

Nowe układy i rozwiązania techniczne w modernizowanej lokomotywie spalinowej serii SM42 typu 6Di

Lokomotywy spalinowe serii SM42 były produkowane przez Fabrykę Lokomotyw w Chrzanowie przez ponad 30 lat. Ogółem wyprodukowano około 1800 lokomotyw. W latach 70-tych część lokomotyw wyposażono w instalację ogrzewania wagonów, a w latach 1999-2000 40 sztuk lokomotyw wyposażono w agregat prądowórczy i trójfazową prądnicę synchronizowaną do ogrzewania wagonów. Lokomotywy serii SM42 należą do najpopularniejszych lokomotyw spalinowych eksploatowanych w Polsce. Próby modernizacyjne lokomotyw rozpoczęto w połowie lat 90-tych. W ostatnich latach Newag Nowy Sącz oraz Pesa Bydgoszcz podjęły się kompleksowej modernizacji lokomotyw serii SM42 dla potrzeb PKP Cargo SA oraz zakładów przemysłowych w oparciu o silnik CAT C27 i C15 firmy Caterpillar.

Prezentowany artykuł jest poświęcony trzeciemu wariantowi modernizacji, realizowanemu wspólnie przez Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” w Poznaniu i Fablok Chrzanów, w oparciu o silnik spalinowy firmy MAN.

W artykule zaprezentowano charakterystyki trakcyjne i możliwości pociągowe lokomotywy oraz jej podstawowe parametry. Ponadto przedstawiono opisy nowych i zmodernizowanych zespołów i układów oraz zakres prób i badań będących do wykonania dla uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji. Referat powstał w ramach realizowanego projektu celowego nr 6ZR6 2008C/07089 pt. Zmodernizowana lokomotywa manewrowa typu 6D (serii SM42) z silnikiem spalinowym spełniającym wymagania normy EURO IIIa.

1. Wprowadzenie

Lokomotywy spalinowe serii SM42 (6D) zaprojektowane w CBK PTK w Poznaniu w połowie lat pięćdziesiątych były produkowane przez Fabrykę Lokomotyw w Chrzanowie przez ponad 30 lat.

Ogółem wyprodukowano około 2000 sztuk tych najbardziej popularnych lokomotyw z czego około 1200 na potrzeby Polskich Kolei Państwowych, 600 sztuk dla zakładów przemysłowych a 37 sztuk wyeksportowano do Maroka. Lokomotywy przeznaczone były do prowadzenia prac manewrowych i pracy liniowej z pociągami towarowymi i wyposażone były w wózki typu 6D, 1LN i 1LNa.

W latach 1975-1977 około 40 lokomotyw zostało przystosowanych do ogrzewania wagonów osobowych. Przebudowa lokomotyw (oznaczonych SU42) polegała na wyposażeniu ich w instalację elektryczną o napięciu 500V zasilaną z prądnicy głównej. Wymagało to wykonania dodatkowego okablowania i montażu sprzęgów grzewczych.

W latach 1999-2000 lokomotywy serii SP42 przeznaczone do prowadzenia pociągów pasażerskich (wyposażonych wcześniej w kocioł grzewczy typu WB-5 do wytwarzania pary) zostały przystosowane do ogrzewania elektrycznego wagonów osobowych. W miejsce kotła typu WB-5 zabudowany został agregat prądowórczy składający się z silnika spalinowego typu CAT 3208 o mocy 180kW, synchronicznej prądnicy trójfazowej i układu prostownikowego, dostarczającego prąd o napięciu 3000V. Ogółem przebudowano 40 lokomotyw.

Lokomotywy serii SM42 nie były kompleksowo modernizowane przez ponad 40 lat.

Dopiero w 1996r. Zakłady Naprawcze Taboru Kolejowego w Pile wspólnie z Ośrodkiem Badawczo – Rozwojowym Pojazdów Szynowych (obecnie IPS „Tabor”) w Poznaniu została wykonana pierwsza modernizacja lokomotywy SM42, którą oznaczono SM42-2000 (6Dc).

