

Rafał Iwański, Janusz Biliński

# Wielosystemowa lokomotywa BR 189 dla przewoźników europejskich

**Rozwój kolejowego systemu transportowego Unii Europejskiej i przygotowania do wdrożenia europejskiego systemu sterowania pociągami – (European Train Control System) ETCS otworzył możliwości eksploatacji lokomotyw wielosystemowych. Siemens opracował nowy model lokomotywy wielosystemowej dla przewoźników europejskich, noszący nazwę BR 189. Lokomotywa ta jest zaprojektowana w dwóch wersjach: jako lokomotywa pasażerska osiągająca prędkość maksymalną 230 km/h oraz jako lokomotywa towarowa, której prędkość maksymalna wynosi 140 km/h. Moc ciągła lokomotywy w obu wersjach jest taka sama i wynosi: 6400 kW dla 25 kV 50 Hz i 15 kV 16 2/3 Hz; 6000 kW dla 3 kV DC; 4200 kW dla 1,5 kV.**

## Budowa lokomotywy

Lokomotywa wielosystemowa BR 189 jest pojazdem trakcyjnym wykorzystującym doświadczenie zdobyte przy budowie lokomotywy BR 152. Lokomotywa BR 189 jest aktualnie w trakcie procesu homologacji w następujących krajach: Niemcy, Austria, Szwajcaria, Dania, Szwecja, Luksemburg, Francja, Norwegia, Węgry, Holandia, Włochy, Polska, Czechy, Belgia.

Podstawowe parametry techniczne lokomotywy przedstawiono w tablicy 1.

Lokomotywa ma budowę modułową. W pojeździe instalowane są podzespoły do eksploatacji pod napięciem prądu stałego: wyłącznik główny i uziemiacz, stycznik szyny zbiorczej pociągu, ochronnik przepięciowy do sieci 3 kV, przetwornik wyboru systemu napięcia i odbieraków prądu oraz rezystory hamowania. W przedziale maszynowym lokomotywy możliwe jest zainstalowanie systemów zabezpieczenia pociągu oraz innego wyposażenia specyficznego dla danego kraju. Aby stworzyć wymaganą

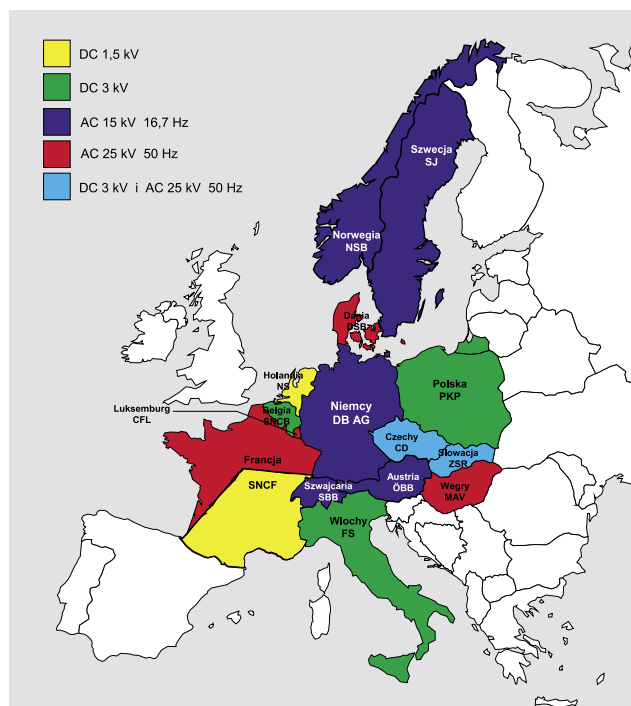


Fot. 1. Lokomotywa BR 189

ilość miejsca w przedziale maszynowym, podzespoły takie, jak wyłącznik główny AC i ochronnik przepięciowy montowane są na dachu, a niezbędną objętość powietrza w przewodzie głównym zapewniają dwa zbiorniki umieszczone w podwoziu.

Wózki lokomotywy BR 189 (rys. 7) mają ramę z belek o profilach skrzynkowych, napęd z tożyskami osiowymi oraz tarcze hamulcowe kół. Dla zapewnienia matych sił na styku koła z szyną zastosowano względnie elastyczne odsprężynowanie I stopnia, elastyczne wzdłużne wahacze zestawów kołowych oraz elastyczny II stopień odsprężynowania, oparty na rozwiązaniach realizowanych w lokomotywie ES64U2 firmy Siemens. Rozstaw osi zestawów kołowych w wózku wynosi 2900 mm. Wyposażenie instalacji sprężonego powietrza odpowiada w dużej mierze systemowi z lokomotywy BR 185. Umożliwia ono proste korzystanie z hamulca, pozwalające uniknąć błędów w obsłudze (np. przy przygotowywaniu do doczepiania). Wysokość dachu została dobrana w taki sposób, żeby opuszczone pantografy nie naruszały przestrzeni, w której nie mogą się znajdować elementy przewodzące prąd. W krajach, gdzie obowiązuje skrajnia według karty UIC 505-1 oraz mała szerokość szlaczka kołowego, wynosząca 1450 mm (dotyczy tylko Francji i Włoch), opuszczone odbieraki prądu z szerokim szlaczkiem muszą być podnoszone bez napięcia. Wymagany do tego odłącznik umieszczony na dachu uruchamiany jest automatycznie po wybraniu przez maszynistę odpowiedniego systemu.

Na dachu przewidziane jest miejsce na zamontowanie czterech odbieraków prądu. Wszystkie odbieraki prądu mają projekto-



Rys. 1. Zasięg eksploatacji lokomotywy BR 189

## Podstawowe parametry techniczne i eksploatacyjne lokomotywy

Numer pojazdu		189.001 -100
Układ zestawów kotlowych		Bo'Bo'
Oddanie do eksploatacji		2003–2005
Dostawca		Siemens AG
Liczba i typ odbieraków prąd		4 × SBS 2T
Masa całkowita	[t]	88
Średni nacisk zestawu kotowego	[t]	22
Skrajnia		UIC 505-1 / EBO G1 (oraz EBO G2)
Długość pojazd	[mm]	19 580
Szerokość pojazd	[mm]	3019
Rozstaw czopów skrętu	[mm]	9900
Rozstaw czopów osi w zestawie kotowym wózka	[mm]	2900
Średnica koła tocznego: nowe/zużyte	[mm]	1250/1170
Najmniejszy promień łuku	[m]	100
Przydatność do górrek rozrządowych		Tak, prześwit podłużny 80 mm
Najmniejsze promienie wierzchołka górki rozrządowej	[m]	400 (wklęsły), 200 (wypukły)
Pneumatyczne zabezpieczenie przed poślizgiem		K-Micro
Przenoszenie siły hamowania		Hamulce tarczowe kół
Hamulec postojowy		Sprężynowy w każdym zestawie kotowym
Hamulec dynamiczny AC/DC		Zasilany prądem z sieci, zależny od napięcia w przewodzie jezdnym/rezystor hamowania
Napęd		Zintegrowany napęd z łożyskami osowymi
Przełożenie przekładni		1:6, 294
Przekształtnik prądu		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Chłodzony wodą przekształtnik HV-IGBT ze zintegrowanym urządzeniem sterującym napędem (ASG), SIBAS<sup>®</sup> 32</li> <li>– Jeden falownik impulsowy na każdy silnik trakcyjny</li> <li>– Niezależna regulacja zestawów kotowych z redundancją 75% w obwodzie mocy</li> <li>– Dwa sieciowe prostowniki wejściowe (4QS)</li> <li>– Obwód pośredni prądu stałego</li> </ul>
Wyposażenie pomocnicze		4 × 90 kVA; 440 V, 0–60 Hz
System sterowania		Dwa centralne urządzenia sterownicze w technologii SIBAS <sup>®</sup> 32 ze zintegrowanym układem automatycznego sterowania jazdą i hamowaniem (AFB), centralnym rejestratorem drogi i prędkości (ZWG), urządzeniem czuwakowym i centralną diagnostyką, trójkolorowe wyświetlacze w każdej kabinie maszynisty do funkcji diagnostycznych, jako interfejs człowiek-maszyna (MMI) oraz jako elektroniczny rozkład jazdy i wykaz odcinków wolnego przejazdu (EBuLa)
Radiołączność pociągu		ZFM 90 (opcjonalnie ZFM 21)
Przyrząd rejestrujący		Kaseta z pamięcią danych DSK 20
Inne urządzenia		Licznik energii, urządzenie do transmisji danych
Zasilanie z sieci zewnętrznej		230 V 50 Hz (dwustronnie)
Centralne zasilanie w energię (szyna zbiorcza pociągu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przy zasilaniu AC</li> <li>– przy zasilaniu DC</li> </ul>	1000 V 16,7 Hz oraz 1500 V 50 Hz 1500 V oraz 3000 V
Kabina maszynisty		Ochrona przed ciśnieniem powietrza, klimatyzacja
Wysokość terenu		Do 1400 m n.p.m.
Temperatura zewnętrzna	[°C]	–30 do +40
Systemy napięciowe		15 kV 16,7 Hz; 25 kV 50 Hz; 3 kV DC; 1,5 kV DC
Prędkość maksymalna	[km/h]	140 (lokomotywa towarowa), 230 (lokomotywa pasażerska)
Maksymalna rozruchowa siła pociągowa przy zasilaniu AC i DC	[kN]	300 przy $\mu = 0,36$
Moc znamionowa	[kW]	6400 (15 kV 16,7 Hz od prędkości ok. 85 km/h) 6400 (25 kV 50 Hz od prędkości ok. 85 km/h) 6000 (3 kV DC od prędkości ok. 80 km/h) 4200 (1,5 kV DC od prędkości 54 km/h)
Maksymalna ciągła siła pociągowa przy zasilaniu AC 15/ 25 kV	[kN]	270 (do ok. 85 km/h)
Maksymalna ciągła siła pociągowa przy zasilaniu DC przy napięciu znamionowym 3,0 kV	[kN]	270 (do ok. 80 km/h)
Maksymalna ciągła siła pociągowa przy zasilaniu DC przy napięciu znamionowym 1,5 kV	[kN]	270 (do ok. 54 km/h)

waną wytrzymałość napięciową 25 kV AC. Przy eksploatacji w różnych krajach wykorzystuje się odpowiednie dla występujących tam konstrukcji sieci trakcyjnej ślizgacze. Ograniczniki wysokości podnoszenia można zamontować do obu środkowych odbieraków prądu.

