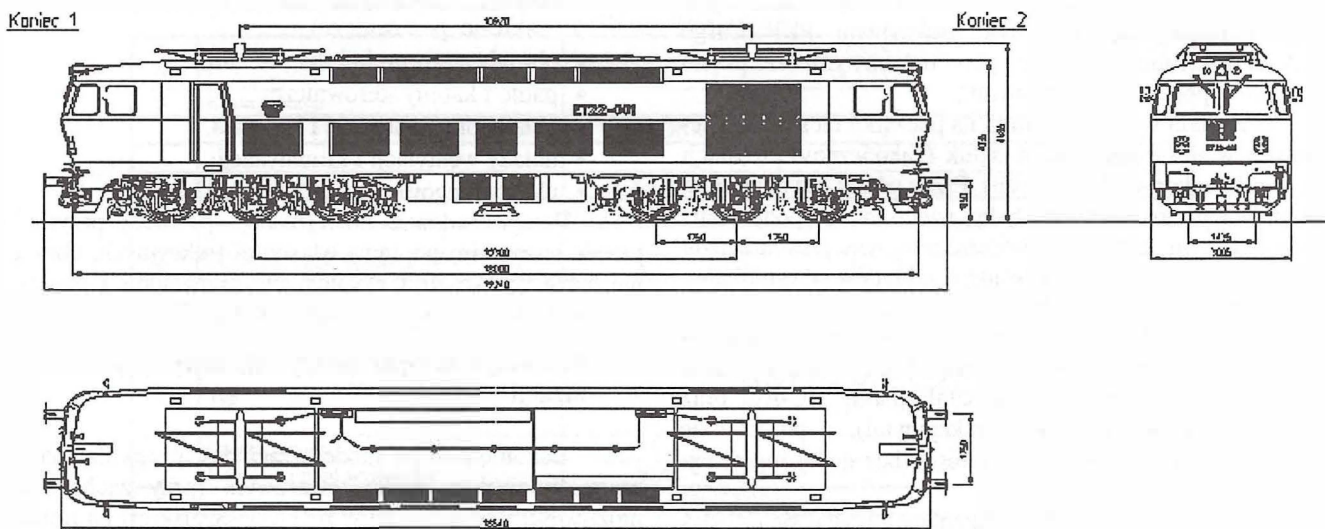
C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>  
prąd stały 3<sup>+0,6</sup><sub>-1</sub> kV