Lokomotywa została wyposażona w silnik typu 12V396TC12 produkcji Faur (Rumunia) na licencji MTU, elektroniczny regulator, prądnicę główną prądu przemiennego i sprężarkę śrubową oraz tablicę pneumatyczną (pierwszą zainstalowaną w krajowych pojazdach trakcyjnych zaprojektowaną w OBRPS Poznań). Ponadto, dla poprawy warunków pracy maszynistów lokomotywa została wyposażona w zmodernizowaną kabinę sterowniczą (opartą na amortyzatorach) z dwoma pulpitemi sterowniczymi i drzwiami wejściowymi z bocznych pomostów, smarowaniem obrzeży kół oraz halogenowym oświetleniem zewnętrznym.

Ogółem wyprodukowano tylko jedną lokomotywę przystosowaną do sterowania radialnego eksploatowaną obecnie przez PKP Cargo SA.

W latach 1997-1999 w przedsiębiorstwie Taboru Kolejowego i Gospodarki Kamieniem w Rybniku dokonano również modernizacji lokomotywy SM42 (oznaczonej LS1000 – 6Dd dla kopalni węgla kamiennego) w oparciu o silnik wysokoprężny typu 8V396TC14 o mocy 785kW firmy MTU i synchroniczną prądnicę główną typu LSG 850 – 90 wraz ze wzbudnicą, prądnicą pomocniczą i zespołem prostownikowym produkcji ABB Dolmel Drives. Ponadto w lokomotywie zabudowano nowy agregat chłodniczy silnika spalinowego, sprężarkę śrubową i oświetlenie halogenowe. Lokomotywa wyposażona została także w nowoczesną kabinę sterowniczą odizolowaną od podwozia, dwa pulpity sterownicze i nowoczesne fotele oraz nowoczesne układy sterowania i diagnostyki.

Ogółem wyprodukowano 2 sztuki lokomotyw które powstały dopiero na początku 2002r.

Przez następne kilka lat nie było zainteresowania modernizacją lokomotyw serii SM42.

Dopiero w 2007r. powstała prototypowa lokomotywa serii SM42 (6Dg) zmodernizowana przez Newag Nowy Sącz, a kilka lat później w Pesa Bydgoszcz wyprodukowano zmodernizowaną lokomotywę typu 6Dk z dwoma zespołami prądotwórczymi.

W lokomotywie 6Dg zastosowano zespół prądotwórczy w oparciu o silnik CAT C27 o mocy 652kW, a w lokomotywie 6Dk dwa silniki CAT 15 o mocy 403kW każdy [2,3].

Pozostałe modernizacje (różnice w zastosowanych różnych aparatach i urządzeniach) dotyczyła dla obu typów lokomotyw (6Dg i 6Dk) zespołu prądnic synchronicznych, kabin sterowniczych i pulpitemi, mikroprocesorowych układów diagnostyki i sterowania, wprowadzenie napędów asynchronicznych dla napędu sprężarek i wentylatorów, silników trakcyjnych (w lokomotywie 6Dk zastosowany napęd hydrauliczny), zabudowy systemu gaśniczego, elektronicznych prędkościomierzy i urządzeń do pomiaru paliwa, urządzeń smarowania obrzeży kół i układu hamulca (wprowadzono tablice pneumatyczne, mani-

pulatory pulpitemi, hamulec postojowy typu sprężynowego) oraz oświetlenia zewnętrznego i sygnalizacji.

Oba typy lokomotyw eksploatowane są głównie przez PKP Cargo SA, przy czym 3 sztuki lokomotyw typu 6Dg produkcji Newag Nowy Sącz wykorzystywane są w ISD Huta Częstochowa Sp z o. o. [2,3]

Podobna w zakresie modernizacji powstaje lokomotywa SM42 (typ 6Di) przygotowywana w Pierwszej Fabryce Lokomotyw Spalinowych w Polsce – Fablok Chrzanów wspólnie z Instytutem Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu. Lokomotywa przygotowywana jest w oparciu o silnik spalinowy firmy MAN oraz krajowy zespół prądnic. [1]

Widok ogólny modernizowanych lokomotyw serii SM42 wykonanych przez Newag Nowy Sącz i Pesa Bydgoszcz przedstawiono na rys 1 i 2 a porównanie parametrów wszystkich trzech lokomotyw zaprezentowano w tablicy 1.