W Niemczech i w Austrii stosuje się system samoczynnego oddziaływania na pociąg LZB 80 z punktowym samoczynnym oddziaływaniem na pociąg PZB 90, pozwalający na przyłączenie zagranicznych systemów zabezpieczania pociągów do magistrali MVBUS. W kolejnym etapie elementy tradycyjnego systemu LZB można wymienić na podzespoły zgodne z ETCS, dzięki czemu systemy zabezpieczenia pociągu mogą być kontrolowane za pomocą sieci GSM-R (ETCS poziom 2) i dopuszczalne będzie

podłączenie modułu dopasowania sygnałów STM. W przypadku eksploatacji w innych zarządach kolejowych w przedziale maszynowym dostępne są miejsca na zamontowanie innych systemów zabezpieczenia pociągu. W podpodłogowej strefie pudła lokomotywy za pomocą dodatkowych wsporników można zainstalować anteny i czujniki dostosowane do systemów sterowania ruchem kolejowym (srk) danego kraju. Na wszystkich czopach końcowych osi przewidziano możliwość zainstalowania innych czujników liczby obrotów.

Kontrola specyficznych dla danego kraju prądów zakłócenionych realizowana jest zarówno w nadrzędnym centralnym urządzeniu sterującym (master), jak i podporządkowanym centralnym urządzeniu sterującym (slave). W Niemczech i w Austrii kontrolo-

wane są częstotliwości 100 Hz i 42 Hz. Specyficzne dla danego kraju wartości graniczne są kontrolowane w zakresie następujących częstotliwości, np:

- 77 Hz w Danii (DSB),
- 50 Hz we Włoszech (FS),
- 95 Hz i 105 Hz w Norwegii (NSB),
- 83 Hz w Luksemburgu (CFL),
- 83 Hz we Francji (SNCF),
- 100 Hz w Szwajcarii (SBB).

## System sterowania

System sterowania (rys. 5) zastosowany w BR 189 jest systemem mikroprocesorowym i ma:

- zintegrowany, automatyczny układ sterowania jazdą i hamowaniem AFB;
- centralną rejestrację drogi i prędkości ZWG;
- urządzenie czuwakowe;
- centralną diagnostykę;
- kolorowe wyświetlacze na każdym stanowisku maszynisty do funkcji diagnostycznych, jako interfejs człowiek-maszyna (Man-Machine Interface) MMI oraz jako elektroniczny rozkład jazdy i wykaz odcinków wolnego przejazdu (EBuLa);
- zabezpieczenie przed poślizgiem kół przy rozruchu i hamowaniu;
- samoczynne oddziaływanie na pociąg LZB 80 MVB ze zintegrowanym punktowym samoczynnym oddziaływaniem na pociąg PZB 90;
- sterowanie trakcją wielokrotną typu ZWS/ZDS/ZMS.

Centralne urządzenie sterujące ZSG master realizuje funkcje nadrzędne wobec magistrali pojazdu. Wszystkie istotne podsystemy są podłączone do systemu magistralowego jako współużytkujące. Należą do nich:

- centralne urządzenie sterujące ZSG slave (na przemian ZSG1 albo ZSG2);
- moduły SIBAS-KLIP (po cztery redundancyjne moduły inteligentnych złączy, przyporządkowane do ZSG1 lub ZSG2);
- urządzenia sterujące napędem (ASG1 i ASG2);
- komputery układu hamowania (BrR);
- pneumatyczne zabezpieczenie przed poślizgiem kół (K-Micro);
- przetwornice zasilające obwody pomocnicze (HBU1 i HBU2);
- samoczynne oddziaływanie na pociąg (LZB);
- wyświetlacze (diagnostyka i MMI) w kabinach 1 i 2.

## Pudło pojazdu

Pudło lokomotywy BR 189 (rys. 6) wykonane jest jako szkieletowa konstrukcja stalowa, obliczona na minimum 30 lat żywotności. Pudło wykonywane jest ze stali bezmiedziowych. Przedział maszynowy lokomotywy jest dostępny na całej długości od góry dzięki trzem zdejmowanym sekcjom dachu ze zintegrowanymi otworami do zasysania powietrza. Wszystkie szafy sterownicze i stojaki mogą być wymieniane przez otwarty dach za pomocą urządzenia dźwigowego. Krokwie nad maszynownią są przykręcone na śruby i umożliwiają łatwą wymianę stojaków. Ściany boczne wykonane są z rowkowanych blach z usztywnieniami, przyspawanymi do podwozia. Zmontowane fabrycznie kabiny maszynisty są również przyspawane do podwozia. Rynny są na stałe zintegrowane w pudle wagonu. Samonośna konstrukcja pudła jest wykonana zgodnie z wymogami zabezpieczenia przed korozją, zastosowane materiały i specjalna obróbka powierzchni czyni pudło

niewrażliwym na korozję w przewidywanych warunkach klimatycznych. Spawane pudło lokomotywy jest ukształtowane jako nadwozie o konstrukcji integralnej, tzn. elementy nadbudowy podnoszą całkowitą wytrzymałość.

Zahamowana lokomotywa może wytrzymać najazdowe uderzenie manewrowe z prędkością 9 km/h innej lokomotywy o masie 120 t bez uszkodzenia swojej struktury. Warunkiem przy tym jest, by współczynnik tarcia wynosił co najmniej 0,3. Należy się jednak liczyć z powstaniem płaskich miejsc na obręczach kół i urazami druzyny trakcyjnej.

Jako wyposażenie ciągtowe zamontowany jest sprzęg śrubowy oraz urządzenie ciągtowe na czołowej belce poprzecznej. Urządzenie ciągtowe jest wykonane zgodnie z wymaganiami UIC. Jako wyposażenie zderzne zastosowano zderzaki o podwyższonym pochłanianiu energii, składające się z kombinacji sprężyn pierścieniowych i kapsuły hydraulicznej, zamontowanych na elementach pochłaniających energię. Zderzaki są zaprojektowane dla 70 kN siły zderznej.

Na wypadek zderzenia przewidziane są elementy ulegające deformacji o wysokim pochłanianiu energii, ograniczające strefę zgniotu. Dzięki temu możliwa jest naprawa przy optymalnych kosztach, polegająca na wymianie odkształconych elementów. Zdolność pochłaniania kombinacji elementów ulegających deformacji i konstrukcji zderzakowej wynosi 1 MJ dla każdego czoła lokomotywy, co potwierdzono w ramach prób statycznych i dynamicznych tych podzespołów. Elementy ulegające deformacji zastąpiły znane ze starszych lokomotyw belki zderzakowe ulegające zużyciu. Późniejsze zamontowanie automatycznego sprzęgu ciągtowo-zderzakowego zgodnego z UIC jest możliwe za pomocą odpowiedniego adaptera. Przy takim rozwiązaniu w razie wypadku nadal wykorzystywane są zalety elementów pochłaniających energię.

Na obu czołach lokomotywy zamontowane są zgarniacze o regulowanej wysokości. Blachy lemieszowe i elementy zderzeniowe wykonane są z aluminium. Zgarniacz wytrzymuje obciążenie środkowe (centralne) o wartości 150 kN oraz boczne obciążenie o wartości 100 kN.

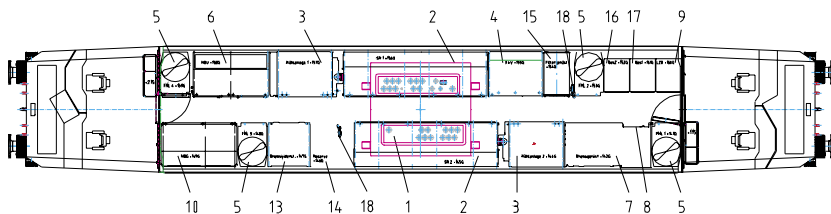
Tablica 2

## Dane techniczne pudła lokomotywy

Rozstaw czopów skrętu	[mm]	9 900
Długość maszynowni	[mm]	12 400
Długość podwozia włącznie z belkami zderzakowymi	[mm]	17 380
Długość pudła lokomotywy z kabinami	[mm]	18 730
Długość pojazdu (między czołami zderzaków)	[mm]	19 580
Szerokość podwozia	[mm]	2 984
Szerokość pudła	[mm]	3 019

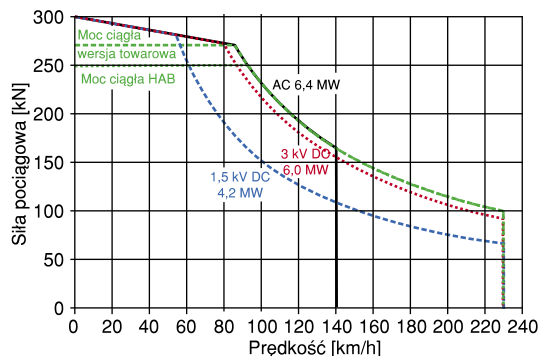
## Przedział maszynowy

Pudło lokomotywy oraz dach umożliwiają montaż wyposażenia dla czterech systemów zasilania. Do dyspozycji są miejsca na zabudowę szaf z systemami zabezpieczenia ruchu pociągów albo innego wyposażenia specyficznego dla danego kraju. W zależności od wariantu lokomotywy ilość miejsca przewidziana na montaż urządzeń może się zmieniać. Przewidziano miejsce na szafę narzędziową i osprzęt dodatkowy. Szafa narzędziowa ma taką samą powierzchnię podstawy, jak szafy zabezpieczeń ruchu pociągów i maksymalną wysokość 1800 mm. Kabina maszynisty wyposażona jest w pulpit maszynisty ze stanowiskiem pracy w kierunku jazdy oraz miejsce dla pomocnika maszynisty. Ponad-