3000/3120 kW  
212/224 kN  
294 kN  
125 km/h

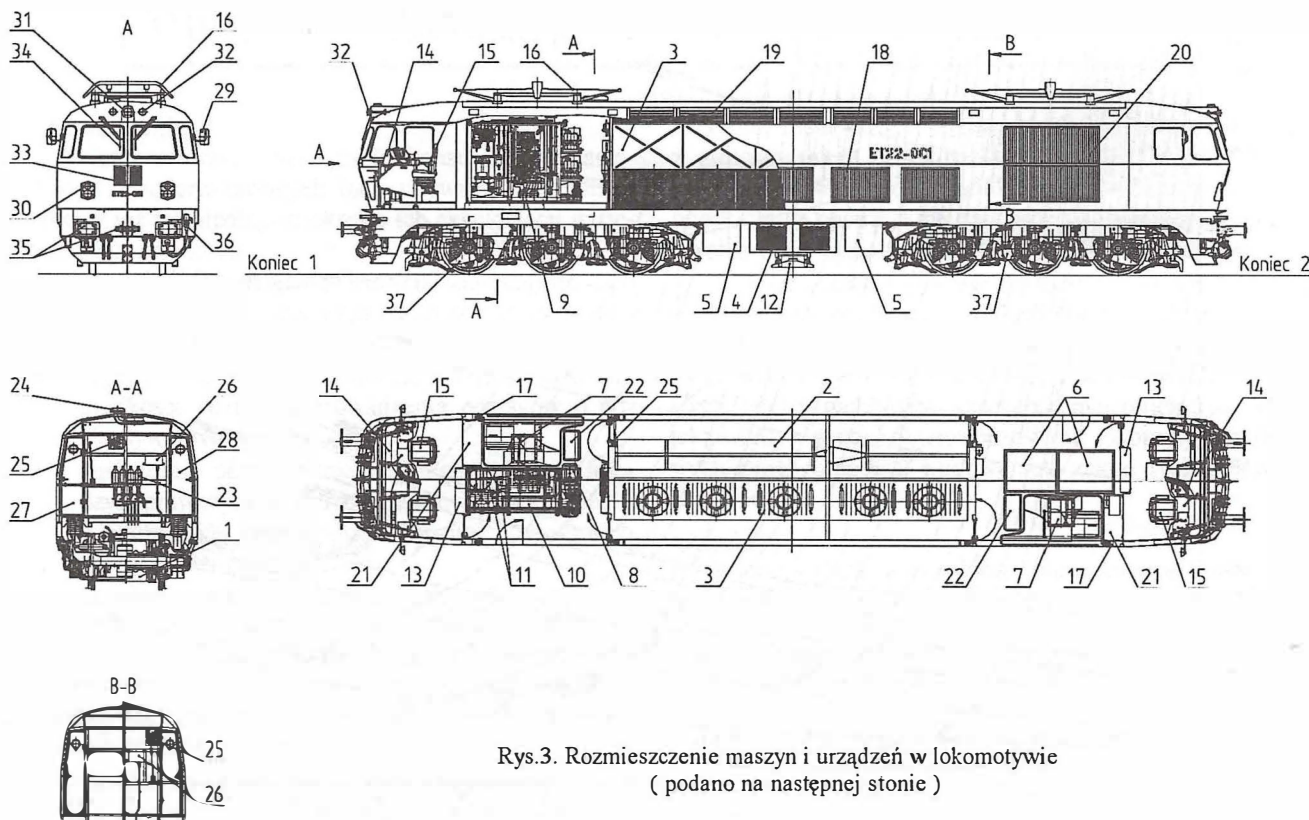
EE 541b  
mikroprocesorowy  
110V DC

przetwornica statyczna, bateria  
akumulatorów zasadowa typ 72x  
FNC142MR o pojemności 80 Ah  
118 Mg

193 kN



Rys.2. Ogólne zestawienie lokomotywy



Rys.3. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w lokomotywie  
( podano na następnej stronie )



1 – Silnik trakcyjny, 2 – Przedział WN, 3 – Oporniki rozruchowe, 4 – Skrzynia z bateriami akumulatorów, 5 – Bocznik indukcyjny, 6 – Przetwornica statyczna, 7 – Wentylator silników trakcyjnych, 8 – Agregat sprężarkowy główny, 9 – Tablica pneumatyczna, 10 – Kontener pneumatyczny, 11 – Zbiorniki powietrza, 12 – Elektromagnes SHP, 13 – Szafka w kabinie maszynisty, 14 – Pulpit maszynisty, 15 – Fotel maszynisty, 16 – Odbierak prądu, 17 – Piasecznica, 18 – Żaluzje wlotowe oporników rozruchowych, 19 – Żaluzje wylotowe oporników rozruchowych, 20 – Żaluzje wlotowe do wentylatorów silników trakcyjnych, 21 – Szafy elektryczne TK1 i TK2, 22 – Szafy elektryczne NN, 23 – Układ akumulatorów hydraulicznych układu dociążenia zestawów kołowych, 24 – Kanał wylotowy z układu sprężarek głównych, 25 – Blokada przedziału WN, 26 – Zbiornik oleju układu smarowania obrzeży kół, 27 – Drzwi wejściowe do przedziału WN, 28 – Drzwi wejściowe do przedziału oporników rozruchowych, 29 – Lusterko boczne, 30 – Oświetlenie zewnętrzne (reflektor dolny i lampa sygnałowa), 31 – Oświetlenie zewnętrzne (reflektor górny), 32 – Sygnał akustyczny, 33 – Wlot powietrza do klimatyzatora, 34 – Wycieraczki szyb czołowych, 35 – Urządzenia pociągowo-zderzne, 36 – Sprzęg gwzeczny, 37 – Wózek trakcyjny.