Rys.1 Widok zmodernizowanej lokomotywy SM42 (6Dg) wykonanej przez Newag Nowy Sącz



Rys.2 Widok zmodernizowanej lokomotywy SM42 (6Dk) wykonanej przez Pesa Bydgoszcz

2. Charakterystyka trakcyjna i parametry lokomotywy SM42 (6Di)

Zmodernizowana lokomotywa spalinowa serii SM42 typu 6Di będzie przeznaczona do prowadzenia ciężkich prac manewrowych oraz lekkich pociągów towarowych z prędkością do 90 km/h.

Zasadniczo (ze względu na ograniczony zakres modernizacji i niskie jej koszty) lokomotywa będzie

Parametry techniczne lokomotyw spalinowych serii SM42 zmodernizowanych w ostatnich latach. Tablica 1

L.p.	Wielkość lub parametr	Jednostka	Typ lokomotywy / Producent		
			6Dg/Newag	6Dk/Pesa	6Di/Fablok
1	Układ osi	-	Bo-Bo	Bo-Bo	Bo-Bo
2	Szerokość toru	mm	1435	1435	1435
3	Moc znamionowa	kW	652	2x403	662
4	Prędkość max.	km/h	85	90	90
5	Siła pociągowa max.	kN	219	279,6	240
6	Masa lokomotywy	Mg	70±3%	70	74
7	Typ silnika spalinowego	-	C27	2xC15	D2842LG622
8	Typ prądnicy głównej	-	Siemens 1FC454-480SZ	2xSiemens 1FC2401	Ghp400M4C, 59
9	Typ prądnicy pomocniczej	-	Siemens 1FC2282-6BO992	Prądu przemiennego z napędem hydrost.	Ghp315S4R63
10	Typ silnika trakcyjnego	-	LSa430	LSa430	LSa430
11	Rodzaj przekładni	-	AC/DC	AC/DC	AC/DC
12	System hamulca	-	Oerlikon	Oerlikon	Oerlikon
13	System sterowania	-	mikroprocesorowy	mikroprocesorowy	mikroprocesorowy

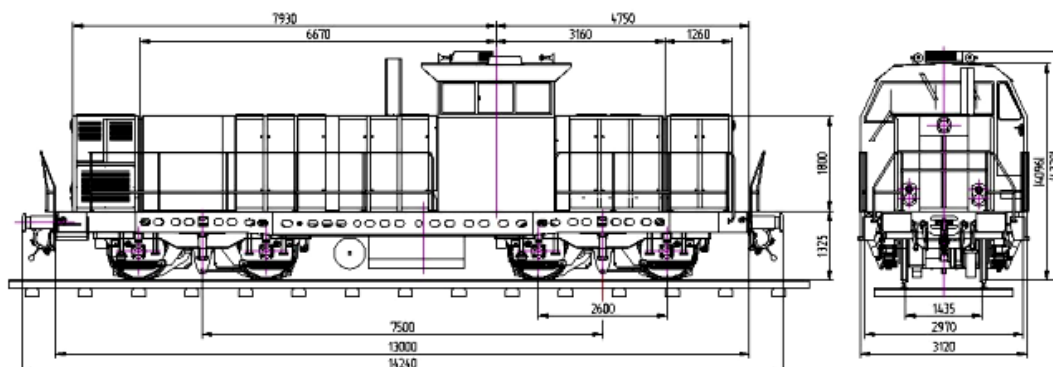
oferowana zakładom przemysłowym, dla zmniejszenia kosztów eksploatacji w wyniku zastosowania silnika spalinowego o mniejszym zużyciu oleju napędowego i środków smarnych, wydłużonymi przebiegami do poszczególnych poziomów utrzymania, zabudowy nowoczesnych podzespołów i aparatów o niskich kosztach utrzymania oraz nowoczesnej kabiny sterowniczej poprawiającej warunki pracy, obsługi i komfortu cieplnego i akustycznego [1].