Rys. 2. Układ przedziału maszynowego

1 - główny transformator, 2 - prostownik trakcyjny, 3 - chłodnica wodna i olejowa, 4 - wyposażenie 3 kV, 5 - wentylator silników trakcyjnych, 6 - przekształtnik obwodów pomocniczych, 7 - przedział pneumatyczny, 8 - panel pneumatyczny, 9 - system automatycznej kontroli pociągu, 10 - przedział dodatkowy, 11 - wolna przestrzeń, 13 - wymuszony rezystor hamulców chłodzony powietrzem, 14, 15 i 16 - wolna przestrzeń



Rys. 3. Charakterystyka trakcyjna wielosystemowej lokomotywy BR 189

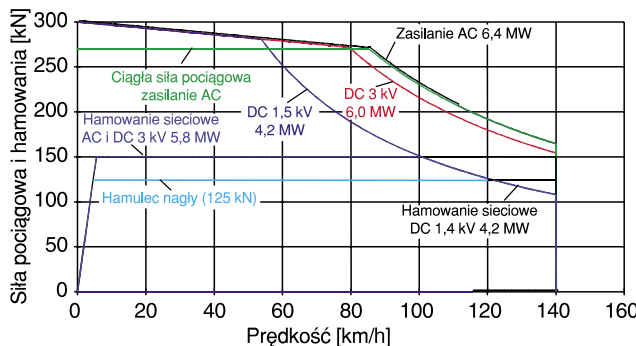
to z prawej i z lewej strony znajdują się drzwi prowadzące na zewnątrz oraz usytuowane pośrodku drzwi do maszynowni. Kabina maszynisty wyposażona jest w klimatyzację oraz ogrzewanie podłogowe. Kabiny maszynisty mają konstrukcję ciśnienioszczelną. Wentylatory zabezpieczające właściwy zakres ciśnienia powietrza są zintegrowane z systemem klimatyzacji. Urządzenie regulujące ciśnienie powietrza jest załączane ręcznie pokrętkiem w szafie klimatyzatora. Klimatyzację można nastawiać w zakresie temperatury pomieszczenia od 18°C do 26°C.

**Wózki**

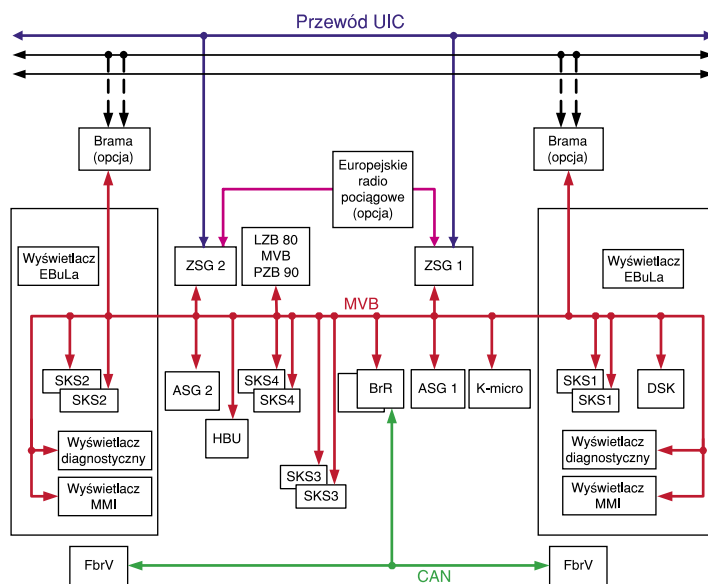
Rama wózka stanowi całkowicie spawaną konstrukcję z profili skrzynkowych złożoną z dwóch podłużnic, belki głównej oraz dwóch belek końcowych. Rama wózka wykonana jest w oparciu o typ ES64U2 z łamanymi podłużnicami i osadzonym odsprężynowaniem II stopnia. Połączenie z wahaczami zestawów kołowych przebiega w pasie dolnym podłużnic poprzez wstawiane elementy odlewane. W belkach poprzecznych zintegrowane są wsporniki do mocowania kompaktowych zespołów hamulców szczękowych.

Zestawy kołowe wykonywane są według aktualnie obowiązujących norm EN, norm UIC oraz norm DB AG. Kute wały mają otwór drażony o średnicy 90 mm do badań ultradźwiękowych wału oraz miejsc osadzenia elementów przekładni, łożysk osiowych oraz tarcz kół. Badanie ultradźwiękami wału zestawu kołowego jest możliwe bez demontażu amortyzatorów pionowych. Miejsca osadzenia kół tarczowych są utwardzane powierzchniowo powłoką molibdenową. Koła tarczowe wykonane są jako koła pełne z obustronnie umieszczonymi tarczami hamulcowymi. Wykonuje się je z materiału R8. Piasty kół mają rowki pierścieniowe wykorzystywane w procesie wyciskania oleju przy demontażu. Zestawy kołowe lokomotywy BR 189 mają czujniki kontrolujące temperatury łożysk silnika i uzwojenia stojana oraz rejestrujące obroty silnika. Połączenie przegubowe zestawu kołowego od obudowy łożyska zestawu kołowego do ramy wózka realizowane jest przez wahacze trójkątne, co umożliwia utrzymanie sztywności wzdłużnej i poprzecznej. Ułożyskowanie zestawów kołowych zapewnianią dwurzędowe łożyska walcowe o konstrukcji wkładowej. Siły pionowe od ramy wózka są przenoszone przez sprężyny śrubowe i obudowę ułożyskowania na zestawy kołowe. Równolegle ze sprężynami śrubowymi działają amortyzatory hydrauliczne. Na rysunku 7 przedstawiono widok wózka lokomotywy z boku i góry.

Przenoszenie siły pociągowej na pudło lokomotywy odbywa się poprzez utwardzone manganem powierzchnie ślizgowe resorów piórowych na czopach wózka. Pudło lokomotywy oparte jest na wózku z każdej jego strony poprzez dwie sprężyny śrubowe.



Rys. 4. Charakterystyka F(v) dla 25 kV 50 Hz, 15 kV 16,7 Hz, 3 kV DC oraz 1,5 kV DC w połowie wysokości obręczy przy szynach suchych i czystych

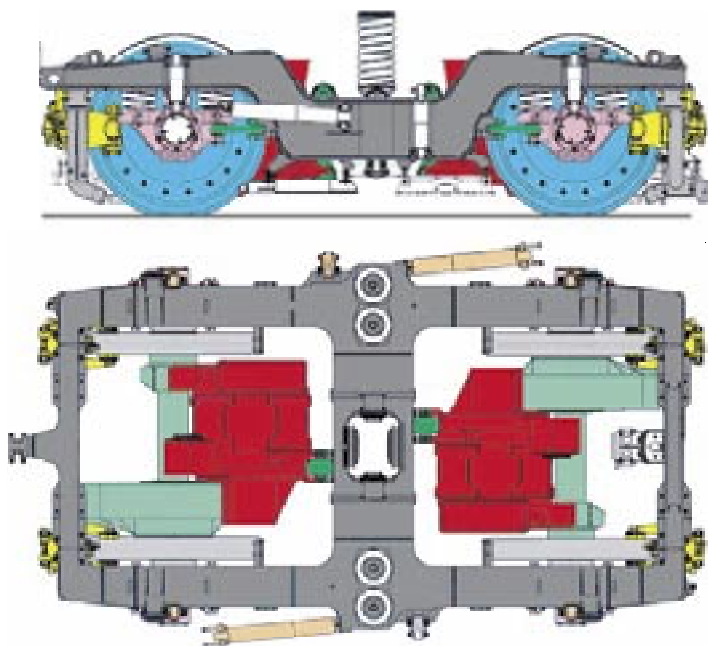


Rys. 5. Schemat systemu sterowania, ASG1 i ASG2 – urządzenia sterujące napędem; BrR – komputery układy hamowania; DSK – kasetę z pamięcią danych; EBUa – elektroniczny rozkład jazdy i wykaz wolnych odcinków blokowych; FbrV – zawór hamulcowy maszynisty; HBU – przetwornica zasilająca obwody pomocnicze; LZB – system samoczynnego oddziaływania na pociąg; SKS – moduły SIBAS® Klip (Siemens Bahn-Automatisierungssystem - systema Siemens do automatyzacji kolei); ZSG – centralne urządzenie sterujące

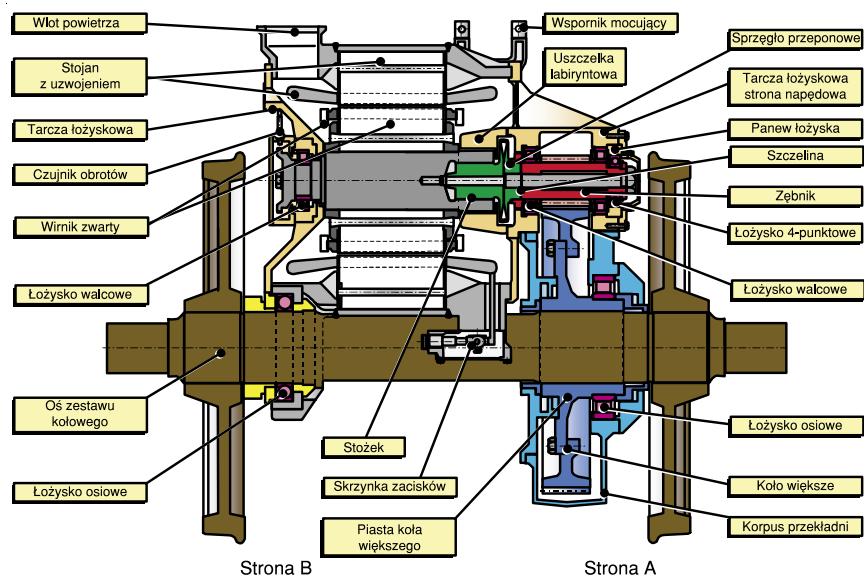
Łożyska oporowe pod sprężynami śrubowymi zmniejszają sztywność skrętną. Dla zapewnienia bezpieczeństwa i komfortu jazdy ruchy względne między wózkiem a pudłem lokomotywy tłumione są przez hydrauliczne amortyzatory w trzech kierunkach: pionowym, wzdłużnym i poprzecznym.



