

Ograniczenie zużycia energii jako efekt modernizacji lokomotywy elektrycznej EU07

W artykule zaprezentowano wybrane aspekty modernizacji lokomotywy typu 4E/303E serii EU07, związane z ograniczeniem zużycia energii. Lokomotywa typu 303Ea serii EU07A, powstała w wyniku modernizacji, posiada nowoczesny napęd trakcyjny z falownikami IGBT i silnikami asynchronicznymi prądu przemiennego, który umożliwia rozruch częstotliwościowy i zwrot energii hamowania do trakcyjnej sieci zasilającej (rekuperację). Silniki napędów pomocniczych wentylatorów i sprzęzarek, również prądu przemiennego, są zasilane z wielowyjściowej przetwornicy statycznej z indywidualnymi rozruchami częstotliwościowymi dla każdego wyjścia. Oświetlenie zewnętrzne i wewnętrzne jest wykonane w technice LED.

1. Wstęp

Lokomotywa EU07 powstała na bazie konstrukcji angielskiej lokomotywy EU06. Przeznaczona była do prowadzenia pociągów pasażerskich i towarowych. Produkowano ją w latach 1965 – 1974 we wrocławskim „Pafawagu” jako 4E, a następnie w latach 1983 – 1992 w Fabryce Wagonów HCP jako 303E. Łącznie powstało około 480 sztuk lokomotyw EU07. Część eksploatowanych lokomotyw była w różnym zakresie modernizowana, jednak dopiero obecna modernizacja zrealizowana wspólnie przez Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” w Poznaniu i ZNTK Oleśnica S.A. jest kompleksowa. W pudle pojazdu wymieniono wszystkie urządzenia i zastosowano nowoczesną aparaturę. Układy biegowe z nowymi asynchronicznymi silnikami trakcyjnymi o większej mocy przystosowano do większej prędkości 160 km/h. Lokomotywę wyposażono w mikroprocesorowy system sterowania i diagnostyki.

Widok ogólny zmodernizowanej lokomotywy przedstawiono na fot. 1.