Widok ogólny modelu zmodernizowanej lokomotywy typu 6Di przedstawiono na rys.3 a jej charakterystykę trakcyjną na rys.4.

3. Ogólny opis nowych i zmodernizowanych urządzeń, zespołów i układów.

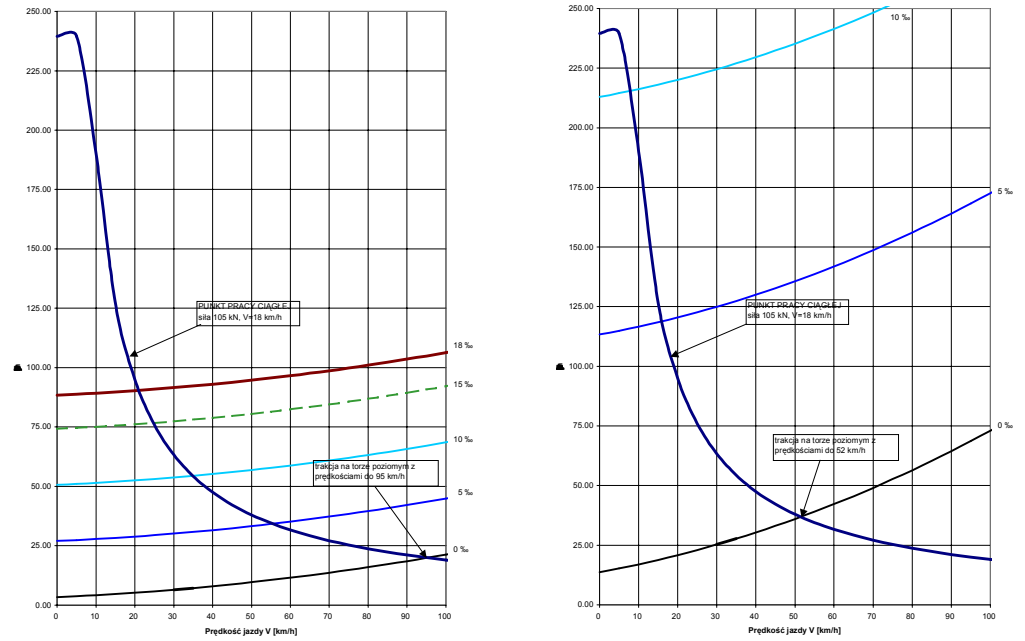
W modernizowanej lokomotywie jest przewidziana budowa modułowa tzn. każdy z głównych jej układów zostanie umieszczony w modułach (sekcjach samonośnych), z możliwością ich podnoszenia za pośrednictwem suwnicy dla realizacji prac montażowych, przeglądowych i naprawczych. Moduły lokomotywy będą połączone z ostoją (niezmodernizowaną w ogólnym kształcie) gwarantując pewną szczelność.

Widok ogólny rozmieszczenia maszyn i urządzeń w zmodernizowanej lokomotywie przedstawiono na rys.5, a ogólne zestawienie głównych modułów – ostoji, układów i zespołów elektrycznych, pneumatycznego, zespołu prądotwórczego, kabiny sterowniczej i sprężarkowo – wentylacyjnego na rys.6.

