

Modernizacja spalinowych lokomotyw serii TEM 2

Artykuł poświęcony jest zagadnieniom związanym z modernizacją spalinowych lokomotyw manewrowych serii TEM2 sprowadzonych dla PKP i dużych zakładów przemysłowych z byłego ZSRR. Przedstawiono w nim zakres modernizacji układów i zespołów mechanicznych i elektrycznych oraz zaprezentowano główne parametry lokomotyw po modernizacji. W zakończeniu przedstawiono ogólne efekty uzyskiwane w dotychczasowej eksploatacji zmodernizowanych lokomotyw.

1. Wstęp

Lokomotywy spalinowe serii TEM2 z przekładnią elektryczną, układem osi C₀-C₀ przeznaczone są zasadniczo do wykonywania ciężkich prac manewrowych, oraz w wyjątkowych wypadkach do prac z pociągami towarowymi na magistralach kolejowych. Lokomotywy te były produkowane przez Briąńskie Zakłady Budowy Lokomotyw Spalinowych dla potrzeb kolei (normalnotorowych i szerokotorowych) oraz dużych zakładów przemysłowych (huty, kopalnie, elektrociepownie).

W kraju lokomotywy te, ze względu na prostą konstrukcję i mało skomplikowane wyposażenie (podobieństwo w znacznej mierze do lokomotyw serii ST44) cieszyły się dobrą opinią. Jednakże w zmieniających się warunkach ekonomicznych ich eksploatacja generowała znaczne koszty wynikające przede wszystkim z przestarzałej konstrukcji zwłaszcza silnika spalinowego oraz układów pomocniczych. Z tego względu nastąpiło na początku obecnego wieku zainteresowanie większości użytkowników modernizacją tych lokomotyw.

Celem modernizacji było z jednej strony usunięcie dotychczasowych wad lokomotywy a z drugiej dostosowanie parametrów do wymagań związanych przede wszystkim z ich eksploatacją na sieci PLK. Modernizacja dotyczyła następujących zagadnień:

- zwiększenia mocy lokomotywy,
- obniżenia zużycia oleju napędowego i środków smarnych,
- wydłużenia okresów międzyprzegładowych i międzynaprawczych,
- zmniejszenia kosztów eksploatacji,
- poprawy warunków pracy obsługi.

Wychodząc naprzeciw tym zagadnieniom w IPS „TABOR” zaproponowano dwa etapy modernizacji – przyspieszony (SM 48) i docelowy (TEM 2/15M).

1. Zakres modernizacji

Zakres modernizacji przyspieszonej wykonanej w 2003r. (w oparciu o zespół prądotwórczy z lokomotywy SP32M) obejmował:

- wymianę dotychczasowego silnika PDIM o mocy 882 kW (1200 KM) na nowoczesny silnik typu 12V396TC14 firmy MTU o mocy 1015 kW, charakteryzujący się niskim zużyciem oleju napędowego wynoszącym 208g/kWh, wydłużoną żywotnością do 30 000 tys. godzin pracy do naprawy głównej oraz spełniający aktualne wymagania karty UIC 624 [4] w zakresie toksyczności spalin (4),