### 3. Zakres prac modernizacyjnych

Lokomotywa została zmodernizowana zarówno w układach elektrycznych jak i mechanicznych. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w zmodernizowanej lokomotywie prezentuje rys. 3.

Ogólny zakres zrealizowanych prac modernizacyjnych obejmował:

- W układach elektrycznych:
  - obwód główny – przy zachowaniu starych odbieraków prądu wprowadzono nowoczesny krajowy wyłącznik szybki typ DCL-W, krajowej firmy silniki trakcyjne z klasą izolacji H i obrotowymi szczotkotrzymaczami, elektroniczne układy pomiarowe oraz nowoczesne styczniki wysokonapięciowe (ogólny schemat obwodu głównego przedstawiono w [1]).
  - obwód pomocniczy – wprowadzono przetwornicę statyczną z napięciem wyjściowym 110V DC (5 kW) i 3x400V AC (75 kVA), silniki wentylatorów silników trakcyjnych, maszyny klimatyzatora oraz silniki sprężarek na prąd przemienny, a pozostałe urządzenia pomocnicze, niektóre sterujące, napęd sprężarki odbieraka prądu na prąd stały. Do zasilania sterowników mikroprocesorowych w układach oświetleniowych i drobnych odbiorach pomocniczych zastosowano indywidualne zasilacze 110V/24V DC,
  - obwody sterowania i diagnostyki – wykonane zostały w technice mikroprocesorowej z wykorzystaniem sterownika centralnego i sterowników głównych zespołów i układów. System diagnostyki będzie identyfikował niesprawność, pomagał obsłudze w sytuacjach awaryjnych oraz zbierał informacje dla późniejszych prac obsługowo-naprawczych. System sterowania będzie zarządzał, uruchamiał, sterował, przetwarzał i koordynował właściwą pracę wszystkich układów lokomotywy oraz jej głównych urządzeń. Wszystkie parametry pracy będą dostępne w sposób bezpośredni lub pośredni na monitorach umieszczonych na pulpitych sterujących w każdej kabinie. Schemat blokowy układu sterowania przedstawiono na rys.4.

- W układach mechanicznych:

- nadwozie – konstrukcja pudła i ostoi bez zasadniczych zmian. Zmiany dostosowawcze wyniknęły z modyfikacji oświetlenia zewnętrznego, wprowadzenia jednych drzwi zewnętrznych po każdej stronie, modyfikacji układów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, rozmieszczenia nowych zespołów i urządzeń w przedziałach maszynowych i przedziale wysokonapięciowym,
- kabina sterownicza – pełna modernizacja obejmująca nowy układ pulpitu-fotel, nową izolację termiczną i akustyczną, nowe wyłożenia ścian, sufitu i podłogi, szyby elektrogrzejne z wycieraczkami i spryskiwaczami o napędzie elektrycznym, układ klimatyzacji i dogrzewania, urządzenia związane z bezpieczeństwem ruchu oraz urządzenie socjalne (rozmieszczenie urządzeń na pulpicie prezentuje rys.5).
- układy biegowie – zachowanie w znacznej części wózka oraz układów: przeniesienia sił wzdłużnych, napędu i zestawu kołowego. W pozostałych zespołach pełna modernizacja obejmująca – usprężynowanie pierwszego stopnia i prowadzenia zestawów kołowych, łożyskowania maźnic, układ oparcia nadwozia na wózkach, układ stabilizacji pionowych nacisków kół przy działających siłach pociągowych oraz układ smarowania olejowego obrzeży kół (ogólne zestawienie zmodernizowanego wózka prezentuje rys.6.).
- układ pneumatyczny i hamulca – pełna modernizacja przy zachowaniu hamulca klockowego na wózkach. Modernizacja układu objęła wprowadzenie nowoczesnego kontenera pneumatycznego, w skład którego wchodzi: tablica pneumatyczna, sprężarki główne i pomocnicze, osuszacz, zbiorniki powietrza, hamulca postojowego typu sprężynowego oraz manipulatora hamulca głównego pomocniczego i bezpieczeństwa; orurowania z rur nierdzewnych. (ogólny schemat układu pneumatycznego prezentuje rys.7).