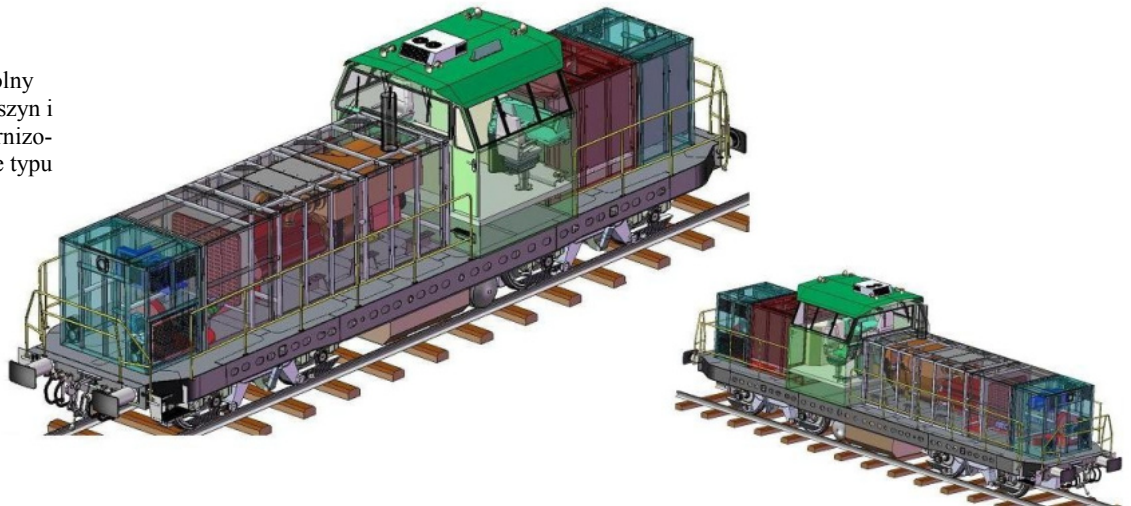


Rys.3 Widok ogólny lokomotywy wraz z wymiarami zmodernizowanej lokomotywy typu 6Di z silnikiem MAN

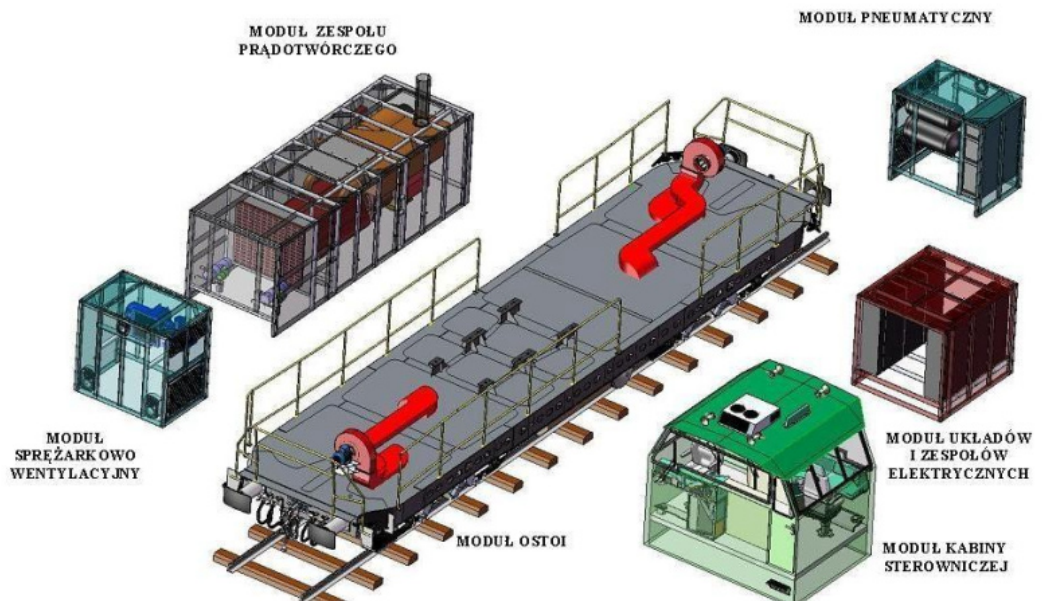
Rys.4 Charakterystyki trakcyjne zmodernizowanej lokomotywy typu 6Di z silnikiem MAN (a-dla pociągu o masie 400 t, b-dla pociągu o masie 2000 t)