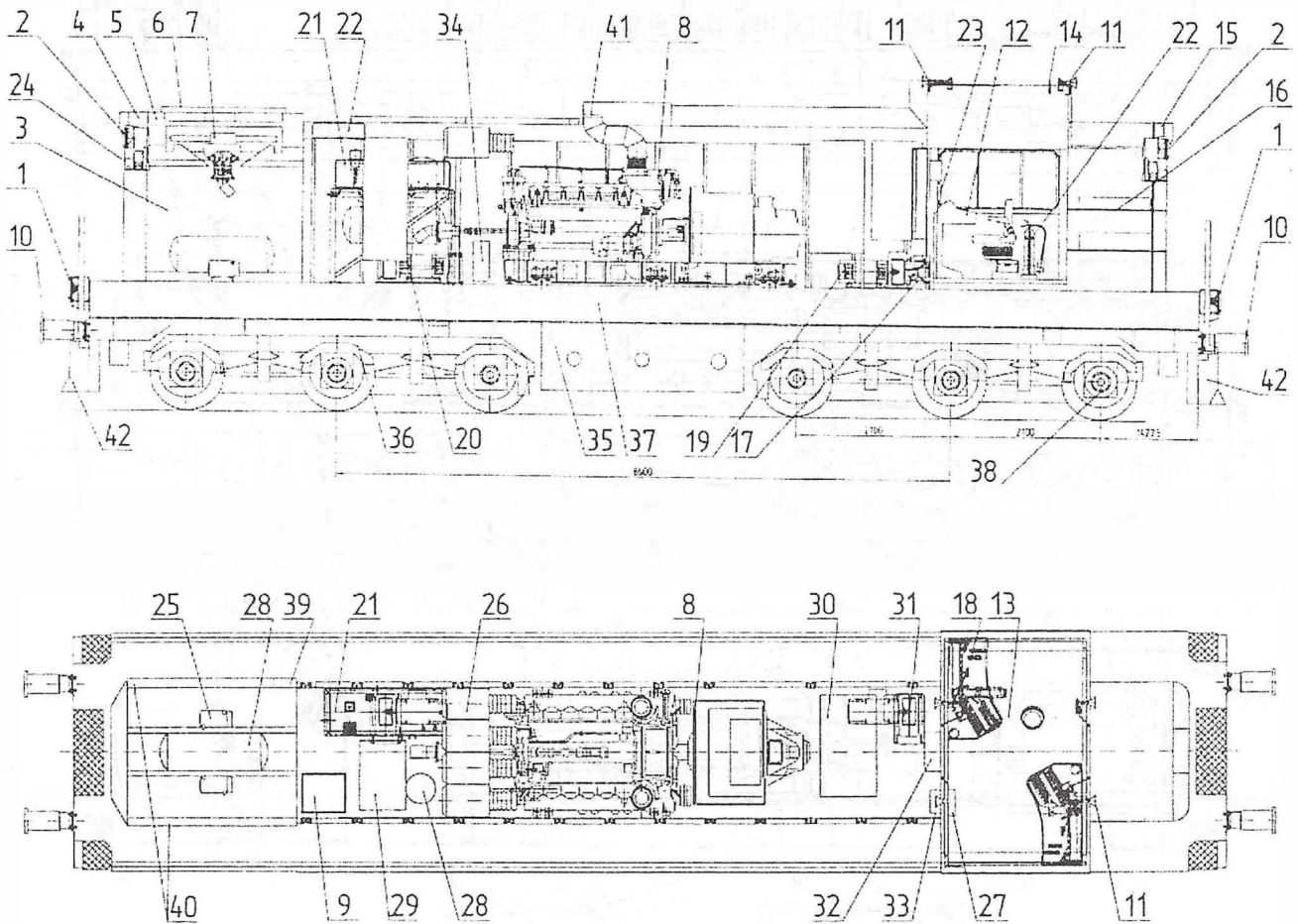
- wymianę dotychczasowych prądnic prądu stałego o niezależnym wzbudzeniu i własnej wentylacji ze zespołem nowoczesnych prądnic synchronicznych (główna, wzbudnica, pomocnicza) zabudowanych na wspólnym wale i w jednym korpusie,
 - wymianę dotychczasowych pomocniczych napędów za pośrednictwem wałów, przekładni i sprzęgieł na napędy hydrostatyczne sprzężarki głównej i wentylatora chłodnicy oraz napęd elektryczny wentylatorów silników trakcyjnych,
 - zastosowanie w miejsce trzycylindrowej sprzężarki tłokowej nowoczesnego agregatu ze sprzężarką śrubową,
 - zastosowanie nowoczesnego systemu sterowania mikroprocesorowego nadzorującego pracę zespołu prądotwórczego, silników trakcyjnych, sprzężarki powietrznej i wentylatorów silników trakcyjnych,
 - rekonstrukcję całej kabiny maszynisty, w której stare rozwiązanie zastąpiono:
 - dwoma równorzędnymi pulpitemi sterującymi z ergonomicznym rozmieszczeniem urządzeń i aparatów,
 - dwoma ergonomicznymi fotelami,
 - oknami czołowymi z szybami elektrogrzejnymi oraz wycieraczkami i spryskiwaczami z napędem elektrycznym,
 - osłonami i roletami przeciwsłonecznymi okien czołowych i okien bocznych,
 - ogrzewaniem nawiewnym i wentylatorami dachowymi wyciągowo-tłoczącymi,
 - nowoczesną izolacją akustyczną i termiczną oraz wyłożeniami ścian i dachów z tworzyw sztucznych i mat przeciwoślizgowych na podłodze.
- W kabinie umieszczono również centralkę stałego urządzenia gaszącego zabudowanego w przedziale maszynowym.
- zastosowanie nowoczesnego układu hamulca tj. zabudowa tablicy aparatów pneumatycznych i elektropneumatycznych oraz nowych manipulatorów zabudowanych na pulpitemi sterujących.