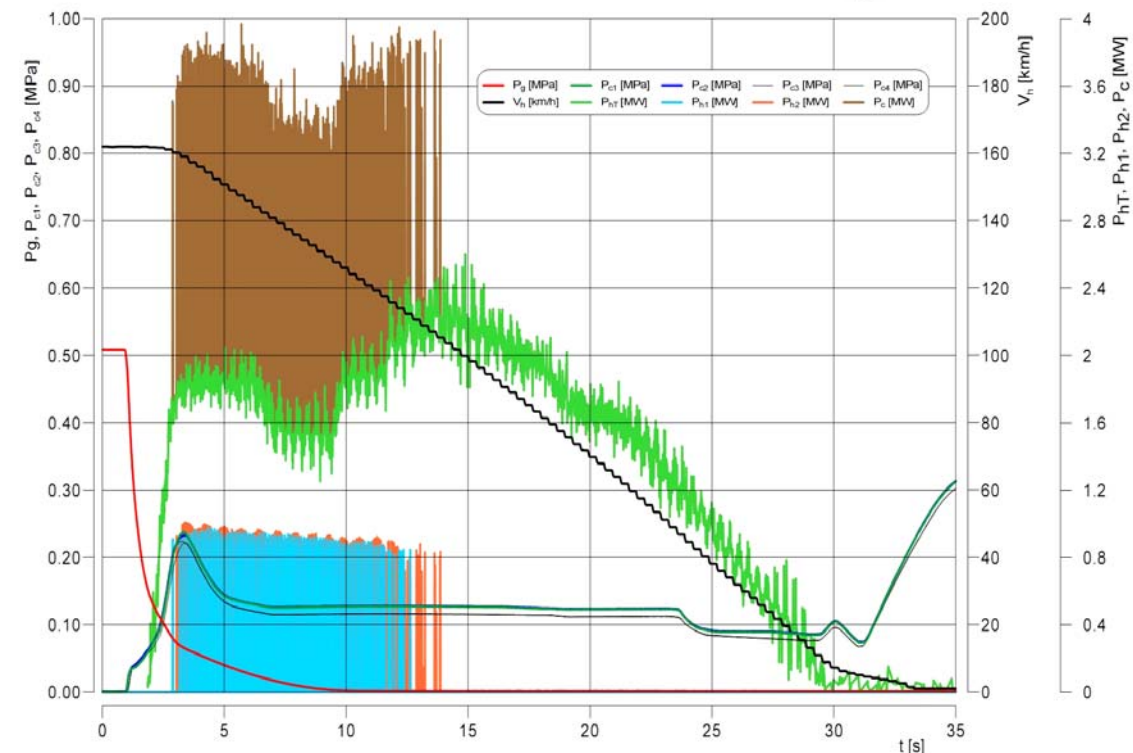
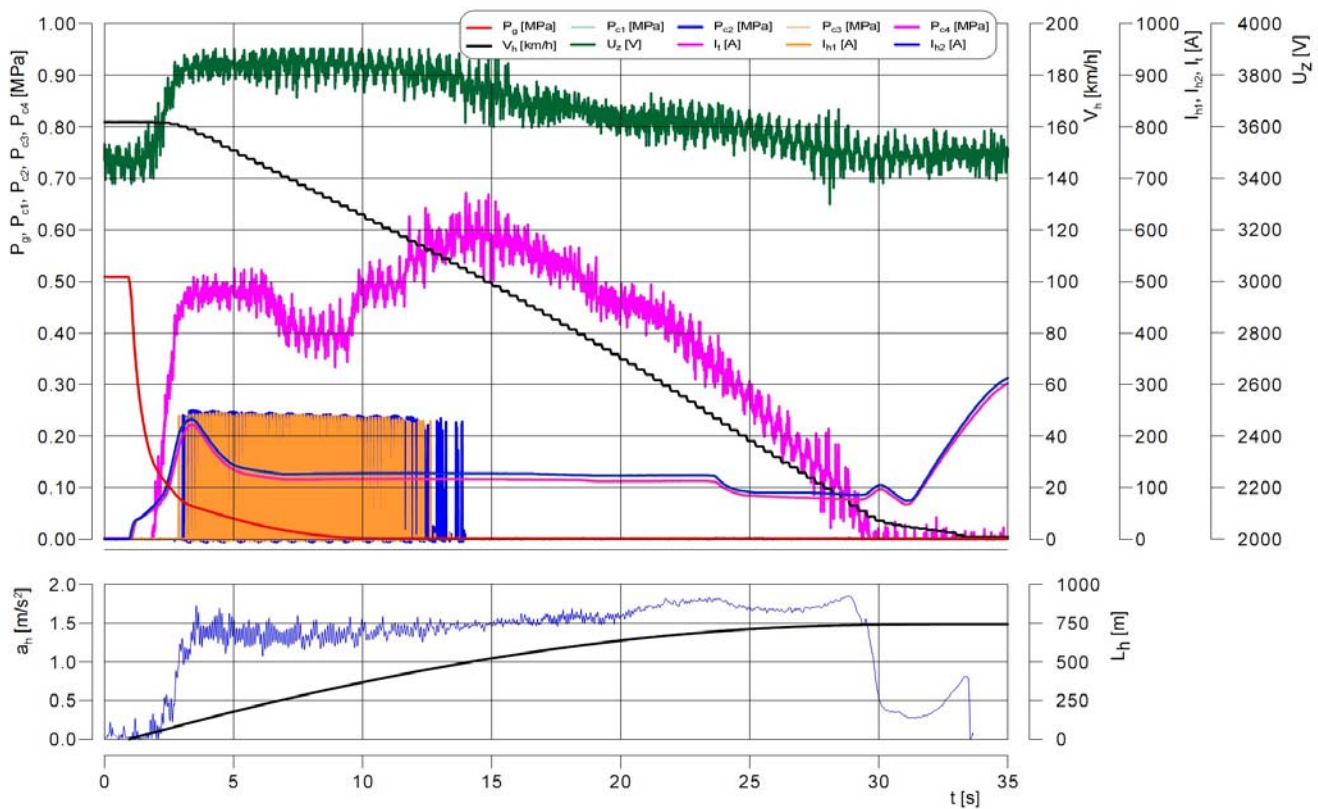
Podstawowe cechy lokomotywy, które uległy zmianie w wyniku modernizacji zestawiono w tabeli 1.



Fot. 1 Widok ogólny lokomotywy 303Ea [fot. autor]

Tabela 1. Zakres modernizacji lokomotywy EU07

Lp.	Cecha	Stan przed modernizacją	Stan uzyskany w wyniku modernizacji
1.	Moc znamionowa lokomotywy	2000 kW	3200 kW
2.	Maksymalna prędkość eksploatacyjna	125 km/h	160 km/h
3.	Napęd trakcyjny	silniki prądu stałego	silniki prądu przemiennego zasilane z falowników IGBT
4.	Układ sterowania	przełącznikowy	mikroprocesorowy
5.	Układ hamulca	tradycyjny	zintegrowany, z tablicą pneumatyczną i hamulcem postojowym sprężynowym, współpracujący z hamulcem elektrodynamicznym
6.	Układ przeciwpoślizgowy	sygnalizacja	automatyczny dla rozruchu i hamowania
7.	Napędy pomocnicze	silniki prądu stałego	silniki prądu przemiennego
8.	Przeniesienie napędu i zawieszenie silników trakcyjnych	wał łożyskowy ślizgowo; zawieszenie za pośrednictwem podkładek gumowo-parcianych	wał drażony z łożyskowaniem tocznym; zawieszenie za pośrednictwem elementów elastomero-stalowych
9.	Warunki pracy maszynistów	wysoki poziom hałasu, wysokie drgania, niski komfort	zgodne z obowiązującymi normatywnymi
10.	Energochłonność	duża	optymalna
11.	Wskaźnik gotowości technicznej	≤ 0,8	ok. 0,95



Rys. 1 Przebiegi parametrów hamowania lokomotywy 303Ea podczas hamowania elektrodynamicznego (prędkość początkowa 160 km/h, hamownie nagłe) [IPS „Tabor”]

2. Napęd trakcyjny

Falowniki trakcyjne FT-1600-3000 firmy MEDCOM umożliwiają rozruch, jazdę z zadaną siłą trakcyjną, wybieg oraz hamowanie lokomotywy. Falowniki trakcyjne zapewniają przetwarzanie napięcia wejściowego 3000 VDC na regulowane wyjściowe napięcie przemiennie w zakresie od 0 do napięcia znamionowego

silników trakcyjnych.