Rys.5 Widok ogólny rozmieszczenia maszyn i urządzeń w zmodernizowanej lokomotywie typu 6Di



Rys.6 Ogólne zestawienie głównych modułów w zmodernizowanej lokomotywie typu 6Di

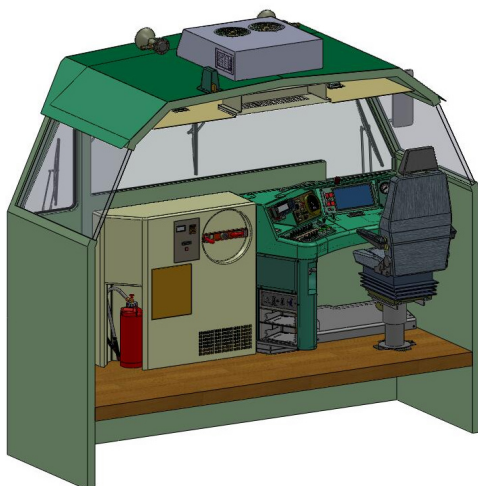


W modernizowanej lokomotywie zachowana zostanie ostoja (przystosowana do mocowania nowych modułów, kanałów kablowych oraz o zwiększonej wytrzymałości) oraz wózki typu 1LN (lub 1LNa) ze zbiornikami piasku. Cała ostoja zostanie wzmocniona płytą o grubości 20mm.

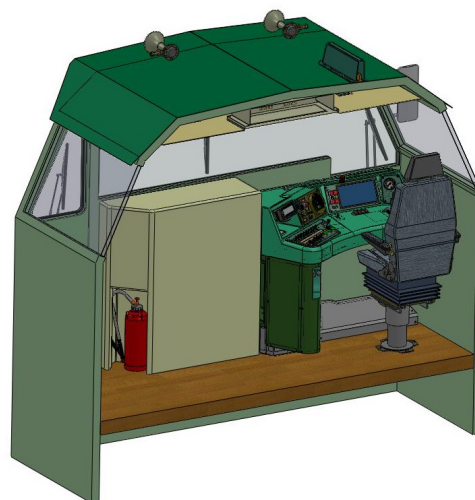
Pozostałe zmodernizowane i nowe urządzenia, aparaty, maszyny i układy to [1,4]:

- silnik spalinowy typu D2842LE622 o mocy 662 kW, spełniający wymagania toksyczności spalin poziom IIIa o minimalnym zużyciu paliwa 202g/kWh
- zespół prądnic – główna Ghp 400M4C o mocy 590kW, z zabudowaną wzbudnicą i pomocniczą Ghp 315S4K o mocy 63kW
- tablica pneumatyczna
- agregat sprężarkowy ze sprężarką śrubową napędzaną silnikiem prądu przemiennego
- kabina sterownicza z dwoma niezależnymi pulpitemi i fotelami, o wysokiej izolacji cieplnej i akustycznej, szybami ogrzewanymi elektrycznie, lusterkami zewnętrznymi lub kamerami, szafami sterowniczymi, szafami z generatorami SHP i CA oraz centralką p-poż. Kabina została posadowiona na amortyzatorach gumowo-metalowych, a dach kabiny przystosowany do zabudowy wentylatora wyciągowego lub schładzacza
- układ sterowania i diagnostyki (mikroprocesorowy)
- układ przeciwpoślizgowy przy rozruchu i hamowaniu
- urządzenia związane z bezpieczeństwem ruchu oraz łączności radiowej
- elektroniczne prędkościomierze i rejestratory głównych parametrów pracy lokomotywy
- halogenowe oświetlenie zewnętrzne i lampy sygnałowe

a)



b)