Ponadto w lokomotywie zastosowano:

- układ smarowania obrzeży kół na smar stały,
- halogenowe oświetlenie zewnętrzne z układem monitoringu (kamery),

- nowe układy bezpieczeństwa (CA, SHP, Radiostop) oraz nową instalację radiową,
- nowe w zakresie konstrukcji i wyposażenia szafy obwodów elektrycznych – głównych, pomocniczych i sterowania.

Widok ogólny rozmieszczenia maszyn i urządzeń w zmodernizowanej lokomotywie przedstawiono na rys.1 a jej główne parametry w tabelach 1 i 2.



Rys.1. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w lokomotywie TEM2 z silnikiem 12V396TC14 (SM 48)

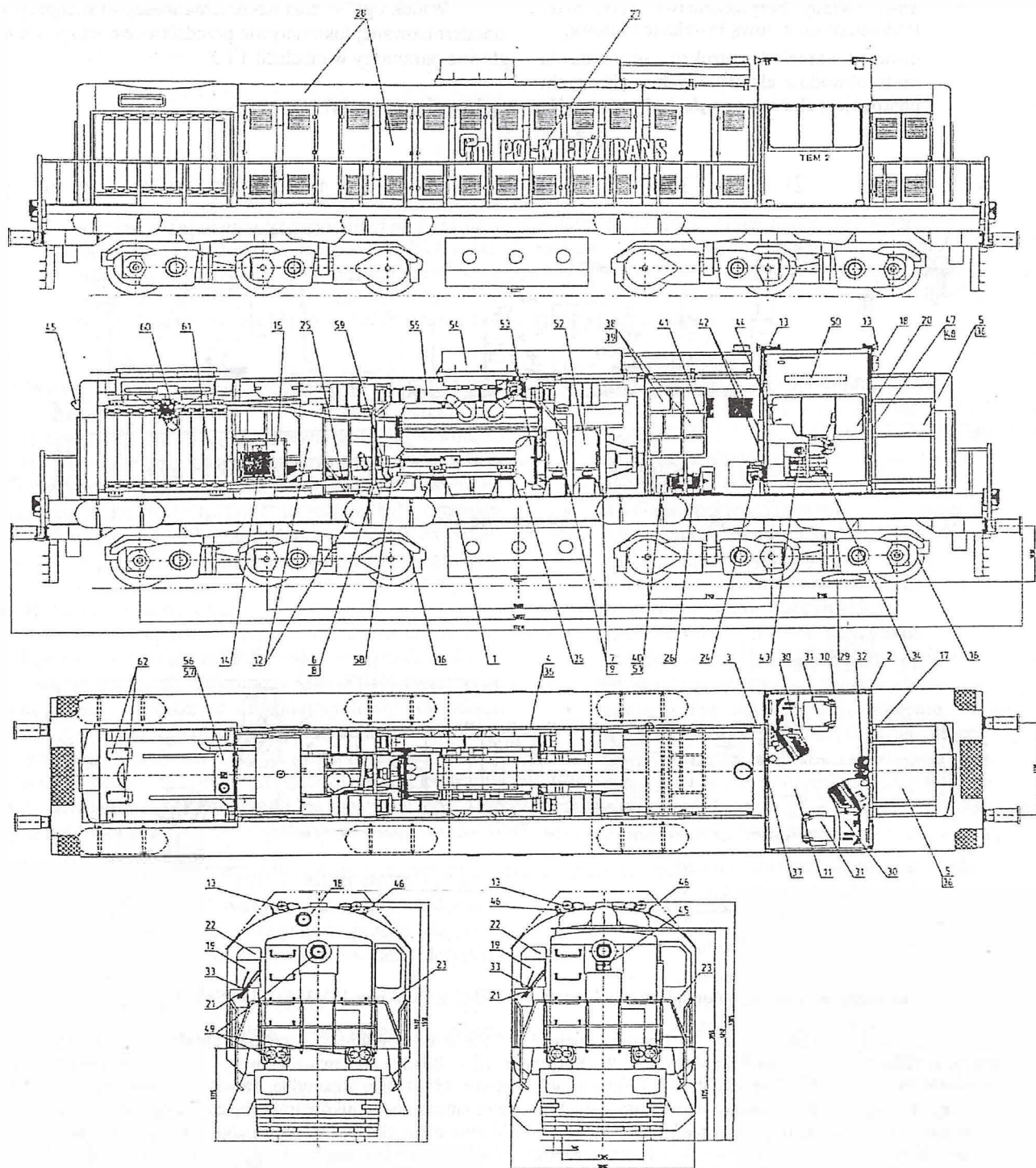
1 – Reflektory dolne, 2 – Reflektor górny, 3 – Boczne żaluzje, 4 – Piasecznice przednie, 5 – Przedział chłodnic, 6 – Żaluzja górna, 7 – Wentylator chłodnicy, 8 – Zespół prądowórczy, 9 – Sprężarka, 10 – Układ pociągowo-zderzny, 11 – Syrena akustyczna, 12 – Pulpit sterowniczy, 13 – Kabina maszynisty, 14 – Antena radiotelefonu, 15 – Piasecznica tylna, 16 – Baterie akumulatorów, 17 – Nagrzewnice, 18 – Manipulator hamulca maszynisty, 19 – Wentylator chłodzenia silników trakcyjnych tylnego wózka, 20 – Wentylator chłodzenia silników trakcyjnych przedniego wózka, 21 – Zbiornik oleju układu hydraulicznego, 22 – Zbiornik wody, 23 – Monitor, 24 – Kamera, 25 – Podgrzewacz, 26 – Filtry powietrza, 27 – Centralka pożarowa, 28 – Zbiornik powietrza, 29 – Tablica pneumatyczna, 30 – Tablica WN, 31 – Tablica NN, 32 – Tablica sterownicza TN z osłoną NN, 33 – SHP i Ca, 34 – Podgrzewacz paliwa, 35 – Zbiornik paliwa, 36 – Wózek, 37 – Ostoja, 38 – Obudowa przekładni tylnej (zestaw kołowy silnik), 39 – Sekcja chłodnicy oleju, 40 – Sekcja chłodnicy wody, 41 – Układ wydechowy silnika z tłumikiem, 42 – Zagarniacz.

Zakres **modernizacji docelowej** wykonanej w 2004r. w stosunku do modernizacji przyspieszonej obejmował wprowadzenie następujących nowych układów i zespołów:

- silnika spalinowego (wraz z osprzętem – filtry, chłodnice, posadowienie) pionowego czterosuwowego typu 12V4000 R41 firmy MTU o mocy 1500 kW, o jednostkowym zużyciu oleju napędowego 198g/kWh, cechującego się żywotnością do 30 tys. godz. pracy do naprawy głównej oraz spełniającego aktualne wymagania karty UIC 624 w zakresie toksyczności spalin,

- zespołu prądnic synchronicznych osadzonych na wspólnym wale o mocach 1425 kVA (główna); 99 kVA (pomocnicza) i 14,2 kVA (wzbudnica),
- silnika prądu stałego 110V DC o mocy 11,5 kW do napędu wentylatorów silników trakcyjnych,
- zasilania silników trakcyjnych w konfiguracji 3x2 (w lokomotywach modernizacji przyspieszonej zrealizowano 2x3).