Rys. 6. Konstrukcja szkieletu surowego pudła lokomotywy (od góry, bez blach podłogowych w maszynowni)



Rys. 7. Wózek lokomotywy BR 189



Rys. 8. Schemat napędu z łożyskami osiowymi

## Dane techniczne wózka lokomotywy

Rozstaw kół w wózku	[mm]	2900
Srednica koła (nowe/zużyte)	[mm]	1250/1170
Szerokość obręczy kół	[mm]	140
Dopuszczalne zużycie radialne	[mm]	40
Ugięcia pierwotne sprężyn	[mm]	130 (maks. z)
	[mm]	17 (maks. x)
	[mm]	16 (maks. y)
Ugięcia wtórne sprężyn	[mm]	130 (maks. z)
	[mm]	111 (maks. x)
	[mm]	151 (maks. y)
Prześwit podłużny nad powierzchnią główki szyny zgodnie z UIC 505 przy maksymalnym zużyciu kół	[mm]	100*, 80**
Eksploatacyjna prędkość maksymalna	[km/h]	140

\* Na środku toru.

\*\* Przy skrzyni przekładniowej.

## Napęd

Pojazd wyposażony jest w napęd z łożyskami osiowymi (rys. 8). Dzięki temu zapewnione jest przeniesienie siły pociągowej przy wystarczającej charakterystyce jazdy do prędkości maksymalnej. Jednostka napędowa złożona z silnika i przekładni poprzez łożysko osiowe opiera się na wale zestawu kołowego. Silnik trakcyjny jest po przeciwległej stronie połączony z ramą wózka poprzez wahliwy wspornik mocujący z ramą wózka i dodatkowo posiada awaryjne urządzenie chwytakowe.

Zabudowany poprzecznie silnik asynchroniczny prądu trójfazowego z wirnikiem zwartym wykonany jest jako silnik o chłodzeniu obcym, bez obudowy, czterobiegunowy, z łożyskami osiowymi, skonstruowany do eksploatacji z przekształtnikami bez dławików wstępnych. Jako strona A oznaczana jest strona wyjściowa z zespołem przenoszenia siły napędowej. Przeciwległa strona oznaczana jest jako strona B. Stojan (bez obudowy) składa się z dwóch pierścieni dociskowych i znajdującego się między nimi pakietu blach oraz ściągaczy. Wirnik jest od strony B umieszczony w tarczy łożyskowej, a z zębniakiem jest połączony poprzez sprzęgło przeponowe. Zębniak jest od strony A ułożyskowany podwójnie w tarczy łożyskowej. W pierścieniu dociskowym od strony B znajduje się kanał powietrzny, przez który powietrze chłodzące dochodzi do silnika. Dla zwiększenia wydajności przy eksploatacji na sieci 1,5 kV uzwojenia silników trakcyjnych są z normalnego połączenia w gwiazdę przełączane w trójkąt. Odpowiednie urządzenia przełączające są zainstalowane w przekształtniku trakcyjnym.

## Przekładnia

Przekładnia ma koła o zębach skośnych. Wałek wirnika połączony jest poprzez sprzęgło przeponowe z podwójnie ułożyskowanym zębniakiem. Dzięki temu wałek wirnika i ułożyskowanie silnika są odłączone od obciążeń zestawu kołowego. Dzięki podwójnemu ułożyskowaniu zębniaka i połączeniu wałka wirnika z zębniakiem przez sprzęgło przeponowe siły działające na łożyskowanie utrzymują się na małym poziomie, podobnie jak odkształcenia wałka. Ułożyskowanie zębniaka i część obudowy przekładni są zintegrowane w tarczy łożyskowej po stronie A. Przekładnia jest sma-rowana zanurzeniowo. Obudowa przekładni jest ukształtowana w taki sposób, że powstaje mgła olejowa, która zapewnia niezawodne

smarowanie również przy średnich i dużych prędkościach obrotowych.

Obudowa nośna przekładni jest wykonana w jednej części z żeliwa sferoidalnego. Wszystkie dodatkowe uszczelnienia stanowią uszczelki typu O-ring. Poza tym wszystkie wirujące uszczelki są wykonane jako labiryntowe uszczelki zatrzymujące.

### Bezpieczeństwo jazdy i obciążenie toru

W lokomotywie są stosowane wózki, spełniające wymagania wartości granicznych określone w warunkach UIC na łukach suchych szyn i przy niekompensowanym przyspieszeniu poprzecznym  $1,15 \text{ m/s}^2$  bez ograniczeń do łuku o promieniu ok. 350 m. Na mniejszych łukach quasi-statyczna siła poprzeczna lekko przekracza proponowaną wartość graniczną 60 kN. Przy średnim promieniu łuku 310 m należy liczyć się z quasi-statyczną siłą poprzeczną 62 kN.

### Wyposażenie wózka

Na belkach końcowych zamontowane są po dwa kompaktowe cylindry hamulcowe, działające na koło z obu stron poprzez przekładnie hamulcowe, wsporniki okładzin i okładziny hamulcowe. W każdym zestawie kołowym znajduje się zespół szczęk hamulcowych z akumulatorem sprężynowym jako hamulcem postojowym. Każdy zastosowany kompaktowy zespół szczęk hamulcowych przykręcony jest do ramy wózka poprzez płytę mocującą. Wszystkie koła wyposażone są w hamulce tarczowe. Wentylowane, niedzielone tarcze hamulcowe z szarego żeliwa są tak zaprojektowane, by pochłaniały całe ciepło powstające podczas hamowania. Zwymiarowanie hamulców oparto na zaleceniach UIC i DB. Istnieje również możliwość stosowania tarcz hamulcowych z aluminium. Używane są okładziny hamulcowe, odpowiadające wymaganiom UIC.

Ponadto w wózku montowane są elementy: smarowania obręczy kół, piasecznice, styki uziemiające kół, anteny i nadajniki impulsów systemów zabezpieczenia pociągu.

### Wyposażenie wysokonapięciowe

Lokomotywa wielosystemowa BR 189 wyposażona jest w odbieraki prądu konstrukcji Siemens SBS 2T. Tego typu odbierak prądu stanowi rozwinięcie odbieraka typu SSS 87 używanego w lokomotywie BR 152. Dla uniknięcia niedopuszczalnie dużych sił przy większych prędkościach między odbierakiem prądu a przewodem jezdnym odbierak wyposażony jest w wiatrownice. Odbierak prądu wyposażony jest w pneumatyczny układ podnoszenia, wymagający zasilania powietrzem o regulowanym ciśnieniu.

Przewidziano sześć różnych wariantów odbieraka prądu. Poszczególne warianty różnią się tylko zakładanymi ślizgaczami i odpowiednimi do nich drążkami równoległymi prowadzącymi. Na rysunku 9 przedstawiono schemat obwodu głównego BR 189 w konfiguracji dla sieci DC 3 kV.

### Rekuperacja prądu i styki uziemiające kół

Na wszystkich głowicach osi umieszczone są szczotki uziemiające. W tym układzie w każdej lokomotywie zamontowanych jest osiem szczotek uziemiających. Służą one do odprowadzania prądu powrotnego uziemiania ochronnego zapewniającego wyrównanie potencjałów między pudłem lokomotywy a potencjałem

### Dane techniczne silnika trakcyjnego

Typ	1TB2822	Uwagi
Liczba silników na pojazd	4	
Liczba par biegunów	2	
Chłodzenie	Przewietrzanie obce	Strumień objętości 0–1,3 m³/s
Klasa cieplna wg IEC 60 349-2	200	
Maksymalna liczba obrotów	[min <sup>-1</sup> ] 4000	przy maks. zużyciu kół i bez poślizgu
Masa silnika	[kg] ok. 2700	
Napięcie znamionowe	[V] 2216	
Prąd znamionowy	[A] 500	
Moc znamionowa	[kW] 1633	
Znamionowa prędkość obrotów	[min <sup>-1</sup> ] 2270	
Częstotliwość znamionowa	[Hz] 76	
Izolacja	System izolacji do 3,3 kV System izolacji do 2,3 kV (w strefie czoła uzwojenia)	

Tablica 5

### Dane techniczne przekładni (dla lokomotywy towarowej)

Prędkość maksymalną	[km/h] 140
Całkowita masa napędu	[t] ok. 3,7
Masa silnika trakcyjnego	[t] ok. 2,7
Napęd	[t] ok. 1,0
Przełożenie	6,2941
Olej przekładniowy	Olej mineralny z dodatkiem żywicy epoksydowej Shell Spirax AX 80W/90 firma Shell AG, ilość do napełnienia 5,5 l