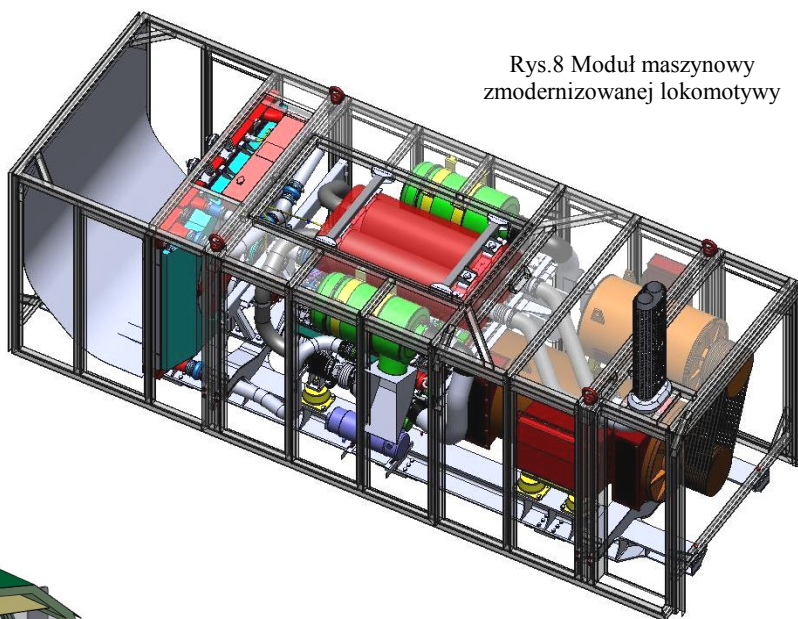


Rys.7 Moduł zmodernizowanej kabiny sterowniczej z zabudowanym schładzaczem a-widok na stronę modułu prądowłórczego, b-widok na stronę modułu elektrycznego

Lokomotywa jest przystosowana do zabudowy innych typów silników spalinowych (spełniających również wymagania poziomu IIIb) oraz innego wyposażenia zgodnego z wymaganiami każdego użytkownika.

Widok ogólny na wybrane zmodernizowane moduły przedstawiono na rys.7-10 a schemat blokowy układu elektrycznego na rys.11.

Rys.8 Moduł maszynowy zmodernizowanej lokomotywy

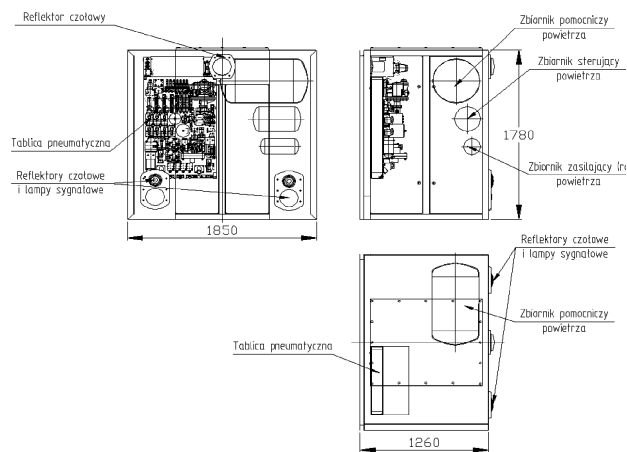


4. Podsumowanie

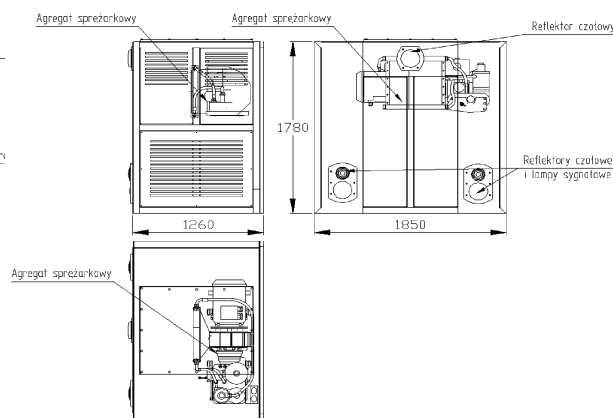
Odbudowana lokomotywa po wykonaniu modernizacji zostanie skierowana do prób i badań zgodnie z obowiązującym jeszcze zakresem wymienionym w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.10.2005r. (Dz. U. nr 212 poz. 1772 §4 pkt 1).