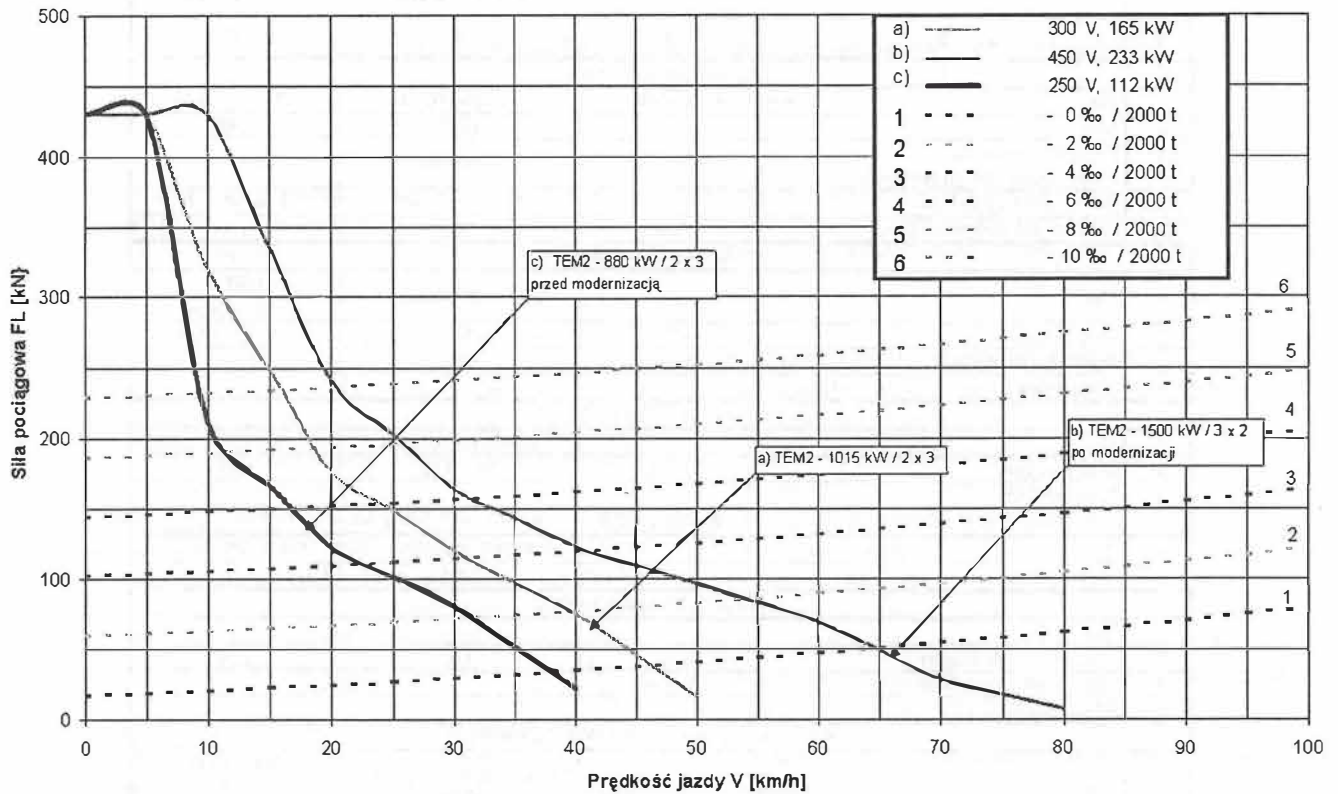
Widok ogólny rozmieszczenia maszyn i urządzeń w lokomotywie przedstawiono na rys.2, a jej główne parametry w tabelach 1 i 2.