Niezależnie od przedstawionego ogólnego zakresu modernizacji głównych układów, lokomotywa została wyposażona w szereg nowych i zmodyfikowanych aparatów, urządzeń i układów jak: układ oświetlenia wewnętrznego, układ blokad przedziału wysokonapięciowego, układ sygnalizacji pożaru, nową kolorystykę zewnętrzną i wewnętrzną itd.[2].

### 3. Podsumowanie

Prezentowana konstrukcja zmodernizowanej lokomotywy oraz jej główne zespoły i układy zostaną poddane szczegółowym próbom i badaniom stanowiskowym, ruchowym oraz 6-miesięcznej eksploatacji nadzorowanej. Przewiduje się, że pojazd ten będzie jeszcze eksploatowany z powodzeniem przez następne 25 lat, co da wymierne korzyści ekonomiczne.

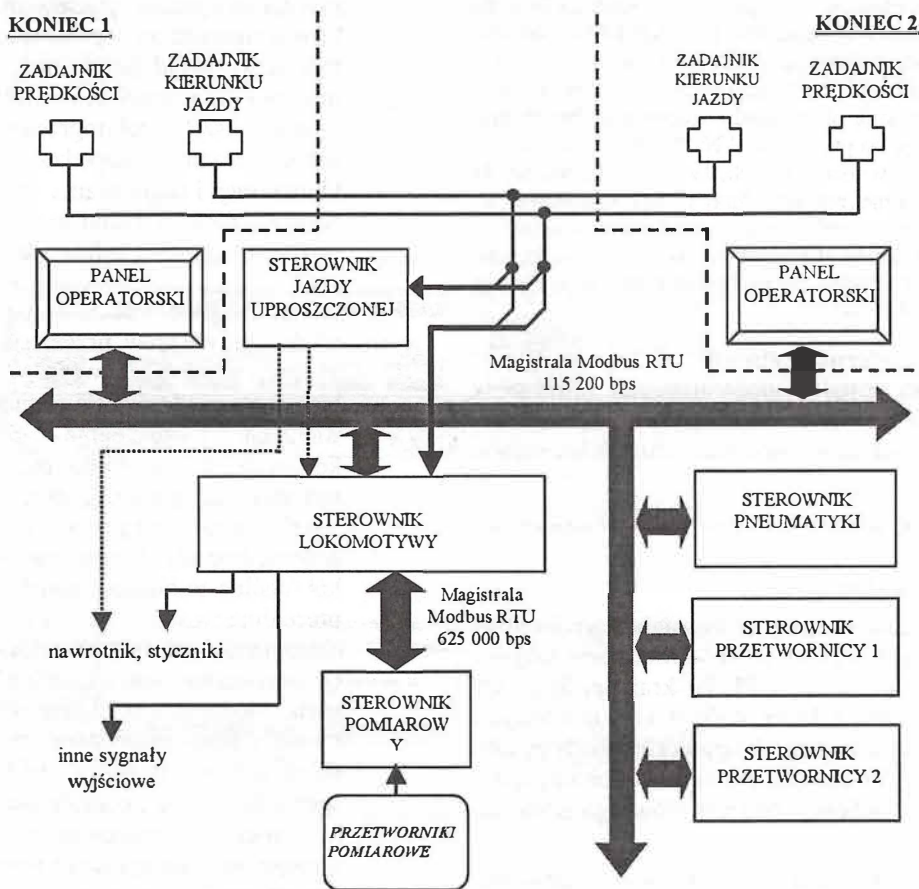
Projektanci, producent oraz eksploatacja mają przekonanie że w wyniku modernizacji:

- wydłuży się co najmniej o 500 tys. km przebieg lokomotywy do naprawy głównej,
- zmniejszy się o około 20% liczba wykonywanych przeglądów i napraw,