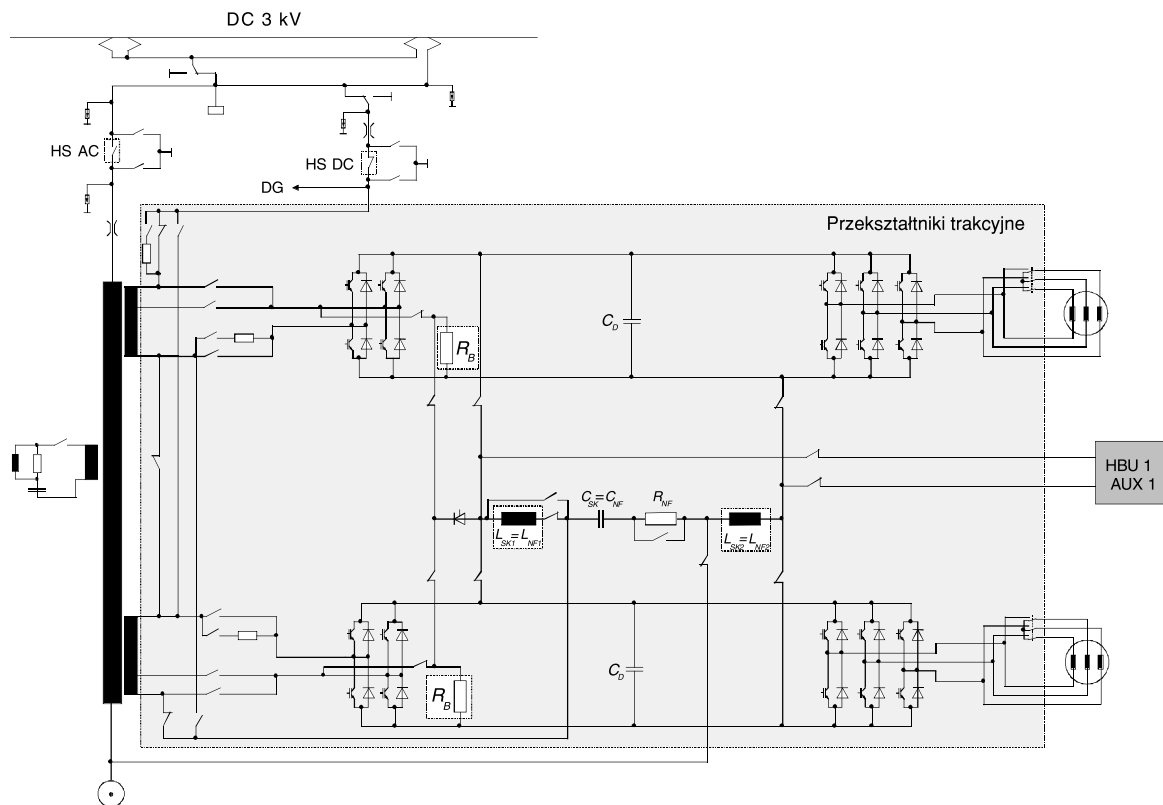
ziemi. Okablowanie między prostownikiem a szczotkami uziemiającymi zapewnia w przybliżeniu równomierne obciążenie szczotek.

W sieci 3 kV maksymalna moc hamowania elektrycznego hamulca rezystorowego determinowana jest przez ilość ciepła odprowadzanego w kolumnie rezystora hamowania. Wynosi ona 2,6 MW. W sieci 1,5 kV maksymalna moc hamowania elektrycznego hamulca oporowego ograniczona jest ze względu na mniejsze napięcie do 2,2 MW. Dzięki rekuperacji energii przy hamowaniu elektrycznym zwiększa się napięcie sieciowe, o ile na tym samym odcinku nie znajdują się inne pojazdy w ruchu trakcyjnym. Jeśli napięcie sieciowe przekracza określoną wartość graniczną, wówczas moc hamowania zostaje odprowadzona przez rezystory hamowania.

### Transformator główny

Transformator główny został skonstruowany jako jednofazowy transformator do napięć 15 kV 16 2/3 Hz oraz 25 kV 50 Hz. W kadzi olejowej transformatora znajduje się część aktywna, tzw. rdzeń z uzwojeniami, a także dławiki ochronne obu trakcyjnych obwodów pośrednich. Usytuowany wzdłużnie do kierunku jazdy rdzeń ma budowę dwukolumnową, przy czym każda kolumna jest elektrycznie dwudzielną. W związku z tym cztery osobne uzwojenia trakcyjne są położone koncentrycznie, położone równolegle nad nimi uzwojenia pierwotne są usytuowane symetrycznie.

Od zewnątrz znajduje się uzwojenie dla szyny zbiorczej pociągu. Uzwojenie trakcyjne i uzwojenie szyny zbiorczej pociągu ma zaczepy do pracy w sieci 25 kV. Uzwojenie filtra wtórnego znajduje się w transformatorze między uzwojeniami trakcyjnymi a uzwojeniem pierwotnym. Przy pracy w sieci 3 kV DC lub 1,5 kV DC uzwojenia trakcyjne są również używane jako dławiki filtrów sieciowych. Każdą, przykręconą do pudła lokomotywy przez przyspawane łąpy wspornikowe, służy jako nośnik części aktywnych. Pokrywa transformatora ma od góry przepusty (do przyłączy



Rys. 9. Schemat głównego obwodu prądu dla DC 3 kV, HS AC – wyłącznik główny prądu przemiennego; HS DC – wyłącznik główny prądu stałego; DG – wózek kołowy; HBU AUX 1 – przetwornica obwodów pomocniczych



Fot. 2. Transformator główny

Tablica 6

### Dane techniczne transformatora głównego

<i>Uzwojenie pierwotne</i>			
Napięcie znamionowe	[kV]	15	25
Moc znamionowa	[MVA]	7,596	7,98
<i>Uzwojenie trakcyjne</i>			
Napięcie znamionowe	[V]	4 × 1600	
Moc znamionowa	[MVA]	4 × 1,65	
<i>Uzwojenie filtra wtórnego</i>			
	[kV]	15	25
Napięcie znamionowe	[V]	960	1600
Moc znamionowa	[kVA]	96	480
<i>Uzwojenie grzewcze</i>			
Napięcie znamionowe	[V]	1004	1496
Moc znamionowa	[kVA]	900 (< +12°C); 600 (> +30°C)	

wtórnych i dławików ochronnych). Zasilanie 15 kV/25 kV doprowadzone jest przez kabel wysokiego napięcia z wtykiem. Na podłużnych bokach transformatora umieszczone są pompy chłodziwa.

### Przekształtnik trakcyjny

Przekształtniki trakcyjne zabudowane są w szafach w przedziale maszynowym. Do każdego wózka przyporządkowany jest osobny przekształtnik trakcyjny. Z lewego boku szaf przekształtników trakcyjnych znajdują się przyłącza do chłodzenia wodą. Dolne przyłącze służy do dopływu wody, górne do jej odpływu. Ponadto z lewej strony znajdują się wtyki z podłączeniem sygnałów sterowniczych 110 V i sygnałów magistralowych. Za osłonami ścian bocznych umieszczone są kondensatory obwodu pośredniego, a za osłonami ścian tylnych kondensatory obwodu absorpcyjnego i rezystory. Osłony przednie są zamykane na kwadratowe zamki i śruby uziemiające. Od spodu znajdują się przyłącza kabli elektroenergetycznych. Dzięki zabudowie przekształtników trakcyjnych nad transformatorem kable są bardzo krótkie i dlatego promieniowanie elektromagnetyczne jest niewielkie.

Podczas eksploatacji w sieci prądu przemiennego jednofazowe napięcie przemiennie uzyskiwane z transformatora głównego doprowadzane jest poprzez przekształtnik czterokwadratowy (4QS) do obwodu pośredniego. Podczas pracy w sieci prądu stałego obwody pośrednie są połączone poprzez filtr sieciowy z siecią trakcyjną, a uzwojenia trakcyjne transformatora podłączone jako dławiki wejściowe filtra sieciowego.

### Przetwornica obwodów pomocniczych (HBU)

Zasilanie sieci pokładowej zapewnia przetwornica IGBT (HBU). Jest ona elektrycznie podzielona na dwie niezależne przetwornice (HBU1/HBU2). Przetwornica pobiera energię na potrzeby własne z obwodu pośredniego przekształtnika trakcyjnego. HBU1 jest połączona elektrycznie z przekształtnikiem trakcyjnym nr 1, zaś HBU2 z przekształtnikiem trakcyjnym nr 2. Napięcie wejściowe jest redukowane za pomocą czterech modułów przetwornicy wysokiego napięcia (modułów HUR). Są nim zasilane dwa osobne obwody pośrednie HBU. Wyjścia modułów HUR są rozdzielone każde na dwa przekształtniki wyjściowe, dostarczające napięcie trójfazowe. Częstotliwość napięcia wyjściowego takiego przeźmiennika jest regulowana w zakresie od 2 do 60 Hz. Oznacza to, że wszystkie wyjściowe przeźmienniki częstotliwości mogą być eksploatowane z częstotliwością stałą lub zmienną, w zależności od odbiorników napięcia.

Sterowanie, kontrolowanie i funkcje diagnostyczne dla każdego odgałęzienia HBU są zgrupowane w mikroprocesorowym systemie sterowania SIBCOS<sup>®</sup>-M. System sterowania SIBCOS<sup>®</sup>-M składa się z nadrzędnego układu sterującego (master) oraz sterownika modułu, usytuowanego na module falownika PWR. System sterowania przetwornicą (SIBCOS<sup>®</sup>-M) włącza się wraz z załączeniem zaworu baterii akumulatorów lokomotywy. Wyłączenie układu sterującego następuje przez odłączenie zaworu baterii akumulatorów, czyli całkowite uchylenie gotowości do jazdy. Korzystając z informacji, w jakim systemie napięciowym odbywa się eksploatacja, przetwornica przełącza się albo na pracę w trybie 1,5 kV, albo 3 kV – 15 kV – 25 kV, przy czym następuje odpowiednie pogrupowanie modułów. Po przełączeniu i pod warunkiem, że nie występuje żadna usterka, wyłącznik główny może zostać załączony. Jeśli zostaną wykryte nieprawidłowości, w układzie diagnostycznym pojawią się odpowiednie zapisy i komunikaty na wyświetlaczu.