Zakres prób i badań obejmować będzie:

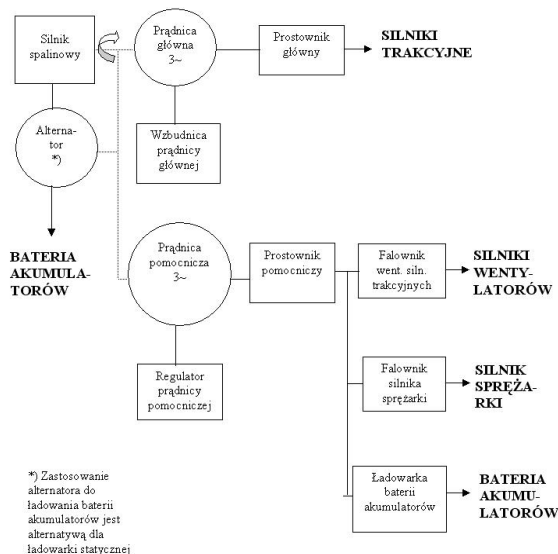
- odbiory zgodnie z wymaganiami ujętymi w Warunkach Technicznych Odbioru
- analizy dynamiczne, wytrzymałościowe i kinematyczne



Rys.9 Widok ogólny modułu pneumatycznego



Rys.10 Widok ogólny modułu sprężarkowego



Rys.11 Schemat układu elektrycznego zmodernizowanej lokomotywy

- określenie rzeczywistych charakterystyk trakcyjnych
- badanie układów hamulca, urządzeń przeciwpoślizgowych oraz urządzeń związanych z bezpieczeństwem ruchu i rejestracją parametrów pracy lokomotywy
- badanie hałasu zewnętrznego oraz oświetlenia i sygnalizacji (światlnej i akustycznej)
- badanie wpływu lokomotywy na pracę urządzeń sterowania ruchem kolejowym i sygnalizacji
- ocena zakłóceń radioelektrycznych i elektromagnetycznych (wewnętrznych i zewnętrznych)
- ocena warunków pracy maszynistów (hałas, oświetlenie wewnętrzne, ergonomia, ogrzewanie, schładzanie, indukcyjność pola magnetycznego)
- 6-miesięczne próby eksploatacyjne po uzyskaniu terminowego świadectwa dopuszczenia do eksploatacji pojazdu kolejowego.

Największe korzyści z modernizacji zostaną osiągnięte po wdrożeniu do eksploatacji większej liczby zmodernizowanych lokomotyw. Ponadto ciekawym byłoby porównanie eksploatacyjne wszystkich zmodernizowanych lokomotyw typu 6Dg, 6Di, 6Dk (serii SM42) w porównywalnych warunkach pracy. Z analizy rynku spalinowych lokomotyw eksploatowanych w Polsce do modernizacji nadawałyby się jeszcze lokomotywy serii SM30, SM31 i typu 401Da, których ilość przyniosłaby oczekiwane efekty ekonomiczne.

5. Literatura.

- [1] Marciniak Z. + zespół; *Założenia do projektu technicznego zmodernizowanej spalinowej lokomotywy serii SM42. Opracowanie 6Di (SM42) 0005-2, IPS TABOR Poznań, 2009*
- [2] Marciniak Z.; *Projekty modernizacyjne spalinowych lokomotyw liniowych i manewrowych wykonanych w Instytucie Pojazdów Szynowych, Logistyka, 2010, nr 4.*
- [3] Marciniak Z.; *Zmodernizowane w ostatnich latach lokomotywy elektryczne i spalinowe w Polsce. Technika Transportu Szynowego, 2011, nr 4.*
- [4] *Dokumentacja konstrukcyjna zmodernizowanej lokomotywy spalinowej typu 6Di. Opracowanie IPS TABOR Poznań, 2010/2011*