Rys.2. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w lokomotywie TEM2 z silnikiem 12V4000R41 (TEM2/15M)

1 – Ostoja; 2 – Szkielet kabiny; 3 – Kabina szafy elektrycznej; 4 – Przedział silnikowy; 5 – Przedział akumulatorów; 6 – Przegroda przedziału maszyn; 7 – Szkielet przegrody prądnicy; 8 – Wyłożenie szkieletu przegrody przedziału maszyn; 9 – Wyłożenie szkieletu przegrody prądnicy; 10 – Wyłożenie kabiny maszynisty; 11 – Podłoga kabiny; 12 – Instalacja pneumatyczna; 13 – Syrena; 14 – Sprężarka; 15 – Kanał sprężarki; 16 – Układ smarowania f-my Century; 17 – Hamulec postojowy; 18 – Układ wentylacji; 19 – Szyby czołowe; 20 – Okno boczne; 21 – Wycieraczka szyby przedniej; 22 – Osłony p. słoneczne; 23 – Drzwi kabiny maszynisty; 24 – Ogrzewanie kabiny maszynisty; 25 – Napęd przedniego wentylatora ST; 26 – Napęd tylnego wentylatora ST; 27 – Napisy; 28 – Kolorystyka lokomotywy; 29 – Elektromagnes; 30 – Pulpit w kabynie maszynisty; 31 – Fotel w kabynie maszynisty; 32 – Gaśnica w kabynie maszynisty; 33 – Spryskiwacz; 34 – Śmietniczka; 35 – Kanały kablowe; 36 – Orurowanie ogólne przedziału maszynowego i akumulatorów; 37 – Aparaty elektryczne na tablicy sterowniczej NN; 38 – Aparaty elektryczne w szafie – część WN; 39 – Aparaty elektryczne w szafie – część NN; 40 – Nawrotnik; 41 – Szafa elektryczna; 42 – Aparaty SHP i CA; 43 – Urządzenie radiotelefonu; 44 – Monitor; 45 – Kamery; 46 – Anteny; 47 – Aparaty elektryczne w przedziale akumulatorów; 48 – Skrzynka wyłączników; 49 – Reflektory; 50 – Oświetlenie kabiny maszynisty; 51 – Szyny nawrotnika; 52 – Agregat prądowórczy; 53 – Połączenie silnika z prądnicą; 54 – Wylot spalin; 55 – Układ zasilania powietrzem silnika; 56 – Zbiornik; 57 – Zabudowa zbiornika oleju; 58 – Napęd pompy sprężarki; 59 – Napęd pompy wentylatora; 60 – Napęd wentylatora; 61 – Chłodnica wody i oleju; 62 – Podgrzewacz wody.

Porównanie możliwości trakcyjnych lokomotywy TEM2 przed i po modernizacji zaprezentowano na rys.3.



Rys.3. Możliwości trakcyjne lokomotyw TEM2 przed i po modernizacji

Główne parametry modernizowanych lokomotyw

Tabela 1.

L.p.	Nazwa parametru	Jednostka	Lokomotywa	
			SM48 (TEM2)	TEM2/15M
1	2	3	4	5
1.	Układ osi	-	C ₀ -C ₀	
2.	Masa służbowa	Mg	118	
3.	Nacisk osi na tor	kN	193	
4.	Siła pociągowa pracy ciągłej	kN	232	
5.	Max. prędkość	km/h	100	
6.	Rodzaj przekładni	-	Elektryczna AC-DC	
7.	Sterowanie lokomotywy	-	Sterownik elektroniczny Intelo	
8.	Skrajnia	-	PN-70/K-02056	
9.	Szerokość toru	mm	1435	
10.	Długość lokomotywy	mm	17029	17210
11.	Szerokość lokomotywy	mm	3120	
12.	Wysokość lokomotywy	mm	4437	
13.	Baza lokomotywy	mm	8600	
14.	Odległość osi wózka	mm	2100	
15.	Średnica koła nowego / max. zużytego	mm	1050 / 990	
16.	Minimalny promień łuku toru	m	80	