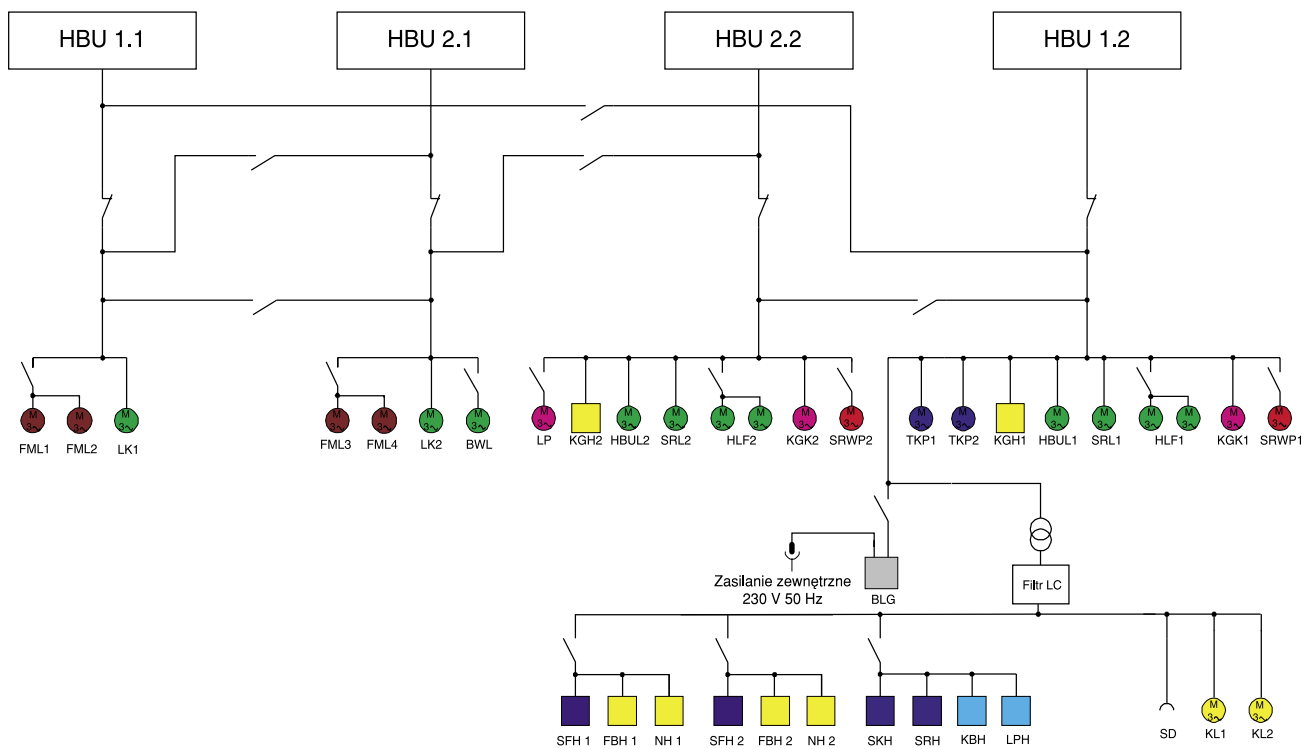


Fot. 3. Przekształtnik trakcyjny

kiem, że nie występuje żadna usterka, wyłącznik główny może zostać załączony. Jeśli zostaną wykryte nieprawidłowości, w układzie diagnostycznym pojawią się odpowiednie zapisy i komunikaty na wyświetlaczu.

### System pneumatyczny i wyposażenie hamulcowe

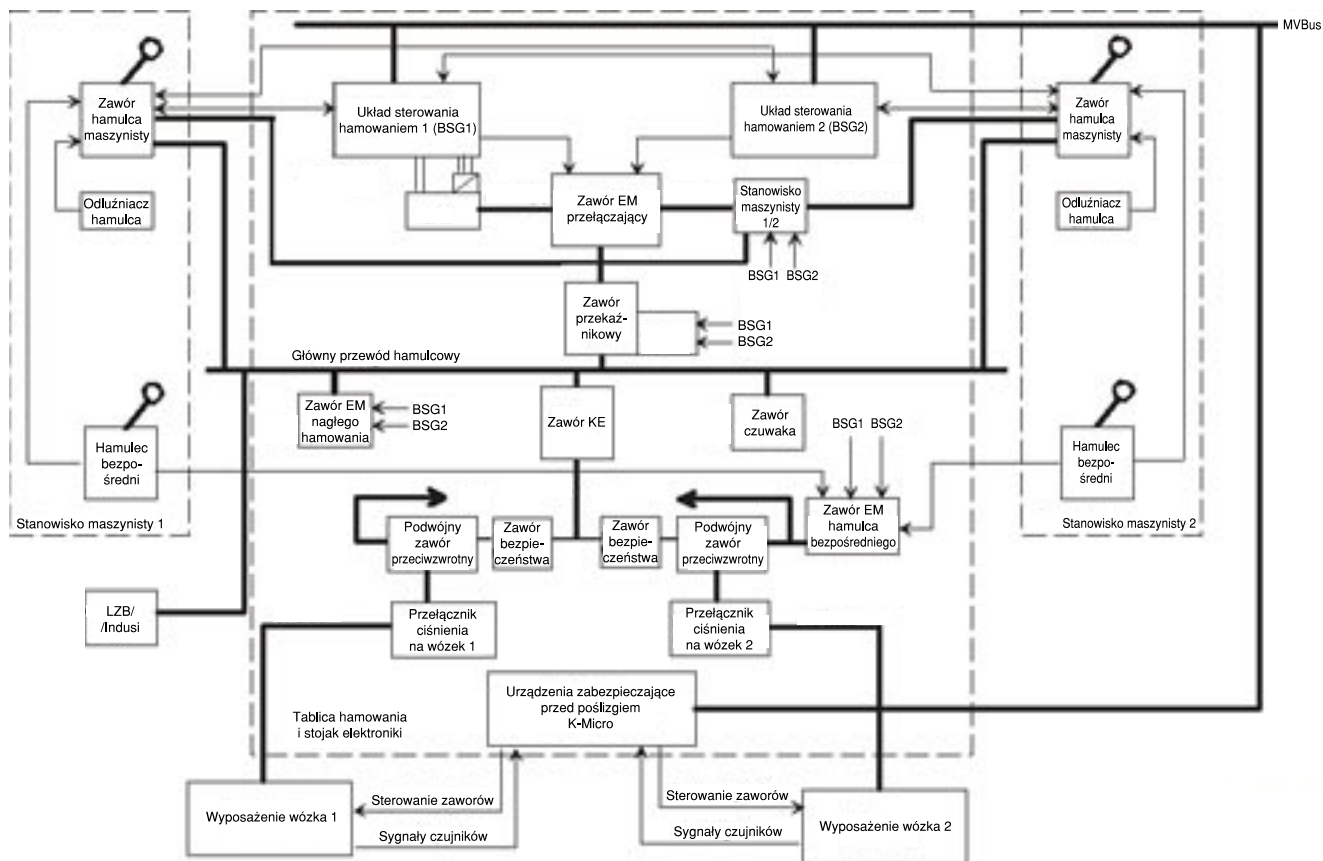
Wyposażenie pneumatyczne i hamulcowe oraz odpowiednie urządzenia sterujące umieszczone są w kompaktowym stojaku systemu pneumatycznego. Połączenia tego systemu z pojazdem znaj-



Rys. 10. Schemat obwodów pomocniczych

FML - wentylator silnika trakcyjnego, LK - wentylator wodny i olejowy, BWL - wentylator rezystorów, LPW - kompresor, SD - gniazda wtykowe, KGH - ogrzewanie klimatyzacji, SFH - ogrzewanie wycieraczek szyby, FBH - ogrzewanie podłogi, NH - grzejnik, SKH - podgrzewanie zbiorników piasku, SRH - podgrzewanie piasecznic, TKP - pompa chłodząca transformator, HBU - przetwornica obwodów pomocniczych, SRWP - pompa chłodzenia przekształtników, SRL - wentylator przekształtników, HLF - wentylator wysokociśnieniowy kabiny, KL - wentylator sprężarki, KGK - sprężarka klimatyzacji, BLG - ładowanie baterii, KBH - ogrzewanie kondensatora, LPH - ogrzewanie sprężonego powietrza





Rys. 11. Schemat blokowy układu pneumatycznego, EM – elektromagnetyczny

Tablica 7

## Współdziałanie hamulca pneumatycznego i elektrycznego

Rodzaj hamowania	Siła hamowania [kN]		Czas [s]		
	Pełne	Nagle	Hamowanie	Odluźnianie	
Połączone sprężone powietrze i hamulec E	R	150	125	3-5	15-20
	P	125	100	3-5	15-20
	G	125	100	15-20	15-20
Sam hamulec E	E (w R)	150	-	3-5	3-5
	E (w G/P)	125	-	3-5	3-5

dują się na dwóch panelach z przyłączami. Tutaj następuje rozdział powietrza przez orurowanie usytuowane pośrodku pod przejściem środkowym maszynowni do wózków i kabin maszynisty. Połączenia elektryczne na tablicy pneumatycznej można realizować i rozłączać za pomocą wtyków prowadzących do szafy z elektroniką oraz przyłącza uziemiającego na tylnej ścianie tablicy pneumatycznej, przy czym wystarczy do tego tylko kilka prostych czynności.

Stojak systemu pneumatycznego składa się z trzech stref:

- 1) szafy z elektroniką i przyrządami sterującymi z centralną tablicą przygotowania do jazdy;
- 2) tablicy hamowania, na której umieszczone są niemal wszystkie podzespoły układu sterującego pneumatyką i sterowania hamowaniem; znajduje się tu również zawór od baterii akumulatorów, przyrząd do zmieniania pozycji hamowania oraz awaryjne zawory odcinające;
- 3) urządzeń i zespołów: sprężarki, sprężarki pomocniczej, zbiornika sprężonego powietrza, osuszacza powietrza, zbiornika kondensatu.

(zawór elektropneumatyczny), przełącznik sprężarki, przełącznik luzowania hamulca, przełącznik piasecznicy;

- na tylnej ścianie kabiny maszynisty znajdują się: przycisk uruchamiający hamulec sprężynowy, przycisk luzowania hamulca sprężynowego.

Polecenia elektryczne i komunikaty o położeniach przekazywane są przez magistralę ESRA układu sterującego hamowaniem. Wszystkie sygnały wczytywane są przez moduł wejściowy zaworu hamulcowego maszynisty, a stamtąd kierowane bezpośrednio do komputerów układu hamulcowego. Wyjątek stanowi położenie uruchamiania hamulca bezpośredniego zaworu hamulca dodatkowego: następuje tutaj bezpośrednie przerwanie styku w obwodzie prądu ciągłego zaworu elektromagnetycznego uruchamiania hamulca. Hamulec ten uruchamia się bez udziału systemu sterowania.

Oprócz bezpośredniego odpowietrzania przewodu głównego i opuszczania odbieraka prądu również i położenie tego przełącznika jest wczytywane przez system sterowania pojazdu.