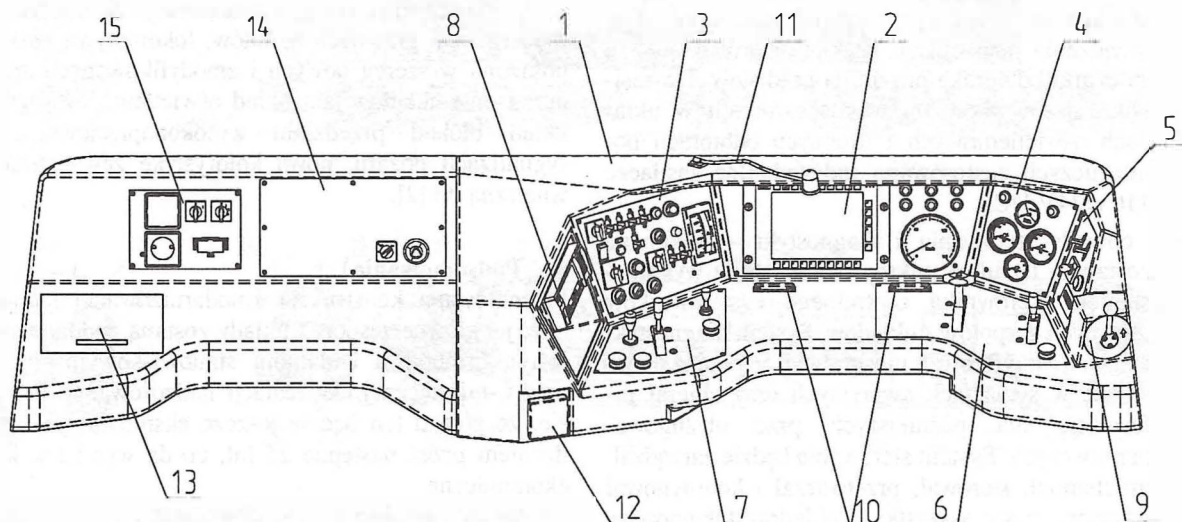
- zmniejszy się o około 30% koszt i czas przebywania lokomotywy na przeglądach i w naprawach,
- poprawią się warunki pracy obsługi (wielkość niewymierna).

Po okresie eksploatacji obserwowanej i wprowadzeniu

ewentualnych uzupełnień modyfikacyjnych w poszczególnych układach i zespołach wynikających zarówno z produkcji jak i eksploatacji, przewiduje się zmodernizowanie pierwszej serii (poza prototypem) tj. 49 sztuk lokomotyw. Na zakończenie należy zaznaczyć, że cała modernizacja lokomotywy została wykonana siłami przemysłu krajowego.