L.p.	Nazwa parametru	Jednostka	Lokomotywa	
			SM48 (TEM2)	TEM2/15M
1	2	3	4	5
SILNIK SPALINOWY				
1.	Typ	-	12V396TC14	12V4000 R41
2.	Moc	kW	1015	1500
3.	Prędkość obrotowa znamionowa / biegu jałowego	obr/min	1500/600	1800/600
4.	Ilość i układ cylindrów		12 układ V 90°	12 układ V 90°
5.	Zużycie jednostkowe paliwa	g/kWh	208	198
PRADNICA GŁÓWNA				
1.	Typ	-	GST-1-2-990x314/8	GST-F 990x400/8
2.	Moc pozorna	kVA	1015-1035	1425,5+1438
3.	Prędkość obrotowa	obr/min	1500	1800
4.	Klasa izolacji	-		F
PRADNICA POMOCNICZA				
1.	Typ	-	GSTA 650X126/8	GSTA 650X146/8
2.	Moc pozorna	kVA	78,5/112	78/99
3.	Klasa izolacji	-		F
WZBUDNICA				
1.	Typ	-	GSTE 265X62/4	GSTE 265X66/4
2.	Moc pozorna	KVA	14,5	14,2
SILNIK TRAKCYJNY				
1.	Typ	-	ED 118 AY2	
2.	Moc przy pracy ciągłej	kW	110	230
3.	Max. prędkość obrotowa	obr/min	2290	
4.	Klasa izolacji	-		F
PROSTOWNIK GŁÓWNY I POMOCNICZY				
1.	Typ	-	MRT-LDE 900V/3000A i 110V/1500A	MRT-LDE 900V/3500A i 110V/1500A
2.	Częstotliwość	Hz	40/110	
3.	Napięcie i prąd wyjściowy	V/A	950/2000	950/3500
SPRĘŻARKA POWIETRZA				
1.	Typ	-	śrubowa CT 12D	
2.	Wydatek	m ³ /min	5	
3.	Napęd	-	silnik hydrostatyczny A2FM-28	
4.	Moc	kW	35	

3. Zakończenie

Zaprezentowane rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w zmodernizowanych lokomotywach serii TEM2 przyniosły już po niedługim okresie ich eksploatacji następujące główne korzyści:

- około dwukrotny spadek zużycia oleju napędowego w realizacji podobnych lub identycznych zadaniach trakcyjnych,
- poprawę własności trakcyjnych, w tym zwiększenia prędkości jazdy dla prowadzenia pociągów o porównywalnym tonażu,
- wydłużenie okresów międzyprzegładowych i międzynaprawczych przy równoczesnym zmniejszeniu o około 15% łącznej pracochłonności wszystkich przeglądów i napraw,
- poprawę warunków pracy i bezpieczeństwa obsługi zwłaszcza w warunkach pracy liniowej.

Ostateczne określenie jakościowe i ilościowe efektów modernizacyjnych będzie możliwe po dłuższym okresie eksploatacji lokomotyw i wykonaniu większej liczby poszczególnych przeglądów.

Niezależnie od proponowanych i zastosowanych już rozwiązań modernizacyjnych w oparciu o silniki spalinowe

firmy MTU warto zaproponować inny wariant modernizacji z zastosowaniem silników CAT (Caterpillar) z rodziny 3512 lub 3516, zespołu prądnic synchronicznych firm niemieckich lub austriackich oraz układów napędów pomocniczych z wykorzystaniem silników prądu przemiennego.

Pozwoliłoby to na stworzenie kilku sprawdzonych i w miarę uniwersalnych zespołów napędowych możliwych do zastosowania w innych typach (seriach) modernizowanych spalinowych lokomotywach manewrowych i liniowych, gdyż w najbliższym czasie nie ma co liczyć na zaprojektowanie i produkcję nowoczesnych lokomotyw spalinowych przez przemysł krajowy lub zakup tych pojazdów zagranicą.

Literatura

- [1] Instrukcja eksploatacji i obsługi lokomotywy spalinowej SM48 (TEM2 EP TEM2 EP-11), Wydawnictwo „Wniesztozgizdatiel” Moskwa.
- [2] Dokumentacja techniczno-ruchowa zmodernizowanej lokomotywy spalinowej serii TEM2 SM48M 0159-1, Opracowanie IPS „Tabor” Poznań, 2003r.
- [3] Dokumentacja techniczno-ruchowa zmodernizowanej lokomotywy spalinowej serii TEM2- TEM2/15M 0159-1, Opracowanie IPS „Tabor” Poznań, 2004r.
- [4] Karta UIC 624.