## Zasilanie sprężonym powietrzem

Do wytwarzania sprężonego powietrza służy jednostopniowa, chłodzona powietrzem, smarowana olejem sprężarka śrubowa. Pracuje ona w zakresie ciśnienia w zbiorniku głównym 8,5 do 10 bar. Zastosowanie sprężarki śrubowej zapewnia pracę tego urządzenia przy mocno ograniczonych drganiach i niskim poziomie hałasu. Sprężarka napędzana jest silnikiem trójfazowym. Sprężarka i silnik napędu są ze sobą sztywno połączone i tworzą agregat sprężarkowy o konstrukcji kołnierzej. Agregat zainstalowany jest w stojaku sprężonego powietrza za pomocą elastycznych elementów. Sprężarka sterowana i kontrolowana jest przez komputer układu hamulcowego. Funkcje automatycznego sterowania są aktywne tylko wtedy, gdy sprężarka została odblokowana przełącznikiem dźwignikowym sprężarki w czynnej kabinie maszynisty. Stycznik sprężarki ma zintegrowany przełącznik przeciążeniowy, który odłącza sprężarkę przy zbyt dużym prądzie niezależnie od układu sterującego. Aby przy załączaniu silnika prąd rozruchowy nie był za duży, zostaje on ograniczony przez obniżenie częstotliwości. W skład agregatu sprężarkowego wchodzi również suchy filtr powietrza do czyszczenia powietrza zasysanego. Filtr ten ma wskaźnik konserwacyjny wskazujący skuteczność wkładu filtra, co ułatwia szybką i sprawną wymianę wkładu filtra. Podstawowe parametry techniczne agregatu sprężarkowego przy ciśnieniu sprężania 10 bar:

- nominalna prędkość obrotowa 3535 obr./min;
- moc znamionowa 21 kW;
- napięcie znamionowe 440 V/60 Hz;
- znamionowy strumień objętości zasysanego powietrza 2400 l/min.

Sterowanie agregatem sprężarkowym w zależności od ciśnienia odbywa się poprzez czujnik manometryczny zainstalowany na tablicy hamowania. Przełącza on poprzez elektroniczny układ sterujący hamowaniem stycznik mocy agregatu w ten sposób, że przy spadku ciśnienia w systemie poniżej 8,5 bar sprężarka włącza się, a po osiągnięciu ciśnienia 10 bar ponownie się wyłącza. W celu kompensowania drgań i wydłużeń termicznych oraz unikania przenoszenia dźwięków materiałowych agregat sprężarkowy połączony jest z instalacją pneumatyczną za pomocą przewodu giętkiego z rury falistej. Z agregatu sprężarkowego sprężone powietrze przepływa do osuszacza ze zintegrowanym oddzielaczem oleju. Osuszacz jest dwukomorowym absorpcyjnym urządzeniem osuszającym, regenerującym na zimno. Składa się ono z dwóch identycznych zbiorników wypełnionych od dołu środkiem osuszającym, w których zintegrowany jest oddzielacz oleju. Poprzez elektropneumatyczne elementy sterujące zbiorniki są wykorzystywane na przemian: jeden do suszenia, a drugi do regeneracji. Niewielka część osuszonego powietrza doprowadzana jest do zbiornika regeneracyjnego, dzięki czemu woda związana środkiem osuszającym zostaje pobrana i odprowadzona do zaworu odwadniającego, wchodzącego również w skład osuszacza.

System ten jest samoregenerujący i w zasadzie bezobsługowy. Przełączanie zbiorników na tryb osuszania i regeneracji odbywa się elektropneumatycznie w zależności od czasu włączenia agregatu według zadanego cyklu. Cyklem tym steruje elektroniczny programowany mechanizm zintegrowany w osuszaczu.

## Sterowanie hamowaniem pociągu

Zadaniem układu sterującego hamowaniem pociągu jest sterowanie i kontrola hamulca pneumatycznego pociągu oraz współdzia-

łania hamulca pneumatycznego i hamulca elektrycznego w lokomotywie. Elektroniczny układ sterujący hamowaniem komunikuje się z układem sterującym pojazdu (ZSG) przez magistralę pojazdu. Połączenie z zaworami hamulcowymi maszynisty odbywa się przez wewnętrzną magistralę ESRA. Na tablicy hamowania odbywa się nie tylko rozdział sprężonego powietrza, lecz także sterowanie i łączenie różnych funkcji hamulców. W zakresie hamowania wykonywane są różne funkcje sterownicze i kontrolne czysto pneumatyczne, jak np. działanie zaworu rozrządczego, albo pneumatyczne redundancyjne dla regularnego sterowania elektronicznego, jak np. regulacja powietrza głównego (zawór hamulcowy maszynisty) lub też sterowania i kontroli hamulca sprężynowego.

Sterowanie hamulcami pociągu odbywa się albo ręcznie przez maszynistę, albo przez automatyczny system sterowania jazdą i hamowaniem (AFB). Do dyspozycji są następujące rodzaje hamulców.

■ Hamulec elektrodynamiczny (hamulec ED) – hamulec nieulegający zużyciu powinien być używany jako hamulec służbowy. Do hamowania pociągu przy hamowaniu regulacyjnym może być wykorzystywany jako jedyny hamulec. Do jego uruchamiania służy nastawnik hamulca E umieszczony przy zaworze hamulcowym maszynisty. Przy uruchamianiu hamulca E jego siła hamowania jest ograniczona parametrami dynamicznymi pociągu.

■ Samoczynny, działający pośrednio hamulec pneumatyczny pociągu (hamulec P) – jest on sterowany przez zmiany ciśnienia w bezpośrednim głównym przewodzie hamulcowym pociągu. Również inne hamulce występujące ewentualnie w poszczególnych wagonach (np. elektromagnetyczne hamulce szynowe) są sterowane poprzez zmiany ciśnienia w głównym przewodzie hamulcowym.

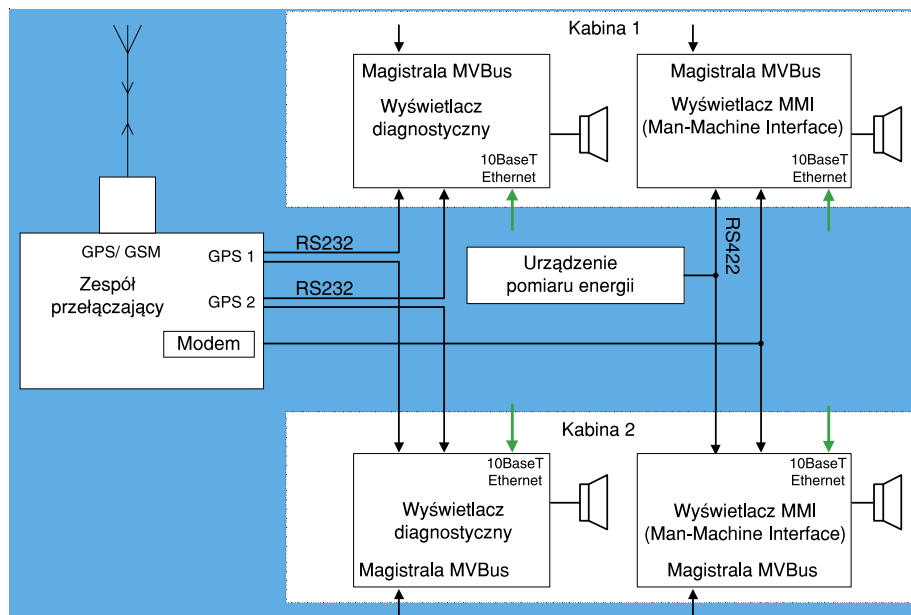
■ Niesamoczynny, działający pośrednio, hamulec elektropneumatyczny (hamulec EP) – wykorzystuje się go poprzez przewód sterowniczy biegnący przez cały skład pociągu. Poprzez elektroniczne sygnały hamowania i odłączania sterowane są w wagonach elektropneumatyczne zawory hamulcowe i odłączające, które sterują ciśnieniem w głównym przewodzie hamulcowym (pośredni hamulec EP). Komunikacja z nimi odbywa się albo przez 9-żyłowy przewód ep zgodny z UIC (przewód UIC), albo 18-żyłowy przewód zgodny z UIC-IS (system DB).

Układ sterujący głównym przewodem hamulcowym umożliwia sterowanie i regulację ciśnienia powietrza w głównym przewodzie hamulcowym (HL). Od wysokości tego ciśnienia zależy skuteczność hamowania hamulca pośredniego. Przy ciśnieniu 5 bar w głównym przewodzie hamulcowym hamulce pociągu są obciążone, a przy ciśnieniu ok. 3,4 bar mają pełne przyłożenie. W przypadku hamowania nagłego lub wymuszonego główny przewód hamulcowy zostaje całkowicie odpowietrzony.

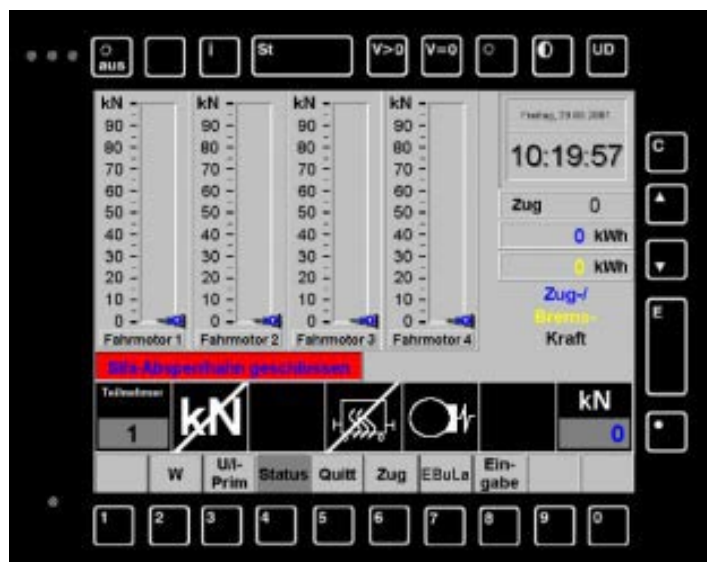
## System diagnostyki i wizualizacji

Wszystkie wyświetlacze połączone są ze sobą przez karty Ethernet. Licznik energii elektrycznej w stojaku 3 kV podłączony jest redundancyjnie do jednego wyświetlacza w każdej kabinie przez interfejs RS422. Urządzenia systemu GPS i do teletransmisji są również poprzez jednostkę przyłączeniową podłączone do jednego z wyświetlaczy w każdej kabinie.