Dla osiągnięcia zwiększonej do 160 km/h prędkości jazdy podniesiono moc silników trakcyjnych. Uzyskano to modernizując silniki EE541 (o mocy 520 kW) poprzez zabudowanie w ich korpusach maszyn prądu przemiennego o mocy 800 kW. Do przebud-

wanych przez ZNTK Oleśnica S.A. korpusów silników Zakład Maszyn Elektrycznych EMIT S.A. zamontował silniki asynchroniczne. Nowe silniki mają oznaczenie EY 541 X4.

Układ napędowy umożliwia odzysk energii hamowania, a w razie braku możliwości odbioru energii przez sieć zasilającą – hamowanie na opornik. Hamulec elektrodynamiczny współpracuje z hamulcem elektro-pneumatycznym. Na rys. 1 przedstawiono przebiegi zarejestrowane podczas prób homologacyjnych.

3. Napędy pomocnicze

Wprowadzono napędy maszyn pomocniczych z wykorzystaniem silników asynchronicznych zasilanych z wielowyjściowej przetwornicy ENI-PL3000/130/S firmy ENIKA z rozruchem częstotliwościowym. Możliwe jest sterowanie obrotami poszczególnych silników w zależności od potrzeb – np. napęd wentylatorów silników trakcyjnych uzależniony jest od temperatury ich uzwojeń (patrz tabela 2), co nie tylko daje oszczędności energii, ale również służy ograniczeniu zużycia łożysk i emisji hałasu.

Tabela 2. Regulacja obrotów wentylatorów silników trakcyjnych w lokomotywie EU07A

Próg temperatury uzwojeń silnika	° C	≤ 40	50	60	70	80
Prędkość względna wentylatora	% n _N	20	40	60	80	100

4. Oświetlenie zewnętrzne i wewnętrzne

Na czołach lokomotywy zabudowano nowe projektory świateł głównych i sygnałowych firmy Pintsch Bamag (fot. 2).



Fot. 2 Reflektor i światła sygnałowe wykonane w technice LED [fot. autor]

W kabinach maszynisty zastosowano energooszczędne oświetlenie LED z oprawami okrągłymi firmy Teknoware z funkcją płynnego przyciemnienia oraz możliwością przełączenia na oświetlenie nocne – niebieskie (fot. 3).



Lampa o barwie ciepłobiałej



Lampa o barwie białej



Oświetlenie pełne



Oświetlenie nocne (niebieskie)

Fot. 3 Oprawy oświetleniowe LED zabudowane w suficie kabiny maszynisty [fot. autor]

Przedział maszyn wyposażono w energooszczędne oświetlenie typu LED z oprawami podłużnymi firmy Teknoware, które zapewnia odpowiednią ekspozycję poszczególnych podzespołów (fot. 4). Również tylna część szafy NN posiada indywidualne oświetlenie typu LED.



Fot. 4 Korytarz przedziału maszynowego z oprawami oświetleniowymi LED [fot. autor]

W tabeli 3 zestawiono korzyści energetyczne wynikające z zastosowania energooszczędnych źródeł światła. Dodatkową zaletą jest wielokrotnie większa żywotność lamp LED.

Tabela 3. Bilans mocy obwodów oświetlenia 24 V w lokomotywie EU07A

Lp.	Rodzaj obciążenia	Pobór mocy [W]	Pobór prądu [A]	Ładunek pobrany z baterii (5 h) [Ah]
<i>PRZED MODERNIZACJĄ</i>				
1a	Reflektory halogenowe	400	16,7	83,5
2a	Oświetlenie wewnętrzne	200	8,4	42
Razem:		600	25,1	125,5
<i>PO MODERNIZACJI</i>				
1b	Reflektory LED	100	4,2	21
2b	Oświetlenie wewn. LED	75	3,2	16
Razem:		175	7,4	37

5. Podsumowanie

Wprowadzone w wyniku modernizacji zmiany, przedstawione powyżej, podwyższają parametry techniczne lokomotywy, poprawiają warunki pracy maszynisty, obniżają koszty eksploatacji, podnoszą współczynnik gotowości technicznej lokomotywy i niwelują przepaść technologiczną między lokomotywami obecnie eksploatowanymi w Polsce a lokomotywami współcześnie produkowanymi na świecie.