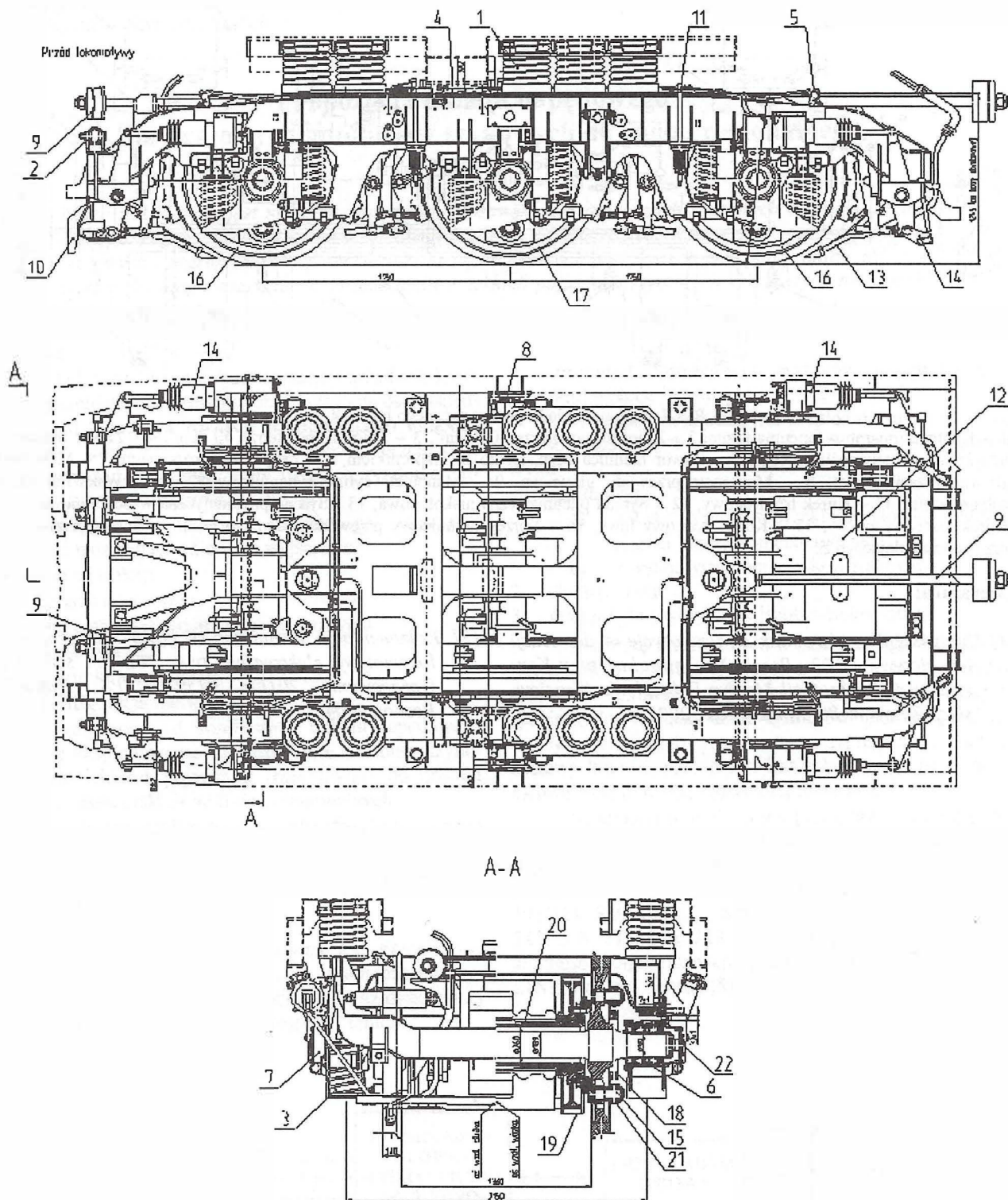
Rys.4. Schemat blokowy układu sterowania