Funkcje systemu diagnostycznego udostępniają maszyniście i personelowi warsztatowemu obszerne informacje dotyczące lokomotywy i jej stanu. System diagnostyczny realizuje następujące funkcje:



Rys. 12. Konfiguracja wyświetlaczy w kabinach lokomotywy



Rys. 13. Obraz podstawowy wyświetlacza MMI



Fot. 4. Kabina maszynisty

- w przypadku wystąpienia usterki systemu wspomaga maszynistę w zakresie niezbędnych działań obsługowych poprzez wybrane dla tego przypadku komunikaty i wskazówki;
- wykrywa usterki w części elektrycznej, wymagające działań ze strony maszynisty lub ingerencji warsztatów;
- zapisywania w pamięci usterek/wyników diagnozy wraz z danymi dotyczącymi otoczenia i pracy urządzeń na różnych poziomach systemu diagnostycznego (diagnostyka podsystemów, diagnostyka nadrzędna).

Wszystkie wyświetlacze wyposażone są we wzmacniacze i głośniki do komunikatów głosowych. Głośność nastawiana jest na wyświetlaczu.

W szafie na tylnej ścianie kabiny maszynisty nr 1 zabudowany jest odbiornik systemu GPS, połączony z anteną umieszczoną na dachu kabiny. Odbiornik ten udostępnia współrzędne miejsca znajdowania się pojazdu oraz aktualny czas (Greenwich Mean Time). Dane te są przekazywane przez magistralę MVBUS do innych urządzeń podłączonych do tej magistrali. Modem do teletransmisji połączony jest z anteną na dachu kabiny maszynisty. Za pomocą teletransmisji dane diagnostyczne i energetyczne z licznika energii mogą być przesyłane przez GSM.

Konfigurację wyświetlaczy oraz przykładowy obraz na wyświetlaczu MMI przedstawiono na rysunkach 12 i 13.

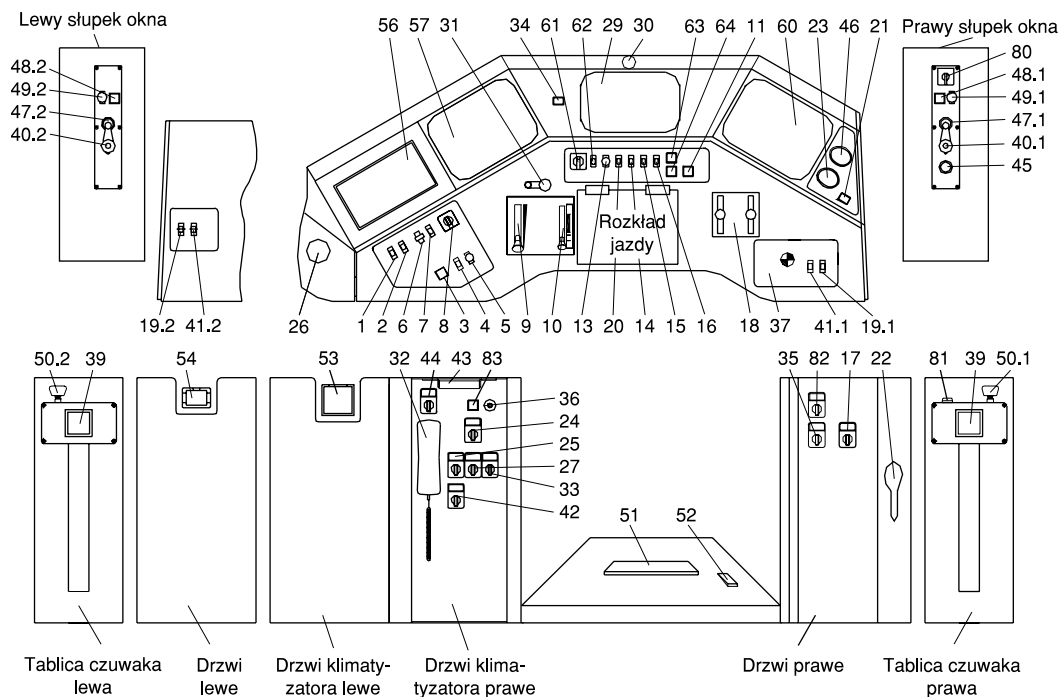
### Elementy obsługowe i stanowisko pracy maszynisty

Piktogramy w lokomotywie wykonane są zgodnie z normą UIC 640. W każdej kabiny maszynisty znajduje się popielniczka i uchwyt na napoje. W tylnej ścianie każdej kabiny maszynisty zabudowana jest podgrzewarko-chłodziarka napojów i prowiantu maszynisty. Ponadto z każdego boku kabiny znajduje się przesuwane w dół okno boczne. Kabina maszynisty jest szczelna i klimatyzowana. Z każdej strony w pobliżu bocznego okna znajduje się boczne urządzenie odjazdowe. Prąd w obwodzie wysokiego napięcia oraz napięcie w przewodzie jezdnym oraz jednolity dla całego pojazdu czas zegara sterowanego radiem wskazywane są na jednym z wyświetlaczy. Wygląd kabiny maszynisty przedstawia fotografia 4, a rozmieszczenie elementów obsługowych – rysunek 14.

### Podsumowanie

Lokomotywa BR 189 jest obecnie jedyną lokomotywą dostępną w Europie umożliwiającą jazdę w pięciu systemach zasilania trakcji. Jej zastosowanie przyczyni się do pokonania bariery w transporcie kolejowym Europy oraz do znacznego skrócenia czasu przejazdu przez granice poszczególnych państw, umożliwi także przejazd przez kilka krajów bez konieczności zmiany czoła pociągu.

BR 189 wyposażono w interfejsy współpracujące z różnymi systemami oddziaływania na pociąg i jest przystosowana do jazdy w systemie ETCS oraz do współpracy z różnymi systemami zabezpieczenia pociągu stosowanymi w krajach europejskich.



Rys. 14. Rozmieszczenie przyrządów obsługowych na pulpicie maszynisty

1 - wyłącznik sprężarki; 2 - wyłącznik wentylatora; 3 - przycisk LZB/PZB polecenia; 4 - przycisk LZB/PZB wolny; 5 - przycisk LZB/PZB czuwania; 6 - przycisk odbieraka prądu; 7 - przycisk wyłącznika głównego; 8 - przełącznik sterowniczy szyny zbiorczej pociągu; 9 - zadajnik  $V_{ZAD}$  w nastawniku jazdy; 10 - zadajnik siły pociągowej w nastawniku jazdy; 11 - kontrolka świateł długich; 13 - przycisk piasecznicy; 14 - przełącznik świateł krótkie/długie; 15 - przełącznik oświetlenia sygnalizacyjnego; 16 - oświetlenie rozkładu jazdy i kabiny; 17 - ogrzewanie szyby czołowej; 18 - zawór hamulcowy maszynisty; 19.1, 19.2 - przycisk gwizdawki; 20 - przełącznik odłączacza hamulca; 21 - przycisk wyrównywania ciśnienia; 22 - zawór hamulca bezpieczeństwa; 23 - podwójny manometr HB/HL; 24 - ogrzewanie podłogowe; 25 - regulator dmuchawy; 26 - pneumatyczny zawór nagłego hamowania; 27 - regulator temperatury; 28 - podstawka pod rozkład jazdy; 29 - wyświetlacz ERTMS; 30 - lampka do rozkładu jazdy; 31 - przełącznik kierunku w nastawniku jazdy; 32 - mikrotelefon radi pociągu; 33 - przełącznik trybu pracy; 34 - kontrolka systemu samoczynnego oddziaływania na pociąg LZB; 35 - przełącznik wycieraczek; 36 - regulacja oświetlenia manometrów; 37 - hamulec dodatkowy; 39 - przełącznik oświetlenia kabiny; 40.1, 40.2 - pomocniczy nastawnik jazdy; 41.1, 41.2 - zamykanie drzwi; 42 - ochrona ciśnienia zał./wyt.; 43 - oświetlenie konsoli środkowej; 44 - AFB zał./wyt. (pokrętło); 45 - szybki wyłącznik odbieraka prądu; 46 - podwójny manometr ciśnienia w cylindrach hamulcowych, 47.1, 47.2 - wolny przycisk do poz. 40; 48.1, 48.2 - LZB/PZB polecenie; 49.1, 49.2 - LZB/PZB czuwanie; 50.1, 50.2 - ręczny przeł. czuwaka; 51 - nożny przełącznik czuwaka; 52 - gwizdawka nożna; 53 - gniazdo 230 V; 54 - wtyk diagnostyki; 56 - przyrząd obsługi radiołączności; 57 - wyświetlacz diagnostyczny; 60 - wyświetlacz CIR ELKE/EBuLa; 61, 62, 63 i 64 - miejsce na montaż; 80 - LZB awaryjne; 81 - syrena elektryczna; 82 - przycisk podświetlenia konsoli

Serwisowanie lokomotyw w Polsce może być wykonywane w zakładach naprawy taboru kolejowego lub w warsztatach naprawczych przewoźników użytkujących lokomotywy. Liczba warsztatów, ich wyposażenie i zakres wykonywanych w nich prac będzie uzależniony od liczby zakupionych pojazdów.

Obserwując zainteresowanie, jakie budzi nowa lokomotywa produkowana przez Siemens, należy mieć nadzieję, że będzie ona szeroko stosowana przez wielu przewoźników w Europie, w tym także w Polsce.

**Autorzy**

Rafał Iwański

dr inż. Janusz Biliński

Siemens Sp. z o.o.

Transportation Systems (TS)

**SIEMENS**

Siemens Sp. z o.o.

Transportation Systems (TS)

03-821 Warszawa, ul. Żupnicza 11, tel. (022) 870 83 41, fax (022) 870 83 48, e-mail: transport@siemens.pl