Rys.5. Rozmieszczenie urządzeń na pulpicie sterującym

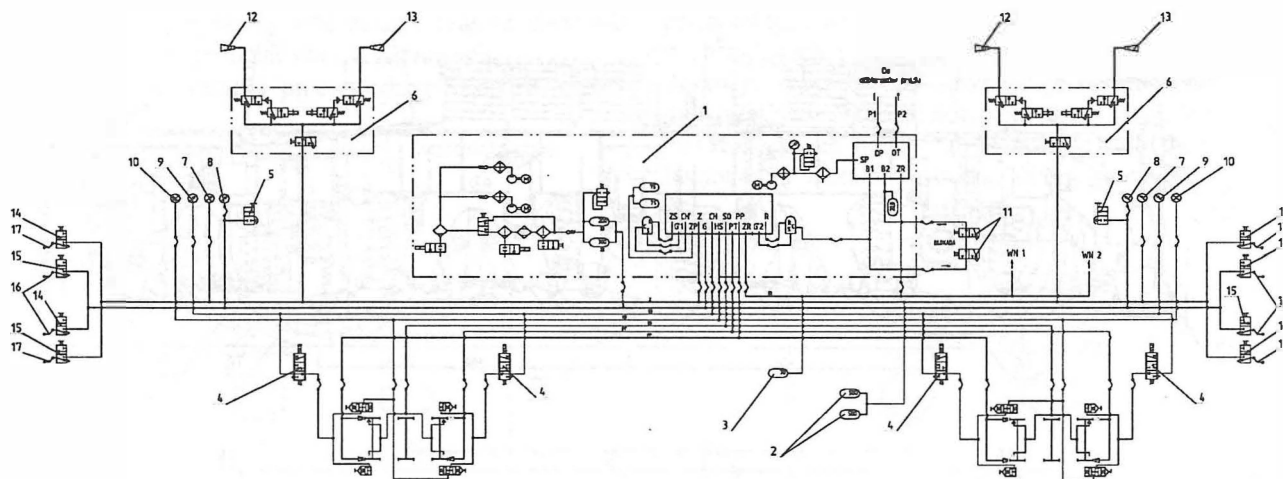
1 - Konsola pulpitu maszynisty, 2 - Panel czołowy, 3 - Panel przełączników lewy, 4 - Panel manometrów, 5 - Panel boczny, 6 - Panel sterujący prawy, 7 - Panel sterujący lewy, 8 - Panel radiotelefonu z konsolą operatorską „Koliber”, 9 - Hamulec czeństwa, 10 - Klip do rozkładu jazdy, 11 - Lampka pulpitowa, 12 - Podstawka pod napoje, 13 - Kuchenka elektryczna, 14 - Panel sterujący klimatyzatora, 15 - Panel lewy.





Rys.6. Ogólne zestawienie wózka

1 – Oparcie pudła na wózku, 2 – Układ tłumienia i odbijaków, 3 – Usprężynowanie I stopnia, 4 – Rama wózka, 5 – Układ smarowania obrzeży kół na wózku, 6 – Maźnica zestawu kołowego prawa, 7 – Maźnica zestawu kołowego lewa, 8 – Napęd elektryczny szybkościomierza, 9 – Urządzenie pociągowo-skrętne, 10 – Odgarniacz, 11 – Układ wieszaków zabezpieczających wózek przy podnoszeniu lokomotywy podnosz. lok. 12 – Silnik trakcyjny, 13 – Układ rur piaskowych na wózku, 14 – Układ hamulca na wózku, 15 – Układ napędu zestawu kołowego, 16 – Zestaw kołowy skrajny, 17 – Zestaw kołowy środkowy, 18 – Krzyżak napędowy, 19 – Osłona przekładni zębatej, 20 – Drażony wał napędny, 21 – Ciężko napędu, 22 – Szczotka uziemiająca maźnicy.



Rys.7. Schemat układu pneumatycznego lokomotywy

1 – Kontener aparatury pneumatycznej, 2 – Zbiornik powietrza 500 dcm<sup>3</sup>, 3 – Zbiornik powietrza 40 dcm<sup>3</sup>, 4 – Zawór upustowy urządzenia przeciwoślizgowego, 5 – Zawór hamulca bezp. DN25 ze wspomnikiem, 6 – Zespół zaworów syren, 7 – Manometr zbiornika zasilającego, 8 – Manometr przewodu głównego, 9 – Manometr cylindra hamulcowego, 10 – Wskaźnik stanu zahamowania, 11 – Kurek trójdrogowy, 12 – Syrena pneumatyczna niskotonowa, 13 – Syrena pneumatyczna wysokotonowa, 14 – Kurek końcowy prawy, 15 – Kurek końcowy lewy, 16 – Sprzęg hamulcowy przewodu głównego G, 17 – Sprzęg hamulcowy przewodu zasilającego Z.

#### Literatura:

- [1] Durzyński Zb., Marciniak Z., *Propozycje modernizacji lokomotywy ET22. Prace Naukowe Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej. Zeszyt nr 86. Konferencje, 2002.*
- [2] *Dokumentacja techniczno-ruchowa zmodernizowanej lokomotywy elektrycznej typu 201 Em serii ET22, Opracowanie 201Em 0159-1, IPS „Tabor” – Poznań, 2004.*